

**SIMULASI PENGGELONTORAN SEDIMENT DAN  
SEBARAN SEDIMENT PADA WADUK WLINGI**

**TESIS**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK PENGAIRAN  
MINAT MANAJEMEN SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Magister Teknik



**RIZHANDI NUGROHO NUSANTORO**

NIM. 166060400111001

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**M A L A N G**

**2018**

## **TESIS**

### **SIMULASI PENGGELONTORAN SEDIMENT DAN SEBARAN SEDIMENT PADA WADUK WLINGI**

**RIZHANDI NUGROHO NUSANTORO**

**NIM. 166060400111001**

telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 13 Desember 2018  
dinyatakan telah memenuhi syarat  
untuk memperoleh gelar Magister Teknik

**Komisi Pembimbing,**

Pembimbing I



Dian Sisinggih, ST., MT., Ph.D  
NIP. 19701119 199512 1 001

Pembimbing II



Dr. Very Dermawan, ST., MT.  
NIP. 19730217 199903 1 001

Malang, 13 Desember 2018

Universitas Brawijaya

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Pengairan  
Ketua Program Magister Teknik Pengairan



**JUDUL TESIS:**

**SIMULASI PENGGELONTORAN SEDIMENT DAN SEBARAN SEDIMENT  
PADA WADUK WLINGI**

Nama Mahasiswa : Rizhandi Nugroho Nusantoro  
NIM. : 166060400111001  
Program Studi : Teknik Pengairan  
Minat : Manajemen Sumber Daya Air

**KOMISI PEMBIMBING :**

Ketua : Dian Sisinggih, ST., MT., Ph.D  
Anggota : Dr. Very Dermawan, ST., MT.

**TIM DOSEN PENGUJI :**

Dosen Penguji 1 : Dr. Sumiadi, ST., MT.  
Dosen Penguji 2 : Dr. Runi Asmaranto, ST., MT.  
Tanggal Ujian : 13 Desember 2018  
SK Penguji : Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas  
Brawijaya nomor 2854 tahun 2018

### **PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Tesis ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Tesis dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 17 Desember 2018

Mahasiswa,



Rizhandi Nugroho Nusantoro

NIM. 166060400111001

19 0548 T



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
PASCASARJANA



## SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor: 3029/UN10.F40/PN/2018

Sertifikat ini diberikan kepada:

Nama : Rizhandi Nugroho Nusantoro  
NIM : 166060400111001  
Program Studi : Program Magister Teknik Pengairan  
Fakultas : Fakultas Teknik  
Universitas : Universitas Brawijaya

Dengan Judul Tesis

### Simulasi Penggelontoran Sedimen dan Sebaran Sedimen pada Waduk Wilangi

Telah dideteksi tingkat plagiiasinya secara online pada tanggal 19 Desember 2018  
dan dinyatakan bebas plagiiasi dengan kriteria toleransi  $\leq 5\%$ .

Malang, 26 Desember 2018  
Ketua Badan Penerbitan Jurnal



Lukman Hakim, S.Si, M.Sc, Dr.Sc.  
NIP. 19820412 200312 1 002 ✓

plagiarism-detector

Cutting-edge class tool for plagiarism detection and prevention



## **RIWAYAT HIDUP**

Rizhandi Nugroho Nusantoro, lahir di Malang, tanggal 15 Februari 1993, menempuh pendidikan dari lahir sampai kelas 5 SD di Blitar, dan kembali ke tanah kelahiran sampai dengan lulus pendidikan S2 di kota Malang. Lulus program sarjana di teknik pengairan tahun 2015, dan lulus program magister di teknik pengairan tahun 2018. Aktif di beberapa kegiatan kemahasiswaan di kampus sebagai anggota badan eksekutif mahasiswa tahun 2012 sampai 2014, pengurus himpunan mahasiswa pengairan tahun periode 2012 sampai dengan 2015, maupun kegiatan diluar kampus sebagai relawan pengajar di gerakan kependidikan di Kota Malang mulai tahun 2016 hingga sekarang. Pengalaman kerja sebagai staf tim konsultan Unit Usaha dan Kerjasama Badan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya mulai tahun 2015 sampai dengan 2016, sebagai asisten laboratorium model tes di laboratorium teknik pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2015, sebagai tenaga pengajar aplikasi teknik khususnya teknik pengairan di beberapa lembaga kursus komputer mulai tahun 2016 hingga sekarang.

Malang, Desember 2018

Penulis

*Karya ilmiah ini saya tujukan kepada  
Bapak, ibu, calon mertua, dan  
Calon pendamping hidup saya*

## **PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Kuasa karena, atas berkah, karunia serta rahmatNya penulis di beri petunjuk untuk mengangkat permasalahan pada bendungan Wlingi.

Penulis dengan kerendahan hati mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu penulis mengaharapkan masukan dan kritikan dari dari berbagai pihak demi kesempurnaan Tesis ini.

Pada kesempatan ini pula penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada:

1. Ketua Program Studi Magister Teknik Pengairan dan Ketua Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Univertas Brawijaya yang telah menyetujui Tesis ini,
2. Bapak Dian Sisinggih, ST., MT., Ph.D. dan Bapak Dr. Very Dermawan, ST., MT. selaku pembimbing tesis satu dan dua yang telah mengarahkan, memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam penulisan Tesis ini,
3. Bapak Dr. Sumiadi, ST., MT. dan Bapak Dr. Runi Asmaranto, ST., MT. selaku penguji tesis satu dan dua yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam penulisan Tesis ini,
4. Bapak, ibu, dan keluarga saya yang sudah mendukung dalam penggerjaan tesis ini dalam bentuk moral dan material.
5. Teman-teman S2 Teknik Pengairan Manajemen Sumber Daya Air angkatan 2016 atas masukan yang di berikan kepada penulis dalam penulisan Tesis ini,
6. Dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam penulisan Tesis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata semoga penyusunan Tesis ini membawa banyak manfaat bagi semua pembacanya.

Malang, Desember 2018  
Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>PENGANTAR .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR SIMBOL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>xvii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	2
1.3. Rumusan Masalah .....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Sedimentasi pada Waduk .....	5
2.2. Pengeluaran Sedimen dari Dalam Waduk.....	6
2.2.1. Pengeluaran Sedimen pada Kondisi Belum Mengendap .....	7
2.2.2. Pengeluaran Sedimen pada Kondisi Sudah Mengendap .....	7
2.3. Pengeluaran Sedimen dengan Metode Flushing .....	8
2.3.1. Definisi Flushing .....	8
2.3.2. Klasifikasi Penggelontoran Sedimen.....	8
2.3.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Flushing .....	8
2.4. Mekanisme Penggelontoran Sedimen .....	9
2.5. Efisiensi Penggelontoran Sedimen (Flushing Efficiency) .....	11
2.5.1. Efisiensi Penggelontoran Sedimen dengan Bukaan Sebagian (Flushung Efficiency with Partial Drawdown) .....	11
2.5.2. Efisiensi Penggelontoran Sedimen dengan Pengosongan Waduk (Flushung Efficiency with Emptying Reservoir) .....	12
2.5.3. Metode Perhitungan Flushing Efficiency .....	13
2.5.4. Perhitungan Flushing Efficiency .....	15
2.6. Model Numerik HEC-RAS v4.1.....	21
2.6.1. Aliran Quasy-Unsteady (Quasy-Unsteady Flow).....	21
2.6.2. Kontinuitas Sedimen .....	23
2.6.3. Komputasi Kapasitas Transportasi.....	24
2.7. Kalibrasi Metode Root Mean Square Error (RMSE) .....	31

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3.1. Lokasi Penelitian .....	33
3.2. Pengumpulan Data .....	35
3.2.1. Data Teknis Bendungan Wlingi .....	36
3.2.2. Data Historis Sedimen Waduk Wlingi .....	37
3.2.3. Data Backgound Image Waduk Wlingi.....	38
3.2.4. Data Geometri Waduk Wlingi.....	39
3.2.5. Data Debit Inflow .....	40
3.2.6. Data Debit Penggelontoran .....	45
3.2.7. Data Grain Size Analysis Sediment .....	48
3.3. Metode Analisis.....	50
3.3.1. Pengolahan Data pada HEC-RAS .....	50
3.3.2. Perhitungan Variabel Efisiensi Penggelontoran .....	52
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>57</b>
4.1. Simulasi Skenario Penggelontoran .....	57
4.2. Model Geometri Sungai .....	57
4.3. Analisa Sedimen.....	58
4.4. Analisa Debit.....	58
4.5. Peta Situasi Sebelum dan Sesudah Penggelontoran Sedimen..	58
4.6. Analisa Penggelontoran Sedimen.....	63
4.7. Kalibrasi Model.....	69
4.8. Kalibrasi Metode Root Mean Square Error (RMSE) .....	79
4.9. Analisa Skenario Penggelontoran .....	88
4.10. Verifikasi Hasil Model dengan Pengukuran .....	138
4.11. Analisa Efisiensi Penggelontoran.....	138
4.12. Pemilihan Skenario .....	144
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>147</b>
5.1. Kesimpulan.....	147
5.2. Saran.....	149

## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1. 1	Volume Sedimen Waduk Wlingi Yang Ter-Flushing .....	3
Tabel 2. 1	Efisiensi Penggelontoran dengan Bukaan Sebagian.....	12
Tabel 2. 2	Efisiensi Penggelontoran Sedimen dengan Pengosongan Waduk.....	12
Tabel 2. 3	Tipe Operasi Waduk.....	18
Tabel 2. 4	Berat Jenis Material Menurut Tipe Operasi Waduk .....	19
Tabel 2. 5	Nilai Faktor K .....	19
Tabel 3. 1	Perubahan Historis Kapasitas Waduk Wlingi .....	37
Tabel 3. 2	Volume Tampungan Waduk Wlingi Sebelum dan Sesudah Flushing Tahun 2016.....	37
Tabel 3. 3	Data Debit Inflow Waduk Wlingi Tahun 2016 .....	41
Tabel 3. 4	Penggelontoran Waduk Wlingi tanggal 24 s/d 26 Maret 2016 .....	46
Tabel 3. 5	Distribusi Hasil Pengujian Grain Size Analysis Material Sedimen Hasil Sounding Bendungan Wlingi (Sebelum Flushing) 17 April 2017 .....	48
Tabel 3. 6	Distribusi Hasil Pengujian Grain Size Analysis Material Sedimen Hasil Sounding Bendungan Wlingi (Setelah Flushing) 27 April 2017 .....	48
Tabel 4. 1	Perbandingan elevasi dasar sungai sebelum dilakukan simulasi penggelontoran dengan variabel default.....	66
Tabel 4. 2	Jumlah sedimen setelah penggelontoran dengan beberapa metode tahun 2016 menggunakan variabel default.....	68
Tabel 4. 3	Rekapitulasi kalibrasi beberapa variabel metode Ackers-White tahun 2016 .....	69
Tabel 4. 4	Rekapitulasi kalibrasi variabel A metode Ackers-White tahun 2016 .....	70
Tabel 4. 5	Rekapitulasi kalibrasi variabel C metode Ackers-White tahun 2016 .....	71
Tabel 4. 6	Rekapitulasi kalibrasi variabel m metode Ackers-White tahun 2016 .....	72
Tabel 4. 7	Rekapitulasi kalibrasi metode Laursen-Copeland .....	78
Tabel 4. 8	Rekapitulasi kalibrasi metode Meyer-Peter Müller.....	78
Tabel 4. 9	Rekapitulasi kalibrasi metode Wilcock .....	79
Tabel 4. 10	Perhitungan nilai RMSE metode Ackers-White tahun 2016 dengan parameter nilai A 0,005 .....	80
Tabel 4. 11	Rekapitulasi perhitungan nilai RMSE metode Ackers-White..	82
Tabel 4. 12	Rekapitulasi perhitungan nilai RMSE metode Laursen-Copeland.....	82

Tabel 4. 13	Rekapitulasi perhitungan nilai RMSE metode Meyer Peter Muller .....	83
Tabel 4. 14	Rekapitulasi perhitungan nilai RMSE metode Wilcock.....	84
Tabel 4. 15	Rekapitulasi hasil kalibrasi metode Ackers-White.....	85
Tabel 4. 16	Rekapitulasi hasil kalibrasi metode Laursen-Copeland .....	86
Tabel 4. 17	Rekapitulasi hasil kalibrasi metode Meyer Peter Muller .....	86
Tabel 4. 18	Rekapitulasi hasil kalibrasi metode Wilcock .....	87
Tabel 4. 19	Rentang nilai yang digunakan untuk simulasi transpor sedimen.....	87
Tabel 4. 20	Data teknis turbin PLTA Sutami .....	89
Tabel 4. 21	Alternatif skenario penggelontoran sedimen.....	89
Tabel 4. 22	Alternatif skenario A dengan menggunakan debit inflow jam .....	49 89
Tabel 4. 23	Jumlah sedimen dari kondisi debit Inflow eksisting .....	91
Tabel 4. 24	Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif A debit Inflow eksisting.....	92
Tabel 4. 25	Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif A debit Inflow dinaikkan 30%.....	94
Tabel 4. 26	Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif A debit Inflow dinaikkan 30% .....	95
Tabel 4. 27	Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif A debit Inflow dinaikkan 20%.....	97
Tabel 4. 28	Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif A debit Inflow dinaikkan 20% .....	98
Tabel 4. 29	Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif A debit Inflow dinaikkan 10%.....	100
Tabel 4. 30	Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif A debit Inflow dinaikkan 10% .....	101
Tabel 4. 31	Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif A debit Inflow diturunkan 10%.....	103
Tabel 4. 32	Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif A debit Inflow diturunkan 10% .....	104
Tabel 4. 33	Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif A debit Inflow diturunkan 20%.....	106
Tabel 4. 34	Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif A debit Inflow diturunkan 20% .....	107
Tabel 4. 35	Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif A debit Inflow diturunkan 30%.....	109
Tabel 4. 36	Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif A debit Inflow diturunkan 30% .....	110
Tabel 4. 37	Alternatif skenario B dengan menggunakan debit inflow jam .....	56 112
Tabel 4. 38	Jumlah sedimen dari kondisi debit Inflow eksisting 56 jam ....	114

Tabel 4. 39	Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Altiernatif B debit Inflow eksisting 56 jam.....	115
Tabel 4. 40	Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif B debit Inflow dinaikkan 30%.....	117
Tabel 4. 41	Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif B debit Inflow dinaikkan 30% .....	118
Tabel 4. 42	Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif B debit Inflow dinaikkan 20%.....	120
Tabel 4. 43	Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif B debit Inflow dinaikkan 20% .....	121
Tabel 4. 44	Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif B debit Inflow dinaikkan 10%.....	123
Tabel 4. 45	Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif B debit Inflow dinaikkan 10% .....	124
Tabel 4. 46	Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif B debit Inflow diturunkan 10%.....	126
Tabel 4. 47	Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif B debit Inflow diturunkan 10%.....	127
Tabel 4. 48	Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif B debit Inflow diturunkan 20%.....	129
Tabel 4. 49	Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif B debit Inflow diturunkan 20%.....	130
Tabel 4. 50	Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif B debit Inflow diturunkan 30%.....	132
Tabel 4. 51	Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif B debit Inflow dinaikkan 30% .....	133
Tabel 4. 52	Rekapitulasi volume sedimen dengan alternatif skenario A ....	135
Tabel 4. 53	Rekapitulasi volume sedimen dengan alternatif skenario B....	136
Tabel 4. 54	Jumlah volume air pada debit Inflow eksisting.....	139
Tabel 4. 55	Rekapitulasi efisiensi skenario penggelontoran alternatif A ....	141
Tabel 4. 56	Rekapitulasi efisiensi skenario penggelontoran alternatif B ....	141
Tabel 4. 57	Rekapitulasi volume sedimen dan efisiensi skenario penggelontoran waduk .....	144
Tabel 4. 58	Rekapitulasi posisi maksimal gerusan dan deposisi pada skenario penggelontoran waduk.....	145

## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2. 1	Tipikal Formasi Delta Pada Sebuah Waduk .....	5
Gambar 2. 2	Profil memanjang selama flushing sedimen: (a) flushing dengan penurunan penuh (full drawdown); (b) flushing dengan penurunan yang tidak cukup (insufficient drawdown); (c) kondisi akhir beberapa lama setelah flushing dengan penurunan yang tidak cukup.....	10
Gambar 2. 3	Aliran quasy-unsteady dengan langkah waktu.....	22
Gambar 2. 4	Skema dari kontrol volume yang dipakai HEC-RAS untuk perhitungan sedimen .....	24
Gambar 2. 5	Keluaran Model Geometri HEC-RAS .....	29
Gambar 2. 6	Keluaran Penampang Melintang Model HEC-RAS .....	29
Gambar 3. 1	Bendungan dan Waduk Wlingi .....	33
Gambar 3. 2	Lokasi Studi Bendungan Wlingi .....	34
Gambar 3. 3	Kondisi Sedimentasi di Waduk Wlingi via Google Earth tahun 2016.....	35
Gambar 3. 4	Kondisi Sedimen di Waduk Wlingi, bulan Maret tahun 2016	35
Gambar 3. 5	Lengkung Kapasitas Waduk Wlingi Sebelum dan Sesudah Flushing Tahun 2016 .....	38
Gambar 3. 6	Peta Background Image Waduk Wlingi.....	38
Gambar 3. 7	Potongan Memanjang Kali Brantas dengan Hilir Bendungan Wlingi.....	39
Gambar 3. 8	Potongan Melintang Sungai Brantas pada Patok CRB 140 ...	39
Gambar 3. 9	Potongan Melintang Sungai Brantas pada Patok CRB 138 ...	40
Gambar 3. 12	Diagram Alir Utama Proses Penelitian .....	54
Gambar 3. 13	Diagram alir model aplikasi HEC-RAS .....	55
Gambar 4. 1	Hasil long section metode Ackers-White tahun 2016 sebelum-sesudah penggelontoran dengan variabel default.....	64
Gambar 4. 2	Hasil long section metode Laursen (Copeland) tahun 2016 sebelum-sesudah penggelontoran dengan variabel default ....	64
Gambar 4. 3	Hasil long section metode Meyer Peter Muller tahun 2016 sebelum-sesudah penggelontoran dengan variabel default ....	65
Gambar 4. 4	Hasil long section metode Wilcock tahun 2016 sebelum-sesudah penggelontoran dengan variabel default .....	65
Gambar 4. 5	Perbandingan elevasi dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran sedimen dengan menggunakan parameter variabel kalibrasi default .....	67
Gambar 4. 6	Grafik volume sedimen penggelontoran yang dihasilkan dengan penyesuaian nilai variabel A pada metode Ackers-White tahun 2016.....	71

Gambar 4. 7	Grafik volume sedimen penggelontoran yang dihasilkan dengan penyesuaian nilai variabel C pada metode Ackers-White tahun 2016.....	72
Gambar 4. 8	Grafik volume sedimen penggelontoran yang dihasilkan dengan penyesuaian nilai variabel m pada metode Ackers-White tahun 2016.....	73
Gambar 4. 9	Peta sebaran sedimen dengan metode Ackers-White menggunakan parameter A, C, dan m yang sudah terkalibrasi.....	74
Gambar 4. 10	Potongan melintang patok 8 pada kondisi dasar sungai tergerus.....	75
Gambar 4. 11	Potongan melintang patok 24 pada kondisi penambahan volume sedimen .....	75
Gambar 4. 12	Grafik dasar sungai di model dengan hasil pengukuran pada kalibrasi nilai RMSE .....	81
Gambar 4. 13	Grafik nilai RMSE dengan variabel A .....	82
Gambar 4. 14	Grafik nilai RMSE dengan variabel $\tau_c^*$ .....	83
Gambar 4. 15	Grafik nilai RMSE dengan variabel Meyer Peter Muller .....	84
Gambar 4. 16	Grafik nilai RMSE dengan variabel $\tau_{rm}^*$ .....	85
Gambar 4. 17	Alternatif skenario A debit inflow 49 jam .....	90
Gambar 4. 18	Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 1 .....	93
Gambar 4. 19	Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan skenario 1 ....	93
Gambar 4. 20	Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 2 .....	96
Gambar 4. 21	Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 2.....	96
Gambar 4. 22	Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 3 .....	99
Gambar 4. 23	Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 3.....	99
Gambar 4. 24	Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 4 .....	102
Gambar 4. 25	Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 4.....	102
Gambar 4. 26	Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 5 .....	105
Gambar 4. 27	Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 5.....	105
Gambar 4. 28	Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 6 .....	108
Gambar 4. 29	Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 6.....	108

Gambar 4. 30	Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 7 .....	111
Gambar 4. 31	Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 7 .....	111
Gambar 4. 32	Alternatif skenario B debit inflow 56 jam .....	113
Gambar 4. 33	Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 8 .....	116
Gambar 4. 34	Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 8.....	116
Gambar 4. 35	Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 9 .....	119
Gambar 4. 36	Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 9.....	119
Gambar 4. 37	Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 10 .....	122
Gambar 4. 38	Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 10.....	122
Gambar 4. 39	Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 11 .....	125
Gambar 4. 40	Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 11.....	125
Gambar 4. 41	Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 12 .....	128
Gambar 4. 42	Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 12.....	128
Gambar 4. 43	Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 13 .....	131
Gambar 4. 44	Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 13.....	131
Gambar 4. 45	Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 14 .....	134
Gambar 4. 46	Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 14.....	134
Gambar 4. 47	Grafik jumlah sedimen yang dihasilkan dari alternatif skenario A .....	135
Gambar 4. 48	Grafik jumlah sedimen yang dihasilkan dari alternatif skenario B .....	136
Gambar 4. 49	Rekapitulasi grafik jumlah sedimen dari skenario A dan B ...	137
Gambar 4. 50	Perbandingan hasil penampang melintang pada patok CRB 130.....	138
Gambar 4. 51	Rekapitulasi perhitungan efisiensi penggelontoran waduk....	141
Gambar 4. 52	Nilai efisiensi yang dihasilkan dari berbagai negara.....	142
Gambar 4. 53	Hasil plotting efisiensi dengan alternatif skenario A dan B ...	143

## DAFTAR SIMBOL

<b>Besaran Dasar</b>	<b>Satuan</b>	<b>Simbol</b>
Mobilitas kritis	-	A
Lebar saluran	m	B
Koefisien empiris	-	C dan m
Total konsentrasi sedimen <i>outflow</i>	kg/m <sup>3</sup>	C <sub>o</sub>
Total konsentrasi sedimen <i>inflow</i>	kg/m <sup>3</sup>	C <sub>i</sub>
Kedalaman	m	D
Median butiran tanpa dimensi	m	d <sub>gr</sub>
Median diameter partikel	m	d <sub>si</sub>
Ukuran butiran sedimen tertahan 50	M	d <sub>50</sub>
Ukuran butiran sedimen tertahan 65	M	d <sub>65</sub>
Ukuran butiran sedimen tertahan 90	M	d <sub>90</sub>
Persentase efisiensi pengglontoran sedimen	%	E
Parameter mobilitas tanpa dimensi	-	F
Efisiensi Pengglontoran	-	F <sub>e</sub>
Angka mobilitas sedimen	-	F <sub>gr</sub>
Kandungan Pasir dalam Persen	%	FS
Gravitasi	m/dt <sup>2</sup>	g
Transpor sedimen	-	G <sub>gr</sub>
Kelas butiran	-	J
Faktor konstanta endapan	-	K
Faktor K lempung	kg/m <sup>3</sup>	K <sub>c</sub>
Faktor K lumpur	kg/m <sup>3</sup>	K <sub>m</sub>
Faktor K pasir	kg/m <sup>3</sup>	K <sub>s</sub>
Luas aliran sungai	m <sup>2</sup>	L
Berat sedimen tahunan yang tergelontor	Kg	L <sub>o</sub>
Berat sedimen tahunan <i>inflow</i>	kg	L <sub>i</sub>
Berat sedimen tahunan yang mengendap	kg	L <sub>d</sub>
Endapan terkait dengan ukuran eksponen transisi	-	n
Jumlah data	-	n

<b>Besaran Dasar</b>	<b>Satuan</b>	<b>Simbol</b>
Prosentase lempung	%	P <sub>c</sub>
Prosentase lumpur	%	P <sub>m</sub>
Prosentase pasir	%	P <sub>s</sub>
Nomor muatan dasar einstein	kg/dt.m <sup>*</sup>	q <sub>b</sub>
Debit aliran air sungai	m <sup>3</sup> /dtk	Q <sub>w</sub>
Debit sedimen	ton/hr	Q <sub>s</sub>
Debit <i>flushing</i>	m <sup>3</sup> /dtk	Q <sub>f</sub>
Sedimen spesifik grafted	kg/m <sup>3</sup>	s
<i>Slope</i>	-	S
Waktu perhitungan volume air <i>inflow</i>	dtk	t <sub>i</sub>
Waktu <i>flushing</i>	menit	t
Waktu pengendapan	-	T
Total kapasitas pengangkutan	-	T <sub>c</sub>
Tahun yang digunakan untuk beban sedimen sungai akan mengisi waduk V <sub>2</sub> -V <sub>1</sub>	-	T <sub>r</sub>
Tahun yang digunakan untuk pengglontoran	-	T <sub>f</sub>
Potensi transportasi	-	T <sub>j</sub>
Kecepatan geser	m/dt	u*
Kecepatan aliran sungai	m/dt	v
Volume air <i>outflow</i>	m <sup>3</sup>	V <sub>o</sub>
Volume air <i>inflow</i>	m <sup>3</sup>	V <sub>i</sub>
Volume dari endapan yang tergelontor	m <sup>3</sup>	V <sub>d</sub>
Volume kapasitas tampungan waduk sebelum pengglontoran	m <sup>3</sup>	V <sub>1</sub>
Volume kapasitas tampungan waduk setelah pengglontoran	m <sup>3</sup>	V <sub>2</sub>
Volume kapasitas <i>original live</i> waduk	m <sup>3</sup>	V <sub>ori</sub>
Volume sedimen <i>outflow</i> selama <i>flushing</i>	m <sup>3</sup>	V <sub>so</sub>
Volume sedimen <i>Inflow</i> selama <i>flushing</i>	m <sup>3</sup>	V <sub>si</sub>
Volume sedimen	m <sup>3</sup>	V <sub>s</sub>
Volume air penglontor sedimen	m <sup>3</sup>	V <sub>a</sub>
Lebar <i>flushing</i>	m	W <sub>f</sub>

<b>Besaran Dasar</b>	<b>Satuan</b>	<b>Simbol</b>
Jarak	m	x
Dasar sungai hasil pengamatan di lapangan	m	X <sub>obs</sub>
Dasar sungai hasil permodelan	m	X <sub>mod</sub>
Nilai asumsi yg digunakan di HEC6 dan SAM	10	$\alpha$
Persentase lapisan aktif	%	$\beta_j$
Berat jenis sedimen	kg/m <sup>3</sup>	$\rho_o$
Berat jenis lempung	kg/m <sup>3</sup>	$\rho_c$
Berat jenis lumpur	kg/m <sup>3</sup>	$\rho_m$
Berat jenis pasir	kg/m <sup>3</sup>	$\rho_s$
Berat jenis rata-rata sedimen setelah T tahun	kg/m <sup>3</sup>	$\rho_T$
Elevasi saluran	m	$\eta$
Porositas lapisan aktif	-	$\lambda_p$
Tegangan shield	kg/m <sup>2</sup>	$\tau^*$
Tegangan shield kritis	kg/m <sup>2</sup>	$\tau_c^*$
Tegangan geser referensi	kg/m <sup>2</sup>	$\tau_{rm}^*$
Viskositas kinematik	m <sup>2</sup> /dt	v

## DAFTAR ISTILAH

**Asing**

*Background image*

*Bed load*

*Bottom Outlet*

*Boundary condition*

*Bubble Jet*

*Calibrate transport fuction*

*Cathment*

*Computation increment*

*DAS*

*DDR (Draw Down Ratio)*

*Default*

*Density current*

*Downstream*

*Dredging*

*Echo sounding*

*Emptying reservoir*

*Equilibrium load*

*Flow duration*

*Flow duration curve*

*Flushing*

*Flushing cone*

*Flushing drawdown*

*Flushing efficiency*

*Full drawdown*

*FWR (flushing width ratio)*

*Geometric data*

*Grain size analysis sediment*

*High density gradient*

*Inflow*

*Input*

*Insufficient Drawdown*

*Intake*

*Irrigation outlet*

*Konsentrasi rouse profil*

*Landuse / lancover*

*Long cum. Vol. Change  
(Long cumulative Volume  
Change)*

*Long section*

**Serapan**

: Gambar latar belakang

: Material kasar yang bergerak di dasar waduk.

: Saluran keluaran bagian bawah

: Batas kondisi

: Metode penyemprotan

: Fungsi transpor kalibrasi

: Tangkapan

: Kenaikan komputasi

: Daerah aliran sungai

: Rasio penarikan

: Setigan awal

: Aliran padat

: Bagian hilir

: Pengerukan

: Metode pengukuran kedalaman air

: Pengosongan waduk

: Beban kesetimbangan

: Durasi aliran

: Lengkung waktu aliran

: Pengglontoran

: Ujung pengglontoran

: Penarikan Pengglontoran

: Pengglontoran efisien

: Penarikan penuh

: Rasio lebar pengglontor

: Data geometri

: Analisa ukuran sedimen

: Kepadatan Gradien

: Pemasukan aliran

: Pemasukan data

: Penarikan tidak sempurna

: Pengambilan

: Saluran Pengeluaran irigasi

: Konsentrasi pembangunan profil

: Penggunaan lahan / penutupan lahan

: Perubahan volume memanjang komulatif

: Penampang memanjang

<b>Asing</b>	<b>Serapan</b>
<i>Low duration curve</i>	: Lengkung durasir rendah
<i>Mechanical excavation</i>	: Penggalian mekanik
<i>Minimization of sediment inflow</i>	: Minimalisasi aliran sedimen masuk
<i>Mixing time step</i>	: Pencampuran langkah waktu
<i>Mobile boudary</i>	: Batas pergerakan
<i>Original live</i>	: Tampungan asli
<i>Outlet</i>	: Saluran pengeluaran aliran
<i>Output</i>	: Pengeluaran
<i>Overflow</i>	: Aliran berlebih
<i>Partial drawdown</i>	: Penarikan sebagian
<i>Power intake</i>	: Daya pengambilan
<i>Quasi-unsteady</i>	: Ketidaktetapan
<i>Resuspension</i>	: Penangguan ulang
<i>Retrogressive erosion</i>	: Kemunduran erosi
<i>Sediment extraction</i>	: Ekstraksi sedimen
<i>Sediment flushing system</i>	: Sistem pengglontoran sedimen
<i>Sediment rating cruve</i>	: Lengkung Debit Sedimen
<i>Sediment sluicing</i>	: Pengeluaran sedimen
<i>Slope</i>	: Kemiringan
<i>Spillway</i>	: Pelimpah
<i>Suspended load</i>	: Material Halus yang Melayang di Waduk.
<i>Thresshold mobility</i>	: Mobilitas ambang
<i>Trial and Error</i>	: Metode coba-coba
<i>TWR (Top Width Rasio)</i>	: Rasio lebar atas wasuk
<i>Underwater dike</i>	: Tanggul bawah air
<i>Unsteady</i>	: Tidak tetap

## RINGKASAN

**Rizhandi Nugroho Nusantoro**, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Desember 2018, *Simulasi Penggelontoran Sedimen dan Sebaran Sedimen pada Waduk Wlingi*, Dosen Pembimbing: Dian Sisinggih dan Very Dermawan.

Bendungan Wlingi adalah salah satu bendungan yang ada di Indonesia yang termasuk dalam bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas yang memiliki daerah tangkapan hujan seluas  $2.890 \text{ km}^2$  dan berfungsi sebagai tempat pengambilan dan penyedia air untuk irigasi daerah Lodoyo dan Tulungagung Timur dengan mengairi sawah seluas 15.132 ha.

Salah satu permasalahan yang ada di Bendungan Wlingi adalah sedimentasi di waduknya. Data menunjukkan bahwa mulai Bendungan Wlingi dibangun pada tahun 1977 sampai dengan 2015 volume kapasitas tampungan total yang semakin menurun mulai dari 24,00 juta m<sup>3</sup> hingga menjadi 2,20 juta m<sup>3</sup>. Hal ini yang mendasari penelitian ini dilakukan yaitu untuk mengetahui alternatif solusi yang dapat dilakukan untuk mengembalikan volume total waduk dengan menggunakan parameter efisiensi penggelontoran sedimen di waduk.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 2 skenario yaitu skenario penggelontoran pertama menggunakan *inflow* selama 49 jam dan skenario penggelontoran kedua menggunakan *inflow* selama 56 jam dengan masing-masing skenario mempunyai 7 alternatif skenario dengan menaikturunkan *inflow* berdasarkan persentase 10 sampai dengan 30 persen. Hasil yang didapat dalam simulasi menggunakan HEC-RAS adalah titik puncak nilai volume sedimen yang dihasilkan dalam penggelontoran didapatkan dengan menaikkan *inflow* menjadi 130% dari nilai debit eksisting, sedangkan untuk nilai efisiensi penggelontoran sedimen tertinggi didapatkan dengan cara menaikkan *inflow* menjadi 110% dengan nilai efisiensi penggelontoran sebesar 3,37 persen. Sehingga dalam penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa dengan cara menaikkan *inflow* sungai sebagai variabel penggelontoran sedimen akan berbanding lurus terhadap jumlah volume sedimen yang tergelontor, tetapi akan menghasilkan nilai yang fluktuatif untuk efisiensi penggelontoran sedimen. Hasil terhadap sebaran sedimen yang terjadi setelah didapatkan nilai efisiensi yang tertinggi adalah penggerusan terjadi pada patok CRB 117 sampai dengan CRB 130 atau sekitar 700 sampai 1.300 m dari Bendungan Wlingi.

Kata Kunci: efisiensi penggelontoran, HEC-RAS, penggelontoran sedimen, sebaran sedimen, Waduk Wlingi

## **SUMMARY**

**Rizhandi Nugroho Nusantoro**, Department of Water Resources Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, December 2018, Sediment Flushing Simulation and Sediment Distribution in Wlingi Reservoir, Academic Supervisor: Dian Sisinggih and Very Dermawan.

*Wlingi Dam is one of the dams in Indonesia which is part of the Brantas River Basin. It has an area of 2,890 km<sup>2</sup> of catchment area and serves as a collection point and water provider for irrigation in Lodoyo and east of Tulungagung areas by irrigating 15,132 Ha rice fields.*

*One of the problems in the Wlingi Dam is sedimentation in its reservoir. Data shows that starting Wlingi Dam was built in 1977 until 2015 the total volume of storage capacity has declined from 24.00 million m<sup>3</sup> to 2.20 million m<sup>3</sup>. This is what underlies this research, namely to find out alternative solutions that can be done to restore the total volume of the reservoir by using the efficiency of flushing sediment in the reservoir.*

*This research was conducted using 2 scenarios, namely the first flushing scenario using inflow for 49 hours and the second flushing scenario using inflow for 56 hours with each scenario having 7 alternative scenarios by increasing the inflow by the percentage of 10 to 30 percent. The results obtained in the simulation using HEC-RAS are the peak points of the sediment volume generated in flushing obtained by raising the inflow to 130% of the existing discharge value, while the highest sediment flushing efficiency value is obtained by raising the inflow to 110% with the value of flushing efficiency by 3.37 percent. So in this study it was concluded that by increasing river inflow as a sediment flushing variable it would be directly proportional to the amount of sediment volume flushed, but would produce a fluctuating value for the efficiency of sediment flushing. The results of the distribution of sediments that occur after the highest efficiency values were obtained on section CRB 117 up to CRB 130 or around 700 to 1,300 m from Wlingi Dam.*

*Keywords:* flushing efficiency, HEC-RAS, sediment flushing, sediment distribution, Wlingi Reservoir

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Berdasarkan laporan dari ICOLD (*International Commission On Large Dams*) *Sedimentation Committee* terdapat perbedaan kondisi sedimentasi di setiap negara yang menyebabkan penurunan kapasitas tampungan waduk. Beberapa negara di Asia mengalami penurunan kapasitas tampungan waduk lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata dunia sebesar 0,80%, hal ini disebabkan perbedaan kondisi geologi dan tutupan lahan. Prosentase penurunan kapasitas tampungan waduk Negara Cina sebesar 2,9%, India 0,72%, Jepang 0,42%, Thailand 0,56% dan Filipina 0,84% pertahun. Sedangkan di Amerika Serikat prosentase penurunan kapasitas tampungan waduk sebesar 0,36% per tahunnya (Bassoni, 2008). Seberapa besar prosentase penurunan kapasitas tampungan waduk di Indonesia belum sepenuhnya terinformasikan dengan baik.

Salah satu penyebab sedimentasi waduk di dunia yaitu erosi lahan. Erosi lahan berdampak pada pengurangan kapasitas tampungan waduk maupun umur fungsi waduk. Sumber erosi berasal dari daerah tangkapan waduk dan sedimentasi yang terbawa dari aliran sungai yang masuk ke waduk. Beberapa karakter Daerah Aliran Sungai (DAS) seperti topografi, kelerengan, persoalan *landuse/lancover* berpengaruh terhadap peningkatan aliran sedimen di DAS yang selanjutnya mengalir ke waduk.

Salah satu waduk yang mempunyai permasalahan sedimentasi di waduknya adalah Waduk Wlingi. Waduk Wlingi memiliki daerah tangkapan  $2.890 \text{ km}^2$ , berlokasi di bagian selatan lereng Gunung Kelud, sekitar 25 km di hilir Bendungan Sutami. Bendungan Wlingi selesai dibangun pada tahun 1977 dengan fungsi untuk pembangkit listrik tenaga air pada saat beban puncak, suplai air irigasi dan diharapkan berperan sebagai tampungan sementara material letusan Gunung Kelud yang meletus rata-rata sekali dalam 15 tahun.

Mengingat pengaruh letusan Gunung Kelud sangat besar terhadap kondisi Waduk Wlingi, maka penanganan sedimentasi harus dilakukan secara terpadu yang salah satunya dengan cara penggelontoran sedimen (*flushing*). Selain itu, untuk menjaga keberlanjutan fungsi waduk, dan bangunan pengendali sedimen di wilayah Gunung Kelud perlu dijaga dengan melakukan rehabilitasi bangunan yang mengalami kerusakan ataupun pembangunan bangunan baru jika diperlukan.

Penggelontoran sedimen di Waduk Wlingi telah dilakukan mulai tahun 1990 hingga tahun 2016 dengan rata-rata volume sedimen yang telah tergelontor sebesar 536.574,55 m<sup>3</sup>. Namun untuk mengetahui prediksi sebaran sedimen di waduk wlingi di masa yang akan datang maka perlu cara yang lebih efektif dan efisien, salah satunya dengan menggunakan simulasi aliran 2 dimensi (HEC-RAS) menggunakan analisa penggelontoran sedimen.

## 1.2. Identifikasi Masalah

Pada saat ini sedimentasi waduk merupakan salah satu permasalahan pokok di DAS Kali Brantas (Kondolf, 2014), (Sekistijono, 2004). Di beberapa waduk yang kecil seperti Waduk Wlingi kapasitas tampungan efektifnya hanya tersisa 19,4% dari kapasitas awalnya (Perum Jasa Tirta I, 2015). Penggelontoran sedimen di Waduk Wlingi selama ini telah dianggap sebagai upaya yang efektif dalam mengeluarkan sedimen yang telah mengendap di dalam waduk.

Penggelontoran sedimen telah diperaktekkan secara luas untuk memulihkan volume tampungan waduk yang berkurang akibat sedimentasi. Selain untuk mengurangi sedimen yang tidak dapat dikeruk dengan operasi kapal keruk, *flushing* bertujuan untuk:

1. Pemeliharaan waduk,
2. Mengurangi sedimentasi Waduk Wlingi dan menutup degradasi (penurunan) dasar sungai Kali Brantas di hilir waduk,
3. Membersihkan sedimen dan sampah di depan *intake* Pembangkit Listrik Tenaga Air,
4. Menambah tampungan waduk yang berdampak pada peningkatan produksi listrik Pembangkit Listrik Tenaga Air Wlingi,
5. Penyediaan air irigasi maksimum sebesar 12,45 m<sup>3</sup>/det ke Daerah Irigasi (DI) Lodagung seluas 15.132 ha di daerah Blitar dan Tulungagung lebih terjamin.

Sesuai dengan kriteria keberhasilan penggelontoran sedimen dengan indikator *Draw Down Ratio* (DDR) (Atkinson, 1996) di Waduk Wlingi menunjukkan nilai DDR lebih dari 0.80. Walaupun nilai DDR ini tidak terlalu besar namun penggelontoran sedimen di Waduk Wlingi dikategorikan sukses karena penggelontoran sedimen dengan indikator DDR dikatakan tidak berhasil jika nilai DDR kurang dari 0,7 (Atkinson, 1996). Namun bila dilihat data volume sedimen yang ter-*flushing* (Tabel 1.1) diketahui bahwa volume yang ditunjukkan tidak memperlihatkan data yang signifikan, sehingga diperlukannya studi ini untuk mengetahui efektifitas penggelontoran sedimen. Dalam studi ini dilakukan simulasi debit dan peta sebaran sedimen yang nantinya dapat dijadikan pertimbangan dalam penanggulangan sedimen.

**Tabel 1. 1 Volume Sedimen Waduk Wlingi Yang Ter-*Flushing***

<b>Tahun</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tahun</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>
1990	1.900.000,00	2008	395.480,00
1992	215.000,00	2009	145.513,70
1993	189.000,00	2010	198.698,00
1999	479.858,00	2011	355.558,70
2000	363.600,00	2012	436.498,80
2001	715.000,00	2013	270.828,10
2004	679.000,00	2014	Tidak ada <i>flushing</i>
2005	935.498,00	2015	Tidak ada <i>flushing</i>
2006	356.555,00	2016	1.026.500,00
2007	459.179,00		

Sumber: Perum Jasa Tirta I, tahun 2016

### 1.3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana peta sebaran sedimen yang terjadi pada Waduk Wlingi sebelum dilakukan penggelontoran sedimen?
2. Bagaimana peta sebaran sedimen yang terjadi pada Waduk Wlingi sesudah dilakukan penggelontoran sedimen?
3. Bagaimana alternatif skenario penggelontoran waduk yang efektif ditinjau dari segi efisiensi penggelontoran sedimen?
4. Bagaimana peta sebaran sedimen yang terjadi pada Waduk Wlingi setelah didapatkan efisiensi penggelontoran sedimen yang paling efektif?

### 1.4. Batasan Masalah

Batasan - batasan yang diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Lokasi studi adalah di Waduk Wlingi.
2. Simulasi penggelontoran sedimen menggunakan *Hydrologic Engineering Center-River Analysis System* (HEC-RAS).
3. Analisa yang dilakukan adalah simulasi penggelontoran sedimen yang menghasilkan peta distribusi sedimen.
4. Data yang digunakan adalah data geometri sungai Waduk Wlingi tahun 2016, *grain size analysis sediment* tahun 2016, debit *flushing* tahun 2016, debit *inflow* sungai tahun 2016.

### **1.5. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui peta distribusi sedimen yang terjadi pada Waduk Wlingi sebelum dilakukan penggelontoran sedimen.
2. Untuk mengetahui peta distribusi sedimen yang terjadi pada Waduk Wlingi sesudah dilakukan penggelontoran sedimen.
3. Untuk mengetahui alternatif skenario penggelontoran waduk yang efektif ditinjau dari segi efisiensi penggelontoran sedimen.
4. Untuk mengetahui peta distribusi sedimen yang terjadi pada Waduk Wlingi setelah didapatkan efisiensi penggelontoran sedimen yang paling efektif.

### **1.6. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah dapat memberikan:

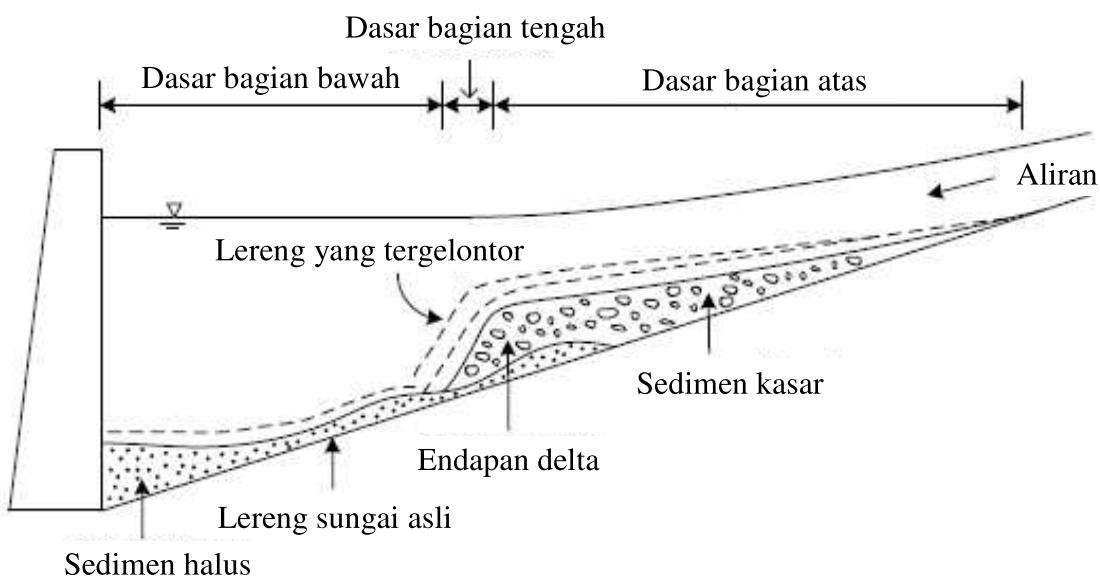
- Sebagai referensi bagi pengembangan model penggelontoran sedimen di waduk-waduk lain di Indonesia, baik untuk bendungan dan waduk yang sudah dibangun maupun yang akan dibangun di masa yang akan datang.
- Memberikan wawasan baru dalam penggunaan aplikasi komputer (HEC-RAS) untuk mengkaji permasalahan sedimentasi waduk.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Sedimentasi pada Waduk

Pembangunan bendungan akan menyebabkan perubahan penampang melintang sungai menjadi penampang melintang waduk yang lebar sehingga menyebabkan berkurangnya kecepatan aliran sungai serta daya angkut aliran terhadap sedimen yang terdiri atas material halus yang melayang dalam air waduk (*suspended load*) dan material kasar (*bed load*). Material kasar yang bergerak di dekat dasar sungai (*bed load*) akan mengendap lebih awal di bagian hulu waduk yang disebut delta. Tipikal formasi delta dan jenis-jenis deposisi waduk seperti pada Gambar 2.1. Sedimentasi waduk yang terlalu banyak akan menyebabkan berkurangnya kapasitas tampungan waduk sehingga mengganggu fungsi dari waduk itu sendiri. Untuk menjaga keberlanjutan fungsi waduk perlu dilakukan pengelolaan sedimen waduk secara efektif. Pengelolaan sedimen tersebut salah satu cara yang sering dilakukan di Waduk Wlingi adalah dengan penggelontoran sedimen.



**Gambar 2. 1 Tipikal Formasi Delta Pada Sebuah Waduk**

Sumber: Morris dan Fan (1997, p 10.2)

Usaha pengurangan jumlah sedimen yang masuk ke waduk serta pencegahan sedimen yang mengendap di dasar waduk kemungkinan tidak cukup untuk mengatasi permasalahan sedimentasi waduk. Apabila dijumpai kondisi yang demikian maka pemindahan sedimen keluar dari waduk merupakan upaya terakhir yang tetap harus dilaksanakan. Dua cara yang sering ditempuh adalah dengan cara penggelontoran (*flushing*) melalui fasilitas keluaran bawah (*bottom outlet*), serta pengerukan (*dredging*).

Persyaratan tindakan penggelontoran sedimen, antara lain (Hari Krisetyana, 2008):

- a. Tersedia volume air yang cukup selama waktu penggelontoran sedimen,
- b. Jenis sedimen yang akan dikeluarkan mempunyai ukuran relatif kecil (fraksi lumpur atau lempung),
- c. Hanya sedimen yang berada didekat daerah pintu pengambilan saja yang dapat digelontor,
- d. Perlu disertai dengan penguraian sedimen yang terlanjur memadat, misalnya dengan metode penyemprotan dengan *bubble jet*.

Sedangkan hal-hal yang harus diperhatikan dalam kegiatan pengerukan atau *dredging* adalah (Hari Krisetyana, 2008):

- a. Volume sedimen yang akan dikeruk,
- b. Lokasi pengerukan yang tidak membahayakan stabilitas struktur bendungan,
- c. Lokasi tempat pembuangan bahan hasil pengerukan,
- d. Masalah lingkungan lainnya (pemcemaran jalan akses, dan lain-lain)
- e. Sehingga secara umum ada tiga kemungkinan untuk mengatasi sedimentasi waduk:
- f. Menjaga/mempertahankan agar sedimen yang masuk waduk serendah mungkin (*minimization of sediment inflow*)
- g. Menjaga agar sedimen yang masuk tetap dalam suspensi dan melepasnya ke hilir sebelum sedimen sempat mengendap (*sediment sluicing*)
- h. Mengeluarkan sedimen yang telah mengendap (*sediment extraction*)

## **2.2. Pengeluaran Sedimen dari Dalam Waduk**

Untuk mengeluarkan sedimen dari dalam waduk, ada beberapa metoda yang telah digunakan, namun dalam pelaksanaannya perlu dipertimbangkan baik secara ekonomis dan teknis menguntungkan.

Pada prinsipnya terdapat dua kondisi sedimen yang akan dikeluarkan dari dalam waduk yaitu:

- a. Sedimen belum mengendap dalam waduk (masih melayang)
- b. Sedimen sudah mengendap dalam waduk.

### **2.2.1. Pengeluaran Sedimen pada Kondisi Belum Mengendap**

Untuk kondisi-kondisi khusus yakni kandungan sedimen sangat tinggi sehingga menyebabkan kepadatan gradien yang tinggi (*high density gradient*) dan dasar sungai asli lurus dengan kemiringan tajam, aliran masuk tidak terdistribusi secara merata ke seluruh waduk, tetapi akan mengalir dibawah air waduk yang relatif jernih, mengikuti dasar sungai asli. Aliran ini biasa dinamakan aliran padat (*density current*) yang dapat dimanfaatkan untuk *flushing* sedimen.

Maka pada kondisi sedimen belum mengendap didasar waduk, untuk mengeluarkan sedimen dari waduk dapat menggunakan cara klasik tersebut diatas, yaitu dengan memanfaatkan *density current*. Cara ini hanya dapat dilakukan jika tersedia *bottom outlet* dengan kapasitas yang memadai. Kondisi yang baik untuk pemanfaatan aliran padat (*density current*) (Scheuerlein, 1987) adalah:

- a. Beda kepadatan (*density*) antara *inflow* dan air waduk yang cukup
- b. Kemiringan dasar sungai di *entrance* cukup tajam
- c. Waduk cukup dalam dan,
- d. Dasar sungai dibawah waduk lurus

UNESCO (1985) melaporkan bahwa penggelontoran menggunakan aliran padat (*density current flushing*) telah banyak diterapkan dengan sukses untuk mengembalikan kapasitas beberapa waduk, seperti *Lake Mead Reservoir* (USA), *Iril Enida Reservoir* (Algeria), *Guanting Reservoir* dan *Fengjiashan Reservoir* (China)

Pemanfaatan *density current* lebih efektif bila dikombinasikan dengan pola operasi waduk. Metode ini dapat menyelesaikan problem sedimentasi di *Sanmenxia Reservoir*, China (Yugian, 1995). Pola Operasi yang diterapkan adalah menyimpan air yang relatif jernih di musim kemarau dan membuang lumpur di musim hujan (*storing relatively clear water in the nonflood season and disposing the muddy flood season*).

### **2.2.2. Pengeluaran Sedimen pada Kondisi Sudah Mengendap**

Fakta menunjukkan bahwa sedimen yang telah mengendap tidak mudah untuk dibuat melayang kembali (*resuspension*), terutama material berkokesi. Untuk itu, akan sangat menguntungkan kalau dapat memperlambat proses pengendapan dan mencoba untuk membuangnya keluar dari waduk sebelum sedimen sempat mengendap.

Pada kondisi sedimen sudah mengendap dalam waduk, secara umum pengeluaran sedimen dari waduk dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu (Hari Krisetyana, 2008):

- a. Tanpa bantuan energi dari luar yaitu dengan memanfaatkan energi potensial air waduk untuk menggelontor sedimen (*flushing*)
- b. Dengan bantuan energi dari luar yaitu dilakukan dengan memanfaatkan alat-alat mekanik (*mechanical excavation*) atau yang umum kita kenal dengan istilah *dredging*.

### **2.3. Pengeluaran Sedimen dengan Metode *Flushing***

#### **2.3.1. Definisi *Flushing***

Prinsip dari metode penggelontoran sedimen dengan energi potensial air waduk (*flushing*) adalah mengeluarkan sedimen dengan mengambil manfaat energi hidrolik akibat beda tinggi antara muka air di depan dan belakang bendungan, untuk mensuplai energi pada *sediment flushing system*.

#### **2.3.2. Klasifikasi Penggelontoran Sedimen**

Penggelontoran sedimen dapat diklasifikasikan kedalam 2 (dua) kategori yaitu penggelontoran sedimen dengan aliran bebas atau kosong (*empty or free-flow flushing*) dan penggelontoran sedimen dengan penurunan muka air sebagian (*flushing with partial drawdown*) (Fan dan Morris, 1997). Yang dimaksud dengan system tersebut adalah:

- a. Pengosongan atau penggelontoran dengan aliran bebas (*Empty or free-flow flushing*)

Yaitu penggelontoran sedimen yang dilaksanakan dengan cara mengosongkan air waduk, sedangkan aliran air sungai tetap dipertahankan masuk kedalam waduk, untuk selanjutnya digunakan sebagai penggelontor sedimen keluar waduk melalui *bottom outlet*. Waktu pelaksanaannya ada 2 (dua) jenis, yaitu penggelontoran sedimen dilaksanakan pada saat musim hujan atau musim basah (*empty flushing during flood season*) dan penggelontoran sedimen dilaksanakan pada saat musim kemarau atau musim kering (*empty flushing during non flood season*).

- b. Penggelontoran dengan bukaan sebagian (*Flushing with partial drawdown*)

Yaitu penggelontoran sedimen dengan cara elevasi air waduk dipertahankan dalam keadaan tinggi, endapan sedimen diarahkan keluar waduk melalui *bottom outlet*. Dalam pelaksanaannya ada 2 (dua) macam cara, yaitu *pressure flushing* pada saat penggelontoran sedimen dilaksanakan, elevasi air waduk diturunkan ke elevasi paling rendah yang diijinkan (*minimum operation level*) dan *flushing with high-level outlet*, penggelontoran sedimen dilaksanakan dengan membuat tanggul di bawah air *underwater dike* di waduk untuk menaikkan endapan sedimen ke *high level bypass channel* yang elevasinya lebih tinggi dari elevasi *intake*.

#### **2.3.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi *Flushing***

Efektif tidaknya hasil penggelontoran sedimen (*flushing*) dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut (Hari Krisetyana, 2008):

- a. Dimensi dari *flushing outlet*
- b. Posisi dari *flushing outlet*
- c. Penampang waduk dan kecuraman dasar waduk
- d. Panjang, pendek, lebar dan tidaknya waduk
- e. Lurus tidaknya waduk kearah outlet
- f. Distribusi dan kepadatan sedimen
- g. Ketersediaan air waduk untuk penggelontoran sedimen
- h. Frekuensi penggelontoran sedimen
- i. Kondisi *cathment area* dari waduk.

#### **2.4. Mekanisme Penggelontoran Sedimen**

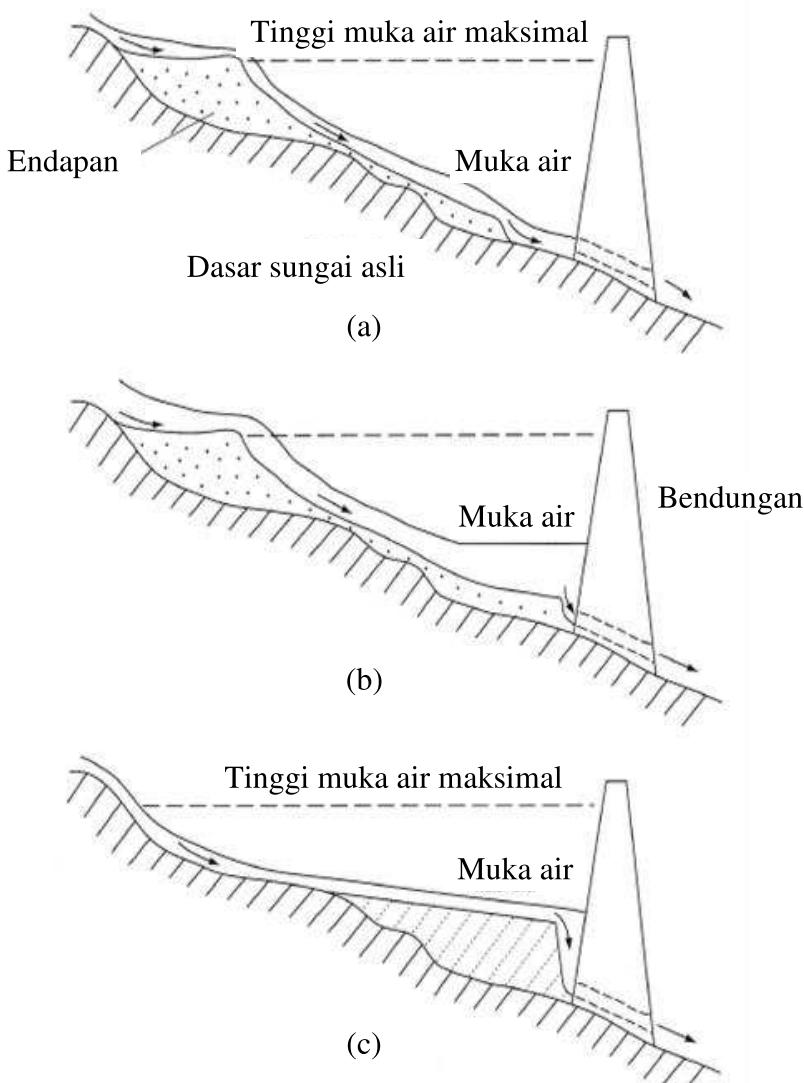
Shen (1999) mengutip beberapa hasil penelitian terkait penggelontoran sedimen yang telah dilakukan oleh Lai dan Shen (1996), Albertson dkk (1996), Shen dan Lai (1996), Morris dan Fan (1997). Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, Shen menyatakan ada 3 (tiga) tahapan penggelontoran sedimen sebagai berikut (White, 2001):

1. Pada saat muka air waduk tinggi, kecepatan air di waduk sangat rendah untuk mengangkut sedimen. Hanya di daerah dekat *outlet* penggelontoran saja yang kecepatan alirannya cukup tinggi untuk menggerus sedimen, dan *flushing cone* akan terbentuk di lokasi dekat *outlet* penggelontoran.
2. Pada saat ketinggian muka air waduk sedang, kecepatan air di bagian atas pada ujung akhir waduk meningkat dan sedimen akan diangkut menuju *outlet* penggelontoran. *Flushing cone* masih tetap ada di dekat *outlet*.
3. Pada saat muka air waduk turun sampai outlet penggelontoran, kecepatan air yang mampu menggerus sedimen akan terjadi di sepanjang waduk. *Retrogressive erosion* terhadap sedimen yang terendap akan terjadi.

Shen (1999) menyimpulkan bahwa tahap ketiga menggerus sedimen dan mengeluarkan lebih banyak sedimen yang terendap sehingga bisa mengembalikan tumpungan waduk yang hilang. Namun pada tahap ketiga ini volume air yang digunakan lebih besar. Tahap ketiga adalah satu-satunya skenario yang realistik untuk memindahkan sedimen yang terdeposit dalam jumlah yang signifikan dari dalam waduk (White, 2001).

Jika penggelontoran sedimen dilakukan tanpa penurunan muka air, maka kecepatan aliran tinggi hanya terjadi lokal di *outlet* sehingga dampaknya tidak signifikan. Oleh karenanya, muka air waduk harus diturunkan sampai mencapai dasar bendungan sebelum penggelontoran sedimen menjadi efektif (Gambar 2.2a). Banyak peneliti telah memberikan

konfirmasi terhadap observasi ini baik secara teori maupun model, termasuk Mahmood (1987), White dan Bettess (1984) dan Atkinson (1996). Namun, penurunan muka air secara moderat selama penggelontoran sedimen akan tetap menaikkan kecepatan aliran secara signifikan pada akhir dari hilir waduk permukaan dasar akan berada diatas muka air pada bendungan (Gambar 2.2b). Volume sedimen yang besar akan tergerus dari ruas hulu dan akan terendap kembali di dekat bendungan. Permukaan dasar di hulu dari bendungan akan naik sampai muka air selama penggelontoran sedimen dan kemudian sedimen dalam jumlah yang signifikan akan dialirkan melalui outlet di permukaan bawah bendungan (Gambar 2.2c) (White, 2001).



**Gambar 2.2 Profil memanjang selama *flushing* sedimen: (a) *flushing* dengan penurunan penuh (*full drawdown*); (b) *flushing* dengan penurunan yang tidak cukup (*insufficient drawdown*); (c) kondisi akhir beberapa lama setelah *flushing* dengan penurunan yang tidak cukup.**

Sumber: Morris dan Fan (1997, p 10.8)

## 2.5. Efisiensi Penggelontoran Sedimen (*Flushing Efficiency*)

Banyak definisi tentang efisiensi penggelontoran sedimen yang dibuat oleh para peneliti sebelumnya. Efisiensi penggelontoran sedimen didefinisikan sebagai rasio volume deposit sedimen yang tergerus terhadap volume air yang digunakan selama pelaksanaan penggelontoran sedimen dalam interval waktu tertentu. Menurut (Morris dan Fan, 1997) efisiensi penggelontoran sedimen dapat dihitung dengan persamaan berikut:

dengan:

E = efisiensi penggelontoran sedimen

$V_o$  = volume air *outflow* ( $m^3$ )

$C_o$  = total konsentrasi sedimen *outflow* ( $\text{kg/m}^3$ )

$V_i$  = volume air *inflow* ( $m^3$ )

$C_i$  = total konsentrasi sedimen *inflow* ( $\text{kg/m}^3$ )

$\rho_s$  = berat jenis sedimen ( $\text{kg/m}^3$ )

Selama penggelontoran ketika  $V_o$  dan  $V_i$ , dan jika  $C_i$  dan  $\rho_o$  adalah konstan, efisiensi penggelontoran langsung bergantung pada  $C_o$ , yaitu total konsentrasi sedimen *outflow*. Alternatif pernyataan efisiensi penggelontoran sedimen adalah rasio air terhadap sedimen, yang merupakan kebalikan dari efisiensi penggelontoran sedimen ( $1/F_e$ ).

### **2.5.1. Efisiensi Penggelontoran Sedimen dengan Bukaan Sebagian**

### **(Flushing Efficiency with Partial Drawdown)**

Penggelontoran sedimen (*flushing efficiency*) dengan menggunakan sebagian air waduk (*partial drawdown*) untuk menggelontor sedimen, hasilnya rata-rata kurang efektif. Karena sedimen yang digelontor tidak bisa maksimal atau hanya sebagian kecil.

Contoh *flushing efficiency* dari beberapa waduk yang melakukan *flushing* dengan *partial drawdown*, seperti terlihat pada Tabel. 2.1, menunjukkan *flushing* dengan debit yang besar  $Q_w = 21,4 - 2.090 \text{ m}^3/\text{dt}$  dan durasi *flushing*  $T = 103$  jam sampai dengan 490 jam, *flushing efficiency* sangat kecil, yaitu  $E = 0,012 - 0,00017$ .

**Tabel 2. 1 Efisiensi Penggelontoran dengan Bukaan Sebagian**

No	Waduk	Situasi Outflow	Tahun Operasi	Debit (m <sup>3</sup> /dt)	Durasi (hari)	Flushing Efficiency	Water Sediment Ratio
1	Guernsey U.S.A	Overflow Spillway	1960-1962	56,6-198	10-18	0,00017	5880
2	Warsak PAKISTAN	Overflow Spillway	1976-1979 5 flushing	1.410	20	0,00169	592
3	Liujiashia CHINA	Overflow dan outlets water level lowered = 4,4-7,8 m	1981,1984 , 1985,1988	1.660-2.090	4-5	0,0023-0,0071	435-141
4	Shuicaozi CHINA	Overflow Spillway	1965, 1966 1974, 1978 1980, 1981	21,4-230	3-4	0,012-0,043	83-23

Sumber: Morris dan Fan (1997)

### 2.5.2. Efisiensi Penggelontoran Sedimen dengan Pengosongan Waduk (*Flushing Efficiency with Emptying Reservoir*)

Penggelontoran sedimen (*flushing efficiency*) dengan cara mengosongkan waduk terlebih dahulu, hasilnya rata-rata lebih baik dari metode *partial drawdown*. Karena sedimen yang dikeluarkan dari dalam waduk bisa maksimal.

Contoh *flushing efficiency* dari beberapa waduk yang melakukan *flushing* dengan metode *emptying reservoir*, seperti terlihat pada Tabel. 2.2, menunjukkan *flushing* dengan debit  $Q_w = 8 - 500 \text{ m}^3/\text{dt}$  dan durasi *flushing*  $T = 13$  jam sampai dengan 157 hari, nilai *flushing efficiency* yang didapatkan  $E = 0,012 - 0,00017$ .

**Tabel 2. 2 Efisiensi Penggelontoran Sedimen dengan Pengosongan Waduk**

No	Waduk	Tahun Operasi	Debit (m <sup>3</sup> /dt)	Durasi	Flushing Efficiency	Water Sediment Ratio
1	Gebidem SWITZERLDAN	1969-1994	35	35 hari/th	0,048-0,060	21-17
2	Barenburg SWITZERLDAN	1985	90	20 hari	0,06	17
3	Ferrera SWITZERLDAN	1985			0,026	38
4	Gen Shan Pei CHINA	1958-1983		53 hari/th	0,0897	11
5	Santo Domingo VENEZUELA	1978	8-10		0,09-0,13	11-8
6	Donfanhong CHINA	1984	51		0,056-0,083	18-12
7	Sefid Rud IRAN	1980-1987		61-157 hari	0,022-0,067	45-15
8	Zemo Afchar USSR	1939-1966	72-668	13-76 jam	0,015-0,096	67-10
9	Chirurt USSR	1968	400-500	5 hari	0,04	25

Sumber: Morris dan Fan (1997)

### **2.5.3. Metode Perhitungan *Flushing Efficiency***

Efisiensi penggelontoran sedimen (*flushing efficiency*) dapat didefinisikan dalam beberapa versi sesuai dengan *author*-nya, antara lain sebagai berikut:

### a. Metoda Qian

Menurut Qian (1982) *flushing efficiency* adalah perbandingan antara volume air yang keluar waduk ( $V_o$ ) dengan volume endapan sedimen yang tergelontor keluar waduk ( $V_d$ ):

$$E = \frac{V_0}{V_a} \quad (2-2)$$

dengan:

E = efisiensi pengelontoran sedimen

$V_o$  = volume air *outflow* ( $m^3$ )

$V_d$  = volume d

$$V_d = V_2 - V_1$$

$$V_d = (V_2 C_2 - V_1 C_1)/c \quad (2.3)$$

1

$V_{\text{tampungan}} = \text{kapasitas tampungan waduk setelah penggelantaran (m}^3\text{)}$

V<sub>w</sub> = kapasitas tampungan weduk sebelum pengelontoran ( $m^3$ )

$V_{out}$  = volume air outflow ( $\text{m}^3$ )

C = total konsentrasi sedimen *outflow* ( $\text{kg/m}^3$ )

V<sub>i</sub> = volume air inflow ( $\text{m}^3$ )

C<sub>inflow</sub> = total konsentrasi sedimen *inflow* ( $\text{kg/m}^3$ )

$\rho$  = berat jenis sedimen ( $\text{kg/m}^3$ )

b Matoda Ackars dan Thompson

Menurut Ackers dan Thompson (1987), *flushing efficiency* adalah perbandingan antara jumlah berat sedimen yang keluar waduk tiap tahun ( $L_o$ ) dengan jumlah berat sedimen yang masuk waduk tiap tahun ( $L_i$ ), yang dirumuskan sebagai berikut:

dengan:

E        ≡        efisiensi pengelontoran sedimen

$L_0$  = berat sedimen tahunan yang tergelontor (kg)

$L_i$  = berat sedimen tahunan *inflow* (kg)

**c. Metoda Mahmood (1)**

Menurut Mahmood (1987), *flushing efficiency* adalah perbandingan antara selisih kapasitas tampungan waduk setelah *flushing* ( $V_2$ ) dan sebelum *flushing* ( $V_1$ ) dengan volume air yang keluar waduk ( $V_o$ ), yang dirumuskan sebagai berikut:

dengan:

E = efisiensi penggelontoran sedimen

$V_2$  = kapasitas tampungan waduk setelah penggelontoran ( $m^3$ )

$V_1$  = kapasitas tampungan waduk sebelum penggelontoran ( $m^3$ )

$V_o$  = volume air *outflow* ( $m^3$ )

**d. Metoda Mahmood (2)**

Menurut Mahmood (1987), *flushing efficiency* adalah perbandingan antara selisih kapasitas tampungan waduk setelah *flushing* ( $V_2$ ) dan sebelum *flushing* ( $V_1$ ) dengan kapasitas *original live waduk* ( $V_{ori}$ ), yang dirumuskan sebagai berikut:

dengan:

E = efisiensi penggelontoran sedimen

$V_2$  = kapasitas tampungan waduk setelah penggelontoran ( $m^3$ )

$V_1$  = kapasitas tampungan waduk sebelum penggelontoran ( $m^3$ )

$V_{ori}$  = kapasitas *original live* waduk ( $m^3$ )

e. Metoda Mahmood (3)

Menurut Mahmood (1987), *flushing efficiency* adalah perbandingan antara Tr dengan  $1 - Tf$  atau dirumuskan sebagai berikut:

dengan:

E = efisiensi penggelontoran sedimen

$T_r$  = tahun yang digunakan untuk beban sedimen sungai akan mengisi waduk  $V_2 - V_1$

$T_f$  = tahun yang digunakan untuk penggelontoran

#### **f. Metoda Atkinson**

Menurut Atkinson (1996), *flushing efficiency* adalah perbandingan antara jumlah berat sedimen yang keluar waduk tiap tahun ( $L_o$ ) dengan jumlah berat sedimen yang mengendap dalam waduk tiap tahun ( $L_d$ ), yang dirumuskan sebagai berikut:

dengan:

E = efisiensi pengelontoran sedimen

$L_o$  = berat sedimen tahunan yang tergelontor (kg)

$L_d$  = berat sedimen tahunan yang mengendap (kg)

### **g. Metoda Lai dan Shen**

Menurut Lai dan Shen (1996), *flushing efficiency* adalah perbandingan antara selisih volume sedimen *outflow* selama *flushing* ( $V_{so}$ ) dan volume sedimen *inflow* selama *flushing* ( $V_{si}$ ) dengan volume air *outflow* ( $V_o$ ), yang dirumuskan sebagai berikut:

dengan:

E = efisiensi penggelontoran sedimen

$V_{so}$  = volume sedimen *outflow* selama *flushing* ( $\text{m}^3$ )

$V_{si}$  = volume sedimen *inflow* selama *flushing* ( $m^3$ )

$V_o$  = volume air *outflow* ( $m^3$ )

#### **h. Metoda Morris dan Fan**

Menurut Morris dan Fan (1996), *flushing efficiency* adalah:

dengan:

E = efisiensi penggelontoran sedimen

$V_o$  = volume air outflow ( $m^3$ )

$C_o$  = total konsentrasi sedimen *outflow* ( $\text{kg/m}^3$ )

$V_i$  = volume air *inflow* ( $m^3$ )

$C_i$  = total konsentrasi sedimen *inflow* ( $\text{kg/m}^3$ )

$\rho_s$  = berat jenis sedimen ( $\text{kg/m}^3$ )

#### 2.5.4. Perhitungan *Flushing Efficiency*

Sebelum dilakukan perhitungan *flushing efficiency* secara detail, maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan dari masing-masing unsur pada rumus *flushing efficiency* tersebut diatas, sebagai berikut:

#### a. Perhitungan Volume Air *Inflow* ( $V_i$ )

Pada prinsipnya volume air dihitung dari debit air yang lewat pada titik tertentu di penampang sungai, pada rentang waktu yang ditentukan.

Debit air didapatkan dengan rumus:

$$Q_w = v \cdot L \quad (2-11)$$

dengan:

$Q_w$  = debit aliran air sungai ( $m^3/dt$ )

v = kecepatan aliran air sungai (m/dt)

L = luas penampang sungai ( $m^2$ )

Maka perhitungan volume air *inflow* ( $V_i$ ) tergantung dengan faktor waktu ( $t$ ), maka:

$$V_i = Q_{w_i} t_i \quad (2-12)$$

dengan:

$V_i$  = volume air *inflow* ( $m^3$ )

$Q_w$       =      debit aliran air sungai ( $m^3/dt$ )

**$t_i$** = waktu (detik)

**b. Perhitungan Volume Air *Outflow* ( $V_o$ )**

Debit air *outflow* pada Waduk Wlingi digunakan untuk PLTA, irigasi, penggelontoran sedimen melalui pintu *flushing*, dan bisa melimpas melalui *spillway*.

Debit air *outflow* seperti pada persamaan (2.11) adalah  $Q_w = V.A.$

Maka perhitungan volume air *outflow* untuk penggelontoran sedimen adalah:

dengan:

$V_o$  = volume air outflow ( $m^3$ )

$O_w$  = debit air outflow ( $m^3/dt$ )

$t$  = lama penggelontoran sedimen (menit)

### c. Konsentrasi Sedimen *Inflow* ( $C_i$ )

- 1) Dengan menggunakan lengkung aliran (*rating curve*)

Bila data pengambilan sampel kurang dari jangka waktu perhitungan sedimen *inflow* maka debit sedimen harian dapat dihitung berdasarkan korelasinya dengan debit aliran dan konsentrasi sedimen.

Karena itu untuk mendapatkan debit sedimen diperlukan debit air dan konsentrasi sedimen yang dikandungnya pada debit tersebut di lokasi pos duga air.

Dengan bantuan lengkung aliran (*rating curve*), debit air dapat diketahui dengan cara mengukur tinggi muka air. Konsentrasi sedimen diperoleh dengan alat pengukur sedimen. Debit sedimen harian dihitung dengan rumus:

$$Q_s = C \cdot k \cdot Q_w \quad \dots \quad (2-14)$$

dengan:

$Q_s$  = debit sedimen (ton/hari)

$C_i$  = konsentrasi sedimen *inflow* (mg/lt)

$$k = 0,0864$$

$Q_w$  = debit aliran air sungai ( $m^3/dt$ )

Dengan debit sedimen harian rata-rata, dapat dihitung *inflow* sedimen waduk rata-rata tahunan.

- 2) Dengan menggunakan grafik *sediment rating curve* dan grafik *low duration curve*

Metode perhitungan dengan menggunakan grafik *sediment rating curve* (lengkung debit sedimen) dan grafik *flow duration curve* (lengkung waktu aliran) merupakan metode yang paling sesuai bila pencatatan data cukup panjang, cukup data untuk debit aliran yang besar dan lengkung debit sedimen dari data terlihat cukup menyebar.

Debit sedimen tahunan dapat dinyatakan dengan rumus:

dengan:

$Q_s$  = debit sedimen (ton/tahun)

$C_i$  = konsentrasi sedimen *inflow* (mg/lt)

$Q_w$  = debit aliran air sungai ( $m^3/dt$ )

Selanjutnya grafik *sediment rating curve* (lengkung debit sedimen) dan grafik *flow duration curve* (lengkung waktu aliran) dan perhitungan sedimen totalnya dapat dihitung dan disusun dalam bentuk tabel.

Perhitungan konsentrasi sedimen *inflow*:

Hasil yang didapatkan C hasil pengukuran/rumus dalam satuan mg/liter, maka untuk menjadi satuan kg/m<sup>3</sup>, perubahannya sebagai berikut:

$$C_i = \frac{mg/liter}{0,000001 kg / 0,001 m^3} = 0,001 kg/m^3$$

**d. Konsentrasi Sedimen *Outflow* ( $C_o$ )**

Perhitungan volume sedimen tergelontor ditentukan berdasarkan prosentase kdanungan sedimen terhadap debit air yang keluar dari pintu penggelontoran dalam satuan waktu (menit).

Debit yang keluar diperhitungkan terhadap luas grafik yang dibatasi 2 waktu pengambilan sedimen terhadap lama waktu pembukaan pintu. Pengukuran sedimen yang digelontor lewat pintu penggelontoran dilaksanakan sebagai berikut:

Apabila pada saat *flushing* hanya diketahui volume sedimen ( $V_{sed}$ ), volume air penggelontor ( $V_{air}$ ) dan waktu /lama *flushing* ( $t$ ) maka debit sedimen adalah:

dengan:

$Q_s$  = debit sedimen ( $m^3/menit$ )

$V_s$  = volume sedimen ( $m^3$ )

t = waktu/lama flushing (menit)

Konsentrasi sedimen:

dengan:

$C_o$  = konsentrasi sedimen *outflow* (%)

$V_s$        $\equiv$       volume sedimen ( $m^3$ )

$V_a$       =      volume air penggelontor sedimen ( $m^3$ )

e. Perhitungan Berat Jenis Sedimen ( $\rho_s$ )

Berat jenis sedimen / kepadatan sedimen dalam waduk dipengaruhi oleh:

- a. Cara pengoperasian bendungan
  - b. Susunan dan partikel endapan sedimen
  - c. Jangka waktu pematatan

Pengoperasian bendungan diklasifikasikan kedalam 4 macam tipe (U.S.B.R, 1987):

## **Tabel 2. 3 Tipe Operasi Waduk**

<b>Tipe</b>	<b>Operasi Waduk</b>
1	Sedimen selalu atau hampir selalu terendam
2	Dalam kondisi normal waduk cenderung surut
3	Dalam keadaan normal waduk kosong
4	Waduk dengan sedimen sungai bed load

Sumber: U.S.B.R, 1987

Setelah bendungan ditentukan tipe operasionalnya, kepadatan sedimen dapat dihitung dengan rumus:

dengan:

$\rho_e$  = berat jenis endapan ( $\text{kg/m}^3$ )

$\rho$  = berat jenis lempung ( $\text{kg/m}^3$ )

$\rho$  = berat jenis lumpur ( $\text{kg/m}^3$ )

$\rho_s$  = berat jenis pasir ( $\text{kg/m}^3$ )

$P_c$  = prosentase lempung (%)

$P_m$  = prosentase lumpur (%)

$P_s$  = prosentase pasir (%)

Nilai  $\rho_c$ ,  $\rho_m$ , dan  $\rho_s$  dapat dilihat dari tabel berikut ini:

**Tabel 2. 4 Berat Jenis Material Menurut Tipe Operasi Waduk**

<b>Tipe Operasi</b>	<b>Berat Jenis Material (<math>\text{kg/m}^3</math>)</b>		
	$\rho_c$	$\rho_m$	$\rho_s$
1	416	1120	1550
2	561	1140	1550
3	641	1150	1550
4	61	1170	1550

Sumber: U.S.B.R, 1987

Untuk menentukan kepadatan sedimen setelah T tahun dioperasikan, Miller (1953) merumuskan sebagai berikut:

$$\gamma_T = \gamma_o + 0,4343 K \left( \frac{T}{T-1} \ln T - 1 \right) \dots \dots \dots \quad (2- 19)$$

dengan:

$\rho_T$  = berat jenis rata-rata endapan setelah T tahun ( $\text{kg/m}^3$ )

$\rho_o$  = berat jenis endapan ( $\text{kg/m}^3$ )

T = waktu pengendapan

K = konstanta, tergantung dari prosentase endapan

$K = K_c P_c + K_m P_m + K_s P_s \dots \dots \dots \quad (2- 20)$

dengan:

K = faktor K endapan

$K_c$  = faktor K lempung ( $\text{kg/m}^3$ )

$K_m$  = faktor K lumpur ( $\text{kg/m}^3$ )

$K_s$  = faktor K pasir ( $\text{kg/m}^3$ )

$P_c$  = prosentase lempung (%)

$P_m$  = prosentase lumpur (%)

$P_s$  = prosentase pasir (%)

Nilai  $K_c$ ,  $K_m$ , dan  $K_s$  didapat dari tabel berikut ini:

**Tabel 2. 5 Nilai Faktor K**

<b>Tipe Operasi</b>	<b>Nilai Faktor K (satuan metrik)</b>		
	$K_c$	$K_m$	$K_s$
1	0	91	256
2	0	29	135
3	0	0	0
4	0	0	0

Sumber: Miller (1953)

### f. Penggunaan Kriteria Lebih Lanjut Untuk Menilai Kendala Keberhasilan Penggelontoran

Memungkinkan untuk menyelidiki lebih detil terhadap pengalaman penggelontoran waduk-waduk yang ada yang tidak terbukti berhasil dalam penilaianya, dan didalam beberapa faktor yang menghambat penggelontoran yang efektif dapat diselidiki. Empat kendala yang terpisah untuk menghasilkan penggelontoran yang efektif dapat dipertimbangkan, dan kriteria kuantitatif dapat dihitung untuk setiap kendala. Empat kendala tersebut adalah, (Atkinson, 1996):

- Penarikan yang tidak sempurna dari waduk. Tingkat penarikan dapat dihitung menggunakan rasio, *Draw Down Ratio* (DDR):

$$DDR = 1 - \frac{\text{kedalaman aliran pada saat penggelontoran}}{\text{kedalaman aliran pada saat keadaan normal}} \quad (2- 21)$$

kedalaman dalam persamaan diatas adalah kedalaman diatas dasar bendungan. Penarikan dapat menjadi tidak cukup jika kurang dari 0,7.

- Debit yang tidak mencukupi untuk keseimbangan sedimen. Dikarenakan penarikan yang tidak sempurna dapat menjadi masalah keseimbangan sedimen, definisi dari rasio keseimbangan sedimen yang baru diperlukan. Rasio SBR dapat dibuat sendiri dari penarikan dengan menghitungnya untuk kondisi ketika *thalwegs* berada pada elevasi dasar sungai asli, itu yang disebut kondisi penarikan penuh (*full drawdown*). Rasio yang baru ini dinamakan  $SBR_d$ .
- Lebar saluran yang tidak mencukupi yang terbentuk dari penggelontoran. Daerah yang terbentuk dari penggelontoran akan memiliki lebar dasar yang mendekati sama dengan lebar penggelontoran yang dihitung dengan persamaan:

$$W_f = 12,8 Q_f^{0,5} \quad (2- 22)$$

dengan:

$Q_f$  = debit *flushing* ( $m^3/dt$ )

$W_f$  = lebar *flushing* (m)

kecuali kalau hasil lebar ini melebihi dari lebar waduk pada elevasi tersebut. Lebar saluran flushing seharusnya juga dapat dinilai sendiri dari tingkat penarikan, jadi rasio lebar penggelontoran atau *Flushing Width Ratio*, FWR, dapat dihitung dengan persamaan:

$$FWR = \frac{12,8 Q_f^{0,5}}{\text{lebar bawah waduk representatif}} \quad (2- 23)$$

jika FWR kurang dari satu maka lebar flushing dapat dianggap sebagai kendala yang penting. Pengecualian akan muncul, namun, untuk waduk dengan sisi lereng yang endapan yang terpapar dangkal, ini akan dibahas pada poin (iv) dibawah.

- iv. Sisi lereng yang terlalu curam. Sisi lereng yang curam di dalam daerah yang terbentuk akibat penggelontoran akan menjadi suatu kendala baru ketika kendala (iii) diatas digunakan, atau ketika lebar bawah waduk lebih kecil dibandingkan dengan lebar atas (lebar tersebut pada saat ketinggian tampungan penuh). Sisi lereng dapat dikuantitatifkan sebagai suatu kendala yang artinya rasio lebar atas waduk atau *Top Width Ratio*, TWR:

$$TWR = \frac{\text{lebar atas dari lembah yang tergerus}}{\text{lebar atas aktual}} \quad \dots \dots \dots \quad (2-24)$$

sisi yang tergerus seharusnya dapat diasumsikan sebagai suatu kendala hanya dengan mengetahui lebar bawah waduk untuk perhitungan rasio ini. Adanya kekurangan penarikan seharusnya tidak dipertimbangkan di dalam perhitungan lebar atas. Jika kendala (iii) dianggap penting maka nilai TWR seharusnya lebih dari 1 (anggap  $TWR > 2$ ) untuk mengatasi kendala tersebut. Jika poin (iii) bukan merupakan sebuah kendala, maka nilai TWR yang mendekati 1 sudah cukup.

## 2.6. Model Numerik HEC-RAS v4.1.

Model *Hydrologic Engineering Center-River Analysis System* (HEC-RAS) adalah model numerik yang dapat digunakan untuk menganalisa sedimentasi dan penggelontoran sedimen di waduk. Kalibrasi model nilai kekasaran manning n dilakukan dengan simulasi menggunakan data historis dari tahun penggelontoran sebelumnya. Simulasi dilakukan dengan aliran *quasi-unsteady* dan data sedimen. Efisiensi penggelontoran sedimen semua skenario diperkirakan dengan membandingkan rasio antara air yang digunakan dan sedimen yang tergelontor saat penggelontoran sedimen.

Pemodelan transportasi sedimen dapat dilakukan dengan HEC-RAS. Data yang digunakan untuk memprediksi perubahan dasar sungai pada dasarnya tidak pasti dan teorinya yang digunakan bersifat empiris dan sangat sensitif terhadap beragam fisik variabel. Namun, dengan data yang bagus, seorang pemodel terampil bisa memanfaatkan model sedimen yang dikalibrasi untuk memprediksi tren regional dan jangka panjang itu dapat menginformasikan keputusan perencanaan dan dapat digunakan untuk mengevaluasi proyek alternatif. HEC-RAS sekarang mencakup kerangka kerja yang dengannya melakukan *mobile boundary*, pemodelan transportasi sedimen.

### 2.6.1. Aliran Quasy-Unsteady (*Quasy-Unsteady Flow*)

Sebelum HEC-RAS bisa menghitung transportasi sedimen, hidrolik sungai harus ditentukan terlebih dahulu. HEC-RAS menggunakan penyederhanaan hidrodinamik, pendekatan yang umum digunakan oleh banyak model transportasi sedimen. Asumsi aliran

*quasy-unsteady* mendekati hidrograf kontinu dengan serangkaian profil aliran balik diskrit. Untuk setiap pencatatan dalam rangkaian arus, aliran tetap konstan di atas waktu yang ditentukan untuk transportasi. Profil arus stabil lebih mudah dikembangkan daripada model yang sama sekali tidak stabil, dan eksekusi program lebih cepat. (Versi tidak tetap atau *unsteady* dari transportasi sedimen direncanakan untuk memprediksi masa depan.)

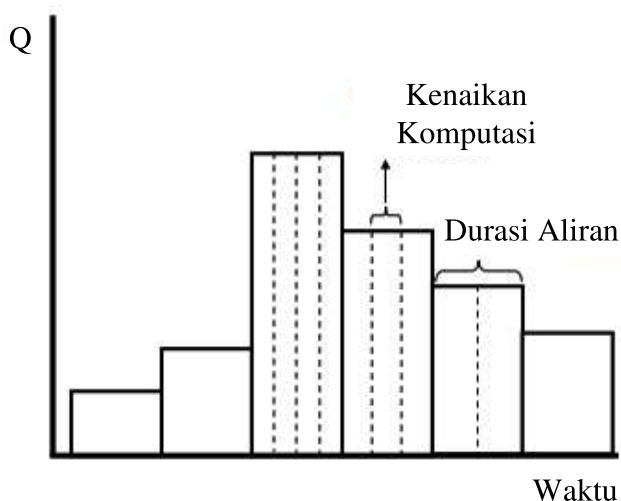
Setiap profil aliran stabil diskrit dibagi, dan selanjutnya dibagi lagi, menjadi blok waktu yang lebih pendek untuk perhitungan transportasi sedimen-HEC-RAS menggunakan tiga langkah waktu yang berbeda, masing-masing subdivisi yang lain. Tiga langkahnya adalah *Flow Duration*, *Computation Increment*, dan *Mixing Time Step*.

#### a. Durasi Aliran (*Flow Duration*)

Durasi aliran adalah langkah waktu yang paling kasar. Ini mewakili panjangnya waktu dimana arus, tahap, suhu, atau beban sedimen adalah diasumsikan konstan (Gambar 2.3). Misalnya, jika data arus itu dikumpulkan setiap hari, durasi alirannya akan dua puluh empat jam kecuali langkah waktu yang lebih kecil diinterpolasi. Untuk menentukan tahap konstan, aliran, suhu, atau arus masuk sedimen, satu nilai dapat dikaitkan dengan durasi yang sangat besar, jika cukup besar, akan mengatur parameter untuk menjalankan keseluruhan.

**b. Kenaikan Komputasi (*Computational Increment*)**

Durasi aliran selanjutnya dibagi menjadi kenaikan komputasional (Gambar 2.3). Meski aliran tetap sama di atas keseluruhan durasi aliran, geometri dasar sungai dan hidrodinamika diperbarui setelah setiap kenaikan komputasi. Stabilitas model bisa jadi peka terhadap langkah waktu ini, karena geometri dasar sungai hanya bisa berubah di akhir langkah waktu. Bila kenaikan komputasional juga lama, geometri dasar sungai tidak cukup sering diperbarui dan hasil model bisa bermacam-macam.



**Gambar 2. 3 Aliran *quasy-unsteady* dengan langkah waktu**  
Sumber: HEC-RAS v4.1 reference manual

### c. Langkah Waktu Pencampuran Dasar Sungai (*Bed Mixing Time Step*)

Akhirnya, penambahan komparasi dibagi lagi ke langkah waktu pencampuran dasar sungai (Ini adalah parameter SPI dalam terminologi HEC-6.) Selama setiap pencampuran langkah waktu dalam hitungan kenaikan, batimetri, parameter hidrolik, dan potensi transportasi untuk setiap ukuran butiran tetap konstan. Namun, perhitungan untuk erosi sedimen dan pengendapan berlangsung selama langkah ini dan ini bisa menyebabkan perubahan komposisi lapisan pencampuran dasar sungai (misalnya yang aktif, lapisan penutup dan / atau lapisan tidak aktif). Profil gradasi vertikal adalah ditata kembali sebagai tanggapan atas pemindahan atau penambahan material. Sejak perubahan gradasi lapisan aktif selama tahap pencampuran waktu dasar saluran, kapasitas transportasi sedimen berubah bahkan saat hidrodinamika, oleh karena itu, potensi transportasi tetap konstan.

#### 2.6.2. Kontinuitas Sedimen

Penelusuran sedimen HEC-RAS menyelesaikan persamaan kontinuitas sedimen yang juga dikenal sebagai persamaan Exner (HEC-RAS v4.1 *reference manual*, p13.3):

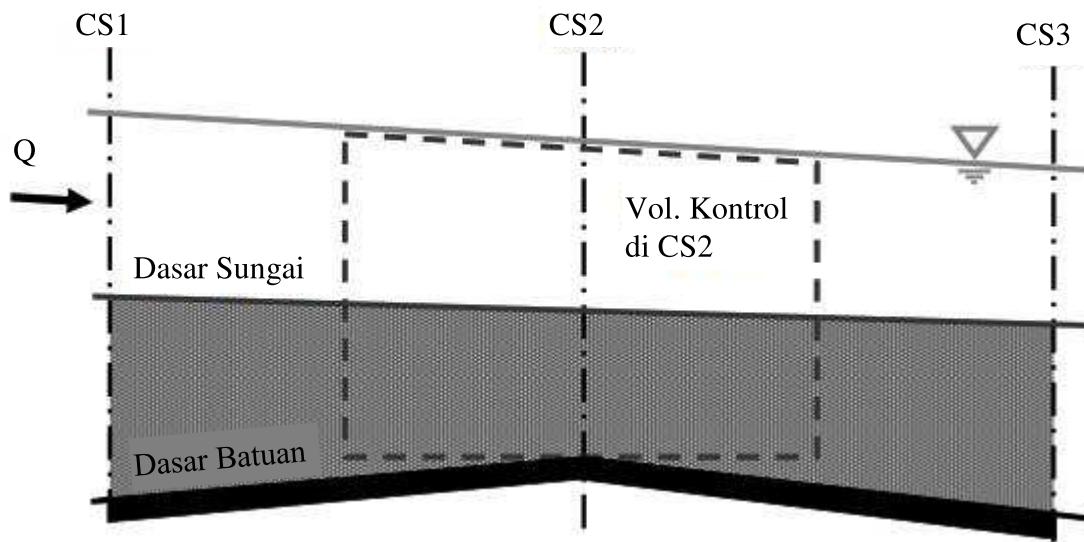
$$(1 - \lambda_p)B \frac{\partial \eta}{\partial t} = - \frac{\partial Q_s}{\partial x} \quad (2- 25)$$

dengan:

- B = lebar saluran (m)
- $\eta$  = elevasi saluran (m)
- $\lambda_p$  = porositas lapisan aktif
- t = waktu (detik)
- x = jarak (m)
- $Q_s$  = muatan sedimen yang diangkut (kg/dt)

Persamaan ini hanya menyatakan bahwa perubahan volume sedimen dalam volume kontrol (misalnya aggradasi atau degradasi) sama dengan perbedaan antara muatan *inflow* dan *outflow* (Gambar 13-2).

Persamaan kontinuitas sedimen diselesaikan dengan menghitung sedimen kapasitas pengangkutan melalui volume kontrol yang terkait dengan masing-masing persilangan. Kapasitas ini dibandingkan dengan pasokan sedimen memasuki volume kontrol. Jika kapasitasnya lebih besar dari pasokan ada defisit sedimen yang terpenuhi dengan mengikis sedimen sedimen. Jika Pasokan melebihi kapasitas ada bahan yang menyebabkan kandungan sedimen untuk deposit.



**Gambar 2. 4 Skema dari kontrol volume yang dipakai HEC-RAS untuk perhitungan sedimen**

Sumber: HEC-RAS v4.1 *reference manual* (2010, p13-3)

### 2.6.3. Komputasi Kapasitas Transportasi

Sisi kanan persamaan kontinuitas adalah gradien sedimen di seluruh kontrol volume membandingkan arus masuk sedimen dengan aliran sedimen. Aliran sedimen hanyalah sedimen yang masuk kontrol volume dari kontrol volume hulu dan sumber lokal (arus masuk sedimen lateral). Jumlah sedimen maksimal yang bisa meninggalkan kontrol volume, bagaimanapun, adalah fungsi dari jumlah sedimen yang airnya bisa bergerak. Ini disebut sebagai kapasitas transportasi sedimen, dan itu dihitung untuk setiap kontrol volume untuk setiap waktu langkah campuran dasar sungai.

#### a. Kelas Butir

HEC-RAS membagi bahan sedimen menjadi beberapa kelas butir. Kisaran bahan yang dapat tertransportasi, antara 0,002 mm dan 2048 mm, dibagi menjadi 20 kelas butir atau golongan yang mengandung unsur-unsur non-bagian tumpang tindih dari spektrum ukuran butir. Kelas butir stdanar didasarkan pada basis log stdanar 2 skala dimana bagian atas setiap kelas terikat dua kali batas atas yang berdekatan, kelas lebih kecil. Semua partikel di setiap kelas butir diwakili oleh ukuran butiran tunggal dan representatif. HEC-RAS menggunakan geometric rata-rata dari kelas butir (akar kuadrat produk dari atas dan batas bawah) untuk mewakili ukuran butir untuk setiap kelas.

#### b. Potensi Transportasi Sedimen

Potensi transportasi sedimen adalah ukuran berapa banyak material kelas butir tertentu, kondisi hidrodinamik dapat diangkut. Potensi transportasi dihitung dengan satu dari

sejumlah persamaan transportasi sedimen yang tersedia dalam program ini. Karena kebanyakan dari ini persamaan dikembangkan untuk digunakan untuk ukuran butir tunggal, seperti  $d_{50}$  (atau paling banyak, dua ukuran butir seperti  $d_{50}$  dan  $d_{90}$ ), persamaan diterapkan secara independen pada setiap kelas butir yang ada di sistem. Nilai ini, dihitung secara terpisah untuk setiap kelas butir terlepas dari prevalensinya di dasar sungai, disebut potensi transportasi. Saat ini ada tujuh potensi transportasi sedimen berfungsi di HEC-RAS.

Ada puluhan fungsi transportasi yang telah dikembangkan. Karena transportasi sedimen peka terhadap begitu banyak variabel, potensi yang dihitung dengan persamaan yang berbeda dapat bervariasi menurut pesanan besarnya, tergantung bagaimana bahan proyek dan hidrodinamika dibandingkan dengan parameter dimana fungsi transport berada dikembangkan. Se bisa mungkin, fungsi transportasi seharusnya dipilih yang dikembangkan untuk gradasi dan hidrolik yang serupa parameter seperti yang ditemukan dalam proyek yang diminati. Berikut adalah beberapa, secara singkat, catatan kualitatif tentang penggunaan, penerapan, dan kepekaan masing-masing persamaan.

### 1. Ackers dan White

Ackers dan White (1973) adalah fungsi beban total yang dikembangkan dari data saluran untuk gradasi yang relatif seragam mulai dari pasir sampai kerikil halus. Hidrodinamika dipilih untuk menutupi berbagai konfigurasi dasar sungai termasuk ombak kecil, bukit pasir, dan kondisi dasar saluran tetap. Sedimen yang tersuspensi merupakan fungsi kecepatan geser sedangkan bedload adalah fungsi tegangan geser. Pada simulasi penggelontoran sedimen metode Ackers-White persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$G_{gr} = C \left[ \frac{F_{gr}-A}{A} \right]^m \quad \dots \dots \dots \quad (2-26)$$

dengan:

$G_{gr}$  = transpor sedimen

$F$  = parameter mobilitas tanpa dimensi

$A$  = mobilitas kritis

$C$  dan  $m$  = koefisien empiris

$$F_{gr} = \frac{u_*^n}{\sqrt{g \cdot d_{si} \cdot (s-1)}} \left[ \frac{\nu}{\sqrt{32} \cdot \log(a \cdot \frac{D}{d_{si}})} \right]^{1-n} \quad \dots \dots \dots \quad (2-27)$$

dengan:

$F_{gr}$  = angka mobilitas sedimen

$u_*$  = kecepatan geser (m/dt)

$g$	=	percepatan gravitasi ( $\text{m}/\text{dt}^2$ )
$d_{si}$	=	median diameter partikel (m)
$s$	=	sedimen spesifik gravitasi
$v$	=	kecepatan rata-rata (m/s)
$a$	=	10 = nilai asumsi yang digunakan di HEC6 dan SAM
$D$	=	kedalaman (m)
$n$	=	endapan terkait dengan ukuran eksponen transisi

$$u_* = \sqrt{g \cdot D \cdot S} \quad (2-28)$$

dengan:

$u_*$	=	kecepatan geser (m/dt)
$g$	=	percepatan gravitasi ( $\text{m}/\text{dt}^2$ )
$D$	=	kedalaman (m)
$S$	=	Slope

$$n = \begin{cases} 1 & \text{jika } d_{gr} \leq 1 \\ (1 - 0,056 \cdot \log(d_{gr})) & \text{jika } 1 < d_{gr} \leq 60 \\ 0 & \text{jika } d_{gr} > 60 \end{cases} \quad (2-29)$$

dengan:

$n$	=	endapan terkait dengan ukuran eksponen transisi
$d_{gr}$	=	diameter butiran tanpa dimensi

$$d_{gr} = d_{si} \left[ \frac{g \cdot (s-1)}{v^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (2-30)$$

dengan:

$d_{gr}$	=	diameter butiran tanpa dimensi
$d_{si}$	=	median diameter partikel (m)
$g$	=	percepatan gravitasi ( $\text{m}/\text{dt}^2$ )
$s$	=	sedimen spesifik gravitasi
$v$	=	viskositas kinematik ( $\text{m}^2/\text{dt}$ )

## 2. Englund Hansen

Englund Hansen (1967) adalah persamaan beban total transportasi yang ada dikembangkan dari data saluran. Ukuran pasir relatif seragam antara 0,19 mm dan 0,93 mm yang digunakan. Daya tarik Englund Hansen adalah bahwa itu bukan fungsi yang rumit. Sebaliknya, itu adalah yang relatif sederhana fungsi kecepatan saluran, geser dasar saluran, dan material  $d_{50}$ . Aplikasi harus dibatasi pada sistem pasir.

### 3. Laursen-Copeland

Laursen (1968) juga merupakan fungsi beban total yang pada awalnya berbasis persamaan saluran dan kemudian diperluas oleh Madden untuk memasukkan data Arkansas River. Ini adalah fungsi dasar dari kelebihan geser dan rasio dari kecepatan geser ke kecepatan jatuh. Kemudian, Copeland (1989) generalisasi persamaan untuk transportasi kerikil sehingga persamaannya bisa terjadi digunakan untuk dasar sungai bergradasi.

Ciri khas Laursen adalah fungsi bahan sedimennya dikembangkan untuk meluas sampai ke kisaran lumpur. Tidak ada fungsi lain yang saat ini termasuk dalam RAS dikembangkan untuk lumpur partikel berukuran. Potensi sedimen yang dihitung untuk lumpur, oleh fungsi lainnya, akan menjadi ekstrapolasi, kesalahan peracikan ekstrapolasi di atas ketidakpastian stdanar yang terkait dengan komputasi kapasitas transportasi pekerjaan terbaru di Colorado State telah menunjukkan bahwa persamaan Laursen melebihi fungsi transportasi lainnya di lumpur.

### 4. Meyer-Peter Müller

Persamaan Meyer-Peter dan Müller (MPM) (1948) adalah salah satu dari Persamaan paling awal dikembangkan dan masih menjadi salah satu yang paling banyak digunakan. Ini adalah hubungan geser berlebih yang sederhana. Ini benar-benar persamaan dasar sungai yang dikembangkan dari percobaan saluran pasir dan kerikil di bawahnya kondisi dasar sungai datar. Sebagian besar data yang dikembangkan relatif kerikil seragam - MPM paling berhasil diterapkan di atas kerikil. Ini cenderung di bawah prediksi transportasi bahan yang lebih halus.

Baru-baru ini, Wong (2003) dan Wong dan Parker (2007) mendemonstrasikannya bahwa fungsi ini di atas perkiraan transportasi, kira-kira, sebuah faktor dari dua. Kesimpulan ini tidak didasarkan pada data baru namun pada analisis ulang hasil asli MPM. Untuk memperbaiki fungsinya, mereka menyusun kembali dasar, persamaan geser berlebih:

$$\begin{aligned} q_b^* &= 8(\tau^* - \tau_c^*)^{3/2} \\ \tau_c^* &= 0,047 \end{aligned}$$

sebagai

$$\begin{aligned} q_b^* &= 3,97(\tau^* - \tau_c^*)^{3/2} \\ \tau_c^* &= 0,0495 \end{aligned} \quad (2-31)$$

dengan:

$q_b^*$  = nomor muatan dasar Einstein (terkorelasi dengan muatan dasar) (kg/dt.m)

$\tau^*$  = tegangan Shield yang dibandingkan dengan ( $\text{kg/m}^2$ ),

$\tau_c^*$  = tegangan Shield kritis ( $\text{kg/m}^2$ )

Nilai koefisien 8 dan pangkat 3/2 adalah koefisien yang sesuai dengan kelebihan geser sederhana hubungan dalam formulasi asli. Mengakses tegangan geser kritis, koefisien dan kekuatan hubungan MPM mengubahnya menjadi rumus geser berlebih yang dapat digunakan untuk menyesuaikan kelebihan spesifik tegangan geser, fungsi daya. Bahkan, Wong dan Parker (2006) baru-baru ini menganalisis kembali set data awalnya digunakan untuk mengembangkan Persamaan MPM dan menemukan bahwa hubungan:

$$q_b^* = 4,93(\tau^* - \tau_c^*)^{1,6} \quad \dots \dots \dots \quad (2-32)$$

dengan nilai  $\tau_c^* = 0,047$  benar-benar sesuai dengan data MPM asli dan lebih baik daripada Persamaan MPM. Menekan tombol *Use Wong and Parker Correction to MPM*, akan secara otomatis mengatur koefisien dan kekuatan untuk nilai-nilai yang dikoreksi.

5. Toffaleti

Seperti Engdan-Hansen, Toffaleti (1968) adalah fungsi beban total dikembangkan terutama di atas partikel berukuran pasir. Toffaleti umumnya, dianggap sebagai fungsi 'sungai besar', karena banyak data set yang digunakan untuk mengembangkannya berukuran besar, sistem beban tersuspensi. Fungsi ini tidak terlalu bergantung pada kecepatan geser atau geser dasar saluran. Sebaliknya, itu diformulasikan dari regresi pada suhu dan eksponen empiris yang menggambarkan hubungan antara sedimen dan karakteristik hidrolik.

Pendekatan khas fungsi Toffaleti adalah bahwa hal itu merusak kolom air ke dalam zona vertikal dan menghitung konsentrasi dari setiap zona dengan perkiraan sederhana dari konsentrasi Rouse Profil. Transportasi untuk setiap zona dihitung secara terpisah. Ini pendekatannya, jelas, paling tepat untuk transportasi dengan signifikan beban tersuspensi sedemikian rupa sehingga distribusi Rouse vertikal termasuk konsentrasi yang signifikan di kolom air. Fungsinya telah berhasil digunakan pada sistem besar seperti Mississippi, Arkansas, dan Sungai Atchafalaya.

Selain itu, persamaan Toffaleti menggunakan dua ukuran butir yang berbeda, yaitu  $d_{50}$  dan  $d_{65}$ , dalam upaya untuk mengukur ketergantungan transportasi pada deviasi gradasional dari rerata. Hal ini lebih masuk akal bila persamaan digunakan untuk

menghitung pengangkutan gradasi massal bahan. Bila diterapkan pada kelas butir individu, akan digunakan  $d_{50}$  dan  $d_{65}$  untuk kelas butir yang diberikan, peregangan maksud asli dari parameter  $d_{65}$  sedikit.

## 6. Yang

Yang (1973, 1984) adalah persamaan total transpor beban yang didasarkan dari transportasi pada kekuatan aliran, produk kecepatan dan tegangan geser. Fungsi ini dikembangkan dan diuji dengan berbagai saluran dan data lapangan. Persamaan ini terdiri dari dua hubungan yang terpisah untuk pasir dan transportasi kerikil. Peralihan antara kerikil pasir adalah dihaluskan untuk menghindari diskontinuitas yang besar. Yang cenderung sangat sensitif terhadap kecepatan aliran, dan ini lebih sensitif untuk jatuh kecepatan dari kebanyakan.

## 7. Wilcock

Wilcock (2001), bentuk umum dari persamaan dua fraksi awal di Wilcock dan Crowe, (2003) adalah persamaan *bedload* yang dirancang untuk dinilai dasar sungai yang berisi pasir dan kerikil. Ini adalah metode transportasi permukaan yang didasarkan pada teori bahwa transportasi terutama bergantung pada bahan yang bersentuhan langsung dengan arus. Ini dikembangkan berdasarkan gradasi permukaan saluran dan sungai. Karena itu, gradasi dasar saluran harus mencerminkan sifat permukaan dasar saluran. Wilcock, Selain itu, memiliki fungsi persembunyian yang mengurangi potensi transportasi partikel yang lebih kecil berdasarkan pada premis bahwa mereka terletak antara klon kerikil yang lebih besar dan tidak mengalami kekuatan penuh medan aliran (atau lapisan batas turbulen). Akhirnya, teori sentral dari persamaan Wilcock adalah bahwa kerikil potensi transportasi meningkat seiring meningkatnya kadar pasir. Referensi geser berdimensi dihitung untuk substrat yang merupakan fungsi kandungan pasir permukaan dasar saluran (HEC-RAS v4.1 *reference manual*, p13.7):

$$\tau_{rm}^* = 0,021 + 0,015 \cdot e^{-20 \cdot FS} \quad (2-32)$$

dengan  $\tau_{rm}^*$  adalah tegangan geser referensi dan FS adalah kdanungan pasir dalam persen. Seiring meningkatnya kdanungan pasir, geser referensi menurun, kenaikan lapisan geser berlebih, dan total transportasi meningkat. Persamaan Wilcock sangat sensitif terhadap kdanungan pasir. Ini cenderung paling sesuai untuk sistem bimodal dan cenderung menyimpang dari persamaan lain untuk mengangkut kerikil atau pasir unimodal.

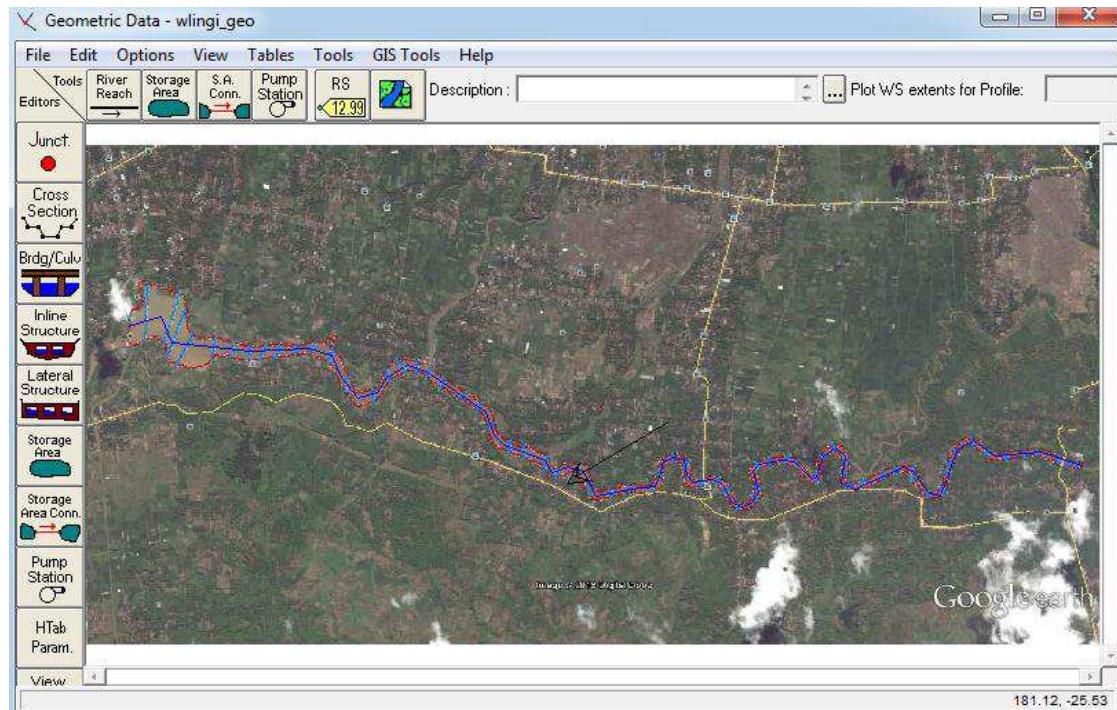
### c. Kapasitas Transportasi

Setelah potensi transportasi dihitung untuk setiap kelas butir, total, perwakilan transportasi tunggal untuk gradasi sistem yang sebenarnya harus dihitung. Karena masing-masing potensi dihitung tanpa referensi kelimpahan sebenarnya dari kelas butir (yaitu potensi transportasi dihitung seolah-olah sistem itu terdiri dari 100% kelas butir itu), potensi kelas butir harus dirata-ratakan berdasarkan jumlahnya. Kapasitas pengangkutan untuk setiap kelas butir adalah potensi transportasi dikalikan dengan persentase kelas butir di dasar sungai. Karena itu, total kapasitas transportasi adalah (*HEC-RAS v4.1 reference manual*, p13.7):

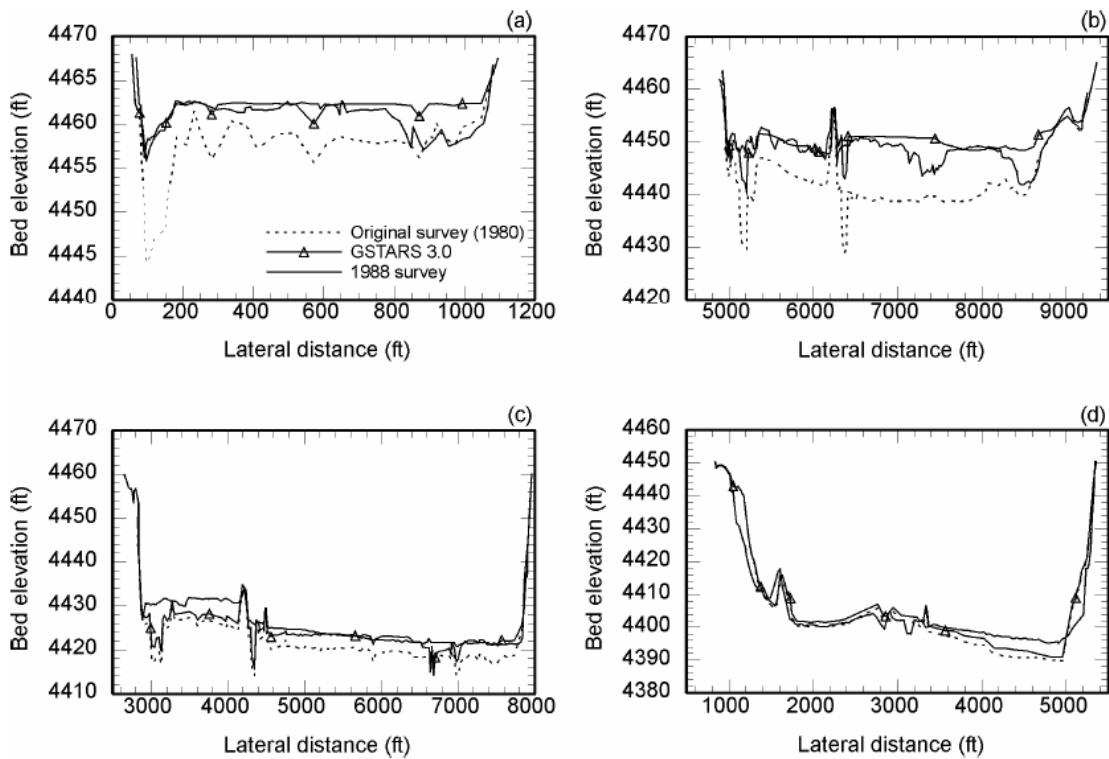
$$T_c = \sum_{j=1}^n \beta_j T_j. \quad (2-33)$$

dengan:  $T_c$  adalah Total kapasitas pengangkutan,  $n$  adalah jumlah ukuran butir kelas,  $B_j$  adalah persentase lapisan aktif yang tersusun dari bahan dalam kelas ukuran butiran "j", dan  $T_j$  adalah potensi Transportasi yang dihitung untuk bahan di kelas butir "j". Ini didasarkan pada asumsi klasik Einstein (1950) bahwa debit sedimen dari kelas ukuran adalah sebanding dengan kelimpahan pecahan kelas ukuran di dasar sungai (Vanoni, 1975).

Persamaan kontinuitas diterapkan pada masing-masing kelas butir secara terpisah. Total Kapasitas tidak digunakan dimanapun dalam program. Kapasitas yang dihitung adalah dibandingkan dengan pasokan untuk setiap kelas butir dan surplus atau defisit ditentukan untuk kelas butir itu.



Gambar 2, 5 Keluaran Model Geometri HEC-RAS



**Gambar 2. 6 Keluaran Penampang Melintang Model HEC-RAS**

### 2.7. Kalibrasi Metode *Root Mean Square Error* (RMSE)

RMSE adalah metode alternatif untuk mengevaluasi teknik peramalan yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi hasil prakiraan suatu model. RMSE merupakan nilai rata-rata dari jumlah kuadrat kesalahan, juga dapat menyatakan ukuran besarnya kesalahan yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan. Nilai RMSE rendah menunjukkan bahwa variasi nilai yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan mendekati variasi nilai observasinya (Sisinggih 2017).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{obs} - X_{mod})^2} ..... (2- 34)$$

dengan:

$X_{obs}$  = dasar sungai hasil pengamatan di lapangan (m)

$X_{mod}$  = dasar sungai hasil pemodelan (m)

n = jumlah data

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi daerah studi dilakukan di Bendungan Wlingi, Kecamatan Talun, Kabupaten Blitar, Propinsi Jawa Timur. Secara geografis Bendungan Wlingi terletak pada koordinat  $8^{\circ}08'25,2''$  Lintang Selatan,  $112^{\circ}15'5,9''$  Bujur Timur dan terbentang diantara  $8^{\circ}08'28,6''$  sampai dengan  $8^{\circ}08'51,38''$  Lintang Selatan dan  $112^{\circ}14'53,31''$  sampai dengan  $112^{\circ}13'49,90''$  Bujur Timur.



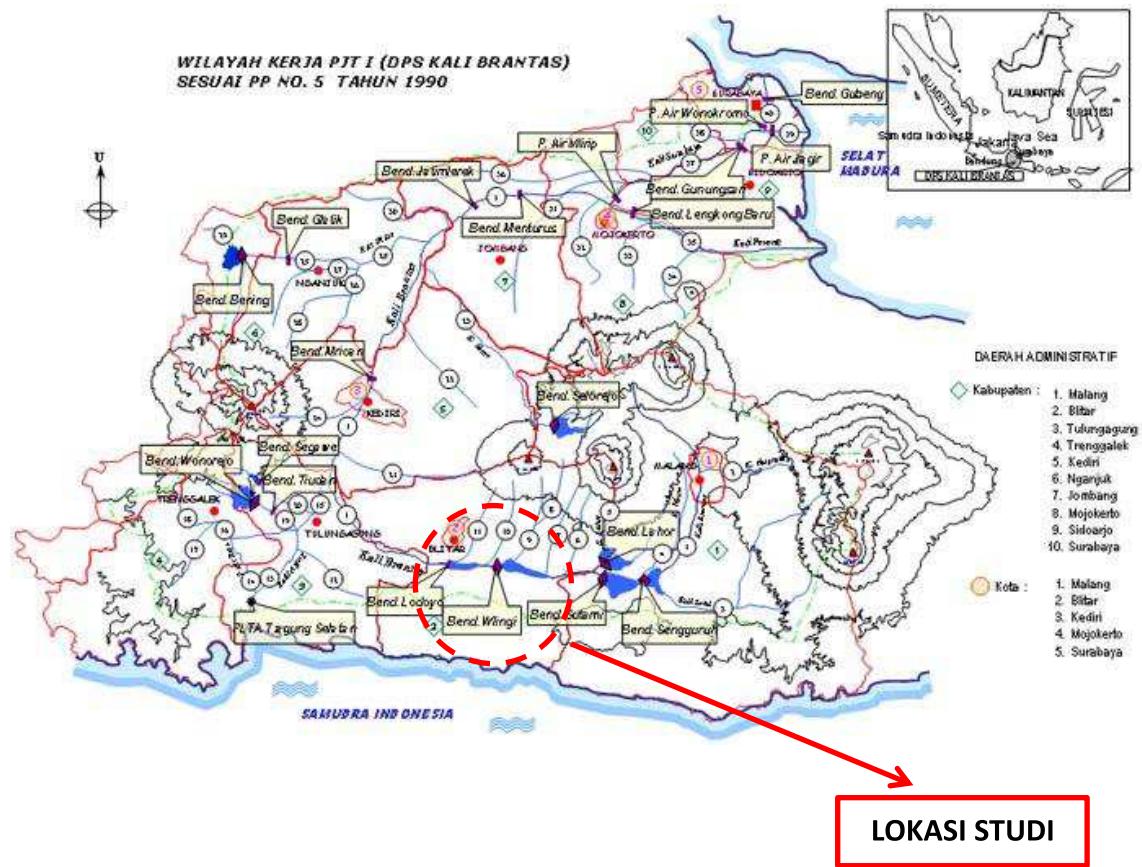
**Gambar 3. 1 Bendungan dan Waduk Wlingi**

Sumber : Perum Jasa Tirta I

Bendungan Wlingi mempunyai daerah tangkapan hujan seluas  $2.890 \text{ km}^2$ . Fungsi dari Waduk Wlingi adalah untuk tempat pengambilan dan penyedia air untuk irigasi daerah Lodoyo – Tulungagung Timur dengan mengairi sawah pertanian seluas 15.132 ha, pengatur debit air PLTA Sutami dan pembangkit listrik dengan daya terpasang  $2 \times 27 \text{ MW}$  (2 mesin turbin), pengendalian banjir serta diharapkan pula Waduk Wlingi ini sebagai tempat penyimpanan sementara material letusan Gunung Kelud.

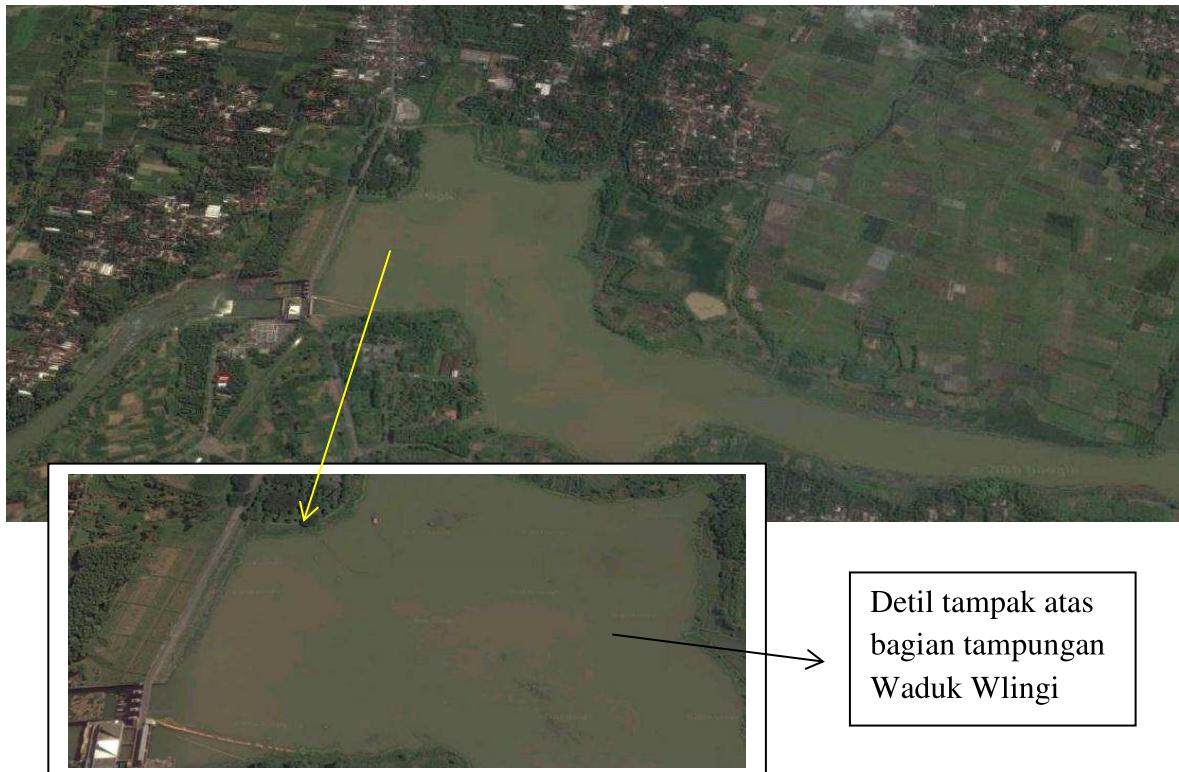
Bendungan Wlingi merupakan hilir (*downstream*) dari Bendungan Sutami, sehingga segala *inflow* yang masuk ke Bendungan Wlingi dipengaruhi juga oleh pola operasi Bendungan Sutami. Pengaruh lainnya berasal dari daerah tangkapan sepanjang sungai Brantas pada bagian Bendungan Sutami hingga Bendungan Wlingi. Sepanjang aliran sungai antara Bendungan Sutami hingga Bendungan Wlingi terdapat anak-anak sungai yaitu; Sungai Tuwo, Sungai Wonokirun, Sungai Jombrang, Sungai Umbulsongo, Sungai Batangan, Sungai Gudel, Sungai Kebo, Sungai Ewoh, Sungai Lekso, Sungai Jari, Sungai Ganggang.

Waduk Wlingi menampung air dari Kali Lekso dan Kali Jari. Waduk Wlingi merupakan waduk yang ukurannya relatif kecil, permukaan waduk ini sering mengalami fluktuasi tergantung dari pasokan dan kebutuhan air untuk pengairan sawah bagian hilir.



**Gambar 3.2 Lokasi Studi Bendungan Wlingi**

Sumber : Perum Jasa Tirta I



**Gambar 3. 3 Kondisi Sedimentasi di Waduk Wlingi via Google Earth tahun 2016**

Sumber: Perum Jasa Tirta I



**Gambar 3. 4 Kondisi Sedimen di Waduk Wlingi, bulan Maret tahun 2016**

Sumber: Perum Jasa Tirta I

### 3.2. Pengumpulan Data

Dalam penyusunan studi ini diperlukan data-data yang mendukung. Data yang diperlukan dalam studi ini adalah:

- a. Data teknis Bendungan Wlingi
- b. Data historis sedimen Waduk Wlingi
- c. Peta *background image* untuk area studi
- d. Data geometri sungai (*long section* dan *cross section*)
- e. Data debit *inflow*
- f. Data debit penggelontoran
- g. Data *grain size analysis sediment* Waduk Wlingi
- h. Paket program *Hydrologic Engineering Center-River Analysis System* (HEC-RAS)

### **3.2.1. Data Teknis Bendungan Wlingi**

- **Waduk**

a. Sungai	:	Kali Brantas
b. Luas Daerah Aliran Sungai	:	2.890 km <sup>2</sup>
c. Curah hujan tahunan rata-rata	:	2.227 mm (tahun 1951-1962)
d. Debit bulanan rata-rata	:	109,1 m <sup>3</sup> /det (tahun 1951 -1962)
e. Kapasitas waduk total	:	24.000.000 m <sup>3</sup> (tahun 1977)
f. Kapasitas waduk total	:	4.854.000 m <sup>3</sup> (tahun 2013)
g. Kapasitas waduk efektif	:	5.200.000 m <sup>3</sup> (tahun 1977)
h. Kapasitas waduk efektif	:	2.048.000 m <sup>3</sup> (tahun 2013)
i. Kapasitas sedimen rencana	:	18.800.000 m <sup>3</sup> (tahun 1979)
j. Luas waduk pada MAT	:	3,8 km <sup>2</sup>
k. Debit banjir rencana (Q <sub>200</sub> )	:	2.824 m <sup>3</sup> /det
l. Muka air banjir (MAB)	:	164,50 m
m. Muka air tinggi (MAT)	:	163,50 m
n. Muka air rendah (MAR)	:	162,00 m

- **Bendungan Utama**

a. Tipe	:	timbunan batu dengan inti tanah
b. Tinggi Bendungan	:	28,50 m
c. Elevasi Puncak Bendung	:	El. 167,50 m
d. Panjang Puncak Bendung	:	475 m
e. Lebar Puncak Bendung	:	8 m
f. Volume Bendungan	:	630.000 m <sup>3</sup>

- **Bangunan Pelimpah / Spillway**

a. Tipe	:	pelimpah berpintu
b. Kapasitas	:	2.824 m <sup>3</sup> /det (periode ulang 200 tahun)

- c. Jumlah Pintu : 4
- d. Elevasi Puncak Ambang : El. 153,50 m
- e. Lebar Puncak Ambang : 4 @ 10,7 m

### 3.2.2. Data Historis Sedimen Waduk Wlingi

Berikut adalah data perubahan historis kapasitas Waduk Wlingi yang terjadi pada tahun 1977 sampai dengan tahun 2015.

**Tabel 3. 1 Perubahan Historis Kapasitas Waduk Wlingi**

Tahun Survai	Kapasitas Tampungan Total		Kapasitas Tampungan Efektif		Kapasitas Tampungan Mati	
	Volume (juta m <sup>3</sup> )	Persen (%)	Volume (juta m <sup>3</sup> )	Persen (%)	Volume (juta m <sup>3</sup> )	Persen (%)
1977	24,00	100,0	5,20	100,0	18,80	100,0
Jan. 1990	4,60	19,2	2,20	42,3	2,40	12,8
Letusan Gunung Kelud pada Bulan Pebruari 1990						
Ags. 1991	4,77	19,9	2,34	45,0	2,43	12,9
Mar.1995	4,63	19,3	1,33	25,7	3,29	17,5
2004	4,41	18,4	2,01	38,6	2,41	12,8
2006	4,00	16,7	2,02	38,9	1,98	10,5
Letusan Gunung Kelud pada Bulan Pebruari 2014						
2015	2,20	9,17	1,01	19,4	1,19	6,33

Sumber: 1) *The Brantas River Rehabilitation Project, Supporting Report I, Evolution of River Dredging Works in Wlingi and Proposed Further Dredging Plan for Wlingi and Lodoyo Reservoirs, December 1996*; 2) PERUM JASA TIRTA (PJT) I

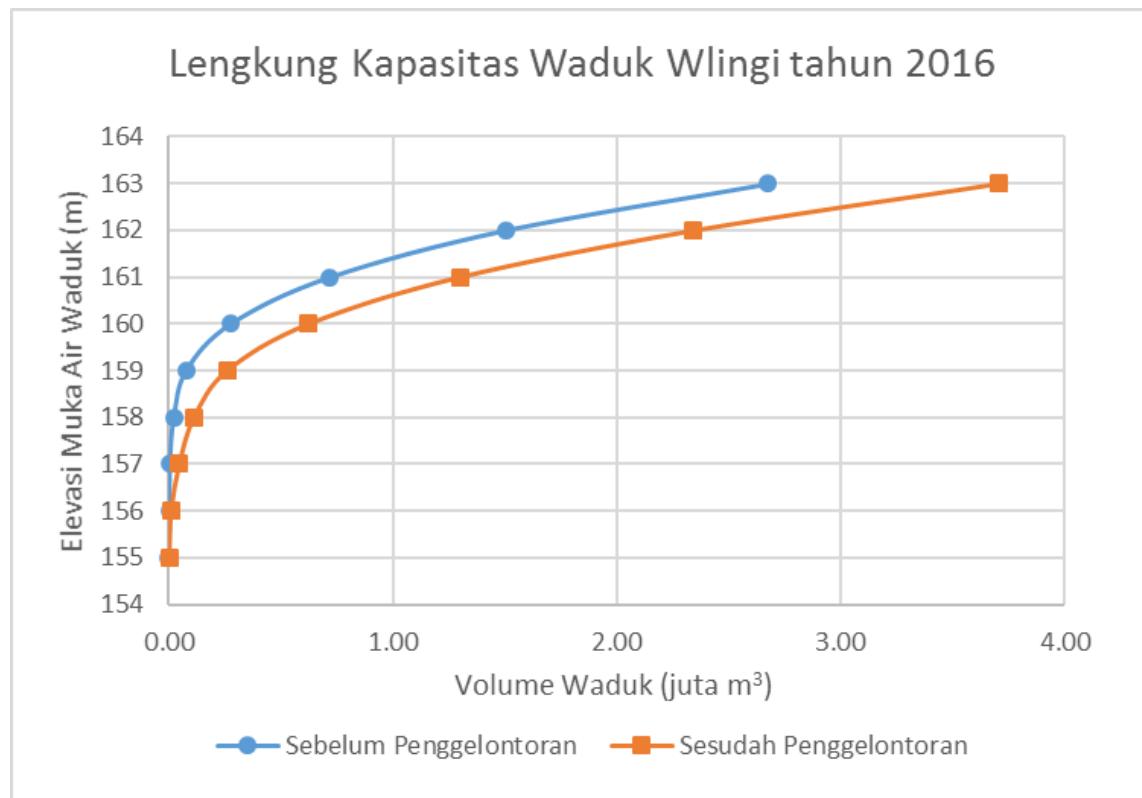
Sebelum dan sesudah dilaksanakannya *flushing* dilakukan terlebih dahulu kegiatan pengukuran volume waduk dengan *echosounding*. Sehingga dapat dihitung besarnya volume sedimen yang ter-*flushing*.

**Tabel 3. 2 Volume Tampungan Waduk Wlingi Sebelum dan Sesudah *Flushing* Tahun 2016**

Elevasi (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	
	Sebelum	Sesudah
163,00	2.676.790	3.703.290
162,00	1.503.047	2.342.748
161,00	719.311	1.298.603
160,00	276.127	624.700
159,00	76.509	261.428
158,00	20.881	113.480
157,00	3.214	47.582
156,00	987	11.177
155,00	63	1.422

Sumber: Perum Jasa Tirta I

Apabila digambarkan dalam lengkung kapasitas tampungan waduk, dapat dilihat pada Gambar 3.6.

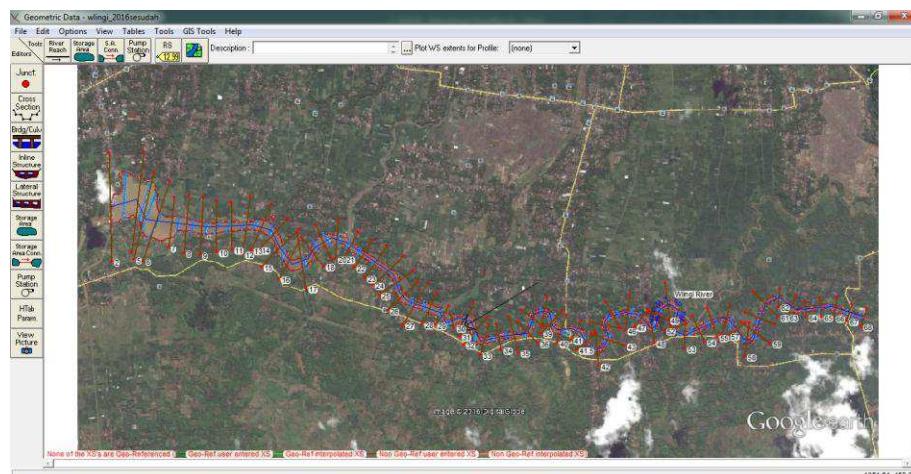


**Gambar 3.5 Lengkung Kapasitas Waduk Wlingi Sebelum dan Sesudah *Flushing* Tahun 2016**

Sumber: Perum Jasa Tirta I

### 3.2.3. Data *Background Image* Waduk Wlingi

Data *background image* yang diambil untuk penelitian ini bersumber dari peta google earth tahun 2017. Berikut adalah peta citra satelit yang sudah diinput pada simulasi HEC-RAS.

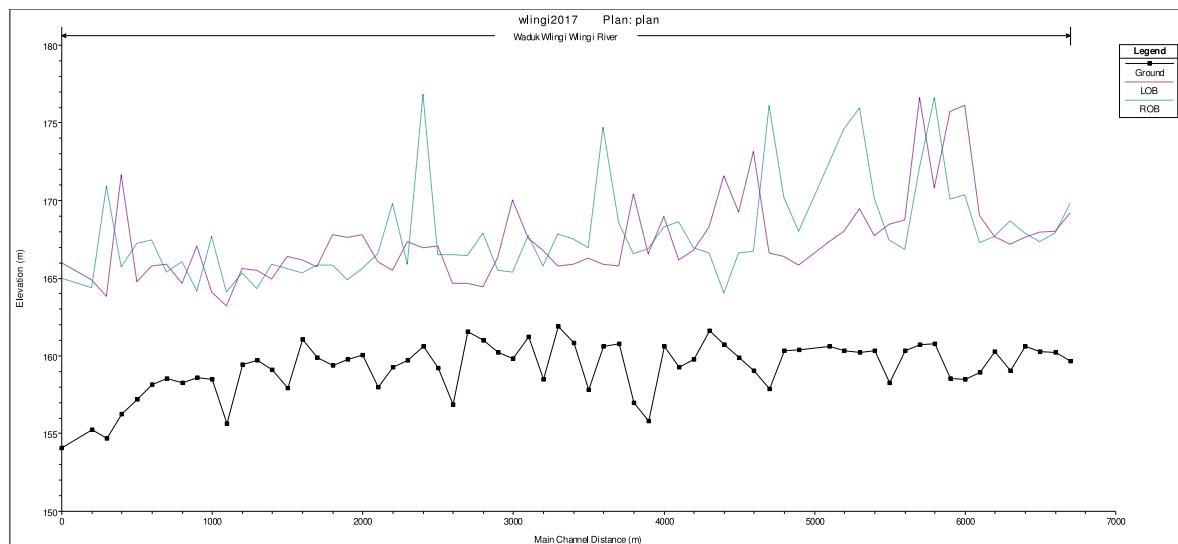


**Gambar 3.6 Peta *Background Image* Waduk Wlingi**

Sumber: Google Earth (2016)

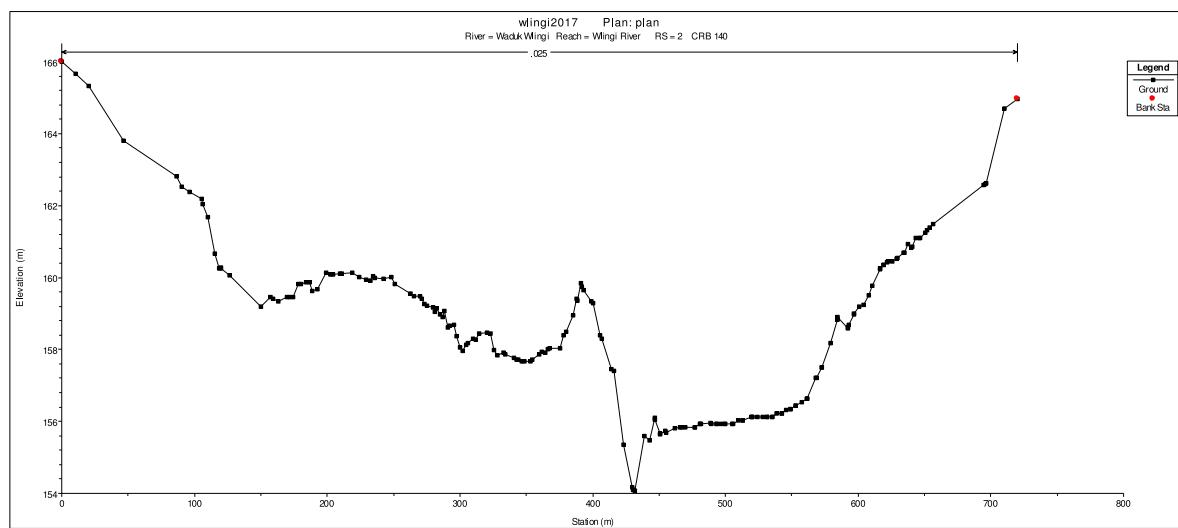
### 3.2.4. Data Geometri Waduk Wlingi

Data geometri yang digunakan untuk masukkan atau input untuk model analisa numerik HEC-RAS adalah data potongan memanjang dan melintang, berikut adalah data potongan memanjang dari Sungai Brantas.

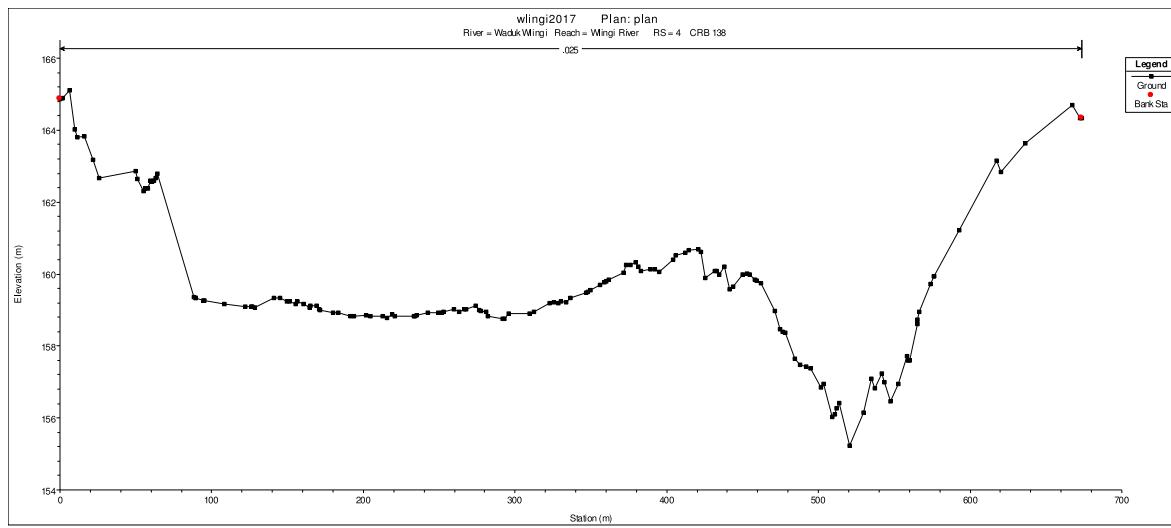


**Gambar 3. 7 Potongan Memanjang Kali Brantas dengan Hilir Bendungan Wlingi**

Berikut adalah beberapa potongan melintang yang sudah diinput pada HEC-RAS.



**Gambar 3. 8 Potongan Melintang Sungai Brantas pada Patok CRB 140**



**Gambar 3.9 Potongan Melintang Sungai Brantas pada Patok CRB 138**

### 3.2.5. Data Debit Inflow

Data debit *inflow* pada Sungai Brantas ini didapat dari Perum Jasa Tirta pada tahun 2016. Berikut adalah tabulasi debit *inflow*.

Tabel 3.3 Data Debit *Inflow* Waduk Wlingi Tahun 2016

LAPORAN HARIAN PENGAMATAN OPERASI WADUK WLINGI

Sumber: Perum Jasa Tirta I, 2016

Lanjutan Tabel 3.3 Data Debit *Inflow* Waduk Wlingi Tahun 2016

LAPORAN HARIAN PENGAMATAN OPERASI WADUK WLINGI

Sumber: Perum Jasa Tirta I, 2016

**Lanjutan Tabel 3. 3 Data Debit *Inflow* Waduk Wilngi Tahun 2016**

**LAPORAN HARIAN PENGAMATAN OPERASI WADUK WLNGI**

Jam	Bukaan Pintu (Cm')						Debit Outflow (m <sup>3</sup> /dt)						Keterangan			Tanggal : 26 Maret 2016			
	Spillway			Beban (MW)			Irigasi			Flap Gate			Volume Waduk X1000(m <sup>3</sup> )		Debit Inflow (m <sup>3</sup> /dtk)	Energi (MWh)	Outflow K.Kates (m <sup>3</sup> /dtk)		
	RWL (m')	IRR	ESC	FG	1	2	3	4	I	II	III	IV	I	II	I	II			
01.00	162.70	66	42		40	40			12.56	0.00	0.00	65.92	78.48	3.679	187.37				
02.00	163.00	62	42		40	40			12.54	0.00	0.00	67.02	79.56	4.098	195.95				
03.00	163.25	60	42		40	40			12.68	0.00	0.00	67.92	80.60	4.467	183.10				
04.00	163.50	58	42		40	40			12.76	0.00	0.00	68.82	81.58	4.853	188.80				
05.00	163.50	64	42		90	90			12.76	0.00	0.00	170.84	183.60	4.853	183.60				
06.00	163.50	58	42		90	90			12.76	0.00	0.00	170.84	183.60	4.853	183.60				
07.00	163.50	58	42		90	90			12.76	0.00	0.00	170.84	183.60	4.853	183.60				
08.00	163.50	58	42	FG	50	50			12.76	0.00	0.00	19.92	134.34	167.02	4.853	167.02			
09.00	163.50	58	42	FG	50	50			12.76	0.00	0.00	19.92	134.34	167.02	4.853	167.02			
10.00	163.50	58	42		50	50			12.76	0.00	0.00	134.34	147.10	4.853	147.10				
11.00	163.50	58	42		50	50			12.76	0.00	0.00	134.34	147.10	4.853	147.10				
12.00	163.50	58	42		50	50			12.76	0.00	0.00	134.34	147.10	4.853	147.10				
13.00	163.50	58	42		50	50			12.76	0.00	0.00	134.34	147.10	4.853	147.10				
14.00	163.50	58	42		50	50			12.76	0.00	0.00	134.34	147.10	4.853	147.10				
15.00	163.46	58	42		60	60	0/10	0	12.69	42.40	0.00	109.90	164.99	4.790	147.49	10.0	129.01		
16.00	163.50	58	42		0	0	10	0/10	12.76	106.00	0.00	0.00	118.76	4.853	136.26	8.8	9.2	128.75	
17.00	163.50	58	42						20	20	12.76	210.00	0.00	0.00	222.76	19.3	19.2	129.22	
18.00	163.50	58	42						20	20	12.76	210.00	0.00	0.00	222.76	4.853	222.76	20.9	
19.00	163.45	58	42						20	20	12.67	210.00	0.00	0.00	222.67	4.775	201.00	19.9	
20.00	163.41	58	42						20	20	12.60	210.00	0.00	0.00	222.60	4.712	205.10	20.4	
21.00	163.28	60	42						20/24	20/22	12.74	226.17	0.00	0.00	238.91	4.512	183.35	22.6	
22.00	163.08	62	42						24	22	12.71	241.00	0.00	0.00	253.71	4.214	170.88	24.1	
23.00	162.89	64	42						24	22	12.65	241.00	0.00	0.00	253.65	3.941	177.82	23.5	
24.00	162.70	66	42						24	22	12.56	244.75	0.00	0.00	257.31	3.679	184.53	23.7	
Maks.	163.50	Jam											Total Energi	12.76	244.75	19.92	170.84	222.76	
Min.	162.70	24.00											kWh	370.400	0.00	78.48	136.26	124.26	
Rata2	163.34	10.00											kWh	12.71	80.89	1.66	76.35	171.61	128.35
													Grand Total Energi	17.391.900	kWh		RB Aktual :	47.80	

Sumber: Perum Jasa Tirta I, 2016

Lanjutan Tabel 3.3 Data Debit *Inflow* Waduk Wlingi Tahun 2016

LAPORAN HARIAN PENGAMATAN OPERASI WADUK WLINGI

Jam	RWL (m')	Bukaan Pintu (Cm')						Debit Outflow (m <sup>3</sup> /dt.)			Volume Waduk X1000(m <sup>3</sup> )	Debit Inflow (m <sup>3</sup> /dtik)	Energi (MWh)	Outflow K.Kates (m <sup>3</sup> /dtik)	Tanggal : 27 Maret 2016						
		Spillway			Beban (MW)																
		IRR	ESCI	FG	1	2	3	4	I	II	Irigasi	Turbin	Flap Gate	Spl way	Total						
01.00	162,74	64	66					15	15	12.65	162,76	0,00	0,00	175,41	3.734	190,69	16,4	15,8	130,01	Pola :	
02.00	162,76	66	42					15	15	12,70	162,76	0,00	0,00	175,46	3,761	182,96	17,1	16,4	130,86	Go.Irigasi :	
03.00	162,78	66	42					15	15	12,75	162,76	0,00	0,00	175,51	3,789	183,29	15,3	15,0	130,01	Go.Turbine :	
04.00	162,80	66	42					15	15	12,80	162,76	0,00	0,00	175,56	3,816	183,06	16,1	16,1	130,15	Go Total :	
05.00	162,82	64	42					15	15	12,50	162,76	0,00	0,00	175,26	3,844	183,04	15,4	15,5	130,59	Energy :	
06.00	162,82	64	42					15	15	12,50	162,76	0,00	0,00	175,26	3,844	175,26	15,6	15,8	129,48	GO Kates :	
07.00	162,80	66	42					15	15	12,80	162,76	0,00	0,00	175,56	3,816	167,78	16,3	16,6	128,91	R. B :	
08.00	163,02	62	42					15	15	12,58	106,67	0,00	0,00	119,25	4,127	205,64	15,3	5,5	103,67	43,25 m <sup>3</sup> /dtik	
09.00	163,37	58	42					15	0	12,52	78,50	0,00	0,00	91,02	4,650	236,30	12,9	0,0	57,90	00,01 = 15+15 MW	
10.00	163,49	58	42					15,26	0	12,75	95,18	0,00	0,00	107,93	4,837	159,87	16,6	0,0	57,46	07,20 = 15 MW	
11.00	163,50	58	42					26	0	12,76	131,50	0,00	0,00	144,26	4,853	148,70	25,9	0,0	58,17	09,40 = 26 MW	
12.00	163,47	58	42					26	0	12,71	131,50	0,00	0,00	144,21	4,806	131,15	26,2	0,0	58,87	11,30= PLN Nyala	
13.00	163,42	58	42					26	0	12,62	131,50	0,00	0,00	144,12	4,727	122,18	26,0	0,0	59,44	13,41= 12 + 0 MW	
14.00	163,50	58	42					26/12	0	12,76	109,66	0,00	0,00	122,42	4,853	157,42	13,5	0,0	57,58	15,10= 20 MW	
15.00	163,50	58	42					12	12,76	62,50	0,00	0,00	75,26	4,853	75,26	12,7	0,0	58,56	14,30= Lapor PIN Gangguan V=350V		
16.00	163,50	58	42					12/20	12,76	94,17	0,00	0,00	106,93	4,853	106,93	18,3	0,0	58,99	15,30= Listrik padam		
17.00	163,50	58	42					20	12,76	100,50	0,00	0,00	113,26	4,853	113,26	20,0	0,0	58,56	17,03= 20 + 20 MW		
18.00	163,22	60	42					20	0/20	12,62	200,37	0,00	0,00	212,99	4,421	92,99	20,5	17,9	115,11	21,01= 14+14 MW	
19.00	163,07	62	42					20	20	12,68	210,00	0,00	0,00	222,68	4,200	161,29	19,6				
20.00	162,86	64	42					20	20	12,59	213,50	0,00	0,00	226,09	3,899	142,48	19,8				
21.00	162,65	68	42					20	20	12,77	213,50	0,00	0,00	226,27	3,613	146,83	19,6				
22.00	162,62	43						14	14	12,70	155,50	0,00	0,00	168,20	3,573	157,09	16,2				
23.00	162,61	43						14	14	12,67	155,50	0,00	0,00	168,17	3,559	164,28	14,4				
24.00	162,61	43						14	14	12,67	155,50	0,00	0,00	168,17	3,559	168,17	14,3				
Maks.	163,50	Jam						Total Energi			12,80	213,50	0,00	0,00	226,27						
Min.	162,61	24,00	:					659,500 kWh			12,50	62,50	0,00	0,00	75,26						
Rata2	163,06	10,00	:					Grand Total Energi			KWh	12,68	145,20	0,00	0,00	156,50	156,50	91,91	RB Aktual :	64,59	

Sumber: Perum Jasa Tirta I, 2016

### 3.2.6. Data Debit Penggelontoran

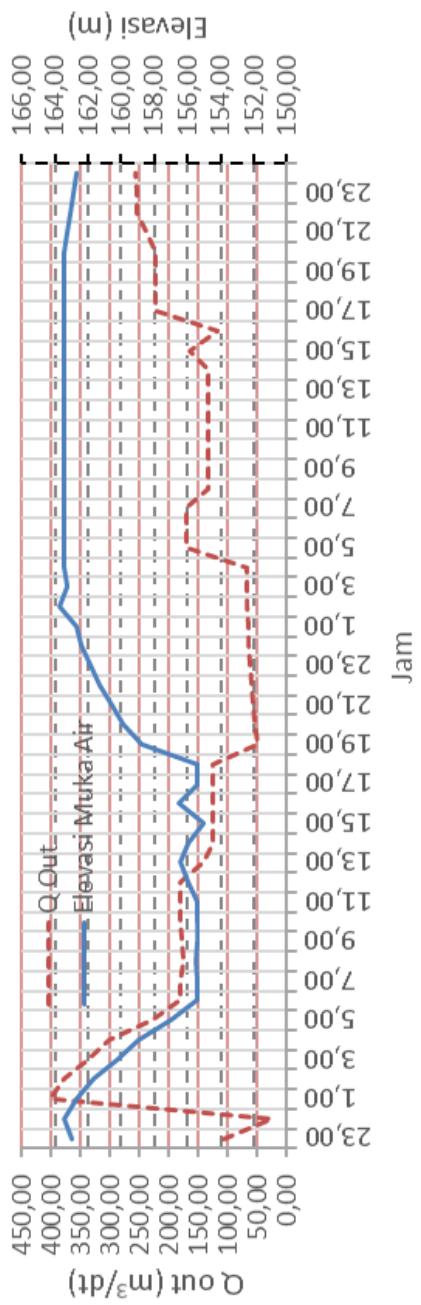
Tabel 3.5 menunjukkan debit dan elevasi muka air pada saat penggelontoran Waduk Wlingi yang dilakukan pada tanggal 24 sampai dengan 26 Maret 2016, dan Gambar 3.9 menunjukkan grafik penggelontoran Waduk Wlingi yang dilakukan pada tanggal 24 sampai dengan 26 Maret 2016.

Grafik dibawah menjelaskan bahwa penggelontoran waduk wlingi dilakukan selama 41 jam atau mulai jam 23.00 tanggal 24 Maret 2016 sampai jam 15.00 tanggal 26 Maret 2016. Pada awal jam 23.00-24.00 tanggal 24 Maret 2016 menunjukkan elevasi muka air pada +163,02 m masih mengalami kenaikan, ini disebabkan oleh penutupan pintu *flushing*. Pada jam 24.00-01.00 dijelaskan bahwa dimulainya penggelontoran sedimen dengan ditandainya penurunan muka air pada elevasi +163,50 m menjadi +162,70 m dengan cara pembukaan pintu *flushing* secara bertahap. Hal ini juga ditunjukkan dengan elevasi muka air yang mulai menurun dan mengalami fluktuasi pada jam 11.00-18.00 tanggal 25 Maret 2016. Pada jam 18.00 tanggal 25 Maret 2016 pintu *flushing* ditutup kembali untuk proses penyetabilan muka air sehingga ditandai dengan kenaikan elevasi muka air pada jam 18.00-05.00 tanggal 25-26 Maret 2016. Pintu *flushing* kembali dibuka pada jam 07.00 tanggal 26 Maret 2016 secara bertahap dan ditutup untuk mengakhiri proses penggelontoran pada jam 15.00 tanggal 26 Maret 2016.

Data yang digunakan untuk skenario A adalah data dengan waktu penggelontoran 41 jam atau dengan total waktu 49 jam dengan masa pengisian waduk dan data yang digunakan untuk skenario B adalah data dengan waktu penggelontoran 48 jam atau dengan total waktu 56 dengan masa pengisian waduk.

Tabel 3. 4 Penggelontoran Wadduk Whingi tanggal 24 sampai dengan 26 Maret 2016(Skenario A)

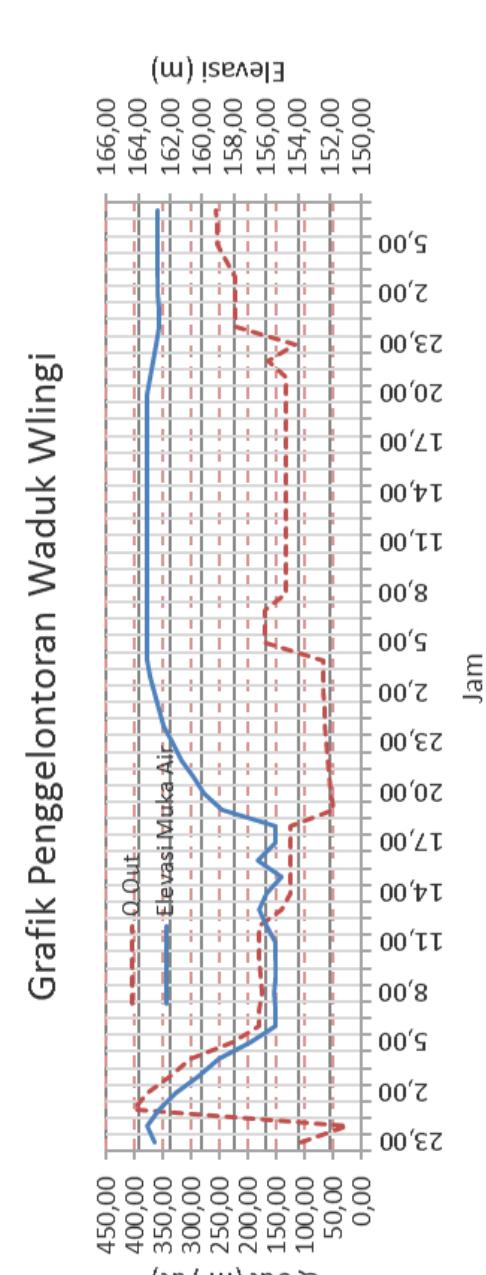
## Grafik Pengelontoran Waduk Wlingi



Gambar 3.10 Grafik Pengelontoran Waduk Wlingi tanggal 24 sampai dengan 26 Maret 2016 (Skenario A)

Lanjutan Tabel 3. 4 Penggelontoran Waduk Wlingi tanggal 24 sampai dengan 27 Maret 2016 (Skenario B)

Realisasi	Tanggali	Q Out	Efeksi Mukai Air	Uraian	Pengelontoran (48 Jam)		PLTA Wilingi Stop Operasi (45 Jam)		PLTA Operasi		
					(m³/s)	m	(Durasi)	24-Mar	25-Mar	26-Mar	27-Mar
107,34	163,02	26,82	30,01-12	161,70	377,60	229,20	157,00	182,16	155,40	179,02	155,50
402,24	162,70	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	181,99	155,40	180,33	155,40
301,24	159,00	3,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	141,49	156,40	125,94	156,00
301,00	159,00	2,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	180,67	155,40	125,61	155,40
180,00	156,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	180,00	158,80	123,18	155,40
49,52	159,00	18,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	62,92	161,30	67,02	162,40
57,68	159,00	19,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	67,92	163,25	68,82	163,50
45,64	158,80	18,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	67,02	163,50	134,34	163,50
50,54	160,60	19,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	62,92	161,30	134,34	163,50
59,92	162,70	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	170,84	163,50	134,34	163,50
65,18	162,40	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	170,84	163,50	134,34	163,50
65,92	162,70	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	170,84	163,50	134,34	163,50
77,92	161,30	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	67,02	163,50	134,34	163,50
88,82	163,25	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	67,92	163,50	134,34	163,50
88,82	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	170,84	163,50	134,34	163,50
95,92	162,40	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	170,84	163,50	134,34	163,50
103,18	162,70	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	170,84	163,50	134,34	163,50
113,41	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	134,34	163,50	134,34	163,50
113,41	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	134,34	163,50	134,34	163,50
119,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	134,34	163,50	134,34	163,50
118,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	118,76	162,70	222,67	162,76
118,76	162,70	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	222,67	162,76	222,67	162,76
119,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	118,76	162,70	222,67	162,74
119,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	118,76	162,70	222,67	162,80
120,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	118,76	162,70	222,67	162,82
121,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	118,76	162,70	222,67	162,84
121,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	118,76	162,70	222,67	162,86
121,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	118,76	162,70	222,67	162,88
121,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	118,76	162,70	222,67	162,90
121,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	118,76	162,70	222,67	162,92
121,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	118,76	162,70	222,67	162,94
121,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	118,76	162,70	222,67	162,96
121,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	118,76	162,70	222,67	162,98
121,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	118,76	162,70	222,67	163,00
121,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	118,76	162,70	222,67	163,02
121,00	163,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	107,34	163,02	24-Mar	25-Mar



Gambar 3.10 Grafik Pengelontoran Waduk Wlingi tanggal 24 sampai dengan 27 Maret 2016 (Skenario B)

### 3.2.7. Data Grain Size Analysis Sediment

Pengambilan sampel sedimen inti dilakukan secara acak pada lokasi yang mewakili sebaran sedimen di waduk. Lokasi pengambilan sampel sedimen Waduk Wlingi dapat dilihat pada Gambar 3.11.

Data hasil *sampling* sedimen diujikan ke laboratorium untuk mendapatkan karakteristik dan sifat fisik-kimiawi. Tabel 3.6 sampai dengan 3.7 menunjukkan rekapitulasi hasil *grain size analysis* material sedimen hasil sounding Bendungan Wlingi pada tahun 2017.

**Tabel 3. 5 Distribusi Hasil Pengujian *Grain Size Analysis* Material Sedimen Hasil Sounding Bendungan Wlingi (Sebelum Flushing) 17 April 2017**

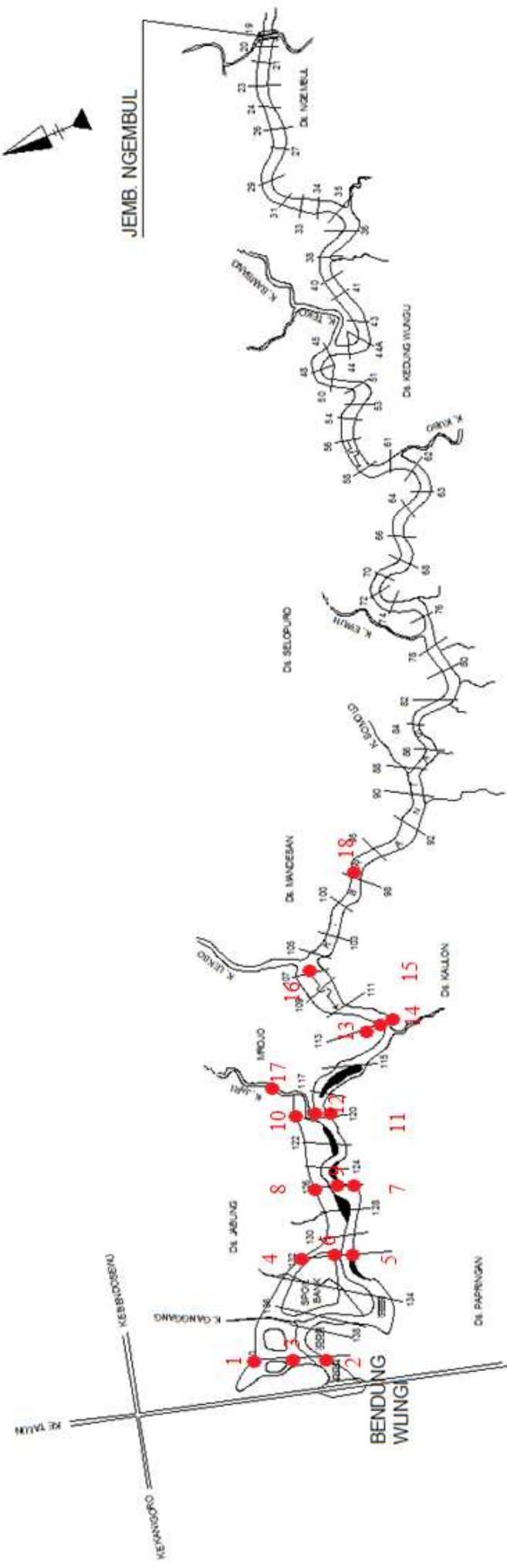
No	Nomor Titik	Sand 0,074 - 2,00 mm %	Silt 0,005 - 0,074 mm %	Clay 0,001 - 0,005 mm %	Max Size mm	D. 60 mm	D. 30 mm	D. 10 mm	S. G	Keterangan
1	: CRB 140 - Kiri	3.10%	80.94%	15.96%	2.000	0.032	0.012	0.002	2.587	Silt Loam
2	: CRB 140 - Tengah	13.18%	76.63%	10.19%	2.000	0.055	0.035	0.004	2.782	Silt Loam
3	: CRB 140 - Kanan	0.46%	61.40%	38.14%	2.000	0.010	0.003	0.000	2.784	Silty Clay Loam
4	: CRB 134 - Kiri	2.09%	80.99%	16.93%	2.000	0.029	0.010	0.002	2.687	Silt Loam
5	: CRB 134 - Tengah	2.68%	78.04%	19.28%	2.000	0.038	0.010	0.000	2.557	Silt Loam
6	: CRB 134 - Kanan	3.61%	68.29%	28.10%	2.000	0.019	0.005	0.000	2.592	Silty Clay Loam
7	: CRB 128 - Kiri	1.75%	81.16%	17.09%	2.000	0.032	0.010	0.001	2.775	Silt Loam
8	: CRB 128 - Tengah	88.89%	4.29%	6.82%	2.000	0.165	0.117	0.063	3.240	Loamy Sand
9	: CRB 128 - Kanan	33.38%	45.23%	21.39%	2.000	0.052	0.009	0.000	2.672	Loam
10	: CRB 120 - Kiri	94.94%	0.00%	5.06%	2.000	0.182	0.129	0.089	3.409	Sand
11	: CRB 120 - Tengah	96.85%	0.00%	3.15%	2.000	0.212	0.146	0.114	3.174	Sand
12	: CRB 120 - Kanan	22.90%	66.09%	11.01%	2.000	0.059	0.035	0.004	3.194	Silt Loam
13	: CRB 115 - Kiri	16.67%	66.35%	16.97%	2.000	0.043	0.012	0.000	2.853	Silt Loam
14	: CRB 115 - Tengah	9.04%	65.31%	25.65%	2.000	0.037	0.006	0.000	3.252	Silt Loam
15	: CRB 115 - Kanan	2.31%	80.03%	17.66%	2.000	0.036	0.013	0.000	2.699	Silt Loam
16	: CRB 107 - Kiri	36.64%	49.75%	13.61%	2.000	0.069	0.028	0.002	2.873	Loam
17	: CRB 107 - Tengah	33.74%	49.61%	16.65%	2.000	0.067	0.032	0.000	2.792	Loam
18	: CRB 107 - Kanan	98.50%	0.00%	1.50%	2.000	0.541	0.326	0.214	3.311	Sand

Sumber: Perum Jasa Tirta I

**Tabel 3. 6 Distribusi Hasil Pengujian *Grain Size Analysis* Material Sedimen Hasil Sounding Bendungan Wlingi (Setelah Flushing) 27 April 2017**

No	Nomor Titik	Sand 0,074 - 2,00 mm %	Silt 0,005 - 0,074 mm %	Clay 0,001 - 0,005 mm %	Max Size mm	D. 60 mm	D. 30 mm	D. 10 mm	S. G	Keterangan
1	: Section WL 140 - Kiri	0.90%	75.15%	23.95%	2.000	0.021	0.007	0.000	2.500	Silt Loam
2	: Section WL 140 - Tengah	0.69%	77.97%	21.34%	2.000	0.023	0.008	0.000	2.503	Silt Loam
3	: Section WL 140 - Kanan	13.70%	69.14%	17.16%	2.000	0.044	0.015	0.000	2.550	Silt Loam
4	: Section WL 134 - Kiri	2.84%	80.63%	16.53%	2.000	0.029	0.009	0.002	2.536	Silt Loam
5	: Section WL 134 - Tengah	12.55%	72.04%	15.41%	2.000	0.045	0.013	0.001	2.492	Silt Loam
6	: Section WL 134 - Kanan	0.81%	76.70%	22.49%	2.000	0.026	0.007	0.000	2.523	Silt Loam
7	: Section WL 128 - Kiri	1.54%	70.00%	28.46%	2.000	0.019	0.005	0.000	2.526	Silty Clay Loam
8	: Section WL 128 - Tengah	83.41%	6.81%	9.78%	2.000	0.199	0.118	0.007	2.819	Loamy Sand
9	: Section WL 128 - Kanan	6.65%	75.43%	17.92%	2.000	0.040	0.009	0.000	2.449	Silt Loam
10	: Section WL 120 - Kiri	4.31%	78.50%	17.19%	2.000	0.043	0.011	0.000	2.512	Silt Loam
11	: Section WL 120 - Tengah	95.85%	4.14%	0.01%	2.000	0.187	0.130	0.089	3.268	Sand
12	: Section WL 120 - Kanan	12.98%	67.43%	19.59%	2.000	0.049	0.013	0.000	2.602	Silt Loam
13	: Section WL 115 - Kiri	13.27%	69.62%	17.11%	2.000	0.049	0.014	0.001	2.596	Silt Loam
14	: Section WL 115 - Tengah	99.98%	0.01%	0.01%	2.000	0.428	0.269	0.151	2.831	Sand
15	: Section WL 115 - Kanan	83.81%	9.83%	6.36%	2.000	0.147	0.095	0.054	3.103	Loamy Sand
16	: Section WL 107 - Kiri	4.87%	74.03%	21.10%	2.000	0.020	0.007	0.001	2.530	Silt Loam
17	: Section WL 107 - Tengah	99.12%	0.88%	0.01%	2.000	0.393	0.252	0.140	3.074	Sand
18	: Section WL 107 - Kanan	65.33%	25.16%	9.52%	2.000	0.115	0.066	0.006	2.703	Sandy Loam

Sumber: Perum Jasa Tirta I



Gambar 3. 11 Lokasi Pengambilan Sampel Sedimen Waduk Wlingi

Sumber: Perum Jasa Tirta I

### 3.3. Metode Analisis

Dalam penggerjaan tesis ini ada langkah-langkah atau tahapan penggerjaan yang diperlukan untuk memperoleh hasil (*output*) penelitian. Secara garis besar urutan penggerjaan tesis ini terbagi menjadi dua tahap yaitu:

1. Simulasi aliran 2 dimensi menggunakan aplikasi HEC-RAS
2. Perhitungan efisiensi penggelontoran sedimen

#### 3.3.1. Pengolahan Data pada HEC-RAS

Pada tahap penggerjaan simulasi menggunakan HEC-RAS ini bisa dikatakan proses yang utama pada tesis ini karena hampir keseluruhan hasil dari simulasi berawal dari penggerjaan HEC-RAS ini. Berikut adalah tahapan penggerjaan simulasinya:

1. *Input* (pemasukan) data geometri (*geometric data*)

Data awal yang digunakan dalam proses penggerjaan HEC-RAS adalah data *background image*. Data ini digunakan dalam proses peniruan geometri Kali Brantas mulai dari patok CRB19 (hulu) sampai dengan CRB140 (hilir). Kemudian data kedua yang digunakan adalah data geometri sungai berupa potongan melintang dan potongan memanjang Kali Brantas mulai dari hulu sampai dengan hilir beserta dengan panjang antar penampangnya.

2. *Input* (pemasukan) data sedimen (*sediment boundary condition*)

Data yang digunakan untuk pemasukan data sedimen yaitu berupa kurva gradasi butiran sedimen yang didapatkan dari Perum Jasa Tirta I. Data yang dimasukkan pada HEC-RAS terdiri dari minimal elevasi dasar yang dapat tergerus pada sungai, batas kiri dan kanan sungai sebagai batas maksimal penggerusan, dan kurva gradasi butiran sedimen pada setiap potongan melintang yang diketahui. Untuk *boundary condition* pada data sedimen ini menggunakan *equilibrium load* dikarenakan tidak tersedia data *inflow* debit sedimen yang ada. Ada pula untuk pilihan *calibrate transport function* digunakan nilai *default* untuk kondisi eksisting yang nantinya parameter-parameter disinilah yang akan menjadi parameter yang digunakan untuk simulasi alternatif skenario selanjutnya.

3. *Input* (pemasukan) data aliran (*quasi-unsteady flow*)

Data yang digunakan untuk pemasukan data aliran sungai yaitu data debit *inflow* sebagai *boundary condition* di hulu dan data tinggi muka air sebagai *boundary condition* di hilir. Disinilah yang nantinya data *inflow* akan di *trial and error* untuk mendapatkan kondisi sedimen yang telah terkalibrasi.

4. Simulasi transport sedimen (*sediment transport simulation*)

Setelah *input* seluruh data dilakukan, maka dilakukan proses analisa transpor sedimen. Pada proses ini digunakan pilihan geometri, aliran, dan data sedimen yang telah dimasukkan pada proses sebelumnya, yang artinya dalam simulasi pertama akan mendapatkan hasil simulasi dalam kondisi eksisting. Kemudian akan didapatkan hasil tabulasi volume sedimen yang tergelontor. Hasil inilah yang akan dikalibrasi dengan data geometri sungai yang sudah ada atau melalui pengamatan volume sedimen.

5. Kalibrasi model

Dalam proses kalibrasi ini data yang akan dirubah supaya mendapatkan kondisi volume penggelontoran model dengan kondisi volume penggelontoran melalui pengamatan yang mendekati sama adalah parameter yang ada dalam fungsi kalibrasi dan modifikasi (*transport function calibration and modification*) pada pilihan di *sediment data*.

6. Simulasi skenario penggelontoran waduk

Setelah didapatkan variabel yang yang sudah terkalibrasi dengan kondisi eksisting maka dilakukan simulasi penggelontoran sedimen. Skenario yang dilakukan adalah dengan menaik turunkan nilai debit *inflow* dengan persentase 10% sampai dengan 30%. Sehingga dalam studi ini dilakukan masing masing 7 alternatif skenario pada skenario A dan B. Berikut adalah urutan pelaksanaan simulasi alternatif skenario penggelontoran waduk yang dilakukan:

- 1) Simulasi dengan menggunakan debit *inflow* eksisting yaitu dengan masa penggelontoran 41 jam atau dengan total debit *inflow* yang digunakan selama 49 jam dengan masa pengisian waduk selama 8 jam. Simulasi debit *inflow* 49 jam inilah yang kemudian akan dijadikan sebagai Skenario A.
- 2) Menaikkan debit *inflow* Skenario A menjadi 130% terhadap nilai debit *inflow* eksisting kemudian dilakukan simulasi ulang.
- 3) Menaikkan debit *inflow* Skenario A menjadi 120% terhadap nilai debit *inflow* eksisting kemudian dilakukan simulasi ulang.
- 4) Menaikkan debit *inflow* Skenario A menjadi 110% terhadap nilai debit *inflow* eksisting kemudian dilakukan simulasi ulang.
- 5) Menurunkan debit *inflow* Skenario A menjadi 90% terhadap nilai debit *inflow* eksisting kemudian dilakukan simulasi ulang.
- 6) Menurunkan debit *inflow* Skenario A menjadi 80% terhadap nilai debit *inflow* eksisting kemudian dilakukan simulasi ulang.

- 7) Menurunkan debit *inflow* Skenario A menjadi 70% terhadap nilai debit *inflow* eksisting kemudian dilakukan simulasi ulang.
- 8) Simulasi dengan penambahan waktu masa penggelontoran menjadi 48 jam atau dengan total debit *inflow* 56 jam dengan masa pengisian waduk selama 8 jam. Simulasi debit *inflow* 56 jam inilah yang kemudian akan dijadikan sebagai Skenario B.
- 9) Menaikkan debit *inflow* Skenario B menjadi 130% terhadap nilai debit *inflow* eksisting kemudian dilakukan simulasi ulang.
- 10) Menaikkan debit *inflow* Skenario B menjadi 120% terhadap nilai debit *inflow* eksisting kemudian dilakukan simulasi ulang.
- 11) Menaikkan debit *inflow* Skenario B menjadi 110% terhadap nilai debit *inflow* eksisting kemudian dilakukan simulasi ulang.
- 12) Menurunkan debit *inflow* Skenario B menjadi 90% terhadap nilai debit *inflow* eksisting kemudian dilakukan simulasi ulang.
- 13) Menurunkan debit *inflow* Skenario B menjadi 80% terhadap nilai debit *inflow* eksisting kemudian dilakukan simulasi ulang.
- 14) Menurunkan debit *inflow* Skenario B menjadi 70% terhadap nilai debit *inflow* eksisting kemudian dilakukan simulasi ulang.

### **3.3.2. Perhitungan Variabel Efisiensi Penggelontoran:**

Dengan mengacu pada beberapa metode perhitungan *flushing efficiency* yang ada, maka data lapangan yang diperoleh atau didapatkan untuk melakukan perhitungan tingkat efisiensi penggelontoran endapan sedimen yaitu:

a. Volume air *inflow* ( $V_i$ )

Data yang ada adalah debit air *inflow* =  $Q_i$  ( $m^3/dt$ )

Volume air *inflow* adalah  $Q_i$  ( $m^3/dt$ ) x  $t$  ( $dt$ ) =  $V_i$  ( $m^3/dt$ )

$t$  = adalah lama waktu penggelontoran sedimen

b. Volume air *outflow* ( $V_o$ )

Data yang ada adalah volume air penggelontor sedimen =  $V$  ( $m^3$ ), yang diukur berdasarkan debit air sesuai luas pintu penggelontoran waktu dibuka dan kecepatan air penggelontor sedimen.

Data air *outflow* yang melalui *irrigation outlet*, *power intake*, *spillway*, dan lain-lain tidak diperhitungkan.

- c. Volume endapan sedimen yang tergelontor ( $V_d$ )

Data yang ada adalah volume endapan sedimen yang digelontor lewat pintu penggelontoran =  $V_d$  ( $m^3$ )

- d. Kapasitas tampungan waduk setelah penggelontoran ( $V_2$ ) dan sebelum penggelontoran ( $V_1$ )

Data yang ada adalah kapasitas waduk yang diukur satu tahun sekali pada saat tertentu  $V_1$  ( $m^3$ ) dan  $V_2$  ( $m^3$ ).

Karena kapasitas waduk tidak diukur pada saat sebelum *flushing* dan sesudah *flushing*.

- e. Volume sedimen *outflow* selama *flushing* ( $V_{so}$ )

Data yang ada adalah volume endapan sedimen yang digelontor lewat pintu penggelontoran =  $V_{so}$  ( $m^3$ )

- f. Volume sedimen *inflow* selama *flushing* ( $V_{si}$ )

Data yang didapat adalah debit sedimen *inflow* berdasarkan rumus perhitungan debit sedimen hasil penelitian terdahulu, maka volume sedimen *inflow* adalah =  $Q_s \cdot t$

- g. Berat jenis endapan sedimen ( $\rho$ )

Merupakan data sekunder yang didapatkan dari Perum Jasa Tirta I

- h. Kapasitas *original live* waduk ( $V_{ori}$ )

Merupakan data sekunder yang didapatkan dari Perum Jasa Tirta I

- i. Konsentrasi sedimen *inflow* ( $C_i$ ).

Tidak tersedia data

- j. Konsentrasi sedimen *outflow* ( $C_o$ )

Tidak tersedia data

- k. Berat sedimen tahunan *inflow* ( $L_i$ )

Tidak tersedia data

- l. Berat sedimen tahunan *outflow* ( $L_o$ )

Tidak tersedia data

- m. Tahun yang digunakan untuk penggelontoran ( $T_f$ )

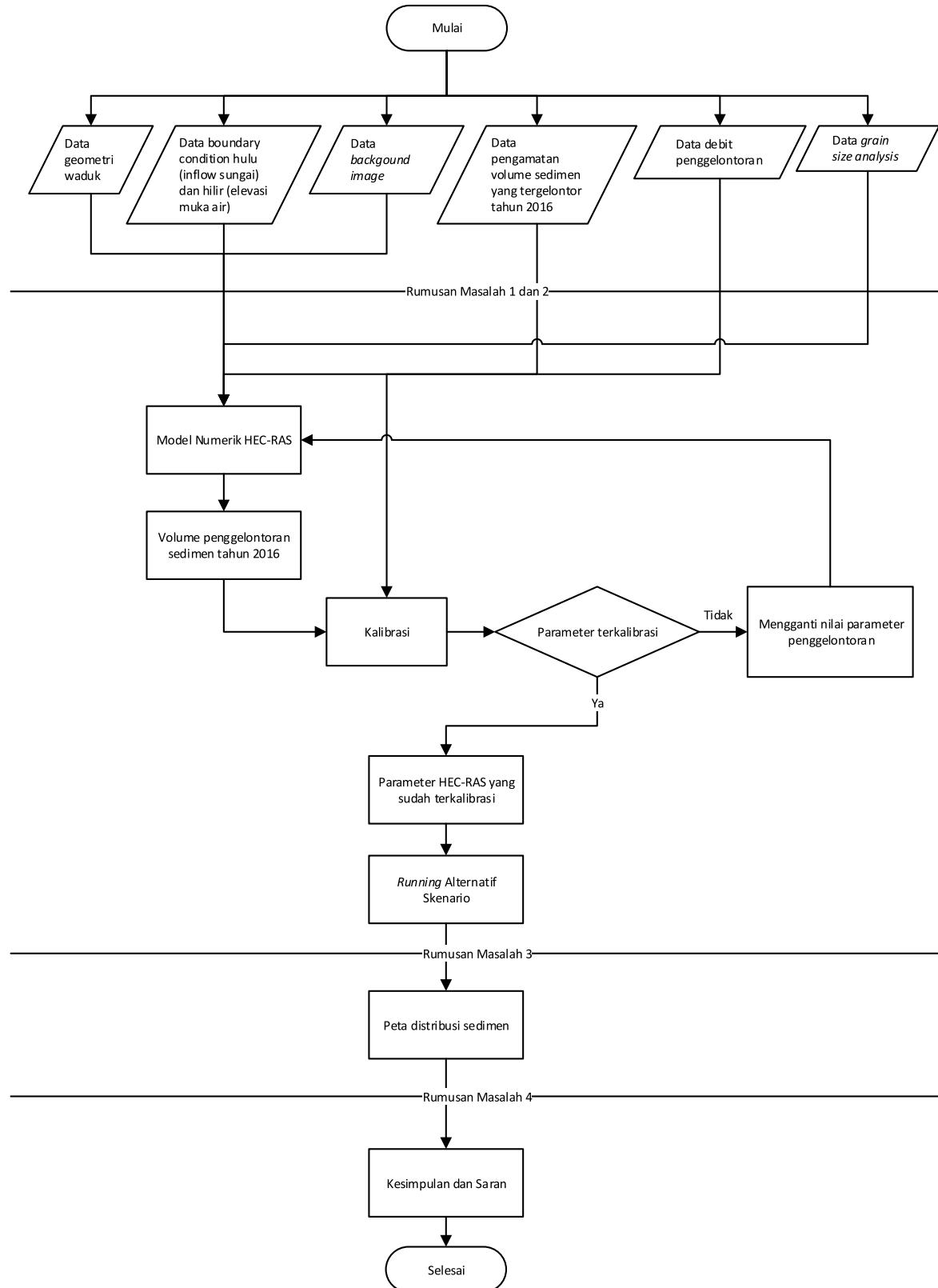
Tidak tersedia data

- n. Tahun yang digunakan untuk beban sedimen sungai akan mengisi waduk  $V_2 - V_1$  ( $T_r$ )

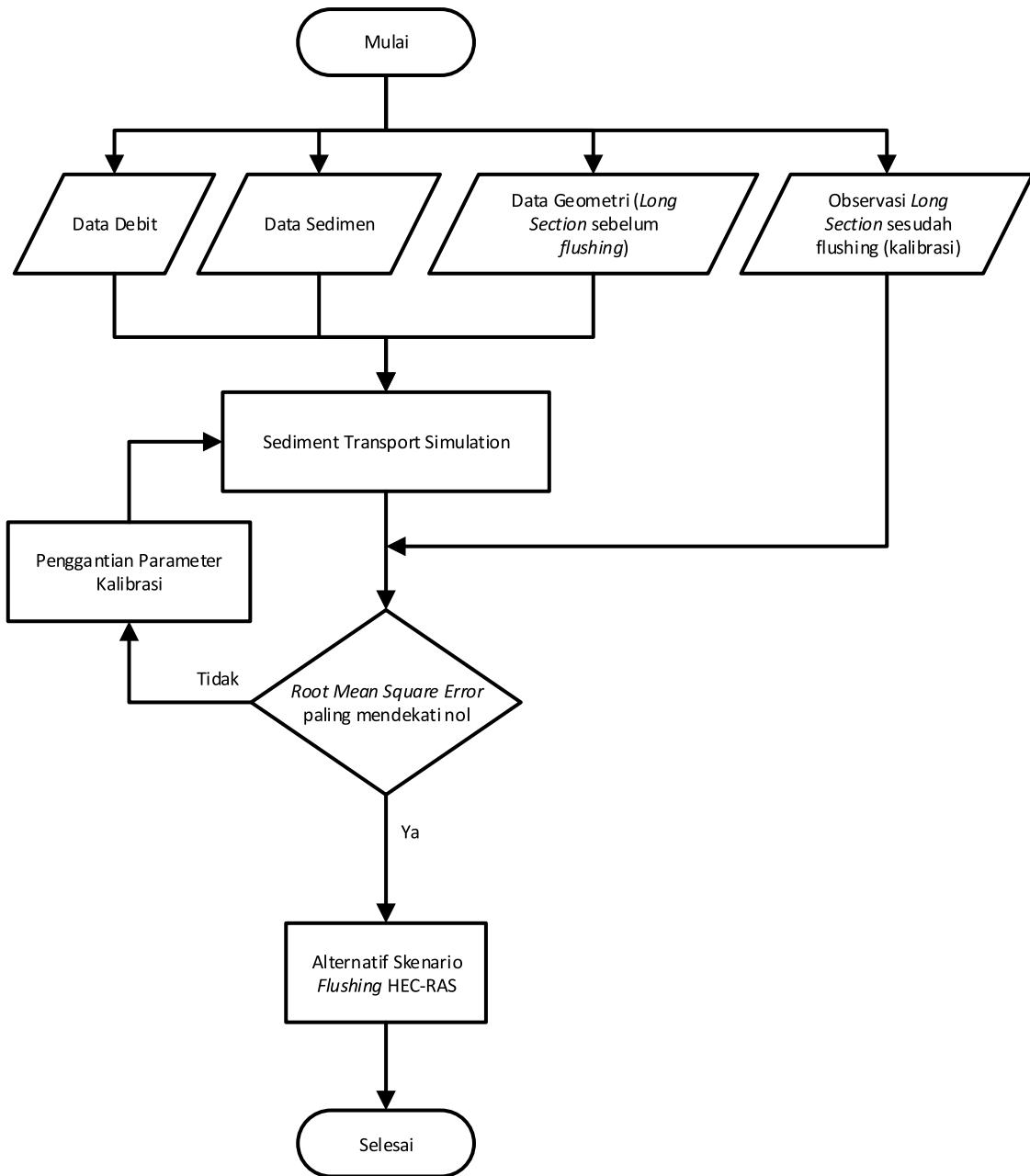
Tidak tersedia data

Dikarenakan variabel-variabel data yang tidak menunjang, maka untuk efisiensi penggelontoran sedimen yang dapat dilakukan adalah nilai efisiensi menurut Mahmood (1).

Secara keseluruhan tahapan utama penelitian dituangkan dalam *flowchart* pada Gambar 3.13 berikut:



Gambar 3. 10 Diagram Alir Utama Proses Penelitian



**Gambar 3. 11 Diagram alir model aplikasi HEC-RAS**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

#### **4.1. Simulasi Skenario Penggelontoran**

Simulasi skenario penggelontoran dimaksudkan untuk memperoleh efisiensi penggelontoran sedimen yang paling efektif. Simulasi ini menggunakan aplikasi *Hydrologic Engineering Center-River Analysis System* (HEC-RAS) 4.1.0 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menentukan model geometri sungai
- b. Menganalisa sedimen yang masuk pada sungai
- c. Menganalisa debit sungai (*Inflow* dan *outflow* sungai)
- d. Menganalisa model penggelontoran sedimen
- e. Melakukan kalibrasi model HEC-RAS
- f. Melakukan skenario penggelontoran sedimen
- g. Menganalisa efisiensi penggelontoran sedimen

#### **4.2. Model Geometri Sungai**

Untuk menghasilkan model geometri sungai, data-data yang dibutuhkan adalah:

- a. Data geometri Waduk Wlingi (potongan memanjang dan potongan melintang sungai mulai dari patok CRB 19 sampai dengan CRB 140), data ini didapatkan dari hasil pengukuran *echo sounding* Waduk Wlingi.
- b. Data batas kondisi atau *boundary condition* sungai, yaitu data debit *Inflow* sungai yang digunakan untuk mengisi batas kondisi di hulu sungai dan data elevasi muka air yang digunakan untuk mengisi batas kondisi di hilir sungai.
- c. Data *background image* atau latar belakang yang berupa gambar yang diperoleh dari penampakan atas waduk wlingi via *Google Earth* tahun 2015.

#### 4.3. Analisa Sedimen

Untuk menganalisa sedimen sungai yang masuk pada Waduk Wlingi, data-data yang dibutuhkan adalah:

- a. Data *grain size analysis sediment* yang didapatkan dari hasil pengujian sampel sedimen Waduk Wlingi yang dilakukan oleh Perum Jasa Tirta I.
- b. Batas kedalaman maksimal dasar sungai yang dapat tergerus.
- c. Batas kanan dan kiri sungai maksimal terjadinya gerusan.

#### 4.4. Analisa Debit

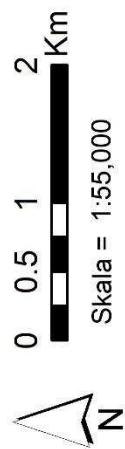
Untuk menginput data debit *Inflow* sungai yang masuk pada Waduk Wlingi, data-data yang dibutuhkan adalah:

- a. Data debit *Inflow* Waduk Wlingi pada saat penggelontoran yang didapat dari hasil pengukuran Perum Jasa Tirta I, data ini digunakan untuk batas kondisi di hulu sungai.
- b. Data tinggi muka air *outflow* harian Waduk Wlingi yang didapat dari hasil pengukuran Perum Jasa Tirta I, data ini digunakan untuk batas kondisi di hilir sungai.

#### 4.5. Peta Situasi Sebelum dan Sesudah Penggelontoran Sedimen

Sebelum dilakukan analisa penggelontoran sedimen maka diperlukannya data yang menunjang untuk keperluan perbandingan hasil sebelum dan sesudah penggelontoran sedimen yang akan dilakukan menggunakan aplikasi. Pemetaan situasi sebaran sedimen sebelum penggelontoran dilakukan dengan cara mengurangi hasil dari data kontur sebelum penggelontoran tahun 2016 dengan data kontur setelah penggelontoran tahun 2015. Sedangkan untuk pemetaan situasi sebaran sedimen setelah penggelontoran dilakukan dengan cara mengurangi hasil dari data kontur setelah penggelontoran tahun 2016 dengan data kontur sebelum penggelontoran tahun 2016. Maka berikut adalah hasil dari pemetaan sebaran sedimen sebelum dan sesudah penggelontoran sedimen yang terjadi.

# Peta Ketebalan Sedimen Waduk Wlingi Sebelum Penggelontoran Tahun 2016

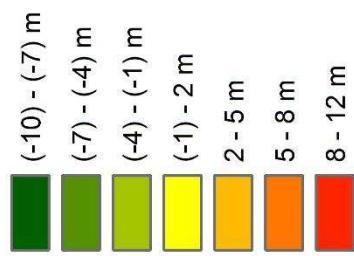


Sistem Koordinat: WGS 1984 UTM Zone 49S  
Proyeksi: Transverse Mercator  
Datum: WGS 1984  
Satuan: Meter

## Legenda:

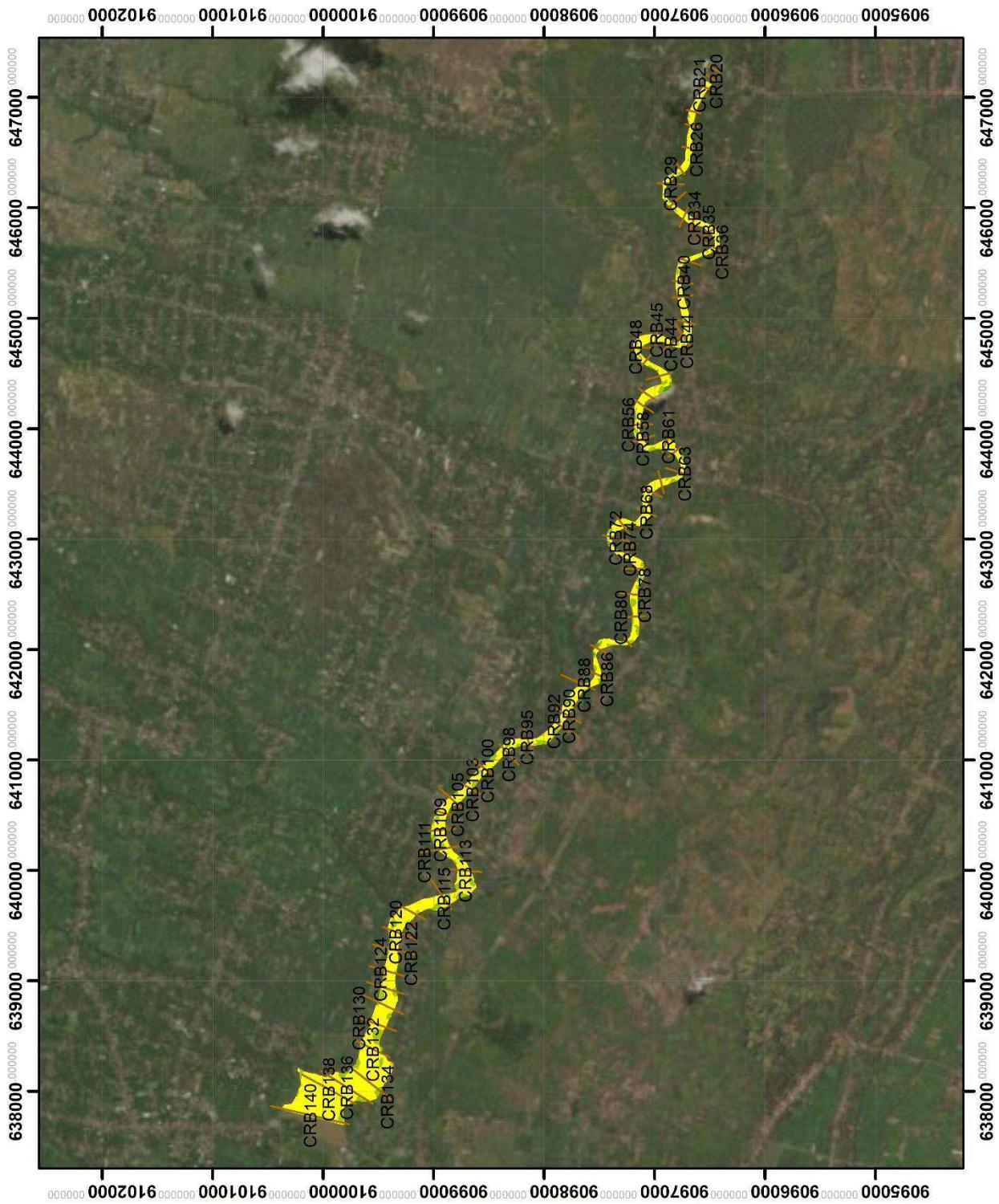


## Ketebalan Sedimen

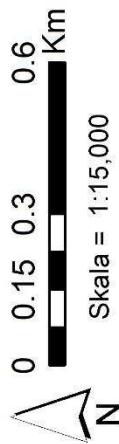


Dipetakan oleh: Rizhandi Nugroho Nusantoro  
NIM: 166060400111001

Sumber: Hasil Analisa



# Peta Detail Ketebalan Sedimen di sekitar Tampungan Wlingi Sebelum Penggelontoran Tahun 2016

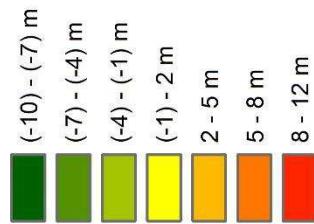


Sistem Koordinat: WGS 1984 UTM Zone 49S  
Proyeksi: Transverse Mercator  
Datum: WGS 1984  
Satuan: Meter

## Legenda:

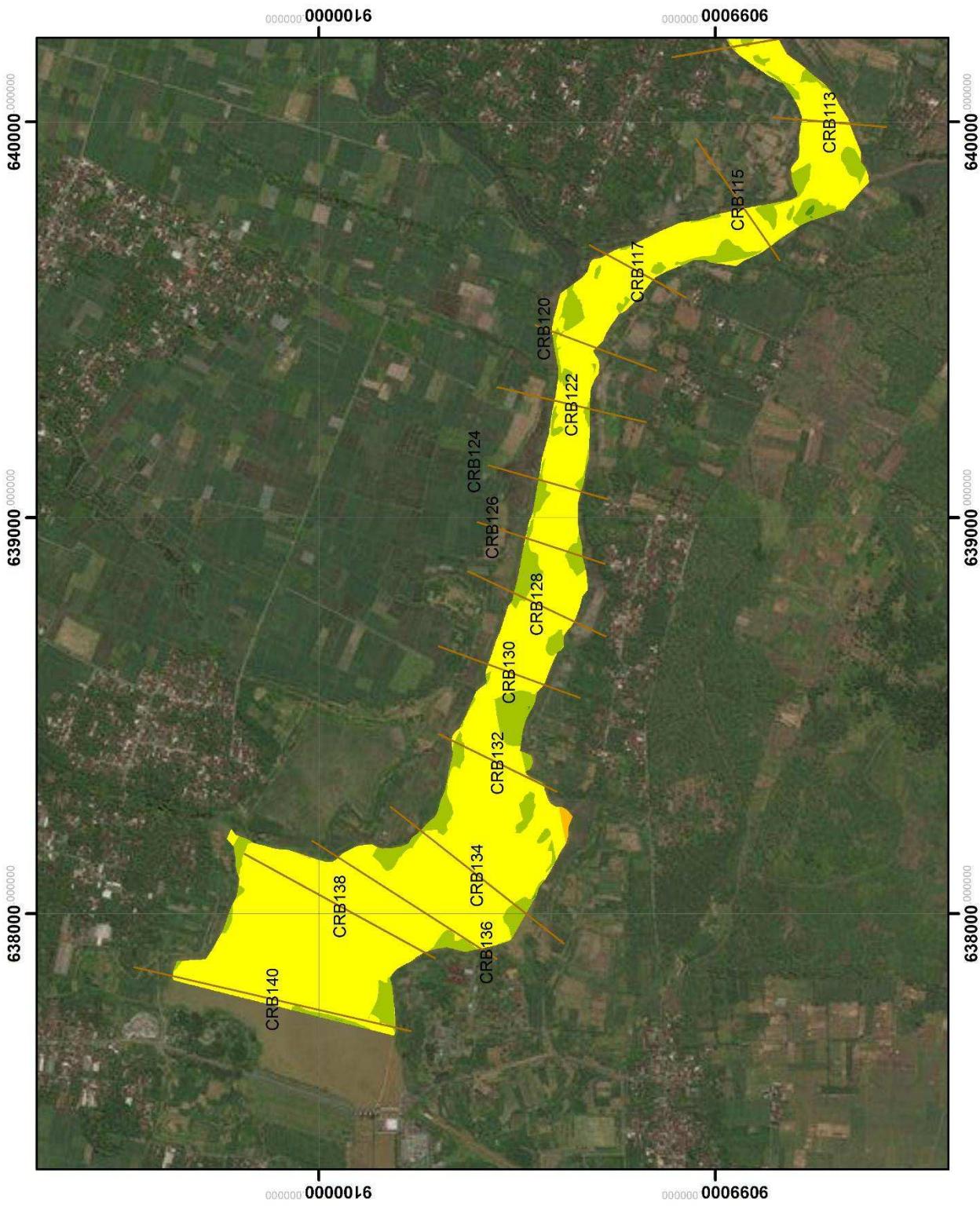


## Ketebalan Sedimen

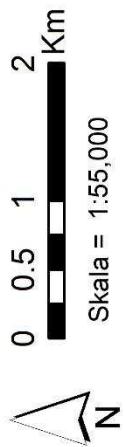


Dipetakan oleh: Rizhandi Nugroho Nusantoro  
NIM: 16606040011001

Sumber: Hasil Analisa



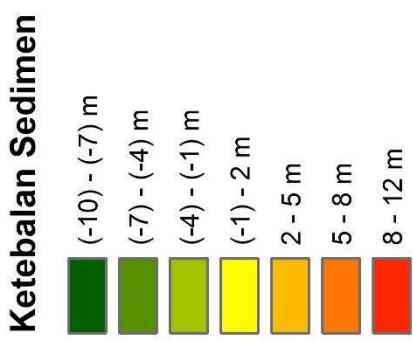
# Peta Ketebalan Sedimen Waduk Wlingi Setelah Penggelontoran Tahun 2016



Skala = 1:55,000

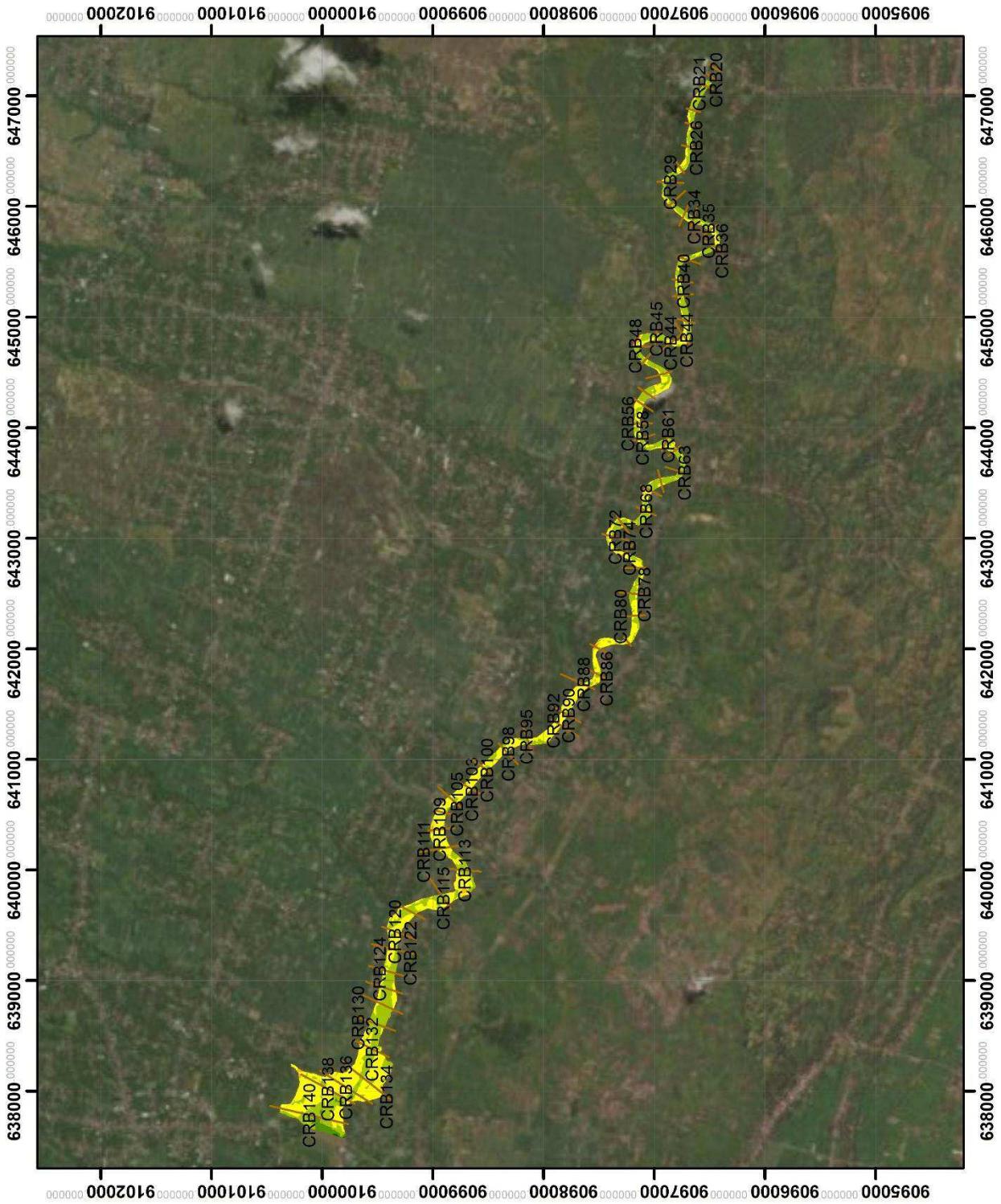
Sistem Koordinat: WGS 1984 UTM Zone 49S  
Proyeksi: Transverse Mercator  
Datum: WGS 1984  
Satuan: Meter

## Legenda:

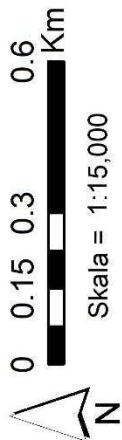


Dipetakan oleh: Rizhandi Nugroho Nusantoro  
NIM: 16606040111001

Sumber: Hasil Analisa



**Peta Detail Ketebalan Sedimen  
di Sekitar Tampungan Wlingi  
Setelah Penggelontoran  
Tahun 2016**

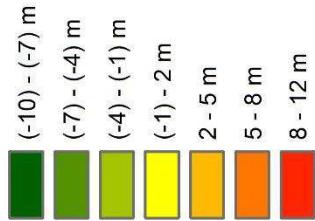


Sistem Koordinat: WGS 1984 UTM Zone 49S  
Proyeksi: Transverse Mercator  
Datum: WGS 1984  
Satuan: Meter

**Legenda:**

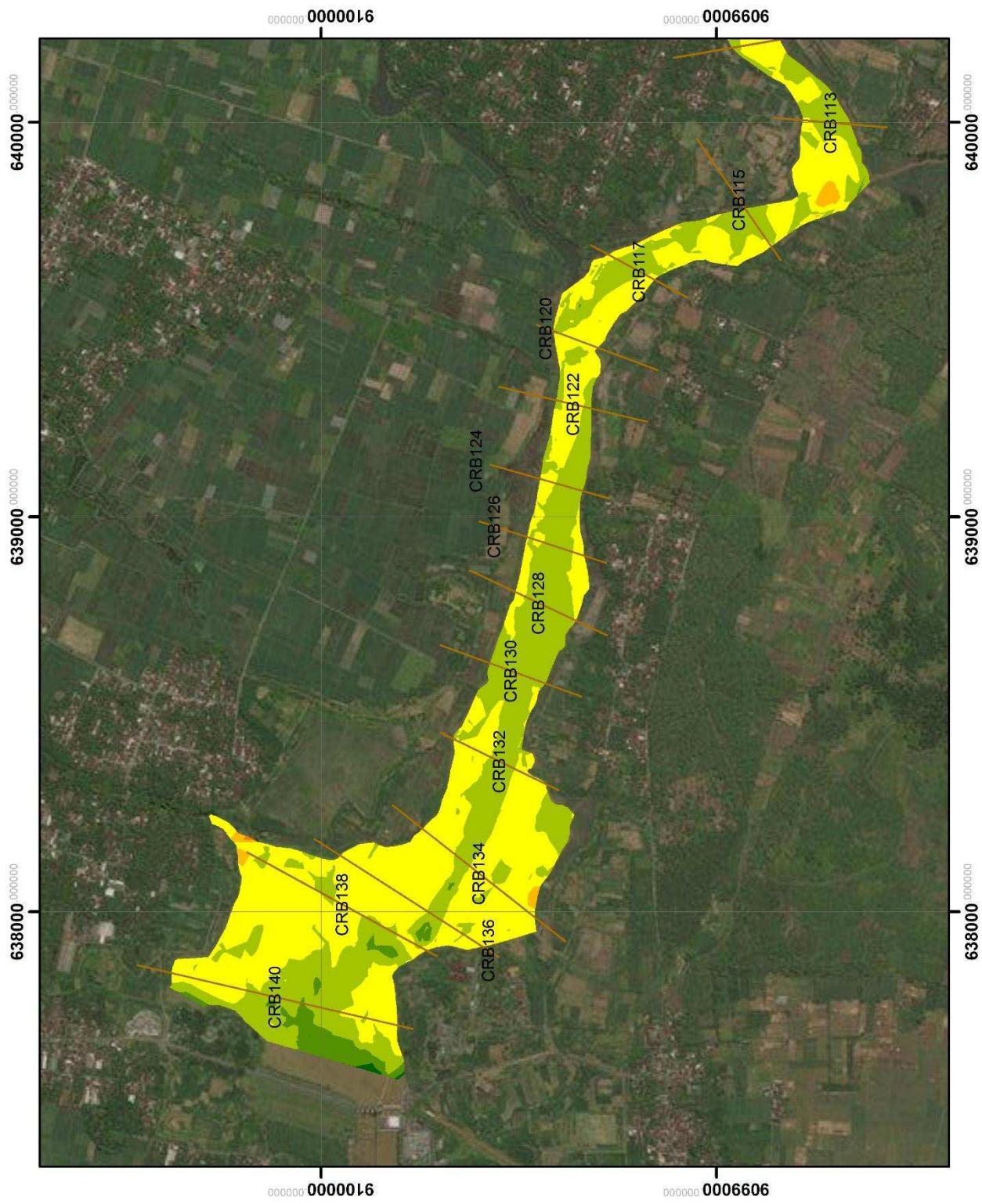


**Ketebalan Sedimen**



Dipetakan oleh: Rizhandi Nugroho Nusantoro  
NIM: 166060400111001

Sumber: Hasil Analisa



#### **4.6. Analisa Penggelontoran Sedimen**

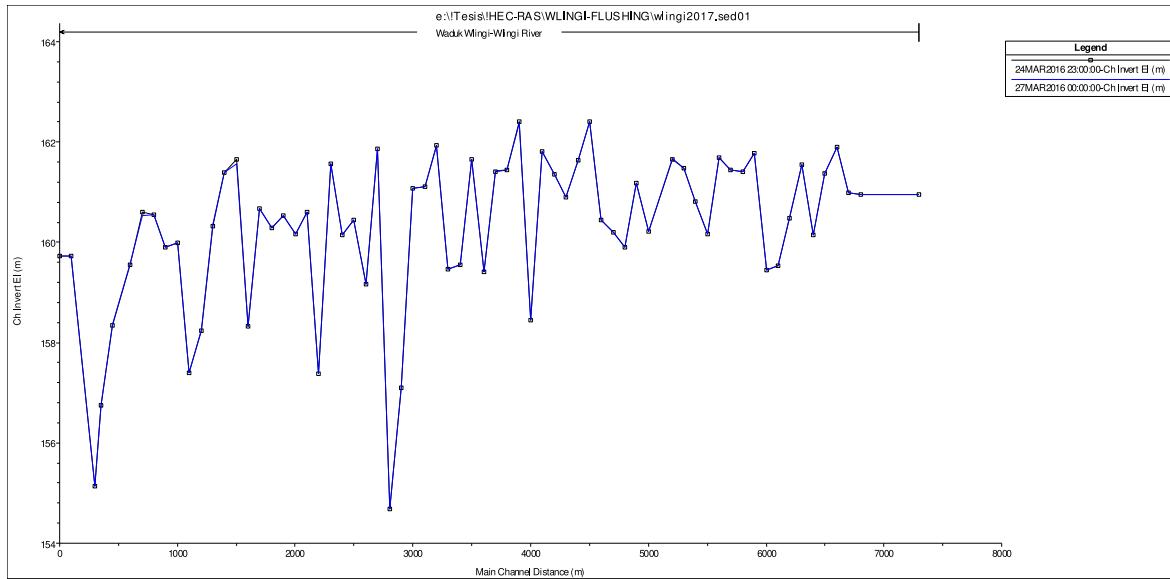
Analisa penggelontoran sedimen dalam simulasi HEC-RAS ada beberapa macam yang dapat dilakukan, metode fungsi transportasi antara lain yang dipakai adalah menurut:

- a. Ackers-White
- b. England-Hansen
- c. Laursen (Copeland)
- d. Meyer Peter Muller
- e. Toffaleti
- f. Yang
- g. Wilcock

Dalam studi ini hanya digunakan 4 metode penggelontoran yaitu Ackers-White, Laursen (Copeland), Meyer Peter Muller, dan Wilcock karena dalam proses simulasi sedimen pada HEC-RAS variabel yang dapat dikalibrasi untuk mendapatkan kondisi penggelontoran sedimen yang mendekati sama dengan kondisi pada saat pengukuran sedimen hanya ada pada keempat metode tersebut. Variabel yang dapat disesuaikan pada metode Ackers-White yaitu A (mobilitas kritis), C dan m (koefisien empiris), pada metode Laursen (Copeland) dan Wilcock yaitu  $\tau_c^*$  (tegangan geser kritis), pada metode Meyer Peter Muller yaitu  $\tau_c^*$  (tegangan geser kritis), coef (koefisien), dan power (pangkat).

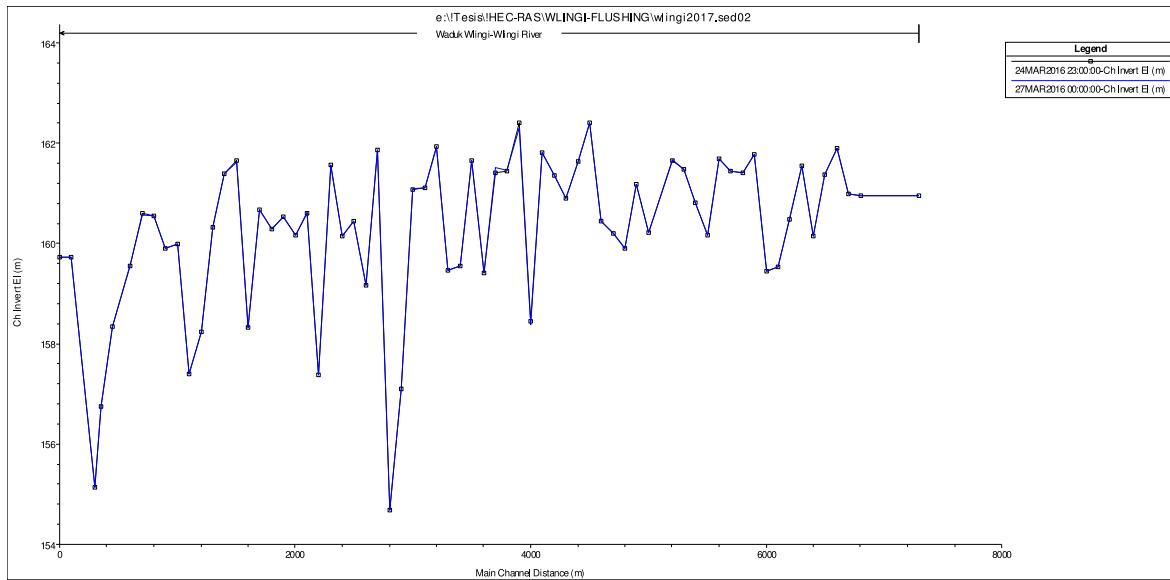
Sedangkan untuk metode kecepatan jatuh yang dipakai yaitu menurut Ruby dikarenakan volume total sedimen yang didapatkan melalui metode kecepatan jatuh lainnya yaitu menurut Toffaleti dan Van Rijn tidak berpengaruh terhadap volume total sedimen.

Berikut adalah hasil dari grafik penampang memanjang setelah dilakukan simulasi penggelontoran sedimen pada tahun 2016 dengan beberapa metode menggunakan variabel *default*.



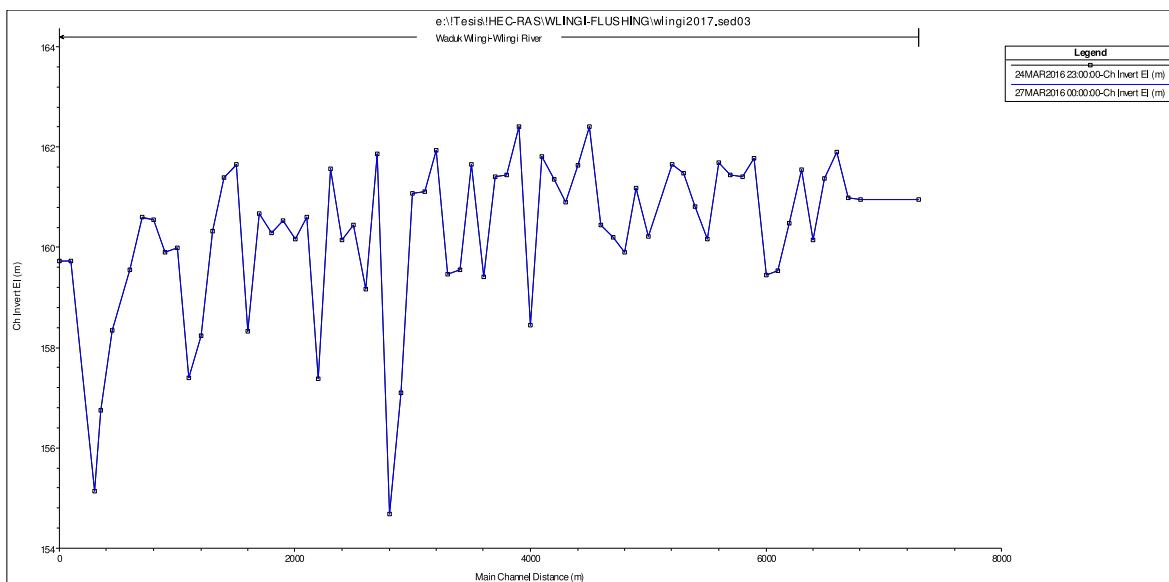
**Gambar 4.1 Hasil *long section* metode Ackers-White tahun 2016 sebelum-sesudah penggelontoran dengan variabel *default***

Sumber: Hasil Analisa



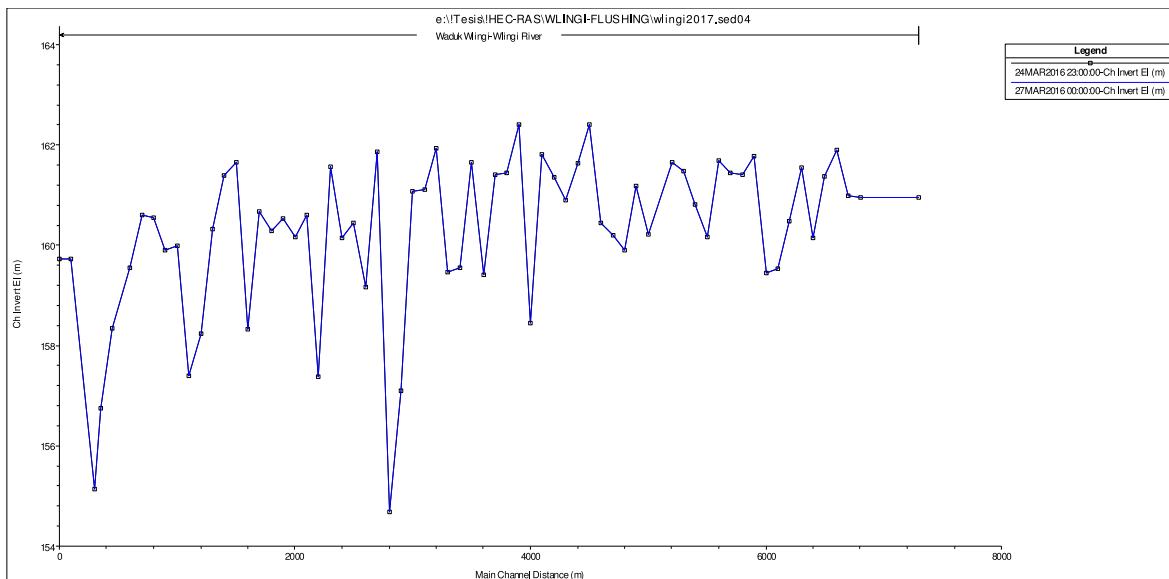
**Gambar 4.2 Hasil *long section* metode Laursen (Copeland) tahun 2016 sebelum-sesudah penggelontoran dengan variabel *default***

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 3 Hasil *long section* metode Meyer Peter Muller tahun 2016 sebelum-sesudah penggelontoran dengan variabel *default***

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 4 Hasil *long section* metode Wilcock tahun 2016 sebelum-sesudah penggelontoran dengan variabel *default***

Sumber: Hasil Analisa

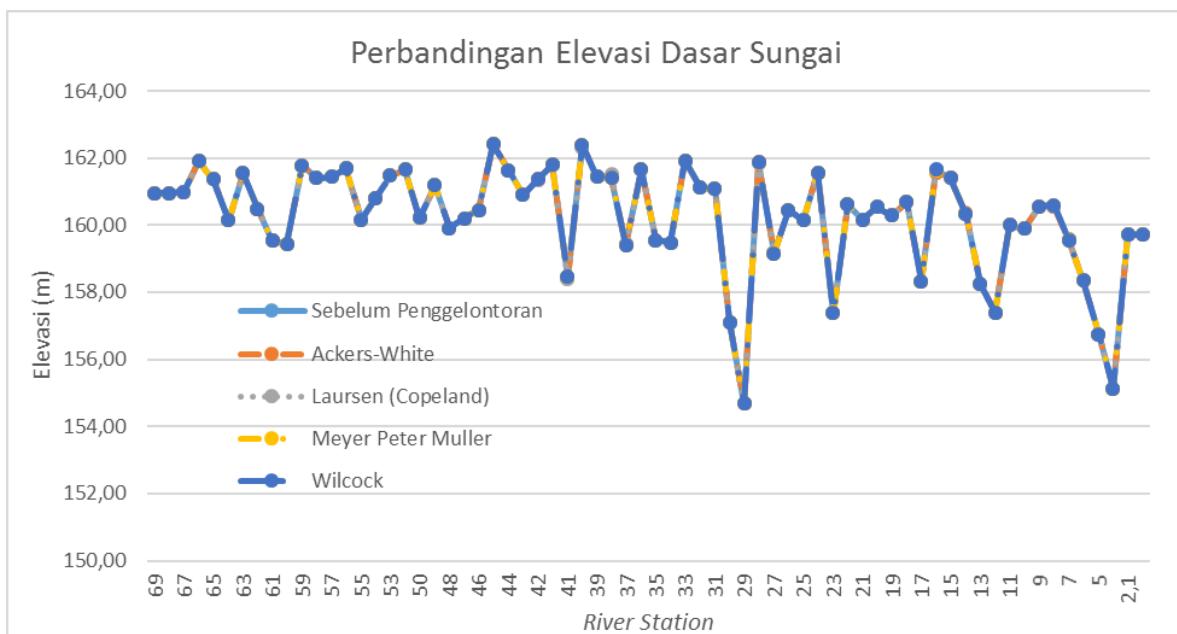
Berikut adalah hasil rekapitulasi tabulasi penampang memanjang dari empat metode penggelontoran tersebut dengan menggunakan variabel *default*. Didapatkan hasil potongan memanjang yang tidak berbeda signifikan terhadap potongan memanjang sebelum dilakukan simulasi dikarenakan parameter transpor sedimen belum dikalibrasi.

**Tabel 4. 1 Perbandingan elevasi dasar sungai sebelum dilakukan simulasi penggelontoran dengan variabel *default***

River Station	Perbandingan Elevasi Dasar Sungai (m)				
	Sebelum Penggelontoran	Ackers-White	Laursen (Copeland)	Meyer Peter Muller	Wilcock
69	160,95	160,95	160,95	160,95	160,95
68	160,95	160,95	160,95	160,95	160,95
67	160,99	160,99	160,99	160,99	160,99
66	161,90	161,90	161,90	161,90	161,90
65	161,38	161,38	161,38	161,38	161,38
64	160,15	160,15	160,15	160,15	160,15
63	161,54	161,54	161,54	161,54	161,54
62	160,49	160,49	160,49	160,49	160,49
61	159,54	159,54	159,54	159,54	159,54
60	159,44	159,44	159,44	159,44	159,44
59	161,78	161,78	161,78	161,78	161,78
58	161,41	161,41	161,41	161,41	161,41
57	161,44	161,44	161,44	161,44	161,44
56	161,69	161,69	161,69	161,69	161,69
55	160,16	160,16	160,16	160,16	160,16
54	160,81	160,81	160,81	160,81	160,81
53	161,48	161,48	161,48	161,48	161,48
52	161,66	161,66	161,66	161,66	161,66
50	160,21	160,21	160,21	160,21	160,21
49	161,18	161,18	161,18	161,18	161,18
48	159,90	159,90	159,90	159,90	159,90
47	160,19	160,19	160,19	160,19	160,19
46	160,45	160,45	160,45	160,45	160,45
45	162,41	162,41	162,41	162,41	162,41
44	161,64	161,64	161,64	161,64	161,64
43	160,90	160,90	160,90	160,90	160,90
42	161,36	161,36	161,36	161,36	161,36
41,5	161,80	161,80	161,80	161,80	161,80
41	158,45	158,44	158,39	158,45	158,45
40	162,40	162,38	162,30	162,40	162,40
39	161,44	161,45	161,46	161,44	161,44
38	161,40	161,42	161,51	161,40	161,40
37	159,42	159,42	159,42	159,42	159,42
36	161,66	161,66	161,66	161,66	161,66
35	159,56	159,56	159,56	159,56	159,56
34	159,47	159,47	159,46	159,47	159,47
33	161,93	161,92	161,91	161,93	161,93
32	161,11	161,11	161,12	161,11	161,11
31	161,08	161,08	161,09	161,08	161,08
30	157,11	157,11	157,11	157,11	157,11
29	154,69	154,69	154,69	154,69	154,69
28	161,86	161,86	161,86	161,86	161,86
27	159,17	159,17	159,17	159,17	159,17
26	160,45	160,45	160,45	160,45	160,45
25	160,14	160,14	160,14	160,14	160,14
24	161,56	161,56	161,55	161,56	161,56
23	157,37	157,38	157,38	157,37	157,37
22	160,61	160,61	160,62	160,61	160,61
21	160,17	160,17	160,17	160,17	160,17

River Station	Sebelum Penggelontoran	Ackers-White	Laursen (Copeland)	Meyer Peter Muller	Wilcock
20	160,54	160,54	160,54	160,54	160,54
19	160,29	160,29	160,29	160,29	160,29
18	160,68	160,68	160,68	160,68	160,68
17	158,32	158,32	158,32	158,32	158,32
16	161,66	161,57	161,62	161,64	161,66
15	161,40	161,40	161,40	161,40	161,40
14	160,32	160,36	160,34	160,33	160,32
13	158,24	158,25	158,24	158,24	158,24
12	157,39	157,39	157,39	157,39	157,39
11	160,00	160,00	160,00	160,00	160,00
10	159,90	159,90	159,90	159,90	159,90
9	160,55	160,55	160,55	160,55	160,55
8	160,60	160,54	160,57	160,59	160,60
7	159,56	159,57	159,56	159,56	159,56
6	158,34	158,35	158,35	158,34	158,34
5	156,74	156,74	156,74	156,74	156,74
4	155,13	155,13	155,13	155,13	155,13
2,1	159,72	159,72	159,72	159,72	159,72
2	159,72	159,72	159,72	159,72	159,72

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 5 Perbandingan elevasi dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran sedimen dengan menggunakan parameter variabel kalibrasi *default***

Sumber: Hasil Analisa

Variabel yang dipilih untuk melihat sedimen yang dihasilkan setelah dilakukan simulasi adalah “**Long Cum. Vol. Change**”. Berikut adalah rekapitulasi hasil dari penggelontoran sedimen menggunakan beberapa metode tahun 2016 dengan variabel *default*.

**Tabel 4. 2 Jumlah sedimen setelah penggelontoran dengan beberapa metode tahun 2016 menggunakan variabel *default***

<b>No. Cross Section</b>	<b>Long Cum. Vol. Change (m<sup>3</sup>)</b>				
	<b>Ackers-White</b>	<b>Laursen (Copeland)</b>	<b>Meyer</b>	<b>Peter Muller</b>	<b>Wilcock</b>
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,08	-18,79	0,07	0,03	
3	-3,86	-49,02	0,07	0,03	
4	-4,96	-56,82	0,07	0,03	
5	-2,54	-40,96	0,07	0,03	
6	-4,27	-52,70	0,07	0,03	
7	-5,51	-60,17	0,07	0,03	
8	-1,08	-30,33	0,07	0,03	
9	1,11	-10,29	0,07	0,03	
10	0,42	-16,17	0,07	0,03	
11	-1,06	-24,17	0,07	0,03	
12	-0,76	-21,45	0,07	0,03	
13	0,46	-15,04	0,07	0,03	
14	1,94	-5,94	0,07	0,03	
15	2,07	-2,46	0,07	0,03	
16	1,16	-7,91	0,07	0,03	
17	1,03	-8,72	0,07	0,03	
18	1,56	-5,92	0,07	0,03	
19	1,48	-6,55	0,07	0,03	
20	2,13	-1,79	0,07	0,03	
21	2,27	1,30	0,07	0,03	
22	2,17	-0,28	0,07	0,03	
23	1,84	-5,70	0,07	0,03	
24	1,28	-11,44	0,07	0,03	
25	0,77	-13,48	0,07	0,03	
26	-1,41	-29,63	0,07	0,03	
27	-5,73	-59,97	0,07	0,03	
28	-4,22	-63,57	0,07	0,03	
29	-12,34	-427,76	0,07	0,03	
30	-38,10	-965,48	0,07	0,03	
31	-22,78	-885,24	0,07	0,03	
32	-2,81	-56,09	0,07	0,03	
33	-0,96	-34,94	0,07	0,03	
34	-0,40	-29,80	0,07	0,03	
35	0,49	-23,86	0,07	0,03	
36	-3,28	-79,83	0,07	0,03	
37	-15,23	-176,25	0,07	0,03	
38	-6,13	-98,40	0,07	0,03	
39	2,00	-4,34	0,07	0,03	
40	2,27	2,02	0,07	0,03	
41	2,00	-21,51	0,07	0,03	
42	-0,20	-65,31	0,07	0,03	
43	0,41	-39,71	0,07	0,03	
44	0,98	-19,53	0,07	0,03	
45	-3,04	-75,00	0,07	0,03	
46	-6,42	-150,62	0,07	0,03	
47	-1,07	-86,81	0,07	0,03	
48	1,16	-13,98	0,07	0,03	
49	1,36	-8,45	0,07	0,03	
50	1,83	-4,27	0,07	0,03	

<b>No. Cross Section</b>	<b>Long Cum. Vol. Change (m<sup>3</sup>)</b>				
	Ackers-White	Laursen (Copeland)	Meyer Peter	Muller	Wilcock
51	0,17	-3,88		-0,11	-0,12
52	0,76	-2,06		0,04	0,01
53	-7,37	-21,82		-6,11	-4,80
54	-119,37	-331,40		-14,46	-12,17
55	-119,92	-308,73		-8,64	-7,34
56	-30,73	-84,08		-4,73	-3,79
57	-7,62	-21,81		-0,35	-0,35
58	-4,76	-15,66		-0,24	-0,26
59	-6,12	-17,80		-0,29	-0,28
60	-8,12	-23,45		-0,30	-0,27
61	-12,52	-34,66		-3,75	-3,53
62	-136,88	-431,48		-7,24	-6,19
63	-94,69	-287,59		-9,53	-8,00
64	-21,39	-47,16		-4,93	-4,21
65	-5,61	-20,45		-0,60	-0,63
66	-12,93	-26,47		-0,71	-0,67
67	-27,07	-60,38		-6,31	-5,08
68	-29,24	-68,07		-4,55	-3,84
<b>Total sedimen</b>	<b>-757,32</b>	<b>-5.690,06</b>		<b>-69,50</b>	<b>-60,01</b>

Sumber: Hasil Analisa

#### 4.7. Kalibrasi Model

Kalibrasi model penggelontoran sedimen tujuannya adalah untuk mengetahui parameter-parameter dalam perhitungan analisa simulasi sedimen yang dapat digunakan untuk melakukan skenario analisa sedimen pada langkah selanjutnya. Nilai yang menjadi acuan kalibrasi yaitu jumlah sedimen yang telah diukur oleh PERUM Jasa Tirta I dengan tabel yang telah disampaikan pada BAB III pada Tabel 3.2.

Berikut adalah hasil rekapitulasi beberapa metode dengan penggantian nilai variabel pada tahun penggelontoran 2016.

##### Metode Ackers-White

Variabel yang dapat disesuaikan sehingga mendapatkan hasil volume sedimen yang mendekati sama dengan hasil pengukuran pada simulasi penggelontoran metode Ackers-White adalah A, C, dan m. Penyesuaian dilakukan dengan mengubah nilai parameter tersebut sampai didapatkan volume hasil sedimen yang paling mendekati volume hasil pengukuran.

**Tabel 4. 3 Rekapitulasi kalibrasi beberapa variabel metode Ackers-White tahun 2016**

Variabel	Volume Sedimen (m <sup>3</sup> )				
	A	C	m	model HEC-RAS	hasil pengukuran
0,1900	0,25	1,78		792,53	
0,0005	0,25	1,78		0,00	1.026.500,00
0,0500	0,25	1,78		51.094,06	

<b>Variabel</b>			<b>Volume Sedimen (m<sup>3</sup>)</b>	
<b>A</b>	<b>C</b>	<b>m</b>	<b>model HEC-RAS</b>	<b>hasil pengukuran</b>
0,0100	0,25	1,78	537.679,71	
0,0080	0,25	1,78	670.274,60	
0,1900	0,50	1,78	7.897,38	
0,1900	0,10	1,78	1.793,21	
0,1900	0,25	0,50	1.350,11	

Sumber: Hasil Analisa

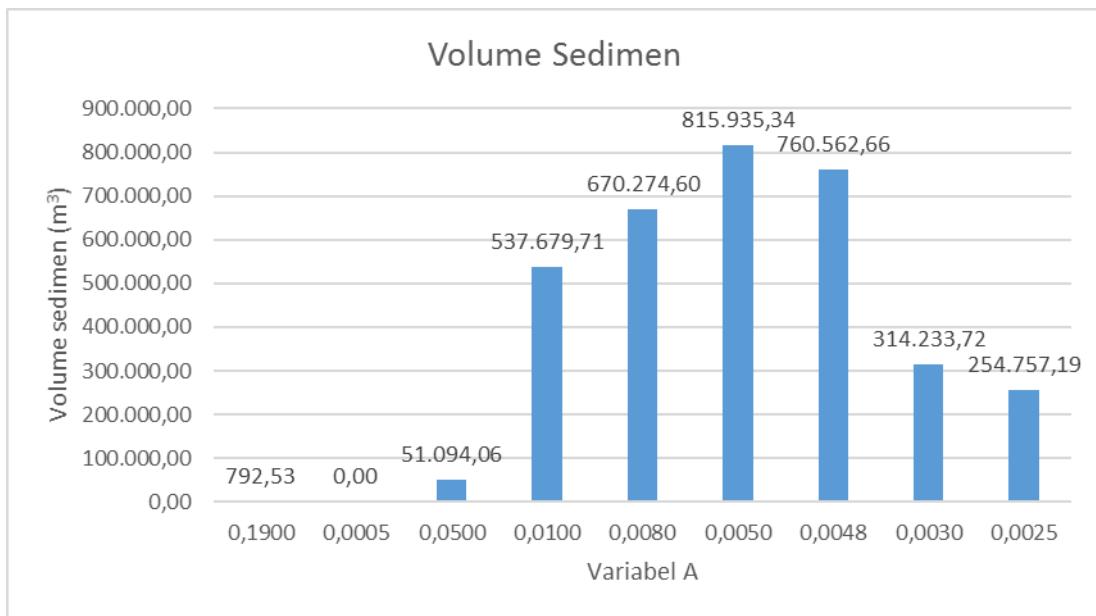
Berdasarkan hasil proses kalibrasi menggunakan tiga parameter yaitu A, C, dan m diatas didapatkan bahwa variabel yang berpengaruh besar terhadap perubahan jumlah sedimen yang tergelontor adalah variabel A (*threshold mobility*) sehingga untuk proses kalibrasi metode Ackers-White selanjutnya hanya menyesuaikan nilai A dengan menggunakan nilai variabel C dan m sebagai nilai default yang diberikan oleh HEC-RAS. Berikut adalah rekapitulasi hasil kalibrasi dengan menyesuaikan nilai variabel A.

**Tabel 4. 4 Rekapitulasi kalibrasi variabel A metode Ackers-White tahun 2016**

<b>Variabel</b>			<b>Volume Sedimen (m<sup>3</sup>)</b>	
<b>A</b>	<b>C</b>	<b>m</b>	<b>model HEC-RAS</b>	<b>hasil pengukuran</b>
0,1900	0,25	1,78	792,53	
0,0005	0,25	1,78	0,00	
0,0500	0,25	1,78	51.094,06	
0,0100	0,25	1,78	537.679,71	
0,0080	0,25	1,78	670.274,60	1.026.500,00
<b>0,0050</b>	<b>0,25</b>	<b>1,78</b>	<b>815.935,34</b>	
0,0048	0,25	1,78	760.562,66	
0,0030	0,25	1,78	314.233,72	
0,0025	0,25	1,78	254.757,19	

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah grafik sedimen yang dihasilkan dengan menyesuaikan nilai variabel A.



**Gambar 4. 6 Grafik volume sedimen penggelontoran yang dihasilkan dengan penyesuaian nilai variabel A pada metode Ackers-White tahun 2016**

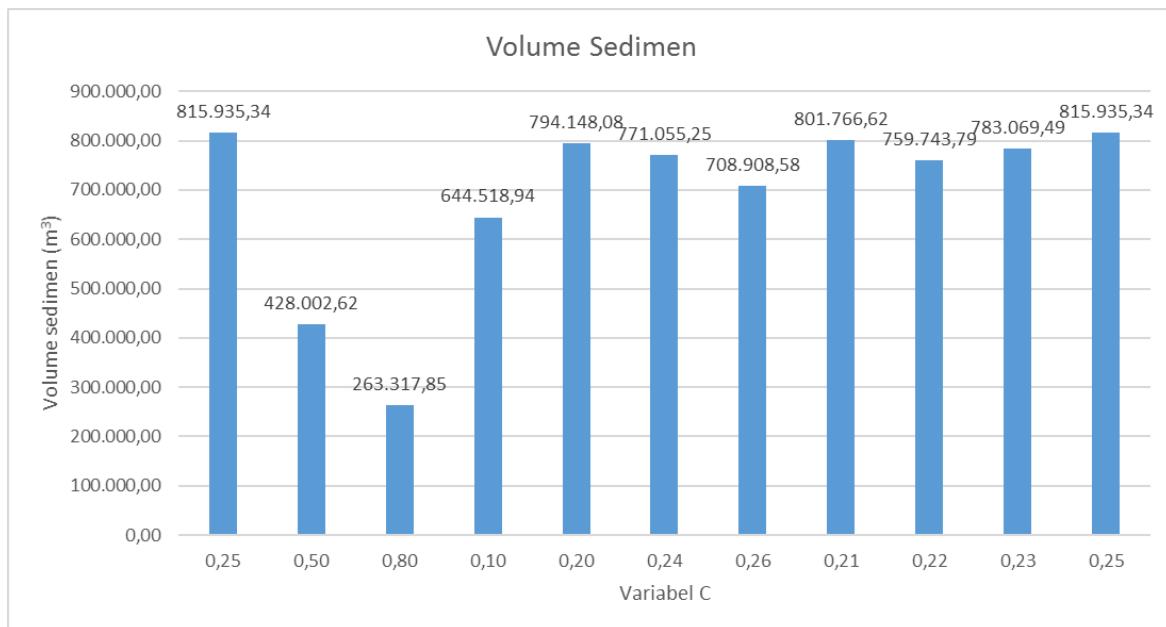
Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah hasil rekapitulasi dari proses kalibrasi variabel C, dengan mengambil nilai variabel A yang menghasilkan jumlah sedimen paling mendekati hasil pengukuran yang menunjukkan bahwa penggantian nilai variabel C terhadap jumlah sedimen yang tergelontor tidak berpengaruh terhadap penambahan jumlah sedimen yang tergelontor.

**Tabel 4. 5 Rekapitulasi kalibrasi variabel C metode Ackers-White tahun 2016**

Variabel	Volume Sedimen (m <sup>3</sup> )				
	A	C	m	model HEC-RAS	hasil pengukuran
<b>0,0050</b>	<b>0,25</b>	<b>1,78</b>		<b>815.935,34</b>	
0,0050	0,50	1,78		428.002,62	
0,0050	0,80	1,78		263.317,85	
0,0050	0,10	1,78		644.518,94	
0,0050	0,20	1,78		794.148,08	
0,0050	0,24	1,78		771.055,25	1.026.500,00
0,0050	0,26	1,78		708.908,58	
0,0050	0,21	1,78		801.766,62	
0,0050	0,22	1,78		759.743,79	
0,0050	0,23	1,78		783.069,49	
0,0050	0,25	1,78		815.935,34	

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 7 Grafik volume sedimen penggelontoran yang dihasilkan dengan penyesuaian nilai variabel C pada metode Ackers-White tahun 2016**

Sumber: Hasil Analisa

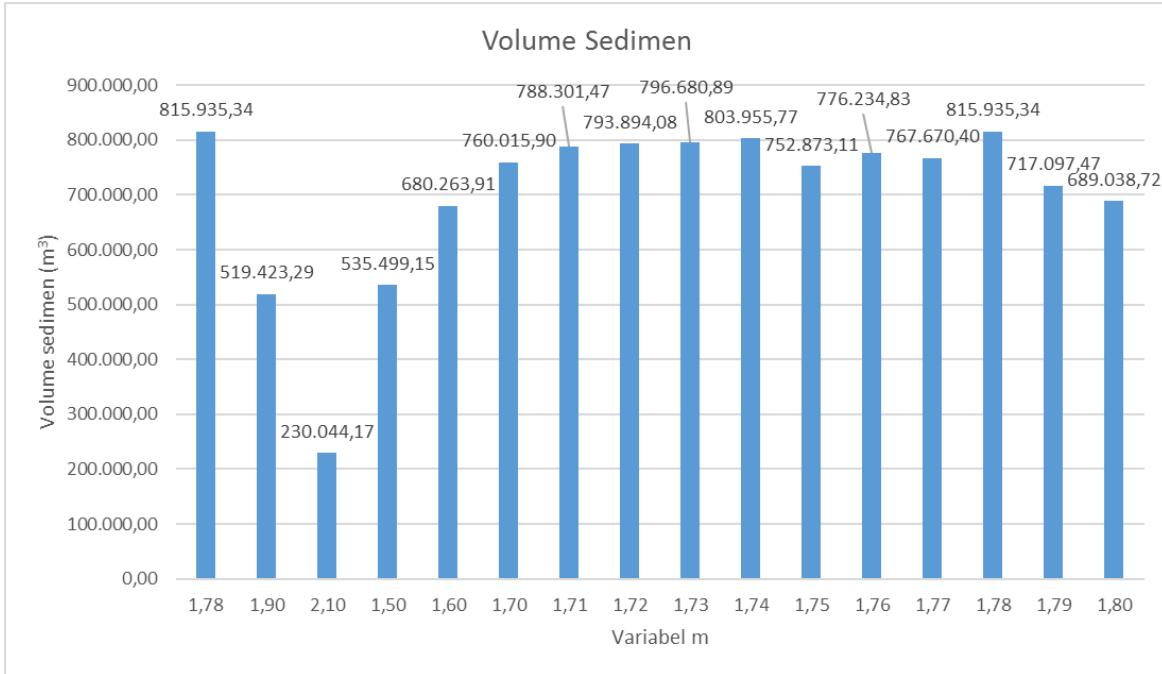
Berikut adalah hasil rekapitulasi dari proses kalibrasi variabel m, dengan mengambil nilai variabel A dan variabel C yang menghasilkan jumlah sedimen paling mendekati hasil pengukuran yang menunjukkan bahwa penggantian nilai variabel m terhadap jumlah sedimen yang tergelontor tidak berpengaruh terhadap penambahan jumlah sedimen yang tergelontor.

**Tabel 4. 6 Rekapitulasi kalibrasi variabel m metode Ackers-White tahun 2016**

<b>Variabel</b>			<b>Volume Sedimen (m<sup>3</sup>)</b>	
<b>A</b>	<b>C</b>	<b>m</b>	<b>model HEC-RAS</b>	<b>hasil pengukuran</b>
<b>0,0050</b>	<b>0,25</b>	<b>1,78</b>	<b>815.935,34</b>	
0,0050	0,25	1,90	519.423,29	
0,0050	0,25	2,10	230.044,17	
0,0050	0,25	1,50	535.499,15	
0,0050	0,25	1,60	680.263,91	
0,0050	0,25	1,70	760.015,90	1.026.500,00
0,0050	0,25	1,71	788.301,47	
0,0050	0,25	1,72	793.894,08	
0,0050	0,25	1,73	796.680,89	
0,0050	0,25	1,74	803.955,77	
0,0050	0,25	1,75	752.873,11	

<b>Variabel</b>			<b>Volume Sedimen (m<sup>3</sup>)</b>	
<b>A</b>	<b>C</b>	<b>m</b>	<b>model HEC-RAS</b>	<b>hasil pengukuran</b>
0,0050	0,25	1,76	776.234,83	
0,0050	0,25	1,77	767.670,40	
0,0050	0,25	1,78	815.935,34	
0,0050	0,25	1,79	717.097,47	
0,0050	0,25	1,80	689.038,72	

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4.8 Grafik volume sedimen penggelontoran yang dihasilkan dengan penyesuaian nilai variabel m pada metode Ackers-White tahun 2016**

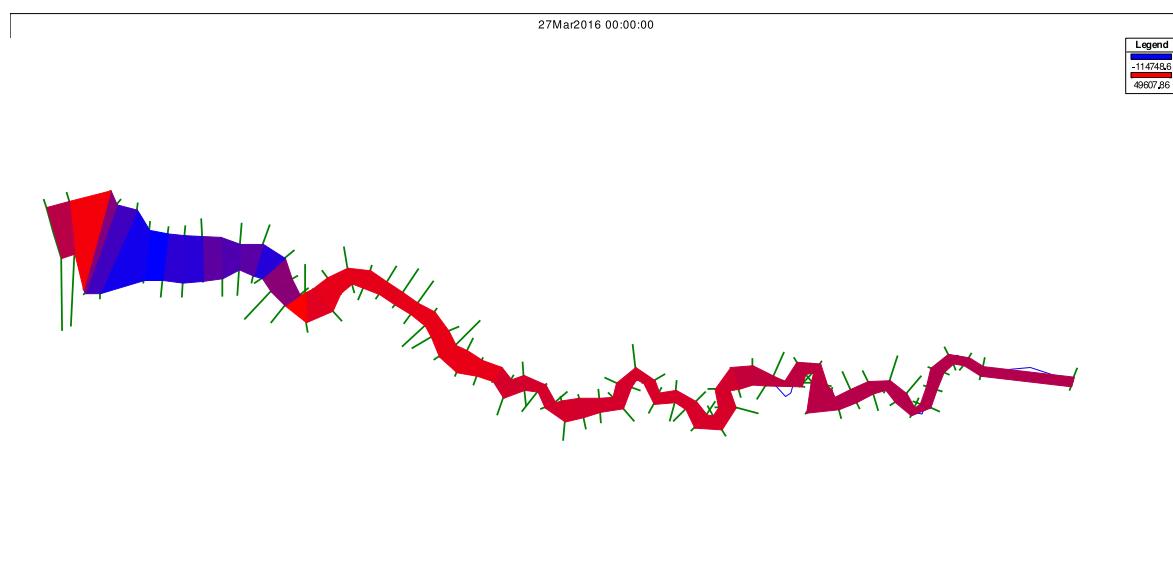
Sumber: Hasil Analisa

Didapatkan pada proses kalibrasi metode Ackers-White diatas nilai sedimen yang paling mendekati dengan hasil pengukuran adalah sebesar 815.935,34 m<sup>3</sup>, sedangkan hasil volume sedimen dari pengukuran adalah 1,026.500,00 m<sup>3</sup>, perbedaan nilai dari simulasi di model dengan hasil pengukuran adalah 210.564,66 atau 20,51% dari volume hasil pengukuran, sehingga dapat disimpulkan pada posisi ini variabel tersebut dapat digunakan untuk analisa lebih lanjut.

Nilai variabel yang dapat digunakan untuk analisa penggelontoran lebih lanjut untuk tahun 2016 pada metode Ackers-White adalah:

$$\begin{aligned}
 A &= 0,005 \\
 C &= 0,25 \text{ (nilai } default \text{ parameter HEC-RAS)} \\
 m &= 1,78 \text{ (nilai } default \text{ parameter HEC-RAS)}
 \end{aligned}$$

Dan berikut adalah gambar denah yang dihasilkan oleh HEC-RAS mengenai peta sebaran sedimen pada metode Ackers-White dengan parameter yang digunakan adalah variabel yang telah terkalibrasi.

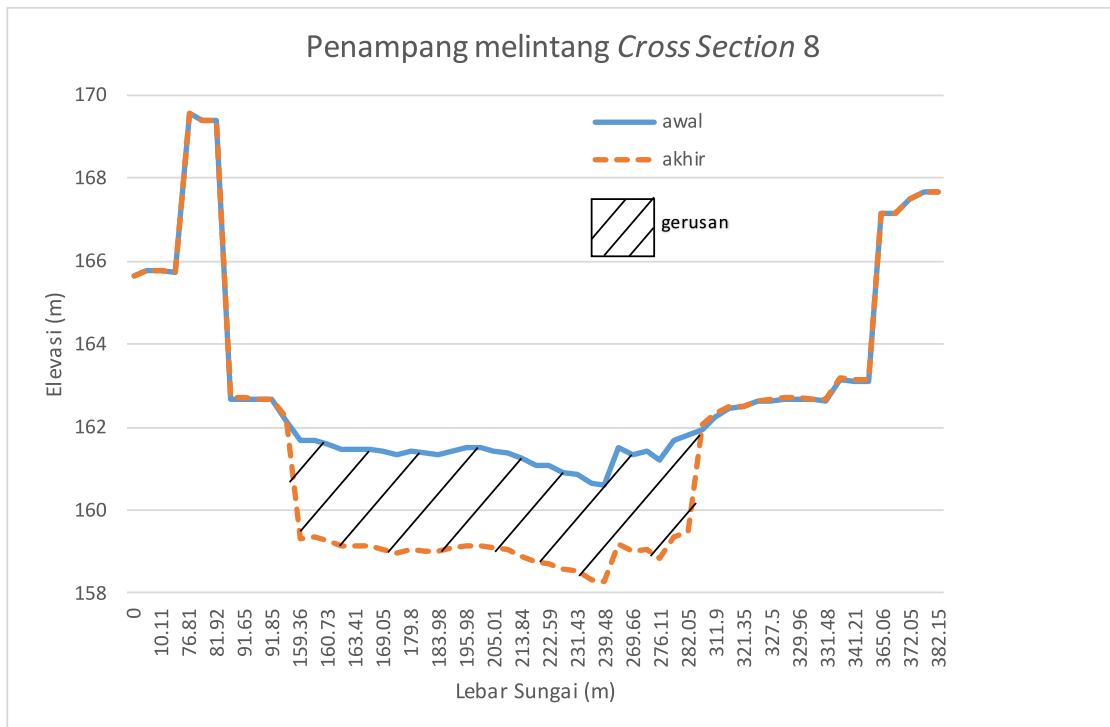


**Gambar 4.9 Peta sebaran sedimen dengan metode Ackers-White menggunakan parameter A, C, dan m yang sudah terkalibrasi**

Sumber: Hasil Analisa

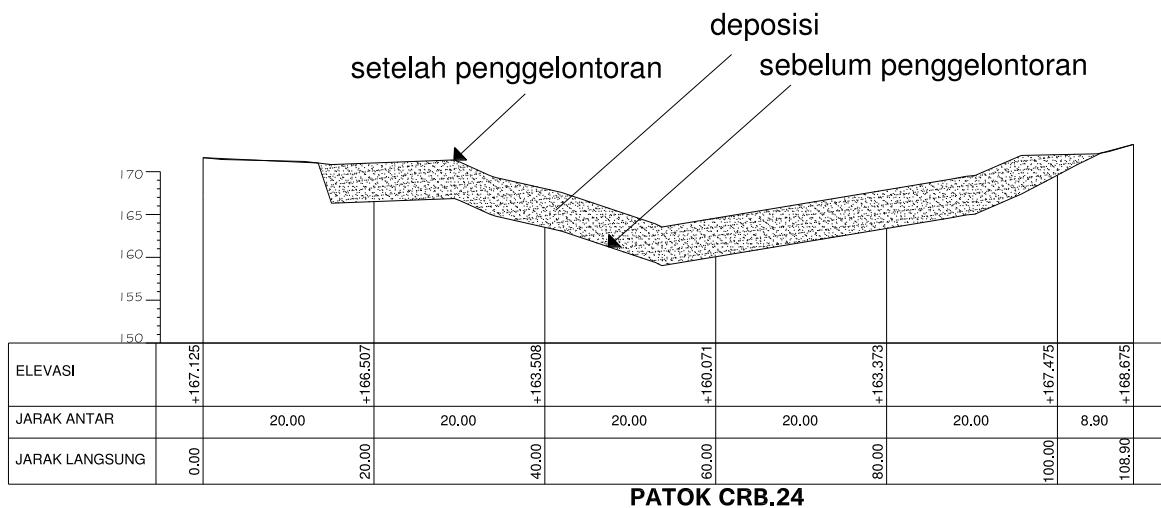
Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa perubahan dasar sungai yaitu yang merupakan penggerusan maupun penambahan elevasi dasar sungai terjadi pada daerah disekitar waduk yang artinya pemodelan pada HEC-RAS bias dikatakan mendekati dengan situasi eksisting.

Berikut adalah beberapa contoh potongan melintang yang dihasilkan dari *cross section* yang terdapat gerusan maupun penambahan volume sedimen.



**Gambar 4. 10 Potongan melintang patok 8 pada kondisi dasar sungai tergerus**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 11 Potongan melintang patok 24 pada kondisi penambahan volume sedimen**

Sumber: Hasil Analisa

Jika nilai variabel yang telah terkalibrasi tersebut dimasukkan kedalam Persamaan (2-26) maka akan menghasilkan nilai sebagai berikut:

$$G_{gr} = C \left[ \frac{F_{gr} - A}{A} \right]^m$$

$$G_{gr} = 0,25 \left[ \frac{F_{gr} - 0,005}{0,005} \right]^{1,78}$$

Nilai  $F_{gr}$  didapat dari Persamaan (2-27), dan beberapa variabel dalam persamaan tersebut didapatkan dari Persamaan (2-28) sampai dengan (2-30). Sehingga untuk mendapatkan niali  $F_{gr}$  maka diperlukan untuk menghitung Persamaan tersebut. Berikut adalah variabel-variabel yang digunakan untuk menghitung nilai  $F_{gr}$  yang didapat dari kondisi Waduk Wlingi:

$g$	=	percepatan gravitasi ( $\text{m}/\text{dt}^2$ )
	=	9,81 $\text{m}/\text{dt}^2$
$d_{si}$	=	median diameter partikel (m)
	=	0,0000596 m (didapatkan $d_{50}$ tes sedimen Waduk Wingi patok 140)
$s$	=	sedimen spesifik gravitasi
	=	2,792 (didapatkan dari pengukuran sampel sedimen patok 140)
$v$	=	kecepatan rata-rata (m/s)
	=	0,21 m/s
$a$	=	10 = nilai asumsi yang digunakan di HEC6 dan SAM
$D$	=	kedalaman (m)
	=	3,89 (m) (didapatkan dari kedalaman air di patok 140)
$S$	=	Slope
	=	0,000286 (kemiringan Waduk Wlingi hulu sampai hilir)
$\nu$	=	viskositas kinematik
	=	$0,89 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dt}$ (didapat dari tabel Modul Mekanika Fluida TEP dengan suhu 25°C)

Dari Persamaan (2-28) didapatkan hasil sebagai berikut:

$$u_* = \sqrt{g \cdot D \cdot S}$$

$$u_* = \sqrt{9,81 \times 3,89 \times 0,000286}$$

$$u_* = 0,104321 \text{ m/dt}$$

Dari Persamaan (2-30) didapatkan hasil sebagai berikut:

$$d_{gr} = d_{si} \left[ \frac{g \cdot (s - 1)}{\nu^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_{gr} = 0,0000596 \left[ \frac{9,81 \times (2,792 - 1)}{0,00000089^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_{gr} = 1,6733038$$

Dari Persamaan (2-29) didapatkan hasil sebagai berikut:

$$n = \begin{cases} 1 & \text{jika } d_{gr} \leq 1 \\ (1 - 0,056 \cdot \log(d_{gr})) & \text{jika } 1 < d_{gr} \leq 60 \\ 0 & \text{jika } d_{gr} > 60 \end{cases}$$

$$n = \left| (1 - 0,056 \cdot \log(1,6733038)) \text{ jika } 1 < d_{gr} \leq 60 \right|$$

$$n = 0,9874798$$

Dari Persamaan (2-27) didapatkan hasil sebagai berikut:

$$F_{gr} = \frac{u_*^n}{\sqrt{g \cdot d_{si} \cdot (s - 1)}} \left[ \frac{V}{\sqrt{32} \cdot \log \left( a \cdot \frac{D}{d_{si}} \right)} \right]^{1-n}$$

$$F_{gr} = \frac{0,104321^{0,9874798}}{\sqrt{9,782 \times 0,0000596 \times (2,792 - 1)}} \left[ \frac{0,21}{\sqrt{32} \cdot \log \left( 10 \cdot \frac{3,89}{0,0000596} \right)} \right]^{1-0,9874798}$$

$$F_{gr} = 3,1165601$$

Maka didapatkan hasil sebagai berikut:

$$G_{gr} = 0,25 \left[ \frac{F_{gr} - 0,005}{0,005} \right]^{1,78}$$

$$G_{gr} = 0,25 \left[ \frac{3,1165601 - 0,005}{0,005} \right]^{1,78}$$

$$G_{gr} = 23511,188$$

### Metode Laursen-Copeland

Pada simulasi penggelontoran sedimen metode Laursen-Copeland dilakukan dengan mengganti nilai  $\tau_c^*$ . Penggantian nilai dilakukan beberapa kali dengan nilai pertama sebagai nilai *default*. Berikut adalah hasil nilai sedimen yang dihasilkan dengan mengganti nilai  $\tau_c^*$ .

**Tabel 4. 7 Rekapitulasi kalibrasi metode Laursen-Copeland**

<b>Variabel</b> $\tau_c^*$	<b>Volume Sedimen (m<sup>3</sup>)</b>	
	<b>model HEC-RAS</b>	<b>hasil pengukuran</b>
0,03900	5.693,38	
0,50000	550,90	
5,00000	166,85	
0,01000	17.317,60	
0,00100	110.233,20	
0,00010	615.181,25	1.026.500,00
0,00001	1.569.210,11	
0,00002	1.405.996,81	
0,00003	1.234.996,61	
0,00004	1.061.107,24	

Sumber: Hasil Analisa

Didapatkan setelah mengganti nilai  $\tau_c^*$  dengan menggunakan beberapa nilai yang berbeda hasil sedimen dapat mendekati hasil pengukuran dengan menggunakan variabel  $\tau_c^*$  sebesar 0,0004. Sehingga untuk simulasi penggelontoran lebih lanjut nilai ini dapat digunakan sebagai alternatif pemilihan metode untuk penggelontoran sedimen.

### **Metode Meyer-Peter Müller**

Penggantian nilai yang dilakukan adalah dengan mengganti nilai  $\tau_c^*$ , coef (koefisien), dan pow (pangkat). Berikut adalah hasil proses kalibrasi menggunakan metode Meyer-Peter Müller.

**Tabel 4. 8 Rekapitulasi kalibrasi metode Meyer-Peter Müller**

<b>Variabel</b> $\tau_c^*$	<b>Volume Sedimen (m<sup>3</sup>)</b>			
	<b>coef</b>	<b>pow</b>	<b>model HEC-RAS</b>	<b>hasil pengukuran</b>
0,0470	8,00	1,5	72,85	
0,0470	12,00	1,5	960,26	
0,0470	4,93	1,6	371,01	
0,0010	8,00	1,5	808,70	
0,0001	8,00	1,5	812,61	
0,0470	10,00	1,5	809,34	1.026.500,00
0,0470	20,00	1,5	1.556,63	
0,0470	100,00	1,5	7.123,06	
0,0470	8,00	1,1	660,01	
0,0470	8,00	1,8	430,38	
0,0470	8,00	2,0	331,32	

Sumber: Hasil Analisa

Didapatkan setelah mengganti nilai  $\tau_c^*$  dengan awal nilai sebagai nilai default, nilai kedua menggunakan nilai koreksi Wong dan Parker, dan nilai ketiga dengan mengganti nilai koefisien menjadi 12,00, hasil sedimen tidak berbeda jauh dengan menggunakan nilai awal atau *default* sehingga dapat disimpulkan untuk simulasi penggelontoran sedimen menggunakan metode Meyer-Peter Muller dengan mengganti nilai variabel koefisien tidak berdampak jauh terhadap hasil perubahan sedimen yang dihasilkan.

### **Metode Wilcock**

Untuk kalibrasi menggunakan metode Wilcock parameter yang diganti adalah sama dengan dua metode diatas yaitu menggunakan parameter  $\tau_{rm}^*$ . Berikut adalah hasil kalibrasi dengan mengganti nilai  $\tau_{rm}^*$  dengan nilai awal sebagai nilai *default*, dan nilai kedua dengan mengganti nilai  $\tau_{rm}^*$  dengan 0,5

**Tabel 4. 9 Rekapitulasi kalibrasi metode Wilcock**

<b>Variabel</b>	<b>Volume Sedimen (m<sup>3</sup>)</b>		
	<b><math>\tau_{rm}^*</math></b>	<b>model HEC-RAS</b>	<b>hasil pengukuran</b>
0,0400		61,51	
0,5000		20,24	
0,0100		660,01	1.026.500,00
0,0010		660,01	
0,0005		660,01	

Sumber: Hasil Analisa

Dengan melihat sedimen yang dihasilkan menggunakan metode Wilcock didapatkan bahwa nilai sedimen tidak signifikan berpengaruh terhadap nilai variabel  $\tau_{rm}^*$ . Sehingga dapat disimpulkan untuk medote Wilcock dengan penggantian nilai  $\tau_{rm}^*$  tidak dapat digunakan sebagai analisa lebih lanjut.

### **4.8. Kalibrasi Metode Root Mean Square Error (RMSE)**

Setelah dilakukan proses kalibrasi dengan menyesuaikan nilai variabel tranpor sedimen maka dilakukan kalibrasi dengan menggunakan metode RMSE dengan tujuan sebagai perbandingan nilai kalibrasi agar variabel yang sudah terkalibrasi dapat digunakan untuk analisa lebih lanjut. Kalibrasi menggunakan metode ini dilakukan dengan skema penggantian nilai variabel sama dengan proses kalibrasi sebelumnya. Dengan menggunakan parameter variabel A pada metode Ackers-White yang menjadi proses kalibrasi sebelumnya, berikut adalah perhitungan RMSE metode Ackers-White dengan menggunakan parameter A 0,005 sebagai nilai variabel yang sudah terkalibrasi.

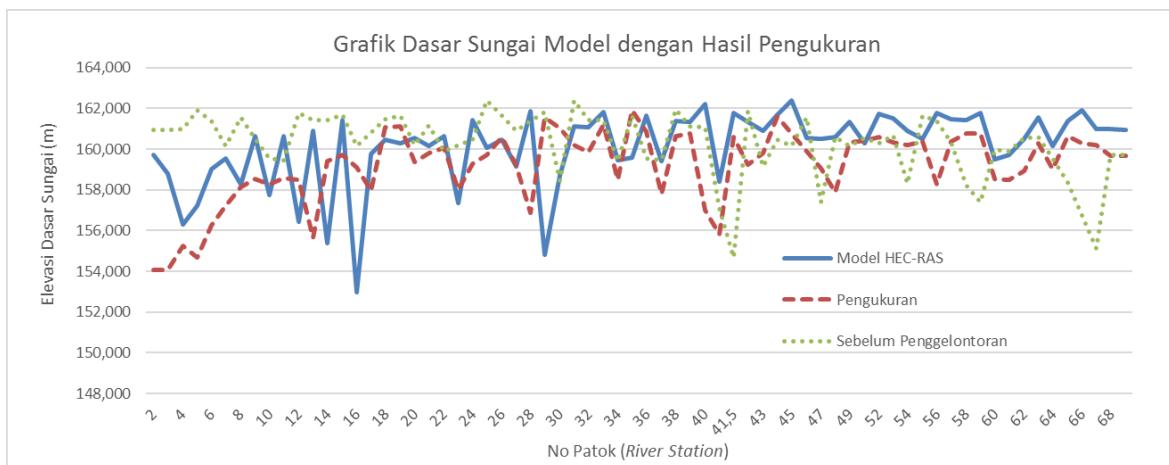
**Tabel 4. 10 Perhitungan nilai RMSE metode Ackers-White tahun 2016 dengan parameter nilai A 0,005**

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$	
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran	Model HEC-RAS		
1	69	160,953		160,953	159,687	1,6030
2	68	160,953		160,999	159,687	1,7224
3	67	160,994		160,990	160,196	0,6300
4	66	161,901		161,889	160,266	2,6328
5	65	161,375		161,378	160,642	0,5410
6	64	160,152		160,149	159,031	1,2497
7	63	161,540		161,535	160,295	1,5366
8	62	160,487		160,506	158,927	2,4936
9	61	159,540		159,707	158,481	1,5016
10	60	159,441		159,509	158,548	0,9231
11	59	161,778		161,792	160,784	1,0165
12	58	161,408		161,420	160,754	0,4432
13	57	161,440		161,468	160,355	1,2381
14	56	161,690		161,784	158,281	12,2696
15	55	160,158		160,519	160,361	0,0250
16	54	160,814		160,882	160,205	0,4582
17	53	161,477		161,514	160,344	1,3698
18	52	161,662		161,728	160,590	1,2946
19	50	160,212		160,297	160,412	0,0132
20	49	161,181		161,350	160,329	1,0418
21	48	159,902		160,583	157,895	7,2243
22	47	160,194		160,509	159,052	2,1228
23	46	160,451		160,535	159,899	0,4050
24	45	162,407		162,402	160,754	2,7152
25	44	161,642		161,665	161,595	0,0049
26	43	160,904		160,904	159,795	1,2301
27	42	161,361		161,322	159,251	4,2870
28	41,5	161,803		161,780	160,595	1,4052
29	41	158,448		158,395	155,813	6,6667
30	40	162,398		162,218	157,008	27,1389
31	39	161,444		161,351	160,755	0,3549
32	38	161,402		161,391	160,620	0,5940
33	37	159,415		159,419	157,807	2,5979
34	36	161,659		161,664	160,846	0,6690
35	35	159,559		159,588	161,895	5,3209
36	34	159,471		159,463	158,500	0,9278
37	33	161,931		161,837	161,218	0,3827
38	32	161,106		161,066	159,844	1,4928
39	31	161,077		161,117	160,211	0,8203
40	30	157,106		158,720	161,031	5,3393
41	29	154,690		154,796	161,568	45,8586
42	28	161,862		161,850	156,874	24,7656
43	27	159,165		159,161	159,209	0,0023
44	26	160,446		160,455	160,597	0,0202
45	25	160,144		160,068	159,695	0,1392
46	24	161,562		161,425	159,289	4,5625
47	23	157,375		157,344	158,006	0,4376
48	22	160,606		160,614	160,064	0,3027

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$	
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran			
			Model HEC-RAS	Pengukuran		
49	21	160,168	160,172	159,798	0,1400	
50	20	160,539	160,560	159,365	1,4275	
51	19	160,287	160,285	161,108	0,6765	
52	18	160,681	160,452	161,071	0,3828	
53	17	158,324	159,740	157,952	3,1977	
54	16	161,655	152,971	159,123	37,8422	
55	15	161,396	161,426	159,722	2,9043	
56	14	160,320	155,363	159,422	16,4787	
57	13	158,239	160,915	155,654	27,6771	
58	12	157,389	156,436	158,499	4,2572	
59	11	159,998	160,623	158,595	4,1124	
60	10	159,898	157,751	158,291	0,2911	
61	9	160,550	160,655	158,534	4,4974	
62	8	160,598	158,258	158,132	0,0158	
63	7	159,557	159,525	157,226	5,2868	
64	6	158,341	159,016	156,249	7,6541	
65	5	156,743	157,199	154,675	6,3726	
66	4	155,132	156,294	155,240	1,1107	
67	2,1	159,721	158,807	154,075	22,3966	
68	2	159,721	159,722	154,075	31,8852	
					<b>RMSE = 2,3022</b>	

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah grafik yang dihasilkan dari elevasi dasar sungai di model dengan elevasi dasar sungai yang dihasilkan dari data pengukuran.



**Gambar 4. 12 Grafik dasar sungai di model dengan hasil pengukuran pada kalibrasi nilai RMSE**

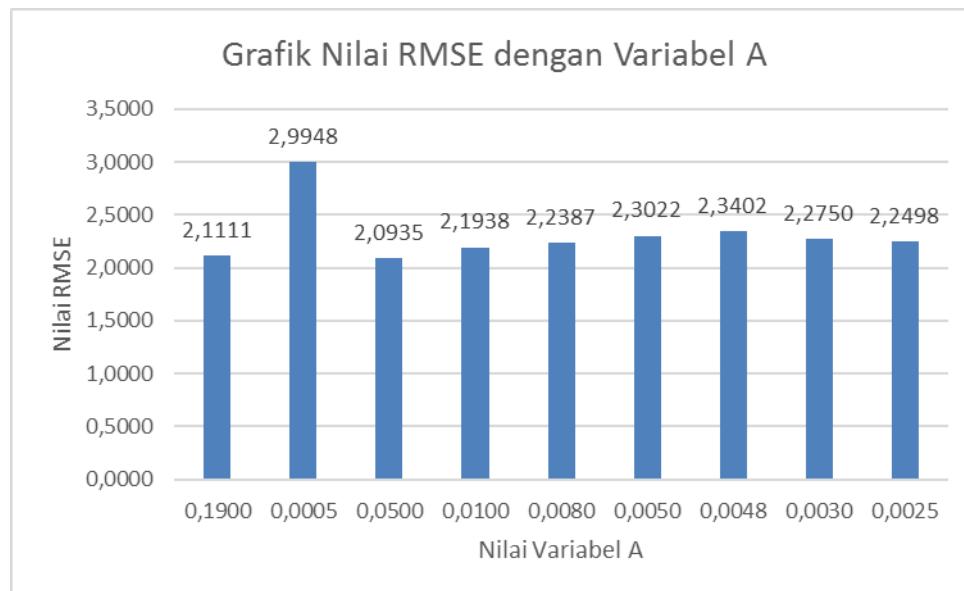
Sumber: Hasil Analisa

Setelah dilakukan beberapa proses kalibrasi sehingga menghasilkan nilai yang paling mendekati angka nol, maka berikut adalah hasil dari rekapitulasi nilai RMSE dengan menggunakan ke empat metode penggelontoran.

**Tabel 4. 11 Rekapitulasi perhitungan nilai RMSE metode Ackers-White**

<b>Variabel</b>			<b>RMSE</b>
<b>A</b>	<b>C</b>	<b>m</b>	
0,1900	0,25	1,78	2,1111
0,0005	0,25	1,78	2,9948
<b>0,0500</b>	<b>0,25</b>	<b>1,78</b>	<b>2,0935</b>
0,0100	0,25	1,78	2,1938
0,0080	0,25	1,78	2,2387
0,0050	0,25	1,78	2,3022
0,0048	0,25	1,78	2,3402
0,0030	0,25	1,78	2,2750
0,0025	0,25	1,78	2,2498

Sumber: Hasil Analisa

**Gambar 4. 13 Grafik nilai RMSE dengan variabel A**

Sumber: Hasil Analisa

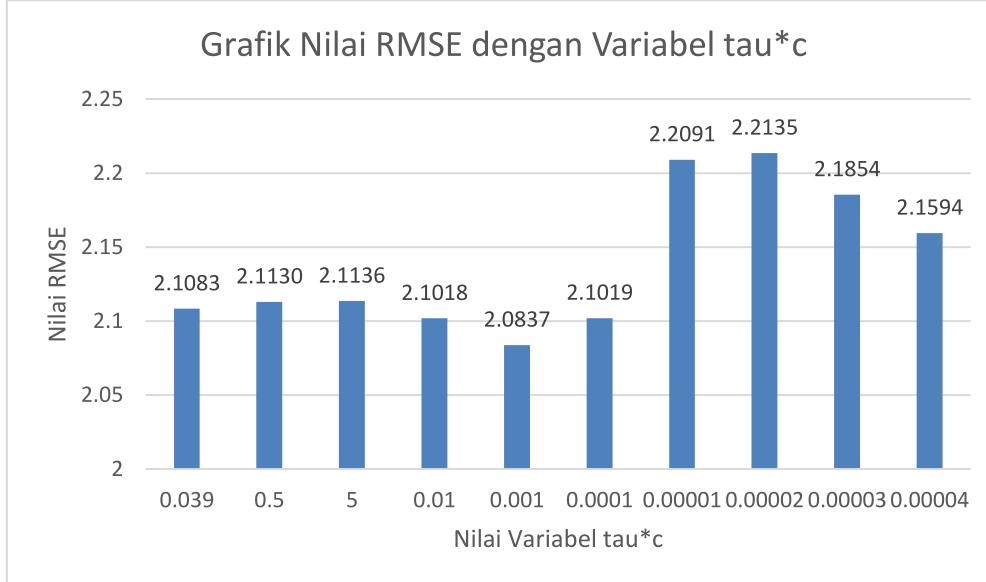
Dari rekapitulasi hasil perhitungan RMSE untuk metode Ackers-White diatas dapat disimpulkan bahwa nilai RMSE yang paling mendekati nol adalah perhitungan dengan menggunakan nilai variabel A sebesar 0,05 dengan nilai RMSE yang dihasilkan adalah 2,0935.

**Tabel 4. 12 Rekapitulasi perhitungan nilai RMSE metode Laursen-Copeland**

<b>Variabel</b>	<b>RMSE</b>
$\tau_c^*$	
0,039	2,1083
0,5	2,112979

Variabel $\tau_c^*$	RMSE
5	2,113585
0,01	2,101796
0,001	2,083686
0,0001	2,101919
0,00001	2,20905
0,00002	2,213488
0,00003	2,185398
0,00004	2,159426

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 14 Grafik nilai RMSE dengan variabel  $\tau_c^*$**

Sumber: Hasil Analisa

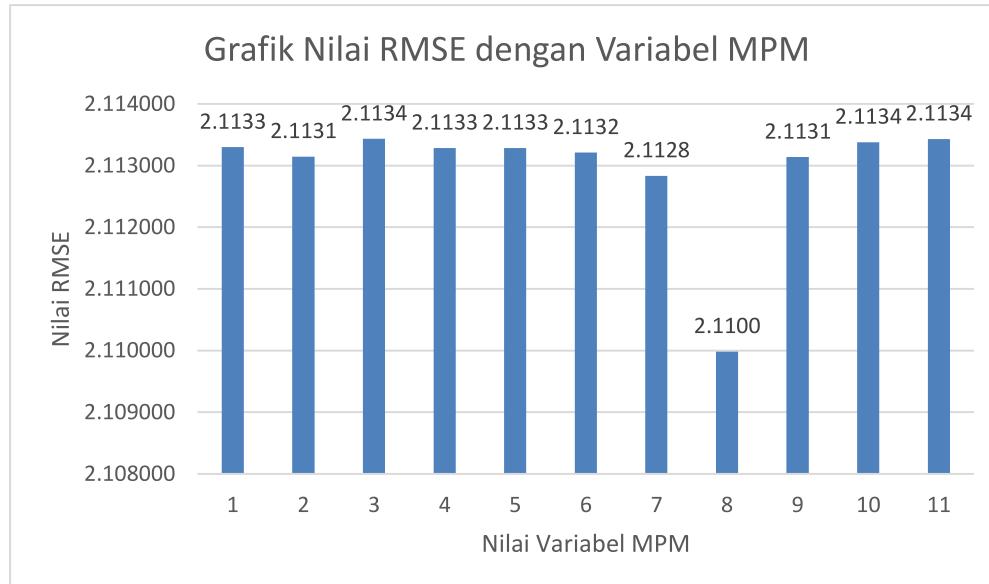
Dari rekapitulasi hasil perhitungan RMSE untuk metode Laursen-Copeland diatas dapat disimpulkan bahwa nilai RMSE yang paling mendekati nol adalah perhitungan dengan menggunakan nilai variabel  $\tau_c^*$  sebesar 0,001 dengan nilai RMSE yang dihasilkan adalah 2,0837.

**Tabel 4. 13 Rekapitulasi perhitungan nilai RMSE metode Meyer Peter Muller**

No.	Variabel			RMSE
	$\tau_c^*$	coef	power	
1	0,047	8	1,5	2,113299
2	0,047	12	1,5	2,113146
3	0,047	4,93	1,6	2,113434
4	0,001	8	1,5	2,113285
5	0,0001	8	1,5	2,113283

No.	Variabel			RMSE
	$\tau_c^*$	coef	power	
6	0,047	10	1,5	2,113210
7	0,047	20	1,5	2,112833
8	0,047	100	1,5	2,109984
9	0,047	8	1,1	2,113137
10	0,047	8	1,8	2,113380
11	0,047	8	2	2,113431

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 15 Grafik nilai RMSE dengan variabel Meyer Peter Muller**

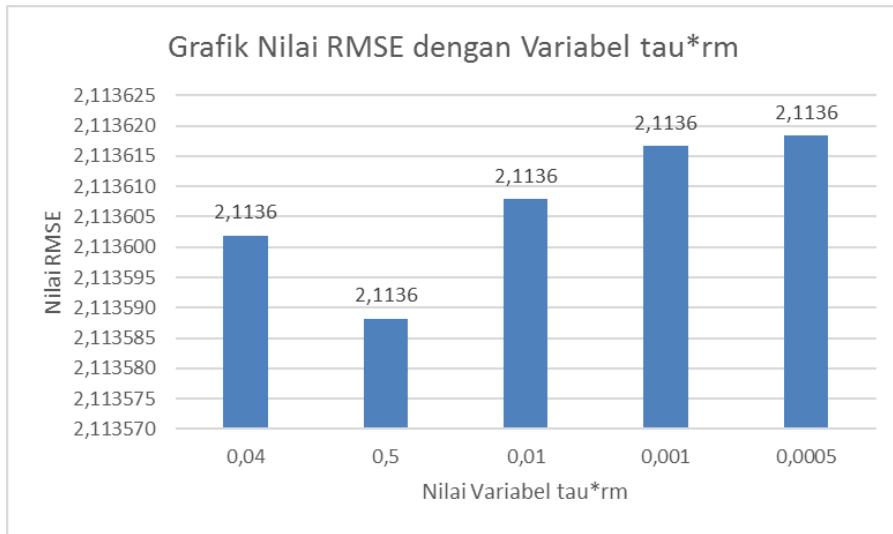
Sumber: Hasil Analisa

Dari rekapitulasi hasil perhitungan RMSE untuk metode Meyer Peter Muller diatas dapat disimpulkan bahwa nilai RMSE yang paling mendekati nol adalah perhitungan dengan menggunakan nilai variabel skema MPM 8 dengan nilai variabel tau\*c sebesar 0,047, coef sebesar 100, power sebesar 1,5 dengan nilai RMSE yang dihasilkan adalah 2,1100.

**Tabel 4. 14 Rekapitulasi perhitungan nilai RMSE metode Wilcock**

Variabel	RMSE
$\tau_{rm}^*$	
0,04	2,113602
0,5	2,113588
0,01	2,113608
0,001	2,113617
0,0005	2,113618

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 16 Grafik nilai RMSE dengan variabel  $\tau_{rm}^*$**

Sumber: Hasil Analisa

Dari rekapitulasi hasil perhitungan RMSE untuk metode Wilcock diatas dapat disimpulkan bahwa nilai RMSE yang paling mendekati nol adalah perhitungan dengan menggunakan nilai variabel  $\tau_{rm}^*$  sebesar 0,5 dengan nilai RMSE yang dihasilkan adalah 2,1136.

### Rekapitulasi hasil kalibrasi

Dengan membandingkan hasil kalibrasi menggunakan data volume sedimen dari pengukuran yang dilakukan oleh Perum Jasa Tirta I dengan nilai RMSE yang paling mendekati nol, maka berikut adalah rekapitulasi hasil kalibrasi parameter HEC-RAS pada metode Ackers-White.

**Tabel 4. 15 Rekapitulasi hasil kalibrasi metode Ackers-White**

Variabel A	C	m	Volume Sedimen (m <sup>3</sup> )		RMSE
			model HEC-RAS	hasil pengukuran	
0,1900	0,25	1,78	792,53		2,1111
0,0005	0,25	1,78	0,00		2,9948
0,0500	0,25	1,78	51.094,06		2,0935
0,0100	0,25	1,78	537.679,71		2,1938
0,0080	0,25	1,78	670.274,60	1.026.500,00	2,2387
<b>0,0050</b>	0,25	1,78	<b>815.935,34</b>		<b>2,3022</b>
0,0048	0,25	1,78	760.562,66		2,3402
0,0030	0,25	1,78	314.233,72		2,2750
0,0025	0,25	1,78	254.757,19		2,2498

Sumber: Hasil Analisa

Dari rekapitulasi diatas dapat disimpulkan untuk pengambilan nilai variabel A yang dapat digunakan adalah 0,005 dengan nilai RMSE 2,3022. Untuk nilai A 0,0005 tidak digunakan karena nilai sedimen pada parameter *Long Cum. Vol. Change* sebesar nol yang artinya tidak ada sedimen yang tergelontor, dan nilai RMSE 2,9948 masih terlalu jauh dari angka nol yang menunjukkan sebaran sedimen yang dihasilkan tidak merata atau tidak sesuai dengan kondisi eksisting. Untuk nilai A 0,05 tidak digunakan karena jumlah sedimen yang dihasilkan dari parameter *Long Cum. Vol. Change* masih jauh dari angka volume sedimen yang dihasilkan dari pengukuran.

Sebagai perbandingan untuk ketiga metode selanjutnya, berikut adalah hasil dari rekapitulasi kalibrasi dengan menggunakan data volume sedimen dan hasil perhitungan RMSE.

**Tabel 4. 16 Rekapitulasi hasil kalibrasi metode Laursen-Copeland**

Variabel tau*c	Volume Sedimen (m <sup>3</sup> )		RMSE
	model HEC-RAS	hasil pengukuran	
0,039	5.693,38		2,1083
0,5	550,90		2,1130
5	166,85		2,1136
0,01	17.317,60		2,1018
0,001	110.233,20		2,0837
0,0001	615.181,25	1.026.500,00	2,1019
0,00001	1.569.210,11		2,2091
0,00002	1.405.996,81		2,2135
0,00003	1.234.996,61		2,1854
<b>0,00004</b>	<b>1.061.107,24</b>		<b>2,1594</b>

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4. 17 Rekapitulasi hasil kalibrasi metode Meyer Peter Muller**

No.	Variabel			Volume Sedimen (m <sup>3</sup> )		RMSE
	tau*c	coef	power	model HEC-RAS	hasil pengukuran	
1	0,047	8	1,5	72,85		2,113299
2	0,047	12	1,5	960,26		2,113146
3	0,047	4,93	1,6	371,01		2,113434
4	0,001	8	1,5	808,70		2,113285
5	0,0001	8	1,5	812,61		2,113283
6	0,047	10	1,5	809,34	1.026.500,00	2,113210
7	0,047	20	1,5	1.556,63		2,112833
8	0,047	100	1,5	7.123,06		2,109984
9	0,047	8	1,1	660,01		2,113137
10	0,047	8	1,8	430,38		2,113380
11	0,047	8	2	331,32		2,113431

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4. 18 Rekapitulasi hasil kalibrasi metode Wilcock**

Variabel tau*rm	Volume Sedimen (m <sup>3</sup> ) model HEC-RAS	hasil pengukuran	RMSE
0,04	61,51		2,113602
0,5	20,24		2,113588
0,01	660,01	1.026.500,00	2,113608
0,001	660,01		2,113617
0,0005	660,01		2,113618

Sumber: Hasil Analisa

Dari ke empat metode yang dilalui dalam proses kalibrasi, pengambilan keputusan untuk metode yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah menggunakan metode Laursen-Copeland dengan alasan untuk metode Meyer Peter Muler dan Wilcock volume sedimen yang dihasilkan dari model HEC-RAS masih jauh dari volume sedimen hasil pengukuran. Sehingga ada dua metode yang hasilnya mendekati hasil pengukuran yaitu metode Ackers-White dan Laursen-Copeland. Perbandingan nilai RMSE dengan perhitungan metode Ackers-White dan Laursen-Copeland yaitu 2,30 untuk metode Ackers-White dan 2,16 untuk metode Laursen-Copeland dan nilai sedimen yang dihasilkan dari metode Ackers-White sebesar 815.935 m<sup>3</sup> dan metode Laursen-Copeland sebesar 1.061.107 m<sup>3</sup>. Sehingga untuk metode Laursen-Copeland lebih mendekati dengan pengukuran kondisi di lapangan. Selain itu pada tabel dibawah menjelaskan bahwa rentang nilai yang dimiliki oleh karakteristik sungai pada penelitian ini lebih mendekati terhadap metode Laursen-Copeland.

**Tabel 4. 19 Rentang nilai yang digunakan untuk simulasi transpor sedimen**

Function	d	d <sub>m</sub>	s	V	D	S	W	T
Ackers-White (flume)	0.04 - 7.0	NA	1.0 - 2.7	0.07 - 7.1	0.01 - 1.4	0.00006 - 0.037	0.23 - 4.0	46 - 89
Englund-Hansen (flume)	NA	0.19 - 0.93	NA	0.65 – 6.34	0.19 – 1.33	0.000055 – 0.019	NA	45 - 93
Laursen (field)	NA	0.08 - 0.7	NA	0.068 – 7.8	0.67 - 54	0.000021 – 0.0018	63 – 3640	32 - 93
Laursen (flume)	NA	0.011 - 29	NA	0.7 - 9.4	0.03 - 3.6	0.00025 – 0.025	0.25 – 6.6	46 - 83
Meyer-Peter Muller (flume)	0.4 - 29	NA	1.25 – 4.0	1.2 – 9.4	0.03 - 3.9	0.0004 – 0.02	0.5 – 6.6	NA
Tofaletti (field)	0.062 – 4.0	0.095 – 0.76	NA	0.7 - 7.8	0.07 – 56.7 (R)	0.000002 – 0.0011	63 – 3640	32 – 93
Tofaletti (flume)	0.062 – 4.0	0.45 – 0.91	NA	0.7 - 6.3	0.07 – 1.1 (R)	0.00014 – 0.019	0.8 – 8	40 - 93
Yang (field-sand)	0.15 – 1.7	NA	NA	0.8 - 6.4	0.04 – 50	0.000043 – 0.028	0.44 – 1750	32 - 94
Yang (field-gravel)	2.5 – 7.0	NA	NA	1.4 - 5.1	0.08 – 0.72	0.0012 – 0.029	0.44 – 1750	32 - 94

Sumber: HEC-RAS v.4.1 References Manual (p12-39)

dengan keterangan tabel sebagai berikut:

- d = diameter partikel keseluruhan (mm)
- $d_m$  = median diameter partikel (mm)
- s = sedimen spesifik grafitasi
- V = kecepatan rata-rata saluran (fps)
- D = kedalaman saluran (ft)
- S = energi gradien
- W = lebar saluran (ft)
- T = suhu air ( $^{\circ}$ F)

Rentang nilai yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- V = 3,37 fps (rentang Laursen 0,0068 - 7,8 fps)
- D = 13,75 ft (rentang Laursen 0,67 - 54 ft)
- S = 0,000484 (rentang Laursen 0,0000021 - 0,0018)
- W = 407 ft (rentang Laursen 63 - 3640 ft)
- T = 77  $^{\circ}$ F (rentang Laursen 32 - 93  $^{\circ}$ F)

Sehingga dari nilai diatas yang mewakili karakteristik sungai maupun hasil dari kalibrasi variabel, maka pemilihan metode untuk analisa skenario penggelontoran sedimen lebih lanjut akan digunakan metode Laursen-Copeland dengan menggunakan parameter variabel tau\*c sebesar 0,00004.

#### 4.9. Analisa Skenario Penggelontoran

Skenario penggelontoran dalam penelitian ini dibuat dengan mengganti nilai debit *Inflow* dengan menggunakan data tahun penggelontoran 2016. Skenario dilakukan dengan 2 alternatif yaitu dengan cara menaik dan turunkan nilai debit *Inflow* eksisting dengan 6 nilai yang berbeda setiap alternatifnya yaitu nilai debit *Inflow* eksisting ditambah 10 sampai dengan 30 persen dari nilai debit eksisting dan nilai debit *Inflow* eksisting dikurangi 10 sampai dengan 30 persen nilai debit eksisting. Sebagai data pelengkap berikut adalah data teknis turbin PLTA Sutami.

**Tabel 4. 20 Data teknis turbin PLTA Sutami**

Tipe	<i>Vertical Francis – IRS</i>
Tinggi efektif	85,40 m
Debit maksimum	51,80 m <sup>3</sup> /dt
Kapasitas maksimum	36.000 kW
Putaran	250,00 rpm
<i>Standart Specification</i>	JEC-151 (1968)
<i>Run away speed</i>	456 rpm
Jumlah	3 unit

Sumber: Dokumentasi PLTA Sutami

Sehingga alternatif skenario yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan mengganti nilai debit sebagai berikut:

**Tabel 4. 21 Alternatif skenario penggelontoran sedimen**

Alternatif A menggunakan debit <i>inflow</i> eksisting selama 49 jam	Alternatif B menggunakan debit <i>inflow</i> selama 56 jam
1. Debit <i>inflow</i> eksisting 2. Debit naik 30% dari <i>inflow</i> eksisting 3. Debit naik 20% dari <i>inflow</i> eksisting 4. Debit naik 10% dari <i>inflow</i> eksisting 5. Debit turun 10% dari <i>inflow</i> eksisting 6. Debit turun 20% dari <i>inflow</i> eksisting 7. Debit turun 30% dari <i>inflow</i> eksisting	8. Debit <i>inflow</i> 56 jam 9. Debit naik 30% dari <i>inflow</i> 56 jam 10. Debit naik 20% dari <i>inflow</i> 56 jam 11. Debit naik 10% dari <i>inflow</i> 56 jam 12. Debit turun 10% dari <i>inflow</i> 56 jam 13. Debit turun 20% dari <i>inflow</i> 56 jam 14. Debit turun 30% dari <i>inflow</i> 56 jam

Sumber: Hasil Analisa

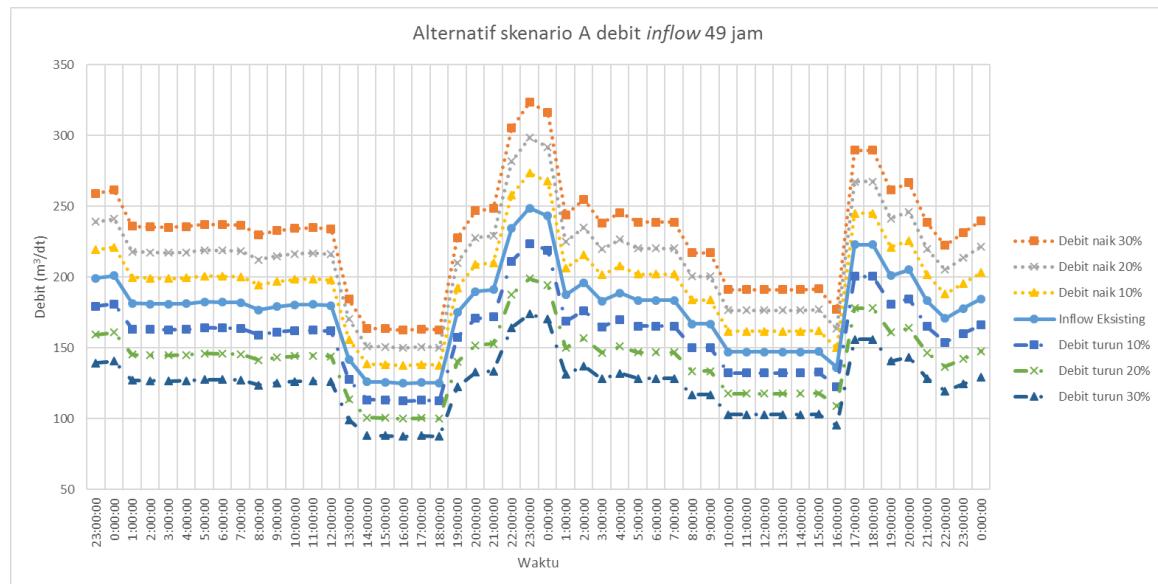
Untuk skenario alternatif pertama dengan debit dinaik dan turunkan 10 sampai dengan 30 persen di gambarkan pada tabel dan grafik berikut.

**Tabel 4. 22 Alternatif skenario A dengan menggunakan debit inflow 49 jam**

No	Tanggal	Waktu	Debit <i>Inflow</i>						
			Eksisting	Naik 30%	Naik 20%	Naik 10%	Turun 10%	Turun 20%	Turun 30%
1	24 Maret	23:00:00	199,20	258,96	239,04	219,12	179,28	159,36	139,44
2	25 Maret	0:00:00	201,00	261,30	241,20	221,10	180,90	160,80	140,70
3		1:00:00	181,52	235,98	217,82	199,67	163,37	145,22	127,06
4		2:00:00	181,07	235,39	217,28	199,18	162,96	144,86	126,75
5		3:00:00	180,93	235,21	217,12	199,02	162,84	144,74	126,65
6		4:00:00	181,21	235,57	217,45	199,33	163,09	144,97	126,85
7		5:00:00	182,46	237,20	218,95	200,71	164,21	145,97	127,72
8		6:00:00	182,16	236,81	218,59	200,38	163,94	145,73	127,51
9		7:00:00	181,99	236,59	218,39	200,19	163,79	145,59	127,39
10		8:00:00	176,89	229,96	212,27	194,58	159,20	141,51	123,82
11		9:00:00	179,02	232,73	214,82	196,92	161,12	143,22	125,31

No	Tanggal	Waktu	Eksisting	Debit Inflow					
				Naik 30%	Naik 20%	Naik 10%	Turun 10%	Turun 20%	Turun 30%
12		10:00:00	180,33	234,43	216,40	198,36	162,30	144,26	126,23
13		11:00:00	180,67	234,87	216,80	198,74	162,60	144,54	126,47
14		12:00:00	180,00	234,00	216,00	198,00	162,00	144,00	126,00
15		13:00:00	141,89	184,46	170,27	156,08	127,70	113,51	99,32
16		14:00:00	125,94	163,72	151,13	138,53	113,35	100,75	88,16
17		15:00:00	125,75	163,48	150,90	138,33	113,18	100,60	88,03
18		16:00:00	125,05	162,57	150,06	137,56	112,55	100,04	87,54
19		17:00:00	125,61	163,29	150,73	138,17	113,05	100,49	87,93
20		18:00:00	125,18	162,73	150,22	137,70	112,66	100,14	87,63
21		19:00:00	174,99	227,49	209,99	192,49	157,49	139,99	122,49
22		20:00:00	189,81	246,75	227,77	208,79	170,83	151,85	132,87
23		21:00:00	191,01	248,32	229,22	210,11	171,91	152,81	133,71
24		22:00:00	234,62	305,00	281,54	258,08	211,16	187,69	164,23
25		23:00:00	248,61	323,19	298,33	273,47	223,75	198,88	174,02
26	26 Maret	0:00:00	243,22	316,18	291,86	267,54	218,90	194,57	170,25
27		1:00:00	187,37	243,58	224,84	206,11	168,63	149,90	131,16
28		2:00:00	195,95	254,73	235,14	215,54	176,35	156,76	137,16
29		3:00:00	183,10	238,03	219,72	201,41	164,79	146,48	128,17
30		4:00:00	188,80	245,44	226,56	207,68	169,92	151,04	132,16
31		5:00:00	183,60	238,68	220,32	201,96	165,24	146,88	128,52
32		6:00:00	183,60	238,68	220,32	201,96	165,24	146,88	128,52
33		7:00:00	183,60	238,68	220,32	201,96	165,24	146,88	128,52
34		8:00:00	167,02	217,13	200,42	183,72	150,32	133,62	116,91
35		9:00:00	167,02	217,13	200,42	183,72	150,32	133,62	116,91
36		10:00:00	147,10	191,23	176,52	161,81	132,39	117,68	102,97
37		11:00:00	147,10	191,23	176,52	161,81	132,39	117,68	102,97
38		12:00:00	147,10	191,23	176,52	161,81	132,39	117,68	102,97
39		13:00:00	147,10	191,23	176,52	161,81	132,39	117,68	102,97
40		14:00:00	147,10	191,23	176,52	161,81	132,39	117,68	102,97
41		15:00:00	147,49	191,74	176,99	162,24	132,74	117,99	103,24
42		16:00:00	136,26	177,14	163,51	149,89	122,63	109,01	95,38
43		17:00:00	222,76	289,59	267,31	245,04	200,48	178,21	155,93
44		18:00:00	222,76	289,59	267,31	245,04	200,48	178,21	155,93
45		19:00:00	201,00	261,30	241,20	221,10	180,90	160,80	140,70
46		20:00:00	205,10	266,63	246,12	225,61	184,59	164,08	143,57
47		21:00:00	183,35	238,36	220,03	201,69	165,02	146,68	128,35
48		22:00:00	170,93	222,21	205,12	188,03	153,84	136,75	119,65
49		23:00:00	177,82	231,16	213,38	195,60	160,04	142,25	124,47
50	27 Maret	0:00:00	184,53	239,89	221,44	202,99	166,08	147,63	129,17

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 4. 17 Alternatif skenario A debit inflow 49 jam

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah jumlah sedimen yang dihasilkan dari input data debit *Inflow* kondisi eksisting tahun 2016.

**Tabel 4. 23 Jumlah sedimen dari kondisi debit *Inflow* eksisting**

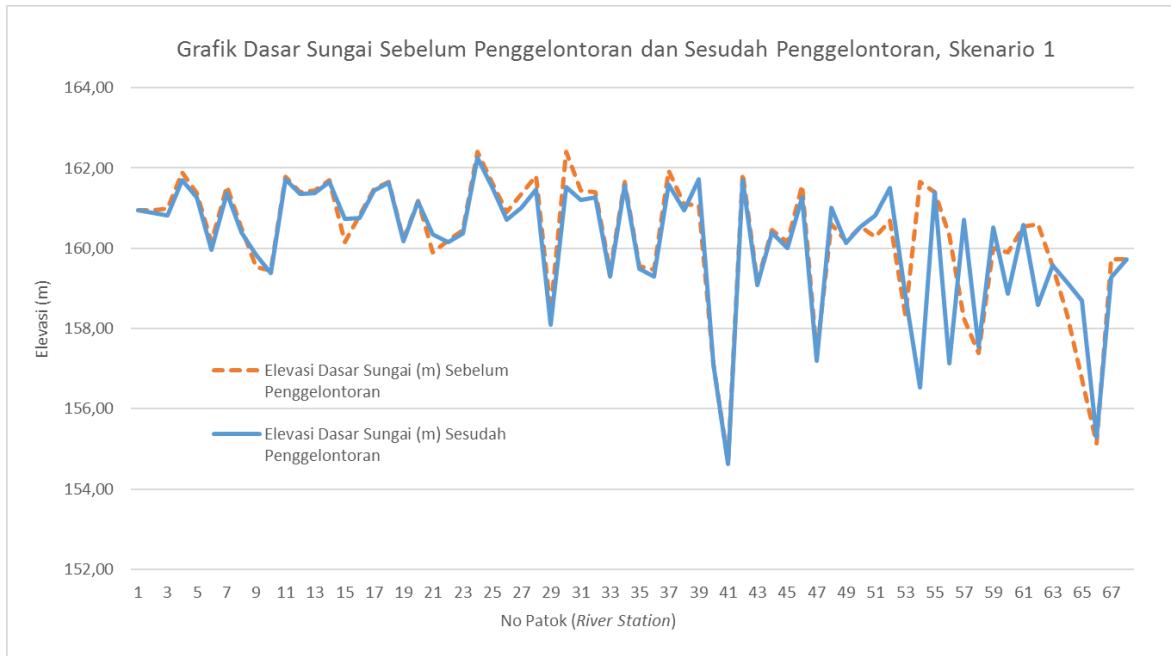
No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	36	-18.016,79	18.016,79
2	-954,78	954,78	37	-19.645,58	19.645,58
3	-1.847,62	1.847,62	38	-20.821,98	20.821,98
4	-3.056,39	3.056,39	39	-14.455,87	14.455,87
5	-3.833,23	3.833,23	40	-14.380,21	14.380,21
6	-4.686,85	4.686,85	41	-14.998,00	14.998,00
7	-5.673,19	5.673,19	42	-16.437,77	16.437,77
8	-6.138,15	6.138,15	43	-17.199,38	17.199,38
9	-4.043,00	4.043,00	44	-17.648,96	17.648,96
10	-4.318,89	4.318,89	45	-18.966,87	18.966,87
11	-4.712,78	4.712,78	46	-21.152,68	21.152,68
12	-5.139,92	5.139,92	47	-22.572,00	22.572,00
13	-5.505,84	5.505,84	48	-19.484,46	19.484,46
14	-5.801,77	5.801,77	49	-19.810,32	19.810,32
15	-1.033,83	1.033,83	50	-19.828,64	19.828,64
16	-1.306,37	1.306,37	51	-14.353,63	14.353,63
17	-1.643,89	1.643,89	52	-1.400,53	1.400,53
18	-2.029,93	2.029,93	53	6.305,14	0,00
19	-2.356,37	2.356,37	54	-37.463,41	37.463,41
20	-2.521,78	2.521,78	55	-36.998,20	36.998,20
21	3.343,31	0,00	56	-72.798,37	72.798,37
22	3.091,37	0,00	57	-45.060,75	45.060,75
23	2.386,59	0,00	58	-44.204,76	44.204,76
24	1.191,82	0,00	59	-37.140,86	37.140,86
25	175,06	0,00	60	-52.910,18	52.910,18
26	-998,34	998,34	61	-52.447,46	52.447,46
27	-3.195,88	3.195,88	62	-77.729,96	77.729,96
28	-5.448,96	5.448,96	63	-71.936,96	71.936,96
29	-7.539,55	7.539,55	64	-39.219,55	39.219,55
30	-12.243,70	12.243,70	65	-4.221,89	4.221,89
31	-14.067,32	14.067,32	66	6.493,66	0,00
32	-14.789,82	14.789,82	67	-12.057,45	12.057,45
33	-15.550,22	15.550,22	68	-11.974,28	11.974,28
34	-16.344,77	16.344,77	<b>Total sedimen</b>		<b>1.038.120,31</b>
35	-16.986,38	16.986,38			<b>1.061.107,24</b>

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4. 24 Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif A debit *Inflow* eksisting**

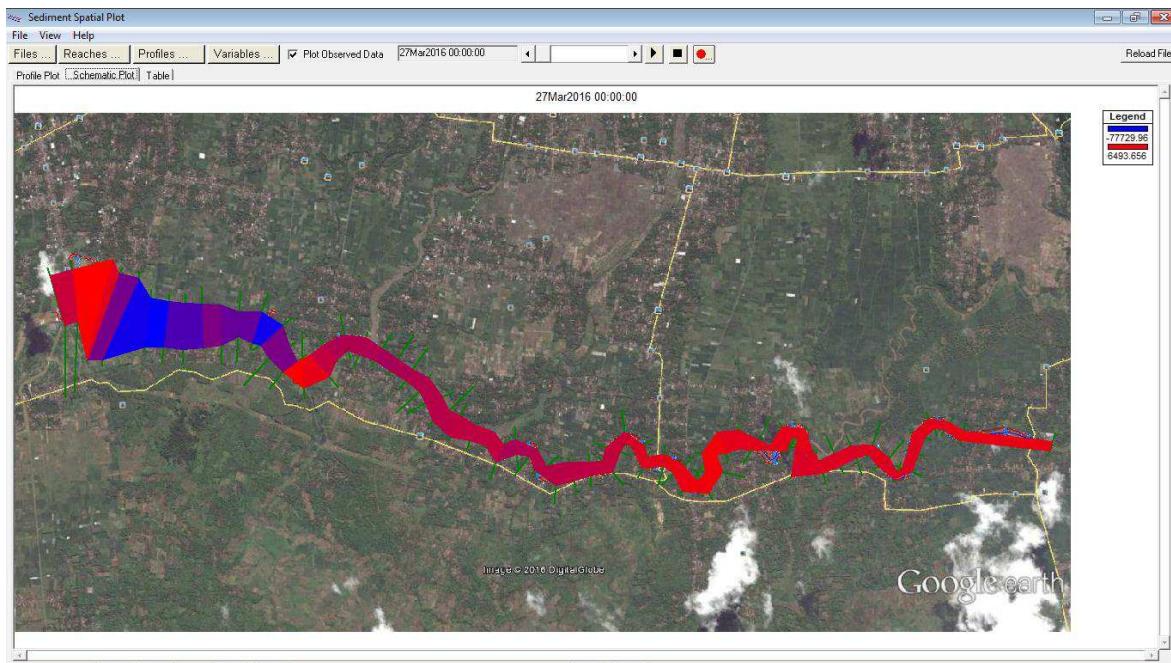
No. <i>Cross Section</i>	Elevasi Dasar Sungai (m)		Elevasi Dasar Sungai (m)	
	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran
1	160,95	160,95	35	159,56
2	160,95	160,89	36	159,47
3	160,99	160,81	37	161,93
4	161,90	161,70	38	161,11
5	161,38	161,27	39	161,08
6	160,15	159,97	40	157,11
7	161,54	161,38	41	154,69
8	160,49	160,38	42	161,86
9	159,54	159,83	43	159,17
10	159,44	159,39	44	160,45
11	161,78	161,71	45	160,14
12	161,41	161,35	46	161,56
13	161,44	161,38	47	157,37
14	161,69	161,66	48	160,61
15	160,16	160,73	49	160,17
16	160,81	160,76	50	160,54
17	161,48	161,43	51	160,29
18	161,66	161,63	52	160,68
19	160,21	160,17	53	158,32
20	161,18	161,16	54	161,66
21	159,90	160,34	55	161,40
22	160,19	160,16	56	160,32
23	160,45	160,37	57	158,24
24	162,41	162,26	58	157,39
25	161,64	161,53	59	160,00
26	160,90	160,72	60	159,90
27	161,36	161,00	61	160,55
28	161,80	161,47	62	160,60
29	158,45	158,09	63	159,56
30	162,40	161,52	64	158,34
31	161,44	161,21	65	156,74
32	161,40	161,28	66	155,13
33	159,42	159,30	67	159,72
34	161,66	161,57	68	159,72

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 18 Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 1**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 19 Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 1**

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah jumlah sedimen yang dihasilkan dari input kondisi Alternatif A data debit *Inflow* dinaikkan 30% dari kondisi eksisting.

**Tabel 4. 25 Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif A debit *Inflow* dinaikkan 30%**

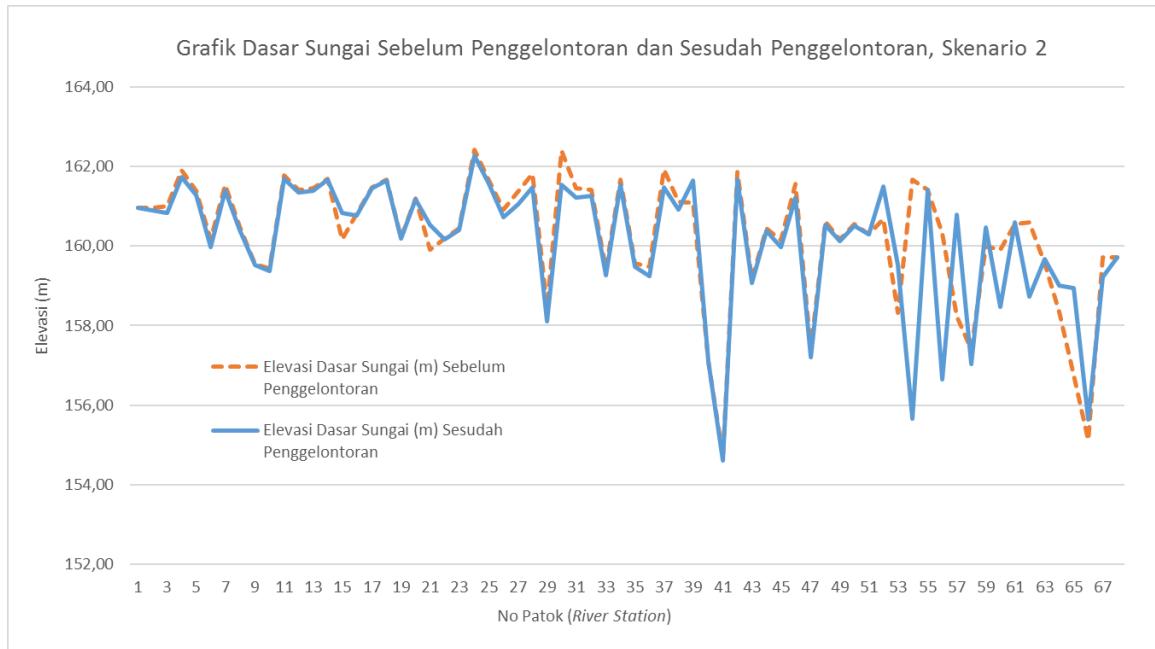
No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	36	-16.624,15	16.624,15
2	-763,96	763,96	37	-18.893,78	18.893,78
3	-1.573,97	1.573,97	38	-20.320,25	20.320,25
4	-2.602,65	2.602,65	39	-14.523,39	14.523,39
5	-3.294,56	3.294,56	40	-14.585,17	14.585,17
6	-4.186,30	4.186,30	41	-15.266,29	15.266,29
7	-5.117,06	5.117,06	42	-17.186,50	17.186,50
8	-5.527,71	5.527,71	43	-18.262,28	18.262,28
9	-5.732,78	5.732,78	44	-18.993,73	18.993,73
10	-6.085,45	6.085,45	45	-20.679,02	20.679,02
11	-6.640,74	6.640,74	46	-23.308,56	23.308,56
12	-7.155,46	7.155,46	47	-24.659,05	24.659,05
13	-7.540,50	7.540,50	48	-24.968,32	24.968,32
14	-7.840,82	7.840,82	49	-25.380,93	25.380,93
15	-2.013,96	2.013,96	50	-25.607,10	25.607,10
16	-2.303,46	2.303,46	51	-25.588,05	25.588,05
17	-2.574,53	2.574,53	52	-12.844,51	12.844,51
18	-2.874,83	2.874,83	53	5.212,46	0,00
19	-3.233,80	3.233,80	54	-48.416,08	48.416,08
20	-3.427,15	3.427,15	55	-48.320,61	48.320,61
21	5.367,33	0,00	56	-91.730,48	91.730,48
22	5.129,75	0,00	57	-59.939,64	59.939,64
23	4.578,23	0,00	58	-63.077,29	63.077,29
24	3.545,85	0,00	59	-56.177,96	56.177,96
25	2.666,84	0,00	60	-79.061,21	79.061,21
26	1.412,86	0,00	61	-78.094,98	78.094,98
27	-535,06	535,06	62	-103.272,60	103.272,60
28	-2.692,52	2.692,52	63	-96.335,59	96.335,59
29	-4.713,73	4.713,73	64	-68.813,63	68.813,63
30	-9.579,03	9.579,03	65	-28.078,54	28.078,54
31	-11.461,30	11.461,30	66	5.166,25	0,00
32	-12.481,19	12.481,19	67	-15.849,99	15.849,99
33	-13.236,30	13.236,30	68	-15.858,21	15.858,21
34	-14.331,40	14.331,40			
35	-15.194,78	15.194,78			
			<b>Total sedimen</b>	<b>-1.322.353,32</b>	<b>1.355.432,87</b>

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4. 26 Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif A debit Inflow dinaikkan 30%**

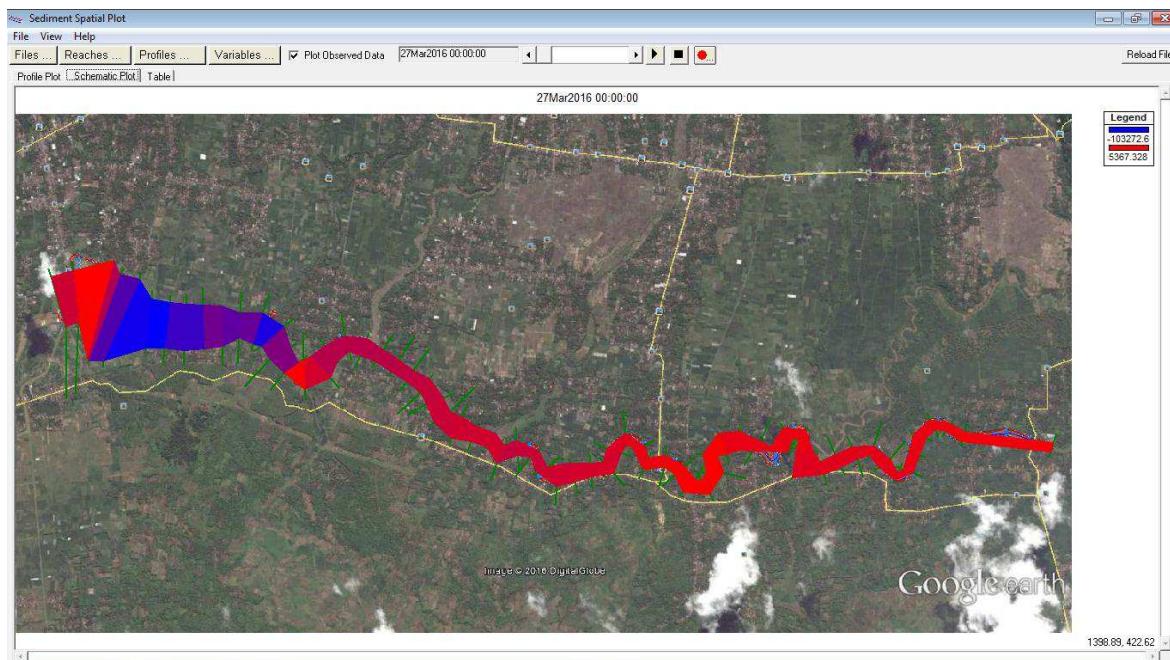
No. Cross Section	Elevasi Dasar Sungai (m)		No. Cross Section	Elevasi Dasar Sungai (m)	
	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran
1	160,95	160,95	35	159,56	159,48
2	160,95	160,90	36	159,47	159,24
3	160,99	160,82	37	161,93	161,47
4	161,90	161,73	38	161,11	160,92
5	161,38	161,28	39	161,08	161,65
6	160,15	159,98	40	157,11	157,09
7	161,54	161,39	41	154,69	154,61
8	160,49	160,40	42	161,86	161,66
9	159,54	159,51	43	159,17	159,06
10	159,44	159,38	44	160,45	160,37
11	161,78	161,69	45	160,14	159,96
12	161,41	161,34	46	161,56	161,20
13	161,44	161,38	47	157,37	157,21
14	161,69	161,66	48	160,61	160,52
15	160,16	160,82	49	160,17	160,12
16	160,81	160,76	50	160,54	160,51
17	161,48	161,44	51	160,29	160,29
18	161,66	161,64	52	160,68	161,48
19	160,21	160,17	53	158,32	159,53
20	161,18	161,16	54	161,66	155,67
21	159,90	160,53	55	161,40	161,41
22	160,19	160,16	56	160,32	156,64
23	160,45	160,39	57	158,24	160,77
24	162,41	162,27	58	157,39	157,03
25	161,64	161,55	59	160,00	160,47
26	160,90	160,71	60	159,90	158,48
27	161,36	161,05	61	160,55	160,60
28	161,80	161,48	62	160,60	158,74
29	158,45	158,10	63	159,56	159,67
30	162,40	161,53	64	158,34	159,00
31	161,44	161,22	65	156,74	158,94
32	161,40	161,26	66	155,13	155,65
33	159,42	159,26	67	159,72	159,22
34	161,66	161,53	68	159,72	159,72

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 20 Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 2**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 21 Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 2**

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah jumlah sedimen yang dihasilkan dari input kondisi Alternatif A data debit *Inflow* dinaikkan 20% dari kondisi eksisting.

**Tabel 4. 27 Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif A debit *Inflow* dinaikkan 20%**

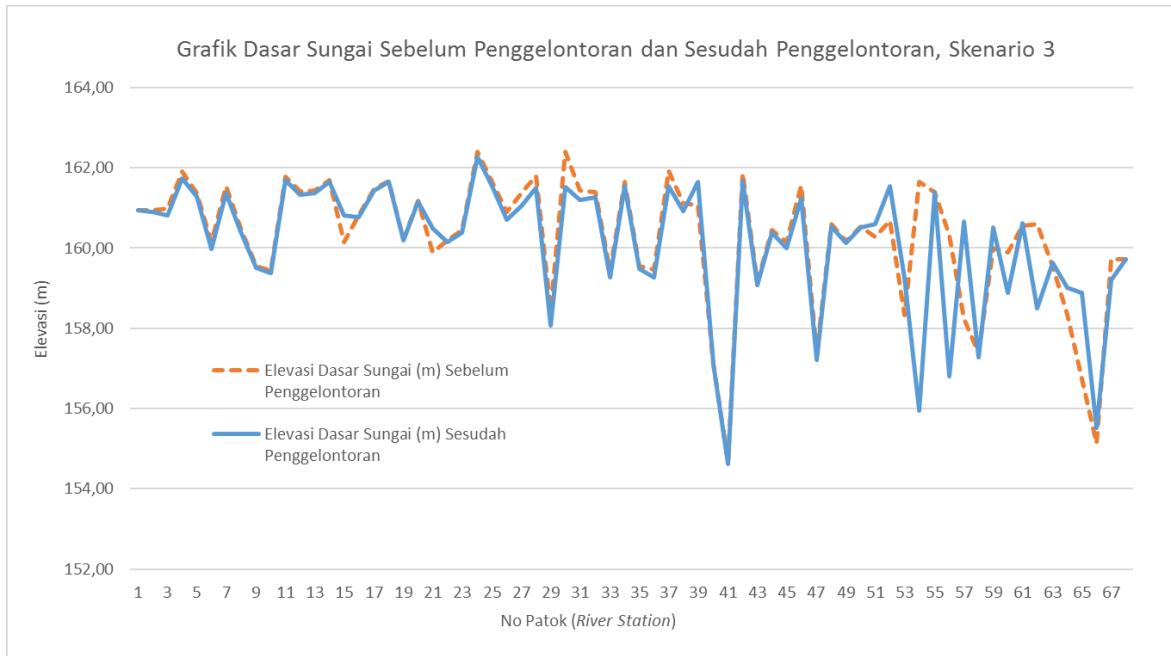
No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	36	-17.125,35	17.125,35
2	-772,31	772,31	37	-19.106,98	19.106,98
3	-1.649,36	1.649,36	38	-20.521,80	20.521,80
4	-2.686,46	2.686,46	39	-14.778,62	14.778,62
5	-3.383,28	3.383,28	40	-14.772,20	14.772,20
6	-4.266,45	4.266,45	41	-15.331,80	15.331,80
7	-5.269,18	5.269,18	42	-17.082,40	17.082,40
8	-5.679,97	5.679,97	43	-18.122,87	18.122,87
9	-5.876,76	5.876,76	44	-18.719,56	18.719,56
10	-6.221,60	6.221,60	45	-20.057,80	20.057,80
11	-6.766,75	6.766,75	46	-22.378,67	22.378,67
12	-7.281,89	7.281,89	47	-23.618,55	23.618,55
13	-7.666,27	7.666,27	48	-23.888,87	23.888,87
14	-7.975,25	7.975,25	49	-24.158,49	24.158,49
15	-2.193,49	2.193,49	50	-24.343,80	24.343,80
16	-2.423,20	2.423,20	51	-20.982,22	20.982,22
17	-2.694,55	2.694,55	52	-7.526,04	7.526,04
18	-2.991,44	2.991,44	53	6.477,65	0,00
19	-3.254,76	3.254,76	54	-44.156,77	44.156,77
20	-3.442,28	3.442,28	55	-43.891,18	43.891,18
21	4.774,35	0,00	56	-84.742,87	84.742,87
22	4.533,07	0,00	57	-54.876,15	54.876,15
23	3.875,62	0,00	58	-56.129,73	56.129,73
24	2.908,62	0,00	59	-48.974,11	48.974,11
25	1.914,78	0,00	60	-64.564,93	64.564,93
26	647,01	0,00	61	-63.126,14	63.126,14
27	-1.310,99	1.310,99	62	-91.489,11	91.489,11
28	-3.399,63	3.399,63	63	-86.097,08	86.097,08
29	-5.573,31	5.573,31	64	-58.733,11	58.733,11
30	-10.412,71	10.412,71	65	-19.461,97	19.461,97
31	-12.328,48	12.328,48	66	5.854,95	0,00
32	-13.341,38	13.341,38	67	-15.499,59	15.499,59
33	-14.084,79	14.084,79	68	-15.507,69	15.507,69
34	-15.071,10	15.071,10	<b>Total sedimen</b>		<b>1.212.647,60</b>
35	-15.849,58	15.849,58			<b>1.243.633,65</b>

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4. 28 Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif A debit *Inflow* dinaikkan 20%**

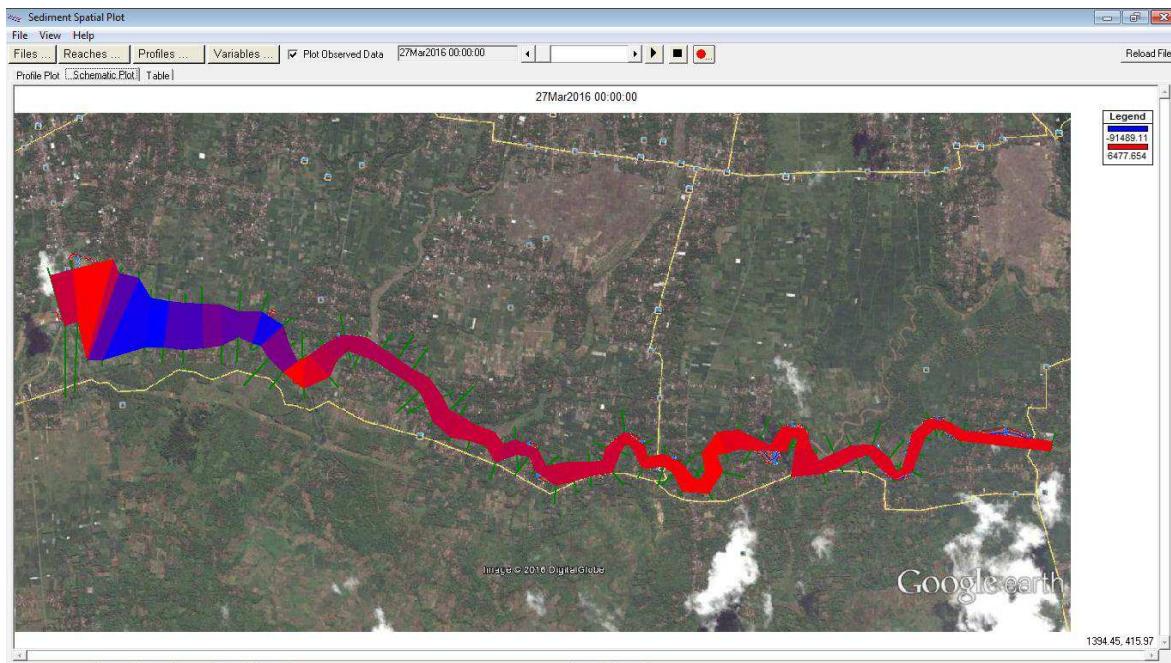
No. <i>Cross Section</i>	Elevasi Dasar Sungai (m)		Elevasi Dasar Sungai (m)	
	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran
1	160,95	160,95	35	159,56
2	160,95	160,90	36	159,47
3	160,99	160,81	37	161,93
4	161,90	161,73	38	161,11
5	161,38	161,28	39	161,08
6	160,15	159,98	40	157,11
7	161,54	161,38	41	154,69
8	160,49	160,40	42	161,86
9	159,54	159,51	43	159,17
10	159,44	159,38	44	160,45
11	161,78	161,69	45	160,14
12	161,41	161,34	46	161,56
13	161,44	161,38	47	157,37
14	161,69	161,66	48	160,61
15	160,16	160,82	49	160,17
16	160,81	160,77	50	160,54
17	161,48	161,44	51	160,29
18	161,66	161,64	52	160,68
19	160,21	160,18	53	158,32
20	161,18	161,16	54	161,66
21	159,90	160,50	55	161,40
22	160,19	160,16	56	160,32
23	160,45	160,38	57	158,24
24	162,41	162,28	58	157,39
25	161,64	161,54	59	160,00
26	160,90	160,71	60	159,90
27	161,36	161,04	61	160,55
28	161,80	161,49	62	160,60
29	158,45	158,08	63	159,56
30	162,40	161,52	64	158,34
31	161,44	161,21	65	156,74
32	161,40	161,25	66	155,13
33	159,42	159,28	67	159,72
34	161,66	161,55	68	159,72

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 22 Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 3**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 23 Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 3**

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah jumlah sedimen yang dihasilkan dari input kondisi Alternatif A data debit *Inflow* dinaikkan 10% dari kondisi eksisting.

**Tabel 4. 29 Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif A debit *Inflow* dinaikkan 10%**

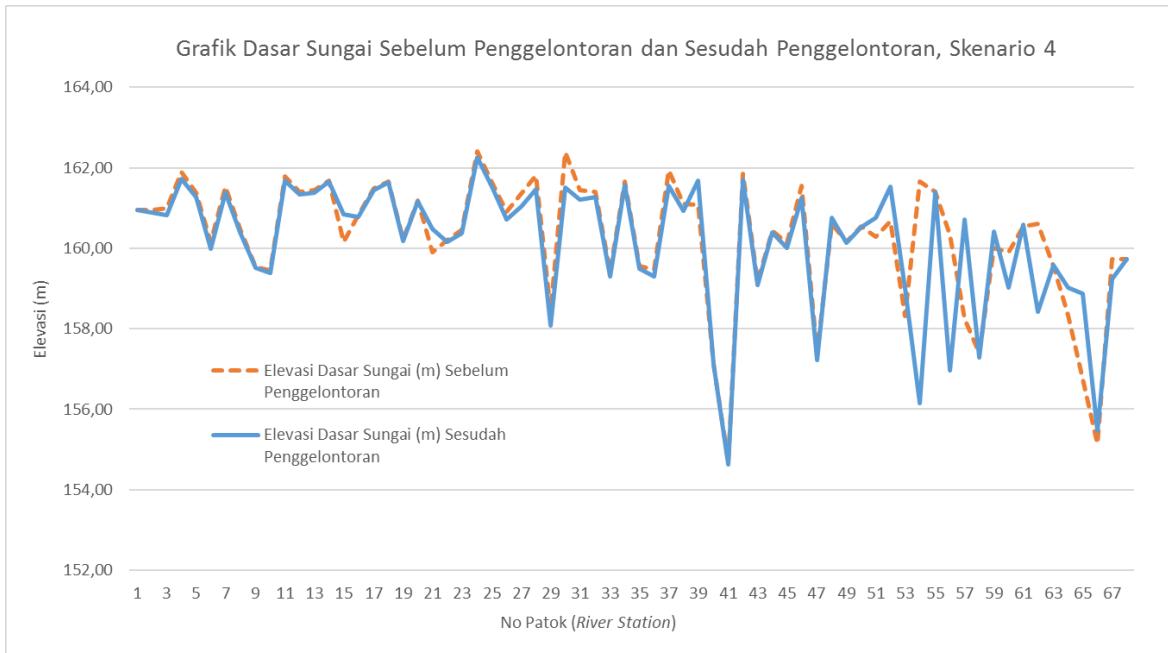
No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	36	-17.614,64	17.614,64
2	-939,11	939,11	37	-19.472,77	19.472,77
3	-1.823,19	1.823,19	38	-20.767,33	20.767,33
4	-2.943,30	2.943,30	39	-14.699,65	14.699,65
5	-3.719,72	3.719,72	40	-14.656,91	14.656,91
6	-4.525,40	4.525,40	41	-15.200,76	15.200,76
7	-5.523,50	5.523,50	42	-16.694,98	16.694,98
8	-5.934,28	5.934,28	43	-17.622,98	17.622,98
9	-6.123,83	6.123,83	44	-18.084,66	18.084,66
10	-6.465,70	6.465,70	45	-19.391,04	19.391,04
11	-7.006,10	7.006,10	46	-21.681,23	21.681,23
12	-7.515,95	7.515,95	47	-22.911,02	22.911,02
13	-7.895,20	7.895,20	48	-21.527,70	21.527,70
14	-8.205,26	8.205,26	49	-21.723,71	21.723,71
15	-2.414,03	2.414,03	50	-21.872,83	21.872,83
16	-2.639,10	2.639,10	51	-16.848,26	16.848,26
17	-2.907,40	2.907,40	52	-3.648,88	3.648,88
18	-3.196,23	3.196,23	53	6.775,33	0,00
19	-3.448,21	3.448,21	54	-41.228,10	41.228,10
20	-3.624,27	3.624,27	55	-40.803,25	40.803,25
21	4.022,03	0,00	56	-79.025,34	79.025,34
22	3.761,38	0,00	57	-50.062,74	50.062,74
23	3.070,96	0,00	58	-51.320,84	51.320,84
24	1.984,92	0,00	59	-45.535,88	45.535,88
25	969,94	0,00	60	-58.978,85	58.978,85
26	-299,69	299,69	61	-58.100,07	58.100,07
27	-2.337,31	2.337,31	62	-85.745,90	85.745,90
28	-4.590,30	4.590,30	63	-80.711,67	80.711,67
29	-6.684,59	6.684,59	64	-52.988,64	52.988,64
30	-11.474,97	11.474,97	65	-15.636,32	15.636,32
31	-13.406,54	13.406,54	66	5.646,71	0,00
32	-14.293,71	14.293,71	67	-14.753,83	14.753,83
33	-14.975,89	14.975,89	68	-14.741,78	14.741,78
34	-15.840,29	15.840,29			
35	-16.553,03	16.553,03			
			<b>Total sedimen</b>	<b>-1.155.127,36</b>	<b>1.181.358,62</b>

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4.30 Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif A debit Inflow dinaikkan 10%**

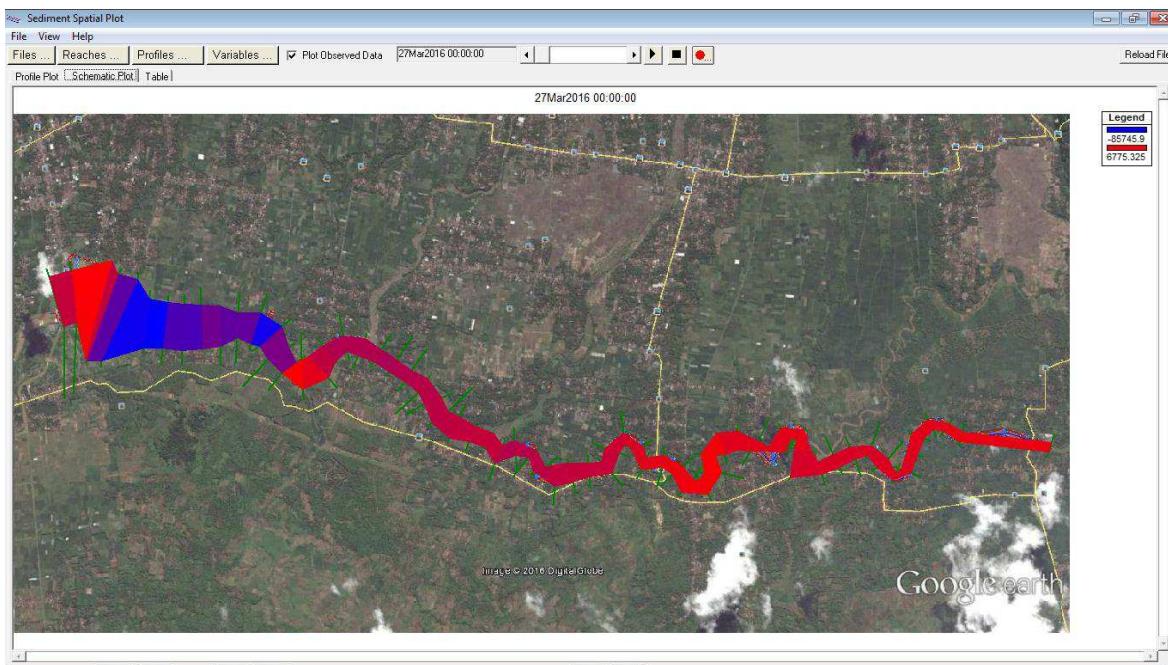
No. <i>Cross Section</i>	Elevasi Dasar Sungai (m)		No. <i>Cross Section</i>	Elevasi Dasar Sungai (m)	
	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran
1	160,95	160,95	35	159,56	159,49
2	160,95	160,89	36	159,47	159,30
3	160,99	160,81	37	161,93	161,55
4	161,90	161,72	38	161,11	160,93
5	161,38	161,27	39	161,08	161,68
6	160,15	159,99	40	157,11	157,11
7	161,54	161,38	41	154,69	154,62
8	160,49	160,40	42	161,86	161,70
9	159,54	159,51	43	159,17	159,08
10	159,44	159,38	44	160,45	160,40
11	161,78	161,69	45	160,14	160,00
12	161,41	161,33	46	161,56	161,25
13	161,44	161,38	47	157,37	157,22
14	161,69	161,66	48	160,61	160,76
15	160,16	160,84	49	160,17	160,15
16	160,81	160,77	50	160,54	160,52
17	161,48	161,44	51	160,29	160,76
18	161,66	161,64	52	160,68	161,52
19	160,21	160,18	53	158,32	159,01
20	161,18	161,16	54	161,66	156,15
21	159,90	160,47	55	161,40	161,39
22	160,19	160,15	56	160,32	156,97
23	160,45	160,37	57	158,24	160,72
24	162,41	162,27	58	157,39	157,29
25	161,64	161,54	59	160,00	160,42
26	160,90	160,71	60	159,90	159,03
27	161,36	161,03	61	160,55	160,60
28	161,80	161,47	62	160,60	158,43
29	158,45	158,09	63	159,56	159,58
30	162,40	161,52	64	158,34	159,01
31	161,44	161,21	65	156,74	158,88
32	161,40	161,27	66	155,13	155,46
33	159,42	159,30	67	159,72	159,24
34	161,66	161,57	68	159,72	159,72

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 24 Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 4**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 25 Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 4**

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah jumlah sedimen yang dihasilkan dari input kondisi Alternatif A data debit *Inflow* diturunkan 10% dari kondisi eksisting.

**Tabel 4. 31 Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif A debit *Inflow* diturunkan 10%**

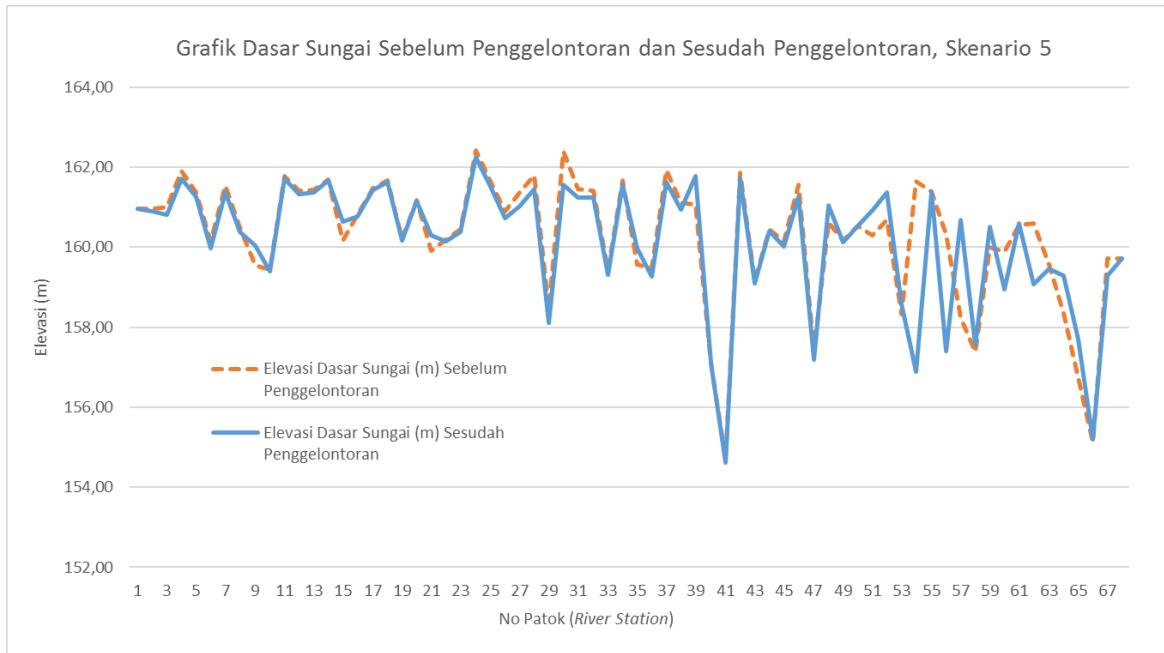
No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	36	-14.496,32	14.496,32
2	-964,77	964,77	37	-15.966,44	15.966,44
3	-1.867,24	1.867,24	38	-17.225,02	17.225,02
4	-3.083,56	3.083,56	39	-10.310,56	10.310,56
5	-3.941,53	3.941,53	40	-10.296,10	10.296,10
6	-4.782,06	4.782,06	41	-10.904,03	10.904,03
7	-5.804,60	5.804,60	42	-12.219,33	12.219,33
8	-6.269,24	6.269,24	43	-12.995,47	12.995,47
9	-2.762,04	2.762,04	44	-13.351,00	13.351,00
10	-3.048,49	3.048,49	45	-14.556,69	14.556,69
11	-3.506,89	3.506,89	46	-16.735,90	16.735,90
12	-4.012,00	4.012,00	47	-18.240,02	18.240,02
13	-4.465,12	4.465,12	48	-14.871,44	14.871,44
14	-4.796,35	4.796,35	49	-15.202,72	15.202,72
15	-798,33	798,33	50	-15.238,13	15.238,13
16	-1.075,18	1.075,18	51	-8.734,90	8.734,90
17	-1.426,21	1.426,21	52	1.755,45	0,00
18	-1.828,16	1.828,16	53	5.726,77	0,00
19	-2.162,48	2.162,48	54	-33.958,61	33.958,61
20	-2.331,70	2.331,70	55	-33.593,82	33.593,82
21	2.655,14	0,00	56	-65.940,19	65.940,19
22	2.401,06	0,00	57	-39.999,65	39.999,65
23	1.679,55	0,00	58	-38.488,92	38.488,92
24	482,53	0,00	59	-32.291,18	32.291,18
25	-639,23	639,23	60	-47.129,51	47.129,51
26	-1.816,53	1.816,53	61	-46.166,48	46.166,48
27	-3.923,17	3.923,17	62	-64.723,23	64.723,23
28	-6.259,40	6.259,40	63	-59.900,55	59.900,55
29	-8.192,73	8.192,73	64	-22.763,80	22.763,80
30	-12.604,58	12.604,58	65	3.126,46	0,00
31	-14.289,72	14.289,72	66	7.097,56	0,00
32	-15.077,55	15.077,55	67	-11.151,05	11.151,05
33	-15.733,31	15.733,31	68	-11.152,28	11.152,28
34	-16.727,85	16.727,85	<b>Total sedimen</b>		<b>896.024,61</b>
35	-13.231,24	13.231,24			

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4. 32 Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif A debit *Inflow* diturunkan 10%**

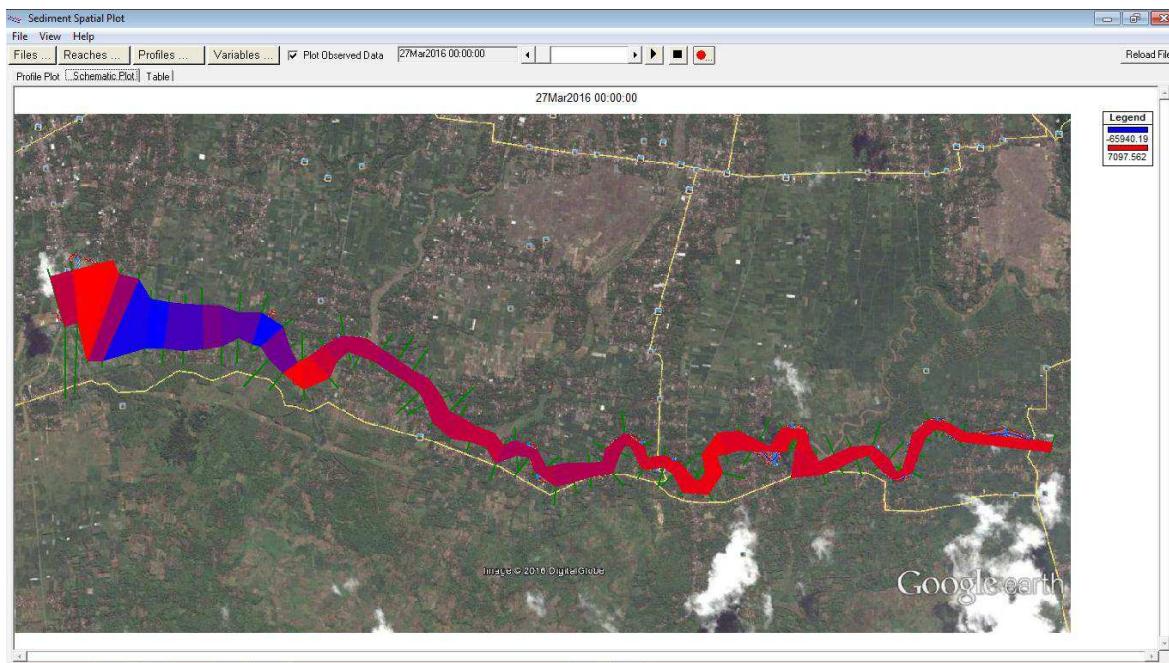
No. <i>Cross Section</i>	Elevasi Dasar Sungai (m)		Elevasi Dasar Sungai (m)	
	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran
1	160,95	160,95	35	159,56
2	160,95	160,89	36	159,47
3	160,99	160,81	37	161,93
4	161,90	161,70	38	161,11
5	161,38	161,25	39	161,08
6	160,15	159,97	40	157,11
7	161,54	161,37	41	154,69
8	160,49	160,38	42	161,86
9	159,54	160,05	43	159,17
10	159,44	159,38	44	160,45
11	161,78	161,70	45	160,14
12	161,41	161,33	46	161,56
13	161,44	161,37	47	157,37
14	161,69	161,66	48	160,61
15	160,16	160,64	49	160,17
16	160,81	160,76	50	160,54
17	161,48	161,43	51	160,29
18	161,66	161,63	52	160,68
19	160,21	160,17	53	158,32
20	161,18	161,16	54	161,66
21	159,90	160,29	55	161,40
22	160,19	160,15	56	160,32
23	160,45	160,37	57	158,24
24	162,41	162,25	58	157,39
25	161,64	161,52	59	160,00
26	160,90	160,72	60	159,90
27	161,36	161,01	61	160,55
28	161,80	161,45	62	160,60
29	158,45	158,11	63	159,56
30	162,40	161,56	64	158,34
31	161,44	161,23	65	156,74
32	161,40	161,24	66	155,13
33	159,42	159,32	67	159,72
34	161,66	161,55	68	159,72

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 26 Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 5**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 27 Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 5**

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah jumlah sedimen yang dihasilkan dari input kondisi Alternatif A data debit *Inflow* diturunkan 20% dari kondisi eksisting.

**Tabel 4. 33 Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif A debit *Inflow* diturunkan 20%**

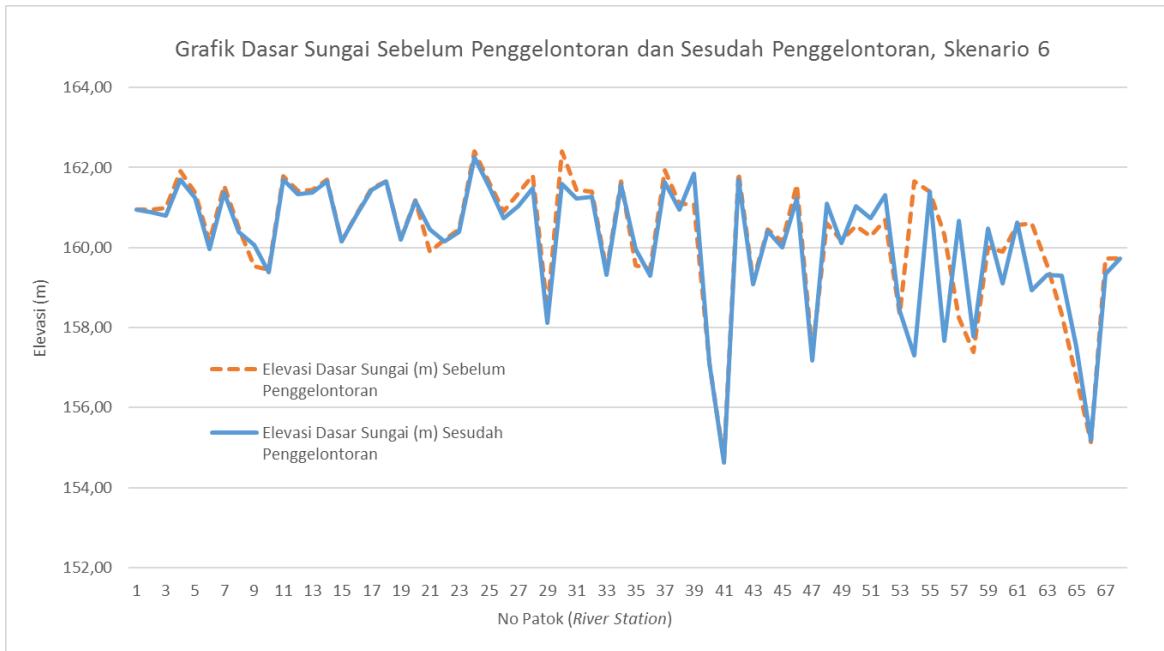
No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	36	-14.411,56	14.411,56
2	-966,89	966,89	37	-15.786,79	15.786,79
3	-1.929,18	1.929,18	38	-16.923,28	16.923,28
4	-3.187,02	3.187,02	39	-9.401,47	9.401,47
5	-4.025,39	4.025,39	40	-9.415,07	9.415,07
6	-4.904,86	4.904,86	41	-10.016,80	10.016,80
7	-5.914,46	5.914,46	42	-11.445,97	11.445,97
8	-6.378,86	6.378,86	43	-12.246,28	12.246,28
9	-2.830,09	2.830,09	44	-12.605,40	12.605,40
10	-3.104,04	3.104,04	45	-13.967,91	13.967,91
11	-3.545,84	3.545,84	46	-16.230,69	16.230,69
12	-4.036,07	4.036,07	47	-17.817,82	17.817,82
13	-4.475,14	4.475,14	48	-14.280,20	14.280,20
14	-4.752,32	4.752,32	49	-14.777,31	14.777,31
15	-4.758,81	4.758,81	50	-10.767,85	10.767,85
16	-4.884,05	4.884,05	51	-6.080,69	6.080,69
17	-5.128,12	5.128,12	52	3.503,62	0,00
18	-5.379,86	5.379,86	53	4.947,15	0,00
19	-5.583,33	5.583,33	54	-30.049,15	30.049,15
20	-5.685,20	5.685,20	55	-29.822,96	29.822,96
21	1.314,48	0,00	56	-58.348,25	58.348,25
22	1.061,29	0,00	57	-33.833,43	33.833,43
23	451,26	0,00	58	-30.834,84	30.834,84
24	-722,35	722,35	59	-25.326,37	25.326,37
25	-1.718,33	1.718,33	60	-37.325,27	37.325,27
26	-2.783,47	2.783,47	61	-35.940,49	35.940,49
27	-4.789,73	4.789,73	62	-56.233,96	56.233,96
28	-6.924,39	6.924,39	63	-54.515,46	54.515,46
29	-8.776,47	8.776,47	64	-17.753,96	17.753,96
30	-12.947,28	12.947,28	65	3.458,48	0,00
31	-14.584,28	14.584,28	66	6.024,74	0,00
32	-15.181,03	15.181,03	67	-9.824,43	9.824,43
33	-15.817,22	15.817,22	68	-9.832,07	9.832,07
34	-16.649,42	16.649,42	<b>Total sedimen</b>		<b>810.851,00</b>
35	-13.432,81	13.432,81			<b>831.612,03</b>

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4.34 Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif A debit Inflow diturunkan 20%**

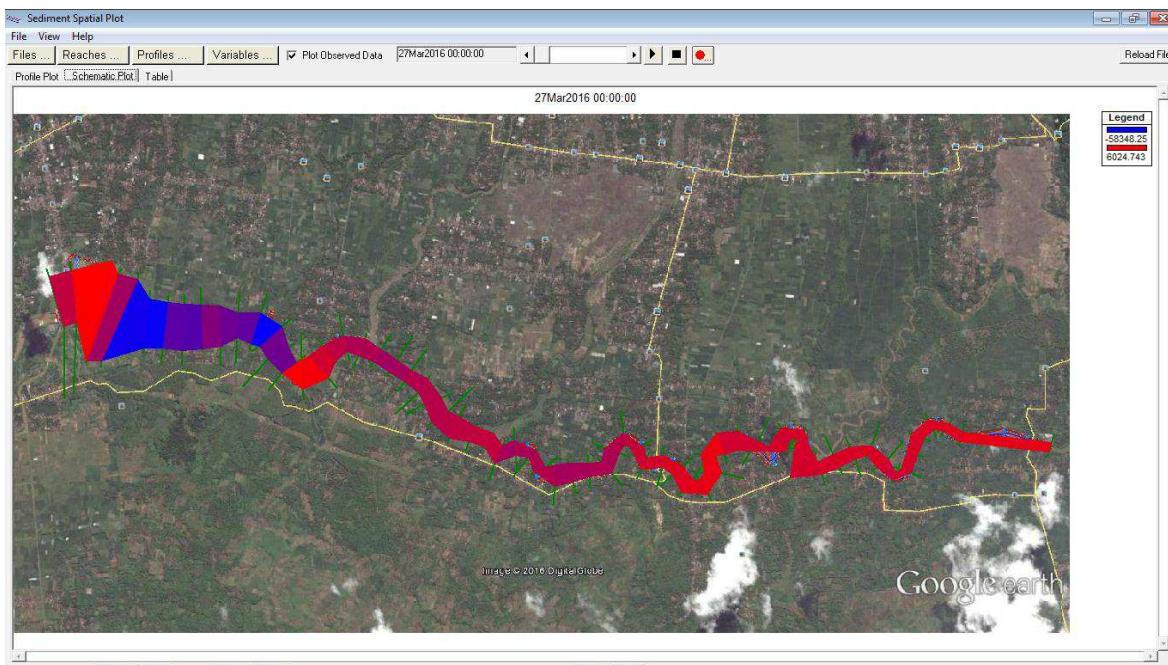
No. Cross Section	Elevasi Dasar Sungai (m)		No. Cross Section	Elevasi Dasar Sungai (m)	
	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran
1	160,95	160,95	35	159,56	159,97
2	160,95	160,89	36	159,47	159,30
3	160,99	160,80	37	161,93	161,64
4	161,90	161,69	38	161,11	160,95
5	161,38	161,26	39	161,08	161,86
6	160,15	159,95	40	157,11	157,10
7	161,54	161,37	41	154,69	154,62
8	160,49	160,38	42	161,86	161,69
9	159,54	160,06	43	159,17	159,09
10	159,44	159,39	44	160,45	160,41
11	161,78	161,70	45	160,14	160,00
12	161,41	161,33	46	161,56	161,23
13	161,44	161,37	47	157,37	157,17
14	161,69	161,66	48	160,61	161,10
15	160,16	160,16	49	160,17	160,11
16	160,81	160,79	50	160,54	161,04
17	161,48	161,44	51	160,29	160,73
18	161,66	161,64	52	160,68	161,30
19	160,21	160,19	53	158,32	158,42
20	161,18	161,17	54	161,66	157,31
21	159,90	160,46	55	161,40	161,39
22	160,19	160,16	56	160,32	157,67
23	160,45	160,38	57	158,24	160,66
24	162,41	162,25	58	157,39	157,78
25	161,64	161,53	59	160,00	160,48
26	160,90	160,73	60	159,90	159,10
27	161,36	161,03	61	160,55	160,63
28	161,80	161,48	62	160,60	158,93
29	158,45	158,12	63	159,56	159,32
30	162,40	161,59	64	158,34	159,29
31	161,44	161,23	65	156,74	157,51
32	161,40	161,27	66	155,13	155,17
33	159,42	159,32	67	159,72	159,34
34	161,66	161,57	68	159,72	159,72

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 28 Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 6**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 29 Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 6**

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah jumlah sedimen yang dihasilkan dari input kondisi Alternatif A data debit *Inflow* diturunkan 30% dari kondisi eksisting.

**Tabel 4. 35 Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif A debit *Inflow* diturunkan 30%**

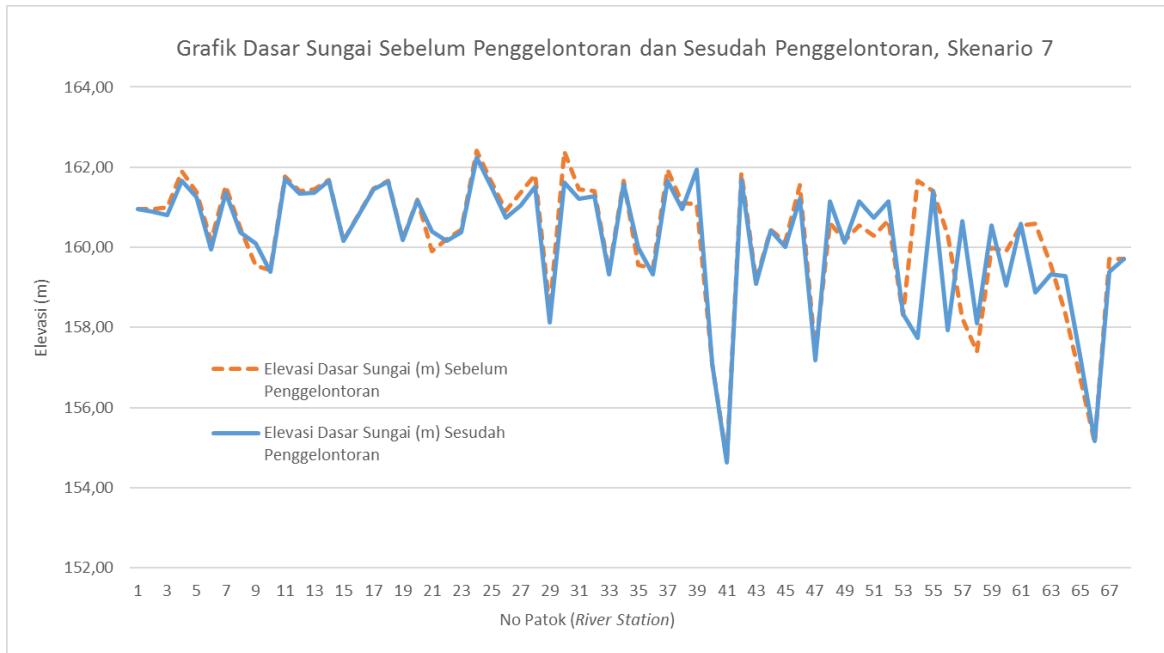
No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	36	-14.381,58	14.381,58
2	-970,55	970,55	37	-15.654,11	15.654,11
3	-1.906,81	1.906,81	38	-16.689,67	16.689,67
4	-3.185,02	3.185,02	39	-8.458,21	8.458,21
5	-4.017,78	4.017,78	40	-8.593,83	8.593,83
6	-4.882,76	4.882,76	41	-9.059,28	9.059,28
7	-5.933,36	5.933,36	42	-10.459,76	10.459,76
8	-6.388,01	6.388,01	43	-11.141,38	11.141,38
9	-2.625,33	2.625,33	44	-11.367,13	11.367,13
10	-2.882,28	2.882,28	45	-12.616,81	12.616,81
11	-3.307,45	3.307,45	46	-14.889,97	14.889,97
12	-3.781,96	3.781,96	47	-16.321,22	16.321,22
13	-4.201,99	4.201,99	48	-12.560,87	12.560,87
14	-4.473,71	4.473,71	49	-12.967,76	12.967,76
15	-4.471,38	4.471,38	50	-8.308,51	8.308,51
16	-4.587,90	4.587,90	51	-3.533,54	3.533,54
17	-4.833,26	4.833,26	52	3.695,25	0,00
18	-5.082,98	5.082,98	53	3.986,07	0,00
19	-5.264,48	5.264,48	54	-26.385,82	26.385,82
20	-5.341,12	5.341,12	55	-26.200,59	26.200,59
21	769,27	0,00	56	-51.145,40	51.145,40
22	605,42	0,00	57	-28.079,29	28.079,29
23	-13,89	13,89	58	-23.382,05	23.382,05
24	-1.293,18	1.293,18	59	-17.399,44	17.399,44
25	-2.391,59	2.391,59	60	-29.996,00	29.996,00
26	-3.445,36	3.445,36	61	-29.112,84	29.112,84
27	-5.311,06	5.311,06	62	-50.031,99	50.031,99
28	-7.201,50	7.201,50	63	-48.384,69	48.384,69
29	-9.008,67	9.008,67	64	-12.203,57	12.203,57
30	-12.992,61	12.992,61	65	3.158,83	0,00
31	-14.674,27	14.674,27	66	4.680,08	0,00
32	-15.164,22	15.164,22	67	-9.093,74	9.093,74
33	-15.693,18	15.693,18	68	-9.102,25	9.102,25
34	-16.498,74	16.498,74	<b>Total sedimen</b>		<b>725.959,09</b>
35	-13.506,31	13.506,31			<b>742.854,00</b>

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4. 36 Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif A debit *Inflow* diturunkan 30%**

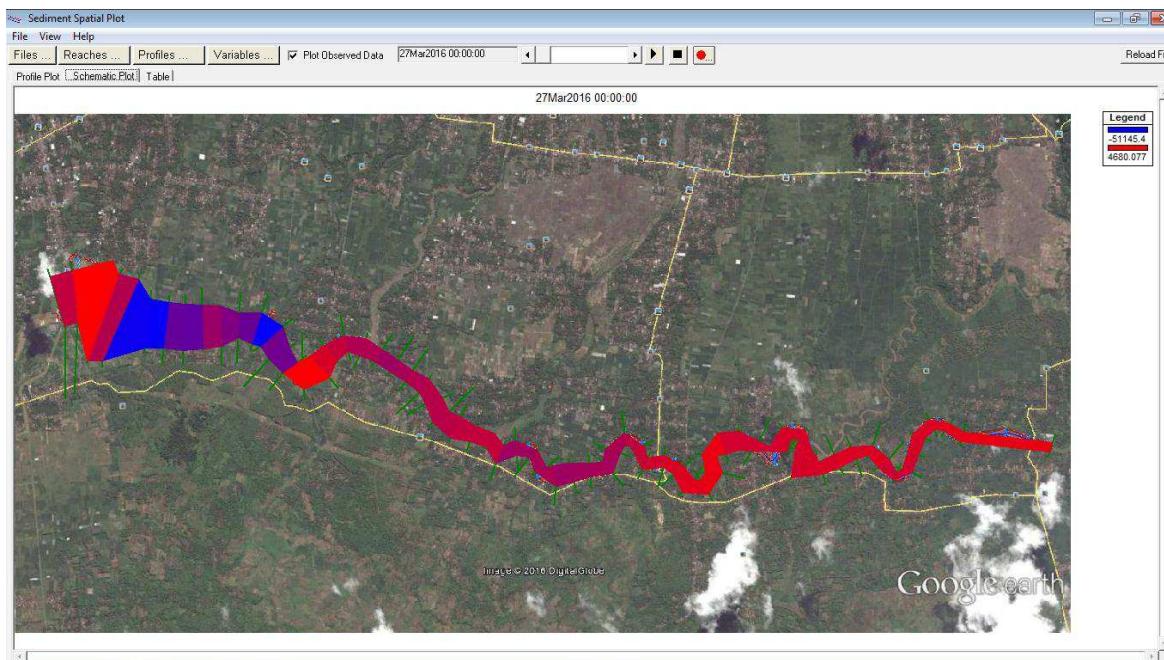
No. <i>Cross Section</i>	Elevasi Dasar Sungai (m)		Elevasi Dasar Sungai (m)	
	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran
1	160,95	160,95	35	159,56
2	160,95	160,89	36	159,47
3	160,99	160,80	37	161,93
4	161,90	161,67	38	161,11
5	161,38	161,26	39	161,08
6	160,15	159,95	40	157,11
7	161,54	161,36	41	154,69
8	160,49	160,38	42	161,86
9	159,54	160,11	43	159,17
10	159,44	159,39	44	160,45
11	161,78	161,70	45	160,14
12	161,41	161,34	46	161,56
13	161,44	161,37	47	157,37
14	161,69	161,66	48	160,61
15	160,16	160,16	49	160,17
16	160,81	160,79	50	160,54
17	161,48	161,44	51	160,29
18	161,66	161,64	52	160,68
19	160,21	160,19	53	158,32
20	161,18	161,17	54	161,66
21	159,90	160,40	55	161,40
22	160,19	160,17	56	160,32
23	160,45	160,38	57	158,24
24	162,41	162,24	58	157,39
25	161,64	161,52	59	160,00
26	160,90	160,73	60	159,90
27	161,36	161,05	61	160,55
28	161,80	161,51	62	160,60
29	158,45	158,12	63	159,56
30	162,40	161,61	64	158,34
31	161,44	161,22	65	156,74
32	161,40	161,28	66	155,13
33	159,42	159,33	67	159,72
34	161,66	161,57	68	159,72

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 30 Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 7**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 31 Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 7**

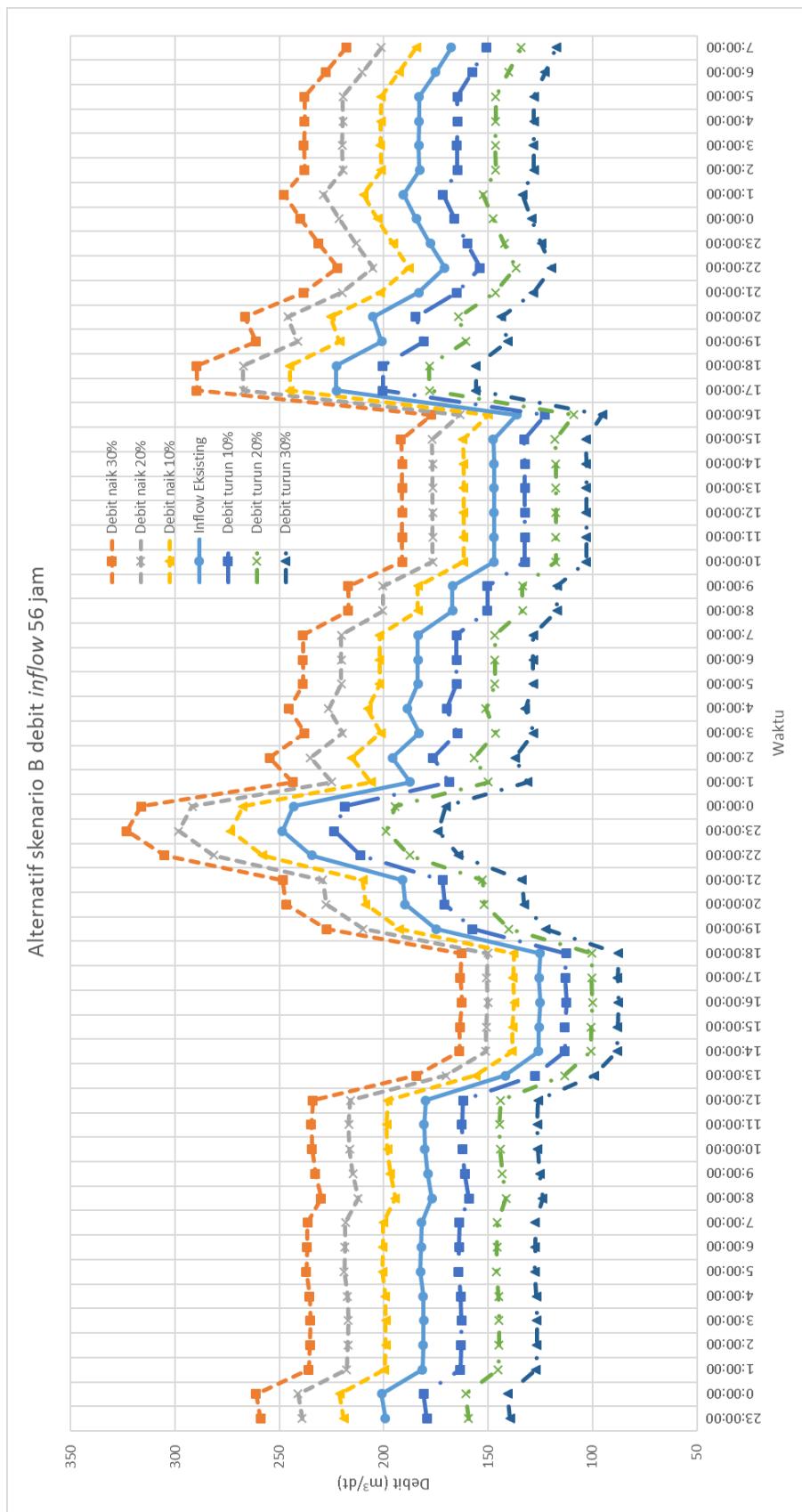
Sumber: Hasil Analisa

Untuk skenario alternatif kedua dengan debit dinaik dan turunkan 10 sampai dengan 30 persen di gambarkan pada tabel dan grafik berikut.

**Tabel 4. 37 Alternatif skenario B dengan menggunakan debit *inflow* 56 jam**

No	Tanggal	Waktu	Debit <i>Inflow</i>					
			Eksisting	Naik 30%	Naik 20%	Naik 10%	Turun 10%	Turun 20%
1	24 Maret	23:00:00	199,20	258,96	239,04	219,12	179,28	159,36
2	25 Maret	0:00:00	201,00	261,30	241,20	221,10	180,90	160,80
3		1:00:00	181,52	235,98	217,82	199,67	163,37	145,22
4		2:00:00	181,07	235,39	217,28	199,18	162,96	144,86
5		3:00:00	180,93	235,21	217,12	199,02	162,84	144,74
6		4:00:00	181,21	235,57	217,45	199,33	163,09	144,97
7		5:00:00	182,46	237,20	218,95	200,71	164,21	145,97
8		6:00:00	182,16	236,81	218,59	200,38	163,94	145,73
9		7:00:00	181,99	236,59	218,39	200,19	163,79	145,59
10		8:00:00	176,89	229,96	212,27	194,58	159,20	141,51
11		9:00:00	179,02	232,73	214,82	196,92	161,12	143,22
12		10:00:00	180,33	234,43	216,40	198,36	162,30	144,26
13		11:00:00	180,67	234,87	216,80	198,74	162,60	144,54
14		12:00:00	180,00	234,00	216,00	198,00	162,00	144,00
15		13:00:00	141,89	184,46	170,27	156,08	127,70	113,51
16		14:00:00	125,94	163,72	151,13	138,53	113,35	100,75
17		15:00:00	125,75	163,48	150,90	138,33	113,18	100,60
18		16:00:00	125,05	162,57	150,06	137,56	112,55	100,04
19		17:00:00	125,61	163,29	150,73	138,17	113,05	100,49
20		18:00:00	125,18	162,73	150,22	137,70	112,66	100,14
21		19:00:00	174,99	227,49	209,99	192,49	157,49	139,99
22		20:00:00	189,81	246,75	227,77	208,79	170,83	151,85
23		21:00:00	191,01	248,32	229,22	210,11	171,91	152,81
24		22:00:00	234,62	305,00	281,54	258,08	211,16	187,69
25		23:00:00	248,61	323,19	298,33	273,47	223,75	198,88
26	26 Maret	0:00:00	243,22	316,18	291,86	267,54	218,90	194,57
27		1:00:00	187,37	243,58	224,84	206,11	168,63	149,90
28		2:00:00	195,95	254,73	235,14	215,54	176,35	156,76
29		3:00:00	183,10	238,03	219,72	201,41	164,79	146,48
30		4:00:00	188,80	245,44	226,56	207,68	169,92	151,04
31		5:00:00	183,60	238,68	220,32	201,96	165,24	146,88
32		6:00:00	183,60	238,68	220,32	201,96	165,24	146,88
33		7:00:00	183,60	238,68	220,32	201,96	165,24	146,88
34		8:00:00	167,02	217,13	200,42	183,72	150,32	133,62
35		9:00:00	167,02	217,13	200,42	183,72	150,32	133,62
36		10:00:00	147,10	191,23	176,52	161,81	132,39	117,68
37		11:00:00	147,10	191,23	176,52	161,81	132,39	117,68
38		12:00:00	147,10	191,23	176,52	161,81	132,39	117,68
39		13:00:00	147,10	191,23	176,52	161,81	132,39	117,68
40		14:00:00	147,10	191,23	176,52	161,81	132,39	117,68
41		15:00:00	147,49	191,74	176,99	162,24	132,74	117,99
42		16:00:00	136,26	177,14	163,51	149,89	122,63	109,01
43		17:00:00	222,76	289,59	267,31	245,04	200,48	178,21
44		18:00:00	222,76	289,59	267,31	245,04	200,48	178,21
45		19:00:00	201,00	261,30	241,20	221,10	180,90	160,80
46		20:00:00	205,10	266,63	246,12	225,61	184,59	164,08
47		21:00:00	183,35	238,36	220,03	201,69	165,02	146,68
48		22:00:00	170,93	222,21	205,12	188,03	153,84	136,75
49		23:00:00	177,82	231,16	213,38	195,60	160,04	142,25
50	27 Maret	0:00:00	184,53	239,89	221,44	202,99	166,08	147,63
51		1:00:00	190,69	247,89	228,83	209,76	171,62	152,55
52		2:00:00	182,96	237,85	219,55	201,26	164,66	146,37
53		3:00:00	183,29	238,27	219,95	201,62	164,96	146,63
54		4:00:00	183,06	237,98	219,67	201,37	164,75	146,45
55		5:00:00	183,04	237,95	219,65	201,34	164,73	146,43
56		6:00:00	175,26	227,84	210,31	192,79	157,73	140,21
57		7:00:00	167,78	218,12	201,34	184,56	151,00	134,23

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 32 Alternatif skenario B debit inflow 56 jam**

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah jumlah sedimen yang dihasilkan dari input data debit *Inflow* kondisi eksisting 56 jam.

**Tabel 4. 38 Jumlah sedimen dari kondisi debit *Inflow* eksisting 56 jam**

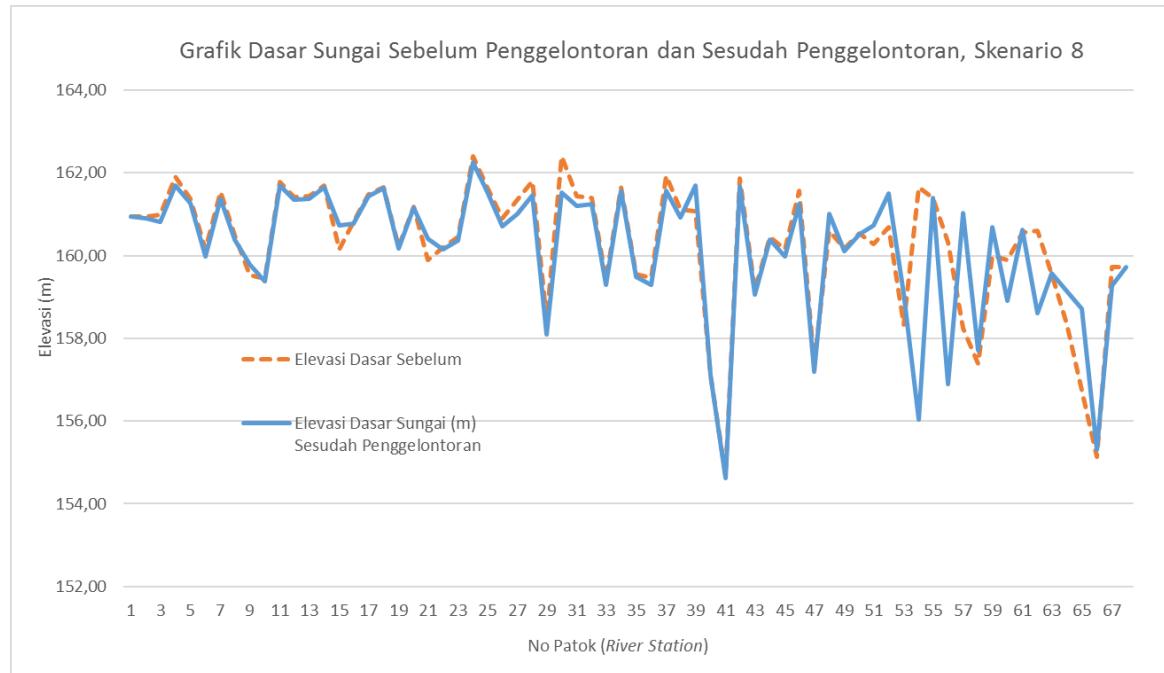
No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Jumlah yang tergerus</i> (m <sup>3</sup> )	No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Jumlah yang tergerus</i> (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	36	-18.299,35	18.299,35
2	-957,02	957,02	37	-20.081,48	20.081,48
3	-1.851,31	1.851,31	38	-21.411,91	21.411,91
4	-3.060,96	3.060,96	39	-15.325,08	15.325,08
5	-3.838,53	3.838,53	40	-15.271,88	15.271,88
6	-4.695,33	4.695,33	41	-15.904,69	15.904,69
7	-5.688,48	5.688,48	42	-17.466,95	17.466,95
8	-6.161,22	6.161,22	43	-18.463,41	18.463,41
9	-4.353,86	4.353,86	44	-18.939,40	18.939,40
10	-4.633,58	4.633,58	45	-20.370,93	20.370,93
11	-5.082,35	5.082,35	46	-22.655,77	22.655,77
12	-5.492,88	5.492,88	47	-24.105,11	24.105,11
13	-5.849,33	5.849,33	48	-21.080,94	21.080,94
14	-6.148,28	6.148,28	49	-21.508,42	21.508,42
15	-1.341,91	1.341,91	50	-21.676,43	21.676,43
16	-1.613,90	1.613,90	51	-17.141,15	17.141,15
17	-1.950,68	1.950,68	52	-4.506,53	4.506,53
18	-2.332,39	2.332,39	53	6.810,85	0,00
19	-2.655,35	2.655,35	54	-41.405,47	41.405,47
20	-2.830,34	2.830,34	55	-40.947,60	40.947,60
21	3.817,50	0,00	56	-80.134,65	80.134,65
22	3.542,49	0,00	57	-49.162,75	49.162,75
23	2.833,90	0,00	58	-46.420,59	46.420,59
24	1.641,48	0,00	59	-36.816,82	36.816,82
25	627,12	0,00	60	-52.048,09	52.048,09
26	-546,88	546,88	61	-50.752,50	50.752,50
27	-2.747,90	2.747,90	62	-75.959,52	75.959,52
28	-5.003,56	5.003,56	63	-70.160,27	70.160,27
29	-7.096,78	7.096,78	64	-37.422,40	37.422,40
30	-11.803,79	11.803,79	65	-2.416,80	2.416,80
31	-13.736,51	13.736,51	66	8.301,41	0,00
32	-14.756,28	14.756,28	67	-10.249,84	10.249,84
33	-15.635,24	15.635,24	68	-10.166,67	10.166,67
34	-16.578,86	16.578,86	<b>Total sedimen</b>		<b>-1.056.229,37</b>
35	-17.253,86	17.253,86	<b>sedimen</b>		<b>1.083.804,11</b>

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4.39 Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif B debit Inflow eksisting 56 jam**

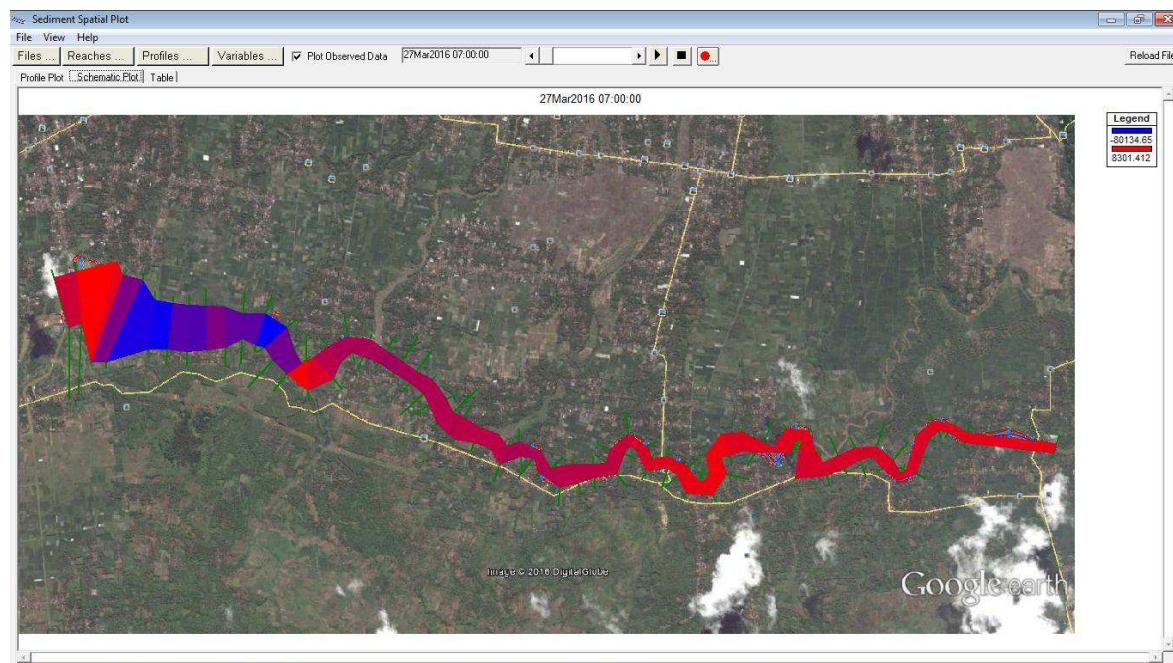
No. Cross Section	Elevasi Dasar Sungai (m)		No. Cross Section	Elevasi Dasar Sungai (m)	
	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran
1	160,95	160,95	35	159,56	159,48
2	160,95	160,89	36	159,47	159,30
3	160,99	160,81	37	161,93	161,56
4	161,90	161,70	38	161,11	160,93
5	161,38	161,27	39	161,08	161,69
6	160,15	159,97	40	157,11	157,11
7	161,54	161,38	41	154,69	154,61
8	160,49	160,38	42	161,86	161,68
9	159,54	159,79	43	159,17	159,07
10	159,44	159,39	44	160,45	160,39
11	161,78	161,70	45	160,14	159,99
12	161,41	161,35	46	161,56	161,24
13	161,44	161,38	47	157,37	157,19
14	161,69	161,66	48	160,61	161,01
15	160,16	160,73	49	160,17	160,12
16	160,81	160,76	50	160,54	160,52
17	161,48	161,43	51	160,29	160,73
18	161,66	161,63	52	160,68	161,49
19	160,21	160,18	53	158,32	159,09
20	161,18	161,16	54	161,66	156,04
21	159,90	160,41	55	161,40	161,39
22	160,19	160,15	56	160,32	156,90
23	160,45	160,37	57	158,24	161,04
24	162,41	162,26	58	157,39	157,71
25	161,64	161,53	59	160,00	160,69
26	160,90	160,72	60	159,90	158,90
27	161,36	161,00	61	160,55	160,62
28	161,80	161,46	62	160,60	158,60
29	158,45	158,09	63	159,56	159,57
30	162,40	161,52	64	158,34	159,14
31	161,44	161,20	65	156,74	158,71
32	161,40	161,23	66	155,13	155,30
33	159,42	159,28	67	159,72	159,28
34	161,66	161,56	68	159,72	159,73

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 33 Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 8**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 34 Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 8**

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah jumlah sedimen yang dihasilkan dari input kondisi Alternatif B data debit *Inflow* dinaikkan 30% dari kondisi eksisting.

**Tabel 4. 40 Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif B debit *Inflow* dinaikkan 30%**

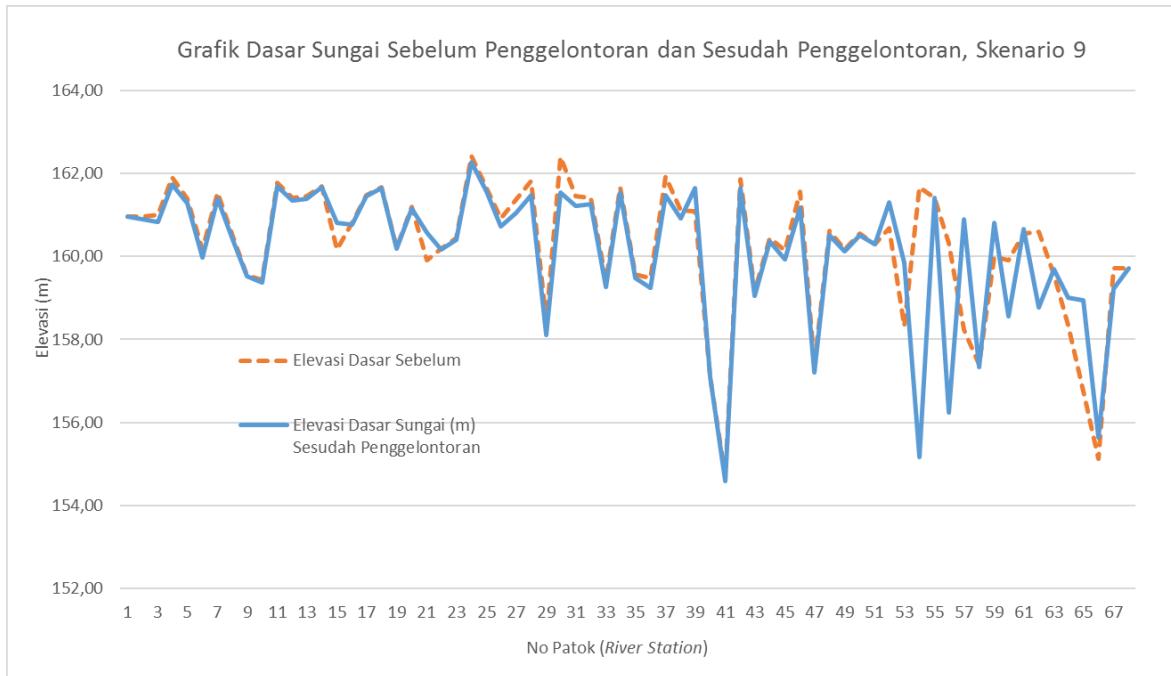
No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Jumlah yang tergerus</i> (m <sup>3</sup> )	No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Jumlah yang tergerus</i> (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	36	-16.351,99	16.351,99
2	-764,33	764,33	37	-18.632,73	18.632,73
3	-1.574,48	1.574,48	38	-20.165,35	20.165,35
4	-2.602,21	2.602,21	39	-14.430,62	14.430,62
5	-3.291,49	3.291,49	40	-14.515,80	14.515,80
6	-4.182,69	4.182,69	41	-15.309,77	15.309,77
7	-5.115,55	5.115,55	42	-17.347,24	17.347,24
8	-5.529,04	5.529,04	43	-18.669,18	18.669,18
9	-5.741,10	5.741,10	44	-19.528,42	19.528,42
10	-6.103,90	6.103,90	45	-21.462,64	21.462,64
11	-6.670,96	6.670,96	46	-24.314,53	24.314,53
12	-7.197,84	7.197,84	47	-25.713,95	25.713,95
13	-7.594,07	7.594,07	48	-26.117,73	26.117,73
14	-7.908,01	7.908,01	49	-26.539,03	26.539,03
15	-2.196,73	2.196,73	50	-26.844,47	26.844,47
16	-2.489,33	2.489,33	51	-26.841,85	26.841,85
17	-2.765,17	2.765,17	52	-16.882,01	16.882,01
18	-3.070,49	3.070,49	53	4.805,10	0,00
19	-3.435,21	3.435,21	54	-53.500,89	53.500,89
20	-3.644,12	3.644,12	55	-53.410,47	53.410,47
21	5.623,82	0,00	56	-102.554,50	102.554,50
22	5.390,46	0,00	57	-69.759,59	69.759,59
23	4.857,20	0,00	58	-69.467,21	69.467,21
24	3.841,92	0,00	59	-57.349,22	57.349,22
25	2.976,49	0,00	60	-78.550,17	78.550,17
26	1.729,42	0,00	61	-76.501,26	76.501,26
27	-217,35	217,35	62	-101.049,10	101.049,10
28	-2.374,23	2.374,23	63	-93.400,08	93.400,08
29	-4.393,59	4.393,59	64	-65.871,44	65.871,44
30	-9.257,41	9.257,41	65	-25.106,84	25.106,84
31	-11.138,68	11.138,68	66	8.148,28	0,00
32	-12.157,00	12.157,00	67	-12.868,14	12.868,14
33	-12.907,84	12.907,84	68	-12.877,40	12.877,40
34	-14.007,05	14.007,05	<b>Total sedimen</b>		<b>1.334.919,15</b>
35	-14.905,75	14.905,75			<b>1.372.291,83</b>

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4. 41 Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif B debit *Inflow* dinaikkan 30%**

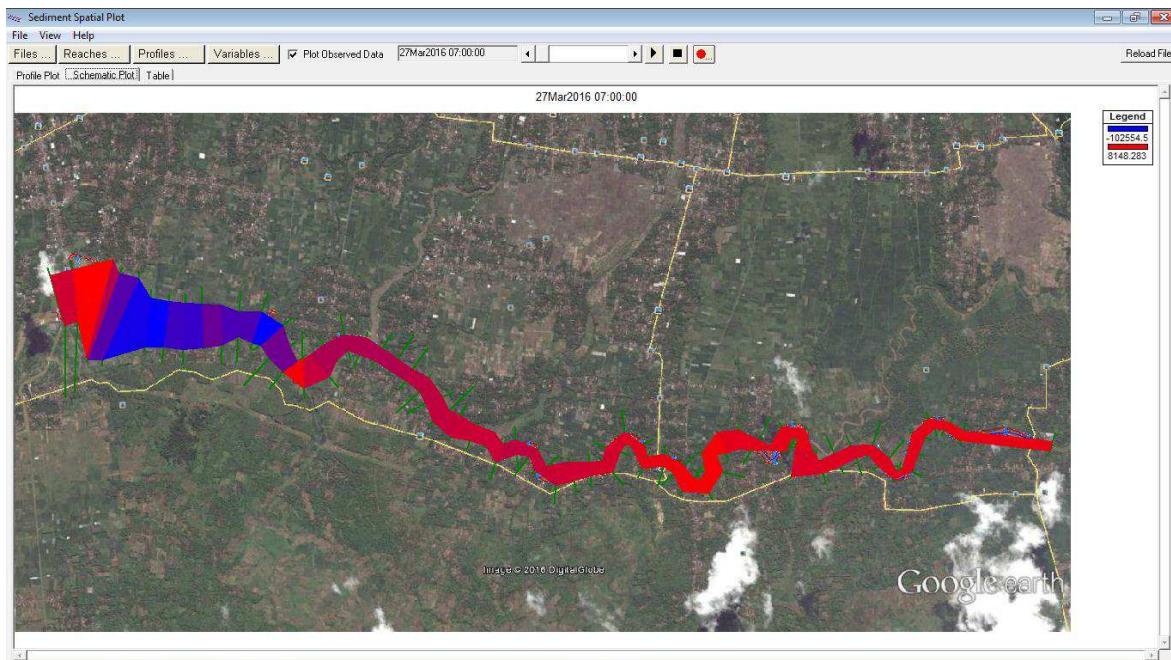
No. <i>Cross Section</i>	Elevasi Dasar Sungai (m)		Elevasi Dasar Sungai (m)	
	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran
1	160,95	160,95	35	159,56
2	160,95	160,90	36	159,47
3	160,99	160,83	37	161,93
4	161,90	161,73	38	161,11
5	161,38	161,28	39	161,08
6	160,15	159,98	40	157,11
7	161,54	161,39	41	154,69
8	160,49	160,40	42	161,86
9	159,54	159,51	43	159,17
10	159,44	159,37	44	160,45
11	161,78	161,69	45	160,14
12	161,41	161,33	46	161,56
13	161,44	161,38	47	157,37
14	161,69	161,66	48	160,61
15	160,16	160,80	49	160,17
16	160,81	160,76	50	160,54
17	161,48	161,44	51	160,29
18	161,66	161,64	52	160,68
19	160,21	160,17	53	158,32
20	161,18	161,16	54	161,66
21	159,90	160,57	55	161,40
22	160,19	160,16	56	160,32
23	160,45	160,39	57	158,24
24	162,41	162,27	58	157,39
25	161,64	161,55	59	160,00
26	160,90	160,71	60	159,90
27	161,36	161,05	61	160,55
28	161,80	161,48	62	160,60
29	158,45	158,10	63	159,56
30	162,40	161,53	64	158,34
31	161,44	161,22	65	156,74
32	161,40	161,26	66	155,13
33	159,42	159,27	67	159,72
34	161,66	161,53	68	159,72

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 35 Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 9**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 36 Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 9**

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah jumlah sedimen yang dihasilkan dari input kondisi Alternatif B data debit *Inflow* dinaikkan 20% dari kondisi eksisting.

**Tabel 4. 42 Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif B debit *Inflow* dinaikkan 20%**

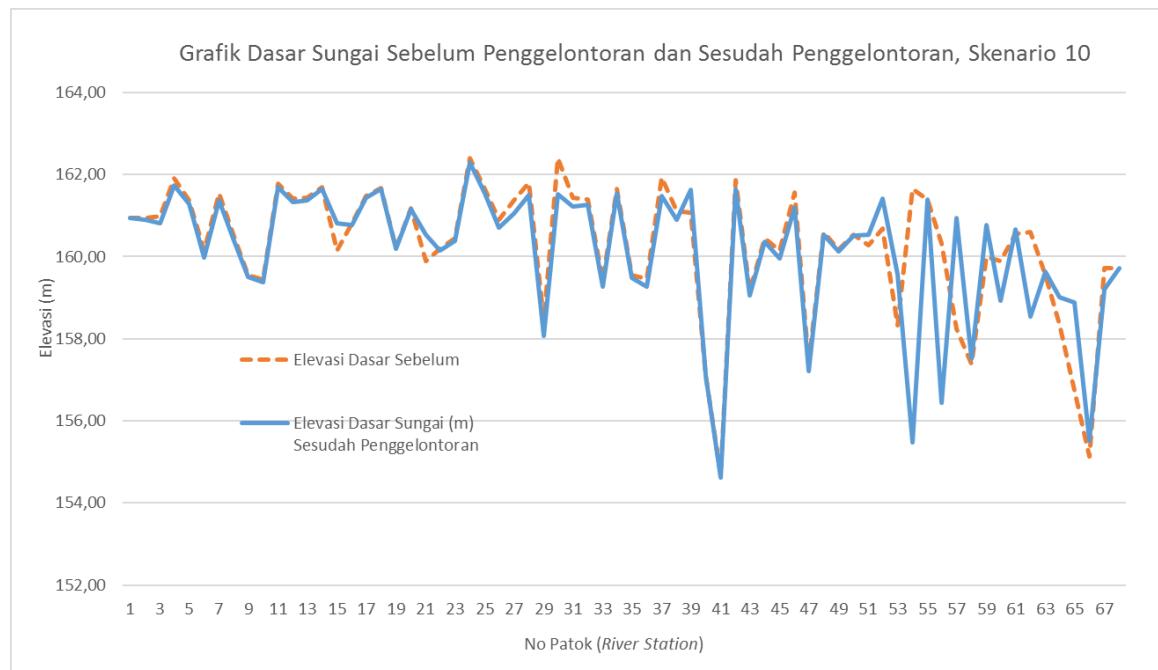
No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Jumlah yang tergerus</i> (m <sup>3</sup> )	No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Jumlah yang tergerus</i> (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	36	-16.971,09	16.971,09
2	-772,87	772,87	37	-19.172,38	19.172,38
3	-1.650,27	1.650,27	38	-20.684,58	20.684,58
4	-2.686,64	2.686,64	39	-15.124,30	15.124,30
5	-3.381,39	3.381,39	40	-15.150,42	15.150,42
6	-4.264,75	4.264,75	41	-15.817,68	15.817,68
7	-5.270,78	5.270,78	42	-17.696,94	17.696,94
8	-5.685,41	5.685,41	43	-18.902,33	18.902,33
9	-5.891,76	5.891,76	44	-19.645,37	19.645,37
10	-6.248,69	6.248,69	45	-21.337,90	21.337,90
11	-6.806,81	6.806,81	46	-23.963,43	23.963,43
12	-7.334,38	7.334,38	47	-25.207,83	25.207,83
13	-7.729,25	7.729,25	48	-25.508,44	25.508,44
14	-8.048,82	8.048,82	49	-25.819,33	25.819,33
15	-2.415,96	2.415,96	50	-26.041,16	26.041,16
16	-2.648,84	2.648,84	51	-23.259,56	23.259,56
17	-2.926,19	2.926,19	52	-11.690,44	11.690,44
18	-3.231,08	3.231,08	53	6.678,60	0,00
19	-3.500,62	3.500,62	54	-48.360,19	48.360,19
20	-3.707,22	3.707,22	55	-48.100,09	48.100,09
21	5.061,80	0,00	56	-94.081,56	94.081,56
22	4.826,51	0,00	57	-61.837,44	61.837,44
23	4.195,54	0,00	58	-60.486,73	60.486,73
24	3.249,51	0,00	59	-49.492,13	49.492,13
25	2.278,90	0,00	60	-64.096,46	64.096,46
26	1.026,08	0,00	61	-61.686,77	61.686,77
27	-924,20	924,20	62	-89.081,08	89.081,08
28	-3.005,97	3.005,97	63	-83.574,72	83.574,72
29	-5.171,23	5.171,23	64	-56.204,22	56.204,22
30	-10.002,69	10.002,69	65	-16.916,40	16.916,40
31	-11.908,56	11.908,56	66	8.413,38	0,00
32	-12.909,72	12.909,72	67	-12.939,78	12.939,78
33	-13.666,06	13.666,06	68	-12.948,90	12.948,90
34	-14.787,46	14.787,46			
35	-15.692,24	15.692,24			
			<b>Total sedimen</b>	<b>-1.225.390,29</b>	<b>1.261.120,59</b>

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4.43 Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif B debit Inflow dinaikkan 20%**

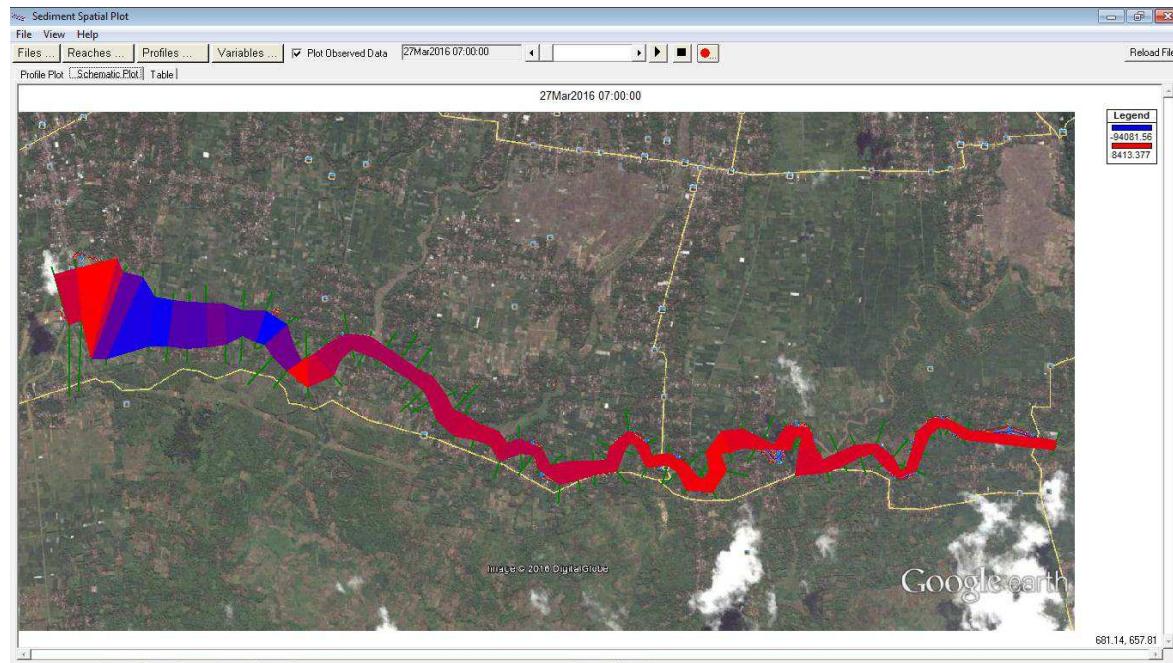
No. Cross Section	Elevasi Dasar Sungai (m)		No. Cross Section	Elevasi Dasar Sungai (m)	
	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran
1	160,95	160,95	35	159,56	159,47
2	160,95	160,90	36	159,47	159,26
3	160,99	160,81	37	161,93	161,49
4	161,90	161,73	38	161,11	160,91
5	161,38	161,28	39	161,08	161,63
6	160,15	159,98	40	157,11	157,10
7	161,54	161,38	41	154,69	154,61
8	160,49	160,39	42	161,86	161,66
9	159,54	159,51	43	159,17	159,05
10	159,44	159,37	44	160,45	160,37
11	161,78	161,69	45	160,14	159,96
12	161,41	161,33	46	161,56	161,20
13	161,44	161,38	47	157,37	157,22
14	161,69	161,66	48	160,61	160,53
15	160,16	160,80	49	160,17	160,13
16	160,81	160,77	50	160,54	160,51
17	161,48	161,44	51	160,29	160,54
18	161,66	161,64	52	160,68	161,41
19	160,21	160,18	53	158,32	159,58
20	161,18	161,16	54	161,66	155,48
21	159,90	160,54	55	161,40	161,40
22	160,19	160,16	56	160,32	156,43
23	160,45	160,38	57	158,24	160,95
24	162,41	162,28	58	157,39	157,51
25	161,64	161,54	59	160,00	160,77
26	160,90	160,71	60	159,90	158,94
27	161,36	161,05	61	160,55	160,67
28	161,80	161,49	62	160,60	158,55
29	158,45	158,08	63	159,56	159,63
30	162,40	161,52	64	158,34	159,00
31	161,44	161,21	65	156,74	158,88
32	161,40	161,26	66	155,13	155,52
33	159,42	159,27	67	159,72	159,21
34	161,66	161,54	68	159,72	159,72

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 37 Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 10**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 38 Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 10**

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah jumlah sedimen yang dihasilkan dari input kondisi Alternatif B data debit *Inflow* dinaikkan 10% dari kondisi eksisting.

**Tabel 4. 44 Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif B debit *Inflow* dinaikkan 10%**

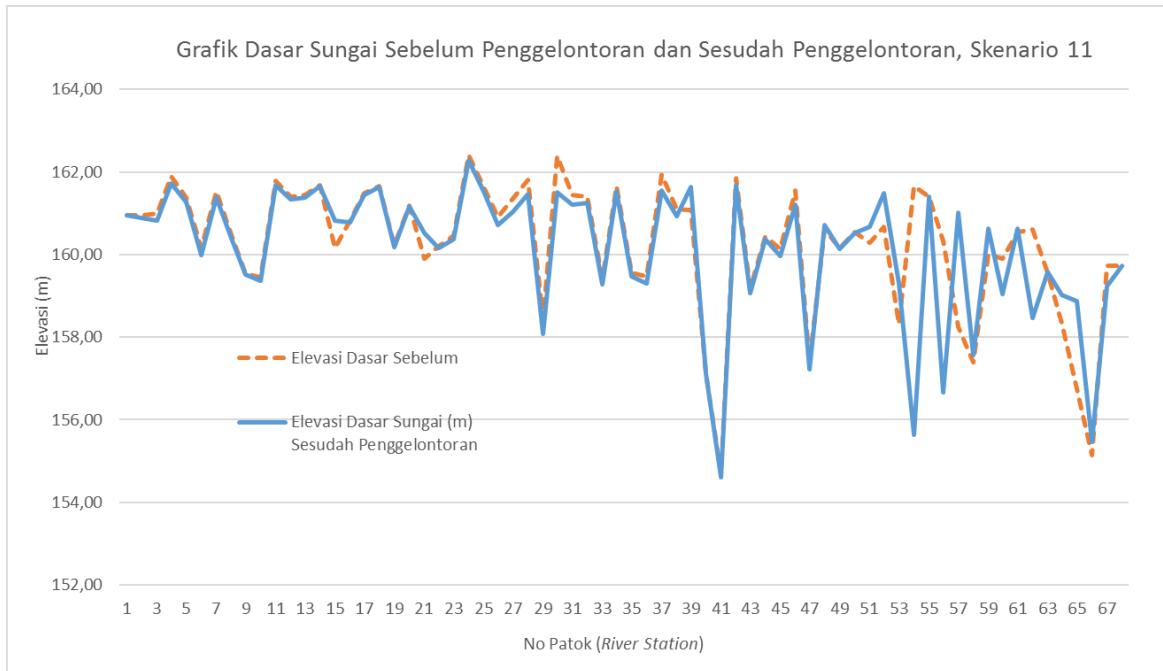
No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Jumlah yang tergerus</i> (m <sup>3</sup> )	No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Jumlah yang tergerus</i> (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	36	-17.829,79	17.829,79
2	-940,13	940,13	37	-19.694,95	19.694,95
3	-1.824,98	1.824,98	38	-20.992,85	20.992,85
4	-2.945,00	2.945,00	39	-15.413,80	15.413,80
5	-3.720,69	3.720,69	40	-15.389,92	15.389,92
6	-4.527,86	4.527,86	41	-16.009,13	16.009,13
7	-5.530,81	5.530,81	42	-17.609,29	17.609,29
8	-5.947,55	5.947,55	43	-18.666,75	18.666,75
9	-6.151,43	6.151,43	44	-19.287,05	19.287,05
10	-6.507,37	6.507,37	45	-20.971,19	20.971,19
11	-7.061,00	7.061,00	46	-23.462,41	23.462,41
12	-7.582,19	7.582,19	47	-24.668,06	24.668,06
13	-7.971,56	7.971,56	48	-23.559,81	23.559,81
14	-8.303,45	8.303,45	49	-23.763,50	23.763,50
15	-2.711,42	2.711,42	50	-23.922,82	23.922,82
16	-2.940,71	2.940,71	51	-19.750,83	19.750,83
17	-3.216,14	3.216,14	52	-7.247,51	7.247,51
18	-3.513,92	3.513,92	53	7.236,18	0,00
19	-3.772,32	3.772,32	54	-45.480,78	45.480,78
20	-3.970,44	3.970,44	55	-45.062,05	45.062,05
21	4.326,72	0,00	56	-87.641,96	87.641,96
22	4.087,50	0,00	57	-56.157,30	56.157,30
23	3.441,20	0,00	58	-54.394,62	54.394,62
24	2.388,43	0,00	59	-45.237,12	45.237,12
25	1.402,41	0,00	60	-58.200,69	58.200,69
26	150,69	0,00	61	-56.569,08	56.569,08
27	-1.877,31	1.877,31	62	-83.630,77	83.630,77
28	-4.120,78	4.120,78	63	-78.567,85	78.567,85
29	-6.207,10	6.207,10	64	-50.838,40	50.838,40
30	-10.991,12	10.991,12	65	-13.469,14	13.469,14
31	-12.915,00	12.915,00	66	7.820,19	0,00
32	-13.904,84	13.904,84	67	-12.580,46	12.580,46
33	-14.713,63	14.713,63	68	-12.569,40	12.569,40
34	-15.930,82	15.930,82	<b>Total sedimen</b>		<b>1.171.774,22</b>
35	-16.758,07	16.758,07			<b>1.202.627,54</b>

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4. 45 Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif B debit *Inflow* dinaikkan 10%**

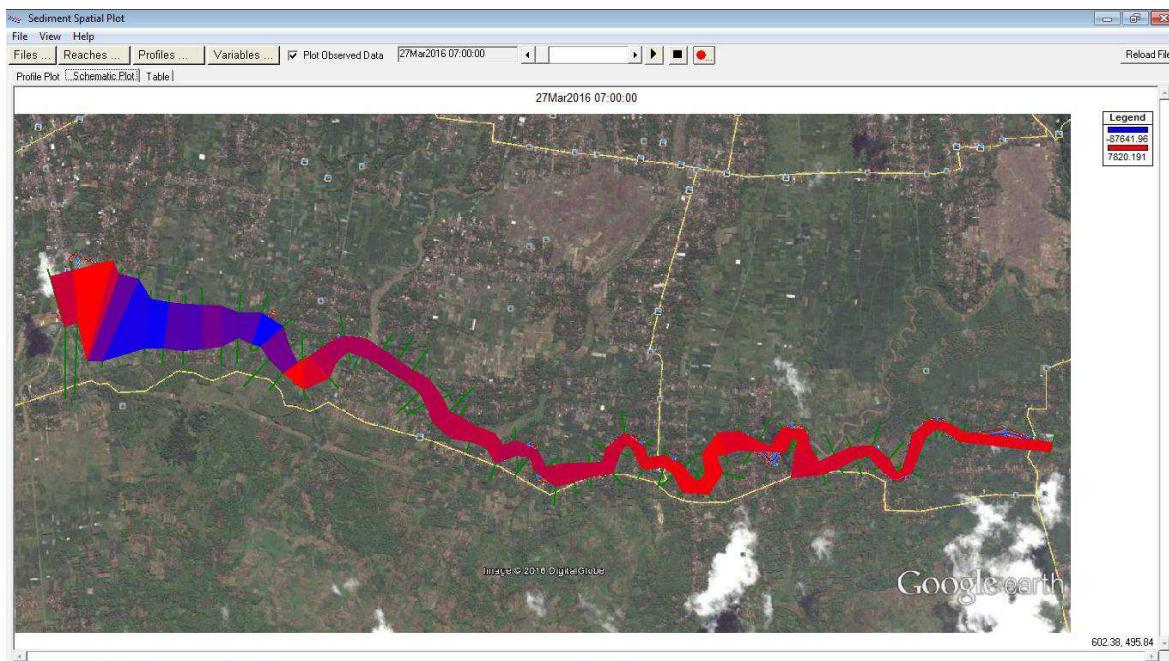
No. <i>Cross Section</i>	Elevasi Dasar Sungai (m)		Elevasi Dasar Sungai (m)	
	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran
1	160,95	160,95	35	159,56
2	160,95	160,89	36	159,47
3	160,99	160,81	37	161,93
4	161,90	161,72	38	161,11
5	161,38	161,27	39	161,08
6	160,15	159,99	40	157,11
7	161,54	161,38	41	154,69
8	160,49	160,39	42	161,86
9	159,54	159,51	43	159,17
10	159,44	159,37	44	160,45
11	161,78	161,69	45	160,14
12	161,41	161,33	46	161,56
13	161,44	161,38	47	157,37
14	161,69	161,66	48	160,61
15	160,16	160,82	49	160,17
16	160,81	160,77	50	160,54
17	161,48	161,44	51	160,29
18	161,66	161,64	52	160,68
19	160,21	160,18	53	158,32
20	161,18	161,16	54	161,66
21	159,90	160,52	55	161,40
22	160,19	160,16	56	160,32
23	160,45	160,38	57	158,24
24	162,41	162,27	58	157,39
25	161,64	161,54	59	160,00
26	160,90	160,71	60	159,90
27	161,36	161,03	61	160,55
28	161,80	161,47	62	160,60
29	158,45	158,09	63	159,56
30	162,40	161,52	64	158,34
31	161,44	161,21	65	156,74
32	161,40	161,25	66	155,13
33	159,42	159,28	67	159,72
34	161,66	161,53	68	159,72

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 39 Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 11**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 40 Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 11**

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah jumlah sedimen yang dihasilkan dari input kondisi Alternatif B data debit *Inflow* diturunkan 10% dari kondisi eksisting.

**Tabel 4. 46 Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif B debit *Inflow* diturunkan 10%**

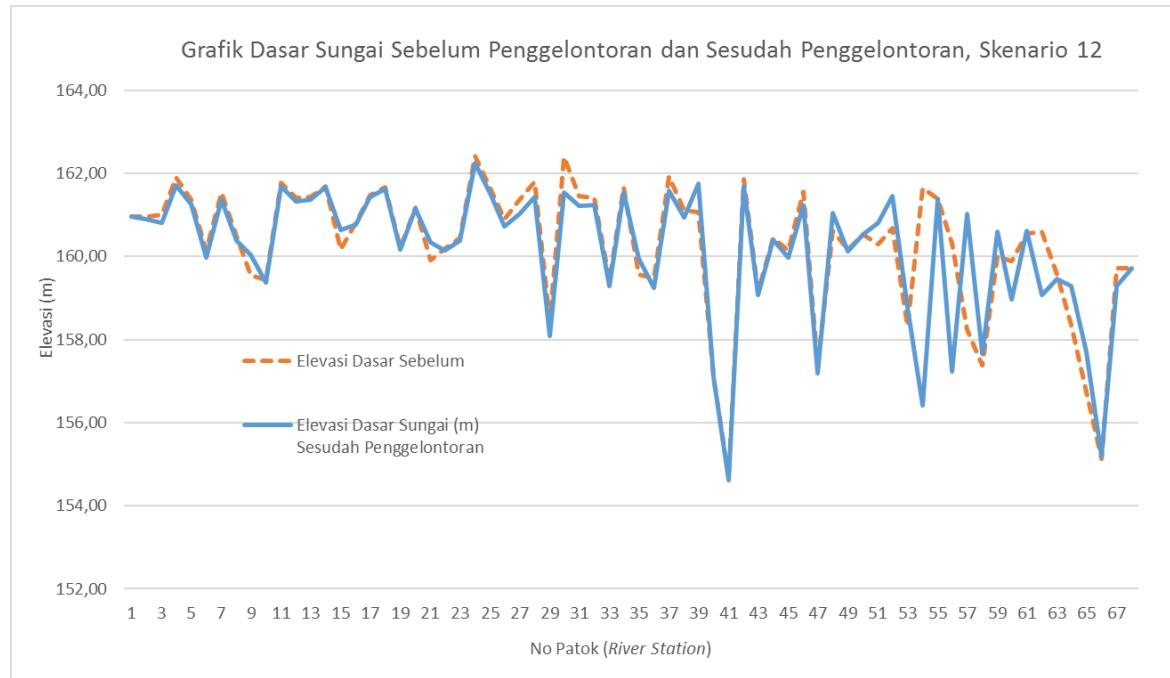
No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Jumlah yang tergerus</i> (m <sup>3</sup> )	No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Jumlah yang tergerus</i> (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	36	-15.033,07	15.033,07
2	-967,76	967,76	37	-16.718,95	16.718,95
3	-1.871,80	1.871,80	38	-17.968,35	17.968,35
4	-3.089,89	3.089,89	39	-11.402,16	11.402,16
5	-3.951,40	3.951,40	40	-11.408,46	11.408,46
6	-4.797,26	4.797,26	41	-12.038,91	12.038,91
7	-5.828,36	5.828,36	42	-13.571,33	13.571,33
8	-6.301,57	6.301,57	43	-14.441,30	14.441,30
9	-2.852,07	2.852,07	44	-14.892,71	14.892,71
10	-3.200,78	3.200,78	45	-16.429,97	16.429,97
11	-3.664,24	3.664,24	46	-18.698,32	18.698,32
12	-4.174,21	4.174,21	47	-20.228,24	20.228,24
13	-4.631,28	4.631,28	48	-16.897,43	16.897,43
14	-4.968,75	4.968,75	49	-17.278,50	17.278,50
15	-962,76	962,76	50	-17.350,86	17.350,86
16	-1.239,51	1.239,51	51	-11.902,91	11.902,91
17	-1.590,68	1.590,68	52	-150,15	150,15
18	-1.991,82	1.991,82	53	6.392,12	0,00
19	-2.325,92	2.325,92	54	-37.521,00	37.521,00
20	-2.502,60	2.502,60	55	-37.163,56	37.163,56
21	3.059,31	0,00	56	-71.640,83	71.640,83
22	2.809,16	0,00	57	-41.773,03	41.773,03
23	2.095,44	0,00	58	-39.279,51	39.279,51
24	901,85	0,00	59	-31.740,78	31.740,78
25	-220,52	220,52	60	-46.012,43	46.012,43
26	-1.400,74	1.400,74	61	-44.755,32	44.755,32
27	-3.509,52	3.509,52	62	-63.289,83	63.289,83
28	-5.936,18	5.936,18	63	-58.462,67	58.462,67
29	-8.042,96	8.042,96	64	-21.307,09	21.307,09
30	-12.538,16	12.538,16	65	4.586,82	0,00
31	-14.348,71	14.348,71	66	8.558,63	0,00
32	-15.149,32	15.149,32	67	-9.689,96	9.689,96
33	-15.991,47	15.991,47	68	-9.692,18	9.692,18
34	-17.111,44	17.111,44	<b>Total sedimen</b>	<b>-889.549,51</b>	<b>917.952,86</b>
35	-13.743,56	13.743,56			

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4.47 Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif B debit Inflow diturunkan 10%**

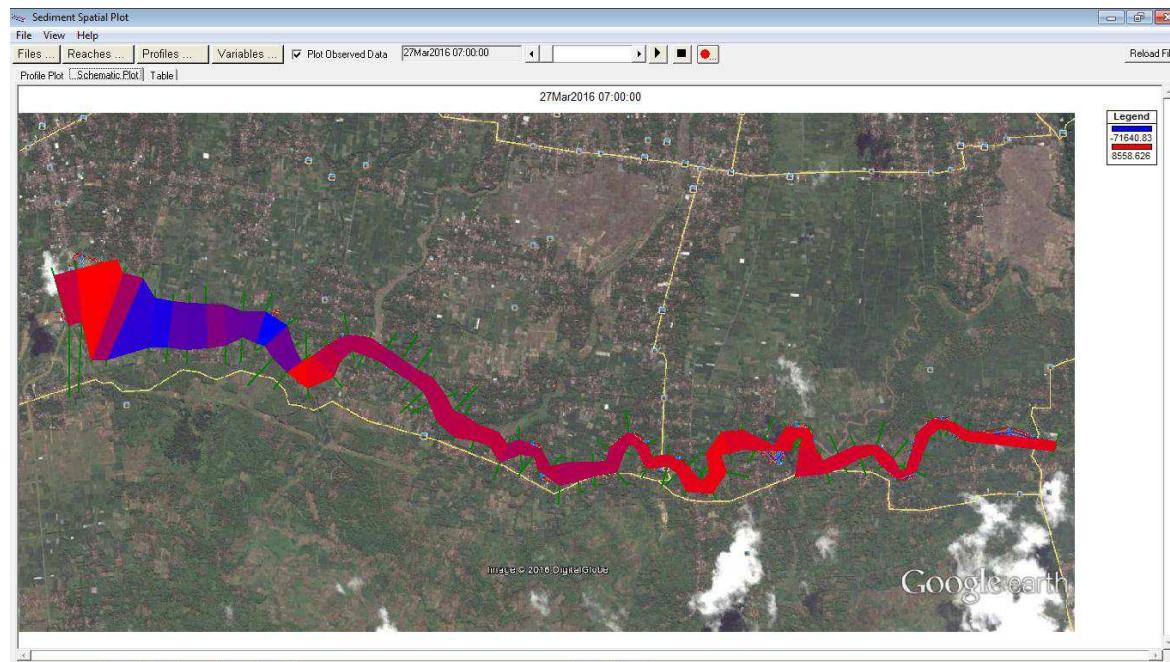
No. <i>Cross Section</i>	Elevasi Dasar Sungai (m)		No. <i>Cross Section</i>	Elevasi Dasar Sungai (m)	
	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran
1	160,95	160,95	35	159,56	159,96
2	160,95	160,89	36	159,47	159,25
3	160,99	160,81	37	161,93	161,58
4	161,90	161,70	38	161,11	160,94
5	161,38	161,25	39	161,08	161,74
6	160,15	159,97	40	157,11	157,10
7	161,54	161,37	41	154,69	154,61
8	160,49	160,38	42	161,86	161,68
9	159,54	160,04	43	159,17	159,08
10	159,44	159,37	44	160,45	160,40
11	161,78	161,70	45	160,14	159,98
12	161,41	161,33	46	161,56	161,24
13	161,44	161,37	47	157,37	157,18
14	161,69	161,66	48	160,61	161,04
15	160,16	160,64	49	160,17	160,12
16	160,81	160,76	50	160,54	160,53
17	161,48	161,43	51	160,29	160,81
18	161,66	161,63	52	160,68	161,44
19	160,21	160,17	53	158,32	158,77
20	161,18	161,16	54	161,66	156,41
21	159,90	160,33	55	161,40	161,39
22	160,19	160,16	56	160,32	157,24
23	160,45	160,37	57	158,24	161,02
24	162,41	162,25	58	157,39	157,65
25	161,64	161,52	59	160,00	160,59
26	160,90	160,72	60	159,90	158,96
27	161,36	161,01	61	160,55	160,62
28	161,80	161,44	62	160,60	159,07
29	158,45	158,08	63	159,56	159,46
30	162,40	161,54	64	158,34	159,28
31	161,44	161,21	65	156,74	157,70
32	161,40	161,24	66	155,13	155,19
33	159,42	159,29	67	159,72	159,29
34	161,66	161,54	68	159,72	159,72

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 41 Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 12**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 42 Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 12**

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah jumlah sedimen yang dihasilkan dari input kondisi Alternatif B data debit *Inflow* diturunkan 20% dari kondisi eksisting.

**Tabel 4. 48 Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif B debit *Inflow* diturunkan 20%**

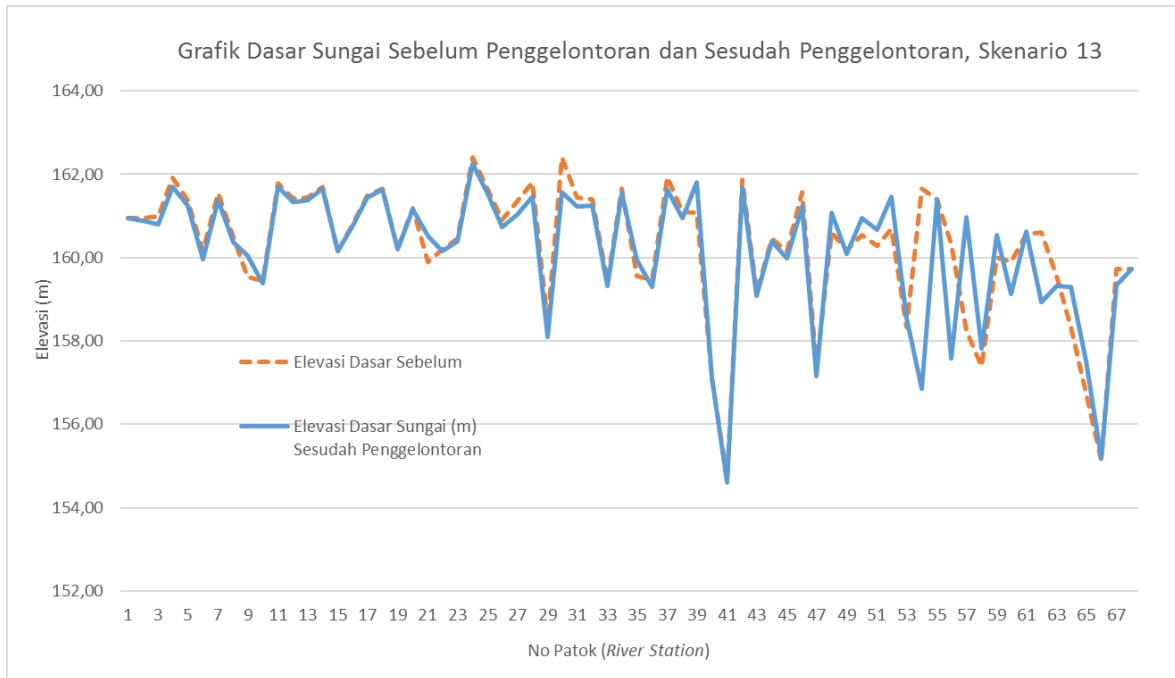
No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Jumlah yang tergerus</i> (m <sup>3</sup> )	No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Jumlah yang tergerus</i> (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	36	-15.268,89	15.268,89
2	-971,14	971,14	37	-16.715,98	16.715,98
3	-1.935,47	1.935,47	38	-17.858,37	17.858,37
4	-3.196,13	3.196,13	39	-10.882,98	10.882,98
5	-4.039,44	4.039,44	40	-10.885,99	10.885,99
6	-4.925,47	4.925,47	41	-11.547,63	11.547,63
7	-5.942,85	5.942,85	42	-13.021,66	13.021,66
8	-6.472,51	6.472,51	43	-13.883,10	13.883,10
9	-3.015,71	3.015,71	44	-14.321,72	14.321,72
10	-3.295,82	3.295,82	45	-15.740,00	15.740,00
11	-3.744,66	3.744,66	46	-18.044,38	18.044,38
12	-4.243,25	4.243,25	47	-19.694,62	19.694,62
13	-4.694,91	4.694,91	48	-16.244,03	16.244,03
14	-5.006,38	5.006,38	49	-16.832,57	16.832,57
15	-5.056,37	5.056,37	50	-13.572,48	13.572,48
16	-5.206,24	5.206,24	51	-9.537,47	9.537,47
17	-5.478,92	5.478,92	52	2.295,55	0,00
18	-5.766,15	5.766,15	53	5.515,90	0,00
19	-5.989,80	5.989,80	54	-33.424,74	33.424,74
20	-6.161,83	6.161,83	55	-33.142,89	33.142,89
21	1.491,23	0,00	56	-62.781,83	62.781,83
22	1.246,41	0,00	57	-34.387,55	34.387,55
23	645,37	0,00	58	-30.974,08	30.974,08
24	-530,59	530,59	59	-24.741,43	24.741,43
25	-1.536,73	1.536,73	60	-36.225,06	36.225,06
26	-2.612,70	2.612,70	61	-34.815,07	34.815,07
27	-4.625,29	4.625,29	62	-55.101,71	55.101,71
28	-6.931,29	6.931,29	63	-53.371,29	53.371,29
29	-8.938,52	8.938,52	64	-16.603,91	16.603,91
30	-13.263,33	13.263,33	65	4.610,02	0,00
31	-14.907,16	14.907,16	66	7.176,49	0,00
32	-15.591,58	15.591,58	67	-8.672,60	8.672,60
33	-16.245,00	16.245,00	68	-8.681,24	8.681,24
34	-17.220,10	17.220,10	<b>Total sedimen</b>		<b>837.068,45</b>
35	-14.210,06	14.210,06			<b>860.049,42</b>

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4. 49 Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif B debit *Inflow* diturunkan 20%**

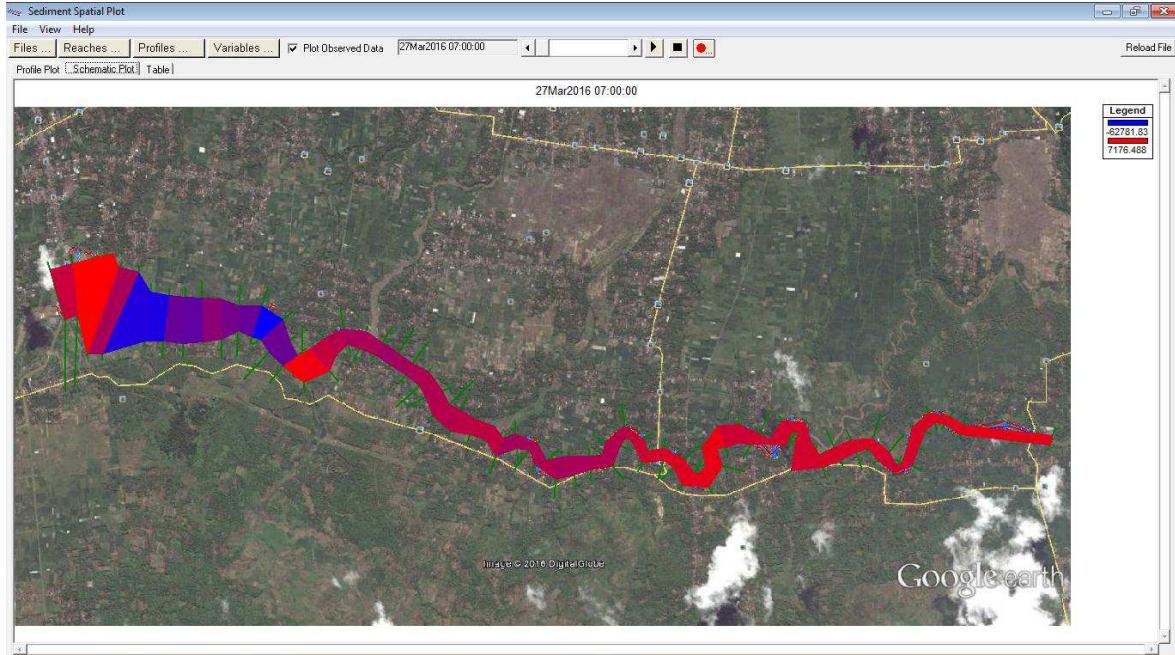
No. <i>Cross Section</i>	Elevasi Dasar Sungai (m)		Elevasi Dasar Sungai (m)	
	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran
1	160,95	160,95	35	159,56
2	160,95	160,89	36	159,47
3	160,99	160,80	37	161,93
4	161,90	161,69	38	161,11
5	161,38	161,25	39	161,08
6	160,15	159,95	40	157,11
7	161,54	161,37	41	154,69
8	160,49	160,37	42	161,86
9	159,54	160,05	43	159,17
10	159,44	159,38	44	160,45
11	161,78	161,70	45	160,14
12	161,41	161,33	46	161,56
13	161,44	161,37	47	157,37
14	161,69	161,66	48	160,61
15	160,16	160,15	49	160,17
16	160,81	160,79	50	160,54
17	161,48	161,44	51	160,29
18	161,66	161,64	52	160,68
19	160,21	160,19	53	158,32
20	161,18	161,16	54	161,66
21	159,90	160,52	55	161,40
22	160,19	160,16	56	160,32
23	160,45	160,38	57	158,24
24	162,41	162,25	58	157,39
25	161,64	161,53	59	160,00
26	160,90	160,73	60	159,90
27	161,36	161,03	61	160,55
28	161,80	161,45	62	160,60
29	158,45	158,09	63	159,56
30	162,40	161,56	64	158,34
31	161,44	161,23	65	156,74
32	161,40	161,26	66	155,13
33	159,42	159,31	67	159,72
34	161,66	161,55	68	159,72

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 43 Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 13**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 44 Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 13**

Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah jumlah sedimen yang dihasilkan dari input kondisi Alternatif B data debit *Inflow* diturunkan 30% dari kondisi eksisting.

**Tabel 4. 50 Jumlah sedimen dari kondisi Alternatif B debit *Inflow* diturunkan 30%**

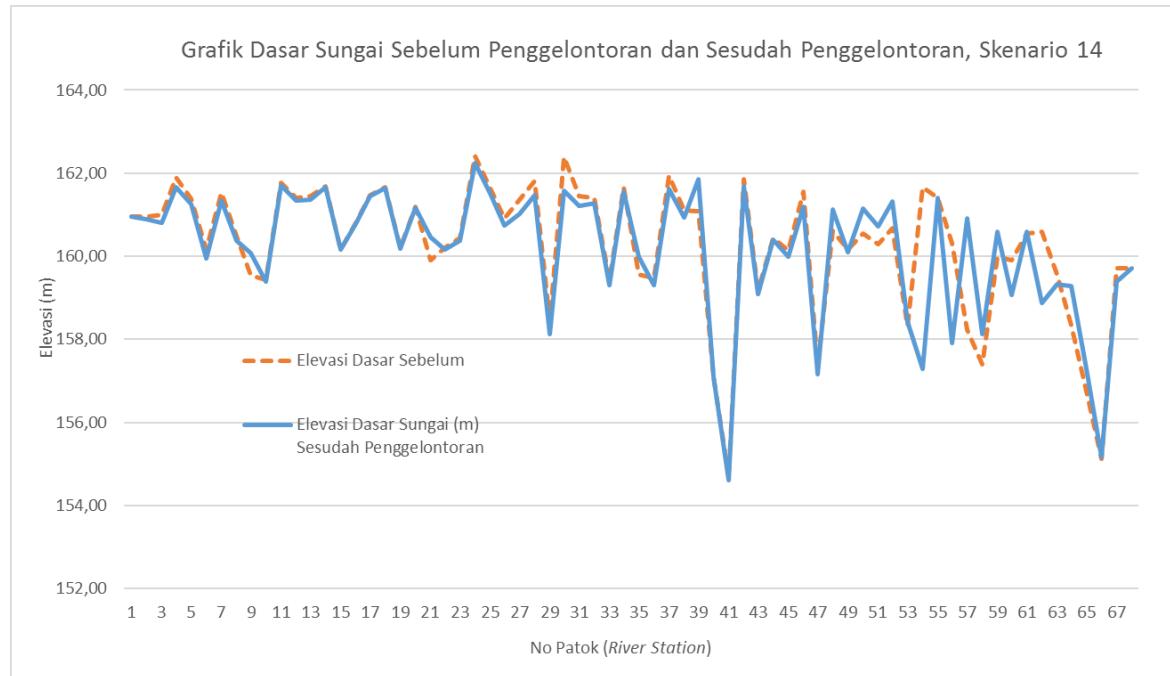
No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Jumlah yang tergerus</i> (m <sup>3</sup> )	No. <i>Cross Section</i>	<i>Long Cum. Vol. Change</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Jumlah yang tergerus</i> (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	36	-15.170,76	15.170,76
2	-974,65	974,65	37	-16.588,71	16.588,71
3	-1.912,81	1.912,81	38	-17.825,60	17.825,60
4	-3.193,98	3.193,98	39	-10.332,39	10.332,39
5	-4.031,89	4.031,89	40	-10.447,02	10.447,02
6	-4.902,89	4.902,89	41	-11.047,86	11.047,86
7	-6.005,37	6.005,37	42	-12.541,81	12.541,81
8	-6.499,94	6.499,94	43	-13.341,51	13.341,51
9	-2.905,64	2.905,64	44	-13.712,44	13.712,44
10	-3.169,69	3.169,69	45	-15.040,71	15.040,71
11	-3.603,19	3.603,19	46	-17.378,49	17.378,49
12	-4.087,32	4.087,32	47	-18.910,69	18.910,69
13	-4.521,87	4.521,87	48	-15.270,13	15.270,13
14	-4.827,40	4.827,40	49	-15.824,78	15.824,78
15	-4.864,42	4.864,42	50	-11.090,00	11.090,00
16	-5.001,09	5.001,09	51	-6.563,14	6.563,14
17	-5.263,96	5.263,96	52	3.209,50	0,00
18	-5.525,36	5.525,36	53	4.613,17	0,00
19	-5.715,98	5.715,98	54	-29.520,42	29.520,42
20	-5.816,67	5.816,67	55	-29.322,52	29.322,52
21	960,04	0,00	56	-54.557,74	54.557,74
22	722,68	0,00	57	-28.073,59	28.073,59
23	100,39	0,00	58	-23.289,33	23.289,33
24	-1.183,01	1.183,01	59	-16.733,23	16.733,23
25	-2.286,30	2.286,30	60	-29.150,01	29.150,01
26	-3.341,90	3.341,90	61	-28.261,79	28.261,79
27	-5.399,58	5.399,58	62	-49.170,36	49.170,36
28	-7.520,63	7.520,63	63	-47.518,32	47.518,32
29	-9.322,51	9.322,51	64	-11.329,45	11.329,45
30	-13.452,77	13.452,77	65	4.033,79	0,00
31	-15.146,89	15.146,89	66	5.555,19	0,00
32	-15.735,77	15.735,77	67	-8.218,49	8.218,49
33	-16.387,01	16.387,01	68	-8.227,96	8.227,96
34	-17.209,23	17.209,23	<b>Total sedimen</b>		<b>761.074,20</b>
35	-14.227,96	14.227,96			<b>780.268,95</b>

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4.51 Elevasi dasar sebelum dan sesudah penggelontoran dari kondisi Alternatif B debit Inflow dinaikkan 30%**

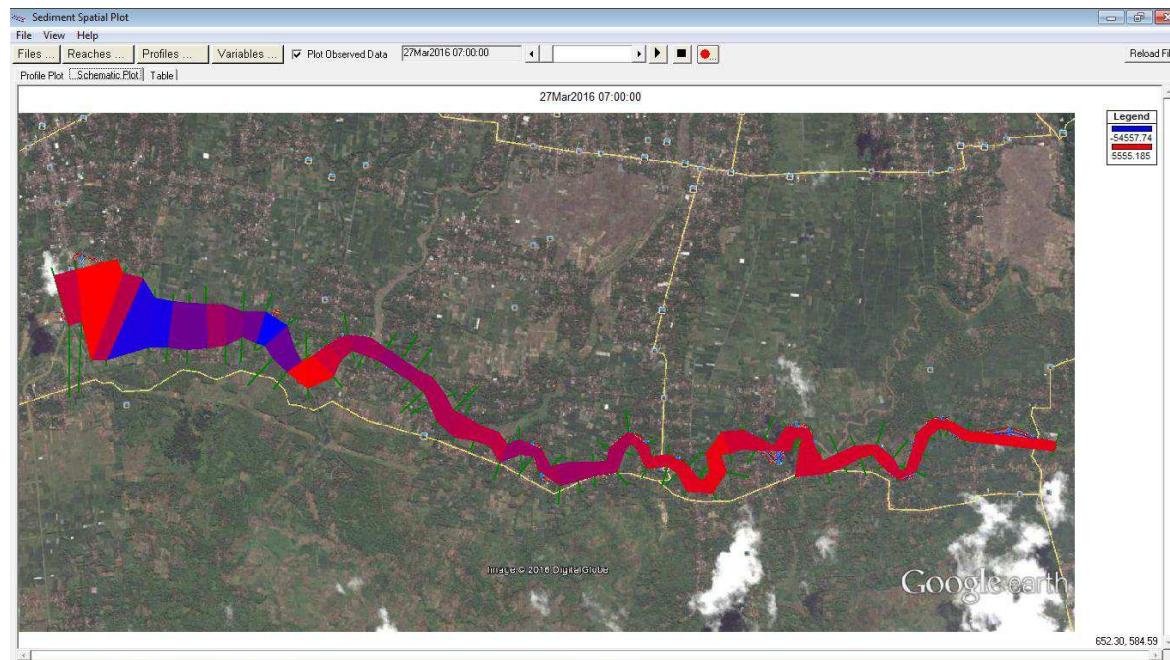
No. Cross Section	Elevasi Dasar Sungai (m)		No. Cross Section	Elevasi Dasar Sungai (m)	
	Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran
1	160,95	160,95	35	159,56	159,98
2	160,95	160,89	36	159,47	159,31
3	160,99	160,80	37	161,93	161,63
4	161,90	161,67	38	161,11	160,93
5	161,38	161,25	39	161,08	161,86
6	160,15	159,95	40	157,11	157,09
7	161,54	161,34	41	154,69	154,62
8	160,49	160,37	42	161,86	161,67
9	159,54	160,08	43	159,17	159,09
10	159,44	159,39	44	160,45	160,41
11	161,78	161,70	45	160,14	160,00
12	161,41	161,33	46	161,56	161,20
13	161,44	161,37	47	157,37	157,16
14	161,69	161,66	48	160,61	161,12
15	160,16	160,15	49	160,17	160,10
16	160,81	160,79	50	160,54	161,15
17	161,48	161,44	51	160,29	160,72
18	161,66	161,64	52	160,68	161,33
19	160,21	160,19	53	158,32	158,43
20	161,18	161,17	54	161,66	157,29
21	159,90	160,46	55	161,40	161,40
22	160,19	160,16	56	160,32	157,91
23	160,45	160,38	57	158,24	160,91
24	162,41	162,24	58	157,39	158,12
25	161,64	161,52	59	160,00	160,59
26	160,90	160,73	60	159,90	159,06
27	161,36	161,02	61	160,55	160,60
28	161,80	161,47	62	160,60	158,87
29	158,45	158,12	63	159,56	159,32
30	162,40	161,58	64	158,34	159,28
31	161,44	161,22	65	156,74	157,29
32	161,40	161,27	66	155,13	155,16
33	159,42	159,31	67	159,72	159,39
34	161,66	161,57	68	159,72	159,72

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 45 Grafik dasar sungai sebelum dan sesudah penggelontoran pada skenario 14**

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 46 Pemetaan perubahan sedimen yang dihasilkan pada skenario 14**

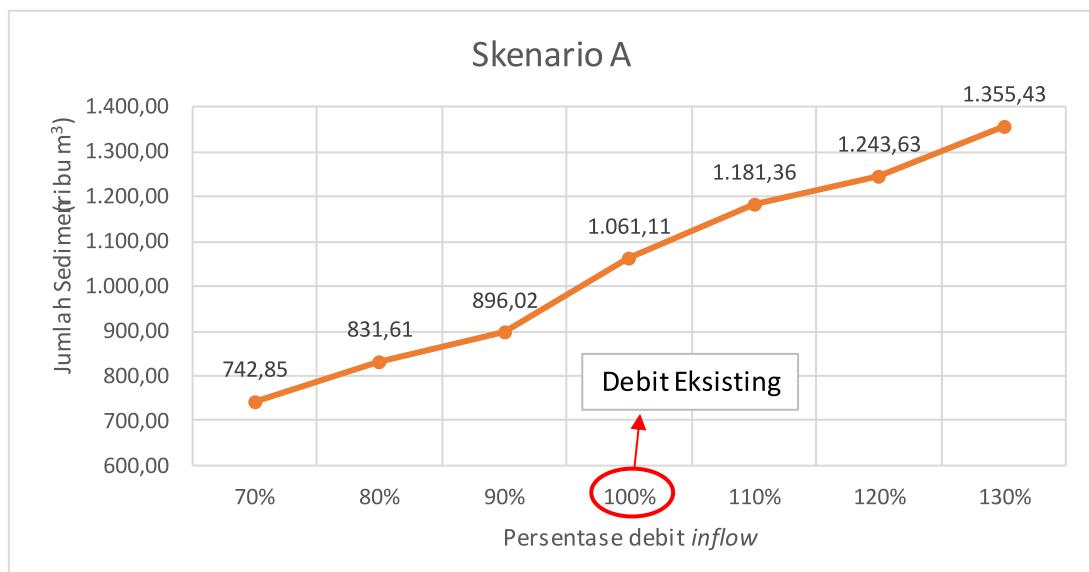
Sumber: Hasil Analisa

Berikut adalah hasil rekapitulasi jumlah sedimen yang dihasilkan dari perhitungan diatas.

**Tabel 4. 52 Rekapitulasi volume sedimen dengan alternatif skenario A**

No.	Debit Inflow (m <sup>3</sup> /dt)	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	inflow eksisting	1.061.107,24
2	naik 30% dari inflow eksisting	1.355.432,87
3	naik 20% dari inflow eksisting	1.243.633,65
4	naik 10% dari inflow eksisting	1.181.358,62
5	turun 10% dari inflow eksisting	896.024,61
6	turun 20% dari inflow eksisting	831.612,03
7	turun 30% dari inflow eksisting	742.854,00

Sumber: Hasil Analisa



**Gambar 4. 47 Grafik jumlah sedimen yang dihasilkan dari alternatif skenario A**

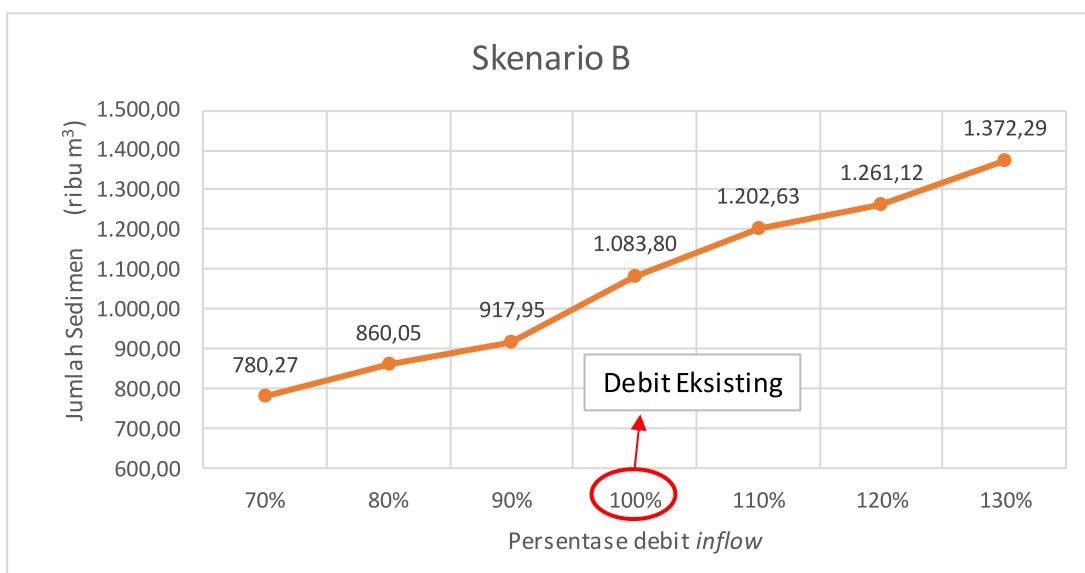
Sumber: Hasil Analisa

Didapatkan dari hasil rekapitulasi skenario A diatas bahwa dengan menaikkan *inflow* sebesar 30 persen dari *inflow* eksisting maka hasil sedimen yang didapatkan bertambah dari yang semula 1.181.000 m<sup>3</sup> menjadi 1.355.000 m<sup>3</sup>. Sehingga alternatif ini dianggap sebagai alternatif yang paling efisien dari skenario A.

**Tabel 4. 53 Rekapitulasi volume sedimen dengan alternatif skenario B**

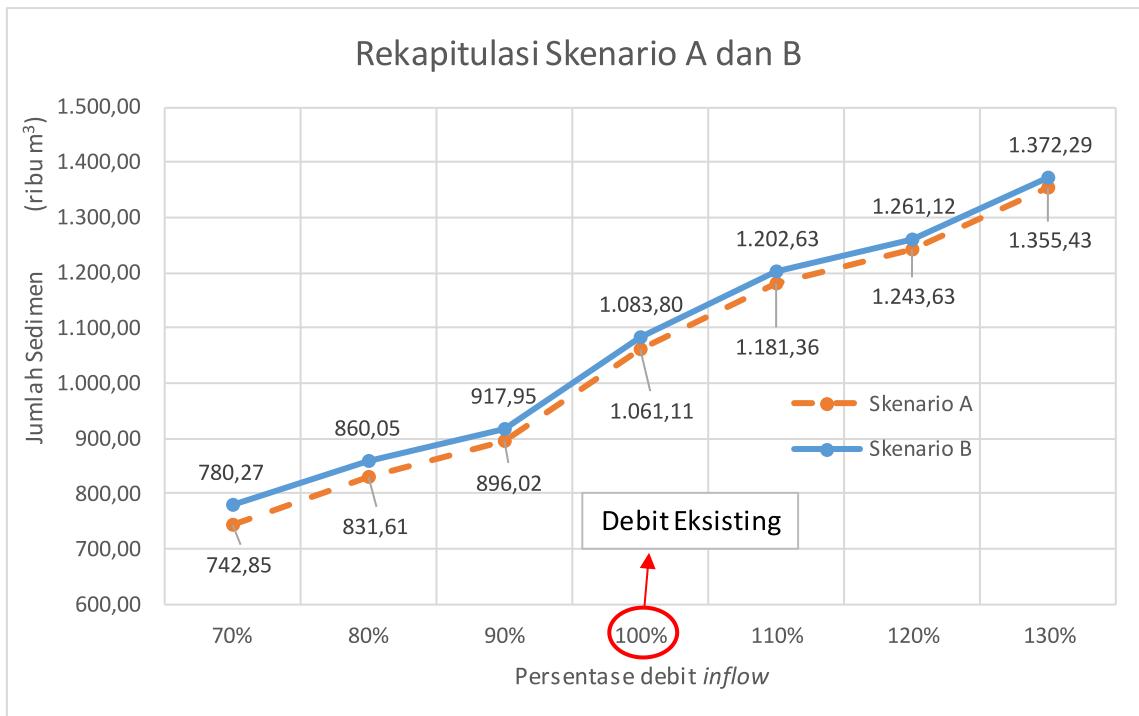
No.	Debit <i>Inflow</i> (m <sup>3</sup> /dt)	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
8	<i>inflow</i> eksisting	1.083.804,11
9	naik 30% dari <i>inflow</i> eksisting	1.372.291,83
10	naik 20% dari <i>inflow</i> eksisting	1.261.120,59
11	naik 10% dari <i>inflow</i> eksisting	1.202.627,54
12	turun 10% dari <i>inflow</i> eksisting	917.952,86
13	turun 20% dari <i>inflow</i> eksisting	860.049,42
14	turun 30% dari <i>inflow</i> eksisting	780.268,95

Sumber: Hasil Analisa

**Gambar 4. 48 Grafik jumlah sedimen yang dihasilkan dari alternatif skenario B**

Sumber: Hasil Analisa

Didapatkan dari hasil rekapitulasi skenario B diatas bahwa dengan menaikkan *inflow* sebesar 30 persen dari *inflow* eksisting maka hasil sedimen yang didapatkan bertambah dari yang semula 1.083.000 m<sup>3</sup> menjadi 1.372.000 m<sup>3</sup>. Sehingga alternatif ini dianggap sebagai alternatif yang paling efisien dari skenario B. Berikut adalah grafik yang dihasilkan dari rekapitulasi sedimen dari skenario A dan B.



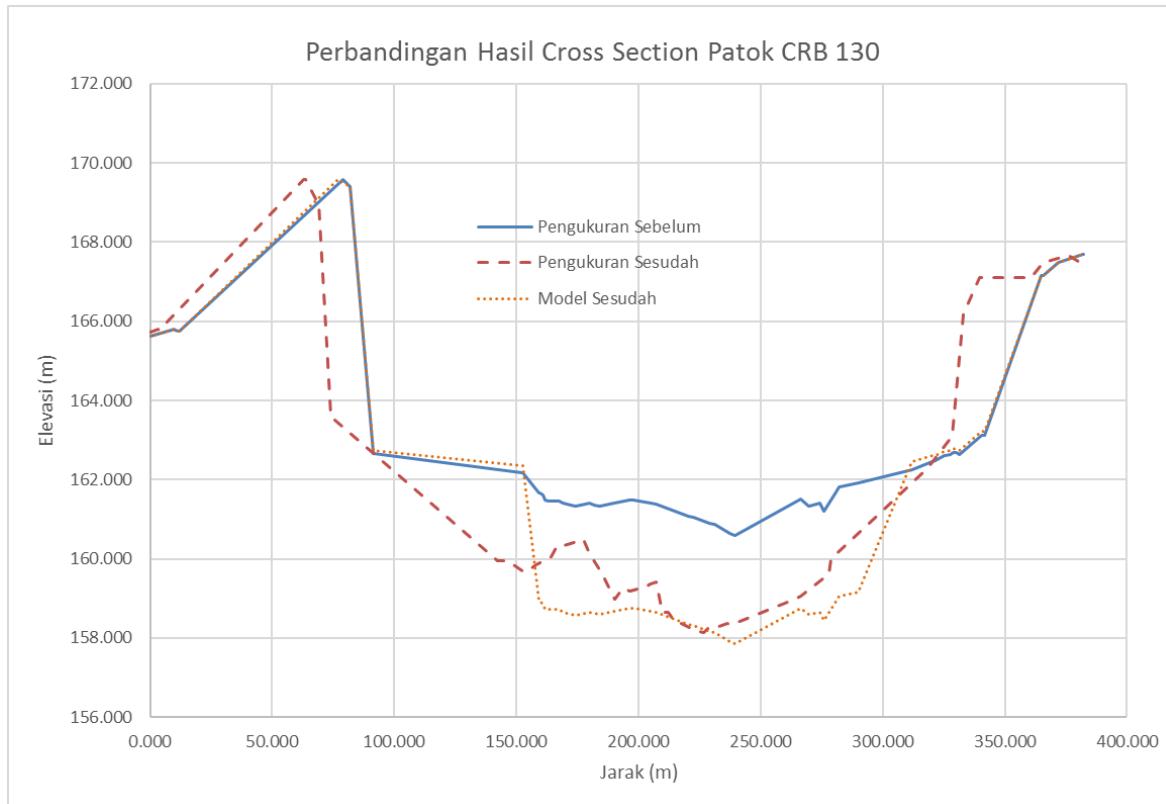
**Gambar 4. 49 Rekapitulasi grafik jumlah sedimen dari skenario A dan B**

Sumber: Hasil Analisa

Dari proses skenario diatas dapat disimpulkan bahwa simulasi penggelontoran sedimen menggunakan HEC-RAS dengan menaik dan turunkan nilai debit *Inflow* dengan menggunakan prosentase dapat berdampak positif pada perubahan sedimen yang dihasilkan. Hal tersebut dibuktikan dengan menaikkan nilai debit *Inflow* eksisting dengan penambahan 30% nilai debit *Inflow* eksisting. Akan tetapi untuk menghasilkan jumlah sedimen yang lebih besar dari kondisi penggelontoran yang selama ini dilakukan oleh Perum Jasa Tirta I diperlukan kajian lebih lanjut mengenai debit *Inflow* yang masuk pada Waduk Wlingi karena debit *Inflow* yang masuk pada Waduk Wlingi sangat berhubungan erat terhadap jumlah debit *outflow* yang dikeluarkan Waduk Sutami dan nilai debit *Inflow* yang masuk melalui anak-anak sungai Waduk Wlingi sehingga penggelontoran pada Waduk Wlingi ini tidak bisa serta merta hanya dengan menambah debit *Inflow* yang masuk pada Waduk Wlingi untuk menghasilkan jumlah sedimen yang ingin digelontor. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi jumlah sedimen yang tergelontor adalah gradasi butiran sedimen, penentuan titik *bank* pada HEC-RAS, dan lain-lain.

#### 4.10. Verifikasi Hasil Model dengan Pengukuran

Dari proses skenario setelah didapatkan hasil yang paling efisien, maka didapat perbandingan hasil dari skenario model yang dilakukan dengan hasil dari pengukuran. Berikut adalah penampang melintang yang dihasilkan dari patok CRB 130.



**Gambar 4. 50 Perbandingan hasil penampang melintang pada patok CRB 130**

Sumber: Hasil Analisa

#### 4.11. Analisa Efisiensi Penggelontoran

Dari Persamaan (2-5), nilai selisih antara volume kapasitas tumpungan waduk setelah penggelontoran dengan volume kapasitas tumpungan waduk sebelum penggelontoran dapat diartikan sebagai volume sedimen yang tergerus, dan dikarenakan penggelontoran sedimen pada Waduk Wlingi dilakukan dengan metode *full drawdown* yang artinya pintu penggelontoran diasumsikan terbuka penuh, maka volume air *outflow* dapat disamakan sebagai volume air *Inflow*. Jadi Persamaan efisiensi penggelontoran sedimen yang dapat dipakai pada studi ini adalah:

$$E = \frac{V_s}{V_i}$$

dengan:

$E$  = efisiensi penggelontoran sedimen

$V_s$  = volume sedimen yang tergelontor ( $m^3$ )

$V_i$  = volume air *Inflow* ( $m^3$ )

Berikut adalah tabulasi untuk perhitungan nilai debit *Inflow* yang diambil dari data debit *Inflow* penggelontoran tahun 2016 yang telah dirubah menjadi satuan volume.

**Tabel 4. 54 Jumlah volume air pada debit *Inflow* eksisting**

No	Tanggal	Waktu	Debit	Volume Air
1	24 Maret 2016	23:00:00	199,20	717.120,00
2	25 Maret 2016	0:00:00	201,00	723.600,00
3		1:00:00	181,52	653.472,00
4		2:00:00	181,07	651.852,00
5		3:00:00	180,93	651.348,00
6		4:00:00	181,21	652.356,00
7		5:00:00	182,46	656.856,00
8		6:00:00	182,16	655.776,00
9		7:00:00	181,99	655.164,00
10		8:00:00	176,89	636.804,00
11		9:00:00	179,02	644.472,00
12		10:00:00	180,33	649.188,00
13		11:00:00	180,67	650.412,00
14		12:00:00	180,00	648.000,00
15		13:00:00	141,89	510.804,00
16		14:00:00	125,94	453.384,00
17		15:00:00	125,75	452.700,00
18		16:00:00	125,05	450.180,00
19		17:00:00	125,61	452.196,00
20		18:00:00	125,18	450.648,00
21		19:00:00	174,99	629.964,00
22		20:00:00	189,81	683.316,00
23		21:00:00	191,01	687.647,88
24		22:00:00	234,62	844.624,08
25		23:00:00	248,61	894.980,16
26	26 Maret 2016	0:00:00	243,22	875.584,08
27		1:00:00	187,37	674.528,04
28		2:00:00	195,95	705.416,04
29		3:00:00	183,10	659.160,00
30		4:00:00	188,80	679.687,92
31		5:00:00	183,60	660.960,00
32		6:00:00	183,60	660.960,00
33		7:00:00	183,60	660.960,00

No	Tanggal	Waktu	Debit	Volume Air
34		8:00:00	167,02	601.272,00
35		9:00:00	167,02	601.272,00
36		10:00:00	147,10	529.560,00
37		11:00:00	147,10	529.560,00
38		12:00:00	147,10	529.560,00
39		13:00:00	147,10	529.560,00
40		14:00:00	147,10	529.560,00
41		15:00:00	147,49	530.964,00
42		16:00:00	136,26	490.536,00
43		17:00:00	222,76	801.936,00
44		18:00:00	222,76	801.936,00
45		19:00:00	201,00	723.611,88
46		20:00:00	205,10	738.360,00
47		21:00:00	183,35	660.075,84
48		22:00:00	170,93	615.355,92
49		23:00:00	177,82	640.140,12
50	27 Maret 2016	0:00:00	184,53	664.315,92
<b>Total Volume Air</b>			<b>31.851.695,88</b>	

Sumber: Hasil Analisa

Dengan mengambil nilai volume sedimen yang tergelontor pada tahun 2016 menggunakan metode Laursen-Copeland, nilai volume sedimen yang tergelontor adalah 1.061.107 m<sup>3</sup>. Maka jika nilai tersebut dimasukkan kedalam persamaan diatas maka akan menghasilkan:

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{V_s}{V_i} \\
 E &= \frac{1.061.107}{31.851.696} \\
 E &= 0,0333 \\
 E &= 3,3314 \%
 \end{aligned}$$

Jadi nilai efisiensi yang didapat dengan menggunakan nilai jumlah sedimen yang terkalibrasi dengan volume air total yang didapat dari data debit *Inflow* penggelontoran tahun 2016 adalah sebesar 3,3314 %.

Untuk nilai efisiensi pada beberapa proses alternatif skenario debit *Inflow*, maka berikut adalah rekapitulasi efisiensi pada masing-masing skenario.

**Tabel 4. 55 Rekapitulasi efisiensi skenario penggelontoran alternatif A**

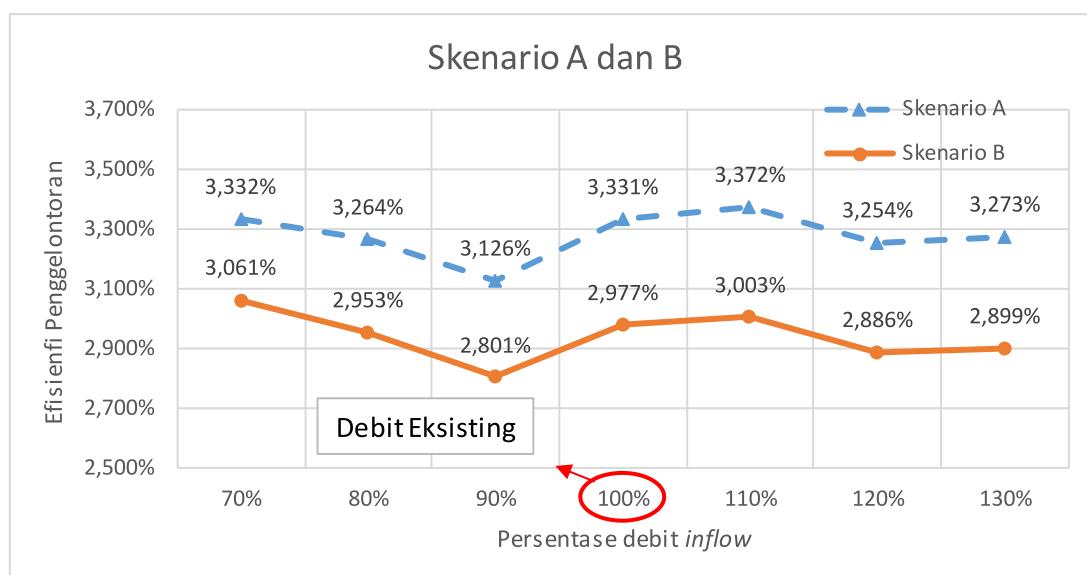
No.	Debit Inflow (m <sup>3</sup> /dt)	Volume Sedimen (m <sup>3</sup> )	Volume Air Total (m <sup>3</sup> )	Efisiensi (%)	Fe
1	inflow eksisting	1.061.107,24	31.851.696	3,3314	0,0333
2	naik 30% dari inflow eksisting	1.355.432,87	41.407.205	3,2734	0,0327
3	naik 20% dari inflow eksisting	1.243.633,65	38.222.035	3,2537	0,0325
4	naik 10% dari inflow eksisting	1.181.358,62	35.036.865	3,3718	0,0337
5	turun 10% dari inflow eksisting	896.024,61	28.666.526	3,1257	0,0313
6	turun 20% dari inflow eksisting	831.612,03	25.481.357	3,2636	0,0326
7	turun 30% dari inflow eksisting	742.854,00	22.296.187	3,3318	0,0333

Sumber: Hasil Analisa

**Tabel 4. 56 Rekapitulasi efisiensi skenario penggelontoran alternatif B**

No.	Debit Inflow (m <sup>3</sup> /dt)	Volume Sedimen (m <sup>3</sup> )	Volume Air Total (m <sup>3</sup> )	Efisiensi (%)	Fe
8	inflow 56 jam	1.083.804,11	36.409.568	2,9767	0,0298
9	naik 30% dari inflow 56 jam	1.372.291,83	47.332.438	2,8993	0,0290
10	naik 20% dari inflow 56 jam	1.261.120,59	43.691.481	2,8864	0,0289
11	naik 10% dari inflow 56 jam	1.202.627,54	40.050.525	3,0028	0,0300
12	turun 10% dari inflow 56 jam	917.952,86	32.768.611	2,8013	0,0280
13	turun 20% dari inflow 56 jam	860.049,42	29.127.654	2,9527	0,0295
14	turun 30% dari inflow 56 jam	780.268,95	25.486.698	3,0615	0,0306

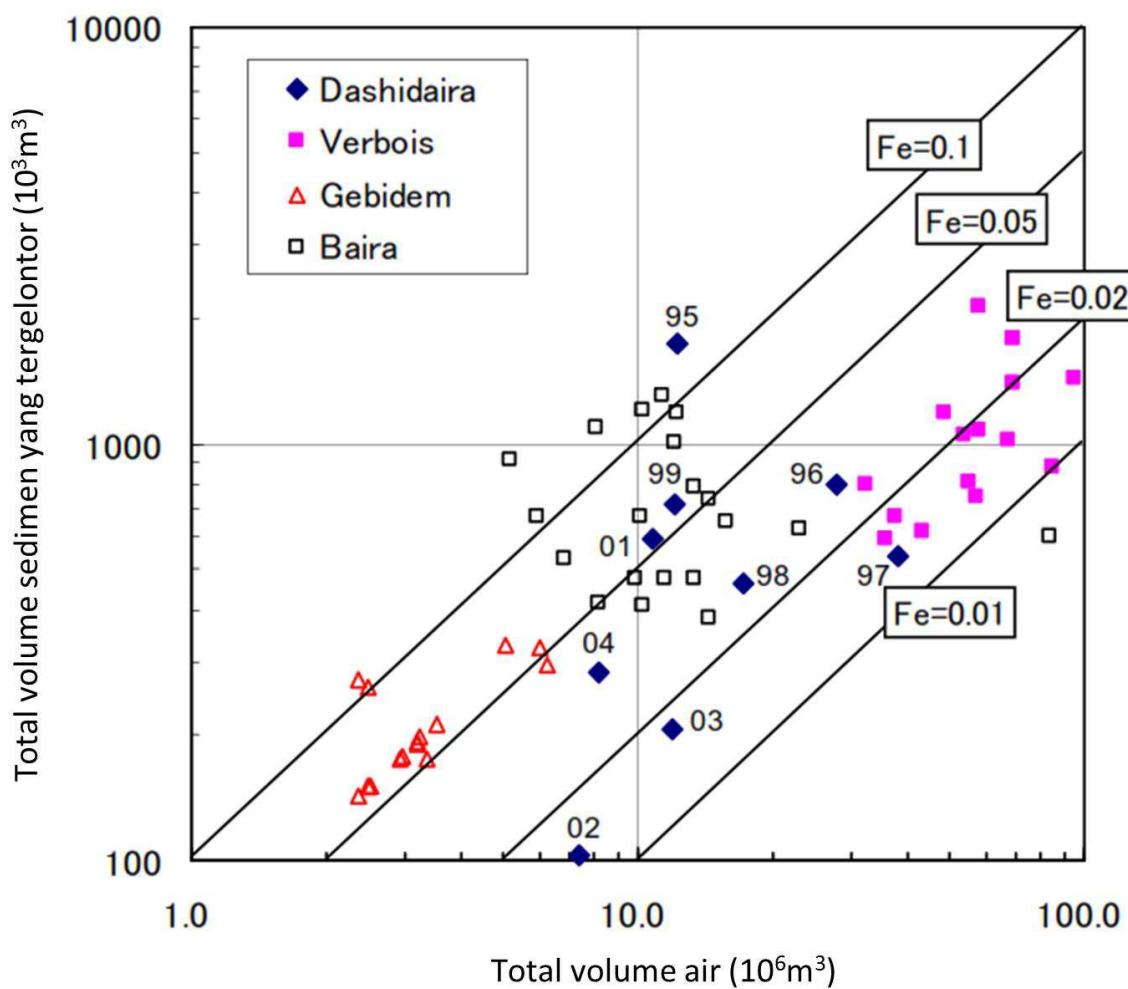
Sumber: Hasil Analisa

**Gambar 4. 51 Rekapitulasi perhitungan efisiensi penggelontoran waduk**

Sumber: Hasil Analisa

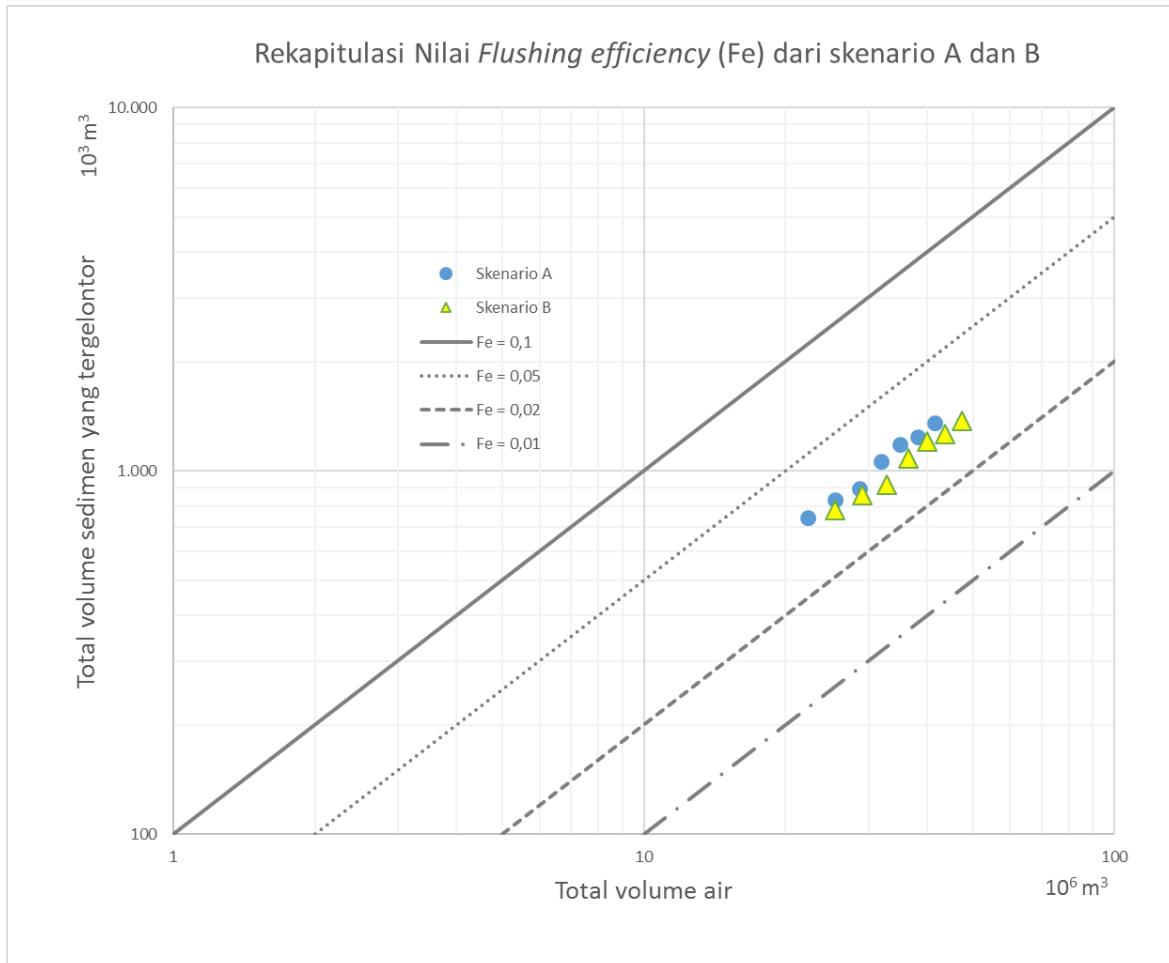
Dapat diambil kesimpulan dari grafik diatas yang menggambarkan bahwa dengan menaikkan debit *inflow* berdasarkan persentase, tidak selalu akan mengakibatkan penurunan maupun kenaikan efisiensi penggelontoran waduk. Hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya debit *inflow* yang masuk ke waduk maka bertambah pula volume total air yang digunakan untuk penggelontoran sedimen, dan volume sedimen yang dihasilkan dengan menaikkan debit *inflow* berdampak positif terhadap kenaikan jumlah volume sedimen.

Jika nilai efisiensi tersebut diplotkan kedalam grafik nilai efisiensi dalam jurnal yang berjudul *Evaluation of Efficiency of Reservoir Sediment Flushing in Kurobe River* oleh Prof. Tetsuya Sumi dari Kyoto University maka hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut.



**Gambar 4. 52 Nilai efisiensi yang dihasilkan dari berbagai negara**

Sumber: Jurnal *Evaluation of Efficiency of Reservoir Sediment Flushing in Kurobe River*



#### 4.12. Pemilihan Skenario

Dari dua skenario yang dilakukan pada studi ini yaitu dengan menaik turunkan debit *inflow* selama 49 jam dan dengan menggunakan debit *inflow* selama 56 jam, didapatkan rekapitulasi hasil skenario penggelontoran sedimen sebagai berikut.

**Tabel 4. 57 Rekapitulasi volume sedimen dan efisiensi skenario penggelontoran waduk**

No.	Debit <i>Inflow</i> (m <sup>3</sup> /dt)	Volume Sedimen (m <sup>3</sup> )	Efisiensi (%)
1	inflow eksisting Skenario A	1.061.107,24	3,3314
2	naik 30% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario A	1.355.432,87	3,2734
3	naik 20% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario A	1.243.633,65	3,2537
<b>4</b>	<b>naik 10% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario A</b>	<b>1.181.358,62</b>	<b>3,3718</b>
5	turun 10% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario A	896.024,61	3,1257
6	turun 20% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario A	831.612,03	3,2636
7	turun 30% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario A	742.854,00	3,3318
8	<i>inflow</i> eksisting Skenario B	1.083.804,11	2,9767
9	naik 30% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario B	1.372.291,83	2,8993
10	naik 20% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario B	1.261.120,59	2,8864
11	naik 10% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario B	1.202.627,54	3,0028
12	turun 10% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario B	917.952,86	2,8013
13	turun 20% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario B	860.049,42	2,9527
14	turun 30% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario B	780.268,95	3,0615
<b>Maksimum</b>		<b>1.355.432,87</b>	<b>1.372.291,83</b>
			<b>3,3718</b>
			<b>3,0615</b>

Sumber: Hasil Analisa

Dapat diambil kesimpulan dari dua skenario penggelontoran waduk diatas dengan menaikturunkan debit *inflow* waduk pada skenario A selama 49 jam dan skenario B selama 56 jam yaitu jumlah volume sedimen yang tergerus paling tinggi pada skenario A sebesar 1.355.432 m<sup>3</sup> yang terdapat pada alternatif skenario nomor 2 dengan menaikkan nilai debit 30% dari nilai debit *inflow* eksisting, sedangkan jumlah volume sedimen yang tergerus paling tinggi pada skenario B sebesar 1.372.291 m<sup>3</sup> yang terdapat pada alternatif skenario nomor 9 dengan menaikkan nilai debit 30% dari nilai debit *inflow* 56 jam. Akan tetapi jika dilihat dari parameter efisiensi penggelontoran sedimen pada skenario A memiliki nilai efisiensi tertinggi sebesar 3,37% pada alternatif skenario nomor 4 dengan menaikkan nilai debit 10% dari nilai debit *inflow* eksisting, sedangkan pada skenario B memiliki nilai efisiensi tertinggi sebesar 3,06% pada alternatif skenario nomor 14 dengan menurunkan nilai debit 30% dari nilai debit *inflow* 56 jam. Sehingga dengan perbedaan tersebut maka pemilihan skenario yang dipilih adalah dengan menggunakan skenario A yaitu dengan menggunakan nilai debit *inflow* penggelontoran selama 49 jam dengan menaikkan nilai debit *inflow* sebesar 10% terhadap nilai debit eksisting dengan alasan nilai efisiensi dari skenario yang terpilih tersebut adalah yang tertinggi, serta pertimbangan selisih perbedaan volume yang tergelontor yang tidak terlalu signifikan.

Sedangkan untuk peta genangan yang telah disimulasikan menggunakan 2 skenario tersebut, ada beberapa patok di sepanjang sungai yang setelah disimulasikan terjadi penggerusan maupun deposisi. Berikut adalah rekapitulasi hasil skenario yang menunjukkan lokasi patok yang nilai penggerusan maupun nilai deposisi paling besar.

**Tabel 4. 58 Rekapitulasi posisi maksimal gerusan dan deposisi pada skenario penggelontoran waduk**

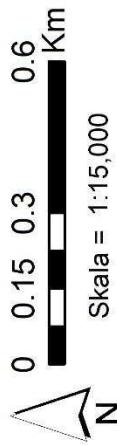
No.	Debit <i>Inflow</i> (m <sup>3</sup> /dt)	Maks Gerusan (m <sup>3</sup> )	Letak patok	Maks Deposisi (m <sup>3</sup> )	Letak patok
1	<i>inflow</i> eksisting Skenario A	-77.729,96	62,00	6.493,66	66,00
2	naik 30% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario A	-103.272,60	62,00	5.367,33	21,00
3	naik 20% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario A	-91.489,11	62,00	6.477,65	53,00
4	naik 10% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario A	-85.745,90	62,00	6.775,33	53,00
5	turun 10% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario A	-65.940,19	56,00	7.097,56	66,00
6	turun 20% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario A	-58.348,25	56,00	6.024,74	66,00
7	turun 30% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario A	-51.145,40	56,00	4.680,08	66,00
8	<i>inflow</i> eksisting Skenario B	-80.134,65	56,00	8.301,41	66,00
9	naik 30% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario B	-102.554,50	56,00	8.148,28	66,00
10	naik 20% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario B	-94.081,56	56,00	8.413,38	66,00
11	naik 10% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario B	-87.641,96	56,00	7.820,19	66,00
12	turun 10% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario B	-71.640,83	56,00	8.558,63	66,00
13	turun 20% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario B	-62.781,83	56,00	7.176,49	66,00
14	turun 30% dari <i>inflow</i> eksisting Skenario B	-54.557,74	56,00	5.555,19	66,00
<b>Maksimal</b>		<b>-103.272,60</b>	<b>62,00</b>	<b>8.558,63</b>	<b>66,00</b>

Sumber: Hasil Analisa

Didapatkan hasil yang menunjukkan nilai gerusan tertinggi sebesar 103.272 m<sup>3</sup> yang terjadi pada patok 62 yang disimulasikan pada alternatif skenario A menggunakan nilai debit *inflow* yang dinaikkan 10% dari *inflow* eksisting. Sedangkan nilai deposisi tertinggi sebesar 8.558 m<sup>3</sup> yang terjadi pada patok 66 yang disimulasikan pada alternatif skenario B menggunakan nilai debit *inflow* yang diturunkan 10% dari *inflow* 56 jam. Lokasi penampang yang tergelontor terletak di *river station* 16 atau CRB 113 sampai dengan *river station* 5 atau CRB 136. Rekapitulasi diatas hanya menunjukkan letak posisi patok yang tergerus dan yang mengalami deposisi, sehingga untuk mengidentifikasi jumlah gerusan akan tetap mengacu pada Tabel 4.49 untuk pemilihan alternatif skenario yang paling efektif.

Setelah dilakukan pemilihan alternatif skenario yang paling efektif maka untuk pemetaan sebaran ketebalan sedimen dilakukan dengan cara mengurangi hasil dari pemetaan hasil di HEC-RAS dengan data kontur sebelum dilakukannya penggelontoran sedimen oleh Perum Jasa Tirta I. Maka berikut adalah hasil dari pemetaan ketinggian sedimen menggunakan data hasil dari alternatif skenario yang paling efektif.

**Peta Detail Kebalhan Sedimen  
di sekitar Tampungan Wlingi  
Setelah Penggelontoran  
Menggunakan Model HEC-RAS  
Tahun 2016**

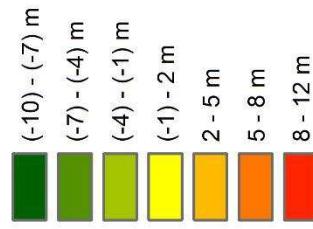


Sistem Koordinat: WGS 1984 UTM Zone 49S  
Proyeksi: Transverse Mercator  
Datum: WGS 1984  
Satuan: Meter

**Legenda:**

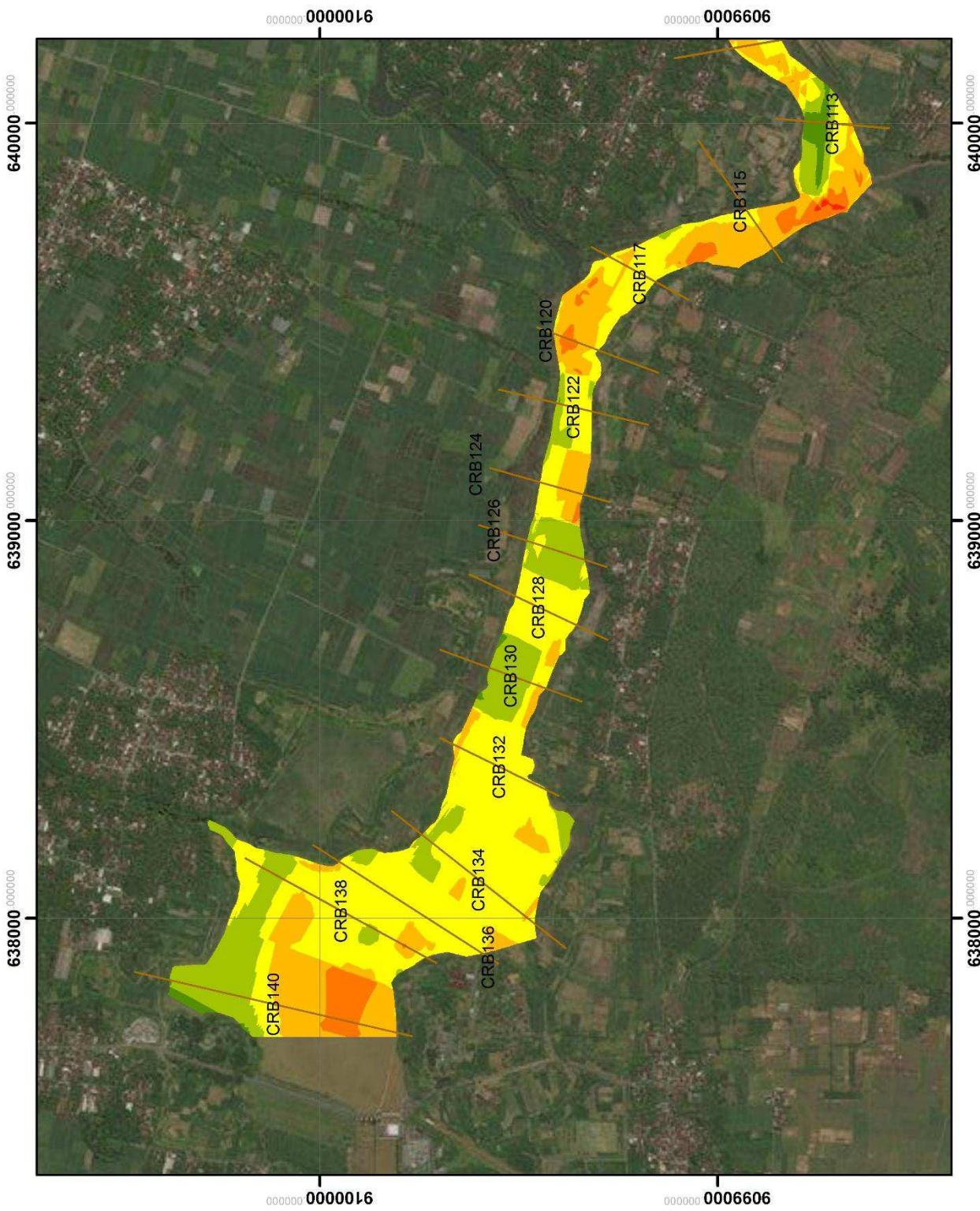
Patok

**Kebalhan Sedimen**



Dipetakan oleh: Rizhandi Nugroho Nusantoro  
NIM: 166060400111001

Sumber: Hasil Analisa



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil analisa sebaran sedimen yang terjadi pada Waduk Wlingi sebelum penggelontoran sedimen dilakukan dengan berdasarkan pada peta kontur hasil dari pengukuran Perum Jasa Tirta I tahun 2015 dan tahun 2016 adalah nilai ketebalan sedimen bervariasi antara 5,79 m sampai dengan -6,7 m. Hal ini menandakan bahwa adanya penggerusan dan penimbunan yang terjadi selama kurun waktu peta kontur diukur. Nilai tertinggi penimbunan terletak diantara patok CRB132 dan CRB134 dibagian sebelah kiri penampang melintang, hal ini terjadi dikarenakan bagian ini merupakan bagian sungai yang mudah terdepositi karena terletak di belokan sungai yang menjorok kedalam. Sedangkan nilai tertinggi untuk penggerusan terletak diantara patok CRB130 dan CRB132, hal ini terjadi dikarenakan bagian pada bagian ini aliran sungai mengalami belokan yang menyesuaikan alur sungai sehingga terjadi penggerusan.
2. Hasil analisa sebaran sedimen setelah penggelontoran sedimen dilakukan pada tahun 2016 didapatkan bahwa nilai penggerusan dan penimbunan dibandingkan dengan peta sebelum penggelontoran sedimen menunjukkan angka timbunan dan gerusan yang bertambah tinggi, hal ini menunjukkan adanya pergerakan sedimen yang bergerak dari satu titik menuju ke titik lain yang dapat mengakibatkan titik yang semula terjadi penggerusan akan menjadi penimbunan atau sebaliknya dikarenakan adanya laju *inflow* sungai. Nilai penggerusan dan penimbunan ini terjadi antara rentang nilai 11,23 m sampai dengan -9,12 m. Nilai tertinggi penimbunan terletak pada patok CRB138 bagian kanan penampang melintang, hal ini terjadi dikarenakan posisi pada penampang melintang yang menjorok kedalam sehingga kecepatan aliran yang terjadi pada titik ini kecil yang mengakibatkan bagian ini mudah terdepositi. Nilai tertinggi penggerusan terletak pada bagian hilir disekitar pintu *flushing*, hal ini dikarenakan nilai kecepatan arus tertinggi terjadi disepanjang arus sungai yang menuju ke pintu *flushing*.

3. Setelah dilakukan analisa skenario penggelontoran dengan 14 macam alternatif skenario, hasil yang dipilih yang dianggap merupakan skenario paling efisien adalah dengan berdasarkan nilai efisiensi yang terbesar yaitu dengan menggunakan alternatif debit *inflow* penggelontoran selama 49 jam dengan menaikkan nilai debit sebesar 10% dari debit eksisting. Hasil yang didapat yaitu volume sedimen yang tergelontor sebanyak 1.181.358 m<sup>3</sup> dengan efisiensi penggelontoran sebesar 3,37%. Nilai ini jika dikaitkan dengan penelitian terdahulu yang terjadi di bendungan pada beberapa negara yaitu Bendungan Dashidaira (Jepang), Bendungan Verbois (Switzerland), Bendungan Gebidem (Switzerland), dan Bendungan Baira (India), nilai efisiensi pada alternatif penggelontoran ini masih berada pada rentang nilai efisiensi 1% sampai dengan 10% sehingga nilai efisiensi ini masih dapat dikatakan berhasil.
4. Setelah didapatkan alternatif penggelontoran yang paling efisien, hasil analisa sebaran sedimen yang terjadi pada Waduk Wlingi mulai dari CRB19 sampai dengan CRB140 mendapatkan hasil bahwa patok yang terjadi penimbunan adalah mulai CRB19 sampai dengan CRB107, kemudian yang mengalami penggerusan adalah mulai CRB109 sampai dengan CRB138 dengan posisi maksimal terjadinya gerusan terletak di CRB117 dengan nilai gerusan sebesar 103.272 m<sup>3</sup>. Secara detil peta sebaran sedimen yang dihasilkan dengan menggunakan data hasil pengukuran dibandingkan dengan menggunakan aplikasi terdapat perbedaan, faktor yang membedakan yaitu pada data hasil pengukuran terdapat patok yang terjadi sedimentasi yang sudah melalui proses pengeringan menggunakan alat berat pada saat *flushing* dilakukan. Sedangkan pada simulasi HEC-RAS, penggelontoran dilakukan hanya dengan mengandalkan debit *inflow* sungai saja untuk menggerakkan butiran sedimen.

## 5.2. Saran

Saran yang diusulkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam alternatif skenario penelitian ini dilakukan dengan debit maksimal yang melebihi debit *outflow* Waduk Sutami. Sehingga supaya nilai debit *inflow* bisa memenuhi untuk mendapatkan kondisi yang sama dengan kondisi pada alternatif skenario maka waktu penggelontoran sedimen disarankan pada saat musim hujan saat nilai curah hujan disekitar Waduk Wlingi memiliki angka curah hujan yang tinggi untuk mendapatkan nilai debit dari anak-anak sungai yang menuju Waduk Wlingi yang cukup besar.
2. Perlu kajian lebih lanjut untuk mengetahui detail peta sebaran penggerusan sedimen setelah dilakukan analisa pada HEC-RAS karena hasil dalam penelitian ini jika digunakan untuk data sebaran yang akan dilakukan melalui *dredging* tidak cukup detail untuk mengetahui posisi bagian yang tergerus.
3. Perlu kajian lebih lanjut mengenai alternatif skenario penggelontoran Waduk Wlingi dengan menggunakan alternatif yang lebih kompleks guna mengetahui tingkat efisiensi Waduk Wlingi dengan tidak hanya berdasar pada nilai debit *inflow* Waduk Wlingi tetapi dengan unsur-unsur lain yang dapat mempengaruhi tingkat efisiensi penggelontoran Waduk Wlingi.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- Abel, Y. P., Rispingtati, Soetopo, (2015). *Optimasi Pola Operasi Waduk Sutami Menggunakan Model Pemrograman Linier Kabur (Fuzzy Linear Programming)*. Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia.
- Ahn, J., Yang, C., T., Boyd, P., M., Pridal, D., B., Remus, J. I (2013). *Numerical modeling of sediment flushing from Lewis and Clark Lake*. International Journal of Sediment Research, volume 28, No. 2, pp 182–193
- Anders (2000). “A Review of Reservoir Desiltation”. Ph.D., Institute of Geography, University of Copenhagen
- Anonim (1995). “Bendungan Besar di Indonesia”. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum Departemen Pekerjaan Umum.
- Atkinson, E. (1996). *The Feasibility of Flushing Sediment from Reservoirs*. Report OD 137, HR Wallingford, Wallingford, UK
- Basson (2008). *Sedimentation and Sustainable Use of Reservoir and River Systems*. Draft ICOLD Bulletin.
- Buffington, J.M. (1999). "The Legend of A.F. Shields." Jl of Hyd. Engrg., ASCE, Vol. 125, No. 4, pp. 376-38
- Chaudhry, M. A., Rehman H., Akhtar N. M. (2014) *Modeling Sediment Deposition and Sediment Flushing Through Reservoirs Using 1-D Numerical Model*. Arab Journal Science and Engineering, Volume 39, pp 647–658
- Chai (2014). “Root Mean Square Error (RMSE) or Mean Square Error (MAE)” –Arguments against avoiding RMSE in the literature. USA
- Environmental Modeling Research Laboratory. (2003). *Surface Water Modeling System Tutorials*. Brigham Young University.
- Fan and Morris (1985). “Reservoir Sedimentation Handbook”. Ch 15. P15.2
- Formánek, A., Silasari, R., Kusuma, M. S. B., Kardhana, H., (2013). *Two-Dimensional Model of Ciliwung River Flood in DKI Jakarta for Development of the Regional Flood Index Map*. Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia.
- Krisetyana, H., (2008). *Tingkat Efisiensi Penggelontoran Endapan Sedimen Di Waduk PLTA PB. Sudirman*. Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia.
- Kurniawan, F. A., (2016). *Analisa Sebaran Sedimen Dan Efektivitas Tampungan Menggunakan Teknik Interpolasi Ruang (Studi Kasus Penggelontoran Waduk Wlingi Dan Waduk Lodoyo)*. Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia.
- Morris, G., L. and Fan, J., (1997) *Reservoir Sedimentation Handbook: Design and Management of Dams, Reservoir, and Watersheds for Sustainable Use*. McGraw Hill, New York.
- Nidaurrahma. (2016). *Pemodelan Sedimen Waduk Wlingi Dengan Menggunakan Sediment Simulation In Intake With Multiblock Option (SSIIM)*. Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia.

- Harianto, Hidayat, F., Subagyo, E., Rianto, A., Taufiqurrachman, M., & Nugrahany, A. (2012) *Management of Reservoir Sedimentation in the Brantas River Basin Indonesia*. Proceeding of the International Symposium on Dam for a Changing World, 80th Annual Meeting and 24th Congress of ICOLD. Kyoto, Japan
- J. Scott (1992). "Error Measure for Generalizing about Forecasting Methods: Empirical Comparison". *International Journal of Forecasting*, 8 (1992), 69-80
- Palmieri, A., Shah, F., Annandale G., W., Dinar, A (2003) *Reservoir Conservation Volume I: The RESCON Approach: Economic and engineering evaluation of alternative strategies for managing sedimentation in storage reservoirs*, THE WORLD BANK Washington, DC, USA.
- Sari, AF. (2012) *Modul Mekanika Fluida*. (<https://www.slideshare.net/AzizahFitriaSari/modul1-15655248>)
- Soekistijono, Hidayat, F., & Harnanto, A. (2005). *Coordinated Sediment Flushing in Wlingi - Lodoyo Reservoirs and the Study of its Economics Benefits and Effect to Water Quality and Ecosystem in the Downstream Reaches*. Proceeding of the International Seminar on Ecohydrology. Denpasar, Indonesia.
- Sumi Tetsuya. (2008). *Evaluation of Efficiency of Reservoir Sediment Flushing in Kurobe River*. Dept. of Civil and Earth Resources Eng., Kyoto University. Jepang
- U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. (2002). *User's Manual for FESWMS Flo2DH*. McLean, Virginia.
- U.S. Army Corp of Engineering, Hydrologic Engineering Center. (2010). *Hydraulic Reference Manual*. Davis, CA.
- U.S. Army Corp of Engineering, Hydrologic Engineering Center. (2010). *User's Manual*. Davis, CA.
- Van Rijn, L. C. (2013). *Sedimentation Of Sand And Mud In Reservoirs In Rivers*. [www.leovanrijn-sediment.com](http://www.leovanrijn-sediment.com)
- Vanoni, V.A., ed., 1975, Sedimentation Engineering: American Society of Civil Engineers, Manuals and Reports on Engineering Practice, No. 54, 745 p
- Wang Z. And Hu C. (2009) *Strategies for managing reservoir sedimentation*, International Journal of Sediment Research, Vol. 24, No. 4, pp. 369-384

## **LAMPIRAN 1**

### **DATA GRAIN SIZE ANALYST WLINGI 2017**

## MECHANICAL ANALYSIS

Lokasi : Bendungan Wlingi (Sebelum Flushing)

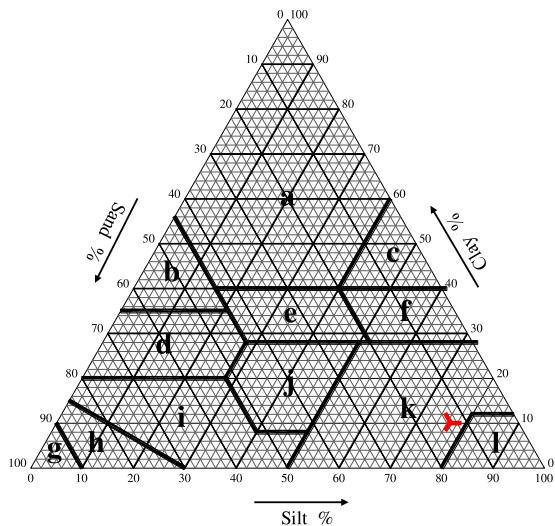
Sampel No. : CRB 140 - Tengah

Tanggal : 17 - 04 - 2017

Di tes Oleh : Janun Syahroni

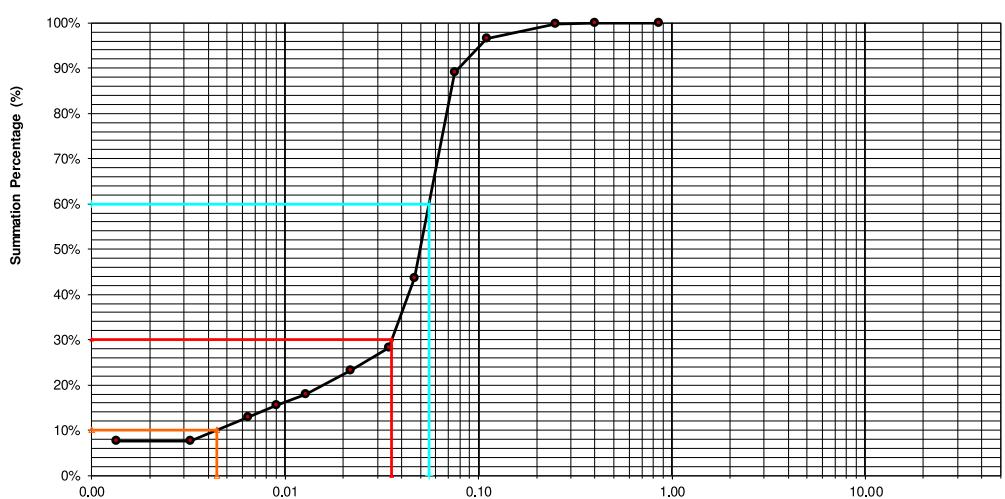
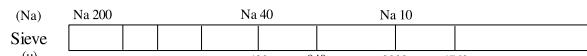
**Soil classification of grain size (Sample of passed 2000 sieve)**

Group	Tipe	Information
A	[C]	Clay (Liat)
B	[SaC]	Sandy Clay (Liat berpasir)
C	[SiC]	Silty Clay (Liat berdebu)
D	[SaCL]	Sandy Clay Loam (Lempung liat berpasir)
E	[CL]	Clay Loam (Lempung berliat)
F	[SICL]	Silty Clay Loam (Lempung liat berdebu)
G	[Sa]	Sand (Pasir)
H	[LSa]	Loamy Sand (Pasir berlempung)
I	[SaL]	Sandy Loam (Lempung berpasir)
J	[L]	Loam (Lempung)
K	[SiL]	Silt Loam (Lempung berdebu)
L	[Si]	Silt (Debu)



Sample No.	Gravel %	Sand %	Silt %	Clay %	Max. size	D 60	D 30	D 10	Uniformity		Passed Percentage Sieve	Group of Particle	Soil Type
									Coeff.	Curv.			
:CRB 140 - Tengah	0	13.18%	76.63%	10.19%	2.00	0.0554	0.0354	0.0044				K	[SiL]

Grain size accumulation curve



Colloid	Clay	Silt	Sand	Gravel

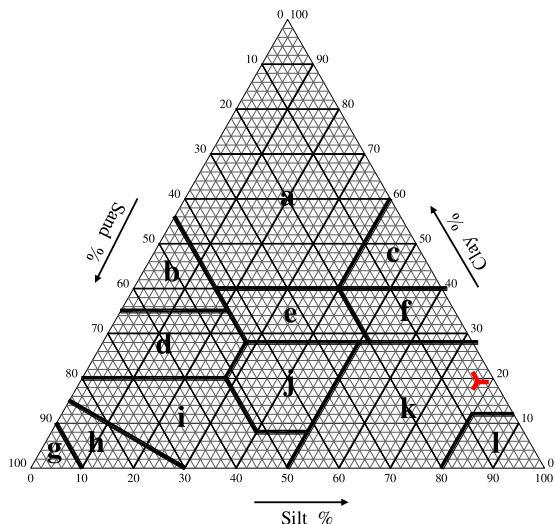
## MECHANICAL ANALYSIS

Lokasi : Bendungan Wlingi (Sebelum Flushing)  
 Sampel No. : CRB 134 - Tengah

Tanggal : 17 - 04 - 2017  
 Di tes Oleh : Janun Syahroni

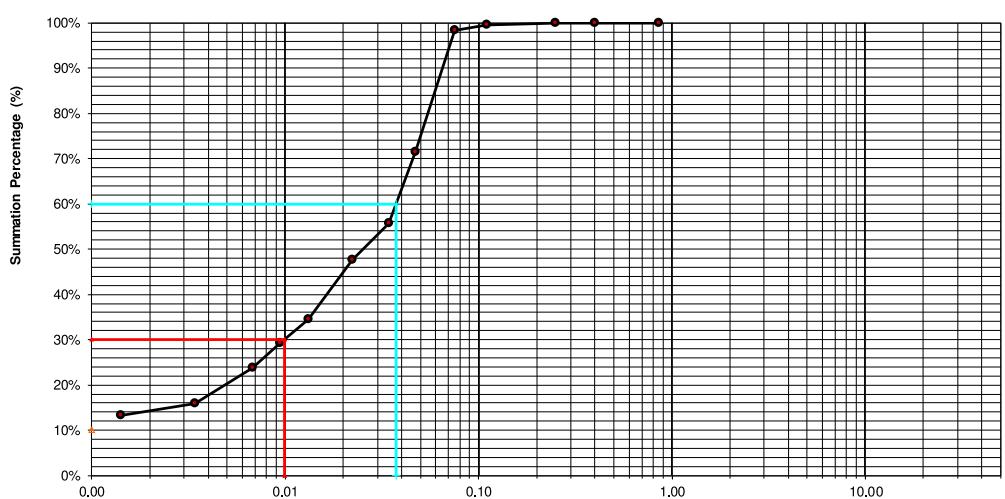
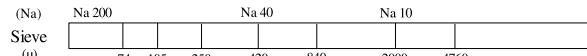
**Soil classification of grain size (Sample of passed 2000 sieve)**

Group	Tipe	Information
A	[C]	Clay (Liat)
B	[SaC]	Sandy Clay (Liat berpasir)
C	[SiC]	Silty Clay (Liat berdebu)
D	[SaCL]	Sandy Clay Loam (Lempung liat berpasir)
E	[CL]	Clay Loam (Lempung berliat)
F	[SICL]	Silty Clay Loam (Lempung liat berdebu)
G	[Sa]	Sand (Pasir)
H	[LSa]	Loamy Sand (Pasir berlempung)
I	[SaL]	Sandy Loam (Lempung berpasir)
J	[L]	Loam (Lempung)
K	[SiL]	Silt Loam (Lempung berdebu)
L	[Si]	Silt (Debu)



Sample No.	Gravel %	Sand %	Silt %	Clay %	Max. size	D 60	D 30	D 10	Uniformity		2000	420	74	Group of Particle	Soil Type
									Coeff.	Curv.	Passed Percentage Sieve				
:CRB 134 - Tengah	0	2.68%	78.04%	19.28%	2.00	0.0375	0.0099	0.0000						K	[SiL]

Grain size accumulation curve



Colloid	Clay	Silt	Sand	Gravel

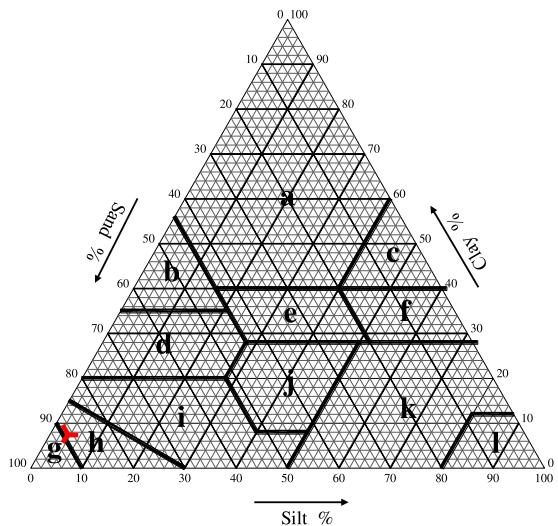
## MECHANICAL ANALYSIS

Lokasi : Bendungan Wlingi (Sebelum Flushing)  
 Sampel No. : CRB 128 - Tengah

Tanggal : 17 - 04 - 2017  
 Di tes Oleh : Janun Syahroni

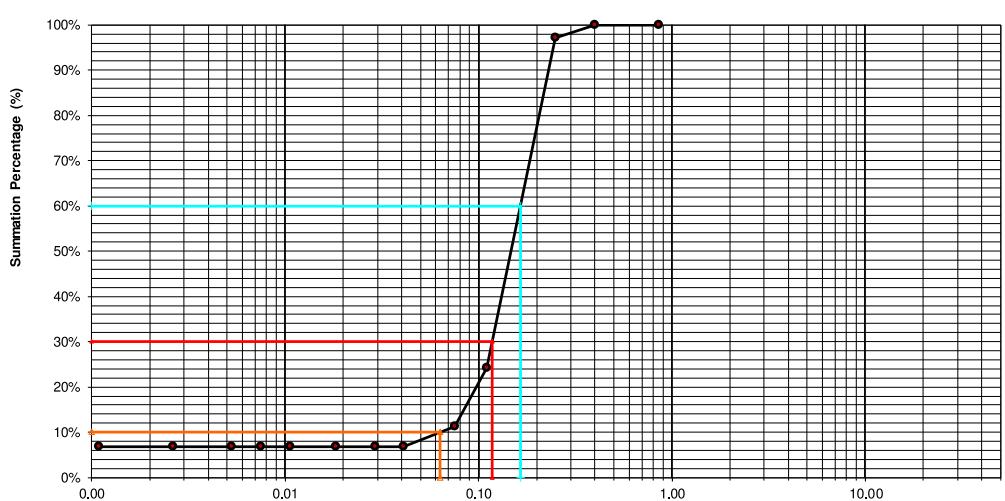
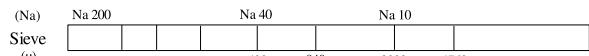
**Soil classification of grain size (Sample of passed 2000 sieve)**

Group	Type	Information
A	[C]	Clay (Liat)
B	[SaC]	Sandy Clay (Liat berpasir)
C	[SiC]	Silty Clay (Liat berdebu)
D	[SaCL]	Sandy Clay Loam (Lempung liat berpasir)
E	[CL]	Clay Loam (Lempung berliat)
F	[SICL]	Silty Clay Loam (Lempung liat berdebu)
G	[Sa]	Sand (Pasir)
H	[LSa]	Loamy Sand (Pasir berlempung)
I	[SaL]	Sandy Loam (Lempung berpasir)
J	[L]	Loam (Lempung)
K	[SiL]	Silt Loam (Lempung berdebu)
L	[Si]	Silt (Debu)



Sample No.	Gravel %	Sand %	Silt %	Clay %	Max. size	D 60	D 30	D 10	Uniformity		2000	420	74	Group of Particle	Soil Type
									Coeff.	Curv.	Passed Percentage Sieve				
:CRB 128 - Tengah	0	88.89%	4.29%	6.82%	2.00	0.1647	0.1175	0.0631						H	[LSa]

Grain size accumulation curve



Colloid	Clay	Silt	Sand	Gravel

## MECHANICAL ANALYSIS

Lokasi : Bendungan Wlingi (Sebelum Flushing)

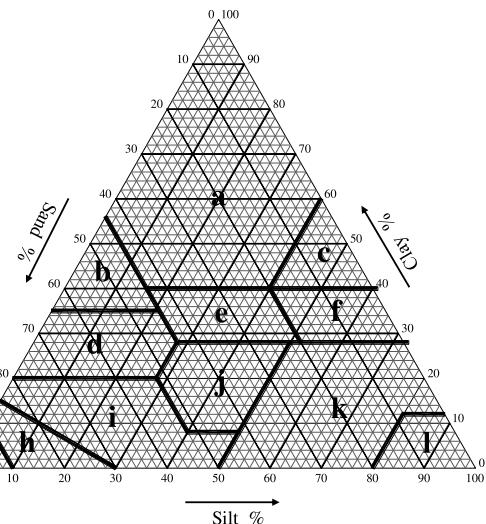
Sampel No. : CRB 120 - Tengah

Tanggal : 17 - 04 - 2017

Di tes Oleh : Janun Syahroni

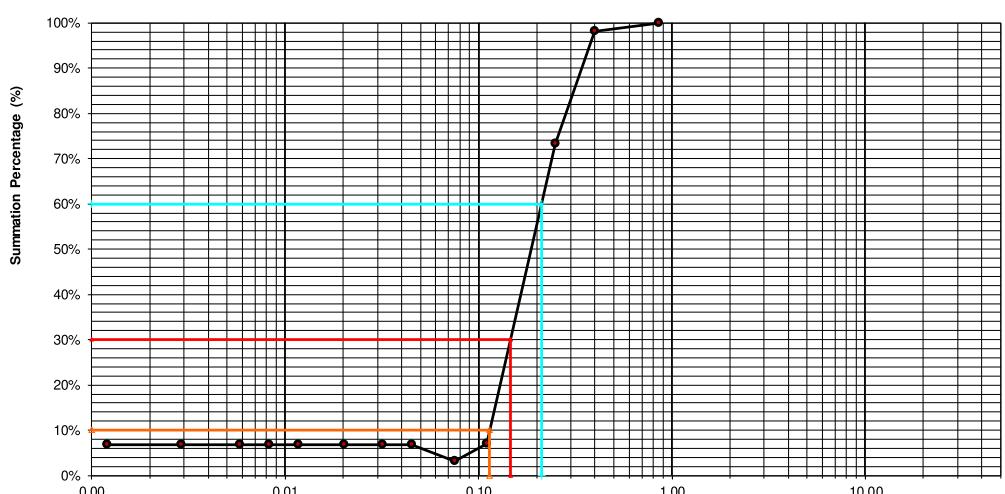
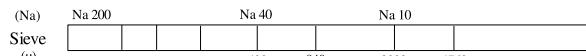
**Soil classification of grain size (Sample of passed 2000 sieve)**

Group	Tipe	Information
A	[C]	Clay (Liat)
B	[SaC]	Sandy Clay (Liat berpasir)
C	[SiC]	Silty Clay (Liat berdebu)
D	[SaCL]	Sandy Clay Loam (Lempung liat berpasir)
E	[CL]	Clay Loam (Lempung berliat)
F	[SiCL]	Silty Clay Loam (Lempung liat berdebu)
G	[Sa]	Sand (Pasir)
H	[LSa]	Loamy Sand (Pasir berlempung)
I	[SaL]	Sandy Loam (Lempung berpasir)
J	[L]	Loam (Lempung)
K	[SiL]	Silt Loam (Lempung berdebu)
L	[Si]	Silt (Debu)



Sample No.	Gravel %	Sand %	Silt %	Clay %	Max. size	D 60	D 30	D 10	Uniformity		2000	420	74	Group of Particle	Soil Type
									Coeff.	Curv.	Passed Percentage Sieve				
:CRB 120 - Tengah	0	96.85%	0.00%	3.15%	2.00	0.2122	0.1464	0.1143						G	[Sa]

Grain size accumulation curve



Colloid	Clay	Silt	Sand	Gravel
0.001	0.005	0.074	2.0	4.8

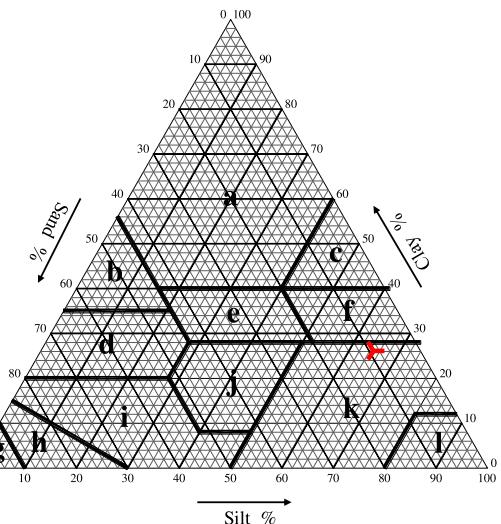
## MECHANICAL ANALYSIS

Lokasi : Bendungan Wlingi (Sebelum Flushing)  
 Sampel No. : CRB 115 - Tengah

Tanggal : 17 - 04 - 2017  
 Di tes Oleh : Janun Syahroni

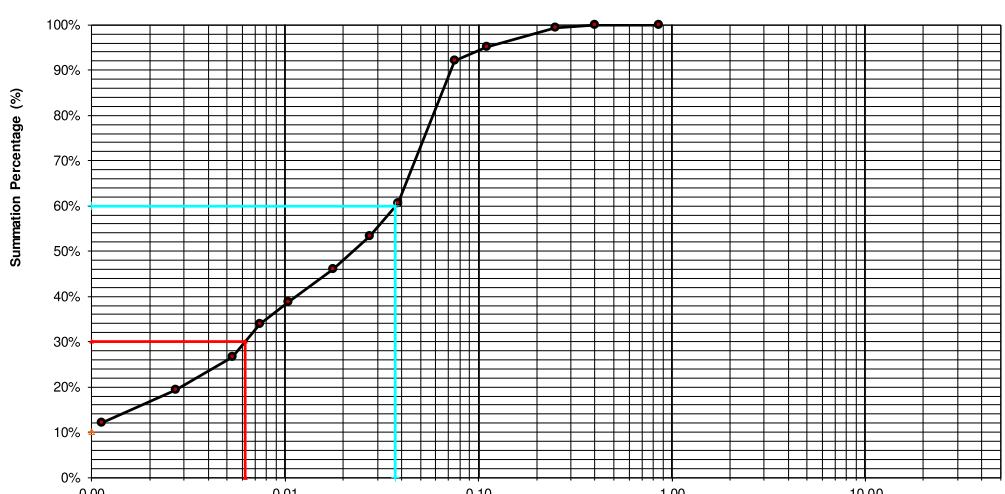
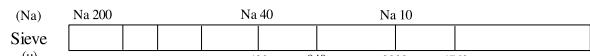
**Soil classification of grain size (Sample of passed 2000 sieve)**

Group	Tipe	Information
A	[C]	Clay (Liat)
B	[SaC]	Sandy Clay (Liat berpasir)
C	[SiC]	Silty Clay (Liat berdebu)
D	[SaCL]	Sandy Clay Loam (Lempung liat berpasir)
E	[CL]	Clay Loam (Lempung berliat)
F	[SiCL]	Silty Clay Loam (Lempung liat berdebu)
G	[Sa]	Sand (Pasir)
H	[LSa]	Loamy Sand (Pasir berlempung)
I	[SaL]	Sandy Loam (Lempung berpasir)
J	[L]	Loam (Lempung)
K	[SiL]	Silt Loam (Lempung berdebu)
L	[Si]	Silt (Debu)



Sample No.	Gravel %	Sand %	Silt %	Clay %	Max. size	D 60	D 30	D 10	Uniformity		2000	420	74	Group of Particle	Soil Type
									Coeff.	Curv.	Passed Percentage Sieve				
:CRB 115 - Tengah	0	9.04%	65.31%	25.65%	2.00	0.0372	0.0062	0.0000						K	[SiL]

Grain size accumulation curve



Colloid	Clay	Silt	Sand	Gravel
0.001	0.005	0.074	2.0	4.8 9.52 19.1 25.4 38.1 50.8

## MECHANICAL ANALYSIS

Lokasi : Bendungan Wlingi (Sebelum Flushing)

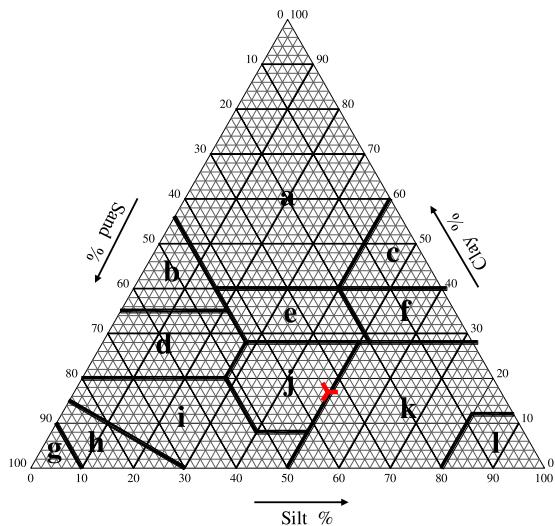
Sampel No. : CRB 107 - Tengah

Tanggal : 17 - 04 - 2017

Di tes Oleh : Janun Syahroni

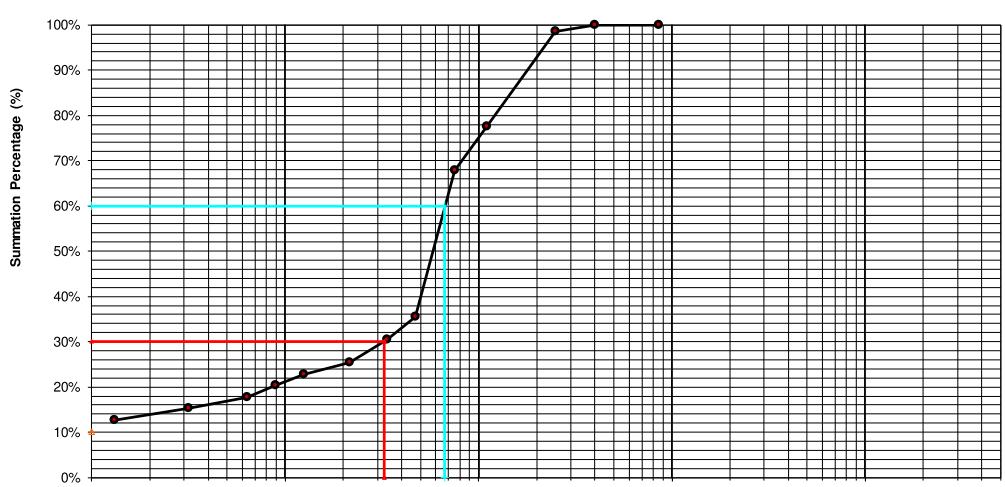
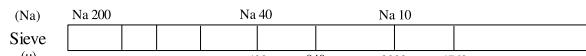
**Soil classification of grain size (Sample of passed 2000 sieve)**

Group	Tipe	Information
A	[C]	Clay (Liat)
B	[SaC]	Sandy Clay (Liat berpasir)
C	[SiC]	Silty Clay (Liat berdebu)
D	[SaCL]	Sandy Clay Loam (Lempung liat berpasir)
E	[CL]	Clay Loam (Lempung berliat)
F	[SICL]	Silty Clay Loam (Lempung liat berdebu)
G	[Sa]	Sand (Pasir)
H	[LSa]	Loamy Sand (Pasir berlempung)
I	[SaL]	Sandy Loam (Lempung berpasir)
J	[L]	Loam (Lempung)
K	[SiL]	Silt Loam (Lempung berdebu)
L	[Si]	Silt (Debu)



Sample No.	Gravel %	Sand %	Silt %	Clay %	Max. size	D 60	D 30	D 10	Uniformity		Passed Percentage Sieve	Group of Particle	Soil Type
									Coeff.	Curv.			
:CRB 107 - Tengah	0	33.74%	49.61%	16.65%	2.00	0.0670	0.0324	0.0000				J	[L]

Grain size accumulation curve



Colloid	Clay	Silt	Sand	Gravel

## **LAMPIRAN 2**

### **KALIBRASI METODE ACKERS-WHITE**

Variabel *default* ( $A = 0,19$ ;  $C = 0,25$ ;  $m = 1,78$ )

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,08	0,00	0,08	0,00
3	-3,94	3,94	-3,86	3,86
4	-1,09	1,09	-4,96	4,96
5	2,41	0,00	-2,54	2,54
6	-1,73	1,73	-4,27	4,27
7	-1,24	1,24	-5,51	5,51
8	4,43	0,00	-1,08	1,08
9	2,18	0,00	1,11	0,00
10	-0,69	0,69	0,42	0,00
11	-1,48	1,48	-1,06	1,06
12	0,30	0,00	-0,76	0,76
13	1,22	0,00	0,46	0,00
14	1,48	0,00	1,94	0,00
15	0,13	0,00	2,07	0,00
16	-0,91	0,91	1,16	0,00
17	-0,13	0,13	1,03	0,00
18	0,53	0,00	1,56	0,00
19	-0,08	0,08	1,48	0,00
20	0,65	0,00	2,13	0,00
21	0,14	0,00	2,27	0,00
22	-0,10	0,10	2,17	0,00
23	-0,33	0,33	1,84	0,00
24	-0,56	0,56	1,28	0,00
25	-0,51	0,51	0,77	0,00
26	-2,18	2,18	-1,41	1,41
27	-4,31	4,31	-5,73	5,73
28	1,50	0,00	-4,22	4,22
29	-8,12	8,12	-12,34	12,34
30	-25,76	25,76	-38,10	38,10
31	15,32	0,00	-22,78	22,78
32	19,96	0,00	-2,81	2,81
33	1,85	0,00	-0,96	0,96
34	0,56	0,00	-0,40	0,40
35	0,89	0,00	0,49	0,00
36	-3,77	3,77	-3,28	3,28
37	-11,95	11,95	-15,23	15,23
38	9,10	0,00	-6,13	6,13
39	8,14	0,00	2,00	0,00
40	0,27	0,00	2,27	0,00
41	-0,27	0,27	2,00	0,00
42	-2,20	2,20	-0,20	0,20
43	0,61	0,00	0,41	0,00
44	0,57	0,00	0,98	0,00
45	-4,02	4,02	-3,04	3,04
46	-3,38	3,38	-6,42	6,42
47	5,35	0,00	-1,07	1,07
48	2,23	0,00	1,16	0,00
49	0,19	0,00	1,36	0,00
50	0,47	0,00	1,83	0,00
51	-1,65	1,65	0,17	0,00
52	0,59	0,00	0,76	0,00
53	-8,12	8,12	-7,37	7,37
54	-112,01	112,01	-119,37	119,37
55	-0,55	0,55	-119,92	119,92
56	89,19	0,00	-30,73	30,73
57	23,11	0,00	-7,62	7,62
58	2,86	0,00	-4,76	4,76
59	-1,36	1,36	-6,12	6,12
60	-1,99	1,99	-8,12	8,12
61	-4,41	4,41	-12,52	12,52
62	-124,36	124,36	-136,88	136,88
63	42,19	0,00	-94,69	94,69
64	73,30	0,00	-21,39	21,39
65	15,78	0,00	-5,61	5,61
66	-7,33	7,33	-12,93	12,93
67	-14,14	14,14	-27,07	27,07
68	-2,17	2,17	-29,24	29,24
<b>Total sedimen</b>	<b>-29,24</b>	<b>356,85</b>	<b>-757,32</b>	<b>792,53</b>

Variabel A = 0,0005; C = 0,25; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	4.565,51	0,00	4.565,51	0,00
3	2.829,72	0,00	7.395,22	0,00
4	6.376,52	0,00	13.771,74	0,00
5	10.707,40	0,00	24.479,14	0,00
6	9.560,15	0,00	34.039,29	0,00
7	4.097,00	0,00	38.136,29	0,00
8	11.055,02	0,00	49.191,31	0,00
9	14.936,50	0,00	64.127,81	0,00
10	2.806,61	0,00	66.934,42	0,00
11	4.649,84	0,00	71.584,26	0,00
12	6.905,49	0,00	78.489,75	0,00
13	5.489,42	0,00	83.979,16	0,00
14	15.777,53	0,00	99.756,70	0,00
15	19.551,30	0,00	119.308,00	0,00
16	-6.755,01	6.755,01	112.553,00	0,00
17	9.174,80	0,00	121.727,80	0,00
18	15.228,81	0,00	136.956,60	0,00
19	13.927,25	0,00	150.883,80	0,00
20	11.473,88	0,00	162.357,70	0,00
21	19.698,09	0,00	182.055,80	0,00
22	11.699,52	0,00	193.755,30	0,00
23	3.463,53	0,00	197.218,90	0,00
24	9.353,80	0,00	206.572,70	0,00
25	1.826,03	0,00	208.398,70	0,00
26	5.367,29	0,00	213.766,00	0,00
27	-5.556,46	5.556,46	208.209,50	0,00
28	3.657,60	0,00	211.867,10	0,00
29	133,64	0,00	212.000,80	0,00
30	-669,03	669,03	211.331,70	0,00
31	-4.535,30	4.535,30	206.796,40	0,00
32	9.241,44	0,00	216.037,90	0,00
33	7.022,69	0,00	223.060,60	0,00
34	16.467,67	0,00	239.528,20	0,00
35	8.570,20	0,00	248.098,40	0,00
36	6.035,78	0,00	254.134,20	0,00
37	5.751,94	0,00	259.886,10	0,00
38	2.502,60	0,00	262.388,80	0,00
39	17.690,79	0,00	280.079,50	0,00
40	18.573,54	0,00	298.653,10	0,00
41	15.356,99	0,00	314.010,10	0,00
42	8.448,71	0,00	322.458,80	0,00
43	852,64	0,00	323.311,40	0,00
44	3.345,96	0,00	326.657,40	0,00
45	5.160,50	0,00	331.817,90	0,00
46	2.227,88	0,00	334.045,80	0,00
47	10.692,36	0,00	344.738,10	0,00
48	5.899,37	0,00	350.637,50	0,00
49	5.422,60	0,00	356.060,10	0,00
50	3.782,62	0,00	359.842,70	0,00
51	7.690,36	0,00	367.533,10	0,00
52	-27.479,78	27.479,78	340.053,30	0,00
53	58.876,92	0,00	398.930,20	0,00
54	-94.867,09	94.867,09	304.063,10	0,00
55	27.627,86	0,00	331.691,00	0,00
56	-113.387,90	113.387,90	218.303,10	0,00
57	36.411,85	0,00	254.714,90	0,00
58	16.105,06	0,00	270.820,00	0,00
59	-22.979,65	22.979,65	247.840,30	0,00
60	30.867,50	0,00	278.707,80	0,00
61	12.167,97	0,00	290.875,80	0,00
62	46.217,36	0,00	337.093,20	0,00
63	-1.935,10	1.935,10	335.158,10	0,00
64	231.456,80	0,00	566.614,80	0,00
65	47.681,34	0,00	614.296,10	0,00
66	348.531,30	0,00	962.827,50	0,00
67	-227.960,40	227.960,40	734.867,10	0,00
68	79.351,64	0,00	814.218,80	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>814.218,74</b>	<b>506.125,73</b>	<b>17.006.265,20</b>	<b>0,00</b>

Variabel A = 0,05; C = 0,25; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	319,62	0,00	319,62	0,00
3	-86,59	86,59	233,03	0,00
4	-131,38	131,38	101,65	0,00
5	-54,16	54,16	47,49	0,00
6	-61,12	61,12	-13,63	13,63
7	-86,83	86,83	-100,46	100,46
8	87,17	0,00	-13,29	13,29
9	399,42	0,00	386,13	0,00
10	65,29	0,00	451,43	0,00
11	-46,21	46,21	405,22	0,00
12	-59,53	59,53	345,69	0,00
13	-8,62	8,62	337,07	0,00
14	237,20	0,00	574,27	0,00
15	149,57	0,00	723,85	0,00
16	-52,53	52,53	671,31	0,00
17	-80,74	80,74	590,57	0,00
18	-5,94	5,94	584,63	0,00
19	11,80	0,00	596,42	0,00
20	141,26	0,00	737,68	0,00
21	148,89	0,00	886,58	0,00
22	-24,12	24,12	862,46	0,00
23	-95,94	95,94	766,51	0,00
24	-157,80	157,80	608,71	0,00
25	-105,18	105,18	503,53	0,00
26	-158,04	158,04	345,49	0,00
27	-240,42	240,42	105,07	0,00
28	-139,15	139,15	-34,08	34,08
29	-216,96	216,96	-251,04	251,04
30	-525,24	525,24	-776,27	776,27
31	-348,82	348,82	-1.125,09	1.125,09
32	158,52	0,00	-966,57	966,57
33	440,24	0,00	-526,33	526,33
34	328,37	0,00	-197,96	197,96
35	329,61	0,00	131,64	0,00
36	-34,50	34,50	97,14	0,00
37	-269,47	269,47	-172,33	172,33
38	-167,39	167,39	-339,72	339,72
39	760,21	0,00	420,49	0,00
40	499,86	0,00	920,35	0,00
41	-53,70	53,70	866,65	0,00
42	-313,74	313,74	552,91	0,00
43	-164,43	164,43	388,49	0,00
44	-33,76	33,76	354,73	0,00
45	-293,26	293,26	61,47	0,00
46	-283,18	283,18	-221,71	221,71
47	5,17	0,00	-216,53	216,53
48	331,46	0,00	114,92	0,00
49	161,64	0,00	276,56	0,00
50	163,10	0,00	439,66	0,00
51	23,90	0,00	463,56	0,00
52	216,55	0,00	680,12	0,00
53	-790,48	790,48	-110,36	110,36
54	-7.963,62	7.963,62	-8.073,98	8.073,98
55	-1,14	1,14	-8.075,12	8.075,12
56	3.103,25	0,00	-4.971,86	4.971,86
57	5.110,64	0,00	138,78	0,00
58	254,72	0,00	393,50	0,00
59	-720,35	720,35	-326,85	326,85
60	-1.699,03	1.699,03	-2.025,88	2.025,88
61	51,74	0,00	-1.974,15	1.974,15
62	-9.449,39	9.449,39	-11.423,53	11.423,53
63	4.137,20	0,00	-7.286,33	7.286,33
64	6.888,65	0,00	-397,68	397,68
65	1.343,81	0,00	946,12	0,00
66	-47,59	47,59	898,53	0,00
67	-1.631,24	1.631,24	-732,71	732,71
68	-7,89	7,89	-740,60	740,60
<b>Total sedimen</b>	<b>-740,60</b>	<b>26.609,47</b>	<b>-31.764,00</b>	<b>51.094,06</b>

Variabel A = 0,01; C = 0,25; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	997,47	0,00	997,47	0,00
3	-8,06	8,06	989,41	0,00
4	-61,80	61,80	927,61	0,00
5	18,93	0,00	946,54	0,00
6	-16,45	16,45	930,09	0,00
7	-39,19	39,19	890,90	0,00
8	108,23	0,00	999,13	0,00
9	1.072,19	0,00	2.071,32	0,00
10	310,29	0,00	2.381,61	0,00
11	67,05	0,00	2.448,66	0,00
12	65,18	0,00	2.513,84	0,00
13	175,22	0,00	2.689,06	0,00
14	1.220,60	0,00	3.909,66	0,00
15	2.289,32	0,00	6.198,98	0,00
16	273,42	0,00	6.472,40	0,00
17	207,46	0,00	6.679,86	0,00
18	669,83	0,00	7.349,69	0,00
19	520,67	0,00	7.870,36	0,00
20	1.433,08	0,00	9.303,44	0,00
21	3.595,41	0,00	12.898,85	0,00
22	799,25	0,00	13.698,10	0,00
23	204,77	0,00	13.902,87	0,00
24	-7,57	7,57	13.895,30	0,00
25	-71,26	71,26	13.824,04	0,00
26	-156,87	156,87	13.667,18	0,00
27	-400,61	400,61	13.266,56	0,00
28	-312,12	312,12	12.954,44	0,00
29	-463,57	463,57	12.490,87	0,00
30	-1.094,82	1.094,82	11.396,05	0,00
31	-991,77	991,77	10.404,28	0,00
32	-284,82	284,82	10.119,47	0,00
33	-170,57	170,57	9.948,89	0,00
34	-214,82	214,82	9.734,08	0,00
35	-58,58	58,58	9.675,50	0,00
36	-249,74	249,74	9.425,76	0,00
37	-550,05	550,05	8.875,71	0,00
38	-441,70	441,70	8.434,00	0,00
39	131,64	0,00	8.565,64	0,00
40	5.918,09	0,00	14.483,73	0,00
41	227,87	0,00	14.711,60	0,00
42	-257,30	257,30	14.454,30	0,00
43	-276,72	276,72	14.177,58	0,00
44	-146,10	146,10	14.031,48	0,00
45	-763,94	763,94	13.267,54	0,00
46	-1.010,79	1.010,79	12.256,75	0,00
47	-334,94	334,94	11.921,81	0,00
48	-64,21	64,21	11.857,60	0,00
49	-148,72	148,72	11.708,88	0,00
50	-73,99	73,99	11.634,89	0,00
51	36,69	0,00	11.671,58	0,00
52	-2.634,48	2.634,48	9.037,10	0,00
53	4.396,55	0,00	13.433,65	0,00
54	-48.061,68	48.061,68	-34.628,04	34.628,04
55	161,43	0,00	-34.466,61	34.466,61
56	-32.858,18	32.858,18	-67.324,79	67.324,79
57	27.206,83	0,00	-40.117,96	40.117,96
58	735,59	0,00	-39.382,38	39.382,38
59	7.058,65	0,00	-32.323,73	32.323,73
60	-17.824,11	17.824,11	-50.147,83	50.147,83
61	1.265,53	0,00	-48.882,30	48.882,30
62	-23.302,76	23.302,76	-72.185,06	72.185,06
63	3.833,84	0,00	-68.351,22	68.351,22
64	29.609,18	0,00	-38.742,04	38.742,04
65	36.860,44	0,00	-1.881,59	1.881,59
66	17.929,51	0,00	16.047,92	0,00
67	-20.669,61	20.669,61	-4.621,69	4.621,69
68	-2,78	2,78	-4.624,47	4.624,47
<b>Total sedimen</b>	<b>-4.624,48</b>	<b>154.024,68</b>	<b>-59.235,68</b>	<b>537.679,71</b>

Variabel A = 0,008; C = 0,25; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.017,56	0,00	1.017,56	0,00
3	-3,01	3,01	1.014,55	0,00
4	-58,07	58,07	956,48	0,00
5	21,39	0,00	977,87	0,00
6	-15,54	15,54	962,34	0,00
7	-38,46	38,46	923,87	0,00
8	106,76	0,00	1.030,63	0,00
9	1.124,75	0,00	2.155,38	0,00
10	323,72	0,00	2.479,10	0,00
11	73,24	0,00	2.552,34	0,00
12	70,81	0,00	2.623,15	0,00
13	175,87	0,00	2.799,02	0,00
14	1.308,47	0,00	4.107,50	0,00
15	2.739,70	0,00	6.847,19	0,00
16	320,16	0,00	7.167,35	0,00
17	255,30	0,00	7.422,65	0,00
18	834,50	0,00	8.257,15	0,00
19	649,82	0,00	8.906,96	0,00
20	1.835,35	0,00	10.742,32	0,00
21	5.549,94	0,00	16.292,26	0,00
22	1.218,97	0,00	17.511,22	0,00
23	361,07	0,00	17.872,29	0,00
24	88,60	0,00	17.960,90	0,00
25	34,54	0,00	17.995,44	0,00
26	-105,27	105,27	17.890,17	0,00
27	-356,44	356,44	17.533,73	0,00
28	-217,20	217,20	17.316,52	0,00
29	-425,71	425,71	16.890,81	0,00
30	-1.002,29	1.002,29	15.888,52	0,00
31	-883,21	883,21	15.005,31	0,00
32	-234,22	234,22	14.771,09	0,00
33	-109,87	109,87	14.661,22	0,00
34	-131,05	131,05	14.530,17	0,00
35	41,84	0,00	14.572,01	0,00
36	-161,91	161,91	14.410,10	0,00
37	-527,30	527,30	13.882,79	0,00
38	-411,52	411,52	13.471,27	0,00
39	207,71	0,00	13.678,98	0,00
40	7.144,81	0,00	20.823,79	0,00
41	316,38	0,00	21.140,18	0,00
42	-227,39	227,39	20.912,79	0,00
43	-245,51	245,51	20.667,28	0,00
44	-115,43	115,43	20.551,84	0,00
45	-733,66	733,66	19.818,18	0,00
46	-989,24	989,24	18.828,94	0,00
47	-383,16	383,16	18.445,78	0,00
48	-50,38	50,38	18.395,41	0,00
49	-81,63	81,63	18.313,78	0,00
50	-23,82	23,82	18.289,96	0,00
51	5,54	0,00	18.295,51	0,00
52	-4.268,94	4.268,94	14.026,57	0,00
53	7.470,85	0,00	21.497,42	0,00
54	-57.334,31	57.334,31	-35.836,89	35.836,89
55	237,07	0,00	-35.599,82	35.599,82
56	-42.392,84	42.392,84	-77.992,67	77.992,67
57	29.270,64	0,00	-48.722,03	48.722,03
58	-2.910,68	2.910,68	-51.632,71	51.632,71
59	7.156,28	0,00	-44.476,44	44.476,44
60	-22.728,91	22.728,91	-67.205,35	67.205,35
61	1.894,87	0,00	-65.310,48	65.310,48
62	-25.138,26	25.138,26	-90.448,74	90.448,74
63	8.161,94	0,00	-82.286,80	82.286,80
64	27.790,02	0,00	-54.496,78	54.496,78
65	44.800,80	0,00	-9.695,98	9.695,98
66	31.784,80	0,00	22.088,82	0,00
67	-25.372,30	25.372,30	-3.283,48	3.283,48
68	-2,95	2,95	-3.286,43	3.286,43
<b>Total sedimen</b>	<b>-3.286,41</b>	<b>187.680,49</b>	<b>-3.100,15</b>	<b>670.274,60</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.041,52	0,00	1.041,52	0,00
3	-0,18	0,18	1.041,35	0,00
4	-53,38	53,38	987,97	0,00
5	26,71	0,00	1.014,68	0,00
6	-12,11	12,11	1.002,56	0,00
7	-36,05	36,05	966,51	0,00
8	106,63	0,00	1.073,15	0,00
9	1.213,98	0,00	2.287,12	0,00
10	352,89	0,00	2.640,01	0,00
11	85,82	0,00	2.725,83	0,00
12	84,59	0,00	2.810,42	0,00
13	189,31	0,00	2.999,72	0,00
14	1.356,31	0,00	4.356,03	0,00
15	3.085,23	0,00	7.441,26	0,00
16	359,85	0,00	7.801,10	0,00
17	303,86	0,00	8.104,96	0,00
18	940,38	0,00	9.045,34	0,00
19	745,80	0,00	9.791,14	0,00
20	1.641,00	0,00	11.432,13	0,00
21	9.250,83	0,00	20.682,97	0,00
22	2.055,18	0,00	22.738,15	0,00
23	818,44	0,00	23.556,59	0,00
24	334,57	0,00	23.891,16	0,00
25	215,13	0,00	24.106,29	0,00
26	2,57	0,00	24.108,86	0,00
27	-234,21	234,21	23.874,64	0,00
28	-131,29	131,29	23.743,35	0,00
29	-309,21	309,21	23.434,14	0,00
30	-951,43	951,43	22.482,71	0,00
31	-737,62	737,62	21.745,10	0,00
32	-85,18	85,18	21.659,92	0,00
33	31,85	0,00	21.691,76	0,00
34	47,50	0,00	21.739,27	0,00
35	331,86	0,00	22.071,13	0,00
36	-49,21	49,21	22.021,91	0,00
37	-457,81	457,81	21.564,10	0,00
38	-303,34	303,34	21.260,76	0,00
39	416,14	0,00	21.676,89	0,00
40	12.235,98	0,00	33.912,87	0,00
41	873,68	0,00	34.786,55	0,00
42	-41,35	41,35	34.745,20	0,00
43	-47,94	47,94	34.697,25	0,00
44	78,98	0,00	34.776,23	0,00
45	-609,33	609,33	34.166,90	0,00
46	-901,02	901,02	33.265,89	0,00
47	-217,81	217,81	33.048,08	0,00
48	75,96	0,00	33.124,04	0,00
49	42,10	0,00	33.166,14	0,00
50	202,45	0,00	33.368,58	0,00
51	5,07	0,00	33.373,65	0,00
52	-3.466,01	3.466,01	29.907,64	0,00
53	19.700,21	0,00	49.607,86	0,00
54	-75.829,94	75.829,94	-26.222,08	26.222,08
55	298,16	0,00	-25.923,92	25.923,92
56	-64.461,64	64.461,64	-90.385,55	90.385,55
57	33.940,17	0,00	-56.445,38	56.445,38
58	-8.023,56	8.023,56	-64.468,94	64.468,94
59	9.821,57	0,00	-54.647,36	54.647,36
60	-34.111,51	34.111,51	-88.758,88	88.758,88
61	2.305,71	0,00	-86.453,16	86.453,16
62	-28.295,42	28.295,42	-114.748,60	114.748,60
63	11.655,15	0,00	-103.093,40	103.093,40
64	29.889,73	0,00	-73.203,70	73.203,70
65	41.619,33	0,00	-31.584,37	31.584,37
66	74.131,30	0,00	42.546,94	0,00
67	-38.498,00	38.498,00	4.048,93	0,00
68	-2,20	2,20	4.046,73	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>4.046,71</b>	<b>257.866,75</b>	<b>227.266,64</b>	<b>815.935,34</b>

Variabel A = 0,0048; C = 0,25; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.041,85	0,00	1.041,85	0,00
3	-0,11	0,11	1.041,74	0,00
4	-53,28	53,28	988,46	0,00
5	27,01	0,00	1.015,47	0,00
6	-11,47	11,47	1.004,00	0,00
7	-53,02	53,02	950,98	0,00
8	107,55	0,00	1.058,54	0,00
9	1.221,82	0,00	2.280,36	0,00
10	356,01	0,00	2.636,37	0,00
11	87,10	0,00	2.723,47	0,00
12	86,04	0,00	2.809,51	0,00
13	191,82	0,00	3.001,34	0,00
14	1.355,82	0,00	4.357,16	0,00
15	3.109,06	0,00	7.466,22	0,00
16	362,20	0,00	7.828,42	0,00
17	306,98	0,00	8.135,40	0,00
18	947,66	0,00	9.083,06	0,00
19	751,04	0,00	9.834,11	0,00
20	1.629,94	0,00	11.464,05	0,00
21	9.343,11	0,00	20.807,16	0,00
22	2.072,44	0,00	22.879,61	0,00
23	827,63	0,00	23.707,23	0,00
24	339,90	0,00	24.047,13	0,00
25	218,77	0,00	24.265,90	0,00
26	4,47	0,00	24.270,38	0,00
27	-232,91	232,91	24.037,47	0,00
28	-129,57	129,57	23.907,90	0,00
29	-308,10	308,10	23.599,80	0,00
30	-951,41	951,41	22.648,39	0,00
31	-735,70	735,70	21.912,69	0,00
32	-81,76	81,76	21.830,93	0,00
33	35,80	0,00	21.866,73	0,00
34	54,56	0,00	21.921,29	0,00
35	239,34	0,00	22.160,63	0,00
36	-44,37	44,37	22.116,26	0,00
37	-455,32	455,32	21.660,93	0,00
38	-298,76	298,76	21.362,17	0,00
39	420,27	0,00	21.782,45	0,00
40	12.562,57	0,00	34.345,02	0,00
41	966,16	0,00	35.311,18	0,00
42	-20,44	20,44	35.290,74	0,00
43	-24,84	24,84	35.265,89	0,00
44	102,18	0,00	35.368,08	0,00
45	-607,49	607,49	34.760,59	0,00
46	-892,29	892,29	33.868,29	0,00
47	-213,54	213,54	33.654,75	0,00
48	94,91	0,00	33.749,67	0,00
49	56,72	0,00	33.806,39	0,00
50	224,28	0,00	34.030,67	0,00
51	258,93	0,00	34.289,61	0,00
52	-3.552,84	3.552,84	30.736,77	0,00
53	21.521,00	0,00	52.257,76	0,00
54	-77.047,88	77.047,88	-24.790,12	24.790,12
55	31,00	0,00	-24.759,12	24.759,12
56	-63.977,41	63.977,41	-88.736,53	88.736,53
57	33.982,08	0,00	-54.754,45	54.754,45
58	-4.629,38	4.629,38	-59.383,83	59.383,83
59	10.003,98	0,00	-49.379,86	49.379,86
60	-29.377,10	29.377,10	-78.756,96	78.756,96
61	4.053,78	0,00	-74.703,17	74.703,17
62	-34.266,17	34.266,17	-108.969,30	108.969,30
63	10.124,43	0,00	-98.844,91	98.844,91
64	26.522,57	0,00	-72.322,34	72.322,34
65	47.160,27	0,00	-25.162,07	25.162,07
66	73.387,08	0,00	48.225,01	0,00
67	-39.977,02	39.977,02	8.248,00	0,00
68	-1,69	1,69	8.246,31	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>8.246,31</b>	<b>257.943,88</b>	<b>310.397,63</b>	<b>760.562,66</b>

Variabel A = 0,003; C = 0,25; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.038,83	0,00	1.038,83	0,00
3	-1,01	1,01	1.037,82	0,00
4	-55,32	55,32	982,50	0,00
5	25,00	0,00	1.007,50	0,00
6	-20,26	20,26	987,24	0,00
7	-72,56	72,56	914,69	0,00
8	103,68	0,00	1.018,37	0,00
9	1.196,68	0,00	2.215,05	0,00
10	360,24	0,00	2.575,29	0,00
11	89,51	0,00	2.664,79	0,00
12	87,88	0,00	2.752,68	0,00
13	198,71	0,00	2.951,39	0,00
14	1.279,39	0,00	4.230,77	0,00
15	3.219,86	0,00	7.450,63	0,00
16	370,65	0,00	7.821,29	0,00
17	317,85	0,00	8.139,14	0,00
18	1.008,41	0,00	9.147,54	0,00
19	813,54	0,00	9.961,09	0,00
20	1.714,47	0,00	11.675,56	0,00
21	8.938,97	0,00	20.614,53	0,00
22	1.973,15	0,00	22.587,68	0,00
23	762,03	0,00	23.349,71	0,00
24	297,37	0,00	23.647,08	0,00
25	171,89	0,00	23.818,97	0,00
26	-27,58	27,58	23.791,38	0,00
27	-299,36	299,36	23.492,03	0,00
28	-190,40	190,40	23.301,63	0,00
29	-369,99	369,99	22.931,64	0,00
30	-1.149,00	1.149,00	21.782,64	0,00
31	-818,41	818,41	20.964,23	0,00
32	-95,22	95,22	20.869,01	0,00
33	16,65	0,00	20.885,66	0,00
34	30,36	0,00	20.916,02	0,00
35	175,36	0,00	21.091,38	0,00
36	-50,23	50,23	21.041,15	0,00
37	-652,00	652,00	20.389,15	0,00
38	-293,30	293,30	20.095,85	0,00
39	258,91	0,00	20.354,76	0,00
40	14.624,26	0,00	34.979,02	0,00
41	902,51	0,00	35.881,53	0,00
42	36,55	0,00	35.918,08	0,00
43	30,06	0,00	35.948,14	0,00
44	157,73	0,00	36.105,87	0,00
45	-481,41	481,41	35.624,45	0,00
46	-792,72	792,72	34.831,74	0,00
47	-124,21	124,21	34.707,52	0,00
48	101,35	0,00	34.808,88	0,00
49	95,83	0,00	34.904,71	0,00
50	179,53	0,00	35.084,24	0,00
51	423,48	0,00	35.507,71	0,00
52	-11.490,99	11.490,99	24.016,72	0,00
53	25.120,31	0,00	49.137,04	0,00
54	-70.966,30	70.966,30	-21.829,26	21.829,26
55	71,07	0,00	-21.758,19	21.758,19
56	-53.075,67	53.075,67	-74.833,86	74.833,86
57	38.102,99	0,00	-36.730,87	36.730,87
58	2.203,05	0,00	-34.527,81	34.527,81
59	23.226,04	0,00	-11.301,77	11.301,77
60	-16.451,46	16.451,46	-27.753,23	27.753,23
61	20.571,30	0,00	-7.181,93	7.181,93
62	-32.440,11	32.440,11	-39.622,04	39.622,04
63	13.391,87	0,00	-26.230,17	26.230,17
64	13.765,58	0,00	-12.464,59	12.464,59
65	39.976,39	0,00	27.511,81	0,00
66	94.441,97	0,00	121.953,80	0,00
67	-68.142,34	68.142,34	53.811,44	0,00
68	11,64	0,00	53.823,08	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>53.823,06</b>	<b>258.059,84</b>	<b>934.818,70</b>	<b>314.233,72</b>

Variabel A = 0,0025; C = 0,25; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.002,54	0,00	1.023,21	0,00
3	-7,71	7,71	1.018,71	0,00
4	-81,85	81,85	940,22	0,00
5	31,32	0,00	973,56	0,00
6	-33,34	33,34	940,82	0,00
7	-99,10	99,10	842,58	0,00
8	97,23	0,00	940,89	0,00
9	1.124,59	0,00	2.061,22	0,00
10	343,49	0,00	2.403,90	0,00
11	77,77	0,00	2.481,44	0,00
12	77,81	0,00	2.558,97	0,00
13	182,66	0,00	2.740,87	0,00
14	1.194,66	0,00	3.945,79	0,00
15	2.846,85	0,00	6.926,43	0,00
16	344,54	0,00	7.274,05	0,00
17	284,96	0,00	7.559,35	0,00
18	916,04	0,00	8.474,42	0,00
19	766,57	0,00	9.234,02	0,00
20	1.548,94	0,00	10.814,27	0,00
21	8.531,78	0,00	19.970,54	0,00
22	1.993,34	0,00	21.993,38	0,00
23	737,64	0,00	22.767,32	0,00
24	250,61	0,00	23.050,57	0,00
25	154,66	0,00	23.216,70	0,00
26	-37,36	37,36	23.180,57	0,00
27	-357,88	357,88	22.823,36	0,00
28	-234,88	234,88	22.587,22	0,00
29	-498,89	498,89	22.083,37	0,00
30	-1.472,93	1.472,93	20.604,09	0,00
31	-918,14	918,14	19.680,61	0,00
32	-97,49	97,49	19.580,27	0,00
33	32,82	0,00	19.610,41	0,00
34	44,92	0,00	19.651,68	0,00
35	193,70	0,00	19.839,97	0,00
36	-10,13	10,13	19.825,51	0,00
37	-1.022,52	1.022,52	18.798,91	0,00
38	-326,33	326,33	18.468,34	0,00
39	287,32	0,00	18.737,85	0,00
40	14.705,81	0,00	33.764,52	0,00
41	828,65	0,00	34.558,66	0,00
42	22,76	0,00	34.586,96	0,00
43	22,32	0,00	34.609,17	0,00
44	154,29	0,00	34.759,57	0,00
45	-513,61	513,61	34.247,78	0,00
46	-1.004,33	1.004,33	33.165,61	0,00
47	-125,70	125,70	33.043,24	0,00
48	159,11	0,00	33.200,38	0,00
49	134,03	0,00	33.302,95	0,00
50	291,78	0,00	33.576,98	0,00
51	287,15	0,00	34.094,14	0,00
52	-11.240,40	11.240,40	23.161,41	0,00
53	23.142,52	0,00	46.357,77	0,00
54	-66.664,93	66.664,93	-19.634,23	19.634,23
55	-131,24	131,24	-19.782,05	19.782,05
56	-48.129,84	48.129,84	-68.895,75	68.895,75
57	37.355,83	0,00	-32.363,38	32.363,38
58	-2.343,63	2.343,63	-35.024,90	35.024,90
59	25.547,40	0,00	-9.357,43	9.357,43
60	-28.271,77	28.271,77	-37.050,64	37.050,64
61	18.243,53	0,00	-18.922,06	18.922,06
62	5.320,29	0,00	-13.726,75	13.726,75
63	35.269,66	0,00	23.339,94	0,00
64	34.815,63	0,00	57.300,48	0,00
65	19.775,59	0,00	102.235,40	0,00
66	61.636,95	0,00	207.785,20	0,00
67	-87.031,23	87.031,23	119.167,00	0,00
68	6,49	0,00	119.171,10	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>50.131,33</b>	<b>250.655,23</b>	<b>1.320.296,46</b>	<b>254.757,19</b>

Variabel A = 0,19; C = 0,50; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	-1,74	1,74	-1,74	1,74
2	-43,10	43,10	-44,84	44,84
3	-18,45	18,45	-63,29	63,29
4	26,02	0,00	-37,27	37,27
5	-17,50	17,50	-54,77	54,77
6	-16,16	16,16	-70,93	70,93
7	50,62	0,00	-20,30	20,30
8	30,55	0,00	10,24	0,00
9	-7,69	7,69	2,55	0,00
10	-17,60	17,60	-15,05	15,05
11	2,75	0,00	-12,30	12,30
12	15,29	0,00	2,99	0,00
13	17,96	0,00	20,95	0,00
14	1,16	0,00	22,11	0,00
15	-10,18	10,18	11,93	0,00
16	-1,46	1,46	10,48	0,00
17	6,23	0,00	16,70	0,00
18	-1,07	1,07	15,63	0,00
19	6,99	0,00	22,62	0,00
20	0,81	0,00	23,43	0,00
21	-0,55	0,55	22,88	0,00
22	-3,11	3,11	19,77	0,00
23	-6,24	6,24	13,53	0,00
24	-6,26	6,26	7,27	0,00
25	-26,32	26,32	-19,05	19,05
26	-49,53	49,53	-68,58	68,58
27	8,74	0,00	-59,85	59,85
28	-75,22	75,22	-135,07	135,07
29	-202,49	202,49	-337,55	337,55
30	20,11	0,00	-317,44	317,44
31	260,68	0,00	-56,77	56,77
32	39,04	0,00	-17,73	17,73
33	9,38	0,00	-8,35	8,35
34	11,30	0,00	2,95	0,00
35	-43,51	43,51	-40,55	40,55
36	-115,12	115,12	-155,67	155,67
37	63,18	0,00	-92,49	92,49
38	113,46	0,00	20,97	0,00
39	2,47	0,00	23,44	0,00
40	-2,63	2,63	20,81	0,00
41	-26,99	26,99	-6,18	6,18
42	7,35	0,00	1,17	0,00
43	7,57	0,00	8,74	0,00
44	-50,62	50,62	-41,88	41,88
45	-44,88	44,88	-86,75	86,75
46	63,21	0,00	-23,54	23,54
47	33,56	0,00	10,03	0,00
48	3,09	0,00	13,12	0,00
49	5,78	0,00	18,90	0,00
50	-4,42	4,42	14,47	0,00
51	-1,02	1,02	13,46	0,00
52	-51,46	51,46	-38,00	38,00
53	-1.279,30	1.279,30	-1.317,30	1.317,30
54	18,51	0,00	-1.298,80	1.298,80
55	971,96	0,00	-326,84	326,84
56	313,46	0,00	-13,38	13,38
57	4,08	0,00	-9,29	9,29
58	-16,37	16,37	-25,66	25,66
59	-28,79	28,79	-54,45	54,45
60	-10,28	10,28	-64,73	64,73
61	-1.606,91	1.606,91	-1.671,64	1.671,64
62	634,30	0,00	-1.037,34	1.037,34
63	965,14	0,00	-72,20	72,20
64	70,80	0,00	-1,40	1,40
65	0,03	0,00	-1,37	1,37
66	-83,06	83,06	-84,43	84,43
67	-8,17	8,17	-92,61	92,61
<b>Total sedimen</b>	<b>-92,61</b>	<b>3.878,18</b>	<b>-7.526,27</b>	<b>7.897,38</b>

Variabel A = 0,19; C = 0,1; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	-0,37	0,37	-0,37	0,37
2	-9,75	9,75	-10,12	10,12
3	-2,81	2,81	-12,92	12,92
4	5,99	0,00	-6,93	6,93
5	-4,31	4,31	-11,25	11,25
6	-3,16	3,16	-14,40	14,40
7	11,05	0,00	-3,35	3,35
8	5,49	0,00	2,14	0,00
9	-1,65	1,65	0,49	0,00
10	-3,61	3,61	-3,12	3,12
11	0,80	0,00	-2,33	2,33
12	3,06	0,00	0,73	0,00
13	3,43	0,00	4,16	0,00
14	0,21	0,00	4,37	0,00
15	-2,01	2,01	2,35	0,00
16	-0,24	0,24	2,11	0,00
17	1,22	0,00	3,33	0,00
18	-0,22	0,22	3,12	0,00
19	1,35	0,00	4,46	0,00
20	0,15	0,00	4,61	0,00
21	-0,10	0,10	4,51	0,00
22	-0,58	0,58	3,93	0,00
23	-1,18	1,18	2,75	0,00
24	-1,23	1,23	1,52	0,00
25	-5,43	5,43	-3,91	3,91
26	-10,81	10,81	-14,72	14,72
27	3,48	0,00	-11,24	11,24
28	-19,94	19,94	-31,18	31,18
29	-57,78	57,78	-88,96	88,96
30	29,06	0,00	-59,90	59,90
31	51,98	0,00	-7,92	7,92
32	5,07	0,00	-2,85	2,85
33	1,49	0,00	-1,37	1,37
34	2,14	0,00	0,77	0,00
35	-9,47	9,47	-8,70	8,70
36	-28,88	28,88	-37,58	37,58
37	21,34	0,00	-16,24	16,24
38	20,47	0,00	4,23	0,00
39	0,39	0,00	4,61	0,00
40	-0,47	0,47	4,15	0,00
41	-5,16	5,16	-1,02	1,02
42	1,59	0,00	0,58	0,00
43	1,40	0,00	1,98	0,00
44	-10,02	10,02	-8,04	8,04
45	-8,76	8,76	-16,80	16,80
46	13,40	0,00	-3,40	3,40
47	5,71	0,00	2,31	0,00
48	0,50	0,00	2,82	0,00
49	1,05	0,00	3,87	0,00
50	-7,98	7,98	-4,11	4,11
51	3,75	0,00	-0,36	0,36
52	-14,12	14,12	-14,47	14,47
53	-280,49	280,49	-294,97	294,97
54	9,32	0,00	-285,65	285,65
55	212,85	0,00	-72,80	72,80
56	59,04	0,00	-13,76	13,76
57	5,14	0,00	-8,62	8,62
58	-1,33	1,33	-9,95	9,95
59	-4,20	4,20	-14,15	14,15
60	-13,01	13,01	-27,16	27,16
61	-309,91	309,91	-337,07	337,07
62	116,52	0,00	-220,55	220,55
63	190,41	0,00	-30,15	30,15
64	23,21	0,00	-6,94	6,94
65	0,05	0,00	-6,89	6,89
66	-22,44	22,44	-29,34	29,34
67	-8,35	8,35	-37,68	37,68
<b>Total sedimen</b>	<b>-37,68</b>	<b>849,77</b>	<b>-1.723,32</b>	<b>1.793,21</b>

Variabel A = 0,19; C = 0,25; m = 0,5

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	21,31	0,00	21,31	0,00
2	-14,95	14,95	6,36	0,00
3	-8,57	8,57	-2,21	2,21
4	7,36	0,00	5,15	0,00
5	-2,48	2,48	2,67	0,00
6	-3,80	3,80	-1,13	1,13
7	15,05	0,00	13,92	0,00
8	14,37	0,00	28,29	0,00
9	-4,56	4,56	23,73	0,00
10	-10,34	10,34	13,39	0,00
11	-1,93	1,93	11,46	0,00
12	5,37	0,00	16,84	0,00
13	19,38	0,00	36,22	0,00
14	5,41	0,00	41,63	0,00
15	-14,71	14,71	26,92	0,00
16	-4,26	4,26	22,65	0,00
17	6,86	0,00	29,52	0,00
18	0,08	0,00	29,59	0,00
19	14,74	0,00	44,34	0,00
20	7,78	0,00	52,11	0,00
21	-4,43	4,43	47,68	0,00
22	-12,37	12,37	35,31	0,00
23	-12,05	12,05	23,26	0,00
24	-5,19	5,19	18,06	0,00
25	-10,40	10,40	7,66	0,00
26	-14,77	14,77	-7,11	7,11
27	6,25	0,00	-0,86	0,86
28	-7,87	7,87	-8,73	8,73
29	-32,86	32,86	-41,59	41,59
30	-1,58	1,58	-43,17	43,17
31	38,95	0,00	-4,21	4,21
32	12,13	0,00	7,92	0,00
33	1,98	0,00	9,90	0,00
34	8,46	0,00	18,36	0,00
35	-11,54	11,54	6,82	0,00
36	-28,40	28,40	-21,58	21,58
37	8,12	0,00	-13,46	13,46
38	52,32	0,00	38,86	0,00
39	13,57	0,00	52,42	0,00
40	-9,64	9,64	42,79	0,00
41	-25,06	25,06	17,72	0,00
42	-1,38	1,38	16,34	0,00
43	4,83	0,00	21,17	0,00
44	-21,95	21,95	-0,78	0,78
45	-6,72	6,72	-7,50	7,50
46	20,53	0,00	13,03	0,00
47	13,07	0,00	26,10	0,00
48	1,27	0,00	27,37	0,00
49	7,27	0,00	34,63	0,00
50	11,17	0,00	45,80	0,00
51	6,24	0,00	52,04	0,00
52	-78,58	78,58	-26,54	26,54
53	-232,76	232,76	-259,30	259,30
54	-5,51	5,51	-264,81	264,81
55	170,24	0,00	-94,57	94,57
56	127,31	0,00	32,74	0,00
57	4,21	0,00	36,95	0,00
58	-25,57	25,57	11,37	0,00
59	-33,18	33,18	-21,81	21,81
60	-10,56	10,56	-32,37	32,37
61	-221,76	221,76	-254,13	254,13
62	84,42	0,00	-169,71	169,71
63	159,48	0,00	-10,23	10,23
64	59,44	0,00	49,21	0,00
65	0,08	0,00	49,29	0,00
66	-77,10	77,10	-27,81	27,81
67	-8,69	8,69	-36,50	36,50
<b>Total sedimen</b>	<b>-36,50</b>	<b>965,54</b>	<b>-181,21</b>	<b>1,350,11</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.041,52	0,00	1.041,52	0,00
3	-0,18	0,18	1.041,35	0,00
4	-53,38	53,38	987,97	0,00
5	26,71	0,00	1.014,68	0,00
6	-12,11	12,11	1.002,56	0,00
7	-36,05	36,05	966,51	0,00
8	106,63	0,00	1.073,15	0,00
9	1.213,98	0,00	2.287,12	0,00
10	352,89	0,00	2.640,01	0,00
11	85,82	0,00	2.725,83	0,00
12	84,59	0,00	2.810,42	0,00
13	189,31	0,00	2.999,72	0,00
14	1.356,31	0,00	4.356,03	0,00
15	3.085,23	0,00	7.441,26	0,00
16	359,85	0,00	7.801,10	0,00
17	303,86	0,00	8.104,96	0,00
18	940,38	0,00	9.045,34	0,00
19	745,80	0,00	9.791,14	0,00
20	1.641,00	0,00	11.432,13	0,00
21	9.250,83	0,00	20.682,97	0,00
22	2.055,18	0,00	22.738,15	0,00
23	818,44	0,00	23.556,59	0,00
24	334,57	0,00	23.891,16	0,00
25	215,13	0,00	24.106,29	0,00
26	2,57	0,00	24.108,86	0,00
27	-234,21	234,21	23.874,64	0,00
28	-131,29	131,29	23.743,35	0,00
29	-309,21	309,21	23.434,14	0,00
30	-951,43	951,43	22.482,71	0,00
31	-737,62	737,62	21.745,10	0,00
32	-85,18	85,18	21.659,92	0,00
33	31,85	0,00	21.691,76	0,00
34	47,50	0,00	21.739,27	0,00
35	331,86	0,00	22.071,13	0,00
36	-49,21	49,21	22.021,91	0,00
37	-457,81	457,81	21.564,10	0,00
38	-303,34	303,34	21.260,76	0,00
39	416,14	0,00	21.676,89	0,00
40	12.235,98	0,00	33.912,87	0,00
41	873,68	0,00	34.786,55	0,00
42	-41,35	41,35	34.745,20	0,00
43	-47,94	47,94	34.697,25	0,00
44	78,98	0,00	34.776,23	0,00
45	-609,33	609,33	34.166,90	0,00
46	-901,02	901,02	33.265,89	0,00
47	-217,81	217,81	33.048,08	0,00
48	75,96	0,00	33.124,04	0,00
49	42,10	0,00	33.166,14	0,00
50	202,45	0,00	33.368,58	0,00
51	5,07	0,00	33.373,65	0,00
52	-3.466,01	3.466,01	29.907,64	0,00
53	19.700,21	0,00	49.607,86	0,00
54	-75.829,94	75.829,94	-26.222,08	26.222,08
55	298,16	0,00	-25.923,92	25.923,92
56	-64.461,64	64.461,64	-90.385,55	90.385,55
57	33.940,17	0,00	-56.445,38	56.445,38
58	-8.023,56	8.023,56	-64.468,94	64.468,94
59	9.821,57	0,00	-54.647,36	54.647,36
60	-34.111,51	34.111,51	-88.758,88	88.758,88
61	2.305,71	0,00	-86.453,16	86.453,16
62	-28.295,42	28.295,42	-114.748,60	114.748,60
63	11.655,15	0,00	-103.093,40	103.093,40
64	29.889,73	0,00	-73.203,70	73.203,70
65	41.619,33	0,00	-31.584,37	31.584,37
66	74.131,30	0,00	42.546,94	0,00
67	-38.498,00	38.498,00	4.048,93	0,00
68	-2,20	2,20	4.046,73	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>4.046,71</b>	<b>257.866,75</b>	<b>227.266,64</b>	<b>815.935,34</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,5; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.032,99	0,00	1.032,99	0,00
3	-1,15	1,15	1.031,84	0,00
4	-54,39	54,39	977,45	0,00
5	25,76	0,00	1.003,21	0,00
6	-18,35	18,35	984,86	0,00
7	-54,85	54,85	930,00	0,00
8	104,53	0,00	1.034,54	0,00
9	1.224,93	0,00	2.259,47	0,00
10	363,76	0,00	2.623,23	0,00
11	90,75	0,00	2.713,98	0,00
12	89,93	0,00	2.803,91	0,00
13	201,80	0,00	3.005,70	0,00
14	1.325,39	0,00	4.331,09	0,00
15	3.287,21	0,00	7.618,30	0,00
16	374,24	0,00	7.992,53	0,00
17	324,44	0,00	8.316,98	0,00
18	1.018,55	0,00	9.335,52	0,00
19	810,99	0,00	10.146,51	0,00
20	1.670,65	0,00	11.817,16	0,00
21	9.067,29	0,00	20.884,45	0,00
22	1.969,67	0,00	22.854,12	0,00
23	783,22	0,00	23.637,34	0,00
24	316,19	0,00	23.953,53	0,00
25	187,27	0,00	24.140,80	0,00
26	-18,23	18,23	24.122,57	0,00
27	-289,84	289,84	23.832,73	0,00
28	-148,80	148,80	23.683,93	0,00
29	-366,80	366,80	23.317,13	0,00
30	-1.024,36	1.024,36	22.292,78	0,00
31	-816,90	816,90	21.475,88	0,00
32	-92,38	92,38	21.383,49	0,00
33	20,92	0,00	21.404,41	0,00
34	36,16	0,00	21.440,58	0,00
35	191,99	0,00	21.632,57	0,00
36	-45,14	45,14	21.587,43	0,00
37	-602,25	602,25	20.985,18	0,00
38	-242,98	242,98	20.742,20	0,00
39	278,40	0,00	21.020,60	0,00
40	14.540,97	0,00	35.561,57	0,00
41	1.029,43	0,00	36.591,00	0,00
42	51,29	0,00	36.642,29	0,00
43	40,80	0,00	36.683,09	0,00
44	174,15	0,00	36.857,24	0,00
45	-418,04	418,04	36.439,21	0,00
46	-731,21	731,21	35.707,99	0,00
47	-128,10	128,10	35.579,89	0,00
48	97,64	0,00	35.677,54	0,00
49	90,96	0,00	35.768,50	0,00
50	173,40	0,00	35.941,90	0,00
51	230,78	0,00	36.172,68	0,00
52	-10.995,83	10.995,83	25.176,85	0,00
53	26.013,41	0,00	51.190,26	0,00
54	-70.682,66	70.682,66	-19.492,41	19.492,41
55	216,91	0,00	-19.275,50	19.275,50
56	-54.040,53	54.040,53	-73.316,03	73.316,03
57	39.302,26	0,00	-34.013,77	34.013,77
58	-1.150,31	1.150,31	-35.164,08	35.164,08
59	14.368,51	0,00	-20.795,57	20.795,57
60	-19.013,81	19.013,81	-39.809,38	39.809,38
61	10.350,09	0,00	-29.459,29	29.459,29
62	-36.000,86	36.000,86	-65.460,15	65.460,15
63	9.201,58	0,00	-56.258,57	56.258,57
64	21.766,14	0,00	-34.492,43	34.492,43
65	34.027,00	0,00	-465,44	465,44
66	97.929,56	0,00	97.464,13	0,00
67	-64.067,09	64.067,09	33.397,04	0,00
68	6,37	0,00	33.403,41	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>33.403,41</b>	<b>261.004,86</b>	<b>750.602,94</b>	<b>428.002,62</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,8; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.020,87	0,00	1.020,87	0,00
3	-5,16	5,16	1.015,70	0,00
4	-77,85	77,85	937,85	0,00
5	32,52	0,00	970,37	0,00
6	-30,93	30,93	939,44	0,00
7	-97,26	97,26	842,18	0,00
8	98,17	0,00	940,35	0,00
9	1.141,39	0,00	2.081,74	0,00
10	346,52	0,00	2.428,26	0,00
11	82,76	0,00	2.511,02	0,00
12	79,82	0,00	2.590,84	0,00
13	186,42	0,00	2.777,26	0,00
14	1.228,81	0,00	4.006,07	0,00
15	3.083,72	0,00	7.089,79	0,00
16	354,33	0,00	7.444,12	0,00
17	296,75	0,00	7.740,87	0,00
18	956,09	0,00	8.696,97	0,00
19	782,11	0,00	9.479,08	0,00
20	1.669,10	0,00	11.148,17	0,00
21	9.033,99	0,00	20.182,16	0,00
22	2.012,81	0,00	22.194,98	0,00
23	757,32	0,00	22.952,30	0,00
24	279,24	0,00	23.231,54	0,00
25	160,40	0,00	23.391,95	0,00
26	-35,07	35,07	23.356,88	0,00
27	-355,66	355,66	23.001,22	0,00
28	-205,29	205,29	22.795,93	0,00
29	-489,68	489,68	22.306,25	0,00
30	-1.392,80	1.392,80	20.913,45	0,00
31	-878,10	878,10	20.035,35	0,00
32	-89,04	89,04	19.946,31	0,00
33	21,63	0,00	19.967,94	0,00
34	33,14	0,00	20.001,08	0,00
35	176,72	0,00	20.177,80	0,00
36	-26,49	26,49	20.151,30	0,00
37	-905,47	905,47	19.245,84	0,00
38	-269,98	269,98	18.975,86	0,00
39	275,13	0,00	19.250,99	0,00
40	14.422,81	0,00	33.673,79	0,00
41	881,77	0,00	34.555,57	0,00
42	34,25	0,00	34.589,81	0,00
43	26,91	0,00	34.616,72	0,00
44	151,42	0,00	34.768,13	0,00
45	-464,79	464,79	34.303,34	0,00
46	-931,89	931,89	33.371,46	0,00
47	-126,05	126,05	33.245,41	0,00
48	149,45	0,00	33.394,86	0,00
49	98,93	0,00	33.493,79	0,00
50	199,60	0,00	33.693,38	0,00
51	184,44	0,00	33.877,82	0,00
52	-10.516,66	10.516,66	23.361,16	0,00
53	23.663,07	0,00	47.024,23	0,00
54	-68.264,38	68.264,38	-21.240,15	21.240,15
55	-89,69	89,69	-21.329,83	21.329,83
56	-49.988,40	49.988,40	-71.318,23	71.318,23
57	37.158,56	0,00	-34.159,67	34.159,67
58	-1.108,37	1.108,37	-35.268,04	35.268,04
59	25.129,91	0,00	-10.138,14	10.138,14
60	-23.965,45	23.965,45	-34.103,59	34.103,59
61	16.001,64	0,00	-18.101,94	18.101,94
62	443,68	0,00	-17.658,26	17.658,26
63	29.250,92	0,00	11.592,67	0,00
64	29.651,17	0,00	41.243,84	0,00
65	43.039,18	0,00	84.283,02	0,00
66	100.588,40	0,00	184.871,50	0,00
67	-84.315,09	84.315,09	100.556,40	0,00
68	6,80	0,00	100.563,20	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>100.563,12</b>	<b>244.629,54</b>	<b>1.214.502,33</b>	<b>263.317,85</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,1; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.030,31	0,00	1.030,31	0,00
3	-1,57	1,57	1.028,74	0,00
4	-56,32	56,32	972,42	0,00
5	23,12	0,00	995,53	0,00
6	-14,08	14,08	981,46	0,00
7	-37,06	37,06	944,40	0,00
8	109,85	0,00	1.054,24	0,00
9	1.128,41	0,00	2.182,65	0,00
10	327,07	0,00	2.509,72	0,00
11	75,06	0,00	2.584,77	0,00
12	72,55	0,00	2.657,33	0,00
13	178,85	0,00	2.836,17	0,00
14	1.296,42	0,00	4.132,59	0,00
15	2.661,40	0,00	6.793,99	0,00
16	317,74	0,00	7.111,73	0,00
17	251,20	0,00	7.362,93	0,00
18	814,79	0,00	8.177,72	0,00
19	637,50	0,00	8.815,22	0,00
20	1.779,05	0,00	10.594,26	0,00
21	5.165,57	0,00	15.759,83	0,00
22	1.145,29	0,00	16.905,12	0,00
23	334,81	0,00	17.239,93	0,00
24	75,07	0,00	17.315,00	0,00
25	20,97	0,00	17.335,97	0,00
26	-111,99	111,99	17.223,98	0,00
27	-310,63	310,63	16.913,35	0,00
28	-221,72	221,72	16.691,63	0,00
29	-428,33	428,33	16.263,30	0,00
30	-1.003,74	1.003,74	15.259,57	0,00
31	-885,69	885,69	14.373,88	0,00
32	-240,24	240,24	14.133,64	0,00
33	-117,01	117,01	14.016,63	0,00
34	-141,18	141,18	13.875,46	0,00
35	28,36	0,00	13.903,82	0,00
36	-166,54	166,54	13.737,27	0,00
37	-527,46	527,46	13.209,81	0,00
38	-415,47	415,47	12.794,35	0,00
39	196,05	0,00	12.990,40	0,00
40	6.785,76	0,00	19.776,16	0,00
41	303,10	0,00	20.079,26	0,00
42	-231,80	231,80	19.847,46	0,00
43	-250,59	250,59	19.596,87	0,00
44	-121,07	121,07	19.475,80	0,00
45	-735,63	735,63	18.740,17	0,00
46	-990,69	990,69	17.749,48	0,00
47	-325,31	325,31	17.424,17	0,00
48	-56,23	56,23	17.367,94	0,00
49	-87,71	87,71	17.280,23	0,00
50	-35,88	35,88	17.244,35	0,00
51	1,61	0,00	17.245,96	0,00
52	-4.289,32	4.289,32	12.956,64	0,00
53	6.907,37	0,00	19.864,01	0,00
54	-55.752,22	55.752,22	-35.888,21	35.888,21
55	231,19	0,00	-35.657,02	35.657,02
56	-40.631,46	40.631,46	-76.288,48	76.288,48
57	28.919,20	0,00	-47.369,28	47.369,28
58	-2.289,43	2.289,43	-49.658,71	49.658,71
59	6.838,71	0,00	-42.820,00	42.820,00
60	-21.481,94	21.481,94	-64.301,94	64.301,94
61	1.725,30	0,00	-62.576,64	62.576,64
62	-24.199,02	24.199,02	-86.775,66	86.775,66
63	7.576,15	0,00	-79.199,51	79.199,51
64	29.140,28	0,00	-50.059,23	50.059,23
65	43.269,59	0,00	-6.789,64	6.789,64
66	28.195,54	0,00	21.405,90	0,00
67	-24.972,44	24.972,44	-3.566,54	3.566,54
68	-1,53	1,53	-3.568,07	3.568,07
<b>Total sedimen</b>	<b>-3.568,08</b>	<b>181.131,29</b>	<b>-5.755,42</b>	<b>644.518,94</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,24; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.040,30	0,00	1.040,30	0,00
3	-0,30	0,30	1.040,00	0,00
4	-53,61	53,61	986,39	0,00
5	26,29	0,00	1.012,68	0,00
6	-12,55	12,55	1.000,13	0,00
7	-36,35	36,35	963,78	0,00
8	106,85	0,00	1.070,63	0,00
9	1.190,02	0,00	2.260,65	0,00
10	344,80	0,00	2.605,45	0,00
11	82,44	0,00	2.687,89	0,00
12	80,15	0,00	2.768,04	0,00
13	182,02	0,00	2.950,06	0,00
14	1.344,43	0,00	4.294,49	0,00
15	3.008,48	0,00	7.302,96	0,00
16	352,78	0,00	7.655,74	0,00
17	293,06	0,00	7.948,80	0,00
18	919,89	0,00	8.868,69	0,00
19	734,01	0,00	9.602,70	0,00
20	1.710,42	0,00	11.313,12	0,00
21	8.979,25	0,00	20.292,37	0,00
22	1.906,64	0,00	22.199,00	0,00
23	723,56	0,00	22.922,56	0,00
24	280,90	0,00	23.203,46	0,00
25	174,65	0,00	23.378,11	0,00
26	-17,26	17,26	23.360,85	0,00
27	-286,20	286,20	23.074,65	0,00
28	-147,24	147,24	22.927,41	0,00
29	-321,13	321,13	22.606,28	0,00
30	-960,32	960,32	21.645,96	0,00
31	-822,53	822,53	20.823,43	0,00
32	-108,34	108,34	20.715,10	0,00
33	4,08	0,00	20.719,18	0,00
34	12,91	0,00	20.732,10	0,00
35	261,11	0,00	20.993,21	0,00
36	-77,52	77,52	20.915,69	0,00
37	-475,43	475,43	20.440,25	0,00
38	-331,16	331,16	20.109,09	0,00
39	362,46	0,00	20.471,55	0,00
40	11.146,44	0,00	31.617,98	0,00
41	583,46	0,00	32.201,45	0,00
42	-119,04	119,04	32.082,41	0,00
43	-133,64	133,64	31.948,77	0,00
44	-8,93	8,93	31.939,84	0,00
45	-664,16	664,16	31.275,68	0,00
46	-945,58	945,58	30.330,10	0,00
47	-266,77	266,77	30.063,33	0,00
48	6,42	0,00	30.069,75	0,00
49	-21,26	21,26	30.048,48	0,00
50	93,30	0,00	30.141,78	0,00
51	-2,08	2,08	30.139,70	0,00
52	-4.496,11	4.496,11	25.643,60	0,00
53	15.127,67	0,00	40.771,27	0,00
54	-71.246,91	71.246,91	-30.475,65	30.475,65
55	231,06	0,00	-30.244,59	30.244,59
56	-57.026,80	57.026,80	-87.271,39	87.271,39
57	32.184,83	0,00	-55.086,56	55.086,56
58	-6.400,97	6.400,97	-61.487,54	61.487,54
59	9.417,10	0,00	-52.070,44	52.070,44
60	-31.335,95	31.335,95	-83.406,38	83.406,38
61	2.953,73	0,00	-80.452,66	80.452,66
62	-30.265,93	30.265,93	-110.718,60	110.718,60
63	12.427,41	0,00	-98.291,17	98.291,17
64	22.781,22	0,00	-75.509,95	75.509,95
65	47.212,21	0,00	-28.297,74	28.297,74
66	62.090,84	0,00	33.793,11	0,00
67	-34.213,29	34.213,29	-420,18	420,18
68	4,95	0,00	-415,23	415,23
<b>Total sedimen</b>	<b>-415,24</b>	<b>240.797,37</b>	<b>166.821,90</b>	<b>794.148,08</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,26; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.041,70	0,00	1.041,70	0,00
3	-0,18	0,18	1.041,53	0,00
4	-53,41	53,41	988,12	0,00
5	26,65	0,00	1.014,77	0,00
6	-12,15	12,15	1.002,62	0,00
7	-36,06	36,06	966,56	0,00
8	106,76	0,00	1.073,32	0,00
9	1.210,30	0,00	2.283,62	0,00
10	351,42	0,00	2.635,04	0,00
11	85,21	0,00	2.720,25	0,00
12	83,87	0,00	2.804,12	0,00
13	188,04	0,00	2.992,16	0,00
14	1.355,02	0,00	4.347,17	0,00
15	3.071,00	0,00	7.418,17	0,00
16	358,63	0,00	7.776,80	0,00
17	302,01	0,00	8.078,81	0,00
18	936,80	0,00	9.015,62	0,00
19	744,70	0,00	9.760,32	0,00
20	1.642,14	0,00	11.402,45	0,00
21	9.220,72	0,00	20.623,17	0,00
22	2.039,40	0,00	22.662,57	0,00
23	810,11	0,00	23.472,68	0,00
24	328,67	0,00	23.801,36	0,00
25	211,21	0,00	24.012,56	0,00
26	0,67	0,00	24.013,24	0,00
27	-235,48	235,48	23.777,76	0,00
28	-132,91	132,91	23.644,85	0,00
29	-310,50	310,50	23.334,36	0,00
30	-951,43	951,43	22.382,93	0,00
31	-739,26	739,26	21.643,67	0,00
32	-88,12	88,12	21.555,55	0,00
33	28,49	0,00	21.584,04	0,00
34	43,44	0,00	21.627,48	0,00
35	323,29	0,00	21.950,78	0,00
36	-52,76	52,76	21.898,02	0,00
37	-460,24	460,24	21.437,78	0,00
38	-306,59	306,59	21.131,19	0,00
39	413,76	0,00	21.544,95	0,00
40	12.027,58	0,00	33.572,52	0,00
41	827,12	0,00	34.399,64	0,00
42	-54,21	54,21	34.345,44	0,00
43	-61,82	61,82	34.283,61	0,00
44	65,16	0,00	34.348,77	0,00
45	-612,83	612,83	33.735,94	0,00
46	-896,02	896,02	32.839,93	0,00
47	-223,37	223,37	32.616,56	0,00
48	61,21	0,00	32.677,77	0,00
49	30,68	0,00	32.708,45	0,00
50	183,11	0,00	32.891,56	0,00
51	224,38	0,00	33.115,94	0,00
52	-3.804,31	3.804,31	29.311,63	0,00
53	18.734,21	0,00	48.045,84	0,00
54	-74.995,15	74.995,15	-26.949,31	26.949,31
55	275,23	0,00	-26.674,08	26.674,08
56	-62.811,03	62.811,03	-89.485,10	89.485,10
57	32.593,71	0,00	-56.891,39	56.891,39
58	-2.333,18	2.333,18	-59.224,57	59.224,57
59	8.917,64	0,00	-50.306,94	50.306,94
60	-27.783,54	27.783,54	-78.090,48	78.090,48
61	2.377,93	0,00	-75.712,55	75.712,55
62	-31.107,39	31.107,39	-106.819,90	106.819,90
63	8.642,57	0,00	-98.177,38	98.177,38
64	25.476,95	0,00	-72.700,42	72.700,42
65	42.677,29	0,00	-30.023,13	30.023,13
66	71.220,41	0,00	41.197,28	0,00
67	-37.266,64	37.266,64	3.930,64	0,00
68	-2,15	2,15	3.928,49	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>3.928,49</b>	<b>245.330,71</b>	<b>261.356,84</b>	<b>771.055,25</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,21; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.041,29	0,00	1.041,29	0,00
3	-0,18	0,18	1.041,11	0,00
4	-53,38	53,38	987,73	0,00
5	26,73	0,00	1.014,47	0,00
6	-12,08	12,08	1.002,38	0,00
7	-36,04	36,04	966,34	0,00
8	106,53	0,00	1.072,87	0,00
9	1.217,09	0,00	2.289,96	0,00
10	354,17	0,00	2.644,13	0,00
11	86,35	0,00	2.730,48	0,00
12	85,23	0,00	2.815,71	0,00
13	190,50	0,00	3.006,21	0,00
14	1.357,69	0,00	4.363,90	0,00
15	3.100,13	0,00	7.464,03	0,00
16	361,09	0,00	7.825,12	0,00
17	305,35	0,00	8.130,47	0,00
18	943,36	0,00	9.073,83	0,00
19	747,68	0,00	9.821,51	0,00
20	1.644,23	0,00	11.465,74	0,00
21	9.256,10	0,00	20.721,84	0,00
22	2.073,62	0,00	22.795,46	0,00
23	821,21	0,00	23.616,67	0,00
24	336,76	0,00	23.953,43	0,00
25	217,02	0,00	24.170,45	0,00
26	3,69	0,00	24.174,14	0,00
27	-233,47	233,47	23.940,67	0,00
28	-130,27	130,27	23.810,40	0,00
29	-308,73	308,73	23.501,67	0,00
30	-950,92	950,92	22.550,75	0,00
31	-736,60	736,60	21.814,15	0,00
32	-83,28	83,28	21.730,87	0,00
33	34,00	0,00	21.764,88	0,00
34	50,44	0,00	21.815,32	0,00
35	337,42	0,00	22.152,74	0,00
36	-46,13	46,13	22.106,61	0,00
37	-455,83	455,83	21.650,78	0,00
38	-300,08	300,08	21.350,70	0,00
39	422,43	0,00	21.773,13	0,00
40	12.377,17	0,00	34.150,30	0,00
41	934,27	0,00	35.084,57	0,00
42	-29,18	29,18	35.055,39	0,00
43	-34,27	34,27	35.021,12	0,00
44	92,93	0,00	35.114,04	0,00
45	-599,09	599,09	34.514,95	0,00
46	-882,23	882,23	33.632,72	0,00
47	-208,39	208,39	33.424,32	0,00
48	87,21	0,00	33.511,54	0,00
49	52,18	0,00	33.563,72	0,00
50	219,83	0,00	33.783,55	0,00
51	175,14	0,00	33.958,69	0,00
52	-3.513,47	3.513,47	30.445,22	0,00
53	20.635,25	0,00	51.080,46	0,00
54	-76.546,82	76.546,82	-25.466,35	25.466,35
55	316,40	0,00	-25.149,95	25.149,95
56	-62.959,38	62.959,38	-88.109,33	88.109,33
57	32.983,51	0,00	-55.125,82	55.125,82
58	-2.596,86	2.596,86	-57.722,68	57.722,68
59	8.262,12	0,00	-49.460,56	49.460,56
60	-24.399,14	24.399,14	-73.859,71	73.859,71
61	2.880,26	0,00	-70.979,45	70.979,45
62	-29.029,48	29.029,48	-100.008,90	100.008,90
63	10.085,79	0,00	-89.923,13	89.923,13
64	33.298,83	0,00	-56.624,30	56.624,30
65	40.145,90	0,00	-16.478,40	16.478,40
66	64.613,02	0,00	48.134,62	0,00
67	-40.150,70	40.150,70	7.983,92	0,00
68	-1,32	1,32	7.982,61	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>7.982,61</b>	<b>244.297,32</b>	<b>355.685,08</b>	<b>708.908,58</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,22; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.041,53	0,00	1.041,53	0,00
3	-0,61	0,61	1.040,93	0,00
4	-36,35	36,35	1.004,58	0,00
5	25,80	0,00	1.030,38	0,00
6	-12,48	12,48	1.017,90	0,00
7	-36,33	36,33	981,56	0,00
8	106,52	0,00	1.088,09	0,00
9	1.191,42	0,00	2.279,51	0,00
10	346,14	0,00	2.625,65	0,00
11	83,20	0,00	2.708,85	0,00
12	81,15	0,00	2.790,01	0,00
13	183,19	0,00	2.973,19	0,00
14	1.349,85	0,00	4.323,04	0,00
15	3.021,58	0,00	7.344,62	0,00
16	354,03	0,00	7.698,65	0,00
17	294,94	0,00	7.993,59	0,00
18	921,83	0,00	8.915,41	0,00
19	735,63	0,00	9.651,05	0,00
20	1.682,30	0,00	11.333,35	0,00
21	9.049,39	0,00	20.382,74	0,00
22	1.952,33	0,00	22.335,07	0,00
23	751,94	0,00	23.087,01	0,00
24	295,81	0,00	23.382,81	0,00
25	186,35	0,00	23.569,16	0,00
26	-10,63	10,63	23.558,54	0,00
27	-281,15	281,15	23.277,38	0,00
28	-141,32	141,32	23.136,06	0,00
29	-361,03	361,03	22.775,04	0,00
30	-956,85	956,85	21.818,19	0,00
31	-745,21	745,21	21.072,97	0,00
32	-101,09	101,09	20.971,88	0,00
33	13,55	0,00	20.985,44	0,00
34	24,70	0,00	21.010,14	0,00
35	284,55	0,00	21.294,69	0,00
36	-72,95	72,95	21.221,73	0,00
37	-422,21	422,21	20.799,52	0,00
38	-327,42	327,42	20.472,10	0,00
39	383,17	0,00	20.855,28	0,00
40	11.333,62	0,00	32.188,90	0,00
41	655,08	0,00	32.843,98	0,00
42	-99,96	99,96	32.744,02	0,00
43	-112,57	112,57	32.631,45	0,00
44	12,67	0,00	32.644,12	0,00
45	-650,88	650,88	31.993,24	0,00
46	-928,31	928,31	31.064,94	0,00
47	-255,45	255,45	30.809,48	0,00
48	22,41	0,00	30.831,89	0,00
49	-6,57	6,57	30.825,32	0,00
50	117,64	0,00	30.942,96	0,00
51	62,06	0,00	31.005,02	0,00
52	-4.362,15	4.362,15	26.642,88	0,00
53	16.006,71	0,00	42.649,59	0,00
54	-72.283,12	72.283,12	-29.633,53	29.633,53
55	243,62	0,00	-29.389,91	29.389,91
56	-58.312,82	58.312,82	-87.702,73	87.702,73
57	32.657,03	0,00	-55.045,70	55.045,70
58	-7.082,93	7.082,93	-62.128,63	62.128,63
59	8.968,31	0,00	-53.160,32	53.160,32
60	-29.844,66	29.844,66	-83.004,98	83.004,98
61	2.510,23	0,00	-80.494,75	80.494,75
62	-30.051,88	30.051,88	-110.546,60	110.546,60
63	11.478,24	0,00	-99.068,40	99.068,40
64	23.218,71	0,00	-75.849,69	75.849,69
65	41.527,00	0,00	-34.322,68	34.322,68
66	67.897,34	0,00	33.574,66	0,00
67	-34.283,00	34.283,00	-708,35	708,35
68	-2,01	2,01	-710,36	710,36
<b>Total sedimen</b>	<b>-710,36</b>	<b>241.781,93</b>	<b>175.473,44</b>	<b>801.766,62</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,23; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.041,65	0,00	1.041,65	0,00
3	-0,57	0,57	1.041,08	0,00
4	-36,29	36,29	1.004,80	0,00
5	25,93	0,00	1.030,73	0,00
6	-12,40	12,40	1.018,33	0,00
7	-36,27	36,27	982,06	0,00
8	106,52	0,00	1.088,58	0,00
9	1.196,43	0,00	2.285,01	0,00
10	347,83	0,00	2.632,83	0,00
11	83,90	0,00	2.716,73	0,00
12	82,02	0,00	2.798,76	0,00
13	184,61	0,00	2.983,36	0,00
14	1.352,55	0,00	4.335,92	0,00
15	3.036,49	0,00	7.372,41	0,00
16	355,48	0,00	7.727,88	0,00
17	297,19	0,00	8.025,08	0,00
18	925,68	0,00	8.950,75	0,00
19	738,13	0,00	9.688,89	0,00
20	1.660,72	0,00	11.349,61	0,00
21	9.100,35	0,00	20.449,96	0,00
22	1.988,78	0,00	22.438,75	0,00
23	776,26	0,00	23.215,00	0,00
24	308,80	0,00	23.523,81	0,00
25	196,47	0,00	23.720,27	0,00
26	-4,94	4,94	23.715,34	0,00
27	-277,31	277,31	23.438,03	0,00
28	-136,69	136,69	23.301,33	0,00
29	-357,24	357,24	22.944,09	0,00
30	-954,44	954,44	21.989,65	0,00
31	-744,09	744,09	21.245,56	0,00
32	-96,86	96,86	21.148,70	0,00
33	18,46	0,00	21.167,16	0,00
34	32,73	0,00	21.199,89	0,00
35	213,69	0,00	21.413,58	0,00
36	-62,47	62,47	21.351,11	0,00
37	-466,67	466,67	20.884,45	0,00
38	-317,22	317,22	20.567,23	0,00
39	396,90	0,00	20.964,13	0,00
40	11.622,00	0,00	32.586,14	0,00
41	716,26	0,00	33.302,39	0,00
42	-82,70	82,70	33.219,70	0,00
43	-93,59	93,59	33.126,11	0,00
44	32,24	0,00	33.158,34	0,00
45	-638,65	638,65	32.519,70	0,00
46	-918,30	918,30	31.601,40	0,00
47	-244,67	244,67	31.356,73	0,00
48	37,18	0,00	31.393,91	0,00
49	7,19	0,00	31.401,10	0,00
50	142,04	0,00	31.543,13	0,00
51	119,35	0,00	31.662,48	0,00
52	-4.112,83	4.112,83	27.549,65	0,00
53	16.951,48	0,00	44.501,14	0,00
54	-73.292,42	73.292,42	-28.791,29	28.791,29
55	255,42	0,00	-28.535,87	28.535,87
56	-58.104,43	58.104,43	-86.640,29	86.640,29
57	32.119,83	0,00	-54.520,46	54.520,46
58	-2.867,84	2.867,84	-57.388,31	57.388,31
59	8.010,84	0,00	-49.377,47	49.377,47
60	-27.524,48	27.524,48	-76.901,95	76.901,95
61	2.812,08	0,00	-74.089,87	74.089,87
62	-31.370,80	31.370,80	-105.460,70	105.460,70
63	8.419,15	0,00	-97.041,52	97.041,52
64	27.110,06	0,00	-69.931,46	69.931,46
65	39.961,78	0,00	-29.969,68	29.969,68
66	66.764,02	0,00	36.794,33	0,00
67	-37.340,61	37.340,61	-546,28	546,28
68	-2,37	2,37	-548,65	548,65
<b>Total sedimen</b>	<b>-548,65</b>	<b>240.097,13</b>	<b>232.724,95</b>	<b>759.743,79</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.041,52	0,00	1.041,52	0,00
3	-0,18	0,18	1.041,35	0,00
4	-53,38	53,38	987,97	0,00
5	26,71	0,00	1.014,68	0,00
6	-12,11	12,11	1.002,56	0,00
7	-36,05	36,05	966,51	0,00
8	106,63	0,00	1.073,15	0,00
9	1.213,98	0,00	2.287,12	0,00
10	352,89	0,00	2.640,01	0,00
11	85,82	0,00	2.725,83	0,00
12	84,59	0,00	2.810,42	0,00
13	189,31	0,00	2.999,72	0,00
14	1.356,31	0,00	4.356,03	0,00
15	3.085,23	0,00	7.441,26	0,00
16	359,85	0,00	7.801,10	0,00
17	303,86	0,00	8.104,96	0,00
18	940,38	0,00	9.045,34	0,00
19	745,80	0,00	9.791,14	0,00
20	1.641,00	0,00	11.432,13	0,00
21	9.250,83	0,00	20.682,97	0,00
22	2.055,18	0,00	22.738,15	0,00
23	818,44	0,00	23.556,59	0,00
24	334,57	0,00	23.891,16	0,00
25	215,13	0,00	24.106,29	0,00
26	2,57	0,00	24.108,86	0,00
27	-234,21	234,21	23.874,64	0,00
28	-131,29	131,29	23.743,35	0,00
29	-309,21	309,21	23.434,14	0,00
30	-951,43	951,43	22.482,71	0,00
31	-737,62	737,62	21.745,10	0,00
32	-85,18	85,18	21.659,92	0,00
33	31,85	0,00	21.691,76	0,00
34	47,50	0,00	21.739,27	0,00
35	331,86	0,00	22.071,13	0,00
36	-49,21	49,21	22.021,91	0,00
37	-457,81	457,81	21.564,10	0,00
38	-303,34	303,34	21.260,76	0,00
39	416,14	0,00	21.676,89	0,00
40	12.235,98	0,00	33.912,87	0,00
41	873,68	0,00	34.786,55	0,00
42	-41,35	41,35	34.745,20	0,00
43	-47,94	47,94	34.697,25	0,00
44	78,98	0,00	34.776,23	0,00
45	-609,33	609,33	34.166,90	0,00
46	-901,02	901,02	33.265,89	0,00
47	-217,81	217,81	33.048,08	0,00
48	75,96	0,00	33.124,04	0,00
49	42,10	0,00	33.166,14	0,00
50	202,45	0,00	33.368,58	0,00
51	5,07	0,00	33.373,65	0,00
52	-3.466,01	3.466,01	29.907,64	0,00
53	19.700,21	0,00	49.607,86	0,00
54	-75.829,94	75.829,94	-26.222,08	26.222,08
55	298,16	0,00	-25.923,92	25.923,92
56	-64.461,64	64.461,64	-90.385,55	90.385,55
57	33.940,17	0,00	-56.445,38	56.445,38
58	-8.023,56	8.023,56	-64.468,94	64.468,94
59	9.821,57	0,00	-54.647,36	54.647,36
60	-34.111,51	34.111,51	-88.758,88	88.758,88
61	2.305,71	0,00	-86.453,16	86.453,16
62	-28.295,42	28.295,42	-114.748,60	114.748,60
63	11.655,15	0,00	-103.093,40	103.093,40
64	29.889,73	0,00	-73.203,70	73.203,70
65	41.619,33	0,00	-31.584,37	31.584,37
66	74.131,30	0,00	42.546,94	0,00
67	-38.498,00	38.498,00	4.048,93	0,00
68	-2,20	2,20	4.046,73	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>4.046,71</b>	<b>257.866,75</b>	<b>227.266,64</b>	<b>815.935,34</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.041,52	0,00	1.041,52	0,00
3	-0,18	0,18	1.041,35	0,00
4	-53,38	53,38	987,97	0,00
5	26,71	0,00	1.014,68	0,00
6	-12,11	12,11	1.002,56	0,00
7	-36,05	36,05	966,51	0,00
8	106,63	0,00	1.073,15	0,00
9	1.213,98	0,00	2.287,12	0,00
10	352,89	0,00	2.640,01	0,00
11	85,82	0,00	2.725,83	0,00
12	84,59	0,00	2.810,42	0,00
13	189,31	0,00	2.999,72	0,00
14	1.356,31	0,00	4.356,03	0,00
15	3.085,23	0,00	7.441,26	0,00
16	359,85	0,00	7.801,10	0,00
17	303,86	0,00	8.104,96	0,00
18	940,38	0,00	9.045,34	0,00
19	745,80	0,00	9.791,14	0,00
20	1.641,00	0,00	11.432,13	0,00
21	9.250,83	0,00	20.682,97	0,00
22	2.055,18	0,00	22.738,15	0,00
23	818,44	0,00	23.556,59	0,00
24	334,57	0,00	23.891,16	0,00
25	215,13	0,00	24.106,29	0,00
26	2,57	0,00	24.108,86	0,00
27	-234,21	234,21	23.874,64	0,00
28	-131,29	131,29	23.743,35	0,00
29	-309,21	309,21	23.434,14	0,00
30	-951,43	951,43	22.482,71	0,00
31	-737,62	737,62	21.745,10	0,00
32	-85,18	85,18	21.659,92	0,00
33	31,85	0,00	21.691,76	0,00
34	47,50	0,00	21.739,27	0,00
35	331,86	0,00	22.071,13	0,00
36	-49,21	49,21	22.021,91	0,00
37	-457,81	457,81	21.564,10	0,00
38	-303,34	303,34	21.260,76	0,00
39	416,14	0,00	21.676,89	0,00
40	12.235,98	0,00	33.912,87	0,00
41	873,68	0,00	34.786,55	0,00
42	-41,35	41,35	34.745,20	0,00
43	-47,94	47,94	34.697,25	0,00
44	78,98	0,00	34.776,23	0,00
45	-609,33	609,33	34.166,90	0,00
46	-901,02	901,02	33.265,89	0,00
47	-217,81	217,81	33.048,08	0,00
48	75,96	0,00	33.124,04	0,00
49	42,10	0,00	33.166,14	0,00
50	202,45	0,00	33.368,58	0,00
51	5,07	0,00	33.373,65	0,00
52	-3.466,01	3.466,01	29.907,64	0,00
53	19.700,21	0,00	49.607,86	0,00
54	-75.829,94	75.829,94	-26.222,08	26.222,08
55	298,16	0,00	-25.923,92	25.923,92
56	-64.461,64	64.461,64	-90.385,55	90.385,55
57	33.940,17	0,00	-56.445,38	56.445,38
58	-8.023,56	8.023,56	-64.468,94	64.468,94
59	9.821,57	0,00	-54.647,36	54.647,36
60	-34.111,51	34.111,51	-88.758,88	88.758,88
61	2.305,71	0,00	-86.453,16	86.453,16
62	-28.295,42	28.295,42	-114.748,60	114.748,60
63	11.655,15	0,00	-103.093,40	103.093,40
64	29.889,73	0,00	-73.203,70	73.203,70
65	41.619,33	0,00	-31.584,37	31.584,37
66	74.131,30	0,00	42.546,94	0,00
67	-38.498,00	38.498,00	4.048,93	0,00
68	-2,20	2,20	4.046,73	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>4.046,71</b>	<b>257.866,75</b>	<b>227.266,64</b>	<b>815.935,34</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,9

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	944,55	0,00	944,55	0,00
3	-17,74	17,74	926,81	0,00
4	-69,58	69,58	857,23	0,00
5	11,14	0,00	868,37	0,00
6	-35,47	35,47	832,91	0,00
7	-70,47	70,47	762,43	0,00
8	85,88	0,00	848,31	0,00
9	1.152,48	0,00	2.000,80	0,00
10	330,03	0,00	2.330,83	0,00
11	72,60	0,00	2.403,43	0,00
12	71,79	0,00	2.475,22	0,00
13	177,86	0,00	2.653,09	0,00
14	1.303,65	0,00	3.956,74	0,00
15	3.252,01	0,00	7.208,75	0,00
16	342,07	0,00	7.550,82	0,00
17	294,43	0,00	7.845,25	0,00
18	944,01	0,00	8.789,26	0,00
19	739,49	0,00	9.528,75	0,00
20	1.566,35	0,00	11.095,09	0,00
21	9.073,09	0,00	20.168,19	0,00
22	1.940,12	0,00	22.108,31	0,00
23	731,85	0,00	22.840,16	0,00
24	270,99	0,00	23.111,15	0,00
25	151,69	0,00	23.262,84	0,00
26	-46,50	46,50	23.216,34	0,00
27	-323,25	323,25	22.893,09	0,00
28	-182,15	182,15	22.710,94	0,00
29	-393,20	393,20	22.317,74	0,00
30	-1.261,84	1.261,84	21.055,90	0,00
31	-763,04	763,04	20.292,86	0,00
32	-96,41	96,41	20.196,45	0,00
33	22,31	0,00	20.218,76	0,00
34	41,33	0,00	20.260,10	0,00
35	217,43	0,00	20.477,52	0,00
36	-56,20	56,20	20.421,32	0,00
37	-519,23	519,23	19.902,09	0,00
38	-302,42	302,42	19.599,67	0,00
39	304,22	0,00	19.903,89	0,00
40	14.873,29	0,00	34.777,18	0,00
41	952,77	0,00	35.729,95	0,00
42	25,09	0,00	35.755,04	0,00
43	24,52	0,00	35.779,55	0,00
44	163,12	0,00	35.942,68	0,00
45	-496,27	496,27	35.446,41	0,00
46	-865,88	865,88	34.580,54	0,00
47	-142,30	142,30	34.438,23	0,00
48	136,81	0,00	34.575,05	0,00
49	93,85	0,00	34.668,89	0,00
50	199,74	0,00	34.868,64	0,00
51	239,65	0,00	35.108,29	0,00
52	-8.901,13	8.901,13	26.207,16	0,00
53	26.645,52	0,00	52.852,68	0,00
54	-72.994,21	72.994,21	-20.141,54	20.141,54
55	-31,00	31,00	-20.172,53	20.172,53
56	-58.659,53	58.659,53	-78.832,05	78.832,05
57	38.085,13	0,00	-40.746,93	40.746,93
58	-2.371,68	2.371,68	-43.118,61	43.118,61
59	9.761,06	0,00	-33.357,55	33.357,55
60	-17.161,22	17.161,22	-50.518,77	50.518,77
61	7.814,41	0,00	-42.704,36	42.704,36
62	-33.559,80	33.559,80	-76.264,16	76.264,16
63	8.391,97	0,00	-67.872,19	67.872,19
64	24.974,07	0,00	-42.898,11	42.898,11
65	40.101,62	0,00	-2.796,49	2.796,49
66	86.425,79	0,00	83.629,30	0,00
67	-55.710,51	55.710,51	27.918,78	0,00
68	2,92	0,00	27.921,71	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>27.921,71</b>	<b>255.031,00</b>	<b>599.612,72</b>	<b>519.423,29</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 2,1

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	806,22	0,00	806,22	0,00
3	-71,34	71,34	734,88	0,00
4	-185,45	185,45	549,43	0,00
5	-21,13	21,13	528,30	0,00
6	-115,07	115,07	413,23	0,00
7	-218,91	218,91	194,32	0,00
8	53,20	0,00	247,52	0,00
9	930,13	0,00	1.177,64	0,00
10	255,82	0,00	1.433,47	0,00
11	56,81	0,00	1.490,27	0,00
12	50,34	0,00	1.540,62	0,00
13	125,26	0,00	1.665,87	0,00
14	1.122,83	0,00	2.788,70	0,00
15	2.949,98	0,00	5.738,68	0,00
16	272,12	0,00	6.010,80	0,00
17	221,50	0,00	6.232,31	0,00
18	791,20	0,00	7.023,50	0,00
19	632,92	0,00	7.656,42	0,00
20	1.457,49	0,00	9.113,91	0,00
21	8.828,55	0,00	17.942,46	0,00
22	1.991,94	0,00	19.934,40	0,00
23	680,91	0,00	20.615,30	0,00
24	191,94	0,00	20.807,24	0,00
25	88,81	0,00	20.896,06	0,00
26	-107,71	107,71	20.788,35	0,00
27	-688,14	688,14	20.100,21	0,00
28	-424,78	424,78	19.675,43	0,00
29	-581,27	581,27	19.094,16	0,00
30	-2.417,54	2.417,54	16.676,62	0,00
31	-1.094,08	1.094,08	15.582,54	0,00
32	-127,08	127,08	15.455,46	0,00
33	15,86	0,00	15.471,32	0,00
34	18,67	0,00	15.489,99	0,00
35	169,78	0,00	15.659,77	0,00
36	21,30	0,00	15.681,07	0,00
37	-1.534,70	1.534,70	14.146,37	0,00
38	-457,37	457,37	13.689,00	0,00
39	309,76	0,00	13.998,75	0,00
40	15.469,23	0,00	29.467,98	0,00
41	728,61	0,00	30.196,60	0,00
42	-16,64	16,64	30.179,95	0,00
43	8,44	0,00	30.188,39	0,00
44	154,34	0,00	30.342,73	0,00
45	-699,49	699,49	29.643,24	0,00
46	-1.197,77	1.197,77	28.445,47	0,00
47	-178,43	178,43	28.267,04	0,00
48	211,59	0,00	28.478,63	0,00
49	156,81	0,00	28.635,44	0,00
50	320,91	0,00	28.956,35	0,00
51	682,43	0,00	29.638,78	0,00
52	-7.884,76	7.884,76	21.754,03	0,00
53	23.491,48	0,00	45.245,50	0,00
54	-65.180,61	65.180,61	-19.935,11	19.935,11
55	560,91	0,00	-19.374,20	19.374,20
56	-48.514,68	48.514,68	-67.888,89	67.888,89
57	36.732,81	0,00	-31.156,08	31.156,08
58	-3.997,29	3.997,29	-35.153,37	35.153,37
59	24.942,10	0,00	-10.211,27	10.211,27
60	-22.859,37	22.859,37	-33.070,64	33.070,64
61	25.796,22	0,00	-7.274,41	7.274,41
62	1.294,22	0,00	-5.980,19	5.980,19
63	41.044,14	0,00	35.063,94	0,00
64	34.754,53	0,00	69.818,47	0,00
65	41.081,04	0,00	110.899,50	0,00
66	107.045,20	0,00	217.944,70	0,00
67	-97.912,59	97.912,59	120.032,10	0,00
68	13,18	0,00	120.045,30	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>120.045,31</b>	<b>256.486,20</b>	<b>1.250.250,58</b>	<b>230.044,17</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,5

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.257,69	0,00	1.257,69	0,00
3	26,57	0,00	1.284,26	0,00
4	-13,46	13,46	1.270,80	0,00
5	57,64	0,00	1.328,44	0,00
6	14,95	0,00	1.343,39	0,00
7	-9,63	9,63	1.333,76	0,00
8	158,22	0,00	1.491,98	0,00
9	1.244,57	0,00	2.736,54	0,00
10	396,84	0,00	3.133,39	0,00
11	113,09	0,00	3.246,48	0,00
12	109,47	0,00	3.355,95	0,00
13	226,59	0,00	3.582,54	0,00
14	1.226,59	0,00	4.809,13	0,00
15	2.184,07	0,00	6.993,20	0,00
16	334,08	0,00	7.327,28	0,00
17	254,65	0,00	7.581,92	0,00
18	745,77	0,00	8.327,69	0,00
19	610,85	0,00	8.938,55	0,00
20	1.437,40	0,00	10.375,95	0,00
21	3.493,70	0,00	13.869,65	0,00
22	905,76	0,00	14.775,41	0,00
23	281,50	0,00	15.056,91	0,00
24	66,30	0,00	15.123,20	0,00
25	12,91	0,00	15.136,12	0,00
26	-96,10	96,10	15.040,02	0,00
27	-283,02	283,02	14.757,00	0,00
28	-195,90	195,90	14.561,10	0,00
29	-297,46	297,46	14.263,64	0,00
30	-711,64	711,64	13.552,01	0,00
31	-778,37	778,37	12.773,64	0,00
32	-195,18	195,18	12.578,46	0,00
33	-94,32	94,32	12.484,14	0,00
34	-119,59	119,59	12.364,55	0,00
35	-8,13	8,13	12.356,42	0,00
36	-159,02	159,02	12.197,40	0,00
37	-451,92	451,92	11.745,47	0,00
38	-406,13	406,13	11.339,34	0,00
39	173,90	0,00	11.513,24	0,00
40	4.355,82	0,00	15.869,06	0,00
41	332,63	0,00	16.201,69	0,00
42	-207,47	207,47	15.994,22	0,00
43	-235,70	235,70	15.758,52	0,00
44	-120,17	120,17	15.638,35	0,00
45	-548,49	548,49	15.089,85	0,00
46	-735,89	735,89	14.353,96	0,00
47	-253,47	253,47	14.100,50	0,00
48	-67,55	67,55	14.032,95	0,00
49	-107,13	107,13	13.925,82	0,00
50	-71,89	71,89	13.853,93	0,00
51	-4,34	4,34	13.849,59	0,00
52	-5.426,37	5.426,37	8.423,22	0,00
53	4.870,39	0,00	13.293,61	0,00
54	-48.768,36	48.768,36	-35.474,75	35.474,75
55	201,94	0,00	-35.272,80	35.272,80
56	-32.019,93	32.019,93	-67.292,73	67.292,73
57	27.393,27	0,00	-39.899,47	39.899,47
58	1.501,02	0,00	-38.398,45	38.398,45
59	6.978,16	0,00	-31.420,29	31.420,29
60	-18.013,64	18.013,64	-49.433,94	49.433,94
61	1.527,99	0,00	-47.905,95	47.905,95
62	-24.285,49	24.285,49	-72.191,44	72.191,44
63	3.510,29	0,00	-68.681,15	68.681,15
64	29.137,25	0,00	-39.543,90	39.543,90
65	39.704,55	0,00	160,65	0,00
66	17.439,73	0,00	17.600,39	0,00
67	-22.590,67	22.590,67	-4.990,28	4.990,28
68	-3,72	3,72	-4.994,00	4.994,00
<b>Total sedimen</b>	<b>-4.994,00</b>	<b>157.280,14</b>	<b>17.853,82</b>	<b>535.499,15</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,6

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.177,45	0,00	1.177,45	0,00
3	16,27	0,00	1.193,72	0,00
4	-22,06	22,06	1.171,66	0,00
5	44,98	0,00	1.216,64	0,00
6	3,44	0,00	1.220,08	0,00
7	-20,90	20,90	1.199,17	0,00
8	135,84	0,00	1.335,02	0,00
9	1.225,75	0,00	2.560,76	0,00
10	375,01	0,00	2.935,77	0,00
11	100,52	0,00	3.036,30	0,00
12	96,35	0,00	3.132,65	0,00
13	203,48	0,00	3.336,12	0,00
14	1.306,41	0,00	4.642,53	0,00
15	2.650,66	0,00	7.293,19	0,00
16	361,79	0,00	7.654,98	0,00
17	285,60	0,00	7.940,58	0,00
18	880,92	0,00	8.821,50	0,00
19	715,10	0,00	9.536,60	0,00
20	1.851,06	0,00	11.387,66	0,00
21	5.689,87	0,00	17.077,53	0,00
22	1.366,54	0,00	18.444,07	0,00
23	441,61	0,00	18.885,68	0,00
24	154,72	0,00	19.040,40	0,00
25	83,16	0,00	19.123,55	0,00
26	-56,37	56,37	19.067,19	0,00
27	-260,22	260,22	18.806,97	0,00
28	-166,35	166,35	18.640,63	0,00
29	-326,05	326,05	18.314,57	0,00
30	-827,63	827,63	17.486,94	0,00
31	-759,85	759,85	16.727,09	0,00
32	-153,30	153,30	16.573,79	0,00
33	-48,50	48,50	16.525,29	0,00
34	-59,08	59,08	16.466,21	0,00
35	95,73	0,00	16.561,94	0,00
36	-125,98	125,98	16.435,96	0,00
37	-440,00	440,00	15.995,96	0,00
38	-375,76	375,76	15.620,20	0,00
39	257,06	0,00	15.877,26	0,00
40	6.861,31	0,00	22.738,57	0,00
41	380,09	0,00	23.118,66	0,00
42	-190,86	190,86	22.927,80	0,00
43	-217,73	217,73	22.710,07	0,00
44	-100,16	100,16	22.609,92	0,00
45	-628,28	628,28	21.981,64	0,00
46	-815,82	815,82	21.165,82	0,00
47	-315,44	315,44	20.850,38	0,00
48	-64,09	64,09	20.786,29	0,00
49	-95,92	95,92	20.690,37	0,00
50	-44,66	44,66	20.645,71	0,00
51	-5,74	5,74	20.639,97	0,00
52	-6.274,71	6.274,71	14.365,26	0,00
53	8.514,02	0,00	22.879,28	0,00
54	-59.011,09	59.011,09	-36.131,82	36.131,82
55	116,26	0,00	-36.015,55	36.015,55
56	-42.679,37	42.679,37	-78.694,92	78.694,92
57	29.617,03	0,00	-49.077,89	49.077,89
58	-3.015,98	3.015,98	-52.093,88	52.093,88
59	7.173,12	0,00	-44.920,76	44.920,76
60	-23.163,84	23.163,84	-68.084,60	68.084,60
61	1.996,43	0,00	-66.088,18	66.088,18
62	-25.341,27	25.341,27	-91.429,45	91.429,45
63	8.747,02	0,00	-82.682,42	82.682,42
64	26.614,96	0,00	-56.067,46	56.067,46
65	45.004,99	0,00	-11.062,48	11.062,48
66	34.369,51	0,00	23.307,04	0,00
67	-27.262,86	27.262,86	-3.955,83	3.955,83
68	-2,85	2,85	-3.958,67	3.958,67
<b>Total sedimen</b>	<b>-3.958,67</b>	<b>192.872,70</b>	<b>53.616,45</b>	<b>680.263,91</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,7

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.101,75	0,00	1.101,75	0,00
3	6,84	0,00	1.108,59	0,00
4	-29,91	29,91	1.078,68	0,00
5	34,57	0,00	1.113,25	0,00
6	-5,41	5,41	1.107,84	0,00
7	-29,63	29,63	1.078,20	0,00
8	118,45	0,00	1.196,65	0,00
9	1.212,13	0,00	2.408,78	0,00
10	359,47	0,00	2.768,25	0,00
11	91,03	0,00	2.859,28	0,00
12	87,76	0,00	2.947,04	0,00
13	189,81	0,00	3.136,85	0,00
14	1.338,61	0,00	4.475,46	0,00
15	2.928,80	0,00	7.404,27	0,00
16	365,19	0,00	7.769,46	0,00
17	298,53	0,00	8.067,99	0,00
18	925,86	0,00	8.993,86	0,00
19	747,94	0,00	9.741,80	0,00
20	1.780,28	0,00	11.522,08	0,00
21	8.623,03	0,00	20.145,10	0,00
22	1.725,22	0,00	21.870,32	0,00
23	641,20	0,00	22.511,52	0,00
24	245,75	0,00	22.757,27	0,00
25	148,09	0,00	22.905,36	0,00
26	-27,52	27,52	22.877,84	0,00
27	-247,81	247,81	22.630,03	0,00
28	-149,69	149,69	22.480,34	0,00
29	-318,05	318,05	22.162,29	0,00
30	-889,90	889,90	21.272,40	0,00
31	-750,16	750,16	20.522,23	0,00
32	-123,02	123,02	20.399,22	0,00
33	-13,17	13,17	20.386,05	0,00
34	-10,21	10,21	20.375,84	0,00
35	203,16	0,00	20.579,00	0,00
36	-94,39	94,39	20.484,60	0,00
37	-427,77	427,77	20.056,84	0,00
38	-346,01	346,01	19.710,83	0,00
39	301,71	0,00	20.012,54	0,00
40	10.426,74	0,00	30.439,28	0,00
41	474,50	0,00	30.913,79	0,00
42	-146,63	146,63	30.767,16	0,00
43	-166,92	166,92	30.600,23	0,00
44	-46,96	46,96	30.553,28	0,00
45	-681,07	681,07	29.872,21	0,00
46	-945,50	945,50	28.926,71	0,00
47	-282,41	282,41	28.644,31	0,00
48	-22,58	22,58	28.621,72	0,00
49	-50,51	50,51	28.571,21	0,00
50	38,97	0,00	28.610,19	0,00
51	57,77	0,00	28.667,96	0,00
52	-5.851,56	5.851,56	22.816,40	0,00
53	13.332,68	0,00	36.149,08	0,00
54	-68.795,78	68.795,78	-32.646,70	32.646,70
55	205,66	0,00	-32.441,04	32.441,04
56	-53.442,77	53.442,77	-85.883,82	85.883,82
57	31.365,82	0,00	-54.518,00	54.518,00
58	-5.721,92	5.721,92	-60.239,92	60.239,92
59	8.376,08	0,00	-51.863,84	51.863,84
60	-27.874,03	27.874,03	-79.737,88	79.737,88
61	2.242,56	0,00	-77.495,31	77.495,31
62	-27.512,08	27.512,08	-105.007,40	105.007,40
63	12.646,16	0,00	-92.361,24	92.361,24
64	23.380,06	0,00	-68.981,18	68.981,18
65	50.141,61	0,00	-18.839,57	18.839,57
66	53.164,74	0,00	34.325,17	0,00
67	-33.067,18	33.067,18	1.257,99	0,00
68	-2,89	2,89	1.255,10	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>1.255,11</b>	<b>228.073,44</b>	<b>174.995,59</b>	<b>760.015,90</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,71

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.094,46	0,00	1.094,46	0,00
3	5,97	0,00	1.100,43	0,00
4	-30,61	30,61	1.069,82	0,00
5	33,68	0,00	1.103,50	0,00
6	-6,17	6,17	1.097,33	0,00
7	-30,37	30,37	1.066,96	0,00
8	117,09	0,00	1.184,05	0,00
9	1.212,88	0,00	2.396,94	0,00
10	358,82	0,00	2.755,75	0,00
11	90,48	0,00	2.846,23	0,00
12	87,45	0,00	2.933,68	0,00
13	189,76	0,00	3.123,45	0,00
14	1.343,32	0,00	4.466,76	0,00
15	2.952,67	0,00	7.419,43	0,00
16	365,16	0,00	7.784,59	0,00
17	300,02	0,00	8.084,61	0,00
18	929,35	0,00	9.013,97	0,00
19	749,19	0,00	9.763,16	0,00
20	1.764,90	0,00	11.528,06	0,00
21	8.812,51	0,00	20.340,57	0,00
22	1.784,63	0,00	22.125,21	0,00
23	670,20	0,00	22.795,41	0,00
24	260,53	0,00	23.055,94	0,00
25	159,53	0,00	23.215,47	0,00
26	-21,70	21,70	23.193,77	0,00
27	-244,51	244,51	22.949,26	0,00
28	-145,82	145,82	22.803,44	0,00
29	-316,42	316,42	22.487,02	0,00
30	-890,40	890,40	21.596,62	0,00
31	-747,88	747,88	20.848,73	0,00
32	-117,27	117,27	20.731,46	0,00
33	-6,47	6,47	20.724,98	0,00
34	-1,81	1,81	20.723,17	0,00
35	221,23	0,00	20.944,41	0,00
36	-88,87	88,87	20.855,54	0,00
37	-426,56	426,56	20.428,99	0,00
38	-341,21	341,21	20.087,78	0,00
39	317,66	0,00	20.405,44	0,00
40	10.579,08	0,00	30.984,52	0,00
41	538,27	0,00	31.522,79	0,00
42	-129,47	129,47	31.393,31	0,00
43	-148,26	148,26	31.245,05	0,00
44	-27,09	27,09	31.217,96	0,00
45	-668,83	668,83	30.549,13	0,00
46	-937,09	937,09	29.612,04	0,00
47	-271,96	271,96	29.340,08	0,00
48	-6,76	6,76	29.333,32	0,00
49	-35,11	35,11	29.298,21	0,00
50	62,27	0,00	29.360,48	0,00
51	65,49	0,00	29.425,97	0,00
52	-5.646,21	5.646,21	23.779,76	0,00
53	13.935,18	0,00	37.714,94	0,00
54	-69.722,32	69.722,32	-32.007,38	32.007,38
55	218,08	0,00	-31.789,30	31.789,30
56	-55.005,38	55.005,38	-86.794,68	86.794,68
57	31.717,25	0,00	-55.077,43	55.077,43
58	-6.818,48	6.818,48	-61.895,91	61.895,91
59	8.276,21	0,00	-53.619,70	53.619,70
60	-28.300,26	28.300,26	-81.919,96	81.919,96
61	2.885,81	0,00	-79.034,15	79.034,15
62	-30.636,48	30.636,48	-109.670,60	109.670,60
63	12.225,79	0,00	-97.444,84	97.444,84
64	24.147,46	0,00	-73.297,38	73.297,38
65	47.547,24	0,00	-25.750,14	25.750,14
66	58.522,64	0,00	32.772,50	0,00
67	-32.594,71	32.594,71	177,79	0,00
68	-2,70	2,70	175,09	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>175,08</b>	<b>234.367,19</b>	<b>159.747,86</b>	<b>788.301,47</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,72

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.087,39	0,00	1.087,39	0,00
3	5,13	0,00	1.092,52	0,00
4	-31,28	31,28	1.061,23	0,00
5	32,84	0,00	1.094,07	0,00
6	-6,89	6,89	1.087,18	0,00
7	-31,06	31,06	1.056,12	0,00
8	115,85	0,00	1.171,97	0,00
9	1.214,14	0,00	2.386,10	0,00
10	358,26	0,00	2.744,37	0,00
11	90,00	0,00	2.834,37	0,00
12	87,25	0,00	2.921,62	0,00
13	189,97	0,00	3.111,58	0,00
14	1.348,96	0,00	4.460,54	0,00
15	2.975,87	0,00	7.436,41	0,00
16	364,99	0,00	7.801,40	0,00
17	301,42	0,00	8.102,82	0,00
18	932,63	0,00	9.035,45	0,00
19	750,65	0,00	9.786,11	0,00
20	1.744,33	0,00	11.530,44	0,00
21	8.920,55	0,00	20.450,99	0,00
22	1.863,10	0,00	22.314,08	0,00
23	708,94	0,00	23.023,03	0,00
24	281,29	0,00	23.304,32	0,00
25	176,31	0,00	23.480,63	0,00
26	-12,75	12,75	23.467,87	0,00
27	-239,20	239,20	23.228,67	0,00
28	-139,40	139,40	23.089,27	0,00
29	-312,49	312,49	22.776,78	0,00
30	-888,10	888,10	21.888,68	0,00
31	-744,23	744,23	21.144,46	0,00
32	-110,29	110,29	21.034,17	0,00
33	1,74	0,00	21.035,91	0,00
34	8,66	0,00	21.044,57	0,00
35	245,65	0,00	21.290,21	0,00
36	-81,29	81,29	21.208,93	0,00
37	-423,53	423,53	20.785,40	0,00
38	-335,34	335,34	20.450,06	0,00
39	340,52	0,00	20.790,58	0,00
40	10.773,50	0,00	31.564,08	0,00
41	574,16	0,00	32.138,23	0,00
42	-119,92	119,92	32.018,32	0,00
43	-137,36	137,36	31.880,96	0,00
44	-15,36	15,36	31.865,59	0,00
45	-660,18	660,18	31.205,41	0,00
46	-932,39	932,39	30.273,02	0,00
47	-265,93	265,93	30.007,09	0,00
48	-0,07	0,07	30.007,02	0,00
49	-27,62	27,62	29.979,41	0,00
50	78,74	0,00	30.058,15	0,00
51	156,51	0,00	30.214,65	0,00
52	-5.486,08	5.486,08	24.728,57	0,00
53	14.591,22	0,00	39.319,79	0,00
54	-70.604,86	70.604,86	-31.285,07	31.285,07
55	215,91	0,00	-31.069,16	31.069,16
56	-56.097,19	56.097,19	-87.166,34	87.166,34
57	31.939,98	0,00	-55.226,37	55.226,37
58	-6.685,29	6.685,29	-61.911,66	61.911,66
59	8.614,68	0,00	-53.296,98	53.296,98
60	-30.230,21	30.230,21	-83.527,20	83.527,20
61	1.954,46	0,00	-81.572,73	81.572,73
62	-28.758,54	28.758,54	-110.331,30	110.331,30
63	12.703,61	0,00	-97.627,66	97.627,66
64	22.970,95	0,00	-74.656,71	74.656,71
65	48.433,81	0,00	-26.222,90	26.222,90
66	60.366,77	0,00	34.143,88	0,00
67	-33.157,16	33.157,16	986,72	0,00
68	5,11	0,00	991,82	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>991,82</b>	<b>236.534,00</b>	<b>173.098,91</b>	<b>793.894,08</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,73

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.080,26	0,00	1.080,26	0,00
3	4,28	0,00	1.084,53	0,00
4	-31,98	31,98	1.052,56	0,00
5	31,96	0,00	1.084,52	0,00
6	-7,63	7,63	1.076,89	0,00
7	-31,77	31,77	1.045,12	0,00
8	114,56	0,00	1.159,68	0,00
9	1.215,45	0,00	2.375,13	0,00
10	357,81	0,00	2.732,93	0,00
11	89,55	0,00	2.822,49	0,00
12	87,06	0,00	2.909,54	0,00
13	190,21	0,00	3.099,75	0,00
14	1.355,63	0,00	4.455,38	0,00
15	3.000,39	0,00	7.455,77	0,00
16	364,71	0,00	7.820,48	0,00
17	302,51	0,00	8.123,00	0,00
18	936,23	0,00	9.059,22	0,00
19	752,37	0,00	9.811,60	0,00
20	1.722,42	0,00	11.534,01	0,00
21	9.027,33	0,00	20.561,34	0,00
22	1.915,74	0,00	22.477,08	0,00
23	739,70	0,00	23.216,78	0,00
24	296,56	0,00	23.513,34	0,00
25	188,06	0,00	23.701,39	0,00
26	-6,93	6,93	23.694,46	0,00
27	-235,93	235,93	23.458,53	0,00
28	-135,20	135,20	23.323,33	0,00
29	-310,29	310,29	23.013,04	0,00
30	-886,92	886,92	22.126,12	0,00
31	-741,62	741,62	21.384,50	0,00
32	-104,58	104,58	21.279,92	0,00
33	8,44	0,00	21.288,36	0,00
34	17,19	0,00	21.305,55	0,00
35	264,05	0,00	21.569,60	0,00
36	-75,04	75,04	21.494,56	0,00
37	-420,87	420,87	21.073,69	0,00
38	-329,59	329,59	20.744,10	0,00
39	358,19	0,00	21.102,29	0,00
40	10.998,60	0,00	32.100,89	0,00
41	618,78	0,00	32.719,67	0,00
42	-107,19	107,19	32.612,48	0,00
43	-123,31	123,31	32.489,17	0,00
44	-0,77	0,77	32.488,39	0,00
45	-658,45	658,45	31.829,94	0,00
46	-932,85	932,85	30.897,08	0,00
47	-262,97	262,97	30.634,12	0,00
48	11,00	0,00	30.645,11	0,00
49	-17,35	17,35	30.627,76	0,00
50	96,11	0,00	30.723,87	0,00
51	46,38	0,00	30.770,25	0,00
52	-5.100,01	5.100,01	25.670,25	0,00
53	15.302,57	0,00	40.972,81	0,00
54	-71.558,01	71.558,01	-30.585,20	30.585,20
55	10,27	0,00	-30.574,93	30.574,93
56	-57.146,52	57.146,52	-87.721,45	87.721,45
57	32.438,10	0,00	-55.283,34	55.283,34
58	-7.339,08	7.339,08	-62.622,42	62.622,42
59	8.986,76	0,00	-53.635,66	53.635,66
60	-30.949,73	30.949,73	-84.585,39	84.585,39
61	2.112,99	0,00	-82.472,40	82.472,40
62	-28.765,22	28.765,22	-111.237,60	111.237,60
63	13.132,87	0,00	-98.104,75	98.104,75
64	24.421,90	0,00	-73.682,85	73.682,85
65	47.507,95	0,00	-26.174,90	26.174,90
66	61.678,88	0,00	35.503,98	0,00
67	-34.107,10	34.107,10	1.396,88	0,00
68	4,65	0,00	1.401,53	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>1.401,53</b>	<b>240.386,92</b>	<b>186.914,11</b>	<b>796.680,89</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,74

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.074,05	0,00	1.074,05	0,00
3	3,39	0,00	1.077,44	0,00
4	-32,74	32,74	1.044,70	0,00
5	30,97	0,00	1.075,67	0,00
6	-8,41	8,41	1.067,26	0,00
7	-32,53	32,53	1.034,73	0,00
8	113,17	0,00	1.147,90	0,00
9	1.216,82	0,00	2.364,72	0,00
10	357,48	0,00	2.722,20	0,00
11	89,32	0,00	2.811,52	0,00
12	87,17	0,00	2.898,69	0,00
13	190,46	0,00	3.089,15	0,00
14	1.361,91	0,00	4.451,05	0,00
15	3.024,67	0,00	7.475,73	0,00
16	364,52	0,00	7.840,25	0,00
17	303,82	0,00	8.144,07	0,00
18	940,20	0,00	9.084,26	0,00
19	753,94	0,00	9.838,21	0,00
20	1.708,17	0,00	11.546,38	0,00
21	9.053,09	0,00	20.599,46	0,00
22	1.975,56	0,00	22.575,03	0,00
23	770,39	0,00	23.345,42	0,00
24	312,57	0,00	23.657,99	0,00
25	200,85	0,00	23.858,84	0,00
26	-0,39	0,39	23.858,45	0,00
27	-232,12	232,12	23.626,33	0,00
28	-130,36	130,36	23.495,97	0,00
29	-307,56	307,56	23.188,41	0,00
30	-886,55	886,55	22.301,87	0,00
31	-738,69	738,69	21.563,18	0,00
32	-97,99	97,99	21.465,18	0,00
33	15,91	0,00	21.481,09	0,00
34	26,89	0,00	21.507,98	0,00
35	284,65	0,00	21.792,64	0,00
36	-68,36	68,36	21.724,27	0,00
37	-417,77	417,77	21.306,50	0,00
38	-323,15	323,15	20.983,35	0,00
39	379,51	0,00	21.362,85	0,00
40	11.248,63	0,00	32.611,49	0,00
41	667,91	0,00	33.279,40	0,00
42	-94,39	94,39	33.185,01	0,00
43	-108,67	108,67	33.076,34	0,00
44	14,57	0,00	33.090,91	0,00
45	-640,02	640,02	32.450,90	0,00
46	-922,63	922,63	31.528,26	0,00
47	-249,31	249,31	31.278,95	0,00
48	21,40	0,00	31.300,35	0,00
49	-6,34	6,34	31.294,02	0,00
50	113,91	0,00	31.407,93	0,00
51	5,80	0,00	31.413,73	0,00
52	-4.800,82	4.800,82	26.612,91	0,00
53	16.059,90	0,00	42.672,80	0,00
54	-72.443,00	72.443,00	-29.770,20	29.770,20
55	237,56	0,00	-29.532,64	29.532,64
56	-58.064,21	58.064,21	-87.596,85	87.596,85
57	32.494,47	0,00	-55.102,38	55.102,38
58	-6.433,96	6.433,96	-61.536,34	61.536,34
59	9.143,06	0,00	-52.393,27	52.393,27
60	-31.264,58	31.264,58	-83.657,85	83.657,85
61	2.880,34	0,00	-80.777,50	80.777,50
62	-30.139,02	30.139,02	-110.916,50	110.916,50
63	10.574,14	0,00	-100.342,40	100.342,40
64	23.282,02	0,00	-77.060,37	77.060,37
65	41.790,90	0,00	-35.269,47	35.269,47
66	69.378,12	0,00	34.108,65	0,00
67	-33.282,97	33.282,97	825,68	0,00
68	-1,77	1,77	823,91	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>823,91</b>	<b>241.728,32</b>	<b>190.488,24</b>	<b>803.955,77</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,75

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.066,84	0,00	1.066,84	0,00
3	2,53	0,00	1.069,37	0,00
4	-33,45	33,45	1.035,92	0,00
5	30,05	0,00	1.065,97	0,00
6	-9,18	9,18	1.056,79	0,00
7	-33,26	33,26	1.023,54	0,00
8	111,87	0,00	1.135,40	0,00
9	1.217,92	0,00	2.353,33	0,00
10	356,95	0,00	2.710,27	0,00
11	88,84	0,00	2.799,12	0,00
12	86,98	0,00	2.886,09	0,00
13	190,80	0,00	3.076,89	0,00
14	1.367,41	0,00	4.444,30	0,00
15	3.049,29	0,00	7.493,59	0,00
16	364,37	0,00	7.857,96	0,00
17	305,20	0,00	8.163,15	0,00
18	944,12	0,00	9.107,27	0,00
19	754,92	0,00	9.862,19	0,00
20	1.691,95	0,00	11.554,14	0,00
21	9.117,40	0,00	20.671,53	0,00
22	2.011,10	0,00	22.682,63	0,00
23	793,50	0,00	23.476,13	0,00
24	323,91	0,00	23.800,04	0,00
25	209,31	0,00	24.009,35	0,00
26	3,40	0,00	24.012,75	0,00
27	-230,24	230,24	23.782,51	0,00
28	-127,90	127,90	23.654,61	0,00
29	-306,57	306,57	23.348,04	0,00
30	-886,55	886,55	22.461,49	0,00
31	-739,25	739,25	21.722,24	0,00
32	-94,02	94,02	21.628,22	0,00
33	20,83	0,00	21.649,05	0,00
34	33,45	0,00	21.682,50	0,00
35	299,78	0,00	21.982,28	0,00
36	-63,84	63,84	21.918,44	0,00
37	-415,80	415,80	21.502,64	0,00
38	-318,90	318,90	21.183,74	0,00
39	392,08	0,00	21.575,82	0,00
40	11.471,79	0,00	33.047,61	0,00
41	715,61	0,00	33.763,22	0,00
42	-82,11	82,11	33.681,11	0,00
43	-94,55	94,55	33.586,55	0,00
44	29,54	0,00	33.616,10	0,00
45	-631,28	631,28	32.984,82	0,00
46	-909,25	909,25	32.075,56	0,00
47	-242,36	242,36	31.833,21	0,00
48	33,64	0,00	31.866,84	0,00
49	3,81	0,00	31.870,65	0,00
50	130,53	0,00	32.001,18	0,00
51	43,21	0,00	32.044,39	0,00
52	-4.533,13	4.533,13	27.511,26	0,00
53	16.862,50	0,00	44.373,76	0,00
54	-73.342,67	73.342,67	-28.968,91	28.968,91
55	248,61	0,00	-28.720,30	28.720,30
56	-57.912,85	57.912,85	-86.633,16	86.633,16
57	32.179,01	0,00	-54.454,14	54.454,14
58	-2.904,55	2.904,55	-57.358,70	57.358,70
59	8.552,20	0,00	-48.806,50	48.806,50
60	-29.461,49	29.461,49	-78.267,99	78.267,99
61	1.797,76	0,00	-76.470,23	76.470,23
62	-28.679,66	28.679,66	-105.149,90	105.149,90
63	7.626,03	0,00	-97.523,86	97.523,86
64	31.425,43	0,00	-66.098,43	66.098,43
65	41.677,44	0,00	-24.420,99	24.420,99
66	63.475,41	0,00	39.054,41	0,00
67	-37.210,72	37.210,72	1.843,69	0,00
68	-2,08	2,08	1.841,61	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>1.841,62</b>	<b>239.265,66</b>	<b>260.629,00</b>	<b>752.873,11</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,76

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.056,50	0,00	1.056,50	0,00
3	1,27	0,00	1.057,76	0,00
4	-34,66	34,66	1.023,10	0,00
5	28,22	0,00	1.051,32	0,00
6	-10,55	10,55	1.040,77	0,00
7	-34,59	34,59	1.006,18	0,00
8	109,19	0,00	1.115,37	0,00
9	1.209,03	0,00	2.324,40	0,00
10	353,75	0,00	2.678,15	0,00
11	86,89	0,00	2.765,04	0,00
12	84,91	0,00	2.849,95	0,00
13	187,95	0,00	3.037,90	0,00
14	1.350,11	0,00	4.388,01	0,00
15	3.033,40	0,00	7.421,40	0,00
16	360,18	0,00	7.781,59	0,00
17	301,17	0,00	8.082,76	0,00
18	930,32	0,00	9.013,08	0,00
19	743,56	0,00	9.756,64	0,00
20	1.646,30	0,00	11.402,94	0,00
21	9.120,36	0,00	20.523,31	0,00
22	2.018,07	0,00	22.541,38	0,00
23	795,41	0,00	23.336,79	0,00
24	322,48	0,00	23.659,27	0,00
25	207,99	0,00	23.867,26	0,00
26	1,19	0,00	23.868,45	0,00
27	-233,87	233,87	23.634,58	0,00
28	-131,42	131,42	23.503,16	0,00
29	-307,37	307,37	23.195,79	0,00
30	-948,03	948,03	22.247,76	0,00
31	-736,35	736,35	21.511,41	0,00
32	-87,37	87,37	21.424,04	0,00
33	28,26	0,00	21.452,31	0,00
34	42,41	0,00	21.494,72	0,00
35	320,00	0,00	21.814,72	0,00
36	-56,91	56,91	21.757,80	0,00
37	-412,45	412,45	21.345,36	0,00
38	-311,88	311,88	21.033,48	0,00
39	407,22	0,00	21.440,70	0,00
40	11.806,29	0,00	33.246,99	0,00
41	782,47	0,00	34.029,45	0,00
42	-64,24	64,24	33.965,21	0,00
43	-74,33	74,33	33.890,88	0,00
44	50,97	0,00	33.941,85	0,00
45	-619,57	619,57	33.322,28	0,00
46	-899,74	899,74	32.422,54	0,00
47	-229,70	229,70	32.192,84	0,00
48	50,80	0,00	32.243,64	0,00
49	20,46	0,00	32.264,10	0,00
50	159,73	0,00	32.423,83	0,00
51	53,41	0,00	32.477,24	0,00
52	-4.027,15	4.027,15	28.450,09	0,00
53	17.809,20	0,00	46.259,29	0,00
54	-74.160,66	74.160,66	-27.901,36	27.901,36
55	261,81	0,00	-27.639,55	27.639,55
56	-61.252,39	61.252,39	-88.891,95	88.891,95
57	32.838,39	0,00	-56.053,56	56.053,56
58	-3.823,76	3.823,76	-59.877,32	59.877,32
59	8.757,59	0,00	-51.119,73	51.119,73
60	-29.088,43	29.088,43	-80.208,17	80.208,17
61	2.302,31	0,00	-77.905,86	77.905,86
62	-29.998,99	29.998,99	-107.904,90	107.904,90
63	9.454,07	0,00	-98.450,78	98.450,78
64	27.908,69	0,00	-70.542,09	70.542,09
65	40.802,53	0,00	-29.739,56	29.739,56
66	69.247,38	0,00	39.507,81	0,00
67	-37.452,60	37.452,60	2.055,21	0,00
68	-2,39	2,39	2.052,83	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>2.052,84</b>	<b>244.999,41</b>	<b>241.016,38</b>	<b>776.234,83</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,77

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.048,92	0,00	1.048,92	0,00
3	0,70	0,00	1.049,62	0,00
4	-52,27	52,27	997,35	0,00
5	27,69	0,00	1.025,04	0,00
6	-11,31	11,31	1.013,73	0,00
7	-35,28	35,28	978,45	0,00
8	108,05	0,00	1.086,49	0,00
9	1.213,65	0,00	2.300,14	0,00
10	353,36	0,00	2.653,51	0,00
11	86,27	0,00	2.739,78	0,00
12	84,79	0,00	2.824,57	0,00
13	188,86	0,00	3.013,43	0,00
14	1.351,54	0,00	4.364,96	0,00
15	3.059,06	0,00	7.424,02	0,00
16	360,02	0,00	7.784,05	0,00
17	302,61	0,00	8.086,65	0,00
18	936,07	0,00	9.022,72	0,00
19	745,64	0,00	9.768,36	0,00
20	1.640,09	0,00	11.408,45	0,00
21	9.192,66	0,00	20.601,12	0,00
22	2.038,87	0,00	22.639,99	0,00
23	809,58	0,00	23.449,56	0,00
24	329,61	0,00	23.779,17	0,00
25	212,37	0,00	23.991,54	0,00
26	2,32	0,00	23.993,86	0,00
27	-233,73	233,73	23.760,13	0,00
28	-130,98	130,98	23.629,14	0,00
29	-308,36	308,36	23.320,78	0,00
30	-949,11	949,11	22.371,67	0,00
31	-737,17	737,17	21.634,50	0,00
32	-86,80	86,80	21.547,70	0,00
33	29,74	0,00	21.577,43	0,00
34	44,79	0,00	21.622,22	0,00
35	324,95	0,00	21.947,18	0,00
36	-51,09	51,09	21.896,08	0,00
37	-458,67	458,67	21.437,41	0,00
38	-305,10	305,10	21.132,31	0,00
39	413,98	0,00	21.546,29	0,00
40	12.014,45	0,00	33.560,73	0,00
41	832,52	0,00	34.393,25	0,00
42	-52,29	52,29	34.340,96	0,00
43	-60,40	60,40	34.280,57	0,00
44	66,08	0,00	34.346,64	0,00
45	-610,78	610,78	33.735,86	0,00
46	-893,76	893,76	32.842,10	0,00
47	-221,70	221,70	32.620,40	0,00
48	61,97	0,00	32.682,37	0,00
49	31,23	0,00	32.713,60	0,00
50	184,29	0,00	32.897,89	0,00
51	148,27	0,00	33.046,16	0,00
52	-3.835,55	3.835,55	29.210,61	0,00
53	18.739,85	0,00	47.950,46	0,00
54	-75.014,94	75.014,94	-27.064,48	27.064,48
55	274,49	0,00	-26.790,00	26.790,00
56	-63.232,20	63.232,20	-90.022,19	90.022,19
57	32.804,91	0,00	-57.217,29	57.217,29
58	-2.359,50	2.359,50	-59.576,79	59.576,79
59	8.049,37	0,00	-51.527,42	51.527,42
60	-28.061,48	28.061,48	-79.588,91	79.588,91
61	1.745,96	0,00	-77.842,94	77.842,94
62	-28.975,34	28.975,34	-106.818,30	106.818,30
63	7.340,14	0,00	-99.478,13	99.478,13
64	31.702,27	0,00	-67.775,86	67.775,86
65	43.807,77	0,00	-23.968,09	23.968,09
66	66.856,55	0,00	42.888,45	0,00
67	-38.965,41	38.965,41	3.923,04	0,00
68	-2,54	2,54	3.920,50	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>3.920,50</b>	<b>245.645,79</b>	<b>266.151,49</b>	<b>767.670,40</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,78

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.041,52	0,00	1.041,52	0,00
3	-0,18	0,18	1.041,35	0,00
4	-53,38	53,38	987,97	0,00
5	26,71	0,00	1.014,68	0,00
6	-12,11	12,11	1.002,56	0,00
7	-36,05	36,05	966,51	0,00
8	106,63	0,00	1.073,15	0,00
9	1.213,98	0,00	2.287,12	0,00
10	352,89	0,00	2.640,01	0,00
11	85,82	0,00	2.725,83	0,00
12	84,59	0,00	2.810,42	0,00
13	189,31	0,00	2.999,72	0,00
14	1.356,31	0,00	4.356,03	0,00
15	3.085,23	0,00	7.441,26	0,00
16	359,85	0,00	7.801,10	0,00
17	303,86	0,00	8.104,96	0,00
18	940,38	0,00	9.045,34	0,00
19	745,80	0,00	9.791,14	0,00
20	1.641,00	0,00	11.432,13	0,00
21	9.250,83	0,00	20.682,97	0,00
22	2.055,18	0,00	22.738,15	0,00
23	818,44	0,00	23.556,59	0,00
24	334,57	0,00	23.891,16	0,00
25	215,13	0,00	24.106,29	0,00
26	2,57	0,00	24.108,86	0,00
27	-234,21	234,21	23.874,64	0,00
28	-131,29	131,29	23.743,35	0,00
29	-309,21	309,21	23.434,14	0,00
30	-951,43	951,43	22.482,71	0,00
31	-737,62	737,62	21.745,10	0,00
32	-85,18	85,18	21.659,92	0,00
33	31,85	0,00	21.691,76	0,00
34	47,50	0,00	21.739,27	0,00
35	331,86	0,00	22.071,13	0,00
36	-49,21	49,21	22.021,91	0,00
37	-457,81	457,81	21.564,10	0,00
38	-303,34	303,34	21.260,76	0,00
39	416,14	0,00	21.676,89	0,00
40	12.235,98	0,00	33.912,87	0,00
41	873,68	0,00	34.786,55	0,00
42	-41,35	41,35	34.745,20	0,00
43	-47,94	47,94	34.697,25	0,00
44	78,98	0,00	34.776,23	0,00
45	-609,33	609,33	34.166,90	0,00
46	-901,02	901,02	33.265,89	0,00
47	-217,81	217,81	33.048,08	0,00
48	75,96	0,00	33.124,04	0,00
49	42,10	0,00	33.166,14	0,00
50	202,45	0,00	33.368,58	0,00
51	5,07	0,00	33.373,65	0,00
52	-3.466,01	3.466,01	29.907,64	0,00
53	19.700,21	0,00	49.607,86	0,00
54	-75.829,94	75.829,94	-26.222,08	26.222,08
55	298,16	0,00	-25.923,92	25.923,92
56	-64.461,64	64.461,64	-90.385,55	90.385,55
57	33.940,17	0,00	-56.445,38	56.445,38
58	-8.023,56	8.023,56	-64.468,94	64.468,94
59	9.821,57	0,00	-54.647,36	54.647,36
60	-34.111,51	34.111,51	-88.758,88	88.758,88
61	2.305,71	0,00	-86.453,16	86.453,16
62	-28.295,42	28.295,42	-114.748,60	114.748,60
63	11.655,15	0,00	-103.093,40	103.093,40
64	29.889,73	0,00	-73.203,70	73.203,70
65	41.619,33	0,00	-31.584,37	31.584,37
66	74.131,30	0,00	42.546,94	0,00
67	-38.498,00	38.498,00	4.048,93	0,00
68	-2,20	2,20	4.046,73	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>4.046,71</b>	<b>257.866,75</b>	<b>227.266,64</b>	<b>815.935,34</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,79

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.034,10	0,00	1.034,10	0,00
3	-1,05	1,05	1.033,04	0,00
4	-54,50	54,50	978,54	0,00
5	25,69	0,00	1.004,23	0,00
6	-12,94	12,94	991,29	0,00
7	-36,83	36,83	954,46	0,00
8	105,23	0,00	1.059,69	0,00
9	1.213,70	0,00	2.273,39	0,00
10	352,24	0,00	2.625,63	0,00
11	85,29	0,00	2.710,92	0,00
12	84,32	0,00	2.795,24	0,00
13	189,69	0,00	2.984,92	0,00
14	1.361,03	0,00	4.345,95	0,00
15	3.112,22	0,00	7.458,17	0,00
16	359,69	0,00	7.817,86	0,00
17	304,77	0,00	8.122,63	0,00
18	944,05	0,00	9.066,68	0,00
19	746,64	0,00	9.813,32	0,00
20	1.645,45	0,00	11.458,77	0,00
21	9.286,76	0,00	20.745,53	0,00
22	2.074,07	0,00	22.819,60	0,00
23	821,88	0,00	23.641,48	0,00
24	335,89	0,00	23.977,38	0,00
25	215,87	0,00	24.193,25	0,00
26	2,04	0,00	24.195,28	0,00
27	-235,21	235,21	23.960,07	0,00
28	-132,17	132,17	23.827,90	0,00
29	-310,81	310,81	23.517,09	0,00
30	-954,36	954,36	22.562,73	0,00
31	-738,80	738,80	21.823,93	0,00
32	-84,29	84,29	21.739,64	0,00
33	33,41	0,00	21.773,05	0,00
34	49,42	0,00	21.822,46	0,00
35	336,71	0,00	22.159,17	0,00
36	-47,76	47,76	22.111,42	0,00
37	-457,27	457,27	21.654,15	0,00
38	-301,44	301,44	21.352,71	0,00
39	422,57	0,00	21.775,29	0,00
40	12.397,75	0,00	34.173,03	0,00
41	929,08	0,00	35.102,11	0,00
42	-30,91	30,91	35.071,21	0,00
43	-35,25	35,25	35.035,95	0,00
44	92,61	0,00	35.128,56	0,00
45	-601,09	601,09	34.527,47	0,00
46	-887,84	887,84	33.639,63	0,00
47	-209,98	209,98	33.429,66	0,00
48	87,62	0,00	33.517,28	0,00
49	52,88	0,00	33.570,16	0,00
50	221,71	0,00	33.791,87	0,00
51	168,33	0,00	33.960,20	0,00
52	-3.376,55	3.376,55	30.583,66	0,00
53	20.655,69	0,00	51.239,35	0,00
54	-76.580,86	76.580,86	-25.341,51	25.341,51
55	316,77	0,00	-25.024,74	25.024,74
56	-63.329,90	63.329,90	-88.354,64	88.354,64
57	33.370,30	0,00	-54.984,34	54.984,34
58	-3.324,77	3.324,77	-58.309,11	58.309,11
59	8.911,79	0,00	-49.397,32	49.397,32
60	-25.260,08	25.260,08	-74.657,40	74.657,40
61	3.634,48	0,00	-71.022,91	71.022,91
62	-29.999,35	29.999,35	-101.022,30	101.022,30
63	10.388,89	0,00	-90.633,38	90.633,38
64	29.303,35	0,00	-61.330,02	61.330,02
65	44.310,22	0,00	-17.019,80	17.019,80
66	67.227,44	0,00	50.207,64	0,00
67	-42.058,84	42.058,84	8.148,80	0,00
68	-1,98	1,98	8.146,82	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>8.146,82</b>	<b>249.064,82</b>	<b>350.356,89</b>	<b>717.097,47</b>

Variabel A = 0,005; C = 0,25; m = 1,8

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1.026,39	0,00	1.026,39	0,00
3	-1,97	1,97	1.024,43	0,00
4	-55,68	55,68	968,75	0,00
5	24,81	0,00	993,56	0,00
6	-13,25	13,25	980,31	0,00
7	-55,47	55,47	924,83	0,00
8	104,82	0,00	1.029,66	0,00
9	1.215,06	0,00	2.244,71	0,00
10	352,03	0,00	2.596,74	0,00
11	84,92	0,00	2.681,66	0,00
12	84,18	0,00	2.765,84	0,00
13	190,27	0,00	2.956,10	0,00
14	1.363,34	0,00	4.319,44	0,00
15	3.138,65	0,00	7.458,09	0,00
16	359,46	0,00	7.817,55	0,00
17	306,06	0,00	8.123,62	0,00
18	950,50	0,00	9.074,12	0,00
19	748,38	0,00	9.822,50	0,00
20	1.650,42	0,00	11.472,92	0,00
21	9.315,26	0,00	20.788,17	0,00
22	2.092,97	0,00	22.881,14	0,00
23	824,97	0,00	23.706,11	0,00
24	336,81	0,00	24.042,92	0,00
25	215,53	0,00	24.258,45	0,00
26	0,66	0,00	24.259,11	0,00
27	-236,73	236,73	24.022,38	0,00
28	-133,66	133,66	23.888,71	0,00
29	-312,58	312,58	23.576,13	0,00
30	-956,40	956,40	22.619,73	0,00
31	-740,33	740,33	21.879,40	0,00
32	-84,37	84,37	21.795,03	0,00
33	33,48	0,00	21.828,52	0,00
34	49,56	0,00	21.878,08	0,00
35	336,96	0,00	22.215,04	0,00
36	-47,53	47,53	22.167,51	0,00
37	-457,67	457,67	21.709,84	0,00
38	-300,62	300,62	21.409,22	0,00
39	421,71	0,00	21.830,93	0,00
40	12.618,75	0,00	34.449,68	0,00
41	959,84	0,00	35.409,52	0,00
42	-23,32	23,32	35.386,20	0,00
43	-26,17	26,17	35.360,03	0,00
44	102,33	0,00	35.462,36	0,00
45	-594,46	594,46	34.867,89	0,00
46	-882,17	882,17	33.985,72	0,00
47	-203,66	203,66	33.782,06	0,00
48	95,23	0,00	33.877,29	0,00
49	59,39	0,00	33.936,68	0,00
50	238,64	0,00	34.175,32	0,00
51	260,93	0,00	34.436,25	0,00
52	-3.351,40	3.351,40	31.084,85	0,00
53	21.723,04	0,00	52.807,89	0,00
54	-77.282,91	77.282,91	-24.475,02	24.475,02
55	336,90	0,00	-24.138,12	24.138,12
56	-63.496,83	63.496,83	-87.634,95	87.634,95
57	33.237,13	0,00	-54.397,82	54.397,82
58	-1.882,78	1.882,78	-56.280,61	56.280,61
59	7.179,90	0,00	-49.100,70	49.100,70
60	-19.983,99	19.983,99	-69.084,69	69.084,69
61	3.805,20	0,00	-65.279,49	65.279,49
62	-31.013,71	31.013,71	-96.293,20	96.293,20
63	8.284,93	0,00	-88.008,27	88.008,27
64	30.277,10	0,00	-57.731,17	57.731,17
65	41.116,49	0,00	-16.614,68	16.614,68
66	68.356,77	0,00	51.742,09	0,00
67	-42.717,39	42.717,39	9.024,70	0,00
68	-1,38	1,38	9.023,32	0,00
<b>Total sedimen</b>	<b>9.023,32</b>	<b>244.856,44</b>	<b>388.810,74</b>	<b>689.038,72</b>

## **LAMPIRAN 3**

### **KALIBRASI METODE LAURSEN (COPELAND)**

Variabel *default* ( $\tau^*c = 0,039$ )

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-18,79	18,79	-18,79	18,79
3	-30,23	30,23	-49,02	49,02
4	-7,80	7,80	-56,82	56,82
5	15,86	0,00	-40,96	40,96
6	-11,74	11,74	-52,70	52,70
7	-7,47	7,47	-60,17	60,17
8	29,84	0,00	-30,33	30,33
9	20,03	0,00	-10,29	10,29
10	-5,88	5,88	-16,17	16,17
11	-8,00	8,00	-24,17	24,17
12	2,72	0,00	-21,45	21,45
13	6,41	0,00	-15,04	15,04
14	9,10	0,00	-5,94	5,94
15	3,48	0,00	-2,46	2,46
16	-5,45	5,45	-7,91	7,91
17	-0,81	0,81	-8,72	8,72
18	2,80	0,00	-5,92	5,92
19	-0,63	0,63	-6,55	6,55
20	4,76	0,00	-1,79	1,79
21	3,09	0,00	1,30	0,00
22	-1,58	1,58	-0,28	0,28
23	-5,42	5,42	-5,70	5,70
24	-5,75	5,75	-11,44	11,44
25	-2,04	2,04	-13,48	13,48
26	-16,14	16,14	-29,63	29,63
27	-30,35	30,35	-59,97	59,97
28	-3,60	3,60	-63,57	63,57
29	-364,19	364,19	-427,76	427,76
30	-537,73	537,73	-965,48	965,48
31	80,25	0,00	-885,24	885,24
32	829,14	0,00	-56,09	56,09
33	21,15	0,00	-34,94	34,94
34	5,15	0,00	-29,80	29,80
35	5,94	0,00	-23,86	23,86
36	-55,96	55,96	-79,83	79,83
37	-96,42	96,42	-176,25	176,25
38	77,85	0,00	-98,40	98,40
39	94,06	0,00	-4,34	4,34
40	6,36	0,00	2,02	0,00
41	-23,53	23,53	-21,51	21,51
42	-43,80	43,80	-65,31	65,31
43	25,60	0,00	-39,71	39,71
44	20,18	0,00	-19,53	19,53
45	-55,47	55,47	-75,00	75,00
46	-75,62	75,62	-150,62	150,62
47	63,81	0,00	-86,81	86,81
48	72,84	0,00	-13,98	13,98
49	5,53	0,00	-8,45	8,45
50	4,18	0,00	-4,27	4,27
51	0,40	0,00	-3,88	3,88
52	1,82	0,00	-2,06	2,06
53	-19,76	19,76	-21,82	21,82
54	-309,58	309,58	-331,40	331,40
55	22,67	0,00	-308,73	308,73
56	224,65	0,00	-84,08	84,08
57	62,27	0,00	-21,81	21,81
58	6,16	0,00	-15,66	15,66
59	-2,15	2,15	-17,80	17,80
60	-5,64	5,64	-23,45	23,45
61	-11,22	11,22	-34,66	34,66
62	-396,82	396,82	-431,48	431,48
63	143,89	0,00	-287,59	287,59
64	240,43	0,00	-47,16	47,16
65	26,71	0,00	-20,45	20,45
66	-6,02	6,02	-26,47	26,47
67	-33,91	33,91	-60,38	60,38
68	-7,70	7,70	-68,07	68,07
<b>Total sedimen</b>	<b>-68,07</b>	<b>2.207,18</b>	<b>-5.690,06</b>	<b>5.693,38</b>

Variabel tau\*c = 0,5

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00
29	-42,78	42,78	-42,78	42,78
30	-83,72	83,72	-126,51	126,51
31	88,11	0,00	-38,40	38,40
32	38,40	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,00	0,00	0,00	0,00
36	-1,08	1,08	-1,08	1,08
37	-5,45	5,45	-6,53	6,53
38	6,43	0,00	-0,11	0,11
39	0,11	0,00	0,00	0,00
40	0,00	0,00	0,00	0,00
41	0,00	0,00	0,00	0,00
42	-0,04	0,04	-0,04	0,04
43	0,04	0,00	0,00	0,00
44	0,00	0,00	0,00	0,00
45	0,00	0,00	0,00	0,00
46	-4,08	4,08	-4,09	4,09
47	3,61	0,00	-0,48	0,48
48	0,48	0,00	0,00	0,00
49	0,00	0,00	0,00	0,00
50	0,00	0,00	0,00	0,00
51	-4,19	4,19	-4,19	4,19
52	1,20	0,00	-2,98	2,98
53	-2,70	2,70	-5,68	5,68
54	-3,68	3,68	-9,36	9,36
55	-7,87	7,87	-17,23	17,23
56	0,09	0,00	-17,14	17,14
57	0,83	0,00	-16,31	16,31
58	4,14	0,00	-12,16	12,16
59	0,49	0,00	-11,68	11,68
60	-0,15	0,15	-11,83	11,83
61	-9,29	9,29	-21,13	21,13
62	-3,06	3,06	-24,19	24,19
63	3,29	0,00	-20,90	20,90
64	-13,45	13,45	-34,35	34,35
65	10,92	0,00	-23,43	23,43
66	-1,61	1,61	-25,04	25,04
67	-8,38	8,38	-33,42	33,42
68	-6,45	6,45	-39,87	39,87
<b>Total sedimen</b>	<b>-39,87</b>	<b>197,99</b>	<b>-550,90</b>	<b>550,90</b>

Variabel tau\*c = 5

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,00	0,00	0,00	0,00
32	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,00	0,00	0,00	0,00
36	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,00	0,00	0,00	0,00
38	0,00	0,00	0,00	0,00
39	0,00	0,00	0,00	0,00
40	0,00	0,00	0,00	0,00
41	0,00	0,00	0,00	0,00
42	0,00	0,00	0,00	0,00
43	0,00	0,00	0,00	0,00
44	0,00	0,00	0,00	0,00
45	0,00	0,00	0,00	0,00
46	0,00	0,00	0,00	0,00
47	0,00	0,00	0,00	0,00
48	0,00	0,00	0,00	0,00
49	0,00	0,00	0,00	0,00
50	0,00	0,00	0,00	0,00
51	-0,49	0,49	-0,49	0,49
52	-0,64	0,64	-1,12	1,12
53	-1,15	1,15	-2,28	2,28
54	-1,82	1,82	-4,09	4,09
55	-7,18	7,18	-11,27	11,27
56	1,24	0,00	-10,04	10,04
57	0,76	0,00	-9,28	9,28
58	-0,01	0,01	-9,29	9,29
59	-0,05	0,05	-9,34	9,34
60	-0,25	0,25	-9,58	9,58
61	-0,32	0,32	-9,90	9,90
62	-0,97	0,97	-10,87	10,87
63	-0,64	0,64	-11,51	11,51
64	-1,19	1,19	-12,70	12,70
65	0,13	0,00	-12,58	12,58
66	0,13	0,00	-12,44	12,44
67	-2,16	2,16	-14,60	14,60
68	-0,87	0,87	-15,47	15,47
<b>Total sedimen</b>	<b>-15,47</b>	<b>17,73</b>	<b>-166,85</b>	<b>166,85</b>

Variabel tau\*c = 0,01

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-69.73	69.73	-69.73	69.73
3	-99.19	99.19	-168.92	168.92
4	-50.79	50.79	-219.71	219.71
5	35.84	0.00	-183.88	183.88
6	-26.95	26.95	-210.83	210.83
7	-31.37	31.37	-242.20	242.20
8	94.34	0.00	-147.86	147.86
9	101.10	0.00	-46.76	46.76
10	-15.87	15.87	-62.64	62.64
11	-32.17	32.17	-94.81	94.81
12	2.23	0.00	-92.58	92.58
13	24.75	0.00	-67.83	67.83
14	41.33	0.00	-26.50	26.50
15	18.77	0.00	-7.73	7.73
16	-21.60	21.60	-29.33	29.33
17	-7.05	7.05	-36.37	36.37
18	11.76	0.00	-24.61	24.61
19	-1.33	1.33	-25.95	25.95
20	20.76	0.00	-5.18	5.18
21	15.30	0.00	10.12	0.00
22	-6.57	6.57	3.54	0.00
23	-26.21	26.21	-22.66	22.66
24	-29.21	29.21	-51.88	51.88
25	-10.02	10.02	-61.90	61.90
26	-58.86	58.86	-120.76	120.76
27	-115.43	115.43	-236.20	236.20
28	-46.33	46.33	-282.52	282.52
29	-660.25	660.25	-942.78	942.78
30	-995.28	995.28	-1,938.06	1,938.06
31	-182.25	182.25	-2,120.31	2,120.31
32	1,979.74	0.00	-140.57	140.57
33	-29.36	29.36	-169.93	169.93
34	39.02	0.00	-130.91	130.91
35	29.57	0.00	-101.34	101.34
36	-153.76	153.76	-255.11	255.11
37	-252.16	252.16	-507.26	507.26
38	81.07	0.00	-426.19	426.19
39	400.55	0.00	-25.64	25.64
40	41.39	0.00	15.76	0.00
41	-87.22	87.22	-71.46	71.46
42	-156.09	156.09	-227.55	227.55
43	51.78	0.00	-175.77	175.77
44	85.01	0.00	-90.77	90.77
45	-173.70	173.70	-264.47	264.47
46	-235.11	235.11	-499.58	499.58
47	100.68	0.00	-398.89	398.89
48	319.42	0.00	-79.47	79.47
49	41.82	0.00	-37.65	37.65
50	20.77	0.00	-16.88	16.88
51	31.52	0.00	14.64	0.00
52	8.48	0.00	23.12	0.00
53	-81.14	81.14	-58.03	58.03
54	-1,158.43	1,158.43	-1,216.45	1,216.45
55	21.28	0.00	-1,195.17	1,195.17
56	888.26	0.00	-306.91	306.91
57	292.14	0.00	-14.78	14.78
58	6.80	0.00	-7.98	7.98
59	-22.12	22.12	-30.10	30.10
60	-35.63	35.63	-65.72	65.72
61	-7.35	7.35	-73.07	73.07
62	-1,650.24	1,650.24	-1,723.31	1,723.31
63	641.76	0.00	-1,081.55	1,081.55
64	988.90	0.00	-92.65	92.65
65	93.88	0.00	1.23	0.00
66	-10.80	10.80	-9.57	9.57
67	-127.22	127.22	-136.79	136.79
68	-8.81	8.81	-145.60	145.60
<b>Total sedimen</b>	<b>-145.60</b>	<b>6,675.62</b>	<b>-17,249.20</b>	<b>17,317.60</b>

Variabel tau\*c = 0,001

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-421.16	421.16	-421.16	421.16
3	-395.39	395.39	-816.55	816.55
4	-379.79	379.79	-1,196.35	1,196.35
5	-161.69	161.69	-1,358.04	1,358.04
6	-203.22	203.22	-1,561.26	1,561.26
7	-213.07	213.07	-1,774.33	1,774.33
8	-8.62	8.62	-1,782.95	1,782.95
9	1,383.66	0.00	-399.29	399.29
10	-167.82	167.82	-567.10	567.10
11	-174.61	174.61	-741.72	741.72
12	-97.62	97.62	-839.34	839.34
13	-2.09	2.09	-841.43	841.43
14	324.89	0.00	-516.53	516.53
15	297.66	0.00	-218.87	218.87
16	-31.87	31.87	-250.75	250.75
17	-65.52	65.52	-316.26	316.26
18	4.10	0.00	-312.16	312.16
19	-1.05	1.05	-313.22	313.22
20	166.71	0.00	-146.51	146.51
21	208.28	0.00	61.77	0.00
22	-15.52	15.52	46.25	0.00
23	-188.78	188.78	-142.52	142.52
24	-251.61	251.61	-394.13	394.13
25	-169.39	169.39	-563.52	563.52
26	-261.49	261.49	-825.01	825.01
27	-511.68	511.68	-1,336.69	1,336.69
28	-438.01	438.01	-1,774.70	1,774.70
29	-1,087.95	1,087.95	-2,862.66	2,862.66
30	-1,844.72	1,844.72	-4,707.38	4,707.38
31	-1,069.73	1,069.73	-5,777.11	5,777.11
32	3,315.84	0.00	-2,461.26	2,461.26
33	-145.10	145.10	-2,606.36	2,606.36
34	258.04	0.00	-2,348.33	2,348.33
35	446.87	0.00	-1,901.45	1,901.45
36	-192.01	192.01	-2,093.46	2,093.46
37	-552.87	552.87	-2,646.33	2,646.33
38	-143.84	143.84	-2,790.17	2,790.17
39	2,752.42	0.00	-37.75	37.75
40	138.78	0.00	101.03	0.00
41	-500.45	500.45	-399.42	399.42
42	-822.43	822.43	-1,221.85	1,221.85
43	-298.54	298.54	-1,520.39	1,520.39
44	-2.87	2.87	-1,523.26	1,523.26
45	-484.69	484.69	-2,007.95	2,007.95
46	-901.23	901.23	-2,909.19	2,909.19
47	-342.59	342.59	-3,251.77	3,251.77
48	2,697.67	0.00	-554.10	554.10
49	-128.11	128.11	-682.21	682.21
50	182.05	0.00	-500.16	500.16
51	578.74	0.00	78.58	0.00
52	236.67	0.00	315.25	0.00
53	-473.01	473.01	-157.76	157.76
54	-7,323.99	7,323.99	-7,481.75	7,481.75
55	15.44	0.00	-7,466.30	7,466.30
56	2,964.85	0.00	-4,501.46	4,501.46
57	4,445.85	0.00	-55.60	55.60
58	148.46	0.00	92.86	0.00
59	-367.82	367.82	-274.97	274.97
60	-1,355.32	1,355.32	-1,630.28	1,630.28
61	41.39	0.00	-1,588.89	1,588.89
62	-10,406.60	10,406.60	-11,995.49	11,995.49
63	3,845.17	0.00	-8,150.32	8,150.32
64	7,459.81	0.00	-690.51	690.51
65	971.03	0.00	280.52	0.00
66	-51.04	51.04	229.47	0.00
67	-1,242.15	1,242.15	-1,012.68	1,012.68
68	-1.56	1.56	-1,014.23	1,014.23
<b>Total sedimen</b>	<b>-1,014.23</b>	<b>33,898.62</b>	<b>-109,027.47</b>	<b>110,233.20</b>

Variabel tau\*c = 0,0001

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-791.88	791.88	-791.88	791.88
3	-822.32	822.32	-1,614.20	1,614.20
4	-1,047.89	1,047.89	-2,662.09	2,662.09
5	-698.15	698.15	-3,360.24	3,360.24
6	-724.45	724.45	-4,084.69	4,084.69
7	-832.21	832.21	-4,916.90	4,916.90
8	-409.02	409.02	-5,325.92	5,325.92
9	3,390.45	0.00	-1,935.47	1,935.47
10	-210.40	210.40	-2,145.87	2,145.87
11	-372.66	372.66	-2,518.53	2,518.53
12	-397.75	397.75	-2,916.28	2,916.28
13	-261.29	261.29	-3,177.57	3,177.57
14	-126.83	126.83	-3,304.40	3,304.40
15	38.58	0.00	-3,265.82	3,265.82
16	-117.82	117.82	-3,383.64	3,383.64
17	-168.32	168.32	-3,551.96	3,551.96
18	-131.57	131.57	-3,683.53	3,683.53
19	-110.77	110.77	-3,794.31	3,794.31
20	28.24	0.00	-3,766.06	3,766.06
21	4,535.57	0.00	769.50	0.00
22	-268.65	268.65	500.85	0.00
23	-549.33	549.33	-48.48	48.48
24	-903.17	903.17	-951.64	951.64
25	-779.25	779.25	-1,730.90	1,730.90
26	-814.57	814.57	-2,545.47	2,545.47
27	-1,432.84	1,432.84	-3,978.31	3,978.31
28	-1,379.15	1,379.15	-5,357.46	5,357.46
29	-1,905.77	1,905.77	-7,263.23	7,263.23
30	-3,836.14	3,836.14	-11,099.37	11,099.37
31	-1,481.37	1,481.37	-12,580.73	12,580.73
32	-516.51	516.51	-13,097.25	13,097.25
33	-413.43	413.43	-13,510.68	13,510.68
34	-428.71	428.71	-13,939.39	13,939.39
35	-291.42	291.42	-14,230.81	14,230.81
36	-694.82	694.82	-14,925.62	14,925.62
37	-1,255.58	1,255.58	-16,181.20	16,181.20
38	-1,168.56	1,168.56	-17,349.76	17,349.76
39	10,184.33	0.00	-7,165.43	7,165.43
40	-163.53	163.53	-7,328.95	7,328.95
41	-381.19	381.19	-7,710.15	7,710.15
42	-1,185.50	1,185.50	-8,895.65	8,895.65
43	-610.55	610.55	-9,506.20	9,506.20
44	-192.06	192.06	-9,698.27	9,698.27
45	-1,188.06	1,188.06	-10,886.32	10,886.32
46	-1,907.05	1,907.05	-12,793.37	12,793.37
47	-1,269.29	1,269.29	-14,062.66	14,062.66
48	3,763.79	0.00	-10,298.87	10,298.87
49	-158.75	158.75	-10,457.62	10,457.62
50	50.64	0.00	-10,406.97	10,406.97
51	7,516.75	0.00	-2,890.22	2,890.22
52	4,748.61	0.00	1,858.39	0.00
53	394.03	0.00	2,252.43	0.00
54	-28,559.77	28,559.77	-26,307.34	26,307.34
55	194.02	0.00	-26,113.33	26,113.33
56	-17,655.37	17,655.37	-43,768.70	43,768.70
57	24,530.01	0.00	-19,238.69	19,238.69
58	6,982.19	0.00	-12,256.50	12,256.50
59	5,972.97	0.00	-6,283.54	6,283.54
60	-12,870.94	12,870.94	-19,154.48	19,154.48
61	488.64	0.00	-18,665.84	18,665.84
62	-24,362.20	24,362.20	-43,028.04	43,028.04
63	-1,771.04	1,771.04	-44,799.07	44,799.07
64	35,201.77	0.00	-9,597.30	9,597.30
65	12,141.24	0.00	2,543.94	0.00
66	687.02	0.00	3,230.96	0.00
67	-10,681.30	10,681.30	-7,450.35	7,450.35
68	22.58	0.00	-7,427.76	7,427.76
<b>Total sedimen</b>	<b>-7,427.76</b>	<b>128,299.19</b>	<b>-604,025.19</b>	<b>615,181.25</b>

Variabel tau\*c = 0,00001

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-955.67	955.67	-955.67	955.67
3	-1,010.66	1,010.66	-1,966.33	1,966.33
4	-1,339.34	1,339.34	-3,305.67	3,305.67
5	-926.15	926.15	-4,231.82	4,231.82
6	-981.98	981.98	-5,213.80	5,213.80
7	-1,133.34	1,133.34	-6,347.14	6,347.14
8	-476.87	476.87	-6,824.00	6,824.00
9	-207.28	207.28	-7,031.29	7,031.29
10	-344.31	344.31	-7,375.59	7,375.59
11	-542.16	542.16	-7,917.76	7,917.76
12	-521.42	521.42	-8,439.17	8,439.17
13	-471.62	471.62	-8,910.79	8,910.79
14	-419.17	419.17	-9,329.96	9,329.96
15	5,243.56	0.00	-4,086.41	4,086.41
16	-292.83	292.83	-4,379.24	4,379.24
17	-356.37	356.37	-4,735.61	4,735.61
18	-417.22	417.22	-5,152.84	5,152.84
19	-358.66	358.66	-5,511.50	5,511.50
20	-304.36	304.36	-5,815.86	5,815.86
21	8,945.33	0.00	3,129.47	0.00
22	-234.66	234.66	2,894.81	0.00
23	-551.66	551.66	2,343.15	0.00
24	-1,227.07	1,227.07	1,116.08	0.00
25	-975.28	975.28	140.80	0.00
26	-1,068.06	1,068.06	-927.26	927.26
27	-2,177.79	2,177.79	-3,105.05	3,105.05
28	-2,412.54	2,412.54	-5,517.59	5,517.59
29	-4,016.85	4,016.85	-9,534.45	9,534.45
30	-5,101.71	5,101.71	-14,636.16	14,636.16
31	-2,253.63	2,253.63	-16,889.78	16,889.78
32	-1,149.55	1,149.55	-18,039.33	18,039.33
33	-1,017.65	1,017.65	-19,056.97	19,056.97
34	-1,251.22	1,251.22	-20,308.19	20,308.19
35	-851.34	851.34	-21,159.53	21,159.53
36	-1,250.77	1,250.77	-22,410.30	22,410.30
37	-2,180.26	2,180.26	-24,590.56	24,590.56
38	-1,553.40	1,553.40	-26,143.96	26,143.96
39	6,676.62	0.00	-19,467.35	19,467.35
40	12,305.96	0.00	-7,161.39	7,161.39
41	-1,188.09	1,188.09	-8,349.48	8,349.48
42	-2,293.76	2,293.76	-10,643.24	10,643.24
43	-1,554.97	1,554.97	-12,198.21	12,198.21
44	-969.52	969.52	-13,167.74	13,167.74
45	-1,928.75	1,928.75	-15,096.48	15,096.48
46	-2,978.13	2,978.13	-18,074.61	18,074.61
47	-1,537.76	1,537.76	-19,612.37	19,612.37
48	-234.29	234.29	-19,846.66	19,846.66
49	-279.93	279.93	-20,126.59	20,126.59
50	-274.26	274.26	-20,400.85	20,400.85
51	339.09	0.00	-20,061.76	20,061.76
52	4,384.97	0.00	-15,676.79	15,676.79
53	25,797.35	0.00	10,120.56	0.00
54	-68,706.80	68,706.80	-58,586.25	58,586.25
55	386.66	0.00	-58,199.58	58,199.58
56	-58,157.30	58,157.30	-116,356.90	116,356.90
57	34,393.69	0.00	-81,963.20	81,963.20
58	3,807.68	0.00	-78,155.51	78,155.51
59	11,435.21	0.00	-66,720.30	66,720.30
60	-16,739.77	16,739.77	-83,460.07	83,460.07
61	1,794.27	0.00	-81,665.80	81,665.80
62	-33,567.70	33,567.70	-115,233.50	115,233.50
63	5,919.83	0.00	-109,313.70	109,313.70
64	20,199.82	0.00	-89,113.84	89,113.84
65	35,471.15	0.00	-53,642.69	53,642.69
66	69,225.57	0.00	15,582.88	0.00
67	-39,130.23	39,130.23	-23,547.35	23,547.35
68	28.99	0.00	-23,518.36	23,518.36
<b>Total sedimen</b>	<b>-23,518.36</b>	<b>269,874.10</b>	<b>-1,533,882.37</b>	<b>1,569,210.11</b>

Variabel tau\*c = 0,00002

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-954.46	954.46	-954.46	954.46
3	-951.17	951.17	-1,905.63	1,905.63
4	-1,273.25	1,273.25	-3,178.88	3,178.88
5	-783.28	783.28	-3,962.16	3,962.16
6	-865.52	865.52	-4,827.68	4,827.68
7	-1,059.48	1,059.48	-5,887.16	5,887.16
8	-470.73	470.73	-6,357.89	6,357.89
9	-196.42	196.42	-6,554.31	6,554.31
10	-338.52	338.52	-6,892.82	6,892.82
11	-530.28	530.28	-7,423.11	7,423.11
12	-514.80	514.80	-7,937.91	7,937.91
13	-460.93	460.93	-8,398.84	8,398.84
14	-325.39	325.39	-8,724.23	8,724.23
15	5,072.03	0.00	-3,652.20	3,652.20
16	-235.87	235.87	-3,888.07	3,888.07
17	-289.74	289.74	-4,177.81	4,177.81
18	-429.06	429.06	-4,606.87	4,606.87
19	-363.90	363.90	-4,970.77	4,970.77
20	-262.19	262.19	-5,232.96	5,232.96
21	9,052.91	0.00	3,819.95	0.00
22	-228.46	228.46	3,591.49	0.00
23	-606.60	606.60	2,984.89	0.00
24	-1,301.94	1,301.94	1,682.95	0.00
25	-1,045.33	1,045.33	637.63	0.00
26	-1,132.93	1,132.93	-495.30	495.30
27	-2,083.28	2,083.28	-2,578.58	2,578.58
28	-2,277.76	2,277.76	-4,856.33	4,856.33
29	-1,946.21	1,946.21	-6,802.54	6,802.54
30	-4,801.20	4,801.20	-11,603.75	11,603.75
31	-2,133.63	2,133.63	-13,737.37	13,737.37
32	-977.50	977.50	-14,714.87	14,714.87
33	-821.78	821.78	-15,536.65	15,536.65
34	-1,174.02	1,174.02	-16,710.67	16,710.67
35	-905.77	905.77	-17,616.45	17,616.45
36	-1,111.29	1,111.29	-18,727.73	18,727.73
37	-1,918.62	1,918.62	-20,646.35	20,646.35
38	-1,472.24	1,472.24	-22,118.59	22,118.59
39	5,609.13	0.00	-16,509.46	16,509.46
40	-30.86	30.86	-16,540.32	16,540.32
41	-763.59	763.59	-17,303.91	17,303.91
42	-2,021.12	2,021.12	-19,325.03	19,325.03
43	-1,189.84	1,189.84	-20,514.88	20,514.88
44	-722.58	722.58	-21,237.46	21,237.46
45	-1,674.09	1,674.09	-22,911.55	22,911.55
46	-2,790.12	2,790.12	-25,701.67	25,701.67
47	-1,329.14	1,329.14	-27,030.81	27,030.81
48	-120.24	120.24	-27,151.04	27,151.04
49	-240.36	240.36	-27,391.40	27,391.40
50	-118.81	118.81	-27,510.21	27,510.21
51	3,102.47	0.00	-24,407.75	24,407.75
52	9,952.41	0.00	-14,455.34	14,455.34
53	22,324.95	0.00	7,869.61	0.00
54	-55,598.44	55,598.44	-47,728.83	47,728.83
55	401.58	0.00	-47,327.24	47,327.24
56	-46,097.71	46,097.71	-93,424.95	93,424.95
57	31,542.86	0.00	-61,882.10	61,882.10
58	-2,186.82	2,186.82	-64,068.91	64,068.91
59	8,676.06	0.00	-55,392.86	55,392.86
60	-12,580.60	12,580.60	-67,973.46	67,973.46
61	1,844.07	0.00	-66,129.39	66,129.39
62	-31,335.80	31,335.80	-97,465.20	97,465.20
63	5,986.81	0.00	-91,478.38	91,478.38
64	19,827.43	0.00	-71,650.95	71,650.95
65	41,529.06	0.00	-30,121.89	30,121.89
66	38,789.51	0.00	8,667.62	0.00
67	-27,586.15	27,586.15	-18,918.53	18,918.53
68	154.19	0.00	-18,764.33	18,764.33
<b>Total sedimen</b>	<b>-18,764.33</b>	<b>222,629.80</b>	<b>-1,376,742.66</b>	<b>1,405,996.81</b>

Variabel tau\*c = 0,00003

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-956.94	956.94	-956.94	956.94
3	-893.96	893.96	-1,850.90	1,850.90
4	-1,207.93	1,207.93	-3,058.83	3,058.83
5	-785.48	785.48	-3,844.32	3,844.32
6	-860.98	860.98	-4,705.30	4,705.30
7	-1,052.10	1,052.10	-5,757.40	5,757.40
8	-468.08	468.08	-6,225.48	6,225.48
9	1,548.23	0.00	-4,677.25	4,677.25
10	-281.23	281.23	-4,958.48	4,958.48
11	-462.72	462.72	-5,421.20	5,421.20
12	-508.02	508.02	-5,929.22	5,929.22
13	-449.92	449.92	-6,379.15	6,379.15
14	-312.95	312.95	-6,692.10	6,692.10
15	4,829.01	0.00	-1,863.09	1,863.09
16	-270.93	270.93	-2,134.02	2,134.02
17	-335.13	335.13	-2,469.15	2,469.15
18	-382.53	382.53	-2,851.68	2,851.68
19	-325.58	325.58	-3,177.26	3,177.26
20	-183.21	183.21	-3,360.46	3,360.46
21	7,621.03	0.00	4,260.56	0.00
22	-256.92	256.92	4,003.64	0.00
23	-684.73	684.73	3,318.91	0.00
24	-1,271.61	1,271.61	2,047.31	0.00
25	-998.86	998.86	1,048.45	0.00
26	-1,341.10	1,341.10	-292.65	292.65
27	-2,025.57	2,025.57	-2,318.22	2,318.22
28	-2,242.77	2,242.77	-4,560.99	4,560.99
29	-2,117.73	2,117.73	-6,678.73	6,678.73
30	-4,734.62	4,734.62	-11,413.34	11,413.34
31	-1,964.41	1,964.41	-13,377.75	13,377.75
32	-1,003.36	1,003.36	-14,381.11	14,381.11
33	-593.64	593.64	-14,974.75	14,974.75
34	-960.55	960.55	-15,935.30	15,935.30
35	-833.73	833.73	-16,769.03	16,769.03
36	-1,126.33	1,126.33	-17,895.36	17,895.36
37	-1,851.33	1,851.33	-19,746.69	19,746.69
38	-1,475.82	1,475.82	-21,222.50	21,222.50
39	6,147.04	0.00	-15,075.46	15,075.46
40	-23.08	23.08	-15,098.54	15,098.54
41	-653.89	653.89	-15,752.43	15,752.43
42	-1,592.87	1,592.87	-17,345.30	17,345.30
43	-905.35	905.35	-18,250.65	18,250.65
44	-480.78	480.78	-18,731.42	18,731.42
45	-1,568.54	1,568.54	-20,299.96	20,299.96
46	-2,406.74	2,406.74	-22,706.70	22,706.70
47	-1,360.76	1,360.76	-24,067.46	24,067.46
48	1,408.81	0.00	-22,658.65	22,658.65
49	-195.58	195.58	-22,854.23	22,854.23
50	-121.73	121.73	-22,975.97	22,975.97
51	3,468.96	0.00	-19,507.01	19,507.01
52	13,475.27	0.00	-6,031.74	6,031.74
53	13,564.34	0.00	7,532.60	0.00
54	-49,049.98	49,049.98	-41,517.39	41,517.39
55	507.19	0.00	-41,010.20	41,010.20
56	-40,676.32	40,676.32	-81,686.52	81,686.52
57	29,288.27	0.00	-52,398.24	52,398.24
58	-1,813.82	1,813.82	-54,212.06	54,212.06
59	5,028.54	0.00	-49,183.52	49,183.52
60	-19,102.52	19,102.52	-68,286.04	68,286.04
61	1,818.28	0.00	-66,467.76	66,467.76
62	-23,602.24	23,602.24	-90,070.00	90,070.00
63	5,544.02	0.00	-84,525.98	84,525.98
64	25,143.41	0.00	-59,382.57	59,382.57
65	36,786.26	0.00	-22,596.30	22,596.30
66	27,830.42	0.00	5,234.12	0.00
67	-18,526.72	18,526.72	-13,292.60	13,292.60
68	159.33	0.00	-13,133.27	13,133.27
<b>Total sedimen</b>	<b>-13,133.28</b>	<b>197,301.69</b>	<b>-1,207,551.01</b>	<b>1,234,996.61</b>

Variabel tau\*c = 0,00004

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-954.78	954.78	-954.78	954.78
3	-892.83	892.83	-1,847.62	1,847.62
4	-1,208.78	1,208.78	-3,056.39	3,056.39
5	-776.84	776.84	-3,833.23	3,833.23
6	-853.62	853.62	-4,686.85	4,686.85
7	-986.34	986.34	-5,673.19	5,673.19
8	-464.96	464.96	-6,138.15	6,138.15
9	2,095.15	0.00	-4,043.00	4,043.00
10	-275.88	275.88	-4,318.89	4,318.89
11	-393.89	393.89	-4,712.78	4,712.78
12	-427.14	427.14	-5,139.92	5,139.92
13	-365.92	365.92	-5,505.84	5,505.84
14	-295.93	295.93	-5,801.77	5,801.77
15	4,767.94	0.00	-1,033.83	1,033.83
16	-272.54	272.54	-1,306.37	1,306.37
17	-337.51	337.51	-1,643.89	1,643.89
18	-386.04	386.04	-2,029.93	2,029.93
19	-326.45	326.45	-2,356.37	2,356.37
20	-165.40	165.40	-2,521.78	2,521.78
21	5,865.08	0.00	3,343.31	0.00
22	-251.93	251.93	3,091.37	0.00
23	-704.79	704.79	2,386.59	0.00
24	-1,194.77	1,194.77	1,191.82	0.00
25	-1,016.76	1,016.76	175.06	0.00
26	-1,173.39	1,173.39	-998.34	998.34
27	-2,197.55	2,197.55	-3,195.88	3,195.88
28	-2,253.07	2,253.07	-5,448.96	5,448.96
29	-2,090.60	2,090.60	-7,539.55	7,539.55
30	-4,704.15	4,704.15	-12,243.70	12,243.70
31	-1,823.62	1,823.62	-14,067.32	14,067.32
32	-722.50	722.50	-14,789.82	14,789.82
33	-760.40	760.40	-15,550.22	15,550.22
34	-794.55	794.55	-16,344.77	16,344.77
35	-641.62	641.62	-16,986.38	16,986.38
36	-1,030.40	1,030.40	-18,016.79	18,016.79
37	-1,628.80	1,628.80	-19,645.58	19,645.58
38	-1,176.40	1,176.40	-20,821.98	20,821.98
39	6,366.12	0.00	-14,455.87	14,455.87
40	75.66	0.00	-14,380.21	14,380.21
41	-617.79	617.79	-14,998.00	14,998.00
42	-1,439.77	1,439.77	-16,437.77	16,437.77
43	-761.61	761.61	-17,199.38	17,199.38
44	-449.58	449.58	-17,648.96	17,648.96
45	-1,317.91	1,317.91	-18,966.87	18,966.87
46	-2,185.81	2,185.81	-21,152.68	21,152.68
47	-1,419.32	1,419.32	-22,572.00	22,572.00
48	3,087.54	0.00	-19,484.46	19,484.46
49	-325.86	325.86	-19,810.32	19,810.32
50	-18.32	18.32	-19,828.64	19,828.64
51	5,475.01	0.00	-14,353.63	14,353.63
52	12,953.10	0.00	-1,400.53	1,400.53
53	7,705.68	0.00	6,305.14	0.00
54	-43,768.55	43,768.55	-37,463.41	37,463.41
55	465.21	0.00	-36,998.20	36,998.20
56	-35,800.16	35,800.16	-72,798.37	72,798.37
57	27,737.61	0.00	-45,060.75	45,060.75
58	855.99	0.00	-44,204.76	44,204.76
59	7,063.90	0.00	-37,140.86	37,140.86
60	-15,769.32	15,769.32	-52,910.18	52,910.18
61	462.72	0.00	-52,447.46	52,447.46
62	-25,282.50	25,282.50	-77,729.96	77,729.96
63	5,793.00	0.00	-71,936.96	71,936.96
64	32,717.41	0.00	-39,219.55	39,219.55
65	34,997.67	0.00	-4,221.89	4,221.89
66	10,715.54	0.00	6,493.66	0.00
67	-18,551.11	18,551.11	-12,057.45	12,057.45
68	83.17	0.00	-11,974.28	11,974.28
<b>Total sedimen</b>	<b>-11,974.29</b>	<b>181,257.75</b>	<b>-1,038,120.31</b>	<b>1,061,107.24</b>

## **LAMPIRAN 4**

### **KALIBRASI METODE MEYER PETER MULLER**

Variabel *default* ( $\tau^*c = 0,047$ ;  $\text{coef} = 8$ ; Power 1,5)

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,07	0,00	0,07	0,00
3	0,00	0,00	0,07	0,00
4	0,00	0,00	0,07	0,00
5	0,00	0,00	0,07	0,00
6	0,00	0,00	0,07	0,00
7	0,00	0,00	0,07	0,00
8	0,00	0,00	0,07	0,00
9	0,00	0,00	0,07	0,00
10	0,00	0,00	0,07	0,00
11	0,00	0,00	0,07	0,00
12	0,00	0,00	0,07	0,00
13	0,00	0,00	0,07	0,00
14	0,00	0,00	0,07	0,00
15	0,00	0,00	0,07	0,00
16	0,00	0,00	0,07	0,00
17	0,00	0,00	0,07	0,00
18	0,00	0,00	0,07	0,00
19	0,00	0,00	0,07	0,00
20	0,00	0,00	0,07	0,00
21	0,00	0,00	0,07	0,00
22	0,00	0,00	0,07	0,00
23	0,00	0,00	0,07	0,00
24	0,00	0,00	0,07	0,00
25	0,00	0,00	0,07	0,00
26	0,00	0,00	0,07	0,00
27	0,00	0,00	0,07	0,00
28	0,00	0,00	0,07	0,00
29	0,00	0,00	0,07	0,00
30	0,00	0,00	0,07	0,00
31	0,00	0,00	0,07	0,00
32	0,00	0,00	0,07	0,00
33	0,00	0,00	0,07	0,00
34	0,00	0,00	0,07	0,00
35	0,00	0,00	0,07	0,00
36	0,00	0,00	0,07	0,00
37	0,00	0,00	0,07	0,00
38	0,00	0,00	0,07	0,00
39	0,00	0,00	0,07	0,00
40	0,00	0,00	0,07	0,00
41	0,00	0,00	0,07	0,00
42	0,00	0,00	0,07	0,00
43	0,00	0,00	0,07	0,00
44	0,00	0,00	0,07	0,00
45	0,00	0,00	0,07	0,00
46	0,00	0,00	0,07	0,00
47	0,00	0,00	0,07	0,00
48	0,00	0,00	0,07	0,00
49	0,00	0,00	0,07	0,00
50	0,00	0,00	0,07	0,00
51	-0,17	0,17	-0,11	0,11
52	0,15	0,00	0,04	0,00
53	-6,15	6,15	-6,11	6,11
54	-8,35	8,35	-14,46	14,46
55	5,82	0,00	-8,64	8,64
56	3,91	0,00	-4,73	4,73
57	4,38	0,00	-0,35	0,35
58	0,11	0,00	-0,24	0,24
59	-0,05	0,05	-0,29	0,29
60	0,00	0,00	-0,30	0,30
61	-3,46	3,46	-3,75	3,75
62	-3,49	3,49	-7,24	7,24
63	-2,30	2,30	-9,53	9,53
64	4,60	0,00	-4,93	4,93
65	4,33	0,00	-0,60	0,60
66	-0,11	0,11	-0,71	0,71
67	-5,61	5,61	-6,31	6,31
68	1,76	0,00	-4,55	4,55
<b>Total sedimen</b>	<b>-4,55</b>	<b>29,68</b>	<b>-69,50</b>	<b>72,85</b>

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$ ; coef = 12; Power 1,5)

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,83	0,00	1,83	0,00
3	0,00	0,00	1,83	0,00
4	0,00	0,00	1,83	0,00
5	0,00	0,00	1,83	0,00
6	0,00	0,00	1,83	0,00
7	0,00	0,00	1,83	0,00
8	0,00	0,00	1,83	0,00
9	0,00	0,00	1,83	0,00
10	0,00	0,00	1,83	0,00
11	0,00	0,00	1,83	0,00
12	0,00	0,00	1,83	0,00
13	0,00	0,00	1,83	0,00
14	0,00	0,00	1,83	0,00
15	0,00	0,00	1,83	0,00
16	0,00	0,00	1,83	0,00
17	0,00	0,00	1,83	0,00
18	0,00	0,00	1,83	0,00
19	0,00	0,00	1,83	0,00
20	0,00	0,00	1,83	0,00
21	0,00	0,00	1,83	0,00
22	0,00	0,00	1,83	0,00
23	0,00	0,00	1,83	0,00
24	0,00	0,00	1,83	0,00
25	0,00	0,00	1,83	0,00
26	0,00	0,00	1,83	0,00
27	0,00	0,00	1,83	0,00
28	0,00	0,00	1,83	0,00
29	0,00	0,00	1,83	0,00
30	-0,03	0,03	1,80	0,00
31	0,03	0,00	1,83	0,00
32	0,00	0,00	1,83	0,00
33	0,00	0,00	1,83	0,00
34	0,00	0,00	1,83	0,00
35	0,00	0,00	1,83	0,00
36	0,00	0,00	1,83	0,00
37	0,00	0,00	1,83	0,00
38	0,00	0,00	1,83	0,00
39	0,00	0,00	1,83	0,00
40	0,00	0,00	1,83	0,00
41	0,00	0,00	1,83	0,00
42	0,00	0,00	1,83	0,00
43	0,00	0,00	1,83	0,00
44	0,00	0,00	1,83	0,00
45	0,00	0,00	1,83	0,00
46	0,00	0,00	1,83	0,00
47	0,00	0,00	1,83	0,00
48	0,00	0,00	1,83	0,00
49	0,00	0,00	1,83	0,00
50	0,00	0,00	1,83	0,00
51	-4,45	4,45	-2,62	2,62
52	3,24	0,00	0,62	0,00
53	-20,88	20,88	-20,26	20,26
54	-210,69	210,69	-230,94	230,94
55	15,50	0,00	-215,44	215,44
56	165,11	0,00	-50,33	50,33
57	47,78	0,00	-2,55	2,55
58	0,43	0,00	-2,12	2,12
59	-1,48	1,48	-3,60	3,60
60	-1,67	1,67	-5,27	5,27
61	-9,36	9,36	-14,63	14,63
62	-154,76	154,76	-169,39	169,39
63	13,16	0,00	-156,23	156,23
64	139,32	0,00	-16,91	16,91
65	14,82	0,00	-2,09	2,09
66	0,05	0,00	-2,04	2,04
67	-28,28	28,28	-30,32	30,32
68	-5,18	5,18	-35,50	35,50
<b>Total sedimen</b>	<b>-35,50</b>	<b>436,77</b>	<b>-870,22</b>	<b>960,26</b>

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$ ; coef = 4,93; Power 1,6)

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,50	0,00	0,50	0,00
3	0,00	0,00	0,50	0,00
4	0,00	0,00	0,50	0,00
5	0,00	0,00	0,50	0,00
6	0,00	0,00	0,50	0,00
7	0,00	0,00	0,50	0,00
8	0,00	0,00	0,50	0,00
9	0,00	0,00	0,50	0,00
10	0,00	0,00	0,50	0,00
11	0,00	0,00	0,50	0,00
12	0,00	0,00	0,50	0,00
13	0,00	0,00	0,50	0,00
14	0,00	0,00	0,50	0,00
15	0,00	0,00	0,50	0,00
16	0,00	0,00	0,50	0,00
17	0,00	0,00	0,50	0,00
18	0,00	0,00	0,50	0,00
19	0,00	0,00	0,50	0,00
20	0,00	0,00	0,50	0,00
21	0,00	0,00	0,50	0,00
22	0,00	0,00	0,50	0,00
23	0,00	0,00	0,50	0,00
24	0,00	0,00	0,50	0,00
25	0,00	0,00	0,50	0,00
26	0,00	0,00	0,50	0,00
27	0,00	0,00	0,50	0,00
28	0,00	0,00	0,50	0,00
29	0,00	0,00	0,50	0,00
30	-0,01	0,01	0,49	0,00
31	0,01	0,00	0,50	0,00
32	0,00	0,00	0,50	0,00
33	0,00	0,00	0,50	0,00
34	0,00	0,00	0,50	0,00
35	0,00	0,00	0,50	0,00
36	0,00	0,00	0,50	0,00
37	0,00	0,00	0,50	0,00
38	0,00	0,00	0,50	0,00
39	0,00	0,00	0,50	0,00
40	0,00	0,00	0,50	0,00
41	0,00	0,00	0,50	0,00
42	0,00	0,00	0,50	0,00
43	0,00	0,00	0,50	0,00
44	0,00	0,00	0,50	0,00
45	0,00	0,00	0,50	0,00
46	0,00	0,00	0,50	0,00
47	0,00	0,00	0,50	0,00
48	0,00	0,00	0,50	0,00
49	0,00	0,00	0,50	0,00
50	0,00	0,00	0,50	0,00
51	-1,18	1,18	-0,68	0,68
52	0,98	0,00	0,30	0,00
53	-6,48	6,48	-6,18	6,18
54	-77,52	77,52	-83,71	83,71
55	4,08	0,00	-79,63	79,63
56	61,47	0,00	-18,16	18,16
57	15,56	0,00	-2,60	2,60
58	0,26	0,00	-2,35	2,35
59	-0,35	0,35	-2,69	2,69
60	-0,43	0,43	-3,12	3,12
61	-8,56	8,56	-11,68	11,68
62	-50,73	50,73	-62,41	62,41
63	4,41	0,00	-58,00	58,00
64	51,01	0,00	-7,00	7,00
65	4,48	0,00	-2,52	2,52
66	0,04	0,00	-2,48	2,48
67	-8,64	8,64	-11,12	11,12
68	-5,57	5,57	-16,69	16,69
<b>Total sedimen</b>	<b>-16,69</b>	<b>159,46</b>	<b>-346,28</b>	<b>371,01</b>

Variabel ( $\tau^*c = 0,001$ ; coef = 8; Power 1,5)

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	7.16	0.00	7.16	0.00
3	-0.06	0.06	7.10	0.00
4	-0.01	0.01	7.09	0.00
5	0.03	0.00	7.12	0.00
6	-0.02	0.02	7.10	0.00
7	-0.01	0.01	7.08	0.00
8	0.06	0.00	7.14	0.00
9	0.04	0.00	7.18	0.00
10	-0.01	0.01	7.17	0.00
11	-0.02	0.02	7.15	0.00
12	0.01	0.00	7.15	0.00
13	0.01	0.00	7.17	0.00
14	0.03	0.00	7.19	0.00
15	0.01	0.00	7.20	0.00
16	-0.02	0.02	7.18	0.00
17	0.00	0.00	7.18	0.00
18	0.01	0.00	7.19	0.00
19	0.00	0.00	7.18	0.00
20	0.02	0.00	7.20	0.00
21	0.01	0.00	7.21	0.00
22	-0.01	0.01	7.21	0.00
23	-0.01	0.01	7.19	0.00
24	-0.01	0.01	7.18	0.00
25	-0.01	0.01	7.17	0.00
26	-0.03	0.03	7.14	0.00
27	-0.05	0.05	7.09	0.00
28	0.01	0.00	7.10	0.00
29	-0.24	0.24	6.86	0.00
30	-0.50	0.50	6.36	0.00
31	0.39	0.00	6.75	0.00
32	0.37	0.00	7.11	0.00
33	0.02	0.00	7.14	0.00
34	0.01	0.00	7.14	0.00
35	0.02	0.00	7.16	0.00
36	-0.08	0.08	7.08	0.00
37	-0.18	0.18	6.90	0.00
38	0.14	0.00	7.04	0.00
39	0.16	0.00	7.20	0.00
40	0.02	0.00	7.22	0.00
41	-0.03	0.03	7.19	0.00
42	-0.07	0.07	7.12	0.00
43	0.03	0.00	7.15	0.00
44	0.02	0.00	7.17	0.00
45	-0.08	0.08	7.09	0.00
46	-0.08	0.08	7.00	0.00
47	0.10	0.00	7.11	0.00
48	0.07	0.00	7.18	0.00
49	0.01	0.00	7.18	0.00
50	0.01	0.00	7.19	0.00
51	-3.42	3.42	3.77	0.00
52	-0.35	0.35	3.42	0.00
53	-29.76	29.76	-26.34	26.34
54	-155.04	155.04	-181.38	181.38
55	9.78	0.00	-171.60	171.60
56	123.75	0.00	-47.85	47.85
57	46.63	0.00	-1.21	1.21
58	0.74	0.00	-0.48	0.48
59	-4.26	4.26	-4.74	4.74
60	-4.15	4.15	-8.88	8.88
61	-8.12	8.12	-17.00	17.00
62	-114.39	114.39	-131.39	131.39
63	8.36	0.00	-123.03	123.03
64	103.28	0.00	-19.75	19.75
65	22.22	0.00	2.47	0.00
66	-1.57	1.57	0.90	0.00
67	-35.68	35.68	-34.78	34.78
68	-5.50	5.50	-40.28	40.28
<b>Total sedimen</b>	<b>-40.28</b>	<b>363.79</b>	<b>-449.61</b>	<b>808.70</b>

Variabel ( $\tau^*c = 0,0001$ ; coef = 8; Power 1,5)

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	7.29	0.00	7.29	0.00
3	-0.06	0.06	7.23	0.00
4	-0.02	0.02	7.22	0.00
5	0.03	0.00	7.25	0.00
6	-0.02	0.02	7.23	0.00
7	-0.01	0.01	7.21	0.00
8	0.06	0.00	7.27	0.00
9	0.04	0.00	7.32	0.00
10	-0.01	0.01	7.30	0.00
11	-0.02	0.02	7.28	0.00
12	0.00	0.00	7.28	0.00
13	0.01	0.00	7.29	0.00
14	0.03	0.00	7.32	0.00
15	0.01	0.00	7.33	0.00
16	-0.02	0.02	7.31	0.00
17	-0.01	0.01	7.31	0.00
18	0.01	0.00	7.32	0.00
19	0.00	0.00	7.32	0.00
20	0.02	0.00	7.33	0.00
21	0.01	0.00	7.35	0.00
22	-0.01	0.01	7.34	0.00
23	-0.02	0.02	7.32	0.00
24	-0.02	0.02	7.31	0.00
25	-0.01	0.01	7.30	0.00
26	-0.03	0.03	7.26	0.00
27	-0.05	0.05	7.21	0.00
28	0.01	0.00	7.22	0.00
29	-0.25	0.25	6.98	0.00
30	-0.51	0.51	6.47	0.00
31	0.39	0.00	6.86	0.00
32	0.38	0.00	7.24	0.00
33	0.02	0.00	7.26	0.00
34	0.01	0.00	7.27	0.00
35	0.02	0.00	7.29	0.00
36	-0.08	0.08	7.21	0.00
37	-0.18	0.18	7.02	0.00
38	0.13	0.00	7.16	0.00
39	0.17	0.00	7.33	0.00
40	0.03	0.00	7.35	0.00
41	-0.03	0.03	7.32	0.00
42	-0.08	0.08	7.24	0.00
43	0.03	0.00	7.27	0.00
44	0.03	0.00	7.30	0.00
45	-0.09	0.09	7.21	0.00
46	-0.09	0.09	7.12	0.00
47	0.11	0.00	7.23	0.00
48	0.07	0.00	7.31	0.00
49	0.00	0.00	7.31	0.00
50	0.01	0.00	7.32	0.00
51	-3.42	3.42	3.90	0.00
52	-0.54	0.54	3.36	0.00
53	-29.97	29.97	-26.61	26.61
54	-155.27	155.27	-181.88	181.88
55	9.80	0.00	-172.08	172.08
56	123.95	0.00	-48.14	48.14
57	46.88	0.00	-1.25	1.25
58	0.74	0.00	-0.51	0.51
59	-4.34	4.34	-4.85	4.85
60	-4.24	4.24	-9.09	9.09
61	-8.04	8.04	-17.13	17.13
62	-114.70	114.70	-131.84	131.84
63	8.35	0.00	-123.49	123.49
64	103.50	0.00	-19.99	19.99
65	22.46	0.00	2.46	0.00
66	-1.62	1.62	0.85	0.00
67	-36.00	36.00	-35.15	35.15
68	-5.42	5.42	-40.58	40.58
<b>Total sedimen</b>	<b>-40.58</b>	<b>365.20</b>	<b>-447.24</b>	<b>812.61</b>

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$ ; coef = 10; Power 1,5)

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.52	0.00	1.52	0.00
3	0.00	0.00	1.52	0.00
4	0.00	0.00	1.52	0.00
5	0.00	0.00	1.52	0.00
6	0.00	0.00	1.52	0.00
7	0.00	0.00	1.52	0.00
8	0.00	0.00	1.52	0.00
9	0.00	0.00	1.52	0.00
10	0.00	0.00	1.52	0.00
11	0.00	0.00	1.52	0.00
12	0.00	0.00	1.52	0.00
13	0.00	0.00	1.52	0.00
14	0.00	0.00	1.52	0.00
15	0.00	0.00	1.52	0.00
16	0.00	0.00	1.52	0.00
17	0.00	0.00	1.52	0.00
18	0.00	0.00	1.52	0.00
19	0.00	0.00	1.52	0.00
20	0.00	0.00	1.52	0.00
21	0.00	0.00	1.52	0.00
22	0.00	0.00	1.52	0.00
23	0.00	0.00	1.52	0.00
24	0.00	0.00	1.52	0.00
25	0.00	0.00	1.52	0.00
26	0.00	0.00	1.52	0.00
27	0.00	0.00	1.52	0.00
28	0.00	0.00	1.52	0.00
29	0.00	0.00	1.52	0.00
30	-0.02	0.02	1.50	0.00
31	0.02	0.00	1.52	0.00
32	0.00	0.00	1.52	0.00
33	0.00	0.00	1.52	0.00
34	0.00	0.00	1.52	0.00
35	0.00	0.00	1.52	0.00
36	0.00	0.00	1.52	0.00
37	0.00	0.00	1.52	0.00
38	0.00	0.00	1.52	0.00
39	0.00	0.00	1.52	0.00
40	0.00	0.00	1.52	0.00
41	0.00	0.00	1.52	0.00
42	0.00	0.00	1.52	0.00
43	0.00	0.00	1.52	0.00
44	0.00	0.00	1.52	0.00
45	0.00	0.00	1.52	0.00
46	0.00	0.00	1.52	0.00
47	0.00	0.00	1.52	0.00
48	0.00	0.00	1.52	0.00
49	0.00	0.00	1.52	0.00
50	0.00	0.00	1.52	0.00
51	-3.71	3.71	-2.19	2.19
52	2.75	0.00	0.56	0.00
53	-17.52	17.52	-16.96	16.96
54	-176.23	176.23	-193.19	193.19
55	13.19	0.00	-180.00	180.00
56	137.73	0.00	-42.27	42.27
57	39.73	0.00	-2.54	2.54
58	0.39	0.00	-2.15	2.15
59	-1.22	1.22	-3.37	3.37
60	-1.37	1.37	-4.74	4.74
61	-9.26	9.26	-14.00	14.00
62	-127.57	127.57	-141.58	141.58
63	10.76	0.00	-130.82	130.82
64	116.28	0.00	-14.54	14.54
65	12.36	0.00	-2.18	2.18
66	0.05	0.00	-2.14	2.14
67	-23.55	23.55	-25.69	25.69
68	-5.29	5.29	-30.98	30.98
<b>Total sedimen</b>	<b>-30.98</b>	<b>365.76</b>	<b>-734.26</b>	<b>809.34</b>

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$ ; coef = 20; Power 1,5)

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	3.04	0.00	3.04	0.00
3	0.00	0.00	3.04	0.00
4	0.00	0.00	3.04	0.00
5	0.00	0.00	3.04	0.00
6	0.00	0.00	3.04	0.00
7	0.00	0.00	3.04	0.00
8	0.00	0.00	3.04	0.00
9	0.00	0.00	3.04	0.00
10	0.00	0.00	3.04	0.00
11	0.00	0.00	3.04	0.00
12	0.00	0.00	3.04	0.00
13	0.00	0.00	3.04	0.00
14	0.00	0.00	3.04	0.00
15	0.00	0.00	3.04	0.00
16	0.00	0.00	3.04	0.00
17	0.00	0.00	3.04	0.00
18	0.00	0.00	3.04	0.00
19	0.00	0.00	3.04	0.00
20	0.00	0.00	3.04	0.00
21	0.00	0.00	3.04	0.00
22	0.00	0.00	3.04	0.00
23	0.00	0.00	3.04	0.00
24	0.00	0.00	3.04	0.00
25	0.00	0.00	3.04	0.00
26	0.00	0.00	3.04	0.00
27	0.00	0.00	3.04	0.00
28	0.00	0.00	3.04	0.00
29	0.00	0.00	3.04	0.00
30	-0.05	0.05	3.00	0.00
31	0.05	0.00	3.04	0.00
32	0.00	0.00	3.04	0.00
33	0.00	0.00	3.04	0.00
34	0.00	0.00	3.04	0.00
35	0.00	0.00	3.04	0.00
36	0.00	0.00	3.04	0.00
37	0.00	0.00	3.04	0.00
38	0.00	0.00	3.04	0.00
39	0.00	0.00	3.04	0.00
40	0.00	0.00	3.04	0.00
41	0.00	0.00	3.04	0.00
42	0.00	0.00	3.04	0.00
43	0.00	0.00	3.04	0.00
44	0.00	0.00	3.04	0.00
45	0.00	0.00	3.04	0.00
46	0.00	0.00	3.04	0.00
47	0.00	0.00	3.04	0.00
48	0.00	0.00	3.04	0.00
49	0.00	0.00	3.04	0.00
50	0.00	0.00	3.04	0.00
51	-6.83	6.83	-3.79	3.79
52	4.80	0.00	1.01	0.00
53	-33.81	33.81	-32.80	32.80
54	-345.78	345.78	-378.58	378.58
55	23.14	0.00	-355.44	355.44
56	272.83	0.00	-82.61	82.61
57	80.13	0.00	-2.47	2.47
58	0.58	0.00	-1.89	1.89
59	-2.56	2.56	-4.45	4.45
60	-2.89	2.89	-7.34	7.34
61	-9.81	9.81	-17.15	17.15
62	-263.17	263.17	-280.32	280.32
63	22.68	0.00	-257.64	257.64
64	231.33	0.00	-26.31	26.31
65	24.67	0.00	-1.64	1.64
66	0.05	0.00	-1.59	1.59
67	-47.18	47.18	-48.77	48.77
68	-5.05	5.05	-53.82	53.82
<b>Total sedimen</b>	<b>-53.82</b>	<b>717.12</b>	<b>-1,406.59</b>	<b>1,556.63</b>

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$ ; coef = 100; Power 1,5)

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	15.21	0.00	15.21	0.00
3	0.00	0.00	15.21	0.00
4	0.00	0.00	15.21	0.00
5	0.00	0.00	15.21	0.00
6	0.00	0.00	15.21	0.00
7	0.00	0.00	15.21	0.00
8	0.00	0.00	15.21	0.00
9	0.00	0.00	15.21	0.00
10	0.00	0.00	15.21	0.00
11	0.00	0.00	15.21	0.00
12	0.00	0.00	15.21	0.00
13	0.00	0.00	15.21	0.00
14	0.00	0.00	15.21	0.00
15	0.00	0.00	15.21	0.00
16	0.00	0.00	15.21	0.00
17	0.00	0.00	15.21	0.00
18	0.00	0.00	15.21	0.00
19	0.00	0.00	15.21	0.00
20	0.00	0.00	15.21	0.00
21	0.00	0.00	15.21	0.00
22	0.00	0.00	15.21	0.00
23	0.00	0.00	15.21	0.00
24	0.00	0.00	15.21	0.00
25	0.00	0.00	15.21	0.00
26	0.00	0.00	15.21	0.00
27	0.00	0.00	15.21	0.00
28	0.00	0.00	15.21	0.00
29	0.00	0.00	15.20	0.00
30	-0.23	0.23	14.98	0.00
31	0.23	0.00	15.21	0.00
32	0.00	0.00	15.21	0.00
33	0.00	0.00	15.21	0.00
34	0.00	0.00	15.21	0.00
35	0.00	0.00	15.21	0.00
36	0.00	0.00	15.21	0.00
37	0.00	0.00	15.21	0.00
38	0.00	0.00	15.21	0.00
39	0.00	0.00	15.21	0.00
40	0.00	0.00	15.21	0.00
41	0.00	0.00	15.21	0.00
42	0.00	0.00	15.21	0.00
43	0.00	0.00	15.21	0.00
44	0.00	0.00	15.21	0.00
45	0.00	0.00	15.21	0.00
46	0.00	0.00	15.21	0.00
47	0.00	0.00	15.21	0.00
48	0.00	0.00	15.21	0.00
49	0.00	0.00	15.21	0.00
50	0.00	0.00	15.21	0.00
51	-7.59	7.59	7.62	0.00
52	4.99	0.00	12.61	0.00
53	-134.00	134.00	-121.40	121.40
54	-1,544.82	1,544.82	-1,666.22	1,666.22
55	54.64	0.00	-1,611.58	1,611.58
56	1,188.04	0.00	-423.54	423.54
57	426.06	0.00	2.52	0.00
58	3.79	0.00	6.31	0.00
59	-15.25	15.25	-8.94	8.94
60	-18.92	18.92	-27.86	27.86
61	-10.84	10.84	-38.70	38.70
62	-1,360.10	1,360.10	-1,398.80	1,398.80
63	139.30	0.00	-1,259.50	1,259.50
64	1,144.57	0.00	-114.93	114.93
65	123.86	0.00	8.93	0.00
66	0.05	0.00	8.97	0.00
67	-235.57	235.57	-226.60	226.60
68	1.61	0.00	-224.99	224.99
<b>Total sedimen</b>	<b>-224.99</b>	<b>3,327.33</b>	<b>-6,331.23</b>	<b>7,123.06</b>

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$ ; coef = 8; Power 1,1)

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.22	0.00	1.22	0.00
3	0.00	0.00	1.22	0.00
4	0.00	0.00	1.22	0.00
5	0.00	0.00	1.22	0.00
6	0.00	0.00	1.22	0.00
7	0.00	0.00	1.22	0.00
8	0.00	0.00	1.22	0.00
9	0.00	0.00	1.22	0.00
10	0.00	0.00	1.22	0.00
11	0.00	0.00	1.22	0.00
12	0.00	0.00	1.22	0.00
13	0.00	0.00	1.22	0.00
14	0.00	0.00	1.22	0.00
15	0.00	0.00	1.22	0.00
16	0.00	0.00	1.22	0.00
17	0.00	0.00	1.22	0.00
18	0.00	0.00	1.22	0.00
19	0.00	0.00	1.22	0.00
20	0.00	0.00	1.22	0.00
21	0.00	0.00	1.22	0.00
22	0.00	0.00	1.22	0.00
23	0.00	0.00	1.22	0.00
24	0.00	0.00	1.22	0.00
25	0.00	0.00	1.22	0.00
26	0.00	0.00	1.22	0.00
27	0.00	0.00	1.22	0.00
28	0.00	0.00	1.22	0.00
29	0.00	0.00	1.22	0.00
30	-0.02	0.02	1.20	0.00
31	0.02	0.00	1.22	0.00
32	0.00	0.00	1.22	0.00
33	0.00	0.00	1.22	0.00
34	0.00	0.00	1.22	0.00
35	0.00	0.00	1.22	0.00
36	0.00	0.00	1.22	0.00
37	0.00	0.00	1.22	0.00
38	0.00	0.00	1.22	0.00
39	0.00	0.00	1.22	0.00
40	0.00	0.00	1.22	0.00
41	0.00	0.00	1.22	0.00
42	0.00	0.00	1.22	0.00
43	0.00	0.00	1.22	0.00
44	0.00	0.00	1.22	0.00
45	0.00	0.00	1.22	0.00
46	0.00	0.00	1.22	0.00
47	0.00	0.00	1.22	0.00
48	0.00	0.00	1.22	0.00
49	0.00	0.00	1.22	0.00
50	0.00	0.00	1.22	0.00
51	-2.96	2.96	-1.74	1.74
52	2.25	0.00	0.51	0.00
53	-14.12	14.12	-13.61	13.61
54	-141.52	141.52	-155.13	155.13
55	8.95	0.00	-146.19	146.19
56	111.92	0.00	-34.26	34.26
57	31.73	0.00	-2.54	2.54
58	0.36	0.00	-2.18	2.18
59	-0.95	0.95	-3.13	3.13
60	-1.08	1.08	-4.21	4.21
61	-9.17	9.17	-13.38	13.38
62	-100.41	100.41	-113.80	113.80
63	8.34	0.00	-105.46	105.46
64	93.29	0.00	-12.17	12.17
65	9.90	0.00	-2.28	2.28
66	0.05	0.00	-2.23	2.23
67	-18.83	18.83	-21.06	21.06
68	-5.58	5.58	-26.64	26.64
<b>Total sedimen</b>	<b>-26.64</b>	<b>294.65</b>	<b>-599.89</b>	<b>660.01</b>

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$ ; coef = 8; Power 1,8)

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.36	0.00	0.36	0.00
3	0.00	0.00	0.36	0.00
4	0.00	0.00	0.36	0.00
5	0.00	0.00	0.36	0.00
6	0.00	0.00	0.36	0.00
7	0.00	0.00	0.36	0.00
8	0.00	0.00	0.36	0.00
9	0.00	0.00	0.36	0.00
10	0.00	0.00	0.36	0.00
11	0.00	0.00	0.36	0.00
12	0.00	0.00	0.36	0.00
13	0.00	0.00	0.36	0.00
14	0.00	0.00	0.36	0.00
15	0.00	0.00	0.36	0.00
16	0.00	0.00	0.36	0.00
17	0.00	0.00	0.36	0.00
18	0.00	0.00	0.36	0.00
19	0.00	0.00	0.36	0.00
20	0.00	0.00	0.36	0.00
21	0.00	0.00	0.36	0.00
22	0.00	0.00	0.36	0.00
23	0.00	0.00	0.36	0.00
24	0.00	0.00	0.36	0.00
25	0.00	0.00	0.36	0.00
26	0.00	0.00	0.36	0.00
27	0.00	0.00	0.36	0.00
28	0.00	0.00	0.36	0.00
29	0.00	0.00	0.36	0.00
30	-0.01	0.01	0.35	0.00
31	0.01	0.00	0.36	0.00
32	0.00	0.00	0.36	0.00
33	0.00	0.00	0.36	0.00
34	0.00	0.00	0.36	0.00
35	0.00	0.00	0.36	0.00
36	0.00	0.00	0.36	0.00
37	0.00	0.00	0.36	0.00
38	0.00	0.00	0.36	0.00
39	0.00	0.00	0.36	0.00
40	0.00	0.00	0.36	0.00
41	0.00	0.00	0.36	0.00
42	0.00	0.00	0.36	0.00
43	0.00	0.00	0.36	0.00
44	0.00	0.00	0.36	0.00
45	0.00	0.00	0.36	0.00
46	0.00	0.00	0.36	0.00
47	0.00	0.00	0.36	0.00
48	0.00	0.00	0.36	0.00
49	0.00	0.00	0.36	0.00
50	0.00	0.00	0.36	0.00
51	-0.82	0.82	-0.46	0.46
52	0.69	0.00	0.22	0.00
53	-5.67	5.67	-5.44	5.44
54	-97.26	97.26	-102.70	102.70
55	6.00	0.00	-96.70	96.70
56	77.82	0.00	-18.88	18.88
57	16.21	0.00	-2.67	2.67
58	0.21	0.00	-2.46	2.46
59	-0.23	0.23	-2.69	2.69
60	-0.32	0.32	-3.00	3.00
61	-8.26	8.26	-11.26	11.26
62	-65.17	65.17	-76.43	76.43
63	6.77	0.00	-69.66	69.66
64	63.18	0.00	-6.48	6.48
65	3.87	0.00	-2.62	2.62
66	0.04	0.00	-2.57	2.57
67	-7.84	7.84	-10.41	10.41
68	-5.54	5.54	-15.95	15.95
<b>Total sedimen</b>	<b>-15.95</b>	<b>191.11</b>	<b>-412.55</b>	<b>430.38</b>

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$ ; coef = 8; Power 2,0)

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.16	0.00	0.16	0.00
3	0.00	0.00	0.16	0.00
4	0.00	0.00	0.16	0.00
5	0.00	0.00	0.16	0.00
6	0.00	0.00	0.16	0.00
7	0.00	0.00	0.16	0.00
8	0.00	0.00	0.16	0.00
9	0.00	0.00	0.16	0.00
10	0.00	0.00	0.16	0.00
11	0.00	0.00	0.16	0.00
12	0.00	0.00	0.16	0.00
13	0.00	0.00	0.16	0.00
14	0.00	0.00	0.16	0.00
15	0.00	0.00	0.16	0.00
16	0.00	0.00	0.16	0.00
17	0.00	0.00	0.16	0.00
18	0.00	0.00	0.16	0.00
19	0.00	0.00	0.16	0.00
20	0.00	0.00	0.16	0.00
21	0.00	0.00	0.16	0.00
22	0.00	0.00	0.16	0.00
23	0.00	0.00	0.16	0.00
24	0.00	0.00	0.16	0.00
25	0.00	0.00	0.16	0.00
26	0.00	0.00	0.16	0.00
27	0.00	0.00	0.16	0.00
28	0.00	0.00	0.16	0.00
29	0.00	0.00	0.16	0.00
30	0.00	0.00	0.16	0.00
31	0.00	0.00	0.16	0.00
32	0.00	0.00	0.16	0.00
33	0.00	0.00	0.16	0.00
34	0.00	0.00	0.16	0.00
35	0.00	0.00	0.16	0.00
36	0.00	0.00	0.16	0.00
37	0.00	0.00	0.16	0.00
38	0.00	0.00	0.16	0.00
39	0.00	0.00	0.16	0.00
40	0.00	0.00	0.16	0.00
41	0.00	0.00	0.16	0.00
42	0.00	0.00	0.16	0.00
43	0.00	0.00	0.16	0.00
44	0.00	0.00	0.16	0.00
45	0.00	0.00	0.16	0.00
46	0.00	0.00	0.16	0.00
47	0.00	0.00	0.16	0.00
48	0.00	0.00	0.16	0.00
49	0.00	0.00	0.16	0.00
50	0.00	0.00	0.16	0.00
51	-0.36	0.36	-0.19	0.19
52	0.30	0.00	0.10	0.00
53	-3.09	3.09	-2.99	2.99
54	-75.24	75.24	-78.23	78.23
55	3.77	0.00	-74.46	74.46
56	61.32	0.00	-13.14	13.14
57	10.40	0.00	-2.74	2.74
58	0.16	0.00	-2.58	2.58
59	-0.06	0.06	-2.64	2.64
60	-0.12	0.12	-2.76	2.76
61	-7.19	7.19	-9.95	9.95
62	-48.87	48.87	-58.82	58.82
63	5.59	0.00	-53.23	53.23
64	48.47	0.00	-4.77	4.77
65	2.09	0.00	-2.67	2.67
66	0.04	0.00	-2.63	2.63
67	-4.36	4.36	-6.99	6.99
68	-5.54	5.54	-12.53	12.53
<b>Total sedimen</b>	<b>-12.53</b>	<b>144.84</b>	<b>-323.35</b>	<b>331.32</b>

**LAMPIRAN 5**  
**KALIBRASI METODE WILCOCK**

Variabel *default* ( $\tau^* \cdot rm = 0,04$ )

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,03	0,00	0,03	0,00
3	0,00	0,00	0,03	0,00
4	0,00	0,00	0,03	0,00
5	0,00	0,00	0,03	0,00
6	0,00	0,00	0,03	0,00
7	0,00	0,00	0,03	0,00
8	0,00	0,00	0,03	0,00
9	0,00	0,00	0,03	0,00
10	0,00	0,00	0,03	0,00
11	0,00	0,00	0,03	0,00
12	0,00	0,00	0,03	0,00
13	0,00	0,00	0,03	0,00
14	0,00	0,00	0,03	0,00
15	0,00	0,00	0,03	0,00
16	0,00	0,00	0,03	0,00
17	0,00	0,00	0,03	0,00
18	0,00	0,00	0,03	0,00
19	0,00	0,00	0,03	0,00
20	0,00	0,00	0,03	0,00
21	0,00	0,00	0,03	0,00
22	0,00	0,00	0,03	0,00
23	0,00	0,00	0,03	0,00
24	0,00	0,00	0,03	0,00
25	0,00	0,00	0,03	0,00
26	0,00	0,00	0,03	0,00
27	0,00	0,00	0,03	0,00
28	0,00	0,00	0,03	0,00
29	0,00	0,00	0,03	0,00
30	0,00	0,00	0,03	0,00
31	0,00	0,00	0,03	0,00
32	0,00	0,00	0,03	0,00
33	0,00	0,00	0,03	0,00
34	0,00	0,00	0,03	0,00
35	0,00	0,00	0,03	0,00
36	0,00	0,00	0,03	0,00
37	0,00	0,00	0,03	0,00
38	0,00	0,00	0,03	0,00
39	0,00	0,00	0,03	0,00
40	0,00	0,00	0,03	0,00
41	0,00	0,00	0,03	0,00
42	0,00	0,00	0,03	0,00
43	0,00	0,00	0,03	0,00
44	0,00	0,00	0,03	0,00
45	0,00	0,00	0,03	0,00
46	0,00	0,00	0,03	0,00
47	0,00	0,00	0,03	0,00
48	0,00	0,00	0,03	0,00
49	0,00	0,00	0,03	0,00
50	0,00	0,00	0,03	0,00
51	-0,15	0,15	-0,12	0,12
52	0,13	0,00	0,01	0,00
53	-4,81	4,81	-4,80	4,80
54	-7,37	7,37	-12,17	12,17
55	4,83	0,00	-7,34	7,34
56	3,55	0,00	-3,79	3,79
57	3,44	0,00	-0,35	0,35
58	0,09	0,00	-0,26	0,26
59	-0,02	0,02	-0,28	0,28
60	0,01	0,00	-0,27	0,27
61	-3,26	3,26	-3,53	3,53
62	-2,66	2,66	-6,19	6,19
63	-1,81	1,81	-8,00	8,00
64	3,79	0,00	-4,21	4,21
65	3,58	0,00	-0,63	0,63
66	-0,04	0,04	-0,67	0,67
67	-4,41	4,41	-5,08	5,08
68	1,24	0,00	-3,84	3,84
<b>Total sedimen</b>	<b>-3,84</b>	<b>24,51</b>	<b>-60,01</b>	<b>61,51</b>

Variabel ( $\tau^*rm = 0,5$ )

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,00	0,00	0,00	0,00
32	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,00	0,00	0,00	0,00
36	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,00	0,00	0,00	0,00
38	0,00	0,00	0,00	0,00
39	0,00	0,00	0,00	0,00
40	0,00	0,00	0,00	0,00
41	0,00	0,00	0,00	0,00
42	0,00	0,00	0,00	0,00
43	0,00	0,00	0,00	0,00
44	0,00	0,00	0,00	0,00
45	0,00	0,00	0,00	0,00
46	0,00	0,00	0,00	0,00
47	0,00	0,00	0,00	0,00
48	0,00	0,00	0,00	0,00
49	0,00	0,00	0,00	0,00
50	0,00	0,00	0,00	0,00
51	-0,02	0,02	-0,02	0,02
52	0,02	0,00	0,00	0,00
53	-0,21	0,21	-0,21	0,21
54	-1,46	1,46	-1,67	1,67
55	-0,61	0,61	-2,28	2,28
56	1,54	0,00	-0,73	0,73
57	0,18	0,00	-0,56	0,56
58	0,05	0,00	-0,51	0,51
59	0,02	0,00	-0,49	0,49
60	0,01	0,00	-0,48	0,48
61	-1,66	1,66	-2,14	2,14
62	0,85	0,00	-1,29	1,29
63	-0,04	0,04	-1,33	1,33
64	-1,03	1,03	-2,36	2,36
65	1,26	0,00	-1,10	1,10
66	0,05	0,00	-1,05	1,05
67	-0,09	0,09	-1,14	1,14
68	-1,73	1,73	-2,87	2,87
<b>Total sedimen</b>	<b>-2,87</b>	<b>6,85</b>	<b>-20,24</b>	<b>20,24</b>

Variabel ( $\tau^*rm = 0,01$ )

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.22	0.00	1.22	0.00
3	0.00	0.00	1.22	0.00
4	0.00	0.00	1.22	0.00
5	0.00	0.00	1.22	0.00
6	0.00	0.00	1.22	0.00
7	0.00	0.00	1.22	0.00
8	0.00	0.00	1.22	0.00
9	0.00	0.00	1.22	0.00
10	0.00	0.00	1.22	0.00
11	0.00	0.00	1.22	0.00
12	0.00	0.00	1.22	0.00
13	0.00	0.00	1.22	0.00
14	0.00	0.00	1.22	0.00
15	0.00	0.00	1.22	0.00
16	0.00	0.00	1.22	0.00
17	0.00	0.00	1.22	0.00
18	0.00	0.00	1.22	0.00
19	0.00	0.00	1.22	0.00
20	0.00	0.00	1.22	0.00
21	0.00	0.00	1.22	0.00
22	0.00	0.00	1.22	0.00
23	0.00	0.00	1.22	0.00
24	0.00	0.00	1.22	0.00
25	0.00	0.00	1.22	0.00
26	0.00	0.00	1.22	0.00
27	0.00	0.00	1.22	0.00
28	0.00	0.00	1.22	0.00
29	0.00	0.00	1.22	0.00
30	-0.02	0.02	1.20	0.00
31	0.02	0.00	1.22	0.00
32	0.00	0.00	1.22	0.00
33	0.00	0.00	1.22	0.00
34	0.00	0.00	1.22	0.00
35	0.00	0.00	1.22	0.00
36	0.00	0.00	1.22	0.00
37	0.00	0.00	1.22	0.00
38	0.00	0.00	1.22	0.00
39	0.00	0.00	1.22	0.00
40	0.00	0.00	1.22	0.00
41	0.00	0.00	1.22	0.00
42	0.00	0.00	1.22	0.00
43	0.00	0.00	1.22	0.00
44	0.00	0.00	1.22	0.00
45	0.00	0.00	1.22	0.00
46	0.00	0.00	1.22	0.00
47	0.00	0.00	1.22	0.00
48	0.00	0.00	1.22	0.00
49	0.00	0.00	1.22	0.00
50	0.00	0.00	1.22	0.00
51	-2.96	2.96	-1.74	1.74
52	2.25	0.00	0.51	0.00
53	-14.12	14.12	-13.61	13.61
54	-141.52	141.52	-155.13	155.13
55	8.95	0.00	-146.19	146.19
56	111.92	0.00	-34.26	34.26
57	31.73	0.00	-2.54	2.54
58	0.36	0.00	-2.18	2.18
59	-0.95	0.95	-3.13	3.13
60	-1.08	1.08	-4.21	4.21
61	-9.17	9.17	-13.38	13.38
62	-100.41	100.41	-113.80	113.80
63	8.34	0.00	-105.46	105.46
64	93.29	0.00	-12.17	12.17
65	9.90	0.00	-2.28	2.28
66	0.05	0.00	-2.23	2.23
67	-18.83	18.83	-21.06	21.06
68	-5.58	5.58	-26.64	26.64
<b>Total sedimen</b>	<b>-26.64</b>	<b>294.65</b>	<b>-599.89</b>	<b>660.01</b>

Variabel ( $\tau^*rm = 0,001$ )

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.22	0.00	1.22	0.00
3	0.00	0.00	1.22	0.00
4	0.00	0.00	1.22	0.00
5	0.00	0.00	1.22	0.00
6	0.00	0.00	1.22	0.00
7	0.00	0.00	1.22	0.00
8	0.00	0.00	1.22	0.00
9	0.00	0.00	1.22	0.00
10	0.00	0.00	1.22	0.00
11	0.00	0.00	1.22	0.00
12	0.00	0.00	1.22	0.00
13	0.00	0.00	1.22	0.00
14	0.00	0.00	1.22	0.00
15	0.00	0.00	1.22	0.00
16	0.00	0.00	1.22	0.00
17	0.00	0.00	1.22	0.00
18	0.00	0.00	1.22	0.00
19	0.00	0.00	1.22	0.00
20	0.00	0.00	1.22	0.00
21	0.00	0.00	1.22	0.00
22	0.00	0.00	1.22	0.00
23	0.00	0.00	1.22	0.00
24	0.00	0.00	1.22	0.00
25	0.00	0.00	1.22	0.00
26	0.00	0.00	1.22	0.00
27	0.00	0.00	1.22	0.00
28	0.00	0.00	1.22	0.00
29	0.00	0.00	1.22	0.00
30	-0.02	0.02	1.20	0.00
31	0.02	0.00	1.22	0.00
32	0.00	0.00	1.22	0.00
33	0.00	0.00	1.22	0.00
34	0.00	0.00	1.22	0.00
35	0.00	0.00	1.22	0.00
36	0.00	0.00	1.22	0.00
37	0.00	0.00	1.22	0.00
38	0.00	0.00	1.22	0.00
39	0.00	0.00	1.22	0.00
40	0.00	0.00	1.22	0.00
41	0.00	0.00	1.22	0.00
42	0.00	0.00	1.22	0.00
43	0.00	0.00	1.22	0.00
44	0.00	0.00	1.22	0.00
45	0.00	0.00	1.22	0.00
46	0.00	0.00	1.22	0.00
47	0.00	0.00	1.22	0.00
48	0.00	0.00	1.22	0.00
49	0.00	0.00	1.22	0.00
50	0.00	0.00	1.22	0.00
51	-2.96	2.96	-1.74	1.74
52	2.25	0.00	0.51	0.00
53	-14.12	14.12	-13.61	13.61
54	-141.52	141.52	-155.13	155.13
55	8.95	0.00	-146.19	146.19
56	111.92	0.00	-34.26	34.26
57	31.73	0.00	-2.54	2.54
58	0.36	0.00	-2.18	2.18
59	-0.95	0.95	-3.13	3.13
60	-1.08	1.08	-4.21	4.21
61	-9.17	9.17	-13.38	13.38
62	-100.41	100.41	-113.80	113.80
63	8.34	0.00	-105.46	105.46
64	93.29	0.00	-12.17	12.17
65	9.90	0.00	-2.28	2.28
66	0.05	0.00	-2.23	2.23
67	-18.83	18.83	-21.06	21.06
68	-5.58	5.58	-26.64	26.64
<b>Total sedimen</b>	<b>-26.64</b>	<b>294.65</b>	<b>-599.89</b>	<b>660.01</b>

Variabel ( $\tau^*rm = 0,0005$ )

No. Cross Section	Vol. Bed. Change Cum. (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )	Long Cum. Vol. Change (m <sup>3</sup> )	Jumlah yang tergerus (m <sup>3</sup> )
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.22	0.00	1.22	0.00
3	0.00	0.00	1.22	0.00
4	0.00	0.00	1.22	0.00
5	0.00	0.00	1.22	0.00
6	0.00	0.00	1.22	0.00
7	0.00	0.00	1.22	0.00
8	0.00	0.00	1.22	0.00
9	0.00	0.00	1.22	0.00
10	0.00	0.00	1.22	0.00
11	0.00	0.00	1.22	0.00
12	0.00	0.00	1.22	0.00
13	0.00	0.00	1.22	0.00
14	0.00	0.00	1.22	0.00
15	0.00	0.00	1.22	0.00
16	0.00	0.00	1.22	0.00
17	0.00	0.00	1.22	0.00
18	0.00	0.00	1.22	0.00
19	0.00	0.00	1.22	0.00
20	0.00	0.00	1.22	0.00
21	0.00	0.00	1.22	0.00
22	0.00	0.00	1.22	0.00
23	0.00	0.00	1.22	0.00
24	0.00	0.00	1.22	0.00
25	0.00	0.00	1.22	0.00
26	0.00	0.00	1.22	0.00
27	0.00	0.00	1.22	0.00
28	0.00	0.00	1.22	0.00
29	0.00	0.00	1.22	0.00
30	-0.02	0.02	1.20	0.00
31	0.02	0.00	1.22	0.00
32	0.00	0.00	1.22	0.00
33	0.00	0.00	1.22	0.00
34	0.00	0.00	1.22	0.00
35	0.00	0.00	1.22	0.00
36	0.00	0.00	1.22	0.00
37	0.00	0.00	1.22	0.00
38	0.00	0.00	1.22	0.00
39	0.00	0.00	1.22	0.00
40	0.00	0.00	1.22	0.00
41	0.00	0.00	1.22	0.00
42	0.00	0.00	1.22	0.00
43	0.00	0.00	1.22	0.00
44	0.00	0.00	1.22	0.00
45	0.00	0.00	1.22	0.00
46	0.00	0.00	1.22	0.00
47	0.00	0.00	1.22	0.00
48	0.00	0.00	1.22	0.00
49	0.00	0.00	1.22	0.00
50	0.00	0.00	1.22	0.00
51	-2.96	2.96	-1.74	1.74
52	2.25	0.00	0.51	0.00
53	-14.12	14.12	-13.61	13.61
54	-141.52	141.52	-155.13	155.13
55	8.95	0.00	-146.19	146.19
56	111.92	0.00	-34.26	34.26
57	31.73	0.00	-2.54	2.54
58	0.36	0.00	-2.18	2.18
59	-0.95	0.95	-3.13	3.13
60	-1.08	1.08	-4.21	4.21
61	-9.17	9.17	-13.38	13.38
62	-100.41	100.41	-113.80	113.80
63	8.34	0.00	-105.46	105.46
64	93.29	0.00	-12.17	12.17
65	9.90	0.00	-2.28	2.28
66	0.05	0.00	-2.23	2.23
67	-18.83	18.83	-21.06	21.06
68	-5.58	5.58	-26.64	26.64
<b>Total sedimen</b>	<b>-26.64</b>	<b>294.65</b>	<b>-599.89</b>	<b>660.01</b>

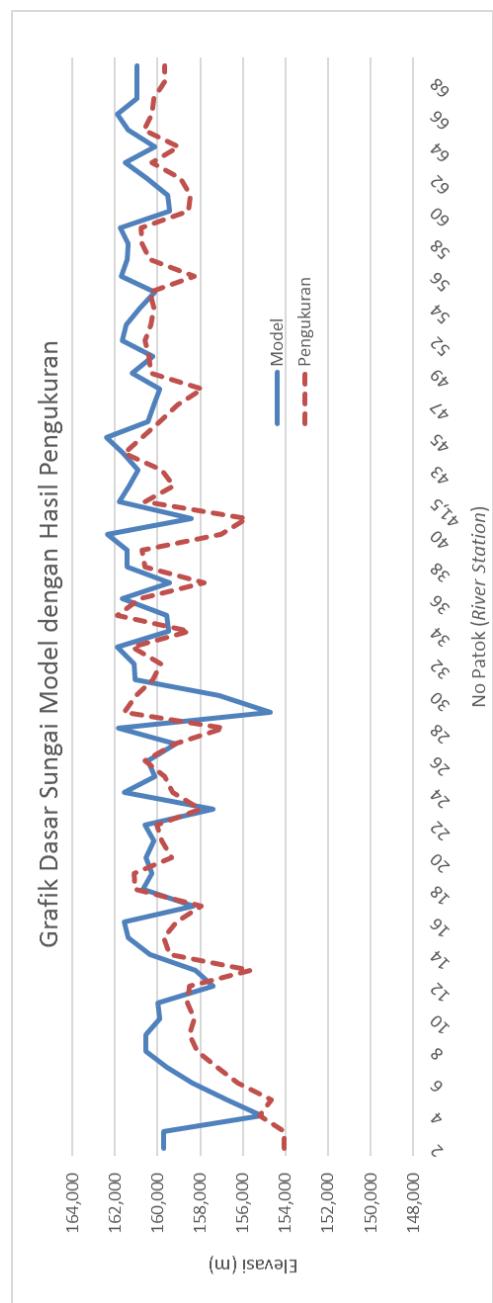
## **LAMPIRAN 6**

### **KALIBRASI RMSE METODE ACKERS-WHITE**

Variabel *default* ( $A = 0,19$ ;  $C = 0,25$ ;  $m = 1,78$ )

No.	River Station	Dasar Sungai			$(X_{obs}-X_{mod})^2$
		Sebelum	Model	Sesudah	
1	69	160,953	160,953	159,687	1,6030
2	68	160,953	160,953	159,687	1,6030
3	67	160,994	160,991	160,196	0,6322
4	66	161,901	161,901	160,266	2,6729
5	65	161,375	161,377	160,642	0,5401
6	64	160,152	160,150	159,031	1,2533
7	63	161,540	161,540	160,295	1,5503
8	62	160,487	160,492	158,927	2,4505
9	61	159,540	159,542	158,481	1,1253
10	60	159,441	159,441	158,548	0,7971
11	59	161,778	161,778	160,784	0,9880
12	58	161,408	161,408	160,754	0,4281
13	57	161,440	161,441	160,355	1,1798
14	56	161,690	161,691	158,281	11,6254
15	55	160,158	160,158	160,361	0,0412
16	54	160,814	160,814	160,205	0,3709
17	53	161,477	161,477	160,344	1,2835
18	52	161,662	161,662	160,590	1,1496
19	50	160,212	160,212	160,412	0,0400
20	49	161,181	161,181	160,329	0,7262
21	48	159,902	159,902	157,895	4,0289
22	47	160,194	160,194	159,052	1,3042
23	46	160,451	160,451	159,899	0,3047
24	45	162,407	162,407	160,754	2,7321
25	44	161,642	161,642	161,595	0,0022
26	43	160,904	160,902	159,795	1,2261
27	42	161,361	161,358	159,251	4,4394
28	41,5	161,803	161,804	160,595	1,4622
29	41	158,448	158,442	155,813	6,9095
30	40	162,398	162,375	157,008	28,8090
31	39	161,444	161,449	160,755	0,4822
32	38	161,402	161,419	160,620	0,6387
33	37	159,415	159,417	157,807	2,5921
34	36	161,659	161,659	160,846	0,6615
35	35	159,559	159,560	161,895	5,4541
36	34	159,471	159,468	158,500	0,9368
37	33	161,931	161,920	161,218	0,4922
38	32	161,106	161,111	159,844	1,6060
39	31	161,077	161,082	160,211	0,7592
40	30	157,106	157,106	161,031	15,4041
41	29	154,690	154,690	161,568	47,3083
42	28	161,862	161,862	156,874	24,8801
43	27	159,165	159,165	159,209	0,0019
44	26	160,446	160,447	160,597	0,0227
45	25	160,144	160,143	159,695	0,2002
46	24	161,562	161,560	159,289	5,1588
47	23	157,375	157,379	158,006	0,3936
48	22	160,606	160,608	160,064	0,2960
49	21	160,168	160,168	159,798	0,1370
50	20	160,539	160,539	159,365	1,3792
51	19	160,287	160,287	161,108	0,6735
52	18	160,681	160,681	161,071	0,1519
53	17	158,324	158,323	157,952	0,1373
54	16	161,655	161,569	159,123	5,9805
55	15	161,396	161,398	159,722	2,8096
56	14	160,320	160,360	159,422	0,8800
57	13	158,239	158,250	155,654	6,7392
58	12	157,389	157,389	158,499	1,2314
59	11	159,998	159,998	158,595	1,9684
60	10	159,898	159,898	158,291	2,5831
61	9	160,550	160,550	158,534	4,0639
62	8	160,598	160,535	158,132	5,7754
63	7	159,557	159,573	157,226	5,5079
64	6	158,341	158,353	156,249	4,4251
65	5	156,743	156,745	154,675	4,2828
66	4	155,132	155,132	155,240	0,0117
67	2,1	159,721	159,721	154,075	31,8784
68	2	159,721	159,721	154,075	31,8784

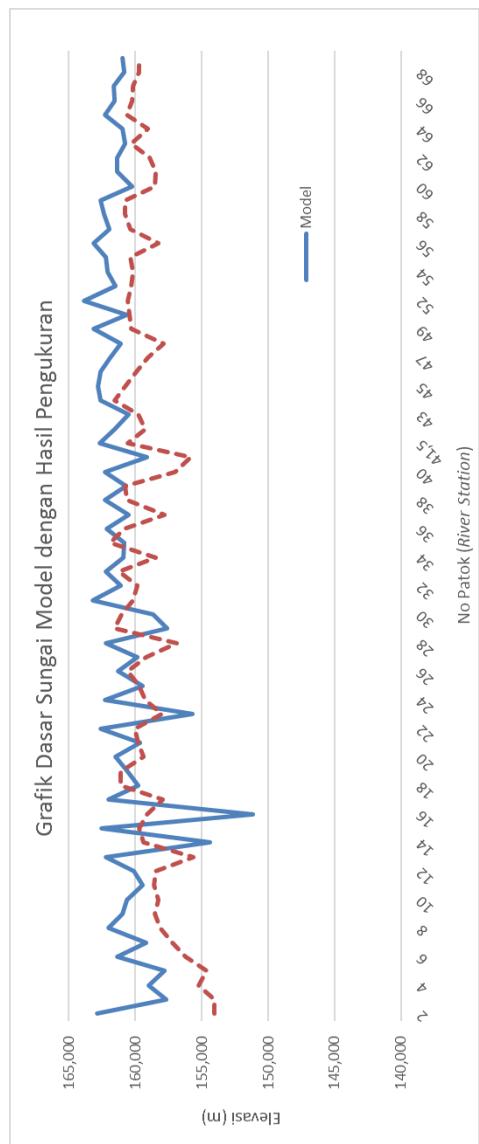
RMSE = **2,1111**



Variabel *default* ( $A = 0,0005$ ;  $C = 0,25$ ;  $m = 1,78$ )

No.	River Station	Dasar Sungai			$(X_{obs}-X_{mod})^2$
		Sebelum	Model	Sesudah	
1	69	160,953	160,953	159,687	1,6030
2	68	160,953	160,841	159,687	1,3319
3	67	160,994	161,619	160,196	2,0249
4	66	161,901	161,567	160,266	1,6929
5	65	161,375	162,279	160,642	2,6794
6	64	160,152	160,951	159,031	3,6849
7	63	161,540	160,796	160,295	0,2507
8	62	160,487	161,364	158,927	5,9375
9	61	159,540	161,337	158,481	8,1533
10	60	159,441	160,250	158,548	2,8958
11	59	161,778	162,626	160,784	3,3930
12	58	161,408	162,324	160,754	2,4649
13	57	161,440	161,991	160,355	2,6758
14	56	161,690	163,170	158,281	23,9033
15	55	160,158	162,253	160,361	3,5785
16	54	160,814	162,122	160,205	3,6749
17	53	161,477	161,483	160,344	1,2978
18	52	161,662	163,878	160,590	10,8103
19	50	160,212	160,673	160,412	0,0681
20	49	161,181	163,120	160,329	7,7891
21	48	159,902	161,130	157,895	10,4626
22	47	160,194	161,921	159,052	8,2335
23	46	160,451	162,642	159,899	7,5257
24	45	162,407	162,799	160,754	4,1824
25	44	161,642	162,632	161,595	1,0764
26	43	160,904	160,502	159,795	0,4994
27	42	161,361	161,578	159,251	5,4135
28	41,5	161,803	162,668	160,595	4,2977
29	41	158,448	159,134	155,813	11,0264
30	40	162,398	162,267	157,008	27,6518
31	39	161,444	160,698	160,755	0,0032
32	38	161,402	162,272	160,620	2,7275
33	37	159,415	160,501	157,807	7,2587
34	36	161,659	162,154	160,846	1,7109
35	35	159,559	160,807	161,895	1,1835
36	34	159,471	160,924	158,500	5,8748
37	33	161,931	162,216	161,218	0,9952
38	32	161,106	161,073	159,844	1,5107
39	31	161,077	163,226	160,211	9,0914
40	30	157,106	158,656	161,031	5,6416
41	29	154,690	157,601	161,568	15,7347
42	28	161,862	162,226	156,874	28,6471
43	27	159,165	159,826	159,209	0,3808
44	26	160,446	161,281	160,597	0,4681
45	25	160,144	159,446	159,695	0,0622
46	24	161,562	162,260	159,289	8,8251
47	23	157,375	155,721	158,006	5,2221
48	22	160,606	162,594	160,064	6,4004
49	21	160,168	159,645	159,798	0,0233
50	20	160,539	161,511	159,365	4,6045
51	19	160,287	160,575	161,108	0,2833
52	18	160,681	159,809	161,071	1,5931
53	17	158,324	162,009	157,952	16,4576
54	16	161,655	151,142	159,123	63,6916
55	15	161,396	162,574	159,722	8,1362
56	14	160,320	154,414	159,422	25,0851
57	13	158,239	162,254	155,654	43,5640
58	12	157,389	160,085	158,499	2,5160
59	11	159,998	159,452	158,595	0,7348
60	10	159,898	160,661	158,291	5,6164
61	9	160,550	160,997	158,534	6,0659
62	8	160,598	162,003	158,132	14,9854
63	7	159,557	159,216	157,226	3,9589
64	6	158,341	161,395	156,249	26,4803
65	5	156,743	157,840	154,675	10,0172
66	4	155,132	158,984	155,240	14,0138
67	2,1	159,721	157,658	154,075	12,8379
68	2	159,721	162,861	154,075	77,1903

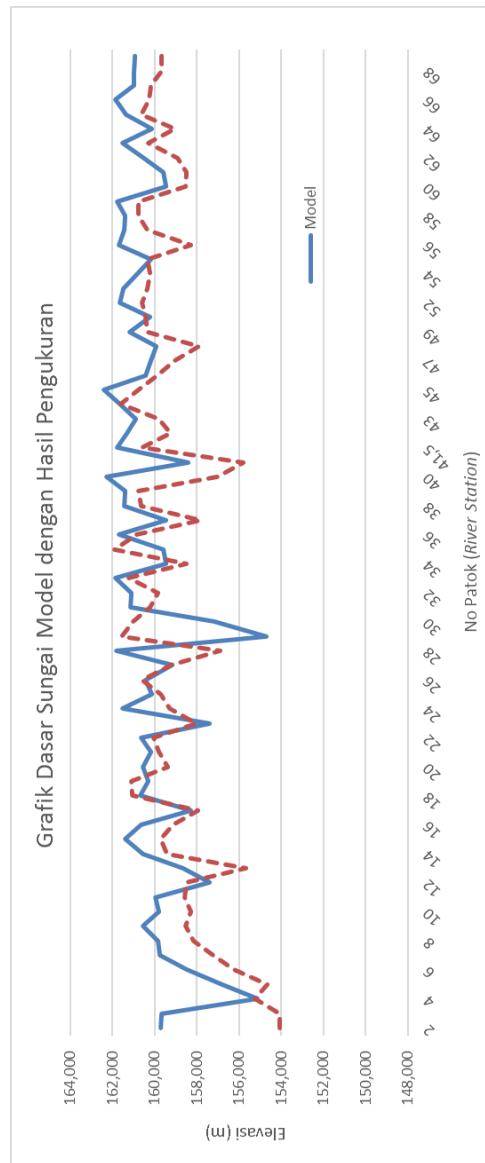
RMSE = **2,9948**



Variabel *default* ( $A = 0,05$ ;  $C = 0,25$ ;  $m = 1,78$ )

No.	River Station	Dasar Sungai			$(X_{obs}-X_{mod})^2$
		Sebelum	Model	Sesudah	
1	69	160,953	160,953	159,687	1,6030
2	68	160,953	160,969	159,687	1,6443
3	67	160,994	160,977	160,196	0,6095
4	66	161,901	161,880	160,266	2,6060
5	65	161,375	161,368	160,642	0,5265
6	64	160,152	160,140	159,031	1,2305
7	63	161,540	161,526	160,295	1,5166
8	62	160,487	160,505	158,927	2,4891
9	61	159,540	159,594	158,481	1,2392
10	60	159,441	159,453	158,548	0,8194
11	59	161,778	161,770	160,784	0,9728
12	58	161,408	161,400	160,754	0,4172
13	57	161,440	161,439	160,355	1,1759
14	56	161,690	161,708	158,281	11,7450
15	55	160,158	160,175	160,361	0,0347
16	54	160,814	160,804	160,205	0,3592
17	53	161,477	161,467	160,344	1,2614
18	52	161,662	161,662	160,590	1,1492
19	50	160,212	160,214	160,412	0,0394
20	49	161,181	161,195	160,329	0,7501
21	48	159,902	159,912	157,895	4,0703
22	47	160,194	160,191	159,052	1,2971
23	46	160,451	160,441	159,899	0,2941
24	45	162,407	162,388	160,754	2,6703
25	44	161,642	161,632	161,595	0,0014
26	43	160,904	160,880	159,795	1,1759
27	42	161,361	161,323	159,251	4,2924
28	41,5	161,803	161,784	160,595	1,4132
29	41	158,448	158,411	155,813	6,7506
30	40	162,398	162,297	157,008	27,9703
31	39	161,444	161,399	160,755	0,4151
32	38	161,402	161,422	160,620	0,6437
33	37	159,415	159,479	157,807	2,7936
34	36	161,659	161,693	160,846	0,7169
35	35	159,559	159,592	161,895	5,3043
36	34	159,471	159,466	158,500	0,9322
37	33	161,931	161,875	161,218	0,4316
38	32	161,106	161,084	159,844	1,5364
39	31	161,077	161,153	160,211	0,8872
40	30	157,106	157,167	161,031	14,9274
41	29	154,690	154,684	161,568	47,3963
42	28	161,862	161,826	156,874	24,5233
43	27	159,165	159,150	159,209	0,0035
44	26	160,446	160,444	160,597	0,0234
45	25	160,144	160,113	159,695	0,1744
46	24	161,562	161,523	159,289	4,9890
47	23	157,375	157,374	158,006	0,3989
48	22	160,606	160,649	160,064	0,3421
49	21	160,168	160,187	159,798	0,1509
50	20	160,539	160,557	159,365	1,4213
51	19	160,287	160,289	161,108	0,6703
52	18	160,681	160,694	161,071	0,1420
53	17	158,324	158,275	157,952	0,1042
54	16	161,655	160,651	159,123	2,3333
55	15	161,396	161,395	159,722	2,7979
56	14	160,320	160,553	159,422	1,2787
57	13	158,239	158,639	155,654	8,9078
58	12	157,389	157,415	158,499	1,1751
59	11	159,998	159,944	158,595	1,8193
60	10	159,898	159,787	158,291	2,2392
61	9	160,550	160,552	158,534	4,0731
62	8	160,598	159,854	158,132	2,9663
63	7	159,557	159,768	157,226	6,4628
64	6	158,341	158,510	156,249	5,1139
65	5	156,743	156,789	154,675	4,4682
66	4	155,132	155,132	155,240	0,0117
67	2,1	159,721	159,683	154,075	31,4508
68	2	159,721	159,721	154,075	31,8784

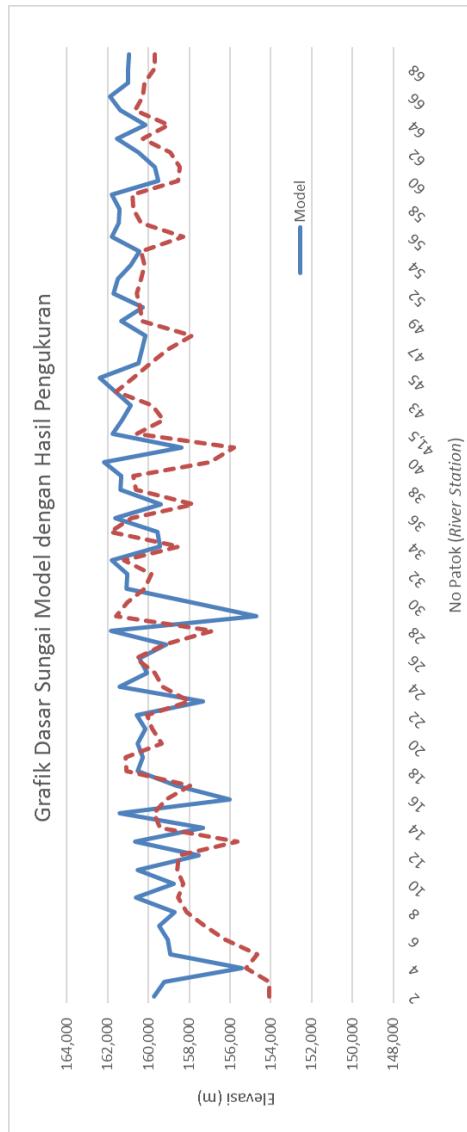
RMSE = **2,0935**



Variabel *default* ( $A = 0,01$ ;  $C = 0,25$ ;  $m = 1,78$ )

No.	River Station	Dasar Sungai			$(X_{obs}-X_{mod})^2$
		Sebelum	Model	Sesudah	
1	69	160,953	160,953	159,687	1,6030
2	68	160,953	161,001	159,687	1,7279
3	67	160,994	160,987	160,196	0,6250
4	66	161,901	161,889	160,266	2,6328
5	65	161,375	161,377	160,642	0,5396
6	64	160,152	160,149	159,031	1,2508
7	63	161,540	161,534	160,295	1,5344
8	62	160,487	160,507	158,927	2,4970
9	61	159,540	159,689	158,481	1,4588
10	60	159,441	159,501	158,548	0,9082
11	59	161,778	161,789	160,784	1,0098
12	58	161,408	161,417	160,754	0,4396
13	57	161,440	161,466	160,355	1,2332
14	56	161,690	161,781	158,281	12,2514
15	55	160,158	160,427	160,361	0,0044
16	54	160,814	160,866	160,205	0,4367
17	53	161,477	161,503	160,344	1,3435
18	52	161,662	161,709	160,590	1,2513
19	50	160,212	160,271	160,412	0,0199
20	49	161,181	161,327	160,329	0,9958
21	48	159,902	160,160	157,895	5,1298
22	47	160,194	160,315	159,052	1,5947
23	46	160,451	160,472	159,899	0,3288
24	45	162,407	162,392	160,754	2,6830
25	44	161,642	161,635	161,595	0,0016
26	43	160,904	160,880	159,795	1,1759
27	42	161,361	161,295	159,251	4,1792
28	41,5	161,803	161,755	160,595	1,3458
29	41	158,448	158,367	155,813	6,5239
30	40	162,398	162,187	157,008	26,8210
31	39	161,444	161,315	160,755	0,3142
32	38	161,402	161,363	160,620	0,5523
33	37	159,415	159,388	157,807	2,4986
34	36	161,659	161,636	160,846	0,6246
35	35	159,559	159,551	161,895	5,4971
36	34	159,471	159,430	158,500	0,8643
37	33	161,931	161,816	161,218	0,3582
38	32	161,106	161,047	159,844	1,4458
39	31	161,077	161,088	160,211	0,7691
40	30	157,106	157,864	161,031	10,0286
41	29	154,690	154,718	161,568	46,9266
42	28	161,862	161,830	156,874	24,5600
43	27	159,165	159,138	159,209	0,0050
44	26	160,446	160,431	160,597	0,0276
45	25	160,144	160,059	159,695	0,1324
46	24	161,562	161,407	159,289	4,4855
47	23	157,375	157,329	158,006	0,4582
48	22	160,606	160,592	160,064	0,2787
49	21	160,168	160,150	159,798	0,1236
50	20	160,539	160,528	159,365	1,3516
51	19	160,287	160,290	161,108	0,6686
52	18	160,681	160,512	161,071	0,3123
53	17	158,324	158,615	157,952	0,4397
54	16	161,655	156,039	159,123	9,5123
55	15	161,396	161,405	159,722	2,8322
56	14	160,320	157,326	159,422	4,3953
57	13	158,239	160,669	155,654	25,1532
58	12	157,389	157,533	158,499	0,9330
59	11	159,998	160,541	158,595	3,7861
60	10	159,898	158,743	158,291	0,2040
61	9	160,550	160,603	158,534	4,2820
62	8	160,598	158,717	158,132	0,3419
63	7	159,557	159,494	157,226	5,1429
64	6	158,341	159,052	156,249	7,8579
65	5	156,743	158,924	154,675	18,0532
66	4	155,132	155,410	155,240	0,0287
67	2,1	159,721	159,231	154,075	26,5854
68	2	159,721	159,721	154,075	31,8830

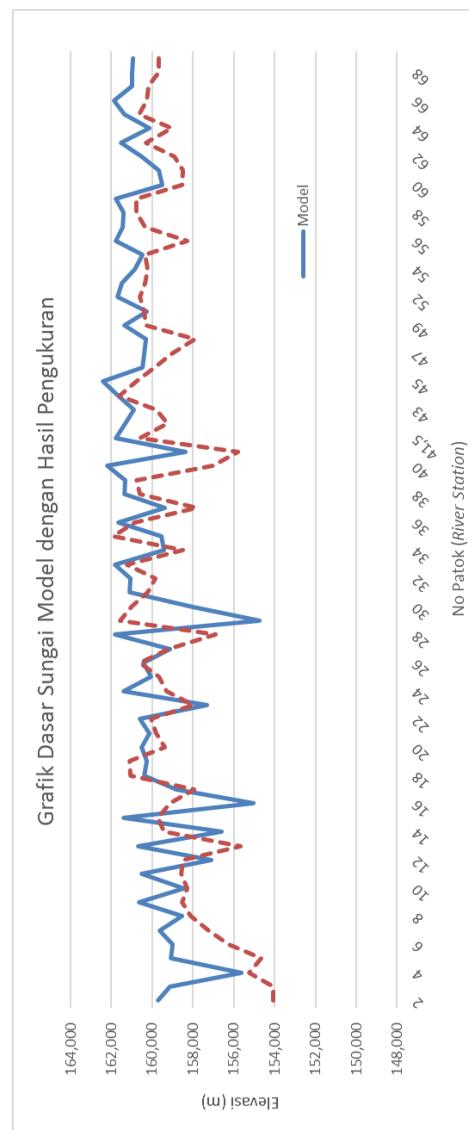
RMSE = **2,1938**



Variabel *default* ( $A = 0,008$ ;  $C = 0,25$ ;  $m = 1,78$ )

No.	River Station	Dasar Sungai			$(X_{obs}-X_{mod})^2$
		Sebelum	Model	Sesudah	
1	69	160,953	160,953	159,687	1,6030
2	68	160,953	161,001	159,687	1,7269
3	67	160,994	160,989	160,196	0,6288
4	66	161,901	161,888	160,266	2,6322
5	65	161,375	161,376	160,642	0,5392
6	64	160,152	160,148	159,031	1,2486
7	63	161,540	161,534	160,295	1,5351
8	62	160,487	160,506	158,927	2,4917
9	61	159,540	159,696	158,481	1,4755
10	60	159,441	159,504	158,548	0,9132
11	59	161,778	161,790	160,784	1,0126
12	58	161,408	161,419	160,754	0,4424
13	57	161,440	161,467	160,355	1,2370
14	56	161,690	161,787	158,281	12,2906
15	55	160,158	160,481	160,361	0,0143
16	54	160,814	160,875	160,205	0,4484
17	53	161,477	161,509	160,344	1,3570
18	52	161,662	161,721	160,590	1,2780
19	50	160,212	160,286	160,412	0,0160
20	49	161,181	161,368	160,329	1,0797
21	48	159,902	160,303	157,895	5,8009
22	47	160,194	160,379	159,052	1,7596
23	46	160,451	160,488	159,899	0,3467
24	45	162,407	162,397	160,754	2,6978
25	44	161,642	161,647	161,595	0,0027
26	43	160,904	160,888	159,795	1,1942
27	42	161,361	161,302	159,251	4,2054
28	41,5	161,803	161,768	160,595	1,3773
29	41	158,448	158,374	155,813	6,5572
30	40	162,398	162,206	157,008	27,0150
31	39	161,444	161,331	160,755	0,3321
32	38	161,402	161,370	160,620	0,5625
33	37	159,415	159,397	157,807	2,5275
34	36	161,659	161,644	160,846	0,6365
35	35	159,559	159,559	161,895	5,4597
36	34	159,471	159,444	158,500	0,8909
37	33	161,931	161,821	161,218	0,3641
38	32	161,106	161,051	159,844	1,4576
39	31	161,077	161,096	160,211	0,7829
40	30	157,106	158,020	161,031	9,0691
41	29	154,690	154,729	161,568	46,7760
42	28	161,862	161,833	156,874	24,5917
43	27	159,165	159,142	159,209	0,0044
44	26	160,446	160,433	160,597	0,0268
45	25	160,144	160,060	159,695	0,1329
46	24	161,562	161,411	159,289	4,5037
47	23	157,375	157,322	158,006	0,4673
48	22	160,606	160,595	160,064	0,2816
49	21	160,168	160,158	159,798	0,1296
50	20	160,539	160,533	159,365	1,3647
51	19	160,287	160,287	161,108	0,6734
52	18	160,681	160,408	161,071	0,4394
53	17	158,324	158,824	157,952	0,7606
54	16	161,655	155,025	159,123	16,7936
55	15	161,396	161,406	159,722	2,8365
56	14	160,320	156,583	159,422	8,0616
57	13	158,239	160,683	155,654	25,2908
58	12	157,389	157,122	158,499	1,8953
59	11	159,998	160,523	158,595	3,7168
60	10	159,898	158,445	158,291	0,0237
61	9	160,550	160,638	158,534	4,4247
62	8	160,598	158,542	158,132	0,1677
63	7	159,557	159,643	157,226	5,8404
64	6	158,341	159,007	156,249	7,6071
65	5	156,743	159,091	154,675	19,5002
66	4	155,132	155,625	155,240	0,1483
67	2,1	159,721	159,119	154,075	25,4409
68	2	159,721	159,721	154,075	31,8762

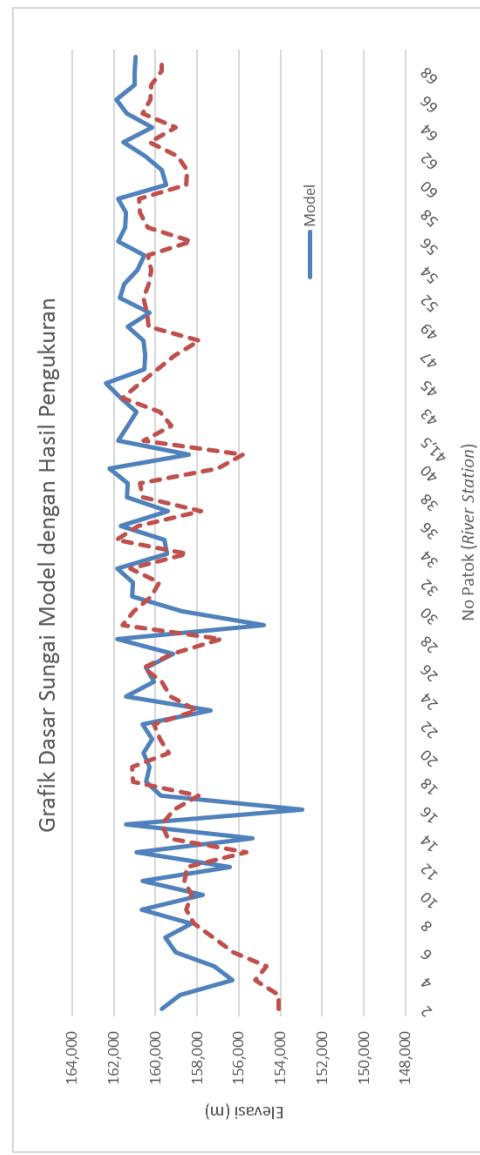
RMSE = **2,2387**



Variabel *default* ( $A = 0,005$ ;  $C = 0,25$ ;  $m = 1,78$ )

No.	River Station	Dasar Sungai			$(X_{obs}-X_{mod})^2$
		Sebelum	Model	Sesudah	
1	69	160,953	160,953	159,687	1,6030
2	68	160,953	160,999	159,687	1,7224
3	67	160,994	160,990	160,196	0,6300
4	66	161,901	161,889	160,266	2,6328
5	65	161,375	161,378	160,642	0,5410
6	64	160,152	160,149	159,031	1,2497
7	63	161,540	161,535	160,295	1,5366
8	62	160,487	160,506	158,927	2,4936
9	61	159,540	159,707	158,481	1,5016
10	60	159,441	159,509	158,548	0,9231
11	59	161,778	161,792	160,784	1,0165
12	58	161,408	161,420	160,754	0,4432
13	57	161,440	161,468	160,355	1,2381
14	56	161,690	161,784	158,281	12,2696
15	55	160,158	160,519	160,361	0,0250
16	54	160,814	160,882	160,205	0,4582
17	53	161,477	161,514	160,344	1,3698
18	52	161,662	161,728	160,590	1,2946
19	50	160,212	160,297	160,412	0,0132
20	49	161,181	161,350	160,329	1,0418
21	48	159,902	160,583	157,895	7,2243
22	47	160,194	160,509	159,052	2,1228
23	46	160,451	160,535	159,899	0,4050
24	45	162,407	162,402	160,754	2,7152
25	44	161,642	161,665	161,595	0,0049
26	43	160,904	160,904	159,795	1,2301
27	42	161,361	161,322	159,251	4,2870
28	41,5	161,803	161,780	160,595	1,4052
29	41	158,448	158,395	155,813	6,6667
30	40	162,398	162,218	157,008	27,1389
31	39	161,444	161,351	160,755	0,3549
32	38	161,402	161,391	160,620	0,5940
33	37	159,415	159,419	157,807	2,5979
34	36	161,659	161,664	160,846	0,6690
35	35	159,559	159,588	161,895	5,3209
36	34	159,471	159,463	158,500	0,9278
37	33	161,931	161,837	161,218	0,3827
38	32	161,106	161,066	159,844	1,4928
39	31	161,077	161,117	160,211	0,8203
40	30	157,106	158,720	161,031	5,3393
41	29	154,690	154,796	161,568	45,8586
42	28	161,862	161,850	156,874	24,7656
43	27	159,165	159,161	159,209	0,0023
44	26	160,446	160,455	160,597	0,0202
45	25	160,144	160,068	159,695	0,1392
46	24	161,562	161,425	159,289	4,5625
47	23	157,375	157,344	158,006	0,4376
48	22	160,606	160,614	160,064	0,3027
49	21	160,168	160,172	159,798	0,1400
50	20	160,539	160,560	159,365	1,4275
51	19	160,287	160,285	161,108	0,6765
52	18	160,681	160,452	161,071	0,3828
53	17	158,324	159,740	157,952	3,1977
54	16	161,655	152,971	159,123	37,8422
55	15	161,396	161,426	159,722	2,9043
56	14	160,320	155,363	159,422	16,4787
57	13	158,239	160,915	155,654	27,6771
58	12	157,389	156,436	158,499	4,2572
59	11	159,998	160,623	158,595	4,1124
60	10	159,898	157,751	158,291	0,2911
61	9	160,550	160,655	158,534	4,4974
62	8	160,598	158,258	158,132	0,0158
63	7	159,557	159,525	157,226	5,2868
64	6	158,341	159,016	156,249	7,6541
65	5	156,743	157,199	154,675	6,3726
66	4	155,132	156,294	155,240	1,1107
67	2,1	159,721	158,807	154,075	22,3966
68	2	159,721	159,722	154,075	31,8852

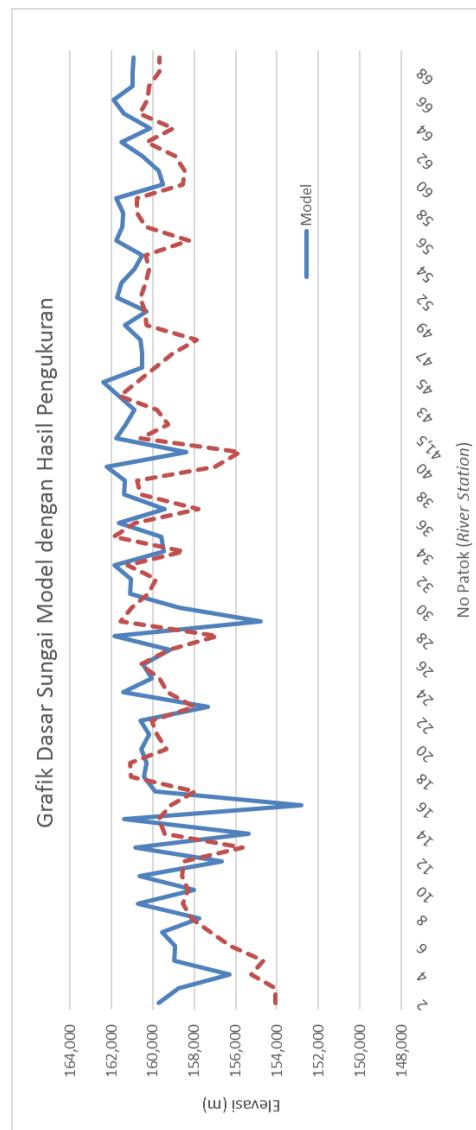
RMSE = **2,3022**



Variabel *default* ( $A = 0,0048$ ;  $C = 0,25$ ;  $m = 1,78$ )

No.	River Station	Dasar Sungai			$(X_{obs}-X_{mod})^2$
		Sebelum	Model	Sesudah	
1	69	160,953	160,953	159,687	1,6030
2	68	160,953	160,999	159,687	1,7219
3	67	160,994	160,990	160,196	0,6301
4	66	161,901	161,889	160,266	2,6328
5	65	161,375	161,378	160,642	0,5413
6	64	160,152	160,149	159,031	1,2508
7	63	161,540	161,530	160,295	1,5252
8	62	160,487	160,506	158,927	2,4939
9	61	159,540	159,707	158,481	1,5038
10	60	159,441	159,510	158,548	0,9243
11	59	161,778	161,792	160,784	1,0165
12	58	161,408	161,420	160,754	0,4434
13	57	161,440	161,468	160,355	1,2390
14	56	161,690	161,784	158,281	12,2682
15	55	160,158	160,521	160,361	0,0256
16	54	160,814	160,882	160,205	0,4587
17	53	161,477	161,515	160,344	1,3705
18	52	161,662	161,728	160,590	1,2957
19	50	160,212	160,298	160,412	0,0130
20	49	161,181	161,350	160,329	1,0426
21	48	159,902	160,586	157,895	7,2426
22	47	160,194	160,512	159,052	2,1322
23	46	160,451	160,537	159,899	0,4068
24	45	162,407	162,402	160,754	2,7159
25	44	161,642	161,665	161,595	0,0049
26	43	160,904	160,905	159,795	1,2310
27	42	161,361	161,321	159,251	4,2832
28	41,5	161,803	161,781	160,595	1,4059
29	41	158,448	158,396	155,813	6,6698
30	40	162,398	162,218	157,008	27,1451
31	39	161,444	161,351	160,755	0,3551
32	38	161,402	161,391	160,620	0,5949
33	37	159,415	159,420	157,807	2,5998
34	36	161,659	161,665	160,846	0,6706
35	35	159,559	159,580	161,895	5,3615
36	34	159,471	159,464	158,500	0,9293
37	33	161,931	161,838	161,218	0,3843
38	32	161,106	161,067	159,844	1,4957
39	31	161,077	161,117	160,211	0,8208
40	30	157,106	158,769	161,031	5,1153
41	29	154,690	154,806	161,568	45,7233
42	28	161,862	161,853	156,874	24,7875
43	27	159,165	159,164	159,209	0,0021
44	26	160,446	160,458	160,597	0,0195
45	25	160,144	160,069	159,695	0,1397
46	24	161,562	161,425	159,289	4,5604
47	23	157,375	157,345	158,006	0,4371
48	22	160,606	160,617	160,064	0,3057
49	21	160,168	160,174	159,798	0,1414
50	20	160,539	160,562	159,365	1,4335
51	19	160,287	160,311	161,108	0,6355
52	18	160,681	160,446	161,071	0,3905
53	17	158,324	159,897	157,952	3,7850
54	16	161,655	152,837	159,123	39,5138
55	15	161,396	161,394	159,722	2,7973
56	14	160,320	155,397	159,422	16,2006
57	13	158,239	160,863	155,654	27,1316
58	12	157,389	156,656	158,499	3,3966
59	11	159,998	160,633	158,595	4,1543
60	10	159,898	158,009	158,291	0,0796
61	9	160,550	160,730	158,534	4,8224
62	8	160,598	157,773	158,132	0,1291
63	7	159,557	159,577	157,226	5,5258
64	6	158,341	158,933	156,249	7,2039
65	5	156,743	158,976	154,675	18,5012
66	4	155,132	156,279	155,240	1,0783
67	2,1	159,721	158,772	154,075	22,0646
68	2	159,721	159,722	154,075	31,8920

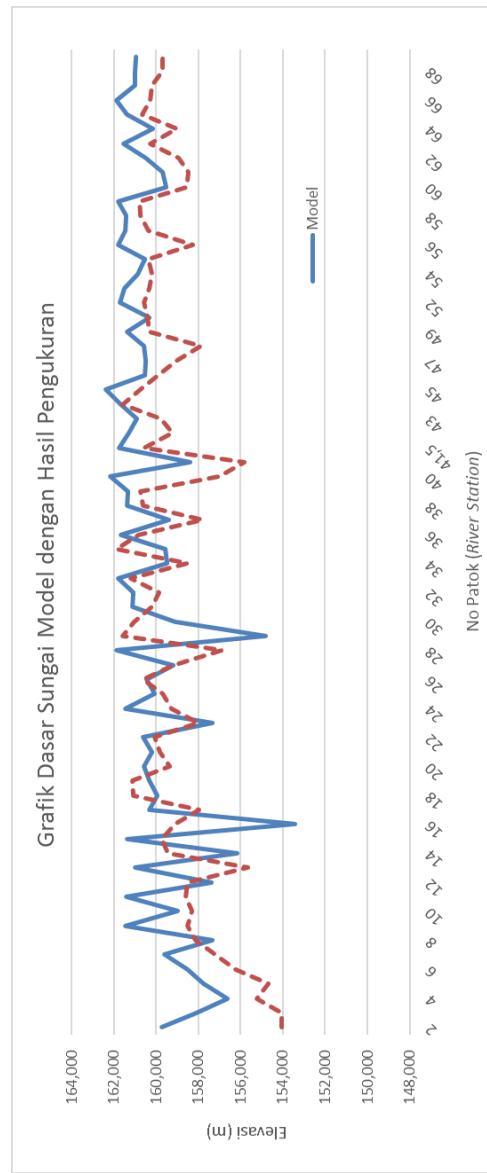
RMSE = **2,3402**



Variabel *default* ( $A = 0,003$ ;  $C = 0,25$ ;  $m = 1,78$ )

No.	River Station	Dasar Sungai			$(X_{obs}-X_{mod})^2$
		Sebelum	Model	Sesudah	
1	69	160,953	160,953	159,687	1,6030
2	68	160,953	160,996	159,687	1,7132
3	67	160,994	160,986	160,196	0,6249
4	66	161,901	161,889	160,266	2,6325
5	65	161,375	161,377	160,642	0,5404
6	64	160,152	160,147	159,031	1,2466
7	63	161,540	161,527	160,295	1,5176
8	62	160,487	160,507	158,927	2,4970
9	61	159,540	159,702	158,481	1,4894
10	60	159,441	159,509	158,548	0,9239
11	59	161,778	161,792	160,784	1,0163
12	58	161,408	161,420	160,754	0,4434
13	57	161,440	161,469	160,355	1,2403
14	56	161,690	161,775	158,281	12,2087
15	55	160,158	160,517	160,361	0,0242
16	54	160,814	160,883	160,205	0,4598
17	53	161,477	161,515	160,344	1,3717
18	52	161,662	161,731	160,590	1,3026
19	50	160,212	160,304	160,412	0,0117
20	49	161,181	161,355	160,329	1,0523
21	48	159,902	160,556	157,895	7,0836
22	47	160,194	160,498	159,052	2,0921
23	46	160,451	160,529	159,899	0,3972
24	45	162,407	162,382	160,754	2,6501
25	44	161,642	161,660	161,595	0,0043
26	43	160,904	160,900	159,795	1,2215
27	42	161,361	161,310	159,251	4,2407
28	41,5	161,803	161,771	160,595	1,3837
29	41	158,448	158,384	155,813	6,6090
30	40	162,398	162,180	157,008	26,7444
31	39	161,444	161,341	160,755	0,3437
32	38	161,402	161,390	160,620	0,5929
33	37	159,415	159,420	157,807	2,5998
34	36	161,659	161,663	160,846	0,6675
35	35	159,559	159,578	161,895	5,3713
36	34	159,471	159,464	158,500	0,9297
37	33	161,931	161,798	161,218	0,3364
38	32	161,106	161,068	159,844	1,4972
39	31	161,077	161,101	160,211	0,7925
40	30	157,106	159,104	161,031	3,7126
41	29	154,690	154,801	161,568	45,7923
42	28	161,862	161,858	156,874	24,8413
43	27	159,165	159,169	159,209	0,0016
44	26	160,446	160,466	160,597	0,0172
45	25	160,144	160,083	159,695	0,1501
46	24	161,562	161,449	159,289	4,6643
47	23	157,375	157,358	158,006	0,4204
48	22	160,606	160,623	160,064	0,3125
49	21	160,168	160,181	159,798	0,1466
50	20	160,539	160,561	159,365	1,4297
51	19	160,287	160,325	161,108	0,6134
52	18	160,681	159,952	161,071	1,2531
53	17	158,324	160,316	157,952	5,5899
54	16	161,655	153,440	159,123	32,3022
55	15	161,396	161,393	159,722	2,7939
56	14	160,320	156,163	159,422	10,6211
57	13	158,239	161,017	155,654	28,7575
58	12	157,389	157,396	158,499	1,2159
59	11	159,998	161,402	158,595	7,8770
60	10	159,898	158,980	158,291	0,4750
61	9	160,550	161,463	158,534	8,5755
62	8	160,598	157,322	158,132	0,6559
63	7	159,557	159,599	157,226	5,6292
64	6	158,341	158,526	156,249	5,1856
65	5	156,743	157,746	154,675	9,4292
66	4	155,132	156,618	155,240	1,8981
67	2,1	159,721	158,103	154,075	16,2264
68	2	159,721	159,722	154,075	31,8886

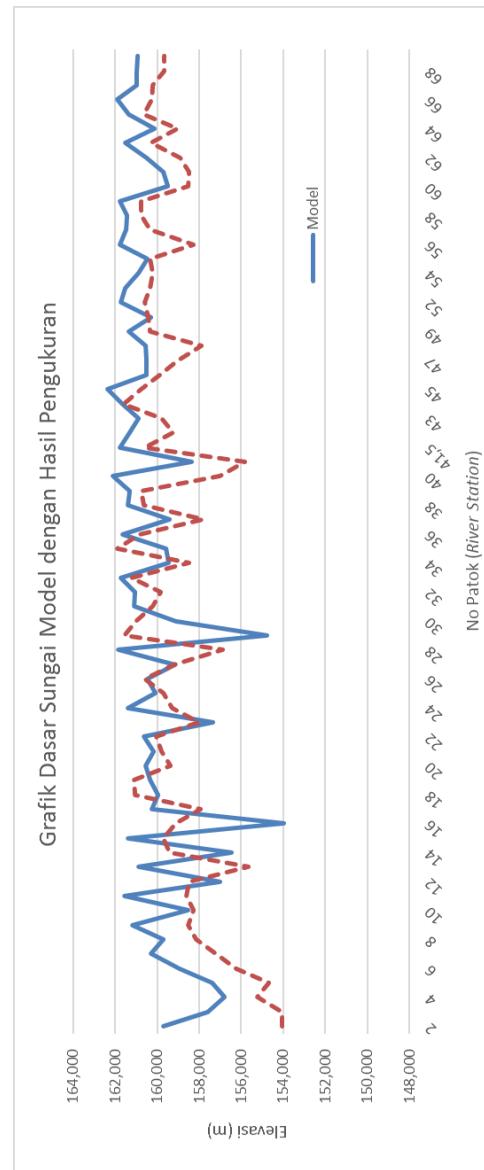
RMSE = **2,2750**



Variabel *default* ( $A = 0,0025$ ;  $C = 0,25$ ;  $m = 1,78$ )

No.	River Station	Dasar Sungai			$(X_{obs}-X_{mod})^2$
		Sebelum	Model	Sesudah	
1	69	160,953	160,953	159,687	1,6030
2	68	160,953	160,995	159,687	1,7111
3	67	160,994	160,985	160,196	0,6233
4	66	161,901	161,881	160,266	2,6092
5	65	161,375	161,375	160,642	0,5364
6	64	160,152	160,145	159,031	1,2406
7	63	161,540	161,521	160,295	1,5031
8	62	160,487	160,504	158,927	2,4876
9	61	159,540	159,690	158,481	1,4614
10	60	159,441	159,506	158,548	0,9168
11	59	161,778	161,791	160,784	1,0130
12	58	161,408	161,418	160,754	0,4413
13	57	161,440	161,466	160,355	1,2339
14	56	161,690	161,768	158,281	12,1571
15	55	160,158	160,478	160,361	0,0138
16	54	160,814	160,878	160,205	0,4533
17	53	161,477	161,512	160,344	1,3638
18	52	161,662	161,724	160,590	1,2862
19	50	160,212	160,296	160,412	0,0135
20	49	161,181	161,339	160,329	1,0201
21	48	159,902	160,570	157,895	7,1572
22	47	160,194	160,504	159,052	2,1080
23	46	160,451	160,530	159,899	0,3980
24	45	162,407	162,380	160,754	2,6426
25	44	161,642	161,660	161,595	0,0042
26	43	160,904	160,899	159,795	1,2184
27	42	161,361	161,299	159,251	4,1927
28	41,5	161,803	161,764	160,595	1,3659
29	41	158,448	158,360	155,813	6,4882
30	40	162,398	162,113	157,008	26,0590
31	39	161,444	161,328	160,755	0,3280
32	38	161,402	161,389	160,620	0,5914
33	37	159,415	159,421	157,807	2,6040
34	36	161,659	161,663	160,846	0,6680
35	35	159,559	159,579	161,895	5,3657
36	34	159,471	159,471	158,500	0,9426
37	33	161,931	161,722	161,218	0,2537
38	32	161,106	161,062	159,844	1,4821
39	31	161,077	161,103	160,211	0,7946
40	30	157,106	159,139	161,031	3,5789
41	29	154,690	154,788	161,568	45,9698
42	28	161,862	161,857	156,874	24,8283
43	27	159,165	159,168	159,209	0,0017
44	26	160,446	160,467	160,597	0,0170
45	25	160,144	160,072	159,695	0,1420
46	24	161,562	161,406	159,289	4,4821
47	23	157,375	157,355	158,006	0,4239
48	22	160,606	160,633	160,064	0,3233
49	21	160,168	160,182	159,798	0,1471
50	20	160,539	160,573	159,365	1,4590
51	19	160,287	160,331	161,108	0,6031
52	18	160,681	159,957	161,071	1,2410
53	17	158,324	160,245	157,952	5,2583
54	16	161,655	153,967	159,123	26,5823
55	15	161,396	161,404	159,722	2,8278
56	14	160,320	156,455	159,422	8,8031
57	13	158,239	160,903	155,654	27,5510
58	12	157,389	157,017	158,499	2,1978
59	11	159,998	161,573	158,595	8,8679
60	10	159,898	158,528	158,291	0,0561
61	9	160,550	161,184	158,534	7,0236
62	8	160,598	159,716	158,132	2,5087
63	7	159,557	160,313	157,226	9,5290
64	6	158,341	158,945	156,249	7,2663
65	5	156,743	157,379	154,675	7,3111
66	4	155,132	156,791	155,240	2,4059
67	2,1	159,721	157,617	154,075	12,5451
68	2	159,721	159,722	154,075	31,8897

RMSE = **2,2498**



## **LAMPIRAN 7**

### **KALIBRASI RMSE METODE LAURSEN (COPELAND)**

Variabel *default* ( $\tau^*c = 0,039$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6030
3	67	160.994	160.989	160.196	0.6295
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.377	160.642	0.5404
6	64	160.152	160.150	159.031	1.2533
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.493	158.927	2.4527
9	61	159.540	159.543	158.481	1.1270
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4282
13	57	161.440	161.441	160.355	1.1794
14	56	161.690	161.691	158.281	11.6254
15	55	160.158	160.159	160.361	0.0410
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1496
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.182	160.329	0.7266
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0297
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.902	159.795	1.2261
27	42	161.361	161.356	159.251	4.4327
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.385	155.813	6.6157
30	40	162.398	162.296	157.008	27.9577
31	39	161.444	161.456	160.755	0.4911
32	38	161.402	161.511	160.620	0.7928
33	37	159.415	159.419	157.807	2.5966
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6616
35	35	159.559	159.560	161.895	5.4541
36	34	159.471	159.463	158.500	0.9264
37	33	161.931	161.912	161.218	0.4811
38	32	161.106	161.116	159.844	1.6180
39	31	161.077	161.086	160.211	0.7662
40	30	157.106	157.107	161.031	15.3986
41	29	154.690	154.688	161.568	47.3303
42	28	161.862	161.857	156.874	24.8333
43	27	159.165	159.168	159.209	0.0017
44	26	160.446	160.448	160.597	0.0221
45	25	160.144	160.139	159.695	0.1974
46	24	161.562	161.552	159.289	5.1221
47	23	157.375	157.382	158.006	0.3896
48	22	160.606	160.615	160.064	0.3037
49	21	160.168	160.169	159.798	0.1373
50	20	160.539	160.540	159.365	1.3795
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1519
53	17	158.324	158.324	157.952	0.1385
54	16	161.655	161.616	159.123	6.2155
55	15	161.396	161.398	159.722	2.8093
56	14	160.320	160.338	159.422	0.8387
57	13	158.239	158.244	155.654	6.7055
58	12	157.389	157.390	158.499	1.2312
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9681
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.567	158.132	5.9268
63	7	159.557	159.565	157.226	5.4690
64	6	158.341	158.347	156.249	4.4003
65	5	156.743	156.744	154.675	4.2808
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784
					<b>RMSE = 2.1083</b>

Variabel ( $\tau^*c = 0,5$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6030
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.442	155.813	6.9101
30	40	162.398	162.383	157.008	28.8853
31	39	161.444	161.455	160.755	0.4906
32	38	161.402	161.407	160.620	0.6192
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.107	159.844	1.5944
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7500
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3977
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2941
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1519
53	17	158.324	158.324	157.952	0.1385
54	16	161.655	161.655	159.123	6.4110
55	15	161.396	161.396	159.722	2.8023
56	14	160.320	160.320	159.422	0.8062
57	13	158.239	158.239	155.654	6.6827
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2314
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9684
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.598	158.132	6.0802
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4350
64	6	158.341	158.341	156.249	4.3760
65	5	156.743	156.744	154.675	4.2787
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784

RMSE = **2.1130**

### Variabel ( $\tau^*c = 5$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6030
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4749
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1520
53	17	158.324	158.324	157.952	0.1385
54	16	161.655	161.655	159.123	6.4110
55	15	161.396	161.396	159.722	2.8023
56	14	160.320	160.320	159.422	0.8064
57	13	158.239	158.239	155.654	6.6827
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9681
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.598	158.132	6.0802
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4340
64	6	158.341	158.341	156.249	4.3760
65	5	156.743	156.743	154.675	4.2770
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784

RMSE = **2.1136**

Variabel ( $\tau^*c = 0,01$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.950	159.687	1.5952
3	67	160.994	160.975	160.196	0.6065
4	66	161.901	161.893	160.266	2.6462
5	65	161.375	161.380	160.642	0.5446
6	64	160.152	160.147	159.031	1.2461
7	63	161.540	161.535	160.295	1.5383
8	62	160.487	160.506	158.927	2.4945
9	61	159.540	159.554	158.481	1.1505
10	60	159.441	159.438	158.548	0.7916
11	59	161.778	161.774	160.784	0.9789
12	58	161.408	161.409	160.754	0.4285
13	57	161.440	161.444	160.355	1.1855
14	56	161.690	161.693	158.281	11.6424
15	55	160.158	160.160	160.361	0.0404
16	54	160.814	160.811	160.205	0.3671
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.663	160.590	1.1509
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.183	160.329	0.7293
21	48	159.902	159.903	157.895	4.0329
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.449	159.899	0.3029
24	45	162.407	162.404	160.754	2.7218
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.896	159.795	1.2111
27	42	161.361	161.344	159.251	4.3802
28	41.5	161.803	161.797	160.595	1.4443
29	41	158.448	158.333	155.813	6.3499
30	40	162.398	162.207	157.008	27.0275
31	39	161.444	161.421	160.755	0.4434
32	38	161.402	161.663	160.620	1.0885
33	37	159.415	159.411	157.807	2.5712
34	36	161.659	161.663	160.846	0.6673
35	35	159.559	159.562	161.895	5.4434
36	34	159.471	159.446	158.500	0.8940
37	33	161.931	161.880	161.218	0.4382
38	32	161.106	161.118	159.844	1.6215
39	31	161.077	161.117	160.211	0.8203
40	30	157.106	157.111	161.031	15.3656
41	29	154.690	154.680	161.568	47.4445
42	28	161.862	161.845	156.874	24.7108
43	27	159.165	159.170	159.209	0.0015
44	26	160.446	160.455	160.597	0.0201
45	25	160.144	160.126	159.695	0.1860
46	24	161.562	161.529	159.289	5.0189
47	23	157.375	157.386	158.006	0.3842
48	22	160.606	160.645	160.064	0.3380
49	21	160.168	160.173	159.798	0.1404
50	20	160.539	160.541	159.365	1.3834
51	19	160.287	160.290	161.108	0.6693
52	18	160.681	160.682	161.071	0.1516
53	17	158.324	158.319	157.952	0.1350
54	16	161.655	161.506	159.123	5.6777
55	15	161.396	161.397	159.722	2.8053
56	14	160.320	160.391	159.422	0.9380
57	13	158.239	158.260	155.654	6.7923
58	12	157.389	157.390	158.499	1.2312
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9681
60	10	159.898	159.897	158.291	2.5780
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.467	158.132	5.4513
63	7	159.557	159.591	157.226	5.5918
64	6	158.341	158.365	156.249	4.4783
65	5	156.743	156.746	154.675	4.2903
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.719	154.075	31.8593
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784

RMSE = **2.1018**

Variabel ( $\tau^*c = 0,001$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.927	159.687	1.5366
3	67	160.994	160.916	160.196	0.5180
4	66	161.901	161.839	160.266	2.4756
5	65	161.375	161.353	160.642	0.5058
6	64	160.152	160.110	159.031	1.1653
7	63	161.540	161.506	160.295	1.4663
8	62	160.487	160.484	158.927	2.4255
9	61	159.540	159.731	158.481	1.5613
10	60	159.441	159.409	158.548	0.7408
11	59	161.778	161.750	160.784	0.9324
12	58	161.408	161.395	160.754	0.4113
13	57	161.440	161.441	160.355	1.1783
14	56	161.690	161.716	158.281	11.7951
15	55	160.158	160.193	160.361	0.0284
16	54	160.814	160.808	160.205	0.3637
17	53	161.477	161.469	160.344	1.2647
18	52	161.662	161.663	160.590	1.1503
19	50	160.212	160.213	160.412	0.0398
20	49	161.181	161.198	160.329	0.7548
21	48	159.902	159.917	157.895	4.0881
22	47	160.194	160.192	159.052	1.2991
23	46	160.451	160.432	159.899	0.2836
24	45	162.407	162.377	160.754	2.6341
25	44	161.642	161.625	161.595	0.0009
26	43	160.904	160.863	159.795	1.1404
27	42	161.361	161.278	159.251	4.1079
28	41.5	161.803	161.739	160.595	1.3097
29	41	158.448	158.257	155.813	5.9726
30	40	162.398	162.046	157.008	25.3794
31	39	161.444	161.307	160.755	0.3053
32	38	161.402	161.847	160.620	1.5060
33	37	159.415	159.394	157.807	2.5183
34	36	161.659	161.687	160.846	0.7068
35	35	159.559	159.606	161.895	5.2423
36	34	159.471	159.440	158.500	0.8834
37	33	161.931	161.818	161.218	0.3596
38	32	161.106	161.086	159.844	1.5431
39	31	161.077	161.353	160.211	1.3033
40	30	157.106	157.123	161.031	15.2725
41	29	154.690	154.630	161.568	48.1442
42	28	161.862	161.767	156.874	23.9463
43	27	159.165	159.136	159.209	0.0053
44	26	160.446	160.447	160.597	0.0225
45	25	160.144	160.092	159.695	0.1574
46	24	161.562	161.435	159.289	4.6066
47	23	157.375	157.331	158.006	0.4554
48	22	160.606	160.969	160.064	0.8196
49	21	160.168	160.154	159.798	0.1268
50	20	160.539	160.559	159.365	1.4261
51	19	160.287	160.338	161.108	0.5921
52	18	160.681	160.695	161.071	0.1412
53	17	158.324	158.294	157.952	0.1173
54	16	161.655	160.728	159.123	2.5760
55	15	161.396	161.396	159.722	2.8036
56	14	160.320	160.549	159.422	1.2708
57	13	158.239	158.591	155.654	8.6271
58	12	157.389	157.405	158.499	1.1981
59	11	159.998	159.971	158.595	1.8939
60	10	159.898	159.810	158.291	2.3068
61	9	160.550	160.552	158.534	4.0719
62	8	160.598	159.782	158.132	2.7215
63	7	159.557	159.755	157.226	6.3974
64	6	158.341	158.525	156.249	5.1811
65	5	156.743	156.776	154.675	4.4146
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.692	154.075	31.5473
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8830

RMSE = **2.0837**

Variabel ( $\tau^*c = 0,0001$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.902	159.687	1.4765
3	67	160.994	160.827	160.196	0.3977
4	66	161.901	161.729	160.266	2.1401
5	65	161.375	161.278	160.642	0.4049
6	64	160.152	160.001	159.031	0.9405
7	63	161.540	161.405	160.295	1.2328
8	62	160.487	160.395	158.927	2.1562
9	61	159.540	160.016	158.481	2.3556
10	60	159.441	159.401	158.548	0.7278
11	59	161.778	161.716	160.784	0.8683
12	58	161.408	161.350	160.754	0.3550
13	57	161.440	161.400	160.355	1.0916
14	56	161.690	161.677	158.281	11.5328
15	55	160.158	160.162	160.361	0.0397
16	54	160.814	160.793	160.205	0.3454
17	53	161.477	161.455	160.344	1.2339
18	52	161.662	161.653	160.590	1.1295
19	50	160.212	160.202	160.412	0.0443
20	49	161.181	161.183	160.329	0.7295
21	48	159.902	160.236	157.895	5.4807
22	47	160.194	160.155	159.052	1.2166
23	46	160.451	160.392	159.899	0.2427
24	45	162.407	162.293	160.754	2.3673
25	44	161.642	161.559	161.595	0.0013
26	43	160.904	160.777	159.795	0.9635
27	42	161.361	161.127	159.251	3.5190
28	41.5	161.803	161.595	160.595	1.0004
29	41	158.448	158.114	155.813	5.2951
30	40	162.398	161.670	157.008	21.7296
31	39	161.444	161.258	160.755	0.2535
32	38	161.402	161.315	160.620	0.4834
33	37	159.415	159.350	157.807	2.3812
34	36	161.659	161.612	160.846	0.5874
35	35	159.559	159.526	161.895	5.6122
36	34	159.471	159.357	158.500	0.7343
37	33	161.931	161.672	161.218	0.2065
38	32	161.106	160.948	159.844	1.2195
39	31	161.077	162.121	160.211	3.6477
40	30	157.106	157.084	161.031	15.5796
41	29	154.690	154.644	161.568	47.9404
42	28	161.862	161.725	156.874	23.5341
43	27	159.165	159.106	159.209	0.0106
44	26	160.446	160.426	160.597	0.0292
45	25	160.144	160.012	159.695	0.1006
46	24	161.562	161.295	159.289	4.0248
47	23	157.375	157.212	158.006	0.6301
48	22	160.606	161.126	160.064	1.1276
49	21	160.168	160.149	159.798	0.1233
50	20	160.539	160.543	159.365	1.3884
51	19	160.287	160.991	161.108	0.0135
52	18	160.681	160.982	161.071	0.0080
53	17	158.324	158.349	157.952	0.1577
54	16	161.655	158.221	159.123	0.8145
55	15	161.396	161.395	159.722	2.7993
56	14	160.320	158.631	159.422	0.6252
57	13	158.239	160.665	155.654	25.1111
58	12	157.389	158.324	158.499	0.0306
59	11	159.998	160.487	158.595	3.5793
60	10	159.898	159.060	158.291	0.5921
61	9	160.550	160.576	158.534	4.1698
62	8	160.598	158.662	158.132	0.2809
63	7	159.557	159.207	157.226	3.9252
64	6	158.341	159.231	156.249	8.8929
65	5	156.743	157.167	154.675	6.2096
66	4	155.132	155.142	155.240	0.0096
67	2.1	159.721	159.467	154.075	29.0758
68	2	159.721	159.723	154.075	31.8976

RMSE = **2.1019**

Variabel ( $\tau^*c = 0,00001$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.889	159.687	1.4448
3	67	160.994	160.786	160.196	0.3485
4	66	161.901	161.676	160.266	1.9870
5	65	161.375	161.244	160.642	0.3626
6	64	160.152	159.943	159.031	0.8316
7	63	161.540	161.358	160.295	1.1293
8	62	160.487	160.382	158.927	2.1164
9	61	159.540	159.509	158.481	1.0566
10	60	159.441	159.375	158.548	0.6838
11	59	161.778	161.688	160.784	0.8178
12	58	161.408	161.334	160.754	0.3363
13	57	161.440	161.366	160.355	1.0229
14	56	161.690	161.649	158.281	11.3448
15	55	160.158	160.782	160.361	0.1773
16	54	160.814	160.759	160.205	0.3074
17	53	161.477	161.430	160.344	1.1785
18	52	161.662	161.632	160.590	1.0856
19	50	160.212	160.172	160.412	0.0578
20	49	161.181	161.148	160.329	0.6701
21	48	159.902	160.598	157.895	7.3078
22	47	160.194	160.159	159.052	1.2261
23	46	160.451	160.391	159.899	0.2416
24	45	162.407	162.238	160.754	2.2026
25	44	161.642	161.538	161.595	0.0032
26	43	160.904	160.736	159.795	0.8855
27	42	161.361	161.007	159.251	3.0825
28	41.5	161.803	161.442	160.595	0.7171
29	41	158.448	157.746	155.813	3.7346
30	40	162.398	161.440	157.008	19.6400
31	39	161.444	161.164	160.755	0.1670
32	38	161.402	161.250	160.620	0.3966
33	37	159.415	159.264	157.807	2.1231
34	36	161.659	161.527	160.846	0.4635
35	35	159.559	159.464	161.895	5.9102
36	34	159.471	159.261	158.500	0.5791
37	33	161.931	161.480	161.218	0.0686
38	32	161.106	160.899	159.844	1.1118
39	31	161.077	161.726	160.211	2.2961
40	30	157.106	158.735	161.031	5.2698
41	29	154.690	154.547	161.568	49.2930
42	28	161.862	161.606	156.874	22.3956
43	27	159.165	159.015	159.209	0.0378
44	26	160.446	160.342	160.597	0.0650
45	25	160.144	159.935	159.695	0.0576
46	24	161.562	161.152	159.289	3.4719
47	23	157.375	157.181	158.006	0.6811
48	22	160.606	160.499	160.064	0.1895
49	21	160.168	160.124	159.798	0.1060
50	20	160.539	160.499	159.365	1.2869
51	19	160.287	160.278	161.108	0.6891
52	18	160.681	160.949	161.071	0.0148
53	17	158.324	160.352	157.952	5.7605
54	16	161.655	153.770	159.123	28.6535
55	15	161.396	161.432	159.722	2.9248
56	14	160.320	155.834	159.422	12.8709
57	13	158.239	160.948	155.654	28.0307
58	12	157.389	157.632	158.499	0.7520
59	11	159.998	160.537	158.595	3.7718
60	10	159.898	158.808	158.291	0.2671
61	9	160.550	160.629	158.534	4.3869
62	8	160.598	157.920	158.132	0.0449
63	7	159.557	159.230	157.226	4.0144
64	6	158.341	158.811	156.249	6.5638
65	5	156.743	158.472	154.675	14.4142
66	4	155.132	156.217	155.240	0.9541
67	2.1	159.721	158.791	154.075	22.2435
68	2	159.721	159.723	154.075	31.9033

RMSE = **2.2091**

Variabel ( $\tau^*c = 0,00002$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.890	159.687	1.4482
3	67	160.994	160.799	160.196	0.3636
4	66	161.901	161.688	160.266	2.0212
5	65	161.375	161.266	160.642	0.3896
6	64	160.152	159.969	159.031	0.8808
7	63	161.540	161.369	160.295	1.1533
8	62	160.487	160.381	158.927	2.1147
9	61	159.540	159.510	158.481	1.0588
10	60	159.441	159.376	158.548	0.6859
11	59	161.778	161.689	160.784	0.8183
12	58	161.408	161.334	160.754	0.3359
13	57	161.440	161.368	160.355	1.0254
14	56	161.690	161.659	158.281	11.4102
15	55	160.158	160.765	160.361	0.1633
16	54	160.814	160.770	160.205	0.3190
17	53	161.477	161.439	160.344	1.1986
18	52	161.662	161.632	160.590	1.0856
19	50	160.212	160.172	160.412	0.0578
20	49	161.181	161.153	160.329	0.6788
21	48	159.902	160.604	157.895	7.3371
22	47	160.194	160.159	159.052	1.2263
23	46	160.451	160.384	159.899	0.2351
24	45	162.407	162.234	160.754	2.1913
25	44	161.642	161.530	161.595	0.0042
26	43	160.904	160.727	159.795	0.8677
27	42	161.361	161.022	159.251	3.1347
28	41.5	161.803	161.455	160.595	0.7398
29	41	158.448	158.109	155.813	5.2689
30	40	162.398	161.499	157.008	20.1646
31	39	161.444	161.179	160.755	0.1795
32	38	161.402	161.244	160.620	0.3889
33	37	159.415	159.272	157.807	2.1448
34	36	161.659	161.536	160.846	0.4757
35	35	159.559	159.466	161.895	5.9000
36	34	159.471	159.285	158.500	0.6159
37	33	161.931	161.534	161.218	0.1000
38	32	161.106	160.908	159.844	1.1321
39	31	161.077	161.631	160.211	2.0173
40	30	157.106	157.098	161.031	15.4685
41	29	154.690	154.597	161.568	48.5907
42	28	161.862	161.630	156.874	22.6167
43	27	159.165	159.050	159.209	0.0252
44	26	160.446	160.367	160.597	0.0531
45	25	160.144	159.964	159.695	0.0721
46	24	161.562	161.175	159.289	3.5566
47	23	157.375	157.209	158.006	0.6357
48	22	160.606	160.527	160.064	0.2144
49	21	160.168	160.141	159.798	0.1175
50	20	160.539	160.519	159.365	1.3317
51	19	160.287	160.575	161.108	0.2840
52	18	160.681	161.332	161.071	0.0680
53	17	158.324	159.940	157.952	3.9529
54	16	161.655	155.215	159.123	15.2693
55	15	161.396	161.407	159.722	2.8396
56	14	160.320	156.328	159.422	9.5747
57	13	158.239	160.699	155.654	25.4540
58	12	157.389	157.224	158.499	1.6259
59	11	159.998	160.618	158.595	4.0925
60	10	159.898	159.065	158.291	0.5992
61	9	160.550	160.662	158.534	4.5292
62	8	160.598	158.105	158.132	0.0008
63	7	159.557	159.533	157.226	5.3204
64	6	158.341	158.822	156.249	6.6193
65	5	156.743	159.166	154.675	20.1682
66	4	155.132	155.734	155.240	0.2442
67	2.1	159.721	159.065	154.075	24.9051
68	2	159.721	159.732	154.075	32.0028

RMSE = **2.2135**

Variabel ( $\tau^*c = 0,00003$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.890	159.687	1.4479
3	67	160.994	160.812	160.196	0.3791
4	66	161.901	161.701	160.266	2.0598
5	65	161.375	161.267	160.642	0.3899
6	64	160.152	159.970	159.031	0.8821
7	63	161.540	161.371	160.295	1.1573
8	62	160.487	160.382	158.927	2.1173
9	61	159.540	159.757	158.481	1.6277
10	60	159.441	159.386	158.548	0.7014
11	59	161.778	161.700	160.784	0.8396
12	58	161.408	161.335	160.754	0.3373
13	57	161.440	161.369	160.355	1.0274
14	56	161.690	161.659	158.281	11.4116
15	55	160.158	160.737	160.361	0.1412
16	54	160.814	160.764	160.205	0.3119
17	53	161.477	161.434	160.344	1.1883
18	52	161.662	161.635	160.590	1.0922
19	50	160.212	160.175	160.412	0.0560
20	49	161.181	161.161	160.329	0.6917
21	48	159.902	160.484	157.895	6.7050
22	47	160.194	160.155	159.052	1.2159
23	46	160.451	160.375	159.899	0.2264
24	45	162.407	162.241	160.754	2.2112
25	44	161.642	161.535	161.595	0.0035
26	43	160.904	160.694	159.795	0.8075
27	42	161.361	161.030	159.251	3.1652
28	41.5	161.803	161.464	160.595	0.7548
29	41	158.448	158.080	155.813	5.1384
30	40	162.398	161.513	157.008	20.2986
31	39	161.444	161.197	160.755	0.1956
32	38	161.402	161.240	160.620	0.3848
33	37	159.415	159.274	157.807	2.1500
34	36	161.659	161.558	160.846	0.5065
35	35	159.559	159.477	161.895	5.8462
36	34	159.471	159.284	158.500	0.6142
37	33	161.931	161.549	161.218	0.1096
38	32	161.106	160.908	159.844	1.1308
39	31	161.077	161.695	160.211	2.2026
40	30	157.106	157.101	161.031	15.4488
41	29	154.690	154.611	161.568	48.4012
42	28	161.862	161.683	156.874	23.1236
43	27	159.165	159.078	159.209	0.0173
44	26	160.446	160.394	160.597	0.0412
45	25	160.144	159.974	159.695	0.0780
46	24	161.562	161.229	159.289	3.7620
47	23	157.375	157.204	158.006	0.6426
48	22	160.606	160.765	160.064	0.4920
49	21	160.168	160.145	159.798	0.1206
50	20	160.539	160.520	159.365	1.3333
51	19	160.287	160.627	161.108	0.2309
52	18	160.681	161.545	161.071	0.2245
53	17	158.324	159.234	157.952	1.6440
54	16	161.655	155.954	159.123	10.0400
55	15	161.396	161.394	159.722	2.7942
56	14	160.320	156.742	159.422	7.1829
57	13	158.239	160.683	155.654	25.2949
58	12	157.389	157.251	158.499	1.5590
59	11	159.998	160.320	158.595	2.9756
60	10	159.898	158.675	158.291	0.1478
61	9	160.550	160.657	158.534	4.5059
62	8	160.598	158.695	158.132	0.3170
63	7	159.557	159.589	157.226	5.5819
64	6	158.341	158.949	156.249	7.2911
65	5	156.743	159.054	154.675	19.1765
66	4	155.132	155.563	155.240	0.1045
67	2.1	159.721	159.280	154.075	27.0972
68	2	159.721	159.732	154.075	32.0073
RMSE =					<b>2.1854</b>

Variabel ( $\tau^*c = 0,00004$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran	Model HEC-RAS	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.890	159.687	1.4484
3	67	160.994	160.812	160.196	0.3798
4	66	161.901	161.703	160.266	2.0638
5	65	161.375	161.266	160.642	0.3896
6	64	160.152	159.971	159.031	0.8832
7	63	161.540	161.382	160.295	1.1820
8	62	160.487	160.382	158.927	2.1162
9	61	159.540	159.833	158.481	1.8271
10	60	159.441	159.387	158.548	0.7032
11	59	161.778	161.713	160.784	0.8621
12	58	161.408	161.346	160.754	0.3509
13	57	161.440	161.382	160.355	1.0543
14	56	161.690	161.662	158.281	11.4325
15	55	160.158	160.730	160.361	0.1359
16	54	160.814	160.763	160.205	0.3116
17	53	161.477	161.433	160.344	1.1868
18	52	161.662	161.635	160.590	1.0912
19	50	160.212	160.175	160.412	0.0564
20	49	161.181	161.163	160.329	0.6954
21	48	159.902	160.344	157.895	5.9986
22	47	160.194	160.155	159.052	1.2173
23	46	160.451	160.373	159.899	0.2250
24	45	162.407	162.257	160.754	2.2590
25	44	161.642	161.534	161.595	0.0037
26	43	160.904	160.719	159.795	0.8541
27	42	161.361	161.003	159.251	3.0706
28	41.5	161.803	161.465	160.595	0.7572
29	41	158.448	158.085	155.813	5.1615
30	40	162.398	161.520	157.008	20.3536
31	39	161.444	161.214	160.755	0.2109
32	38	161.402	161.275	160.620	0.4292
33	37	159.415	159.302	157.807	2.2356
34	36	161.659	161.574	160.846	0.5293
35	35	159.559	159.489	161.895	5.7903
36	34	159.471	159.300	158.500	0.6395
37	33	161.931	161.594	161.218	0.1418
38	32	161.106	160.947	159.844	1.2159
39	31	161.077	161.714	160.211	2.2587
40	30	157.106	157.112	161.031	15.3562
41	29	154.690	154.616	161.568	48.3317
42	28	161.862	161.698	156.874	23.2739
43	27	159.165	159.091	159.209	0.0139
44	26	160.446	160.397	160.597	0.0399
45	25	160.144	160.002	159.695	0.0942
46	24	161.562	161.258	159.289	3.8774
47	23	157.375	157.197	158.006	0.6542
48	22	160.606	161.022	160.064	0.9172
49	21	160.168	160.130	159.798	0.1104
50	20	160.539	160.534	159.365	1.3663
51	19	160.287	160.816	161.108	0.0850
52	18	160.681	161.514	161.071	0.1960
53	17	158.324	158.831	157.952	0.7719
54	16	161.655	156.529	159.123	6.7304
55	15	161.396	161.391	159.722	2.7866
56	14	160.320	157.141	159.422	5.2043
57	13	158.239	160.719	155.654	25.6532
58	12	157.389	157.539	158.499	0.9214
59	11	159.998	160.523	158.595	3.7164
60	10	159.898	158.876	158.291	0.3425
61	9	160.550	160.578	158.534	4.1783
62	8	160.598	158.596	158.132	0.2156
63	7	159.557	159.565	157.226	5.4705
64	6	158.341	159.143	156.249	8.3776
65	5	156.743	158.705	154.675	16.2385
66	4	155.132	155.297	155.240	0.0032
67	2.1	159.721	159.280	154.075	27.0931
68	2	159.721	159.727	154.075	31.9474
RMSE =					<b>2.1594</b>

## **LAMPIRAN 8**

**KALIBRASI RMSE METODE MEYER PETER  
MULLER**

Variabel *default* ( $\tau^*c = 0,047$  ;  $\text{coef} = 8$  ;  $\text{power} = 1,5$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6030
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4749
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1519
53	17	158.324	158.324	157.952	0.1385
54	16	161.655	161.637	159.123	6.3202
55	15	161.396	161.397	159.722	2.8046
56	14	160.320	160.329	159.422	0.8223
57	13	158.239	158.241	155.654	6.6941
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9684
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.591	158.132	6.0467
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4354
64	6	158.341	158.343	156.249	4.3857
65	5	156.743	156.743	154.675	4.2783
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784

RMSE = **2.1133**

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$  ;  $coef = 12$  ;  $power = 1,5$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6033
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4749
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1519
53	17	158.324	158.324	157.952	0.1385
54	16	161.655	161.629	159.123	6.2800
55	15	161.396	161.397	159.722	2.8066
56	14	160.320	160.333	159.422	0.8299
57	13	158.239	158.243	155.654	6.7003
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9684
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.586	158.132	6.0206
63	7	159.557	159.558	157.226	5.4364
64	6	158.341	158.344	156.249	4.3903
65	5	156.743	156.744	154.675	4.2791
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784

RMSE = **2.1131**

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$  ;  $coef = 4,93$  ;  $power = 1,6$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6030
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4749
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1519
53	17	158.324	158.324	157.952	0.1385
54	16	161.655	161.645	159.123	6.3625
55	15	161.396	161.396	159.722	2.8033
56	14	160.320	160.325	159.422	0.8150
57	13	158.239	158.240	155.654	6.6884
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9684
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.595	158.132	6.0634
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4350
64	6	158.341	158.342	156.249	4.3811
65	5	156.743	156.743	154.675	4.2775
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784

RMSE = **2.1134**

Variabel ( $\tau^*c = 0,001$  ;  $coef = 8$  ;  $power = 1,5$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6040
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4750
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7500
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3980
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1520
53	17	158.324	158.323	157.952	0.1373
54	16	161.655	161.636	159.123	6.3142
55	15	161.396	161.397	159.722	2.8050
56	14	160.320	160.330	159.422	0.8239
57	13	158.239	158.242	155.654	6.6998
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9681
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.589	158.132	6.0383
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4354
64	6	158.341	158.343	156.249	4.3865
65	5	156.743	156.744	154.675	4.2803
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784

RMSE = **2.1133**

Variabel ( $\tau^*c = 0,0001$  ;  $\text{coef} = 8$  ;  $\text{power} = 1,5$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6040
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4750
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7500
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3980
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1520
53	17	158.324	158.323	157.952	0.1374
54	16	161.655	161.636	159.123	6.3142
55	15	161.396	161.397	159.722	2.8050
56	14	160.320	160.330	159.422	0.8239
57	13	158.239	158.242	155.654	6.6998
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9681
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.589	158.132	6.0378
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4354
64	6	158.341	158.343	156.249	4.3865
65	5	156.743	156.744	154.675	4.2803
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784

RMSE = **2.1133**

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$  ;  $coef = 10$  ;  $power = 1,5$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6033
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4749
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1519
53	17	158.324	158.324	157.952	0.1385
54	16	161.655	161.633	159.123	6.2986
55	15	161.396	161.397	159.722	2.8060
56	14	160.320	160.331	159.422	0.8261
57	13	158.239	158.242	155.654	6.6972
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9684
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.588	158.132	6.0314
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4359
64	6	158.341	158.344	156.249	4.3878
65	5	156.743	156.744	154.675	4.2787
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784

RMSE = **2.1132**

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$  ;  $coef = 20$  ;  $power = 1,5$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6033
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4749
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1518
53	17	158.324	158.323	157.952	0.1373
54	16	161.655	161.611	159.123	6.1911
55	15	161.396	161.398	159.722	2.8090
56	14	160.320	160.342	159.422	0.8457
57	13	158.239	158.245	155.654	6.7122
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9684
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.577	158.132	5.9785
63	7	159.557	159.558	157.226	5.4382
64	6	158.341	158.347	156.249	4.3995
65	5	156.743	156.744	154.675	4.2803
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784

RMSE = **2.1128**

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$  ;  $coef = 100$  ;  $power = 1,5$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.954	159.687	1.6048
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4750
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1518
53	17	158.324	158.316	157.952	0.1326
54	16	161.655	161.456	159.123	5.4434
55	15	161.396	161.399	159.722	2.8127
56	14	160.320	160.415	159.422	0.9860
57	13	158.239	158.270	155.654	6.8435
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2317
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9684
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.490	158.132	5.5602
63	7	159.557	159.563	157.226	5.4620
64	6	158.341	158.369	156.249	4.4944
65	5	156.743	156.747	154.675	4.2944
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.716	154.075	31.8198
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8807

RMSE = **2.1100**

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$  ;  $coef = 8$  ;  $power = 1,1$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6038
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4749
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1518
53	17	158.324	158.323	157.952	0.1373
54	16	161.655	161.627	159.123	6.2680
55	15	161.396	161.397	159.722	2.8063
56	14	160.320	160.334	159.422	0.8308
57	13	158.239	158.245	155.654	6.7117
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2321
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9684
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.585	158.132	6.0162
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4354
64	6	158.341	158.345	156.249	4.3911
65	5	156.743	156.744	154.675	4.2820
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784
					<b>RMSE = 2.1131</b>

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$  ;  $\text{coef} = 8$  ;  $\text{power} = 1,8$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6030
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4749
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1519
53	17	158.324	158.324	157.952	0.1385
54	16	161.655	161.643	159.123	6.3504
55	15	161.396	161.396	159.722	2.8036
56	14	160.320	160.326	159.422	0.8176
57	13	158.239	158.240	155.654	6.6884
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9684
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.593	158.132	6.0555
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4354
64	6	158.341	158.342	156.249	4.3823
65	5	156.743	156.743	154.675	4.2775
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784

RMSE = **2.1134**

Variabel ( $\tau^*c = 0,047$  ; coef = 8 ; power = 2,0)

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6030
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4749
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1520
53	17	158.324	158.324	157.952	0.1385
54	16	161.655	161.645	159.123	6.3625
55	15	161.396	161.396	159.722	2.8033
56	14	160.320	160.325	159.422	0.8152
57	13	158.239	158.240	155.654	6.6864
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9684
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.595	158.132	6.0639
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4354
64	6	158.341	158.342	156.249	4.3811
65	5	156.743	156.743	154.675	4.2775
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784

RMSE = **2.1134**

## **LAMPIRAN 9**

### **KALIBRASI RMSE METODE WILCOCK**

Variabel *default* ( $\tau_{rm} = 0,04$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6030
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4749
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1520
53	17	158.324	158.324	157.952	0.1385
54	16	161.655	161.655	159.123	6.4110
55	15	161.396	161.396	159.722	2.8040
56	14	160.320	160.320	159.422	0.8068
57	13	158.239	158.239	155.654	6.6838
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9684
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.598	158.132	6.0802
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4340
64	6	158.341	158.341	156.249	4.3760
65	5	156.743	156.743	154.675	4.2775
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8796

RMSE = **2.1136**

Variabel ( $\tau^*rm = 0,5$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6030
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4749
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1520
53	17	158.324	158.324	157.952	0.1385
54	16	161.655	161.655	159.123	6.4110
55	15	161.396	161.396	159.722	2.8023
56	14	160.320	160.320	159.422	0.8066
57	13	158.239	158.239	155.654	6.6827
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9684
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.598	158.132	6.0807
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4340
64	6	158.341	158.341	156.249	4.3760
65	5	156.743	156.743	154.675	4.2770
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8784

RMSE = **2.1136**

Variabel ( $\tau^*rm = 0,01$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6030
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4749
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1520
53	17	158.324	158.324	157.952	0.1385
54	16	161.655	161.655	159.123	6.4110
55	15	161.396	161.397	159.722	2.8046
56	14	160.320	160.320	159.422	0.8068
57	13	158.239	158.239	155.654	6.6843
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9681
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.598	158.132	6.0802
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4340
64	6	158.341	158.341	156.249	4.3765
65	5	156.743	156.743	154.675	4.2779
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8796

RMSE = **2.1136**

Variabel ( $\tau^*rm = 0,001$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6030
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4749
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1520
53	17	158.324	158.324	157.952	0.1385
54	16	161.655	161.655	159.123	6.4110
55	15	161.396	161.397	159.722	2.8053
56	14	160.320	160.320	159.422	0.8069
57	13	158.239	158.240	155.654	6.6848
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9681
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.598	158.132	6.0802
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4340
64	6	158.341	158.341	156.249	4.3765
65	5	156.743	156.743	154.675	4.2779
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8807

RMSE = **2.1136**

Variabel ( $\tau^*rm = 0,0005$ )

No.	River Station	Elevasi Dasar Sungai (m)			$(X_{\text{pengukuran}} - X_{\text{model}})^2$
		Sebelum Penggelontoran	Sesudah Penggelontoran Model HEC-RAS	Pengukuran	
1	69	160.953	160.953	159.687	1.6030
2	68	160.953	160.953	159.687	1.6030
3	67	160.994	160.994	160.196	0.6371
4	66	161.901	161.901	160.266	2.6729
5	65	161.375	161.375	160.642	0.5373
6	64	160.152	160.152	159.031	1.2569
7	63	161.540	161.540	160.295	1.5503
8	62	160.487	160.487	158.927	2.4336
9	61	159.540	159.540	158.481	1.1211
10	60	159.441	159.441	158.548	0.7971
11	59	161.778	161.778	160.784	0.9880
12	58	161.408	161.408	160.754	0.4278
13	57	161.440	161.440	160.355	1.1774
14	56	161.690	161.690	158.281	11.6206
15	55	160.158	160.158	160.361	0.0412
16	54	160.814	160.814	160.205	0.3709
17	53	161.477	161.477	160.344	1.2835
18	52	161.662	161.662	160.590	1.1492
19	50	160.212	160.212	160.412	0.0400
20	49	161.181	161.181	160.329	0.7257
21	48	159.902	159.902	157.895	4.0285
22	47	160.194	160.194	159.052	1.3042
23	46	160.451	160.451	159.899	0.3047
24	45	162.407	162.407	160.754	2.7321
25	44	161.642	161.642	161.595	0.0022
26	43	160.904	160.904	159.795	1.2294
27	42	161.361	161.361	159.251	4.4525
28	41.5	161.803	161.803	160.595	1.4600
29	41	158.448	158.448	155.813	6.9432
30	40	162.398	162.398	157.008	29.0532
31	39	161.444	161.444	160.755	0.4749
32	38	161.402	161.402	160.620	0.6114
33	37	159.415	159.415	157.807	2.5850
34	36	161.659	161.659	160.846	0.6608
35	35	159.559	159.559	161.895	5.4569
36	34	159.471	159.471	158.500	0.9430
37	33	161.931	161.931	161.218	0.5087
38	32	161.106	161.106	159.844	1.5924
39	31	161.077	161.077	160.211	0.7498
40	30	157.106	157.106	161.031	15.4048
41	29	154.690	154.690	161.568	47.3083
42	28	161.862	161.862	156.874	24.8801
43	27	159.165	159.165	159.209	0.0019
44	26	160.446	160.446	160.597	0.0228
45	25	160.144	160.144	159.695	0.2016
46	24	161.562	161.562	159.289	5.1661
47	23	157.375	157.375	158.006	0.3982
48	22	160.606	160.606	160.064	0.2940
49	21	160.168	160.168	159.798	0.1369
50	20	160.539	160.539	159.365	1.3785
51	19	160.287	160.287	161.108	0.6735
52	18	160.681	160.681	161.071	0.1520
53	17	158.324	158.324	157.952	0.1385
54	16	161.655	161.655	159.123	6.4110
55	15	161.396	161.397	159.722	2.8053
56	14	160.320	160.320	159.422	0.8069
57	13	158.239	158.240	155.654	6.6853
58	12	157.389	157.389	158.499	1.2323
59	11	159.998	159.998	158.595	1.9681
60	10	159.898	159.898	158.291	2.5831
61	9	160.550	160.550	158.534	4.0639
62	8	160.598	160.598	158.132	6.0802
63	7	159.557	159.557	157.226	5.4340
64	6	158.341	158.341	156.249	4.3765
65	5	156.743	156.743	154.675	4.2779
66	4	155.132	155.132	155.240	0.0117
67	2.1	159.721	159.721	154.075	31.8784
68	2	159.721	159.721	154.075	31.8807
<b>RMSE =</b>					<b>2.1136</b>