



**PERENCANAAN TANGGUL DAN PENATAAN DAERAH
SEMPADAN SUNGAI KEMUNING HILIR DI KABUPATEN
SAMPANG SEBAGAI USAHA PENGENDALIAN BANJIR**

SKRIPSI

**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI PEMANFAATAN DAN
PENDAYAGUNAAN SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**SITI NOOR JANAH
NIM. 105060406111001-64**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN TANGGUL DAN PENATAAN DAERAH
SEMPADAN SUNGAI KEMUNING HILIR DI KABUPATEN
SAMPANG SEBAGAI USAHA PENGENDALIAN BANJIR

SKRIPSI

TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI PEMANFAATAN DAN
PENDAYAGUNAAN SUMBER DAYA AIR

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



SITI NOOR JANAH
NIM. 105060406111001-64

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 18 Januari 2017

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Endang Purwati, MP
NIP. 19521117 198103 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pengairan



Ir. Moch. Sholichin, MT. Ph.D.
NIP. 19670602 199802 1 001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK PENGAIRAN

Jl. Mayjend. Haryono no. 167, Malang, 65145, Indonesia
Telp & Fax. : +62-341-562454
<http://pengairan.ub.ac.id> E-mail : pengairan@ub.ac.id

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI ini 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 SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK/Strata-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
(Peraturan Menteri Pendidikan Nasional RI No. 17 Tahun 2010, Pasal 12 dan Pasal 13)

Malang,
Mahasiswa, Juni 2017



Nama : Siti Noor Janah
NIM : 105060406111001
Jurusan: TEKNIK PENGAIRAN

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah atas segala rahmat dan karunia yang diberikan Allah SWT sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Tugas Akhir (SKRIPSI) ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik (S.T) di Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Dalam pelaksanaan dan penyelesaian tugas akhir ini, tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang bersedia membantu secara langsung maupun tidak langsung. Dan pada kesempatan ini, penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua, yang saya cintai ((Alm) Abah dan Mama) Saudara kandung saya (Ka Siti, Abang Bidin, Ka Jubai, Abang Idris, Ka nur dan Ading Yani) yang sungguh tidak ada satu kata pun yang mampu untuk menggambarkan betapa besar makna dukungan, motivasi, serta doa yang selalu mengiringi langkah saya selama ini.
2. Bapak Ir. Moch Sholichin, MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya
3. Bapak Dr. Very Dermawan, ST., MT., Selaku dosen pembimbing I, saya berterimakasih banyak atas masukan, arahan, bimbingan dan waktu yang diberikan Bapak untuk membimbing saya hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
4. Ibu Dr.Ir. Endang Purwati, MP., Selaku dosen pembimbing II, saya berterimakasih banyak atas masukan, arahan, bimbingan dan waktu yang diberikan Ibu untuk membimbing saya hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Dr. Eng. Donny Harisuseno. ST. MT., selaku dosen penguji I, saya berterimakasih banyak karena telah memberikan kritikan dan masukan kepada saya dalam menyempurnakan tugas akhir ini.
6. Bapak Dian Sisinggih ST.,MT., Ph.D., selaku dosen penguji II saya berterimakasih banyak karena telah memberikan kritikan dan masukan kepada saya dalam menyempurnakan tugas akhir ini.
7. Kakak Senior (Mas Ami Wre'07, Mas Haidar Wre'07, Mas Bayu Wre' 07, Mas Yusuf Wre'07), Sahabat Saya (Maytri Wre'10, Ariska Wre'10, Ayu Wre'10, Nia Wre' 10, Febby Wre'10, Tri Wre'10, Azizah P Wre'10, Azizah M Wre'10, Dona Wre'10, Okta Wre'10), Mba Eri (Perpus), terimakasih banyak untuk kalian semua karena selalu memberi semangat kepada saya, teruntuk kakak senior yang sudah



mengajari saya dengan sabar dan bahkan memberikan kata-kata pendorong kepada saya agar semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

8. Teman-teman seperjuangan, keluarga besar angkatan 2010 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih banyak karena selalu memotivasi dan membangun semangat untuk satu sama lain.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan memberi wawasan serta masukan, dan dapat menambah pengetahuan dan memberikan sumbangan pemikiran bagi perkembangan Teknik Pengairan.

Malang, Mei 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	x
RINGKASAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan dan Manfaat.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Umum	7
2.2 Pengertian Banjir	7
2.2.1 Sebab-sebab Timbulnya Masalah Banjir	7
2.2.2 Kondisi Sungai dan Permasalahannya.....	8
2.3 Hidrometri	8
2.4 Analisa Curah Hujan	9
2.4.1 Curah Hujan Maksimum Rata-rata Daerah	9
2.4.2 Uji Konsistensi Data	10
2.4.3 Metode Distribusi Frekuensi Untuk Mencari Curah Hujan Rancangan.....	11
2.4.3.1 Metode Distribusi Gumbel	12
2.4.3.2 Metode Distribusi Log Pearson Type III.....	13
2.4.3.3 Uji Kesesuaian Distribusi	15
2.5 Analisa Debit Banjir Rancangan	17
2.5.1 Koefisien Pengaliran.....	17
2.5.2 Intensitas Hujan	18
2.5.2.1 Sebaran Hujan Jam - Jaman.....	18



2.5.2.2	Curah Hujan Netto Jam - Jaman	20
2.6	Debit Banjir Rancangan	20
2.7	Aplikasi Hec-Ras 4.1.	23
2.7.1	Memulai Pekerjaan Baru	24
2.7.1.1	Memasukan Data Geometri.....	25
2.7.1.2	Memasukan Data Aliran Steady Flow	28
2.7.2	Melakukan Perhitungan.....	31
2.7.3	Menampilkan Hasil	31
2.8	Analisa Hidrolika.	32
2.8.1	Persamaan Energi	32
2.8.2	Kehilangan Tinggi Energi	32
2.8.3	Kapasitas Angkut Tampang	33
2.8.4	Tinggi Energi Kinetik Rata-Rata.....	34
2.9	Proses Terjadinya Banjir.....	35
2.9.1	Faktor Alamiah.....	35
2.9.2	Faktor Kegiatan Manusia	35
2.10	Pengendalian Banjir.	36
2.11	Perencanaan dan Perbaikan Sungai.	37
2.11.1	Perencanaan Tanggul (Levee Design).....	39
2.11.2	Stabilitas Tanggul.....	43
2.11.2.1	Formasi Garis Depresi.....	43
2.11.2.2	Stabilitas Lereng Tanggul Dengan Program Geo-Slope....	44
2.11.2.3	Menentukan Lokasi Titik Pusat Bidang Longsor	47
2.11.3	Perkuatan Lereng.....	48
2.12	Sempadan Sungai.....	49

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Lokasi Daerah Studi.....	51
3.2	Kondisi Daerah Studi	52
3.2.1	Kondisi Topografi	52
3.2.2	Kondisi Klimatologi.....	52
3.2.3	Hidrologi	53
3.3	Geologi Regional	54
3.3.1	Fisiografi dan Morfologi	54
3.4	Permasalahan dan Akibat Yang Terjadi.....	55



3.5	Rencana Pemecahan Masalah.....	55
3.6	Data Pendukung Kajian	56
3.7	Langkah – Langkah Pengerjaan Skripsi	57

BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA

4.1	Analisa Hidrologi	59
4.2	Analisa Curah Hujan	59
4.2.1	Uji Konsistensi.....	59
4.2.2	Analisa Curah Hujan Rerata Daerah.....	65
4.2.3	Analisa Curah Hujan Rancangan.....	67
4.2.3.1	Metode Distribusi Gumbel	67
4.2.3.2	Metode Distribusi Log Pearson Type III.....	69
4.2.4	Uji Distribusi Frekuensi.....	69
4.2.4.1	Uji Metode Kesesuaian Distribusi Chi-Square dan Smirnov Kolmogorov Metode Distribusi Gumbel.....	71
4.2.4.2	Uji Metode Kesesuaian Distribusi Chi-Square dan Smirnov Kolmogorov Metode Distribusi Log Pearson Type III	74
4.2.5	Kesimpulan Analisa Frekuensi	76
4.2.6	Analisa Debit Banjir Rancangan.....	76
4.2.6.1	Koefisien Limpasan.....	76
4.2.6.2	Intensitas Hujan	77
4.2.6.2.1	Distribusi Hujan Jam-Jaman.....	77
4.2.6.3	Analisa Perhitungan Hidrograf Satuan intetik (HSS) Nakayasu.....	78
4.3.	Analisa Hidrolika Dengan Menggunakan Hec-Ras 4.1.....	89
4.3.1.	Pemodelan Hec-Ras 4.1	89
4.3.2.	Data Geometri.....	90
4.3.3.	Inflow dan Konsisi Bats Steady Flow.....	92
4.3.4.	Running Hec-Ras	94
4.4.	Langkah Pengendalian Banjir.....	97
4.4.1.	Perencanaan Tanggul.....	97
4.4.2.	Stabilitas Tanggul	99
4.4.2.1.	Daya Dukung Tanah.....	99
4.4.3.	Analisis Stabilitas Lereng Tanggul Menggunakan aplikasi Geostudio 2007.....	99



4.5. Pengertian Sempadan Sungai	117
4.6. Fungsi Sempadan Sungai	117
4.7. Dampak Negatif Hilangnya Sempadan Sungai	118
4.8. Penataan Kawasan Sempadan Sungai Kemuning	118
4.9. Evalusai Kawasan Sempadan Sungai Kemuning hilir Berdasarkan Peraturan Pemerintah	125
4.10. Rekomendasi Penataan Kawasan Sempadan Sungai Kemuning	136

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	137
5.2. Saran	139

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Syarat Pemilihan Metode Distribusi Frekuensi	12
Tabel 2.2.	Reduced Mean (Y_n)	13
Tabel 2.3.	Reduced Standart Deviation (S_n).....	12
Tabel 2.4.	Nilai K Distribusi Log Pearson Type III	14
Tabel 2.5.	Nilai kritis D_0 Untuk Uji Smirnov Kolmogorov	17
Tabel 2.6.	Koefisien Pengaliran.....	17
Tabel 2.7.	Nilai Koefisien Pengaliran.....	18
Tabel 2.8.	Koefisien Kontraksi dan Ekspansi untuk Aliran Sub Kritis	33
Tabel 2.9.	Kriteria Desain Tanggul dan Floodwalls	38
Tabel 2.10.	Hubungan antara Debit Banjir Rencana dan Tinggi Tanggul	41
Tabel 2.11.	Debit Banjir Rencana dan lebar mercu tanggul	41
Tabel 2.12.	Sudut-sudut Petunjuk Menurut Fellenius	47
Tabel 3.1.	Luas Wilayah Kecamatan di Kabupaten sampang	52
Tabel 3.2.	Kondisi Lokasi studi dan alternate pemecahannya.....	56
Tabel 4.1	Data Hujan Tahunan Stasiun Hujan Sampang, Omben, Kedungdung, dan Robatal	60
Tabel 4.2	Uji Konsistensi Data Stasiun Hujan Sampang.....	61
Tabel 4.3	Kumulatif Curah Hujan Sampang	61
Tabel 4.4	Uji Konsistensi Data Stasiun Hujan Omben.....	62
Table 4.5	Kumulatif Curah Hujan Omben.....	62
Tabel 4.6	Uji Konsistensi Data Stasiun Hujan Kedungdung	63
Tabel 4.7	Kumulatif Curah Hujan Kedungdung.....	63
Tabel 4.8	Uji Konsistensi Data Stasiun Hujan Robatal	64
Tabel 4.9	Kumulatif Curah Hujan Robatal.....	64



Tabel 4.10 Luas Daerah Pengaruh Polygon Thiessen.....	65
Tabel 4.12 Reduced Mean (Yn)	67
Tabel 4.13 Reduced Standart Deviation (Sn).....	67
Tabel 4.14 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi	68
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Untuk Periode Ulang (T) Dengan Metode Distribusi Gumbel	68
Tabel 4.16 Perhitngan hujan rencana metode distribusi Log Pearson type III	69
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rancangan setiap Kala Ulang menggunakan Metode Log Pearson Type III	69
Tabel 4.18 Tabel nilai kritis Do untuk Uji Smirnov Kolmogorov	71
Tabel 4.19 Variasi Reduksi Gumbel	72
Tabel 4.20 Perhitungan Chi-Square Untuk Metode Distribusi Gumbel	73
Tabel 4.21 Tabel Perhitungan Uji Smirnov - Kolmogorov.....	73
Tabel 4.22 Variasi Reduksi Gauss	74
Tabel 4.23 Perhitungan Chi-Square Untuk Metode Distribusi Gumbel	75
Tabel 4.24 Tabel Perhitungan Uji Smirnov - Kolmogorov.....	75
Tabel 4.25 Kesimpulan Hasil Distribusi	76
Tabel 4.26 Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto	77
Tabel 4.27 Perhitungan Curah Hujan Efektif.....	77
Tabel 4.28 Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.....	80
Tabel 4.29 Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Kala Ulang 2 Tahun.....	82
Tabel 4.30 Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Kala Ulang 5 Tahun.....	83
Tabel 4.31 Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Kala Ulang 10 Tahun.....	84
Tabel 4.32 Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Kala Ulang 25 Tahun.....	85
Tabel 4.33 Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Kala Ulang 50 Tahun.....	86
Tabel 4.34 Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Kala Ulang 100 Tahun.....	87
Tabel 4.35 Rekapitulasi Debit Berbagai Kala Ulang Sungai Kemuning Hilir.....	88
Tabel 4.36 Rekapitulasi Debit Puncak Sungai Kemuning Hilir.....	89



Tabel 4.37 Koefisien Kontraksi dan Ekspansi Untuk Aliran Subkritis	91
Tabel 4.38 Elevasi Tebing Eksisting dan Elevasi Muka Air Maksimal pada Q25 Sebelum Di Tanggul	95
Tabel 4.39 Elevasi Tebing Eksisting dan Elevasi Muka Air Maksimal pada Q25 Sesudah Di Tanggul.....	101
Tabel 4.40 Parameter Tanah Untuk Perhitungan Stabilitas.....	101
Tabel 4.41 Hasil Analisa Geostudio Slope/W Kondisi Tanpa Gempa.....	119
Tabel 4.42 Hasil Analisa Geostudio Slope/W Kondisi Gempa.....	119
Tabel 4.43 Lokasi Studi Yang Tidak Sesuai Peraturan Pemerintah.....	130

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Metode Polygon Thiessen.....	10
Gambar 2.2	Analisis Kurva Massa Ganda.....	11
Gambar 2.3	Kurva Distribusi Hujan 24 Jam.....	19
Gambar 2.4	Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto.....	19
Gambar 2.5	Komponen Hidrograf Banjir.....	20
Gambar 2.6.	Bagian-bagian Hidrograf Satuan Sintetik Metode Nakayasu.....	23
Gambar 2.7.	Jendela New Project.....	25
Gambar 2.8.	Jendela Geometri Data.....	26
Gambar 2.9.	Jendela Editor Data Cross Section.....	27
Gambar 2.10.	Jendela Editor Data aliran Steady flow.....	28
Gambar 2.11	Jendela editor Kondisi Batas.....	29
Gambar 2.12	Tampilan Steady Flow Analysis.....	31
Gambar 2.13	Diagram Aliran Berubah Beraturan.....	32
Gambar 2.14.	Pembagian Penampang Untuk Keperluan Hitungan Kapasitas Angkut	34
Gambar 2.15.	Hitungan Tinggi Energi Kinetik Rata-rata Di Suatu Penampang.....	35
Gambar 2.16.	Pengendalian Banjir Metode Struktur Dan Non Struktur.....	37
Gambar 2.17	Potongan Melintang Sungai (Tipe Profil Ganda).....	40
Gambar 2.18	Nama Bagian Tanggul.....	41
Gambar 2.19	Garis Depresi Pada Bendungan Homogen (Sesuai Dengan Garis Parabola)	42
Gambar 2.20	.Stabilitas Lereng Tanggul Dengan Metode Irisan.....	43
Gambar 2.21.	Posisi Titik Pusat Busur Longsor Kritis Metode Fellenius Untuk Hilir	47
Gambar 2.22	Posisi Titik Pusat Busur Longsor Kritis Metode Fellenius Untuk Hulu	47
Gambar 2.23	Posisi Titik Pusat Busur Longsor Kritis Pada Kuat Geser Kecil.....	48
Gambar 2.24	Perkuatan Tebing.....	48
Gambar 2.25	Contoh Konstruksi Pasangan Batu Kosong dan Pasangan Batu.....	49
Gambar 3.1	Peta Batas Adiministrasi Wilayah Kabupaten Sampang.....	51
Gambar 3.2	Peta Fisiografi Jawa.....	54



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengerjaan Skripsi	58
Gambar 4.1 Grafik Uji Konsistensi Data Stasiun Hujan Sampang.....	61
Gambar 4.2 Grafik Uji Konsistensi Data Stasiun Hujan Omben	62
Gambar 4.3 Grafik Uji Konsistensi Data Stasiun Hujan Kedundung	63
Gambar 4.4 Grafik Uji Konsistensi Data Stasiun Hujan Robatal	64
Gambar 4.5 Pembagian Luasan Polygon Thiessen	65
Gambar 4.6 Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto	77
Gambar 4.7 Grafik Ordinasi HSS Nakayasu Sungai Kemuning Hilir.....	81
Gambar 4.8 Grafik Hidrograf Banjir Sungai Kemuning Hilir	89
Gambar 4.9 Skema Aliran Sungai Pada Program Hec-Ras	90
Gambar 4.10 Data Masukan Pada Program Hec-Ras	91
Gambar 4.11 Input Debit Rencana Pada Program Hec-Ras.....	92
Gambar 4.12 Kondisi Batas Pada Program Hec-Ras	92
Gambar 4.13 Running Program Hec-Ras	93
Gambar 4.14 Running Program Hec-Ras.....	93
Gambar 4.15 Potongan Melintang Sungai Pada Program Hec-Ras	94
Gambar 4.16 Potongan Memanjang Sungai Pada Program Hec-Ras	94
Gambar 4.17 Running Hec-Ras Patok 105 Setelah di Rencanakan Tanggul.....	97
Gambar 4.18 Profil Memanjang Sungai Patok 105 Setelah di Rencanakan Tanggul	97
Gambar 4.19 Gambar Dimensi Tanggul Yang di Rencanakan pada Patok 105	101
Gambar 4.20 Pengaturan Licence GeoStudio 2007	102
Gambar 4.21 Option New Pada Geostudio 2007	102
Gambar 4.22 Tampilan Key'in Analysis Pada Slope/W	103
Gambar 4.23 Setting Analyses Pada Slope/W	103
Gambar 4.24 Setting Slip Surface Pada Key'in Analysis	104
Gambar 4.25 Menu <i>Set Page</i> Untuk Pengaturan Lembar Kerja	104
Gambar 4.26 Menu <i>Set Unit and Scale</i> Untuk Pengaturan Skala Gambar	105
Gambar 4.27 Menu <i>Grid</i> Untuk Pengaturan <i>Grid</i> Pada Lembar Kerja	105
Gambar 4.28 Menu <i>Axes</i> Untuk Membuat Sumbu X dan Y.....	105
Gambar 4.29 Hasil Dari Penggambaran Sumbu X dan Y	106
Gambar 4.30 Tanggul Menggunakan GeoStudio Slope/W2007.....	106
Gambar 4.31 Tanggul Menggunakan GeoStudio Slope/W2007.....	107
Gambar 4.32 Tanggul Menggunakan GeoStudio Slope/W2007.....	107
Gambar 4.33 Memberi Material Tanggul Pada Pondasi dan Timbunan.....	108



Gambar 4.34 Setting <i>Keyin Materials</i> Untuk Membuat Material Pondasi Tanggul .	109
Gambar 4.35 Setting <i>Keyin Materials</i> Untuk Membuat Material Timbunan Tanggul.....	109
Gambar 4.36 Setelah Material Pondasi dan Timbunan di Masukkan Ke Dalam Tanggul.....	110
Gambar 4.37 Proses Penggambaran <i>Slip Surface Radius</i> Pada Lembar Kerja.....	110
Gambar 4.38 Proses Penggambaran <i>Slip Surface Grid</i> Pada Lembar Kerja	111
Gambar 4.39 Potongan Memanjang Sungai Setelah di Rencanakan Tanggul	111
Gambar 4.40 Memunculkan Angka Keamanan (FS) Tanggul	111
Gambar 4.41 Langkah Mengatur Ukuran Tampilan FS	112
Gambar 4.42 Langkah Memperbesar Ukuran Kontur Pada Lembar Kerja	112
Gambar 4.43 Melihat Hasil dari Ketiga Analisa di Atas Ordinary, Bishop dan Janbu.....	113
Gambar 4.44 Meninjau Bidang Irisan Pada Tiap Metode Ordinary, Bishop dan Janbu.....	113
Gambar 4.45 Menu Beban Gempa Pada GeoStudio Slope/W 2007.....	114
Gambar 4.46 Stabilitas Lereng Tanggul Hulu Patok 0 Kondisi Kosong (Tanpa Gempa)	114
Gambar 4.47 Stabilitas Lereng Tanggul Hulu Patok 0 Kondisi Kosong (Gempa)....	115
Gambar 4.48 Stabilitas Lereng Tanggul Hulu Patok 0 Kondisi Isi (Tanpa Gempa)..	115
Gambar 4.49 Stabilitas Lereng Tanggul Hulu Patok 0 Kondisi Isi (Tanpa Gempa) .	116
Gambar 4.50 Flow Net Rembesan Hulu Patok 0.....	116
Gambar 4.51 Stabilitas Lereng Tanggul Hilir Patok 105 Kondisi Kosong (Tanpa Gempa)	117
Gambar 4.52 Stabilitas Lereng Tanggul Hilir Patok 105 Kondisi Kosong (Gempa)	117
Gambar 4.53 Stabilitas Lereng Tanggul Hilir Patok 105 Kondisi Isi (Tanpa Gempa)	118
Gambar 4.54 Stabilitas Lereng Tanggul Hilir Patok 105 Kondisi Isi (Gempa)	118
Gambar 4.55 Flow Net Rembesan Hilir Patok 105	119
Gambar 4.56 Sungai Tanpa Tanggul dan Sungai Dengan Tanggul	125
Gambar 4.57 Layout Tofografi Sungai Kemuning.....	129

RINGKASAN

Siti Noor Janah. Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juni 2017. *Perencanaan Tanggul dan Penataan Daerah Sempadan Sungai Kemuning Hilir Di Kabupaten Sampang Sebagai Usaha Pengendalian Banjir*. Dosen Pembimbing : Dr. Very Dermawan, ST., MT., dan Dr.Ir. Endang Purwati, MP

Daerah Aliran Sungai Kemuning memiliki luas 334,242 km² dengan panjang orde sungai 54.8 km, Salah satu permasalahan yang terjadi pada Sungai Kemuning adalah banjir. Banjir yang terjadi setiap tahun di kabupaten sampang menyebabkan genangan di beberapa titik dan mengakibatkan kerusakan sarana fasilitas umum, kebun, sawah, permukiman dan jalan, hal ini terjadi karena sungai kemuning tidak mampu lagi bekerja sebagaimana mestinya untuk menampung debit banjir.

Studi ini bertujuan untuk mengetahui apakah kapasitas Sungai Kemuning pada kondisi Eksisting mampu menampung Q_{25th} . Upaya penanggulangan banjir direncanakan perencanaan tanggul dan penataan daerah sempadan sungai. Analisa profil aliran dilakukan dengan menggunakan paket program HEC-RAS Version 4.1.0. Untuk analisa stabilitas lereng tanggul, dalam kajian ini menggunakan Software Geostudio Slope/W 2007.

Dalam kajian perencanaan pengendalian banjir ini menggunakan debit banjir rancangan Q_{25th} yaitu sebesar 238.39 m³/det untuk keamanan desain perencanaan pengendalian banjir. Pada kondisi eksisting output program Hec-Ras tampak bahwa kapasitas sungai tidak mampu menampung debit banjir rancangan. Sehingga diperlukan upaya perbaikan untuk mengendalikan luapan sungai kemuning yaitu perencanaan tanggul. Hasil perencanaan tanggul setinggi ($h_{air} + \text{tinggi jagaan}$) 6.55 m, lebar mercu tanggul 3 m, dengan kemiringan lereng 1:1, maka dari hasil running program HEC_RAS Version 4.1.0 dapat diketahui Sungai Kemuningi mampu menampung debit banjir dengan kala ulang 25 tahun. Dari analisa stabilitas tanggul yang telah dilakukan dengan menggunakan Software Geostudio Slope/W 2007 didapatkan angka keamanan yang memenuhi persyaratan untuk keamanan terhadap longsor.

Kata Kunci : Pengendalian Banjir, HEC-RAS 4.1.0, Tanggul, Penataan Daerah Sempadan Sungai, Stabilitas.

SUMMARY

Siti Noor Janah, Department of Water Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, June 2017, *The Planning of Embankment and The Restructuring of Border Area of Downstream Part at Kemuning River in Sampang Regency as the Effort to Control the Flood*. Advisors: Dr. Very Dermawan, ST, MT, and Dr. Ir. Endang Purwati, MP.

Kemuning River Stream Area is 334.242 km² width with 54.8 km order length. One problem in Kemuning River is related with flood. Sampang Regency suffers from the flood every year and flood produces inundation in several spots. This inundation has destructive impact on public facilities, crop field, settlement and road. It happens because Kemuning River is no longer capable as it shall be to retain flood debit.

This study is aimed to understand whether the capacity of Kemuning River at the Existing condition can retain flood debit at Q_{25th} . Flood mitigation measures are taken involving the planning of embankment and the restructuring of river border area. Stream profile analysis is done using a program package HEC-RAS Version 4.1.0. For analyzing the stability of embankment slope, this review applies Software Geostudio Slope/W 2007.

The planning of flood control is considered as important measure in this review. The designed flood debit at Q_{25th} is 238.39 m³/second. This rate is a safe design for flood control planning. At existing condition, the output of Program HEC-RAS shows that river capacity fails to retain the designed flood debit. Therefore, some improvements are needed to further the control against the overflow of Kemuning River. One improvement concerns with the planning of embankment. Result of the planned embankment can be described as follows: the height is 6.55 m (including h_{air+} guarded height), the width of embankment top layer is 3 m, and the inclination of slope is 1:1. The result of running for the Program HEC-RAS Version 4.1.0 with these planning items indicates that Kemuning River can retain flood debit at repetition interval of 25 years. The analysis of embankment stability with Software Geostudio Slope/W 2007 has provided the author with safe number that meets the requirement of safety net against land slide.

Keywords: Flood Control, HEC-RAS 4.1.0, Embankment, Restructuring of River Border Area, Stability.



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Air merupakan anugrah yang diberikan oleh Tuhan Yang Maha Esa kepada semua makhluk hidup di dunia ini dan juga merupakan sumber kehidupan yang terjadi di bumi. Sedangkan Indonesia mempunyai dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau yang mempengaruhi ketersediaan air. Jika di musim kemarau jumlah air sedikit dan bahkan di suatu daerah mengalami kekeringan sedangkan di musim hujan air lebih yang terkadang menyebabkan terjadinya banjir.

Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menyebabkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Selanjutnya Banjir dapat merusak bangunan prasarana dan sarana dan lingkungan hidup serta merusak tata kehidupan masyarakat (Sosrodarsono, S. 1985:347)

Selama banjir sedang berlangsung, kegiatan di titik-beratkan pada usaha pengamanan, agar air banjir senantiasa berada di dalam sungai serta daerah-daerah penampungan sementara yang telah ditentukan dan sejauh mungkin dihindarkan terjadinya luapan-luapan baik melalui tanggul-tanggul atau melalui system pengamanan/pengendalian banjir yang dapat menjurus kepada timbulnya bencana banjir. Usaha ini dititik-beratkan pada pengamanan dan perbaikan yang diperlukan pada seluruh system pengamanan/pengendalian banjir, kegiatan ini harus dilaksanakan secara tepat dan cepat. (Sosrodarsono, S, 1985:348)

Daerah yang akan dikaji adalah Sungai Kemuning Hilir yang merupakan satu-satunya Sungai yang melintas di Kabupaten Sampang yang selalu mengakibatkan banjir tiap tahunnya. kejadian banjir rutin dirasakan oleh masyarakat di 4 (empat) desa yakni Desa Gunung Maddah, Paseyan, Panggung, dan Kelurahan Dalpenang.

Beberapa kejadian banjir besar yang pernah terjadi di tahun 2013:

1. 16 Maret 2013, dengan lokasi di Kecamatan Blega, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur

- Kondisi mutakhir: Kondisi air sudah mulai surut, upaya yang dilakukan BPBD daerah setempat yaitu melakukan evakuasi korban ke tempat yang lebih aman, BPBD dibantu oleh relawan dari pemuda desa, staf kecamatan, anggota polsek, anggota koramil, dan para relawan.

2. 8 April 2013, dengan lokasi banjir di Desa Komis, Pangilen, Tanggumung, Pangung, Pasean, Gunung Maadah, Banyumas Baru, Kelurahan Balpenag, Rong Tengah, Gunung Sekar, Polagan, Banyuanyar, Kecamatan Sampang, Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur

- Kronologis : Hujan lebat selama kurang lebih 2 jam mengakibatkan banjir, upaya yang dilakukan BPBD bersama Dinsos, dan PMI yaitu membagikan makanan siap saji dan nasi bungkus.

- Fungsi pemerintah, ekonomi dan sosial sudah mulai berfungsi dan beroperasi kembali dari hari Rabu, 09 April 2013, kebutuhan logistik cukup, yang dibutuhkan kedepan adalah bantuan pemulihan sarana jalan, jembatan, bengkel, dan kerugian pertanian.

3. 15 April 2013, dengan lokasi di Desa Rong Tengah, Paseyan, Kemuning, Dalpenang dan Gunung Sekar, Kecamatan Sampang, Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur

- Kronologis : Akibat luapan air sungai kali kemuning yang mengakibatkan lumpuhnya pelayanan masyarakat dengan ketinggian 1-1,5 m. Upaya yang dilakukan BPBD dan Muspika setempat melakukan antisipasi dan pembersihan serta mengalihkan arus lalu lintas.

4. 11 Juni 2013, dengan lokasi di Desa Panggung, Tatian, Tanggumung, Kelurahan Delpenang, Karang Dalam, Long Tengah, Gunung Sekar, Kecamatan Sampang, Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur

- Kondisi Mutakhir : Tinggi Muka Air (TMA) 60 cm Saat ini, Selasa, 11 Juni 2013 pk. 07.00 WIB tinggi genangan sekitar 40 cm

- Kronologis : Curah hujan yang tinggi yang menyebabkan kali kemuning meluap, sehingga meluber ke jalan-jalan, TMA bervariasi 140-60 cm Upaya yang dilakukan BPBD Kab.Sampang melakukan identifikasi dan survei lapangan

5. 3 Juli 2013, dengan lokasi di Dusun Gunung Sekar, Desa Rong Tengah, Dalpenang, Pasean, Tamanggung, Panggung, Kecamatan Sampang, Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur



- Kronologis : Hujan dengan intensitas lebat selama 2 hari tanggal 2-3 Juli 2013 menyebabkan kali kemuning meluap mulai pkl. 21.00 WIB Upaya yang dilakukan BPBD Kab. Sampang dan Muspika melakukan identifikasi dan evakuasi terkait dampak banjir, Melakukan antisipasi dengan mendirikan posko dan menyiapkan dapur umum dan Sebagian warga memilih untuk mengungsi ke rumah-rumah tetangga yang tidak terkena banjir dan Mendirikan pendidikan PAUD

6. 18 Desember 2013, Dengan Lokasi di Kelurahan Dalpenang, Rong Tengah, Desa Gunung Sekar, Gunung Maddah, Tanggumung, Kemuning, Pangelen, Banyumas, Panggung, Paseyan, Kecamatan Sampang, Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur

- Kondisi Mutakhir : Ds. Paseyan TMA 1,2 Meter, Ds. Panggung TMA 100 cm Ds. Banyumas TMA 50 cm, Ds. Pangelen TMA 50 cm, Ds. Kamoning TMA 50 cm, Ds.Tanggumong TMA 80 cm, Ds. Gunung Maddah TMA 150 cm, Ds.Gunung Sekar TMA 50 cm Jl.Manggis Aji Gunung, Kenari, Delima, Garuda, Nuri, Kel. Rongtengah TMA 100 cm. Jl.Bahagia Makmur, Pemuda Satria, Sejahtera, Kamboja, Trunojoyo, Kel.Dalpenang TMA 180 cm.Jl.Panglima Sudirman, Imam Bonjol, Suhadak, Melati, Mawar, Cempaka, Kenanga, Seruni, Teratai dan Pahlawan.
- Kronologis : Akibat hujan deras dan upaya yang dilakukan BPBD Kab. Sampang yaitu melakukan koordinasi dengan berbagai pihak terkait untuk melakukan penanganan bencana yaitu dengan Dinas Sosial membuka Dapur Umum, Satpol PP bantuan tenaga, Polres sampang mengatur lalu lintas, Dandim 0828 untuk persiapan evakuasi, PMI memberikan berupa ambulans dan tenaga relawan, Kominfo untuk pengabaran informasi dan pengaturan lalu lintas, Tagana dan Pramuka turut berpartisipasi

Dengan uraian permasalahan di atas, maka diperlukan suatu kajian (studi) sebagai usaha untuk mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh banjir di sungai kemuning hilir. Salah satunya upaya yang bersifat struktur (*in-stream*) dan upaya non struktur (*off-stream*), sehingga membentuk upaya terpadu dan menyeluruh. Upaya non struktur ini merupakan *domain* masyarakat, dan pemerintah sebagai fasilitator. Oleh karena itu ada beberapa konsep penanganan untuk permasalahan pengendalian banjir, seperti mengusahakan pengaliran banjir aman, mencegah terjadinya luapan-luapan yang dapat menyebabkan terjadinya banjir dengan alternatif secara struktur yaitu perencanaan tanggul

dan secara non struktur dengan menata daerah sempadan sungai di sepanjang sungai yang mengalami luapan dengan dasar melihat kondisi topografi dan adanya perubahan morfologi sungai saat ini.

1.2. Identifikasi Masalah

Salah satu permasalahan yang terjadi di sungai kemuning hilir adalah banjir. Pada saat musim penghujan, debit banjir di sungai kemuning hilir mengalami peningkatan dan kapasitas tampungan sungai tidak mencukupi sehingga mengakibatkan banjir dengan genangan yang cukup lama pada permukiman penduduk yang terdapat pada sepanjang aliran sungai kemuning hilir.

Dugaan penyebab banjir di sungai kemuning hilir adalah akibat dari sungai tidak mampu lagi menampung debit banjir yang terjadi sehingga meluap melalui puncak tebing/tanggul, adanya penambahan jumlah penduduk yang mengakibatkan bertambahnya jumlah air buangan atau limbah domestik. Selain itu juga akibat perubahan tata guna lahan yang tidak sesuai dengan sistem penataan kota menyebabkan meningkatnya limpasan.

Untuk mengatasi permasalahan banjir ini maka diperlukan sebuah perencanaan pengendali banjir yang disesuaikan dengan daerah studi.

1.3. Batasan Masalah

Banyak faktor yang perlu dipertimbangkan dalam studi ini, maka dibuat batasan masalah agar permasalahan yang dibahas tidak meluas dan dapat mengarah sesuai tujuan. Adapaun batasan masalah yang dibuat untuk studi ini adalah sebagai berikut:

1. Daerah studi adalah Sungai Kemuning sepanjang ± 5 km dari hilir sungai.
2. Luas DAS Cileungsi adalah 334,242 km²
3. Data curah hujan dari Stasiun Hujan Sampang, Omben, Kedundung, Robatal
4. Analisa banjir rencana menggunakan metode HSS Nakayasu.
5. Analisa profil aliran menggunakan program HEC-RAS V. 4.1.0
6. Alternatif kegiatan pengendalian banjir yang diusulkan adalah dengan pembuatan tanggul dan penataan daerah sempadan sungai
7. Tidak memperhitungkan analisa ekonomi.
8. Tidak membahas analisa sedimen dan analisa mengenai dampak lingkungan.

1.4. Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan batasan yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas pada laporan ini antara lain:

1. Bagaimana hasil analisa debit banjir rancangan pada sungai kemuning hilir?

2. Bagaimana kesesuaian kondisi lingkungan Sempadan di Sungai Kemuning Hilir berdasarkan peraturan pemerintah?
3. Bagaimana Penanganan Pengendalian Banjir di Sungai Kemuning Hilir?
4. Bagaimana kapasitas tampungan sungai Eksisting pada sungai kemuning hilir dengan menggunakan aplikasi Hec-Ras?

1.5. Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang hendak dicapai pada studi ini adalah untuk menentukan debit banjir rancangan, melakukan penanganan penanggulangan banjir, menata kondisi lingkungan sungai dengan berpedoman pada peraturan pemerintah dan untuk mengetahui kondisi aliran setelah dilakukannya perencanaan pengendalian banjir dengan lokasi studi di sepanjang Aliran Sungai Kemuning Hilir yang berada di Kabupaten Sampang, Madura sehingga sedapat mungkin mengurangi permasalahan banjir yang terjadi setiap tahunnya akibat luapan sungai kemuning hilir.

Manfaat yang diharapkan dari studi ini adalah:

1. Dalam studi ini diharapkan dapat mengurangi dampak negatif akibat banjir sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan memperbaiki kualitas lingkungan pada daerah yang sering dilanda banjir.
2. Hasil studi ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan sistem pengendalian banjir.
3. Menambah pengetahuan tentang aplikasi program HEC-RAS Versi 4.1. untuk perencanaan pengendalian banjir.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Umum

Dalam penanganan dan perbaikan sungai dituntut pemahaman mengenai teknik persungai yang didukung oleh ilmu pengetahuan yang berifat multidisiplin, Beberapa ilmu pengetahuan yang bisa memberikan dukungan adalah geodesi, hidrologi, hidrolika, mekanika tanah dan teknik konstruksi.

Dengan bekal pemahaman disiplin ilmu di atas, perencanaan dapat membuat pola penanganan perbaikan pengaturan sungai secara teknis memenuhi persyaratan.

Pada umumnya bahwa sungai cenderung mempunyai sifat khusus setempat, jadi apabila suatu pola penanganan dapat diterapkan pada suatu sungai maka belum tentu sama jika diterapkan pada sungai.

2.2. Pengertian Banjir

Kita mengenal ada dua macam banjir, yaitu:

- a. Peristiwa terjadinya banjir pada daerah yang biasanya kering
- b. Terjadinya limpasan air dari alur sungai yang disebabkan debit air sungai melebihi kapasitas pengalirannya.

2.2.1. Sebab-sebab timbulnya permasalahan banjir

Pada umumnya jenis penyebab persoalan banjir terbagi menjadi dua, yaitu:

- a. Persoalan banjir yang timbul akibat campur tangan atau perbuatan manusia, antara lain:
 - Timbulnya daerah –daerah permukiman dan kegiatan baru di daerah dataran banjir sehingga genangan banjir yang semula bukan merupakan persoalan bagi manusia lambat laun berubah menjadi persoalan.
 - Alur sungai semakin menyempit disebabkan oleh adanya permukiman di sepanjang pinggiran alur tersebut
 - Kurangnya kesadaran masyarakat yang tinggal di sepanjang sungai, sebagai contoh adalah adanya kegiatan pemanfaatan sungai dan saluran-saluran drainase untuk tempat pembuangan sampah.
- b. Persoalan banjir yang timbul karena peristiwa alam atau campur tangan manusia antara lain:
 - Curah hujan yang tinggi menimbulkan debit air sungai lebih besar dari kapasitas alur sungainya sehingga timbul limpasan atau genangan pada daerah dataran banjir.

- Terdapat hambatan-hambatan terhadap aliran sungai yang disebabkan oleh faktor-faktor geometri alur sungai seperti berupa meander (kelok-kelokan), bentuk muara sungai pada sungai induknya yang tidak streamline dan sebagainya.
- Kemiringan sungai yang sangat landai berakibat kapasitas alur sungai maupun daya angkut sedimen relative kecil.
- Terdapatnya penyempitan alur sungai yang mengakibatkan pembendungan muka air sungai.

2.2.2. Kondisi sungai dan permasalahannya

Penyebab timbulnya peristiwa banjir pada setiap sungai berbeda-beda demikian pula akibat-akibat yang ditimbulkannya. Oleh karena itu pola pengendalian banjir harus ditetapkan secara khusus untuk masing-masing sungai yang bersangkutan dan tidak dapat dibuat standar pola pengendalian yang dapat diterapkan pada setiap sungai.

Dalam proses penyusunan pola pengendalian banjir ada beberapa petunjuk yang sangat mempengaruhi, yakni kondisi sungai setempat. Kondisi sungai setempat dimaksudkan antara lain:

- a. Topografi Daerah aliran sungai (DAS) termasuk daerah genangan
- b. Tata guna lahan baik pada daerah aliran sungai maupun bantaran banjir
- c. Alur sungai baik pada daerah atau lokasi timbulnya limpasan banjir maupun alur sungai di luar lokasi limpasan banjir secara menyeluruh
- d. Lokasi genangan banjir, lama genangan dan jenis-jenis daerah genangan. Apakah daerah tersebut merupakan permukiman, daerah pertanian, perkotaan dan sebagainya
- e. Bangunan-bangunan lain yang telah ada di sepanjang sungai misalnya bendung, jembatan dan sebagainya
- f. Erosi dan angkutan sedimen pada sungai

2.3. Hidrometri

Sungai merupakan bagian terendah di permukaan bumi dalam bentuk alur memanjang dari hulu menuju hilir. Sungai juga merupakan sistem alur alam yang dapat terdiri dari satu atau lebih alur-alur yang bertemu atau memanjang. Bentuk ataupun sifat tiap sungai berbeda-beda sehingga perilaku sungai hanya dapat dipahami dengan baik apabila disertai dengan pengamatan-pengamatan dan pengukuran-pengukuran yang dicatat untuk dipakai sebagai data empirik.

Bagian dari hidrologi yang membahas kegiatan pengumpulan dan pemrosesan data hidrologi yang diukur dari setiap sub system siklus hidrologi merupakan tahap awal dari pada penyalidikan hidrologi yang lebih luas, meliputi pengukuran kuantitas dan kualitas

air, ilmu pengetahuan yang mempelajari hal itu disebut dengan hidrometri. Berdasarkan uraian tersebut lingkup hidrometri meliputi kegiatan:

1. Pemilihan lokasi Pengukuran aliran, yaitu lokasi untuk pos duga air
2. Pengukuran tinggi muka air
3. Pengukuran debit
4. Pembuatan lengkung debit
5. Perhitungan debit untuk membuat buku publikasi debit (discharge year books)

2.4. Analisa Curah Hujan

2.4.1. Curah Hujan Maksimum Rata-Rata daerah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan daerah yang dinyatakan dalam satuan milliliter (Sosrodarsono, S. 1983:27). Dan dalam studi ini perhitungan curah hujan maksimum rata-rata daerah menggunakan:

– Cara Poligon Thiessen

Cara ini didasarkan atas cara rata-rata timbang (*weighted average*). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua stasiun penakar.

Misalnya A_1 adalah luas daerah pengaruh stasiun penakar 1, A_2 luas daerah pengaruh stasiun penakar 2 dan seterusnya. Jumlah $A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n = A$ adalah merupakan jumlah luas seluruh areal yang dicari tinggi curah hujannya.

Jika stasiun penakar 1 menakar tinggi hujan d_1 , stasiun 2 menakar d_2 hingga stasiun penakar n menakar d_n , maka:

$$\begin{aligned} d_{\text{rerata}} &= \frac{A_1 \cdot d_1 + A_2 \cdot d_2 + \dots + A_n \cdot d_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \\ &= \sum_{i=1}^n \frac{A_i \cdot d_i}{A} \dots \dots \dots (2-1) \end{aligned}$$

Jika $\frac{A_1}{A} = p_i$ yang merupakan prosentasi luas maka

$$d = \sum_{i=1}^n p_i \cdot d_i \dots \dots \dots (2-2)$$

dengan:

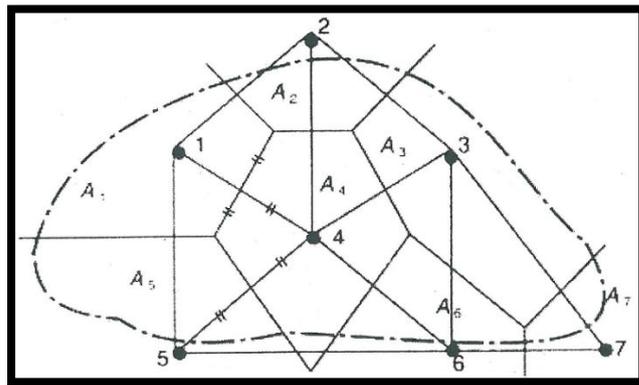
A = luas area

d_{rerata} = tinggi curah hujan rata-rata area

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan di stasiun 1, 2, 3, ..., n

$\sum p_i$ = jumlah prosentasi luas = 100%

Hasil perhitungan dengan rumus *polygon thiessen* lebih teliti di bandingkan dengan cara yang dihitung dengan rata-rata hitung. Hal ini disebabkan karena dalam cara *polygon thiessen* lebih banyak memperhatikan faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi, misalnya luas daerah pengukuran, luas daerah pengaruh, tingkat curah hujan, dan lain-lain. Sedangkan cara rata-rata hitung hanya memperhatikan tinggi curah hujan maksimum.



Gambar 2.1. Metode *Polygon Thiessen*
Sumber: Soemarto, CD, 1987:32

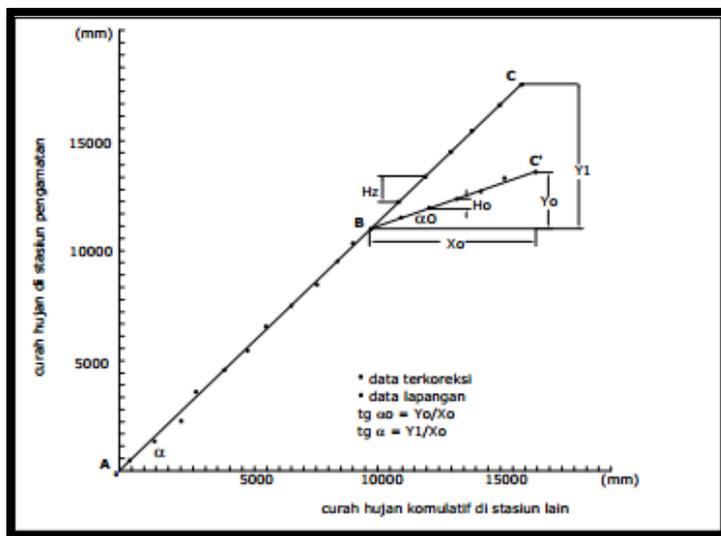
Menurut suyono sosrodarsono (1983;51), pada umumnya untuk menentukan metode curah hujan daerah yang sesuai adalah dengan menggunakan standar luas daerah, sebagai berikut:

- Daerah tinjauan dengan luas 250 ha dengan variasi topografi kecil, dapat diwakili oleh sebuah alat ukur curah hujan.
- Untuk daerah tinjauan dengan luas 250-50.000 ha yang memiliki 2 atau tiga titik, pengamatan dapat dilakukan menggunakan metode aljabar.
- Untuk daerah tinjauan dengan luas 120.000 – 500.000 ha yang mempunyai titik-titik pengamatan tersebut cukup merata dan dimana curah hujannya tidak terlalu dipengaruhi oleh kondisi topografi, dapat digunakan cara rata-rata aljabar. Jika titik-titik pengamatan itu tidak tersebar merata maka digunakan cara *polygon thiessen*.
- Untuk daerah tinjauan dengan luas lebih dari 500.000 ha dapat digunakan cara isohyet atau metode potongan antara (*inter-section method*)

2.4.2. Uji Konsistensi Data

Perubahan lokasi stasiun hujan atau perubahan prosedur pengukuran dapat memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap jumlah hujan yang terukur, sehingga dapat menyebabkan terjadinya kesalahan. Konsistensi dari pencatatan hujan diperiksa dengan metode kurva massa ganda (*double mass curve*). Metode ini membandingkan hujan tahunan kumulatif di stasiun y terhadap stasiun referensi x. stasiun referensi biasanya

adalah nilai rerata dari beberapa stasiun didekatnya, kemudian nilai – nilai tersebut digambar pada system koordinat katesian x-y. apabila garis yang terbentuk lurus berarti pencatatan distasiun y adalah konsisten. Apabila kemiringan kurva patah/berubah, berarti pencatatan distasiun y tak konsisten dan perlu dikoreksi (Triatmojo, B. 2010:41)



Gambar 2.2. Analisis Kurva Massa Ganda
 Sumber: Harto, sri 1993:46

$$H_z = F_k \times H_0 \dots\dots\dots(2-3)$$

$$F_k = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} \dots\dots\dots(2-4)$$

dengan :

- H_z = Data Hujan yang perlu diperbaiki
- H₀ = Data Hujan hasil pengamatan
- F_k = Faktor Koreksi
- Tan α = Kemiringan garis sebelum ada perubahan
- Tan α₀ = kemiringan garis sesudah ada perubahan

2.4.3. Metode Distribusi Frekuensi Untuk Mencari Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan maksimum adalah hujan terbesar tahunan yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan periode kala ulang tertentu. Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam menghitung besarnya curah hujan rancangan pada suatu daerah tertentu, antara lain distribusi Gumbel, Gamma, Log Normal, Log Pearson Type III, Hazen, dan lain-lain.

Untuk menentukan metode yang sesuai, maka terlebih dahulu harus di hitung besarnya parameter-parameter statistik seperti koefisien Cs (koefisien kepengcengan) dan Ck (Koefisien Puncak). Persamaan yang digunakan adalah:

$$C_s = \frac{n \sum (x-x)^3}{n^3 \sigma^3}$$

$$\frac{(n-1)(n-2)S^3}{n^2 \sum (x-x)^4} \dots \dots \dots (2-5)$$

$$Ck = \frac{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}{n^2 \sum (x-x)^4} \dots \dots \dots (2-6)$$

dengan :

Cs = Skewness / kepengcangan

Ck = Kurtosis / koefisien puncak

S = Simpangan Baku

n = Jumlah data

Hasil perhitungan Cs dan Ck tersebut kemudian disesuaikan dengan syarat pemilihan metode distribusi frekuensi pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1. Syarat Pemilihan Metode Distribusi Frekuensi

Metode	Ck	Cs
Gumbel	< 5,4002	1,196
Log Pearson Type III	Bebas	Bebas
Normal	3,0	0

Sumber : Sri Harto, 1993 : 245

2.4.3.1. Metode Distribusi Gumbel

Untuk menghitung curah hujan dengan masa ulang tertentu. Dengan menggunakan persamaan dibawah ini maka dapat dihitung besarnya curah hujan rencana sesuai dengan periode ulangnya.

$$R_t = R_r + K \cdot S_x \dots \dots \dots (2-7)$$

Dimana :

R_t = curah hujan dengan periode ulang T tahun (mm)

R_r = Curah hujan rata-rata hasil pengamatan n tahun dilapangan (mm)

S_x = Standart Deviasi dari hasil pengamatan selama n tahun

K = Faktor probabilitas, untuk harga-harga ekstrim

Dan perhitungan K dapat dinyatakan dalam persamaan berikut ini :

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \dots \dots \dots (2-8)$$

Dimana :

Y_n = Reduced Mean yang tergantung pada jumlah sampel (n) dan besarnya dapat dilihat pada tabel 2.2.

S_n = Reduced Standart deviation yang juga tergantung pada jumlah sampel (n) dan besarnya dapat dilihat pada tabel 2.3.

Y_{tr} = Reduced Variated

Dan reduced variated (Y_{tr}) dapat dinyatakan dalam persamaan berikut ini :

$$Y_{tr} = -\ln \left[-\ln \frac{Tr-1}{Tr} \right] \dots\dots\dots(2-9)$$

Dimana :

Tr = Periode ulang hujan untuk curah hujan tahunan rata-rata

Tabel 2.2. Reduced Mean (Yn)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	0.4980	0.5022	0.5058	0.5091	0.5120	0.5146	0.5173	0.5196	0.5216	0.5233
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5399	0.5402	0.5410	0.5418	0.5424	0.5430
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5589	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600	0.5602	0.5603	0.5604	0.5606	0.5607	0.5608	0.5609	0.5610	0.5611

Sumber : Suripin, 2004

Tabel 2.3. Reduced Standart Deviation (Sn)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	0.9609	0.9778	1.0015	1.0055	1.0172	1.0277	1.0381	1.0470	1.0548	1.0617
10	0.9496	0.9676	0.9933	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1086
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2039	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065	1.2059	1.2073	1.2077	1.2081	1.2084	1.2087	1.2090	1.2093	1.2096

Sumber : Suripin, 2004

2.4.3.2. Metode Distribusi Log Pearson Type III

Untuk menghitung curah hujan dengan masa ulang tertentu. Dengan menggunakan persamaan di bawah ini maka dapat dihitung besarnya curah hujan rencana sesuai dengan periode ulang.

$$X = X \text{ rerata} + K \cdot S \dots\dots\dots(2-10)$$

Dimana :

- X = Hujan dengan masa ulang T
- Xrerata= Curah hujan rata-rata
- S = Standart Deviasi
- K = Faktor Distribusi Pearson Tipe III dan nilai K berbeda-beda

Dan nilai K berbeda-beda berdasarkan peluang terjadinya hujan (periode ulang) dan koefisien skewness (kemencengan). Adapun nolai dari K dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Nilai K Distribusi Log Pearson Type III

Kemencengan (Cs)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,360	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	2,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,000	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Sumber : Soewarno, 1995

Prosedur untuk menghitung curah hujan rancangan dengan Metode Log Pearson Type III adalah sebagai berikut:

1. Data curah hujan harian maksimum tahunan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ di ubah dalam logaritmalogaritma ($\log X_1, \log X_2, \log X_3, \dots, \log X_n$)
2. Menghitung nilai logaritma rata-rata dengan rumus :

$$\log \bar{X} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \log X \dots\dots\dots(2-11)$$

Dengan:

n = jumlah data

3. Menghitung nilai standar deviasi dari log X, dengan rumus sebagai berikut:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{(n-1)} \dots\dots\dots(2-12)$$

4. Menghitung nilai koefisien kepercengan (Cs), dengan rumus sebagai berikut:

$$C_s = \frac{n \cdot (\log X - \log \bar{X})^3}{n-1 \cdot n-2 \cdot S^3} \dots\dots\dots(2-13)$$

5. Menghitung logaritma curah hujan dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Log } X = \overline{\text{Log } X} + k \cdot \text{Sd} \dots \dots \dots (2-14)$$

6. Mencari anti log X untuk mendapatkan curah hujan rancangan dengan kala ulang yang dikehendaki.

2.4.3.3. Uji Kesesuaian Distribusi

Selanjutnya setelah ditetapkan distribusi yang sesuai untuk dipakai, kemudian harus dilakukan uji kesesuaian distribusi yang dimaksudkan untuk mengetahui kebenaran analisa curah hujan rancangan baik terhadap simpangan data vertikal ataupun simpangan data horizontal.

Untuk menguji apakah pemilihan distribusi yang digunakan dalam perhitungan debit banjir rancangan diterima atau ditolak, maka perlu dilakukan uji kesesuaian distribusi. Uji ini dilakukan secara vertical dengan metode Chi Square dan secara horizontal dengan metode *Smirnov Kolmogorov* (Soewarno, 1995:194)

a. Uji Chi Square

Uji chi square digunakan untuk menguji simpangan secara vertikal apakah distribusi pengamatan dapat diterima oleh distribusi teoritis.

Perhitungannya dengan menggunakan persamaan (Soewarno, 1995:194)

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots \dots \dots (2-15)$$

dengan:

X_h^2 = parameter Chi-kuadrat terhitung

G = jumlah sub-kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub-kelompok ke-i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub-kelompok ke-i

Prosedur perhitungannya adalah

- 1) Urutkan data pengamatan dari kecil ke besar
- 2) Kelompokkan data menjadi sub group
- 3) Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub-group
- 4) Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i
- 5) Tiap-tiap sub-group hitung nilai:

$$(O_i - E_i) \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots \dots \dots (2-16)$$

- 6) Jumlah seluruh G sub group nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ Untuk menentukan nilai Chi-kuadrat hitung.

Agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima, maka harga $Xh^2 < Xcr^2$. Harga Xcr^2 dapat diperoleh dengan menentukan taraf signifikansi dengan derajat kebebasannya (*level of significant*).

b. Uji *Smirnov Kolmogorov*

Uji *Smirnov Kolmogorov* digunakan untuk menguji kesesuaian distribusi secara horizontal, yaitu merupakan selisih / simpangan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris. Rumus yang digunakan adalah (soewarno, 1995:199):

$$\Delta = \text{maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)] \dots\dots\dots(2-17)$$

Dengan:

Δ = selisih terbesar antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis

$P(X_m)$ = Peluang pengamatan

$P'(X_m)$ = Peluang teoritis dari persamaan distribusi yang dipakai

Dengan pemeriksaan uji ini akan diketahui:

1. Kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis.
2. Kebenaran hipotesa diterima atau ditolak

Uji kesesuaian *smirnov kolmogorov*, sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data (dari kecil ke besar atau sebaliknya) dan juga besarnya peluang dari masing-masing data tersebut

Menghitung peluang dengan rumus dari weibull

$$P = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots(2-18)$$

Dalam hal ini:

P = Probabilitas (%)

m = no,or urutan data dari seri yang telah diurutkan

n = banyaknya data

2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya) $P'(X)$
3. Dari kedua nilai peluang tersebut ditentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$\Delta = \text{maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)] \dots\dots\dots(2-19)$$

4. Berdasarkan table nilai kritis (smirnov Kolmogorov test) tentukan harga D_0 .

Apabila D lebih kecil dari D_0 maka distribusi dapat diterima, apabila D lebih besar dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

Tabel 2.5. Nilai kritis D_0 Untuk Uji Smirnov Kolmogorov

N	α (derajat kepercayaan)			
	0,2	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber : Soewarno, 1995

2.5. Analisa Debit Banjir Rancangan

2.5.1. Koefisien Pengaliran

Pada saat hujan turun sebagian akan meresap ke dalam tanah dan sebagian lagi akan menjadi limpasan permukaan. Harga C (koefisien pengaliran) berbeda-beda yang disebabkan oleh tofografi daerah pengaliran, perbedaan penggunaan tanah dan lain-lain.

Jika pembangunan tanah di kemudian hari di daerah pengaliran itu harus turut dipertimbangkan, maka pada perhitungan banjir lebih baik digunakan koefisien yang lebih besar dari 0,70 dan koefisien yang kurang dari 0,5 harus ditiadakan.

Tabel 2.6 Koefisien Pengaliran

Kondisi daerah pengaliran dan sungai	Harga dari C
Daerah pegunungan yang curam	0,75 – 0,90
Daerah pegunungan tersier	0,70 – 0,80
Tanah bergelombang dan hutan	0,50 – 0,75
Tanah dataran yang ditanami	0,45 – 0,60
Persawahan yang diairi	0,70 – 0,80
Sungai di daerah pegunungan	0,75 – 0,85
Sungai kecil di dataran	0,45 – 0,75
Sungai besar yang lebih dari setengah daerah pengalirannya terdiri dari dataran	0,50 – 0,75

Sumber: Sosrodarsono, S. (1983:145)

Koefisien pengaliran pada Tabel 2.2 telah didasarkan pada pertimbangan bahwa koefisien itu terutama tergantung dari faktor-faktor fisik. Adapun juga koefisien peng-aliran dapat ditentukan berdasarkan tataguna lahan yaitu pada Tabel 2.3 Tabel 2.7. Nilai Koefisien Pengaliran

Tataguna lahan	C	Tataguna lahan	C
Perkantoran		Tanah Lapang	
Daerah pusat kota	0.7 - 0.95	Berpasir, datar 2%	0.05 - 0.1
Daerah sekitar kota	0.5 - 0.7	Berpasir, agak rata, 2-7%	0.1 - 0.15
Perumahan		Berpasir, miring 7%	0.15 - 0.2
Rumah tunggal	0.3 - 0.5	Tanah berat, datar 2%	0.13 - 0.17
Rumah susun, terpisah	0.4 - 0.6	Tanah berat, agak rata 2-7%	0.18 - 0.22
Rumah susun, bersambung	0.6 - 0.75	Tanah berat, miring 7%	0.25 - 0.35
Pinggiran kota	0.25 - 0.4	Tanah Pertanian	
Daerah Industri		Tanah kosong	
Kurang padat industri	0.5 - 0.8	Rata	0.3 - 0.6
Padat industri	0.6 - 0.9	Kasar	0.2 - 0.5
Taman, Kuburan	0.1 - 0.25	Ladanga garapan	-
Tempat bermain	0.2 - 0.35	Tanah berat, tanpa vegetasi	0.3 - 0.6
Daerah stasiun KA	0.2 - 0.4	Tanah berat, dengan vegetasi	0.2 - 0.5
Daerah tak berkembang	0.1 - 0.3	Berpasir, tanpa vegetasi	0.2 - 0.25
Jalan Raya		Berpasir, dengan vegetasi	0.1 - 0.25
Beraspal	0.7 - 0.95	Padang rumput	-
Berbeton	0.8 - 0.95	Tanah berat	0.15 - 0.45
Berbatu bata	0.7 - 0.85	Berpasir	0.05 - 0.25
Trotoar	0.75 - 0.85	Hutan/bervegetasi	0.05 - 0.25
Daerah beratap	0.75 - 0.95	Tanah Tidak Produktif, >30%	0.7 - 0.9
		Rata, kedap air	0.5 - 0.7
		Kasar	

Sumber: Asdak, 2004:164

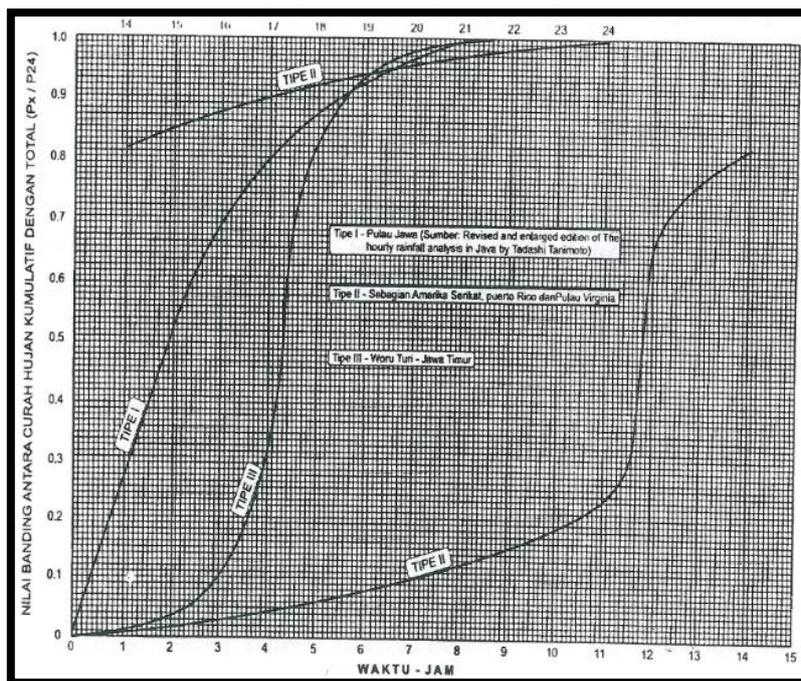
Apabila tata guna lahan suatu daerah termasuk campuran, maka nilai tetapan C haru diberi bobot (weighted) untuk memperoleh nilai rata-rata tertimbang (Asdak, 2004:165) :

$$C_{\text{tertimbang}} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{A_i \cdot C_i}{A_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{A_i \cdot C_i}{A_i}} \dots \dots \dots (2-20)$$

2.5.2. Intensitas Hujan

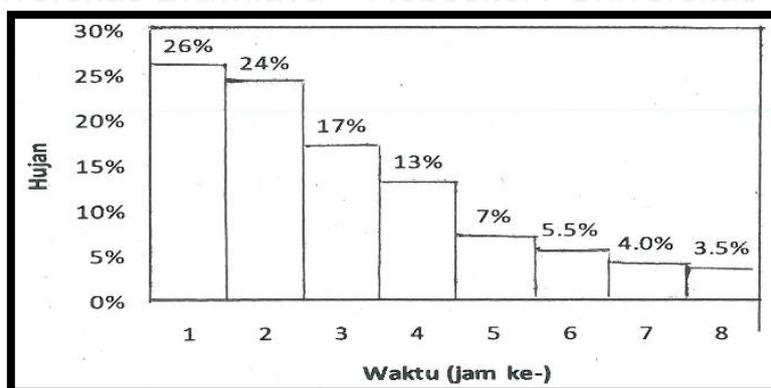
2.5.2.1. Sebaran Hujan Jam-Jaman

Penentuan Besarnya sebaran hujan jam-jaman dapat secara langsung diamati di lapangan melalui alat, akan tetapi jika tidak tersedia data pengamatan sebaran hujan maka penentuan besar hujan jam-jaman dapat menggunakan distribusi hujan Tadashi Tanimoto (1969) yang telah mengembangkan distribusi hujan jam-jaman yang dapat digunakan di pulau jawa (Triatmodjo, B. 2010:272). Gambar 2.5 Menunjukkan distribusi komulatif hujan beberapa daerah.



Gambar 2.3. Kurva Distribusi Hujan 24 Jam
Sumber: Triatmodjo, B. 2010:273

Dari gambar tersebut, untuk kurva tipe I yang berlaku di Jawa, dapat ditunjukkan distribusi hujan jam-jaman seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.6



Gambar 2.4. Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto
Sumber: Triatmodjo, B. 2010:274

2.5.2.2. Curah Hujan Netto Jam-Jaman

Hujan netto adalah bagian hujan total yang menghasilkan limpasan langsung (*direct run-off*). Limpasan langsung ini terdiri dari limpasan permukaan (*Surface run-off*) dan interflow (air yang masuk kelapisan tipis dibawah permukaan tanah dengan permeabilitas rendah yang keluar lagi ditempat yang lebih rendah dan berubah menjadi limpasan permukaan).

Dengan asumsi bahwa proses transformasi hujan menjadi limpasan langsung mengikuti proses linier dan tidak berubah oleh waktu (*linier and timeinvariant process*), maka hujan netto R_n dapat dinyatakan sebagai berikut (Subarkah, 1980:71):

Besarnya curah hujan nrto R_n dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$R_n = C \cdot R \dots\dots\dots(2-21)$$

Dengan:

R_n = hujan efektif (mm/hari)

C = Koefisien pengaliran

R = curah hujan harian maksimum rancangan (mm/hari)

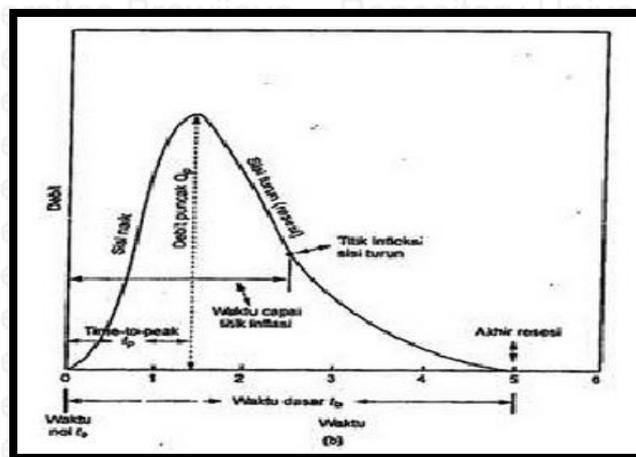
2.6. Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan adalah debit maksimum yang mungkin terjadi pada suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu. Besarnya debit banjir rancangan dapat dihitung berdasarkan data yang berasal dari data curah hujan maupun data debit harian hasil pengamatan di lapangan. Dan dalam studi ini perhitungan debit banjir rancangan menggunakan.

- MetodeqHidrografqSatuanqSintetis

Teori klasik hidrograf satuan (unit hidrograf), yang pertama kali diperkenalkan oleh L.K. Sherman, berasal dari hubungan antara hujan efektif dengan limpasan langsung. Hidrograf satuan atau unit hidrograf memberikan distribusi waktu limpasan yang keluar dari watershed, dihasilkan oleh hujan efektif yang jatuh merata diatas watershed, dengan tinggi (d) tertentu. Hidrograf satuan menunjukkan bagaimana hujan efektif tersebut ditransformasikan menjadi limpasan langsung di pelepasan (outlet) watershed. Transformasi itu disertai anggapan berlakunya proses linear (Soemarto, CD.1987:144)

Hidrograf adalah kurva yang memberikan hubungan antara parameter a;iran waktu. Parameter tersebut biasa berupa kedalam aliran (elevasi muka air) atau debit aliran (triatmodjo, B. 2010:147). Hidrograf memiliki bentuk seperti diberikan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5. komponen hidrograf banjir
Sumber: Triatmodjo,B.(2010:147)

Waktu nol (zero time) menunjukkan awal hidrograf. Puncak hidrograf adalah bagian dari hidrograf yang menggambarkan debit maksimum. Waktu puncak (time to peak) adalah waktu yang diukur dari nol sampai waktu terjadinya debit puncak. Sisi naik (rising limb) adalah bagian dari hidrograf yang menurun antara waktu capai puncak. Sisi turun (recession limb) adalah bagian dari hidrograf yang menurun antara waktu capai puncak dan waktu dasar. Waktu dasar (time base) adalah waktu yang diukur dari waktu nol sampai waktu dimana sisi turun berakhir (Triatmodjo, B. 2010 : 148)

Untuk menaksir besarnya banjir rancangan yang dihitung berdasarkan data curah hujan dapat digunakan hidrograf satuan sintetis dengan menggunakan hidrograf banjir pada sungai yang bersangkutan terlebih dahulu. Pada studi ini debit banjir dihitung dengan menggunakan metode hidrograf satuan sintetis nakayasu. Nakayasu telah menurunkan rumus hidrograf satuan sintetis berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian berulang kali diterapkan pada daerah aliran sungai di pulau jawa dan hingga saat ini hasilnya cukup memuaskan.

Penggunaan metode ini memerlukan beberapa karakteristik parameter daerah alirannya sebagai berikut:

- Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (time of peak)
- Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (time lag)
- Tenggang waktu hidrograf (time base of hydrograph)
- Lua daerah tangkapan air
- Panjang alur sungai terpanjang (length of the longest channel)
- Koefisien pengaliran

Besarnya nilai debit puncak hidrograf satuan dihitung dengan rumus (soemarto, 1987):

$$Q_p = \frac{A \cdot R_e}{3,6 \cdot (0,3 \cdot T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots(2-22)$$

dengan:

Q_p = Debit puncak banjir (m^3/det)

R_e = Curah hujan satuan (mm)

T_p = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan untuk penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak

A = Luas daerah tangkapan sampai outlet (Km^2)

Nakayasu membagi bentuk hidrograf satuan dalam dua bagian, yaitu lengkung naik dan lengkung turun. Pada bagian lengkung naik, besarnya nilai hidrograf satuan dihitung dengan persamaan:

$$Q_p = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \dots\dots\dots(2-23)$$

Pada bagian lengkung turun yang terdiri dari tiga bagian, hitungan limpasan permukaan adalah:

1. Untuk $Q_d > 0,3 \cdot Q_p$

$$\frac{t - T_p}{T_{0,3}}$$

$$Q_d = Q_p \cdot 0,3 \dots\dots\dots(2-24)$$

2. Untuk $0,3 Q_p > Q_d > 0,3^2 \cdot Q_p$

$$\frac{t - T_p + 0,5T_{0,3}}{1,5 \cdot T_{0,3}}$$

$$Q_d = Q_p \cdot 0,3 \dots\dots\dots(2-25)$$

3. Untuk $0,23 \cdot Q_p > Q_d$

$$\frac{t - T_p + 1,5T_{0,3}}{2 \cdot T_{0,3}}$$

$$Q_d = Q_p \cdot 0,3 \dots\dots\dots(2-26)$$

dengan :

Q_d = limpasan setelah mencapai debit puncak (m³/dt)

t = satuan waktu (jam)

Menurut nakayasu, waktu naik hidrograf bergantung dari waktu konsentrasi dan dihitung dengan persamaan:

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \text{ (jam)} \dots\dots\dots(2-27)$$

Waktu konsentrasi dipengaruhi oleh panjang sungai utama (L)

- Sungai dengan panjang alur $L > 15$ km :

$$t_g = 0,4 + 0,058 L \text{ (jam)} \dots\dots\dots(2-28)$$

- Sungai dengan panjang alur $L < 15$ km :

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \text{ (jam)} \dots\dots\dots(2-29)$$

waktu yang menyebabkan terjadinya limpasan permukaan dihitung sebagai berikut:

$$t_g = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \text{ (jam)} \dots\dots\dots(2-30)$$

waktu yang diperlukan untuk penurunan debit dari debit puncak sampai debit menjadi 30% dari debit puncak hidrograf satuan dihitung:

$$T_{0,3} = \alpha t_g \text{ (jam)} \dots\dots\dots (2-31)$$

dengan:

α = parameter hidrograf. Koefisien ini bergantung pada karakteristik

DAS, dengan kriteria:

$\alpha = 1,5 \rightarrow$ pada bagian naik hidrograf lambat, dan turun cepat

$\alpha = 2 \rightarrow$ pada daerah aliran biasa

$\alpha = 3 \rightarrow$ pada bagian naik hidrograf cepat, turun lambat

Berdasarkan prinsip hidrograf satuan atau unit hidrograf merupakan fungsi peralihan yang merubah satuan hujan efektif (R_0) menjadi hidrograf $Q(t)$, sehingga dalam hal ini volume hidrograf ($\sum Q \times \Delta t$) harus sama dengan volume hujan dalam luasan DAS ($R_0 \times A$). untuk itu perlu adanya control hidrograf satuan dengan rumus sebagai berikut:

$$R_0 = \frac{\text{Volume Hidrograf} \times 1000}{A \times 10^6} = \frac{(\sum UH \times \Delta t \times 60 \times 60) \times 1000}{A \times 10^6} \dots\dots\dots (2-32)$$

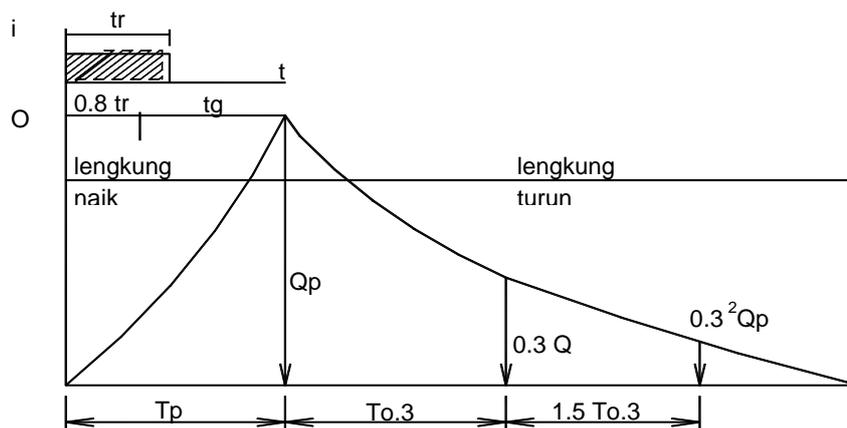
dengan:

R_0 = unit hujan efektif / hujan satuan (mm)

UH = ordinat hidrograf satuan / unit hydrograph ($m^3/dt/mm$)

Δt = interval waktu yang digunakan (jam)

A = luas DAS (km^2)



Gambar 2.6. Bagian-bagian Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu
 Sumber: Soemarto, CD, 1987 : 168

2.7. Aplikasi HEC-RAS 4.1.0

HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, *River Analysis System (RAS)* yang dikeluarkan oleh *U.S. Army Corps of Engineers (USACE)*.

Program HEC-RAS sendiri dikembangkan oleh *The Hydrologic Engineer Centre (HEC)*, yang merupakan bagian dari oleh *U.S. Army Corps of Engineers*.

Program HEC-RAS 4.1.0 menggunakan pengaturan data dengan data geometri yang sama bisa dilakukan kalkulasi data aliran yang berbeda-beda, begitu juga dengan sebaliknya. Data geometri terdiri dari layout permodelan disertai *cross section* untuk saluran-saluran yang dijadikan model. Data aliran ditempatkan terpisah dari data geometri. Data aliran bisa dipakai salah satu antara data aliran tunak (*steady*) atau data aliran tak lunak (*unsteady*). Dalam masing-masing data aliran tersebut harus terdapat *boundary condition* dan *initial condition* yang sesuai agar permodelan dapat dijalankan. Selanjutnya bisa dilakukan kalkulasi dengan membuat skenario simulasi. Skenario simulasi harus terdiri dari satu data geometri dan satu data aliran.

Pada software HEC-RAS ini, dapat ditelusuri kondisi air sungai dalam pengaruh hidrologi dan hidroliknya, serta penanganan sungai lebih lanjut sesuai kebutuhan. Dari hasil analisa tersebut dapat diketahui ketinggian muka air dan limpasan apabila kapasitas tampungan sungai tidak mencukupi.

Terdapat lima langkah penting dalam membuat model hidrolika dengan menggunakan *HEC-RAS*:

- Memulai proyek baru
- Memasukkan data geometri
- Memasukkan data aliran dan kondisi batas
- Melakukan perhitungan hidrolika
- Menampilkan dan mencetak hasil

2.7.1. Memulai Pekerjaan Baru

Langkah pertama dalam mengembangkan model hidrolika dengan *HECRAS* adalah menetapkan direktori yang diinginkan untuk memasukkan judul dan menyimpan pekerjaan atau proyek baru. Untuk mengawali proyek baru, buka *file* menu pada jendela utama *HEC-RAS* dan pilih *New Project*, Akan muncul tampilan *New Project* seperti berikut:



Gambar 2.7. Jendela *New Project*

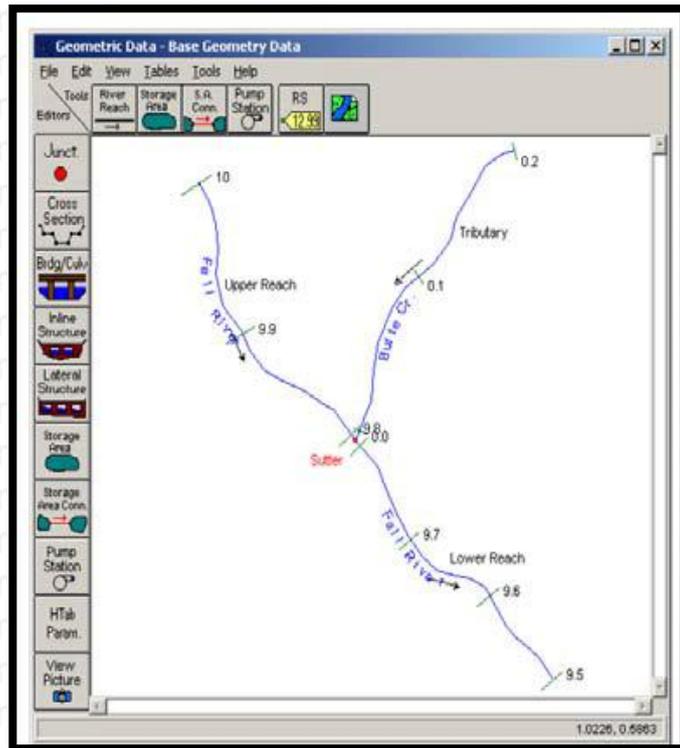
Sumber: Anonim, 2010:3-5

Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1 langkah pertama dipilih *drive* dan *path* tempat pekerjaan akan disimpan (untuk memilih, *double click directory* yang diinginkan pada kotak *directories*), kemudian masukan judul proyek dan nama *file*. Nama *file* harus dengan ekstensi “.prj”. Kemudian tekan “OK”. Setelah tombol “OK” ditekan, muncul *message box* yang menampilkan judul dan *directory* tempat pekerjaan disimpan. Jika informasi dalam *message box* benar, tekan “OK”. Jika sebaliknya tekan “cancel” untuk kembali ke tampilan *New Project*.

2.7.1.1. Memasukkan Data Geometri

Sebelum data geometri dan data aliran dimasukkan, harus ditentukan terlebih dahulu Sistem Satuan (*English* atau *Metric*) yang akan dipakai. Langkah ini dilakukan dengan memilih *Unit System* dari menu *Option* pada jendela utama *HEC-RAS*.

Langkah selanjutnya adalah memasukkan data geometri yang diperlukan, yang terdiri dari skema sistem sungai, data *cross section*, dan data bangunan hidrolika (jembatan, gorong-gorong, dsb.) Data geometri dimasukan dengan memilih *Geometric Data* pada menu *Edit* pada jendela utama. Setelah opsi ini terpilih, jendela geometri data akan muncul seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8. (ketika membuka pekerjaan baru, layar akan kosong).



Gambar 2.8. Jendela Geometri Data

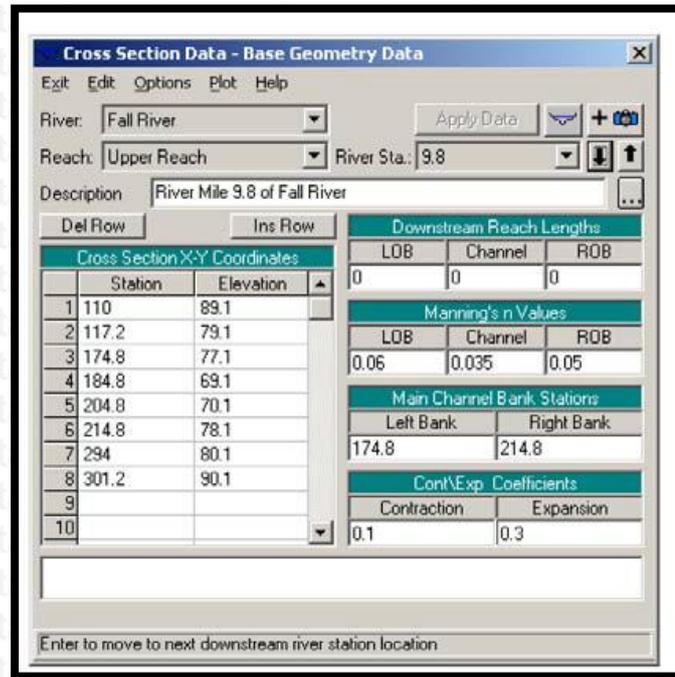
Sumber: Anonim, 2010:4-4

a. Menggambar Skema Alur Sungai

Langkah pertama dalam memasukkan data geometri adalah menggambar skema sistem sungai. Ini dilakukan garis demi garis, dengan menekan tombol River Reach dan kemudian menggambar alur dari hulu ke hilir (dalam arah positif). Setelah alur digambar, masukkan nama sungai dan ruas (reach). Jika terdapat pertemuan antara ruas sungai, masukan pula nama titik pertemuan (junction) tersebut.

b. Memasukkan Data *Cross Section*

Setelah skema sistem sungai tergambar, selanjutnya memasukkan data cross-section dan data bangunan hidrolika. Tekan tombol Cross Section akan memunculkan editor cross section. Editor ini seperti ditampilkan pada Gambar 2.9. Seperti pada tampilan, setiap cross-section memiliki nama sungai (River), ruas (Reach), River Station, dan Description, yang berfungsi untuk menggambarkan letak cross section tersebut pada sistem sungai. “River Station” tidak secara aktual menunjukkan letak cross-section pada sistem sungai (miles atau kilometer seberapa), tetapi hanya berupa angka (1,2,3,..dst). Cross section diurutkan dari nomor river station terbesar ke nomor River Station terkecil. Pada sistem sungai, cross section dengan nomor river station terbesar akan terletak di hulu sungai.



Gambar 2.9. Jendela *Editor Data Cross Section*

Sumber: Anonim, 2010:6-12

Data masukan yang dibutuhkan untuk setiap cross-section ditunjukkan pada editor data cross-section seperti pada Gambar 2.9. Langkah-langkah dalam memasukkan data Cross Section adalah sebagai berikut:

1. Pilih sungai dan ruas sungai yang akan di-entry data cross section-nya, dengan cara menekan panah pada kotak River dan Reach.
2. Pada menu Options pilih Add a New Cross Section. Kotak input muncul, masukan nomor river station untuk cross section yang baru kemudian tekan OK.
3. Masukkan semua data yang diperlukan. Data-data yang diperlukan data yang terdapat pada layar editor cross section.
4. Masukan informasi tambahan yang diperlukan (misal: bendungan, penghalang aliran, dsb), melalui menu Options.
5. Tekan tombol Apply Data. Setelah semua data geometri dimasukkan, simpanlah melalui Save Geometric Data As pada menu File yang terletak pada tampilan utama editor Geometric.

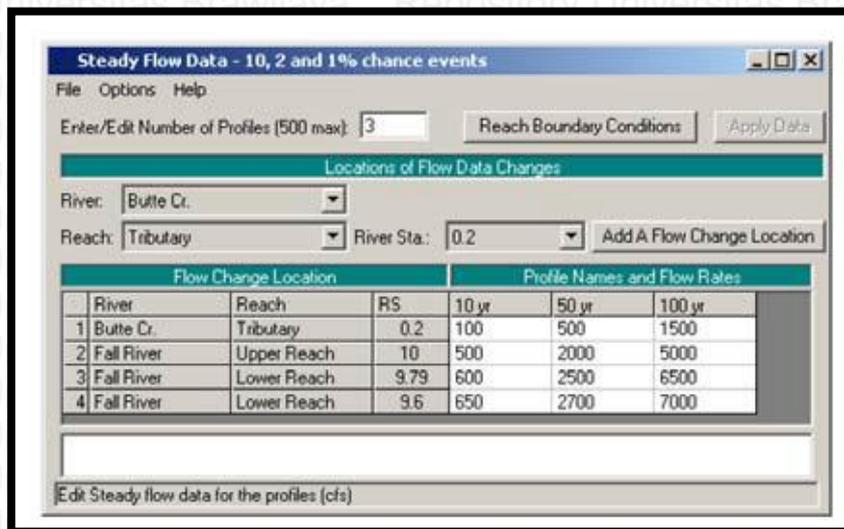
Data Data-data yang diperlukan adalah:

1. Nama sungai (River) dan ruas sungai (Reach), dengan tanah panah yang terletak pada kotak, pilih sungai (River) dan ruas sungai (Reach) yang hendak dimasukkan data cross section-nya.

2. Gambaran (Description), diisi dengan informasi tambahan tentang lokasi cross section pada sistem sungai.
3. Cross Section X-Y Coordinates. Tabel ini digunakan untuk memasukkan informasi stasiun dan elevasi dari cross section. Stasiun cross section (koordinat x) dimasukan dari kiri ke kanan, dengan pandang ke arah hilir.
4. Jarak cross section dengan cross section di bawahnya (Downstreams Reach Lengths). Jarak ini terbagi atas jarak tepi bantaran kiri (LOB), saluran utama (Channel), dan tepi bantaran kanan (ROB).
5. Koefisien kekasaran Manning (Manning's n Values), terdiri dari koefisien untuk bantaran sebelah kiri, saluran utama, dan bantaran sebelah kanan.
6. Stasiun tepi saluran utama (*Main Channel Bank Station*), merupakan titik terluar dari saluran utama.
7. Koefisien kontraksi dan ekspansi (Contraction and Expansion Coefficients).

2.7.1.2. Memasukkan Data Aliran *Steady Flow*.

Setelah semua data geometri dimasukkan, langkah selanjutnya adalah memasukkan data aliran *steady flow* yang dibutuhkan. Pilih *Steady Flow Data* dari menu *Edit* pada tampilan utama *HEC-RAS*. *Editor data steady flow* akan muncul seperti ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Jendela *Editor Data Aliran Steady Flow*

Sumber: Anonim, 2010:7-2

a. Data Aliran

Informasi yang diperlukan adalah:

- Jumlah profil yang akan dihitung;
- Data aliran maksimum; dan

- Data yang diperlukan untuk kondisi batas.

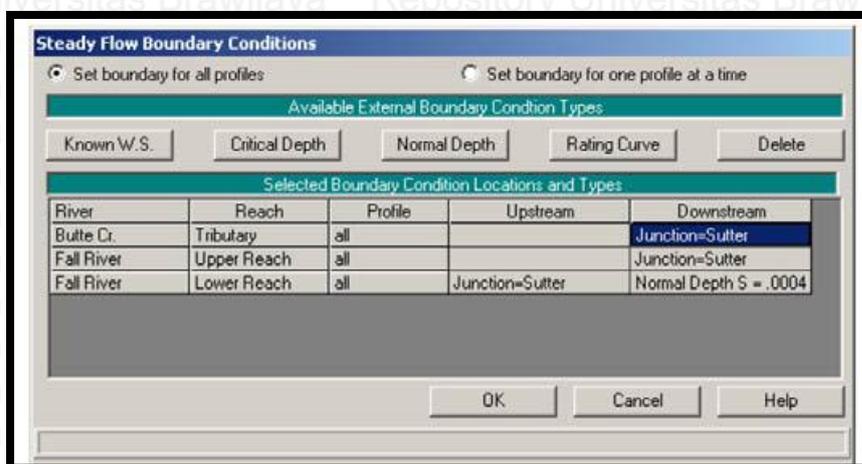
Langkah pertama adalah memasukkan jumlah profil yang akan dihitung, dan kemudian data alirannya. Data aliran dimasukkan langsung ke dalam tabel. Data aliran dimasukkan dari hulu ke hilir. Setelah data aliran dimasukkan, besarnya aliran dianggap tetap sampai menemui lokasi yang memiliki nilai aliran berbeda.

Untuk menambahkan lokasi perubahan aliran pada tabel, pilih sungai dan ruas sungai dimana pada tempat tersebut diinginkan ada perubahan besar aliran. Setelah itu pilihlah stasiun yang diinginkan dan tekan Add Flow Change Location, lokasi perubahan aliran akan ditambahkan pada tabel.

Setiap profil secara otomatis akan diberi nama berdasarkan nomor profil (PF1,PF2, dst). Nama profil ini bisa diubah melalui menu Options, Edit Profiles Names. Nama profil ini umumnya diganti dengan lamanya periode ulang banjir/aliran yang ada dibawahnya, misal: 10 tahun, 50 tahun, dsb.

b. Kondisi Batas

Setelah semua data aliran dimasukan kedalam tabel, langkah selanjutnya adalah kondisi batas yang mungkin dibutuhkan. Untuk memasukkan data kondisi batas, tekan tombol Boundary Conditions. Editor kondisi batas akan muncul seperti pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Jendela *Editor* Kondisi Batas

Sumber: Anonim, 2010:7-3

Kondisi batas diperlukan untuk menentukan permukaan air mula-mula di ujung ujung sistem sungai (hulu dan hilir). Muka air awal dibutuhkan oleh program untuk memulai perhitungan. Pada resim aliran subkritik, kondisi batas hanya diperlukan di ujung sistem sungai bagian hilir. Jika resim aliran superkritik yang hendak dihitung, kondisi batas hanya diperlukan pada ujung hulu dari sistem sungai. Jika perhitungan resim aliran

campuran yang akan dibuat, kondisi batas harus dimasukkan pada kedua ujung sistem sungai.

Editor kondisi batas berisi daftar tabel untuk setiap ruas. Tiap ruas memiliki kondisi batas hulu dan hilir. Kondisi batas internal secara otomatis terdaftar pada tabel, didasarkan pada bagaimana sistem sungai ditetapkan pada editor data geometri. Pengguna hanya diminta untuk memasukkan kondisi batas eksternal yang diperlukan.

Untuk memasukkan kondisi batas, gunakan *pointer mouse* untuk memilih lokasi pada tabel yang diinginkan. Kemudian pilih kondisi batas dari empat tipe yang tersedia.

- *Known Water Surface Elevations*. Untuk kondisi ini pengguna harus memasukkan muka air yang diketahui pada setiap profil
- *Critical Depth*. Ketika kondisi batas ini yang dipilih, pengguna tidak diminta untuk memasukkan informasi lebih lanjut. Program akan menghitung kedalaman kritis untuk setiap profil dan menggunakannya sebagai kondisi batas.
- *Normal Depth*. Pada tipe ini, pengguna diminta untuk memasukkan kemiringan energi yang ingin dipergunakan dalam perhitungan kedalaman normal (persamaan Manning) pada lokasi tersebut. Kedalaman normal akan dihitung untuk tiap profil didasarkan pada kemiringan yang telah dimasukkan. Jika kemiringan energi tidak diketahui, pengguna harus memperkirakannya dengan memasukkan salah satu dari kemiringan muka air dan kemiringan dasar saluran.
- *Rating Curve*. Ketika tipe ini dipilih, pengguna diminta untuk memasukkan kurva elevasi-debit. Untuk setiap profil, elevasi ditambahkan dari kurva.

Fitur tambahan editor kondisi batas memungkinkan pengguna dapat menentukan tipe kondisi batas yang berbeda untuk tiap profil pada satu lokasi. Hal ini dilakukan dengan memilih option “*Set boundary for one profile at a time*” di sebelah atas tampilan. Ketika option ini dipilih, tabel akan menyediakan baris bagi tiap profil pada setiap lokasi. Pengguna selanjutnya dapat memilih lokasi dan profil yang diinginkan untuk diubah tipe kondisi batasnya.

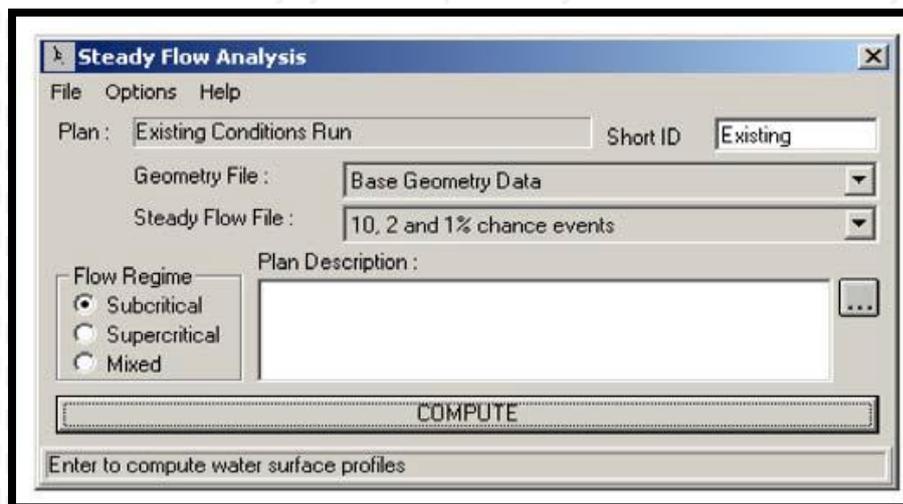
Setelah semua data kondisi batas dimasukkan, tekan OK untuk kembali ke *editor data steady flow*. Tekan tombol *Apply Data* agar data diterima.

c. Menyimpan Data Steady Flow

Langkah terakhir dalam mengembangkan data *steady flow* adalah menyimpan informasi yang sudah dibuat. Untuk menyimpan data, pilih *Save Flow Data As* dari menu *File* pada *editor data steady flow*.

2.7.2. Melakukan Perhitungan

Setelah semua data geometri dan data aliran dimasukkan, pengguna dapat memulai perhitungan profil muka air. Untuk melakukan simulasi, pilih Steady Flow Analysis dari menu Run pada tampilan utama HEC-RAS. Tampilan Steady Flow Analysis akan muncul seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Tampilan *Steady Flow Analysis*

Sumber: Anonim, 2010:7-12

Sebelum perhitungan dilakukan, pertama kali tentukan terlebih dahulu data geometri dan aliran (*plan*) mana yang akan dihitung. Kemudian pilih resim aliran yang diinginkan. Perhitungan dilakukan dengan menekan tombol *compute* pada jendela *Steady Flow Analysis*. Ketika tombol ini ditekan, HEC-RAS mengemas semua data untuk *plan* yang dipilih dan menuliskannya pada *run file*.

2.7.3. Menampilkan Hasil

Setelah perhitungan model diselesaikan, anda dapat memulai menampilkan hasil. Beberapa fitur untuk menampilkan hasil tersedia pada menu *View* dari jendela utama. Menu ini terdiri dari:

- *Plot Cross Section*;
- *Plot profil*;
- *Plot rating curve*;
- *Plot perspektif X-Y-Z*;
- *Plot hidrograf* (jika dilakukan perhitungan *unsteady flow*);
- Keluaran dalam bentuk tabel untuk lokasi tertentu (tabel keluaran detail);
- Keluaran dalam bentuk tabel untuk banyak lokasi (tabel rekapitulasi profil); dan
- Rekapitulasi kesalahan, peringatan dan catatan.

2.8. Analisa Hidrolika

2.8.1. Persamaan Energi

Untuk aliran permanen, HEC-RAS menghitung profil muka air di sepanjang alururut dari satu tampang lintang ke tampang lintang berikutnya. Muka air dihitung dengan memakai persamaan energi yang diselesaikan dengan metode yang dikenal sebagai *standard step method*. Persamaan energi antara dua tampang lintang dituliskan dalam bentuk berikut (Istiarto, 2012: 29):

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (2-33)$$

Arti variabel-variabel dalam persamaan di atas adalah:

Y_1, Y_2 = kedalaman aliran (m)

Z_1, Z_2 = elevasi dasar saluran (m)

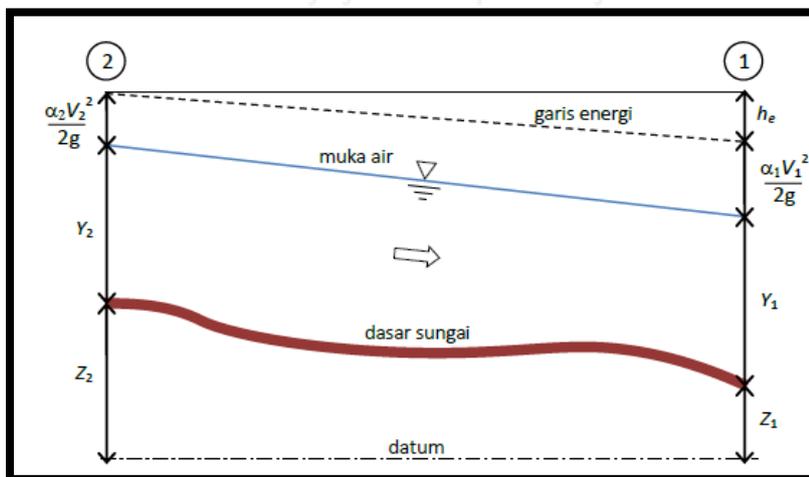
V_1, V_2 = kecepatan rata-rata (debit dibagi luas tampang basah) (m/detik)

α_1, α_2 = koefisien,

g = percepatan gravitasi (m/detik²)

h_e = kehilangan tinggi energi (m)

Gambar 2.13 mengilustrasikan profil aliran yang menunjukkan komponen aliran sesuai dengan suku-suku pada persamaan energi. Dari diagram aliran pada Gambar 2.13, tampak bahwa kedalaman aliran diukur ke arah vertikal. Hal ini membawa konsekuensi bahwa hitungan profil muka air dengan HEC-RAS hanya cocok untuk kasus alur sungai yang memiliki kemiringan dasar kecil.



Gambar 2.13. Diagram aliran berubah beraturan

Sumber: Istiarto, 2012:30

2.8.2. Kehilangan Tinggi Energi

Kehilangan (tinggi) energi, h_e , di antara dua tampang lintang terdiri dari dua komponen, yaitu kehilangan energi karena gesekan (*friction losses*) dan kehilangan energi

karena perubahan tampang (*contraction or expansion losses*). Kehilangan energi antara tampang 2 dan 1 dihitung dengan persamaan berikut (Istiarto, 2012:30):

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \dots\dots\dots(2-34)$$

Dalam persamaan di atas,

L = panjang penggal sungai antar kedua tampang yang diberi bobot menurut debit,

\bar{S}_f = *representative friction slope* antar kedua tampang,

C = koefisien kehilangan energi akibat perubahan tampang (kontraksi atau ekspansi).

Program ini mengasumsikan bahwa kontraksi dan ekspansi (kehilangan energi akibat pelebaran sungai) terjadi jika kecepatan di hilir lebih tinggi jika dibandingkan dengan kondisi di hulu.

Tabel 2.8. Koefisien kontraksi dan ekspansi untuk aliran subkritis

Kondisi	Kontraksi	Ekspansi
<i>No Transition Loss Computed</i>	0	0
<i>Gradual Transitions</i>	0.1	0.3
<i>Typical Bridge Section</i>	0.2	0.5
<i>Abrupt Transitions</i>	0.3	0.8

Sumber: Anonim, 2010:3-21

Panjang penggal sungai antar dua tampang yang diberi bobot sesuai dengan debit, L , dihitung dengan persamaan berikut:

$$L = \frac{L_{lob}\bar{Q}_{lob} + L_{ch}\bar{Q}_{ch} + L_{rob}\bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}} \dots\dots\dots(2-35)$$

Dalam persamaan di atas,

L_{lob} , L_{ch} , L_{rob} = panjang penggal sungai di sisi kiri (*left overbank*), alur utama (*main channel*), dan sisi kanan (*right overbank*),

\bar{Q}_{lob} , \bar{Q}_{ch} , \bar{Q}_{rob} = debit yang mengalir melalui *left overbank*, *main channel*, dan *right overbank*.

2.8.3. Kapasitas Angkut Tampang

Kapasitas angkut dan kecepatan rata-rata di suatu tampang dihitung dengan membagi tampang menjadi beberapa bagian; di setiap bagian, kecepatan terbagi merata. Bagian-bagaian tersebut dikelompokkan menjadi tiga alur yaitu alur kiri (*left overbank*), alur utama (*main channel*), dan alur kanan (*right overbank*). Alur kiri ataupun kanan dapat

terdiri dari beberapa bagian, sedangkan alur utama umumnya terdiri dari satu bagian tampang. Satu nilai koefisien Manning n ditetapkan di setiap bagian tampang tersebut. Di setiap bagian tampang, kapasitas angkut dihitung dengan memakai persamaan Manning berikut (Istiarto, 2012:31):

$$Q = K \bar{S} f^{1/2} \dots\dots\dots (2-36)$$

$$K = \frac{1}{n} A R^{2/3} \dots\dots\dots (2-37)$$

Dalam persamaan tersebut,

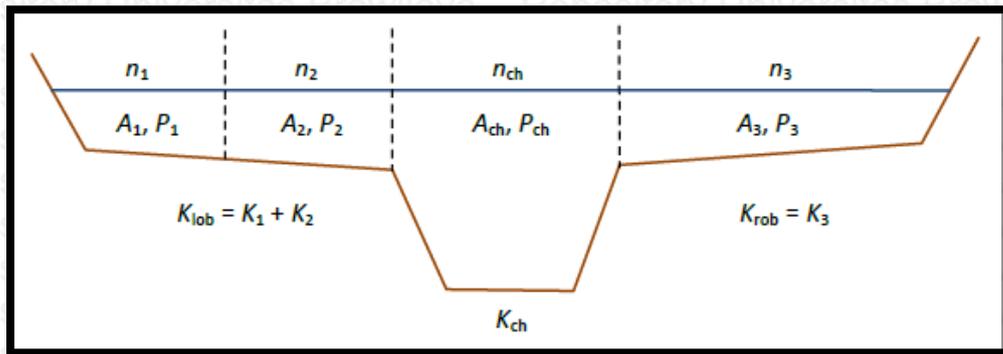
K = kapasitas angkut tiap bagian tampang,

n = koefisien kekasaran Manning tiap bagian tampang,

A = luas tampang basah tiap bagian tampang,

R = radius hidraulik tiap bagian tampang.

Kapasitas angkut total suatu tampang adalah jumlah kapasitas angkut seluruh bagian tampang (lihat Gambar 2.8).



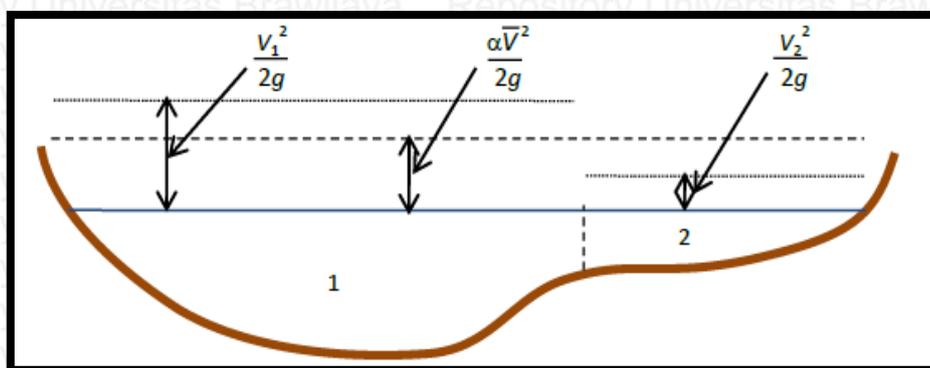
Gambar 2.14. Pembagian penampang untuk keperluan hitungan kapasitas angkut
Sumber: Istiarto, 2012:30

2.8.4. Tinggi Energi Kinetik Rata-Rata

Karena HEC-RAS adalah model satu-dimensi, maka walaupun suatu tampang lintang dikelompokkan ke dalam beberapa bagian, namun hanya ada satu muka air di tampang lintang tersebut. Dengan demikian, di satu tampang hanya ada satu nilai tinggi energi kinetik (rata-rata). Untuk satu muka air, tinggi energi kinetik rata-rata dihitung dengan merata-ratakan tinggi energi kinetik di ketiga bagian tampang (*left overbank, main channel, right overbank*) yang diberi bobot berdasarkan debit di setiap bagian tampang. Gambar 2.9 menunjukkan contoh hitungan tinggi energi kinetik rata-rata di sebuah tampang yang dibagi menjadi *right overbank* dan *main channel* (tak ada *left overbank*).

Untuk menghitung tinggi energi kinetik rata-rata, diperlukan koefisien tinggi kecepatan, α , yang dihitung dengan cara sebagai berikut: tinggi energi kinetik rata-rata = tinggi kecepatan yang diberi bobot sesuai dengan debit.

$$\alpha = \frac{|Q_1V_1^2 + Q_2V_2^2 + \dots + Q_nV_n^2|}{Q\bar{V}^2} \quad (2-38)$$



Gambar 2.15.. Hitungan tinggi energi kinetik rata-rata di suatu penampang
Sumber: Istiarto, 2012:30

2.9. Proses Terjadinya Banjir

Masalah banjir pada umumnya terjadi akibat adanya interaksi berbagai faktor penyebab, baik yang bersifat alamiah maupun berbagai faktor lain yang merupakan akibat/pengaruh/dampak kegiatan manusia. Seberapa besar peran dari masing-masing faktor penyebab, sangat sulit untuk di analisis dan di tentukan.

2.9.1. Faktor Alamiah

Beberapa faktor yang bersifat alamiah dapat di bagi dalam 2(dua) kelompok sebagai berikut:

1. Kelompok pertama menyangkut kondisi alam yang relative tidak berubah antara lain meliputi : kondisi fisiografi dan alur sungai (terjadinya perbendungan/hambatan akibat alur sungai yang bermeander terdapat bottleneck, kemiringan dasar sungai yang landau
2. Kelompok kedua menyangkut peristiwa/kejadian/fenomena alam yang berubah-ubah bersifat dinamis, antara lain : curah hujan yang tinggi, pembendungan di muara sungai akibat pasang surut dari laut, pembendungan dari sungai induk terhadap aliran di anak sungai, amblesan tanah (land subsidence) dan sedimentasi (agradasi dasar sungai). Fenomena alam seperti halnya hujan (menyangkut intensitas, durasi, kapan dan dimana terjadinya) adalah diluar kendali manusia. Masalah banjir menjadi semakin berat sehubungan dengan fenomena alam yang berupa perubahan iklim (climat change) berkenaan dengan terjadinya pemanasan global.

2.9.2. Faktor Kegiatan Manusia

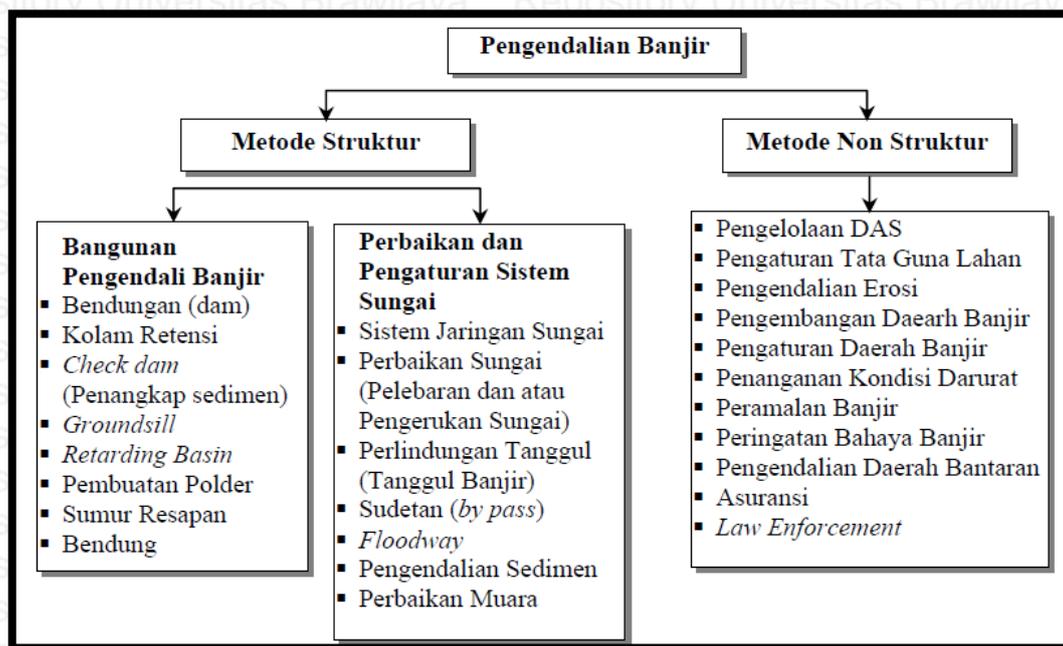
Pengaruh kegiatan manusia antara lain berupa :

1. Pengembangan atau pembudidayaan dan penataan ruang di dataran banjir yang kurang bahkan tidak mempertimbangkan adanya ancaman atau resiko tergenang banjir. Para perencana pada umumnya belum dapat membedakan antara bantaran sungai dengan dataran banjir.
2. Pembudidayaan dan penataan ruang DAS hilir yang kurang memperhatikan kaidah-kaidah konservasi tanah dan air. Luas dan jumlah DAS kritis masih meningkat dari tahun ke tahun, yang menandakan bahwa upaya konservasi yang dilaksanakan antara lain meliputi kegiatan penataan ruang, penghijauan, reboisasi, terasering dan pengaturan pola tanam lahan kering.
3. Pembudidayaan daerah manfaat atau daerah milik sungai termasuk bantaran sungai untuk permukiman. Selain menghambat atau membendung aliran sungai sehingga sungai meluap, penghuni rumah-rumah tersebut hampir setiap tahun terkena masalah banjir
4. Semakin luntarnya budaya dan kearifan lokal di bidang pembangunan perumahan tradisional seperti halnya pembuatan rumah panggung yang ramah dan adaptif terhadap lingkungan termasuk terhadap genangan banjir.
5. Pembangunan permukiman dan prasarana publik seperti misalnya jalan dan saluran drainase lingkungan yang kurang atau tidak berwawasan konservasi sehingga debit banjir di sungai membesar sebagai akibat berkurangnya air hujan yang terserap masuk kedalam tanah
6. Bangunan silang seperti bendung, jembatan, bendung gerak, gorong-gorong, sipon, pipa air, pipa gas, saringan sampah dan lainnya dapat menghambat atau membendung aliran sungai disaat banjir bila tidak direncanakan, dilaksanakan serta di operasikan dan di pelihara dengan baik dan juga tidak mendapat saran, masukan serta pengawasan dari pengelola sungai.
7. Sampah padat yang di buang di sungai mengurangi kapasitas pengaliran sungai.
8. Amblesan permukaan tanah di kawasan perkotaan yang antara lain akibat penyedotan air tanah yang berlebihan.
9. Terjadinya perubahan iklim sehubungan dengan pemanasan global juga bersumber dari kegiatan manusia baik di tingkat local, regional maupun global.

2.10. Pengendalian Banjir

Cara penanganan pengendalian banjir dapat dilakukan secara struktur dan non struktur. Cara ini harus ditinjau dalam satu sistem pengaliran sungai. Secara lebih detail

kedua metode ini ditunjukkan dalam Gambar 2.16. Pengendalian Banjir Metode Struktur dan Non Struktur



Gambar 2.16. Pengendalian Banjir Metode Struktur dan Non Struktur
Sumber: Kodoatie R.J. dan Sjarief R, 2010:495)

Pengelolaan banjir tidak dapat dilaksanakan secara terpisah-pisah, tetapi pengendalian banjir harus dilaksanakan secara sistem menyeluruh dan terpadu antara hulu dan hilir. Adanya perubahan tata guna lahan, urbanisasi dan penebangan hutan yang pengaruhnya sangat besar terhadap kuantitas banjir.

Pada masa lalu metode struktur lebih diutamakan dibandingkan dengan metode non struktur. Namun saat ini banyak negara maju mengubah pola pengendalian banjir dengan lebih dulu mengutamakan metode non-struktur baru metode struktur. Upaya perbaikan sungai dengan pelebaran akan memberikan pengaruh maksimal dua kali lipat saja. Itupun bila proses pelebaran ataupun pengerukan sebesar dua kali lipatnya bisa berjalan lancar. perlu diperhatikan pelebaran sungai/drainase harus dipertahankan sampai kelokasi sungai paling hilir (di muara) artinya kajian morfologi sungai perlu dilakukan secara menyeluruh (Kodoatie & Sjarief, 2010).

2.11. Perencanaan dan Perbaikan sungai

Perencanaan perbaikan dan pengaturan sungai diadakan agar disesuaikan dengan tingkat perkembangan suatu lembah sungai serta kebutuhan masyarakat. Sungai diperbaiki dan diatur sedemikian rupa, sehingga dapat diadakan pencegahan terhadap bahaya banjir dan juga sedimentasi sehingga mengusahakan agar alur sungai senantiasa dalam keadaan stabil, sehingga memudahkan pemanfaatan air yang akan memberikan kemudahan dalam

penyadapannya, pelestarian lingkungan dan menjamin kelancaran serta keamanan lalu lintas sungai. Jadi tujuan utama dari perencanaan persungai ini adalah pengamanan terhadap banjir, pengendalian alur sungai, dengan memperhatikan peranan sungai sebagai sumber air untuk berbagai kebutuhan, pelestarian lingkungan dan kelancaran serta keamanan lalu lintas sungai (Sosrodarsono, S & Masateru, T, 1985:7)

Adapun kriteria desain yang direkomendasikan berdasarkan W-E-R Agra Ltd. Adalah sebagai berikut:

Tabel 2.9. Kriteria Desain Tanggul dan Floodwalls

Tipe	Kriteria
Desain banjir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ketinggian tanggul harus ditetapkan untuk menyalurkan debit sesuai standar banjir yang direncanakan tanpa terjadi luapan. 2. Perlindungan kemiingan tanggul terhadap erosi dapat mengakomodasi banjir $Q_{50\text{ thn}}$ tanpa kerusakan
Tata Guna Lahan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berdasarkan peraturan yang sudah ada pemerintah memperoleh dan mengontrol atas semua tanah sempadan sungai hingga 5,0 m dari kaki tanggul terluar. 2. Perumahan atau industry yang bersifat permanen seharusnya tidak di ijin dalam area dataran banjir. 3. Tanaman tinggi (misal tanaman pisang) dan tanamn yang dibiarkan tanpa perlindungan yang berpotensi erosi (contoh tanaman sayur-sayuran) tidak diijinkan. 4. Beberapa jenis pertanian yang diijinkan dalam peraturan bantaran banjir yaitu rumput ternak atau tanaman dalam ketinggian rendah yang memberikan perlindungan lapisan tanah diijinkan 5. Tata guna lahan dalam peraturan bantaran banjir harus memiliki dampak minim terhadap tingkat banjir.
Material penyusun dan geoteknik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memanfaatkan bahan konstruksi yang tersedia di sekitar termasuk lumpur, pasir dan lempung yang dapat digunakan. 2. Kepadatan tanggul seharusnya adalah 90% dari <i>Standart Proctor Density</i>, atau lebih tergantung pada spesifikasi kebutuhan dilokasi 3. Tanggul yang dibangun dari endapan lumpur dan pasir harus ditutup dengan ketebalan 0,3 m dari tanah liat untuk perlindungan terhadap kerusakan saat <i>overtopping</i>
Detai penampang sungai	<ol style="list-style-type: none"> 1. Minimum lebar tanggul: $Q < 500 \text{ m}^3/\text{s}$ menggunakan 3,0 m $Q < 500 \text{ m}^3/\text{s} < Q < 2000 \text{ m}^3/\text{s}$ menggunakan 4,0 m $Q > 2000 \text{ m}^3/\text{s}$ menggunakan 5,0 m Jika diperlukan untuk lalu lintas setempat, jalan inspeksi dan pemeliharaan lebar tanggul dapat disesuaikan dengan kebutuhan. 2. Minimum tinggi jagaan: $Q < 200 \text{ m}^3/\text{s}$ menggunakan 0,5 m $200 \text{ m}^3/\text{s} < Q < 500 \text{ m}^3/\text{s}$ menggunakan 0,8 m $500 \text{ m}^3/\text{s} < Q < 2000 \text{ m}^3/\text{s}$ menggunakan 1,0 m $Q > 2000 \text{ m}^3/\text{s}$ menggunakan 1,2 m Dalam perencanaan tinggi jagaan harus lebih besar daripada pengaruh gelombang dan kenaikan air dihasilkan karena angin dengan rasio 1: 10 3. Sidesslopes minimal harus 1:2 (vertical ke horizontal). Kemiringan tanggul berdasarkan hasil perhitungan stabilitas. 4. Untuk mencegah longsor pada lereng tanggul harus terlindungi dari vegetasi, tanaman semak belukar atau menggunakan batuan riprap.

Pertimbangan khusus

Pengamanan tambahan diberlakukan dimana tanggul dan dasar saluran berlokasi di daerah kritis yang beresiko menyebabkan kerusakan atau tanggul dengan tinggi missal > 3.5 . pengamanan ini harus mencakup:

1. Ditambahkan 0,3 m dari perencanaan awal tinggi jagaan sepanjang kondisi kritis.
2. Perlindungan kemiringan tanggul untuk konstruksi dari bahan yang dapat menyebabkan longsor (misanya endapan lumpur dan pasir)
3. Inti tanggul dan filter sepanjang hilir dimana pondasi tanggul terjadi bahaya rembesan air.
4. Kepadataan tanggul minimal 95% *Standart Proctor Density*.

Sumber: Priantoro,D., 4-17 : 2012

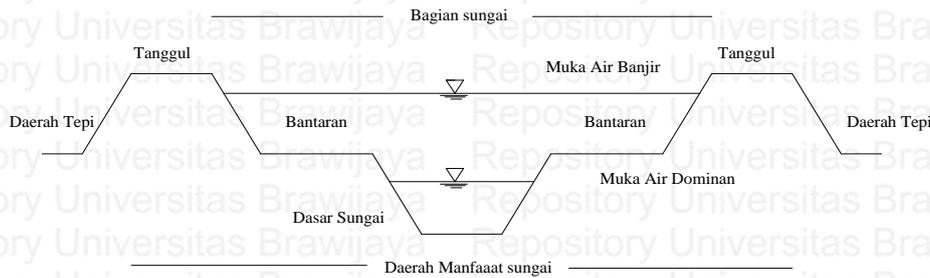
2.11.1. Perencanaan Tanggul (Levee Design)

Tanggul sepanjang sungai adalah salah satu bangunan yang paling utama dan paling penting dalam usaha melindungi kehidupan harta benda masyarakat terhadap genangan-genangan yang disebabkan oleh banjir dan badai (gelombang pasang). Tanggul dibangun terutama dengan konstruksi urugan tanah, karena tanggul merupakan bangunan menerus yang sangat panjang serta membutuhkan bahan urugan yang volumenya sangat besar (Sosrodarsono, S., 1985:83)

Bentuk penampang sungai ditentukan oleh factor bentuk berdasarkan kapasitas pengaliran (kapasitas pengaliran tetap walaupun bentuk penampang berubah-ubah). Selain factor bentuk penampang sungai (tanggul atau ganda) yang menjadi pertimbangan dalam perbaikan sungai adalah angkutan sedimen dan perbandingan debit dominan dan debit banjir.

Pada sungai yang perbedaan antara debit banjir dan debit minimumnya besar, pada waktu air rendah alurnya sangat labil. Agar dapat diperoleh alur yang stabil, maka dalam rangka perbaikan dan pengaturan sungai, supaya diusahakan pembentukan profil ganda seperti yang tertera pada gambar 2.17. bagian-bagian sungai yang dilalui air hanya pada saat banjir disebut bantaran.

Alur bawah (*minor bad*) sungai ditentukan berdasarkan bentuknya yang stabil dengan memperhitungkan debit dan beban sedimennya. Biasanya dipilih suatu profil alur bawah sungai yang mampu menampung debit banjir 2 atau 3 kali setahun. Tinggi bantaran ditentukan berdasarkan hubungan antara aliran banjir dan luas profil alur bawah, biasanya 1,0 – 1,5 m di atas elevasi muka air rendah rata-rata.



Gambar. 2.17. Potongan Melintang Sungai (Tipe Profil Ganda)

Sumber: Sosrodarsono, S. (1985:24)

Dalam perencanaan tanggul, kriteria – kriteria yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

- Tubuh tanggul harus kuat menerima tekanan air
- Tubuh tanggul harus cukup stabil
- Tubuh tanggul harus cukup tingginya

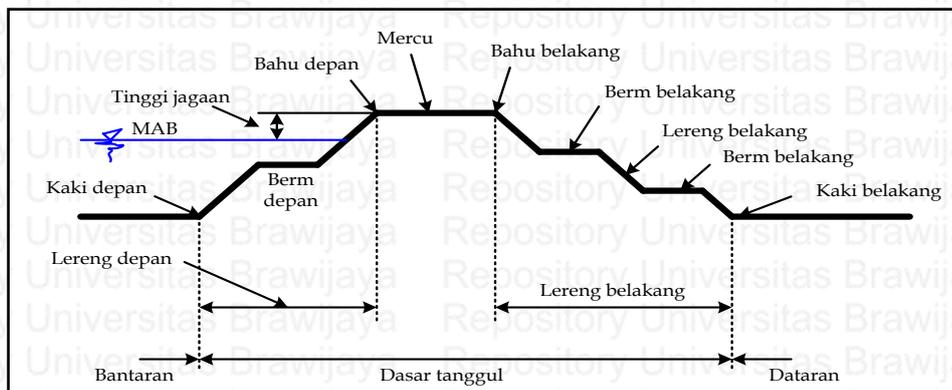
Kriteria tersebut didasarkan pada debit banjir rencana dan tinggi muka air yang akan terjadi.

Bentuk penampang melintang tanggul

- Bagian tanggul

Bentuk standar nama bagian tanggul adalah seperti tertera pada Gambar 2.18.

(Sosrodarsono, S. 1985:87)



Gambar 2.18. Nama bagian tanggul

Sumber: Sosrodarsono, S. 1994:87

- Ketinggian tanggul dan Tinggi Jagaan

Tinggi tanggul akan ditentukan berdasarkan tinggi muka air rencana pada kala ulang 25 tahun dengan penambahan jagaan yang diperlukan. Jagaan adalah tinggi tambahan dari tinggi muka air rencana dimana air diijinkan melimpah. Tabel dibawah ini memperlihatkan standar hubungan antara besarnya debit banjir rencana dengan tinggi jagaan yang disarankan.

Tabel 2.10. Hubungan antara debit banjir rencana dengan tinggi jagaan

Debit banjir rencana (m ³ /detik)	Angka untuk ditambahkan di atas elevasi muka air banjir rencana (m)
< 200	0,6
200 - 500	0,8
500 - 2000	1
2000 - 5000	1,2
5000 - 10000	1,5
>10000	2,0

Sumber: Sosrodarsono, S. 1985:87

c. Lebar Mercu Puncak

Pada daerah yang padat, di mana perolehan area tanah untuk tempat kedudukan tanggul sangat sukar dan mahal, pembangunan tanggul dengan mercu yang tidak lebar dan dengan lerengnya yang agak curam kelihatannya cukup memadai, khususnya apabila hanya di tinjau dari segi stabilitas tanggulnya. Akan tetapi mercu yang cukup lebar (3-7 m) biasanya diperlukan apabila ditinjau dari keperluan untuk perondaan di waktu banjir dan sebagai jalan-jalan inspeksi serta logistic untuk pemeliharaan tanggul (Sosrodarsono, S. 1985:88). Pada table 2.7. tertera hubungan antara debit banjir banjir rencana dengan lebar mercu.

Tabel 2.11. Debit Banjir Rencana dan lebar mercu tanggul

Debit banjir rencana (m ³ /detik)	Lebar mercu tanggul (m)
< 500	3
500 - 2000	4
2000 - 5000	5
5000 - 10000	6
>10000	7

Sumber: Sosrodarsono, S. 1985:87

d. Kemiringan Lereng tanggul

Penentuan kemiringan lereng tanggul merupakan tahapan yang paling penting dalam perencanaan tanggul dan sangat erat kaitannya dengan infiltrasi air dalam tubuh tanggul serta kekarakteristikka mekanika tanah tubuh tanggul tersebut. Dalam keadaan biasa tanpa perkuatan lereng, tanggul direncanakan dengan kemiringan 1:2 atau lebih kecil. Berm dan elevasi kemiringan talud dasar mempunyai hubungan yang sangat erat satu sama lain dan keduanya harus ditentukan melalui pengujian terhadap bahan badan tanggul, durasi banjir, stabilitas terhadap kebocoran dari air tinggi dan pondasi subsoil daripada tanggul tersebut. Hal tersebut dapat ditunjukkan sebagai berikut:

- Berm harus disediakan tiap 3-5 m dari puncak pada sisi bagian air bila tinggi tanggul 6 m atau lebih, dan tiap-tiap dari sampai 3 m dari puncak pada sisi bagian tanah bila tinggi tanggul 4 m atau lebih.
- Lebar 3 m atau lebih. Miring tanggul talud harus merupakan kemiringan landai bandingan 1:2 atau lebih, namun hal itu tidak perlu bila talud permukaan dilapisi dengan beton atau bahan serupa.

e. Bahan Tanah Urugan tanggul

Bahan utama untuk pembangunan tanggul adalah tanah dan karakteristik bahan tanah tersebut merupakan faktor penting dalam penentuan bentuk penampang lintang tanggul. Pada hakikatnya tanah yang baik untuk tanggul adalah bahan tanah yang mempunyai sifat-sifat antara lain kekedapannya tinggi, nilai kohesinya tinggi, dalam keadaan jenuh air sudut geser dalamnya cukup tinggi, pekat dan angka porinya rendah. Memperhatikan hal-hal tersebut diatas, maka tanah yang terdiri dari campuran pasir dan lempung dengan proporsi $\pm 1/3$ bagian pasir dan $\pm 2/3$ bagian lempung, merupakan bahan tanggul yang cukup memadai, ditinjau dari segi baik mekanika tanah maupun pelaksanaan pembangunannya.

Bahan yang sangat cocok untuk pembangunan tanggul adalah tanah dengan karakteristik sebagai berikut:

- 1) Dalam keadaan jenuh air mampu bertahan terhadap gejala gelincir dan longsor
- 2) Pada waktu banjir yang lama tidak rembes atau bocor.
- 3) Penggalian, transportasi dan pematatannya mudah
- 4) Tidak terjadi retak-retak yang membahayakan kestabilan tubuh tanggul
- 5) Bebas dari bahan-bahan organis, seperti akar-akaran, pohon-pohonan dan rumput rumputan.

Kekurangan dan kelebihan dari setiap bahan tanah untuk urugan tubuh tanggul sebelumnya haruslah dianalisa secara teliti dengan memperhatikan hal-hal yang penting antara lain kekedapannya dan kemudian pengerjaannya.

Akan tetapi amatlah sukar untuk memperoleh bahan tanah dengan kualitas yang baik untuk tanggul yang sangat panjang dari lokasi yang berlainan yang berdekatan dengan trase tanggul yang akan dibangun. Sedangkan pengambilannya dari lokasi yang sama, tetapi jaraknya jauh akan meningkatkan biaya transportasinya. Jadi tidaklah dapat dihindarkan pengambilan bahan tanah dari lokasi di sekitar tanggul, walaupun dengan resiko kualitasnya kurang memenuhi persyaratan. Dalam keadaan demikian, biasanya bahan yang kurang baik dipergunakan untuk urugan bagian dalam tubuh tanggul,

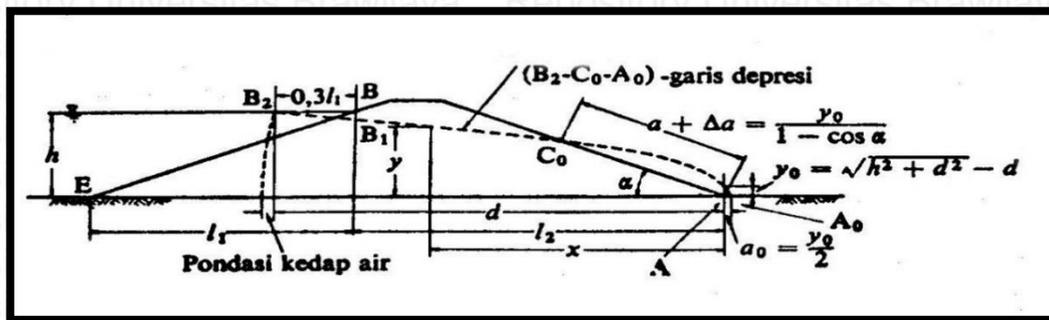
sedangkan untuk bagian luarnya dipergunakan bahan yang lebih baik kualitasnya (Sosrodarsono, S. 1985:90)

Pada daerah permukiman sangat padat, kadang-kadang pembebasan tanah untuk tanggul sulit dan mahal atau terdapat bangunan –bangunan yang tidak dapat dipindah. Jadi pembuatan tanggul dengan penampang standar tidak mungkin dilaksanakan dan biasanya pada ruas tanggul ini konstruksinya dibuat dari pasangan batu dan kadang-kadang dibuat pula tanggul tembok (dari beton biasa atau beton bertulang) dan biasa disebut parapet. Adapun konstruksinya adalah bagian bawah hingga mencapai elevasi banjir rencanan dibuat dari urugan biasa, kemudian bagian-bagiab atasnya untuk tinggi jagaan dibuat dari tembok, kadang-kadang merupakan kombinasi atara tanggul pasangan dan tanggul tembok, yaitu bagian bawahnya hingga mencapai elevasi banjir rencana di buat dari pasangan, sedang bagian atasnya untuk tinggi jagaan dibuat mulai dari permukaan tanah hingga mercu tanggul dan dibelakang tembok beton semacam ini dibuat semacam penyangga dari pasangan (Sosrodarsono, S. 1985:114),

2.11.2. Stabilitas Tanggul

2.11.2.1. Formasi Garis Depresi

Bila tedapat aliran rembesan di dalam tubuh tanggul, maka untuk menganalisa aliran rembesan diperlukan suatu formasi garis depresi dengan menggunakan metode Casagrande (Sosrodarsono, 1976:156).



Gambar 2.19. Garis depresi pada bendungan homogen (sesuai dengan garis parabola) Sumber: Sosrodarsono, 1976:156

Pada gambar tumit hilir lereng dianggap sebagai titik permulaan koordinat dengan sumbu-sumbu x dan y, maka garis depresi diperoleh dengan persamaan parabola bentuk dasar sebagai berikut:

$$L_1 = m \cdot h \dots\dots\dots (2-39)$$

$$L_2 = l_{total} - L_1 \dots\dots\dots (2-40)$$

$$d = 0,3 L_1 + L_2 \dots\dots\dots (2-41)$$

$$a + \Delta a = \frac{y_0}{1 - \cos \alpha} \dots\dots\dots (2-42)$$

$$x = \frac{y^2 - y_0^2}{2y_0} \dots\dots\dots (2-43)$$

$$y = \sqrt{2y_0x + y_0^2} \dots\dots\dots (2-44)$$

$$y_0 = \sqrt{h^2 + d^2} - d \dots\dots\dots (2-45)$$

Dengan:

- m = Kemiringan lereng
- h = jarak vertikal antara titik A dan B
- d = jarak horisontal antara titik B2 dan A
- l1 = jarak horisontal antara titik B dan E
- l2 = jarak horisontal antara B dan A
- A = Ujung tumit hilir bendungan
- B = titik perpotongan antara muka air waduk dan lereng udik bendungan
- A1 = titik perpotongan antara parabola bentuk besar garis depresi dengan garis vertikal melalui titik B
- B1 = titik yang terletak sejauh 0,31 horisontal ke arah udik bendungan

2.11.2.2. Stabilitas Lereng Tanggul dengan Program Geoslope

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk pengujian stabilitas lereng, antara lain metode irisan Bishop. Dalam metode ini menunjukkan kebanyakan peristiwa longsoran tanah terjadi dengan bentuk bidang longsor yang berupa lengkungan. Kesalahan analisis stabilitas lereng tidak banyak disebabkan oleh bentuk anggapan bidang longsor, akan tetapi oleh kesalahan dalam penentuan sifat-sifat tanah dan penentuan lokasi longsor kritis.

Dalam metode ini, permukaan runtuh potensial pada potongan diasumsikan berbentuk busur lingkaran dengan pusat O dan jari-jari r. Massa tanah (ABCD) di atas permukaan runtuh coba-coba (AC) dibagi oleh bidang-bidang vertikal menjadi sejumlah irisan dengan lebar b. Dasar dari setiap irisan diasumsikan sebagai garis lurus. Untuk setiap irisan, sudut yang dibentuk oleh dasar irisan dan sumbu horisontal adalah α dan tingginya, yang diukur pada garis sumbu adalah h. Faktor keamanan didefinisikan sebagai rasio kekuatan geser yang ada (τ_f) terhadap kekuatan geser (τ_m) yang harus dikerahkan untuk mempertahankan syarat batas keseimbangan, yaitu:

$$F = \frac{\tau_f}{\tau_m} \dots\dots\dots (2-46)$$

Gaya (per satuan ukuran yang tegak lurus terhadap potongan) yang bekerja pada irisan adalah:

1. Berat total irisan, $W = \gamma bh$ (γ_{sat} bila diperlukan).
2. Gaya normal total pada dasar, N (sama dengan σl). Umumnya, gaya ini memiliki dua batas komponen, yaitu gaya normal efektif N' (sama dengan $\sigma' l$) dan gaya air batas U (*boundary water force*), (sama dengan ul), dimana u adalah tekanan air pori pada pusat dasar dan l adalah panjang dasar.
3. Gaya geser pada dasar, $T = \tau_m l$.
4. Gaya normal total pada sisi-sisi E_1 dan E_2 .
5. Gaya geser pada sisi-sisi, x_1 dan x_2 Setiap gaya luar harus diperhitungkan dalam analisis.

Dengan meninjau momen terhadap O , maka jumlah momen akibat gaya-gaya geser T pada busur keruntuhan AC harus sama dengan momen akibat berat massa tanah $ABCD$.

Untuk setiap irisan, lengan momen W adalah $r \sin \alpha$, sehingga:

$$\sum Tr = \sum Wr \sin \alpha \dots\dots\dots (2-47)$$

$$F = \frac{\sum \tau_f l}{\sum W \sin \alpha} \dots\dots\dots (2-48)$$

- Penyelesaian Penyederhanaan menurut Bishop

Dalam penyelesaian ini diasumsikan bahwa resultan gaya pada sisi irisan adalah horisontal, yaitu:

$$x_1 - x_2 = 0 \dots\dots\dots (2-49)$$

untuk keseimbangan gaya geser pada dasar setiap irisan adalah

$$T = \frac{1}{f} (c'l + N' \tan \phi') \dots\dots\dots (2-50)$$

dengan menyelesaikan kembali gaya-gaya dalam arah vertikal:

$$W = N' \cos \alpha + ul \cos \alpha + \frac{c'l}{F} \sin \alpha + \frac{N'}{F} \tan \phi' \sin \alpha \dots\dots\dots (2-51)$$

$$N' = \left(W - \frac{c'l}{F} \sin \alpha - ul \cos \alpha \right) / \left(\cos \alpha + \frac{\tan \phi' \sin \alpha}{F} \right) \dots\dots\dots (2-52)$$

dengan substitusi $l = b \cdot \sec \alpha$



$$F = \frac{1}{\sum W \sin \alpha} \sum \left[\left\{ b + W - ub \tan \phi' \right\} \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi'}{F}} \right] \dots \dots \dots (2-53)$$

Tekanan air pori dapat dihubungkan dengan ‘tekanan pengisian total’ (*total fill pressure*) pada setiap titik dengan menggunakan rasio tekanan pori yang tak berdimensi, yang didefinisikan sebagai

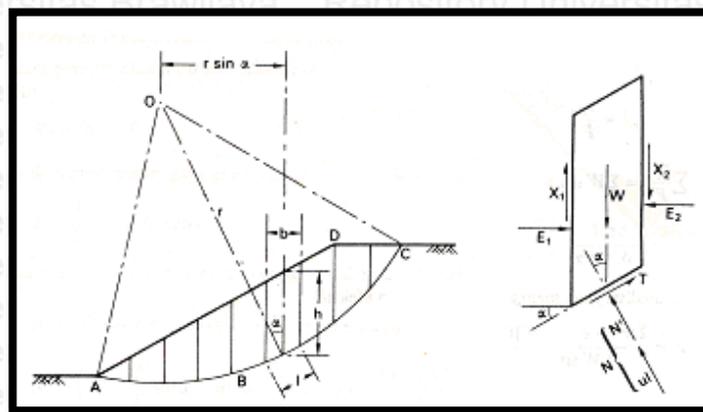
$$r_u = \frac{u}{\gamma h} = \frac{u}{W/b} \dots \dots \dots (2-54)$$

$$F = \frac{1}{\sum W \sin \alpha} \sum \left[\left\{ b + W (-r_u) \tan \phi' \right\} \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi'}{F}} \right] \dots \dots \dots (2-55)$$

Diperlukan pemilihan sejumlah permukaan keruntuhan coba-coba yang tepat, maka metode irisan biasanya diselesaikan dengan menggunakan perhitungan geometri lereng yang lebih kompleks dan lapisan tanah yang berbeda akan dapat diselesaikan dengan metode ini.

$$F_s = \frac{\text{gaya_penahan}}{\text{gaya_yang_menggelincirkan}} = \frac{\sum \left[l + W_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \tan \theta' \right]}{\sum W_i \cdot \sin \alpha_i} \dots \dots \dots (2-56)$$

Untuk angka keamanan biasanya digunakan $F_s > 1,2$ karena jika 1 maka lereng sudah dalam bahaya keruntuhan (Sosrodarsono, 1976:35).



Gambar 2.20. Stabilitas lereng tanggul dengan metode Irisan
 Sumber: Sosrodarsono, 1976:156

2.11.2.3. Menentukan Lokasi Titik Pusat Bidang Longsor

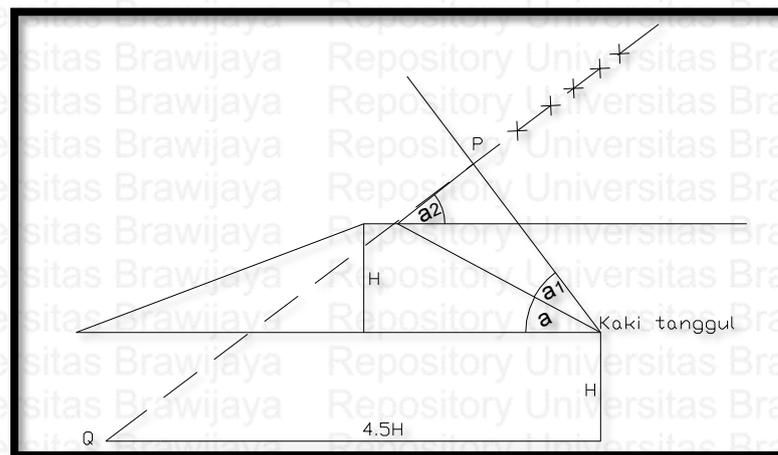
Dengan tujuan mengurangi jumlah coba-coba untuk menentukan letak pusat busur longsor kritis terhadap stabilitas lereng. Fellenius memberikan petunjuk-petunjuk untuk menentukan lokasi titik pusat bidang longsonya.

Pada tanah homogen pusat busur longsor terletak pada garis PQ dimana Q diperoleh dari menarik garis sepanjang H kebawah dari kaki tanggul dan $4,5H$ jarak mendatar seperti pada Gambar 2.21 dan 2.22 Titik P ditentukan dengan bantuan dari sudut α_1 dan α_2 , seperti pada Tabel 2.8.

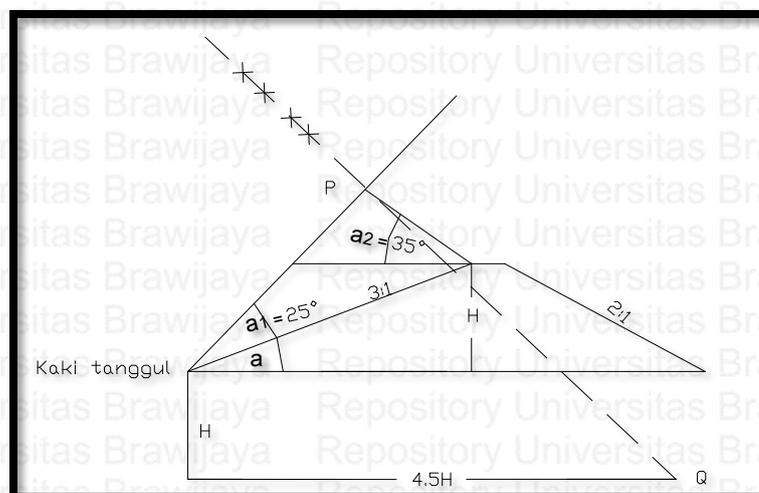
Tabel 2.12. Sudut-sudut petunjuk menurut Fellenius

Kemiringan	Sudut-sudut Petunjuk	
	α_1	α_2
1:1	27,5	37
1:2	25	35
1:3	25	35
1:4	25	35
1:5	25	35
1:6	25	35

Sumber: Garg, 1980:985



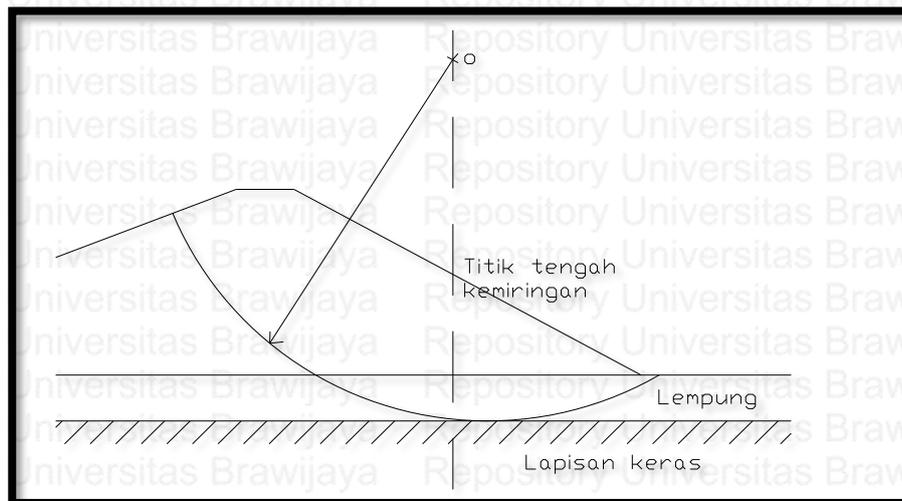
Gambar 2.21. Posisi titik pusat busur longsor kritis metode Fellenius untuk hilir
Sumber: Garg, 1980:958



Gambar 2.22. Posisi titik pusat busur longsor kritis metode Fellenius untuk hulu
Sumber: Garg, 1980:959

Setelah menentukan lokasititik pusat bidang longsornya, titik kritis dapat digambarkan, kecuali pada beberapa keadaan berikut ini:

1. Jika nilai sudut geser kecil, busur lingkaran harus melewati kaki tanggul.
2. Jika lapisan keras berada pada kedalaman dangkal dibawah bendungan, busur lingkaran tidak boleh melewati lapisan keras.
3. Pada saat sudut geser antara $0-15^\circ$ dan kemiringan lereng kurang dari 53° . Titik kritis akan jatuh pada garis vertikal melalui pusat lereng.

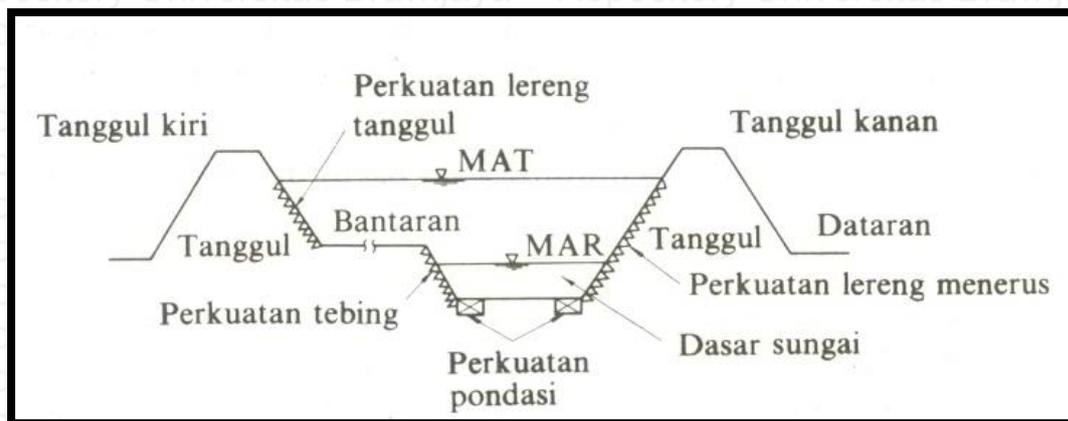


Gambar 2.23. Posisi titik pusat busur longsor kritis pada kuat geser kecil

Sumber: Garg, 1980:959

2.11.3. Perkuatan Lereng

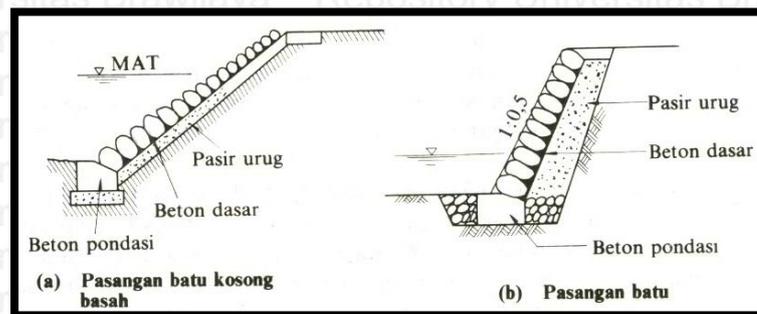
Pada umumnya tanggul dibuat dari tanah atau pasir. Maka permukaannya perlu dilindungi terhadap erosi dan infiltrasi oleh aliran air. Untuk tujuan ini diperlukan suatu lapis lindung (*revetment*).



Gambar 2.24. Perkuatan Tebing

Sumber: Sosrodarsono, 1994:121

Bangunan ini bisa terbuat dari pasangan batu, beton, tumpukan pipa (buis) beton, turap, kayu atau tumpukan batu ataupun beberapa jenis *revetment* yang di produksi oleh pabrik. Namun yang sering di jumpai di lapangan adalah *revetment* yang terbuat dari tumpukan batu dengan lapis luarnya terdiri dari batu dengan ukuran yang lebih besar. Biasanya pasangan batu digunakan untuk pelindung lereng dengan kemiringan 1:1 atau lebih.



Gambar 2.25. Contoh konstruksi pasangan batu kosong dan pasangan batu
Sumber: Sosrodarsono, 1994:143

Untuk perencanaan pelindung tebing dengan pasangan batu, digunakan batu dengan tebal $t < 40$ cm maksimum $\frac{2}{3} \times t$ cm. Untuk kemanan terhadap limpasan atas dibuat setinggi tebing yang dilindungi. Kemiringan maksimum 1:2. Ketinggian maksimum 5 m, jika > 5 m diberi berm, lebar berm antara 0,5-1 m (SNI- 03-3441-1994).

2.12. Sempadan Sungai

Dalam mewujudkan pemanfaatan sungai serta mengendalikan daya rusak sungai, perlu ditentukan garis sempadan sungai yaitu garis batas perlindungan sungai. Garis sempadan sungai ini akan menjadi acuan pokok dalam kegiatan pemanfaatan dan perlindungan sungai serta pengembangan permukiman di wilayah sekitar sungai.

Dalam penentuan garis sempadan sungai, ada tiga aspek penting yang harus dipertimbangkan, antara lain:

1. Aspek Legal/Hukum
2. Aspek Teknis
3. Aspek Sosial

Selain mempertimbangkan ketiga aspek di atas, perencanaan sempadan sungai ini juga harus berpedoman pada:

1. UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air
2. Permen No. 63/KPR/1993 tentang Garis Sempadan Sungai, Daerah Manfaat Sungai dan Bekas Sungai
3. PP No. 38 Tahun 2011 tentang Sungai

4. UU Republik Indonesia No. 11 Tahun 1974 tentang Pengairan

Dalam UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, dinyatakan bahwa sungai merupakan salah satu bentuk air permukaan yang harus dikelola secara menyeluruh, terpadu berwawasan lingkungan hidup dengan mewujudkan kemanfaatan sumber daya air yang berkelanjutan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat.

Dengan demikian sungai harus dilindungi dan di jaga kelestariannya, ditingkatkan fungsi dan kemanfaatannya, dan dikendalikan daya rusaknya terhadap lingkungan.

Sedangkan dalam PP No. 38 Tahun 2011 ini dijelaskan tentang pengertian dan ketentuan garis sempadan sungai. Garis sempadan sungai adalah garis batas luar pengamanan sungai. Penetapan garis sempadan sungai dimaksudkan sebagai upaya agar kegiatan perlindungan, penggunaan dan pengendalian atas sumber daya yang ada pada sungai termasuk danau dan waduk dapat dilaksanakan sesuai dengan tujuannya. Kriteria penetapan garis sempadan sungai terdiri dari:

1. Sungai bertanggung di luar kawasan perkotaan.
2. Sungai bertanggung di dalam kawasan perkotaan.
3. Sungai tidak bertanggung di luar kawasan perkotaan.
4. Sungai tidak bertanggung di dalam kawasan perkotaan.

Berdasarkan kriteria di atas penetapan garis sempadan sungai di tentukan sebagai berikut:

1. Penetapan garis sempadan sungai bertanggung ditetapkan sebagai berikut :
 - a. Garis sempadan sungai bertanggung di luar kawasan perkotaan ditetapkan sekurang-kurangnya 5 (Lima) meter disebelah luar sepanjang kaki tanggul.
 - b. Garis sempadan sungai bertanggung di dalam kawasan perkotaan ditetapkan sekurang-kurangnya 3 (Tiga) meter disebelah luar sepanjang kaki tanggul.
2. Penetapan garis sempadan sungai tidak bertanggung di luar kawasan perkotaan
 - a. Sungai besar yaitu sungai yang mempunyai daerah pengaliran sungai seluas 500 (lima ratus) km² atau lebih.
 - b. Sungai kecil yaitu sungai yang mempunyai daerah pengaliran sungai seluas kurang dari 500 (Lima ratus) km².



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Daerah Studi

Sungai Kemuning merupakan Sungai terbesar di Kabupaten Sampang dan posisi geografi DAS Kemuning terletak pada $07^{\circ}10'$ hingga $07^{\circ}20'$ Lintang Selatan dan $113^{\circ}13'28''$ hingga $113^{\circ}23'74''$ Bujur Timur. Sedangkan Kota Sampang terletak pada posisi $07^{\circ}10'$ Lintang Selatan - $113^{\circ}13'$ Bujur Timur. Batas-batas wilayah administrasi

Kabupaten Sampang adalah :

- Sebelah Utara : Laut Jawa
- Sebelah Timur : Kabupaten Pamekasan
- Sebelah selatan : Selat Madura
- Sebelah Barat : Kabupaten Bangkala

Secara umum wilayah Kabupaten Sampang berupa daratan, terdapat satu pulau yang terpisah dari daratan bernama Pulau Mandangin/Pulau Kambing. Luas wilayah Kabupaten Sampang yang mencapai $1233,33 \text{ km}^2$ habis dibagi menjadi 14 kecamatan dan 186 desa/kelurahan.



Gambar 3.1. Peta Batas Administrasi Wilayah Kabupaten Sampang
Sumber: Anonim (2007)

Tabel 3.1. Luas Wilayah Kecamatan di Kabupaten Sampang

No	Kecamatan	Luas Wilayah (Km ²)
1	Karang Penang	84.25
2	Ketapang	125.28
3	Sokobanah	108.51
4	Sreseh	71.95
5	Torjun	44.2
6	Pangarengan	42.69
7	Sampang	70.01
8	Camplong	69.93
9	Omben	116.31
10	Kedungdung	123.08
11	Jrengik	65.35
12	Tambelangan	89.97
13	Banyuates	141.23
14	Robatal	80.54
Total		1233.3

Sumber: Anonim (2011)

3.2. Kondisi Daerah Studi

3.2.1. Kondisi Topografi

DAS Kemuning mempunyai keadaan topografi pegunungan kapur disebelah utara yaitu Pegunungan Klompen, Dauh, Tunggul Angin dan Bakrenggu yang mempunyai ketinggian kurang lebih 200 m. Di bagian Timur lebih rendah, sedikit berbukit dengan ketinggian kurang lebih 25 m yang merupakan batas DAS Selo, kondisi tersebut mirip dengan di bagian barat. Di bagian selatan merupakan muara Sungai Kemuning, yaitu Selat Madura. Di Kabupaten Sampang, daerah datar dengan ketinggian 0 – 25 m tersebar di daerah pantai, yaitu di daerah Kecamatan: Banyuates, Ketapang, Sokobanah, Sreseh, Camplong, Torjun, Sampang, dan sebagian kecil Kecamatan Jrengik. Sementara daerah dengan ketinggian 100 – 300 m tersebar di bagian tengah dan utara kabupaten Sampang, tepatnya di Kecamatan Banyuates, Ketapang, Sokobanah, Camplong, Tambelangan, Omben, Kedungdung, Jrengik, dan Robatal. Berdasarkan letak tempat di permukaan bumi, maka Kabupaten Sampang terletak antara 0 – 290 m dari permukaan laut.

3.2.2. Kondisi Klimatologi

Lokasi Kabupaten Sampang berada di sekitar garis khatulistiwa, maka seperti Kabupaten lainnya di Madura, wilayah ini mempunyai perubahan iklim sebanyak 2 jenis setiap tahun, musim kemarau dan musim penghujan. Bulan oktober sampai maret merupakan musim penghujan sedangkan musim kemarau terjadi pada bulan April-September.

Kabupaten Sampang terletak di sekitar garis khatulistiwa dengan iklim tropis, musim penghijau biasanya terjadi pada Oktober sampai Maret, musim kemarau biasanya terjadi pada April sampai September.

Rata-rata hujan harian tertinggi terdapat di Kecamatan Omben sedangkan yang terendah terdapat di Kecamatan Sokobanah dan Kedundung. Rata-rata curah hujan bulanan tertinggi terdapat di Kecamatan Omben dan Banyuates, sedangkan yang terendah terdapat di Kecamatan Camplong dan Pangarengan. Bulan-bulan dengan curah hujan tinggi terjadi pada juli dan desember. Sedangkan bulan dengan curah hujan paling rendah terjadi pada juni dan agustus.

Area sawah di Kabupaten Sampang diairi oleh tiga jenis sumber air yaitu air hujan, air sungai dan air tanah. Sawah yang diairi oleh air hujan seluas 11.082 Ha, air sungai seluas 3.452 Ha dan sawah yang diairi oleh air tanah seluas 226,70 Ha. Kecamatan yang menggunakan sumber pengairan air tanah adalah Kecamatan Sampang, Omben, Jrengik dan Sokobanah.

Kabupaten Sampang merupakan daerah kering dibandingkan dengan Pulau Jawa. Seperti daerah lain di Indonesia, dalam satu tahunnya berlaku 2 musim. Musim kemarau berlangsung dari Bulan Juni – Oktober. Musim hujan berlangsung dari Bulan Nopember – Mei. Hujan terjadi rata-rata selama 75 hari per tahun dengan curah hujan sekitar 1.800 mm – 2.000 mm. Dan terdapat 7 bulan musim penghujan dan 5 bulan musim kemarau untuk setiap tahunnya.

Kecamatan Robatal merupakan kecamatan dengan frekuensi hari hujan terbanyak yaitu sebanyak 118 hari dan yang paling jarang di Kecamatan Sreseh sebanyak 40 hari namun pada stasiun ini tidak termasuk dalam wilayah DAS Kemuning.

3.2.3. Hidrologi

a. Debit sungai

Sungai Kemuning bagian hilir merupakan sungai yang airnya mengalir sepanjang tahun. Pada saat kondisi Aliran normal, debit air minimum yang ada di Sungai Kemuning sekitar $1,18 \text{ m}^3/\text{det}$ yang kondisi debit ini terjadi pada saat musim kemarau panjang. Kejadian banjir yang terjadi pada bulan Pebruari tahun 2002 merupakan banjir terbesar dengan debit aliran Sungai Kemuning di stasiun AWLR Pangelen Desa Banyumas mencapai nilai $\pm 542,12 \text{ m}^3/\text{det}$

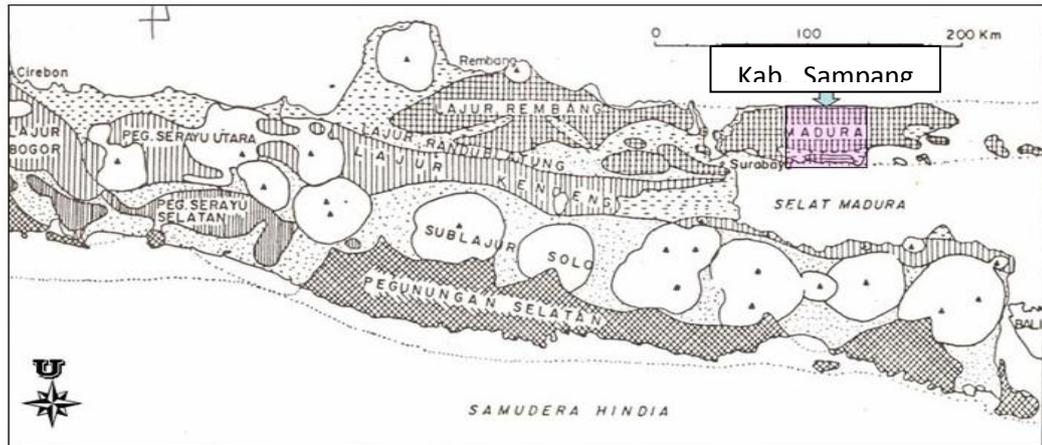
b. Stasiun hujan

Stasiun hujan yang berpengaruh dan cukup lengkap datanya terhadap DAS Kemuning Hilir yaitu stasiun hujan Omben, Robatal, Sampang dan Kedundung.

3.3. Geologi regional

3.3.1. Fisiografi dan Morfologi

Daerah Sampang dan sekitarnya termasuk dalam Lajur Rembang (Bemmelen, 1949), yang merupakan pegunungan berlipat dan membentuk antiklinorium yang memanjang pada arah barat-timur, mulai dari Purwodadi (Jawa Tengah) menerus ke daerah Pamekasan dan sekitarnya. Daerah ini pada umumnya termasuk pebukitan landai hingga pegunungan berlereng terjal yang berjulang tinggi ± 375 m dpl. Gambar 3.6. menunjukkan lebih jelas terhadap Peta Fisiografi Jawa Timur.



Gambar 3.2. Peta Fisiografi Jawa
Sumber: Anonim (2011)

Berdasarkan bentang alam yang dapat diamati di lapangan dan interpretasi peta rupabumi, daerah ini dapat dibagi menjadi tiga satuan morfologi, yakni pebukitan bergelombang, pedataran rendah dan kras.

1. Pebukitan Bergelombang

Daerah pebukitan bergelombang berjulang antara 25 dan 200 m dpl, menempati bagian utara, memanjang pada arah barat-timur mulai dari Gunung Batujaran di bagian barat sampai ke Gunung Tenggeranyar di bagian timur Lembar. Dibagian tengah Lembar memanjang berarah barat-timur dari daerah Cempaka di bagian barat terus ke Larangan di bagian timur. Di selatan, morfologi ini ditemukan setempat-setempat dan sebarannya tidak luas.

2. Dataran Rendah

Dataran rendah berjulang antara 0 sampai 25 m dpl mencapai daerah pesisir, terutama di pesisir selatan Sampang (Pulau Madura), yang terbentang dari barat ke timur yaitu dari Baliga sampai ke Pamekasan. Pedataran rendah ini dibentuk oleh endapan sungai, pantai, rawa dan batu gamping koral, yang umumnya dijadikan pesawahan, perkebunan dan usaha garam.

3. Kras

Daerah kras berjalang antara 100 s/d 375 m dpl, dicirikan oleh pebukitan kasar, terjal, sungai bawah tanah, gua-gua, dolina, gawir dan kuesta. Batuan ini umumnya menempati daerah bagian utara, memanjang pada arah barat timur mulai dari Gunung Jumputan di bagian barat, Gunung Rangsang dan Gunung Klompang-payung di bagian timur. Morfologi ini dibentuk oleh batu gamping pasir dan batu gamping terumbu dolomit.

3.4. Permasalahan dan Akibat Yang Terjadi

Permasalahan yang terjadi di lokasi studi disebabkan oleh beberapa hal, antara lain:

- 1) Kapasitas penampang sungai terutama yang akan masuk muara tidak mampu mengalirkan debit banjir, sehingga meluap diatas tanggul kanan kiri sungai, sepanjang ruas sungai 7 km dari muara ke hulu.
- 2) Luapan banjir, kanan kiri tanggul menyebabkan genangan rutin di sebagian besar Kota Sampang selama rata-rata 6 jam setiap terjadi genangan. Dalam 1 tahun terjadi 1 sampai dengan 3 kali genangan.

Banjir dan genangan air mengakibatkan terjadinya beberapa hal, antara lain:

- a. Bila sampai memutuskan jalur angkutan (jalan dan jembatan), maka akan mengakibatkan kerugian ekonomi yang besar.
- b. Permukiman penduduk terancam, sehingga rasa aman masyarakat menjadi terganggu.
- c. Bila terjadi banjir sebagian lahan persawahan dan ladang tidak dapat dipanen karena tergenang selama lebih dari 1 minggu, termasuk genangan di permukiman yang cukup padat.
- d. Pasca banjir timbul penyakit diare, gatal-gatal dan penyakit kulit lainnya.

3.5. Rencana Pemecahan Masalah

Perencanaan pengendalian banjir dalam studi ini bersifat rencana awal dimana pertama kali penentuan daerah yang mengalami banjir serta tinggi muka air banjirnya, kemudian memberikan rencana pengendalian banjir yang memungkinkan pada daerah tersebut. Sehingga dapat dibuat suatu matriks permasalahan dan usulan penanganan yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Matrik Permasalahan dan Usulan Penanganan

No	Permasalahan yang terjadi	Alternatif pemecahan	Foto
1	Terjadi banjir rutin tiap tahun	Pembangunan tanggul, dan menata bangunan rumah yang ada disempadan sungai	
2.	Mengalami Penyempitan Sungai	Pembangunan tanggul dan Normalisasi	
3	Terdapat bangunan disekitar sempadan sungai	Penataan bangunan yang berada didaerah sempadan sungai	
4	Tidak adanya tanggul untuk menahan debit air yang meluap saat musim hujan	Pembangunan tanggul	

Sumber: Hasil survey 2014

3.6. Data Pendukung Kajian

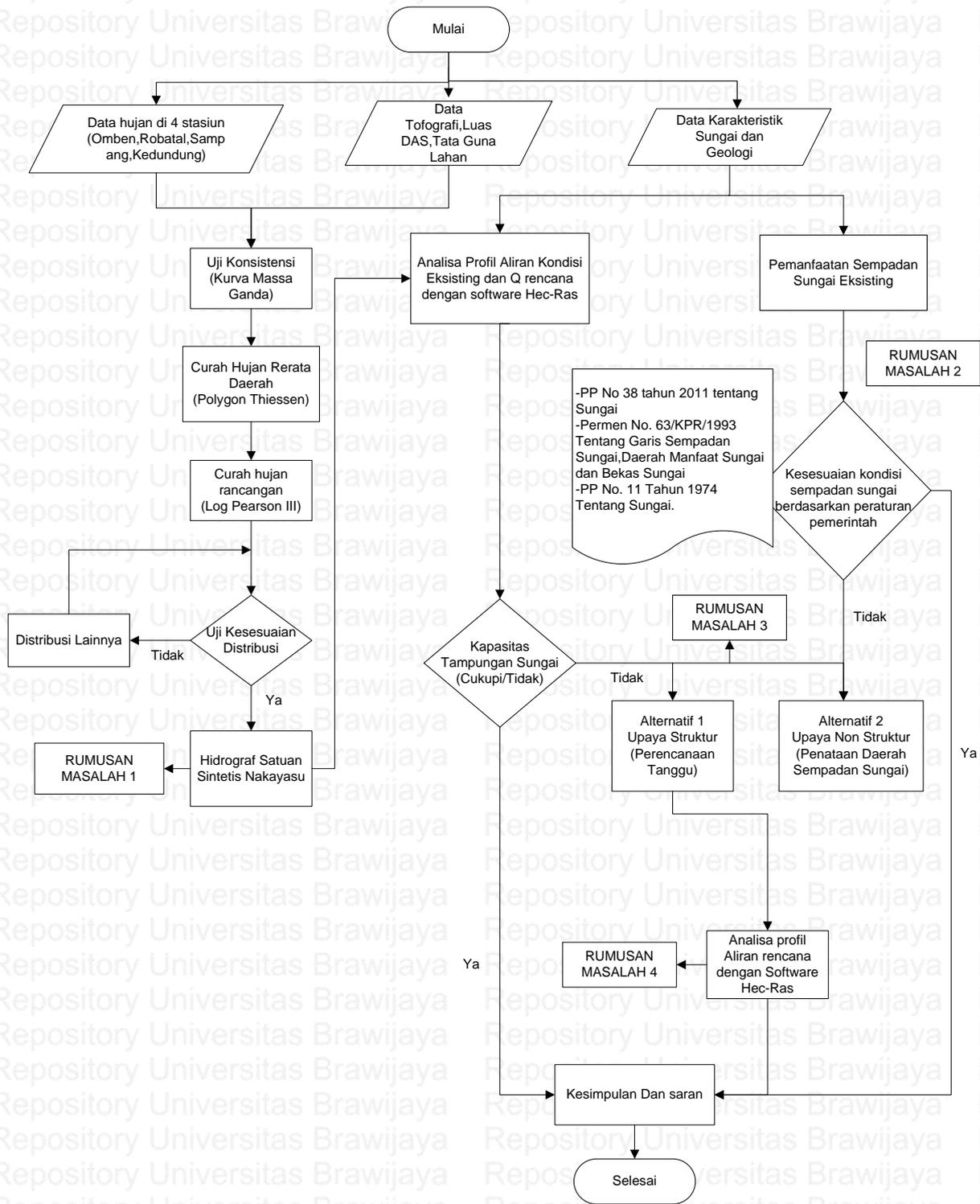
Data-data yang diperlukan dalam mendukung penyelesaian studi ini adalah:

1. Data curah hujan yang digunakan selama 11 tahun mulai tahun 2003-2013 diperoleh dari Dinas PU Pengairan Kabupaten Sampang dengan menggunakan 4 stasiun hujan yaitu Stasiun Sampang, Robatal, Omben dan Kedungdung
2. Data pengukuran topografi sungai meliputi pengukuran penampang melintang sungai, penampang memanjang sungai dan pengukuran detail sungai. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mendapat suatu peta situasi sungai, penampang melintang sungai dengan skala dan penampang memanjang sungai dengan skala.

3.7. Langkah-Langkah Pengerjaan Skripsi

Langkah-langkah pengerjaan skripsi disusun secara sistematis guna mempermudah dalam penyelesaian kajian ini. Adapun langkah-langkah pengerjaan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan uji konsistensi data hujan yang didapatkan
2. Menghitung curah hujan rerata daerah maksimum dengan metode polygon thiessen
3. Menghitung curah hujan rancangan dengan menggunakan distribusi log pearson type III
4. Untuk mengetahui kebenaran hipotesa distribusi frekuensi yang digunakan, maka dilakukan uji kesesuaian distribusi frekuensi dengan metode chi-square dan smirnov Kolmogorov
5. Menghitung debit banjir rancangan dengan metode HSS Nakayasu
6. Menganalisa profil aliran sungai dengan bantuan program HEC-RAS versi 4.1 dari program ini dapat diketahui kapasitas tampungan sungai serta titik-titik kritis dimana terjadi luapan sehingga mengakibatkan terjadinya banjir
7. Merencanakan bangunan pengendalian banjir seperti perencanaan tanggul dan penataan daerah sempadan sungai
8. Menganalisa profil aliran sungai dengan bantuan HEC-RAS 4.1. setelah dilakukan upaya penanganan
9. Memberi kesimpulan dan hasil analisa



Gambar 3.3. Diagram Alir Pengerjaan Skripsi



BAB IV

PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA

4.1. Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi dalam kajian ini dilakukan untuk mendapatkan debit banjir rancangan yang terjadi di sungai Kemuning hilir di Kabupaten Sampang. Hasil perhitungan debit banjir rancangan tersebut nantinya akan digunakan sebagai input data perhitungan profil aliran dalam program HEC-RAS dengan kala ulang 2, 25, dan 50 tahun.

Data hujan yang digunakan dalam kajian ini adalah data hujan yang berasal dari 4 stasiun hujan di sekitar Sungai Kemuning Hilir, yaitu stasiun hujan Sampang, Omben, Kedungdung dan Robatal yang didapat dari Dinas PU Pengairan Kabupaten Sampang selama 11 tahun dari tahun 2003-2013.

4.2. Analisa Curah Hujan

4.2.1. Uji Konsistensi

Data hujan tahunan tiap stasiun selama 11 tahun harus diuji konsistensi terlebih dahulu dengan uji kurva massa ganda. Uji ini bertujuan untuk membandingkan data dari stasiun yang diamati dengan stasiun sekitarnya guna mendapatkan sebaran data yang seragam, adapun stasiun pengamatan hujan yang digunakan untuk mengambil data hujan dari Sungai Kemuning Hilir adalah 4 stasiun.

Hasil pengujian data hujan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik dalam (Tabel 4.2 – 4.5 dan Gambar 4.1 – 4.4) dari grafik-grafik uji konsistensi data hujan tidak ditemukan data yang menyimpang sehingga data hujan dianggap konsistensi dan dapat digunakan untuk perhitungan debit banjir rancangan.

Tabel 4.1. Data hujan tahunan stasiun hujan Sampang, Omben, kedungdung, dan Robatal.

No	Tahun	Stasiun			
		Sampang	Omben	Kedungdung	Robatal
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	2003	1,693	1,527	1,057	424
2	2004	785	1,565	752	0
3	2005	656	1,343	1,720	0
4	2006	1,504	1,478	1,605	938
5	2007	1,822	1,708	1,309	1,408
6	2008	1,726	1,176	1,307	1,253
7	2009	1,215	1,467	1,039	1,114
8	2010	2,250	1,809	1,941	1,986
9	2011	1,199	1,387	941	1,072
10	2012	1,760	582	700	1,221
11	2013	2,974	786	1,596	1,724
Jumlah		17,584	14,828	13,967	11,140

Sumber : Hasil Perhitungan 2017

Memperkirakan data hujan yang hilang dapat digunakan cara “Metode Perbandingan Normal” Yaitu

$$PA = \frac{1}{N} \left(\frac{NA}{N_1} \cdot P_1 + \frac{NA}{N_2} \cdot P_2 + \frac{NA}{N_3} \cdot P_3 + \dots + \frac{NA}{N_n} \cdot P_n \right)$$

Dimana:

PA = hujan yang diperkirakan pada stasiun A

NA = jumlah hujan tahunan normal pada stasiun A

P1,P2,P3,...PN = hujan pada saat yang sama dengan hujan yang diperkirakan pada stasiun
1,2,3...n

N1,N2,N3...N = Jumlah hujan tahunan normal stasiun yang berdekatan

Data hujan yang hilang pada stasiun Robatal untuk tahun 2004 dan 2005, dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Tahun 2004} &= \frac{1}{3} \left(\frac{11.140}{17.548} \cdot 786 + \frac{11.140}{14.828} \cdot 1565 + \frac{11.140}{13.967} \cdot 752 \right) \\ &= 757.62 \text{ (757)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tahun 2005} &= \frac{1}{3} \left(\frac{11.140}{17.548} \cdot 656 + \frac{11.140}{14.828} \cdot 1343 + \frac{11.140}{13.967} \cdot 1720 \right) \\ &= 932.14 \text{ (932)} \end{aligned}$$

Tabel 4.2. Uji Konsistensi data stasiun hujan Sampang

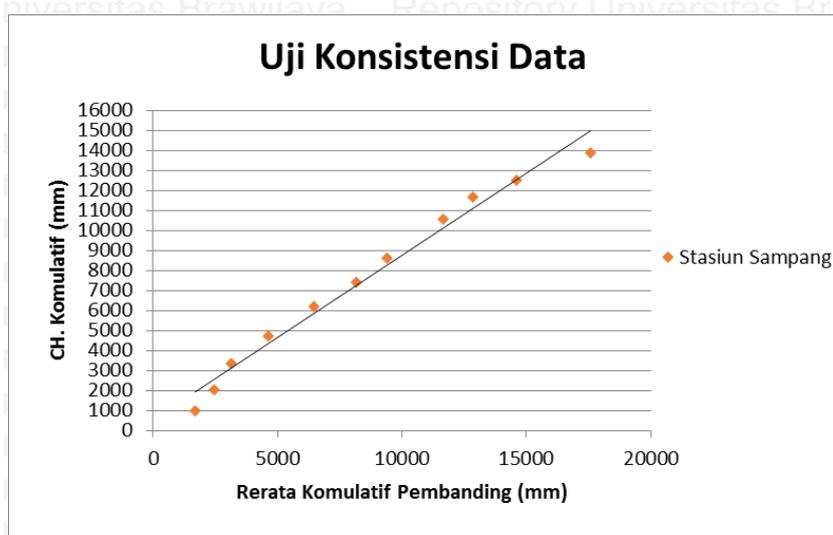
No	Tahun	Stasiun				Rerata Stasiun Omben, Kedungdung dan Robatal	Kumulatif rerata Stasiun Omben, Kedungdung, dan Robatal
		Sampang	Omben	Kedungdung	Robatal		
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	2003	1693	1527	1057	424	1003	1003
2	2004	785	1565	752	757	1025	2027
3	2005	656	1343	1720	932	1332	3359
4	2006	1504	1478	1605	938	1340	4699
5	2007	1822	1708	1309	1408	1475	6174
6	2008	1726	1176	1307	1253	1245	7420
7	2009	1215	1467	1039	1114	1207	8626
8	2010	2250	1809	1941	1986	1912	10538
9	2011	1199	1387	941	1072	1133	11672
10	2012	1760	582	700	1221	834	12506
11	2013	2974	786	1596	1724	1369	13875

Sumber : Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.3. Kumulatif Curah Hujan Stasiun Sampang

No	Tahun	Stasiun Sampang	
		Curah Hujan Tahunan (mm)	Kumulatif (mm)
1	2003	1693	1693
2	2004	785	2478
3	2005	656	3134
4	2006	1504	4638
5	2007	1822	6460
6	2008	1726	8186
7	2009	1215	9401
8	2010	2250	11651
9	2011	1199	12850
10	2012	1760	14610
11	2013	2974	17584

Sumber : Hasil Perhitungan 2017



Gambar 4.1. Grafik uji konsistensi data stasiun hujan Sampang

Sumber : Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.4. Uji Konsistensi Data Stasiun Hujan Omben

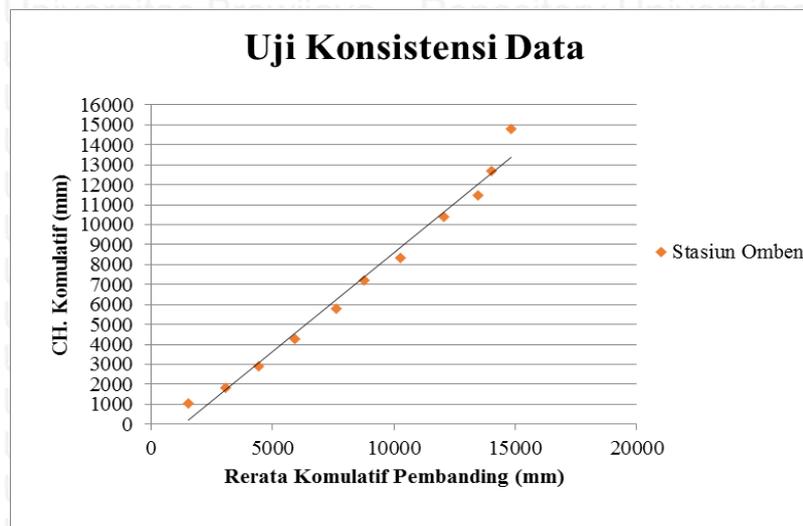
No	Tahun	Stasiun				Rerata Stasiun Sampang, Kedundung dan Robatal (mm)	Kumulatif rerata Stasiun Sampang, Kedundung, dan Robatal (mm)
		Omben	Sampang	Kedundung	Robatal		
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
1	2003	1527	1693	1057	424	1058	1058
2	2004	1565	785	752	757	765	1823
3	2005	1343	656	1720	932	1103	2925
4	2006	1478	1504	1605	938	1349	4274
5	2007	1708	1822	1309	1408	1513	5787
6	2008	1176	1726	1307	1253	1429	7216
7	2009	1467	1215	1039	1114	1123	8339
8	2010	1809	2250	1941	1986	2059	10398
9	2011	1387	1199	941	1072	1071	11468
10	2012	582	1760	700	1221	1227	12695
11	2013	786	2974	1596	1724	2098	14793

Sumber : Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.5. kumulatif Curah Hujan Stasiun Omben

No	Tahun	Stasiun Omben	
		Curah Hujan Tahunan (mm)	Kumulatif (mm)
1	2003	1527	1527
2	2004	1565	3092
3	2005	1343	4435
4	2006	1478	5913
5	2007	1708	7621
6	2008	1176	8797
7	2009	1467	10264
8	2010	1809	12073
9	2011	1387	13460
10	2012	582	14042
11	2013	786	14828

Sumber : Hasil Perhitungan 2017



Gambar 4.2. Grafik uji konsistensi data stasiun hujan Omben

Sumber : Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.6. Uji Konsistensi data stasiun hujan Kedungdung

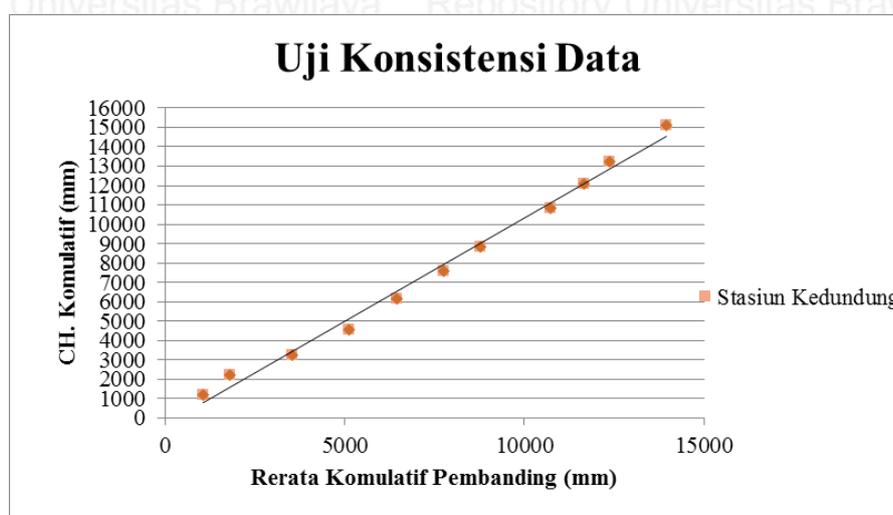
No	Tahun	Stasiun				Rerata Stasiun Sampang, Omben dan Robatal (mm)	Kumulatif rerata Stasiun Sampang, Omben, dan Robatal (mm)
		Kedungdung	Sampang	Omben	Robatal		
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
1	2003	1057	1693	1527	424	1215	1215
2	2004	752	785	1565	757	1036	2250
3	2005	1720	656	1343	932	977	3227
4	2006	1605	1504	1478	938	1307	4534
5	2007	1309	1822	1708	1408	1646	6180
6	2008	1307	1726	1176	1253	1385	7565
7	2009	1039	1215	1467	1114	1265	8830
8	2010	1941	2250	1809	1986	2015	10845
9	2011	941	1199	1387	1072	1219	12065
10	2012	700	1760	582	1221	1188	13252
11	2013	1596	2974	786	1724	1828	15080

Sumber : Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.7. Kumulatif Curah Hujan Stasiun Kedungdung

No	Tahun	Stasiun Kedungdung	
		Curah Hujan Tahunan (mm)	Kumulatif (mm)
1	2003	1057	1057
2	2004	752	1809
3	2005	1720	3529.05
4	2006	1605	5134.05
5	2007	1309	6443.05
6	2008	1307	7750.05
7	2009	1039	8789.05
8	2010	1941	10730.05
9	2011	941	11671.05
10	2012	700	12371.05
11	2013	1596	13967.05

Sumber : Hasil Perhitungan 2017



Gambar 4.3. Grafik uji konsistensi data stasiun hujan Kedungdung

Sumber : Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.8. Uji Konsistensi data stasiun hujan Robatal

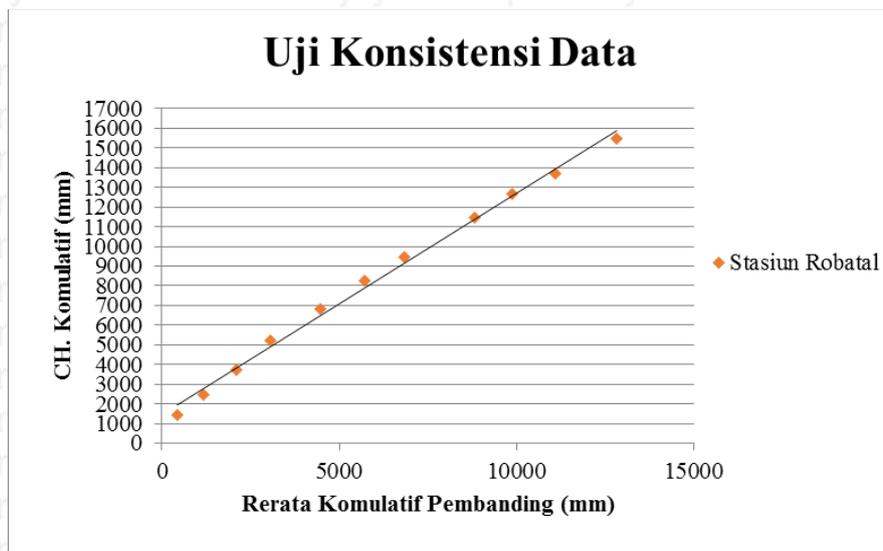
No	Tahun	Stasiun				Rerata Stasiun Sampang, Omben dan Kedundung (mm)	Kumulatif Rerata Stasiun Sampang, Omben dan Kedundung (mm)
		Robatal	Sampang	Omben	Kedundung		
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
1	2003	424	1693	1527	1057	1426	1426
2	2004	757	785	1565	752	1034	2460
3	2005	932	656	1343	1720	1240	3699
4	2006	938	1504	1478	1605	1529	5228
5	2007	1408	1822	1708	1309	1613	6841
6	2008	1253	1726	1176	1307	1403	8244
7	2009	1114	1215	1467	1039	1240	9485
8	2010	1986	2250	1809	1941	2000	11485
9	2011	1072	1199	1387	941	1176	12660
10	2012	1221	1760	582	700	1014	13674
11	2013	1724	2974	786	1596	1785	15460

Sumber : Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.9. Kumulatif Curah Hujan Stasiun Robatal

No	Tahun	Stasiun Robatal	
		Curah Hujan Tahunan (mm)	Kumulatif (mm)
1	2003	424	424
2	2004	757	1181
3	2005	932	2113
4	2006	938	3051
5	2007	1408	4459
6	2008	1253	5712
7	2009	1114	6826
8	2010	1986	8812
9	2011	1072	9884
10	2012	1221	11105
11	2013	1724	12829

Sumber : Hasil Perhitungan 2017

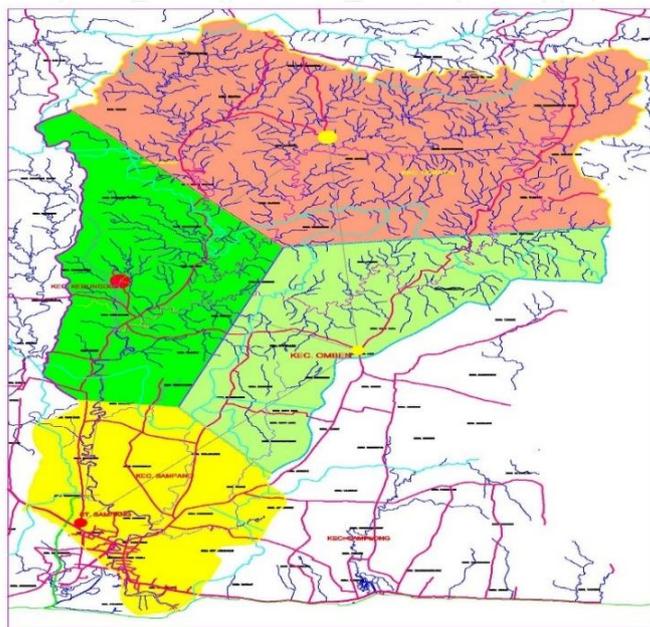


Gambar 4.4. Grafik uji konsistensi data stasiun hujan Robatal

Sumber : Hasil Perhitungan 2017

4.2.2. Curah Hujan Rerata Daerah

Seperti yang telah dihitung sebelumnya bahwa untuk perhitungan hujan rencana Sungai Kemuning Hilir akan digunakan 4 (empat) stasiun hujan yang berpengaruh dan yang cukup lengkap, yaitu stasiun hujan Omben, Robatal, Sampang dan Kedundung dengan data curah hujan mulai tahun 2003 sampai dengan tahun 2013 (11 tahun). Data hujan harian yang ada dirata-rata dengan metode Thiessen kemudian dari rata-rata Thiessen tersebut dicari data tertinggi dan kemudian data ini akan digunakan sebagai data hujan maksimum pada tahun itu. Dari pembagian luas Thiessen Gambar 4.5 akan didapatkan luasan masing-masing daerah pengaruh Thiessen pada Tabel 4.10.



Gambar 4.5. Pembagian Luasan Polygon Thiessen
Sumber : Hasil Perhitungan 2014

Tabel 4.10. Luas Daerah Pengaruh Polygon Thiessen

Stasiun Hujan	Luas (km ²)	Koefisien Thiessen (K)
Sampang (A)	72.9061	0.22
Omben (B)	68.0586	0.20
Kedundung (C)	35.8871	0.11
Robatal (D)	157.3902	0.47
Jumlah	334.2420	1

Sumber : Hasil Perhitungan 2014

Dimana koefisien untuk masing-masing stasiun didapatkan dari rumus :

$$W_i = \frac{A_i}{A_{Total}}$$

Dengan luas total Sungai Kemuning adalah 334.242 km²

Untuk perhitungan hujan rata-rata :

Misalkan perhitungan hujan pada tahun 2003, tanggal 24 Desember tercatat curah hujan pada stasiun Sampang 96 mm, stasiun Omben 141 mm, stasiun Kedundung 32 mm, stasiun Robatal 0 mm, sehingga didapatkan nilai hujan rata-rata pada tanggal 29 desember 2006 adalah

$$\begin{aligned}\bar{R} &= W1.R1 + W2.R2 + W3.R3 + W4.R4 \\ &= 0.22.96 + 0.20.141 + 0.11.32 + 0.47.0 \\ &= 53.09\end{aligned}$$

Tabel 4.11. Curah Hujan Harian Maksimum wilayah Sungai Kemuning

Tahun	Tanggal	Curah Hujan (mm)								Rerata	Rmaks pertahun
		St. Sampang		St. Omben		St. Kedundung		St. Robatal			
		R1	W1.R1	R2	W2.R2	R3	W3.R3	R4	W4.R4		
2003	24-Desember	70	15.27	2	0.41	0	0.00	0	0.00	15.68	28.73
	16-Februari	20	4.36	85	17.31	0	0.00	15	7.06	28.73	
	24-Apr	0	0.00	0	0.00	50	5.37	0	0.00	5.37	
	21-Februari	20	4.36	0	0.00	0	0.00	38	17.89	22.26	
2004	10-Februari	50	10.91	0	0.00	0	0.00	0	0.00	10.91	14.25
	15-Januari	0	0.00	70	14.25	0	0.00	0	0.00	14.25	
	6-Februari	0	0.00	0	0.00	101	10.84	0	0.00	10.84	
2005	5-Juli	51	11.12	0	0.00	46	4.94	0	0.00	16.06	18.94
	27-Maret	0	0.00	93	18.94	0	0.00	0	0.00	18.94	
	21-Nov	1	0.22	4	0.81	57	6.12	0	0.00	7.15	
2006	29-Desember	96	20.94	141	28.71	32	3.44	0	0.00	53.09	53.09
	29-Desember	96	20.94	141	28.71	32	3.44	0	0.00	53.09	
	27-Januari	0	0.00	75	15.27	60	6.44	0	0.00	21.71	
	12-Desember	0	0.00	4	0.81	16	1.72	55	25.90	28.43	
2007	8-Maret	132.00	28.79	30.00	6.11	10.00	1.07	0.00	0.00	35.97	42.75
	6-Desember	0.00	0.00	95.00	19.34	0.00	0.00	0.00	0.00	19.34	
	30-Maret	0.00	0.00	17.00	3.46	43.00	4.62	0.00	0.00	8.08	
	28-Juni	6.00	1.31	0.00	0.00	0.00	0.00	88.00	41.44	42.75	
2008	6-Desember	95.00	20.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.72	45.57
	18-Januari	0.00	0.00	97.00	19.75	9.00	0.97	0.00	0.00	20.72	
	30-Maret	0.00	0.00	0.00	0.00	43.00	4.62	0.00	0.00	4.62	
	28-Juni	20.00	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	87.50	41.20	45.57	
2009	16 Mei	65.00	14.18	75.00	15.27	24.00	2.58	0.00	0.00	32.03	32.03
	25 Desember	0.00	0.00	115.00	23.42	13.00	1.40	0.00	0.00	24.81	
	18 Desember	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	3.22	0.00	0.00	3.22	
	31-Januari	0.00	0.00	0.00	0.00	22.00	2.36	35.00	16.48	18.84	
2010	23 Februari	89.00	19.41	25.00	5.09	5.00	0.54	41.00	19.31	44.35	44.35
	19 Februari	37.00	8.07	130.00	26.47	30.00	3.22	0.00	0.00	37.76	
	5 Agustus	22.00	4.80	0.00	0.00	65.00	6.98	0.00	0.00	11.78	
	8 Desember	0.00	0.00	1.00	0.20	0.00	0.00	45.00	21.19	21.39	
2011	27-Nov	67.00	14.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.61	35.11
	1 Januari	0.00	0.00	73.00	14.86	0.00	0.00	43.00	20.25	35.11	
	6 mei	0.00	0.00	13.00	2.65	69.00	7.41	20.00	9.42	19.47	
	1 januari	0.00	0.00	73.00	14.86	0.00	0.00	43.00	20.25	35.11	
2012	5 Januari	80.00	17.45	25.00	5.09	3.00	0.32	7.00	3.30	26.16	26.16
	27 Desember	24.00	5.23	44.00	8.96	7.00	0.75	5.00	2.35	17.30	
	29 februari	0.00	0.00	0.00	0.00	33.00	3.54	0.00	0.00	3.54	
	13 Februari	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.43	42.00	19.78	20.21	
2013	1 Februari	82.00	17.89	3.00	0.61	7.00	0.75	8.00	3.77	23.02	36.93
	9 Maret	0.00	0.00	49.00	9.98	10.00	1.07	0.00	0.00	11.05	
	18-Apr	0.00	0.00	16.00	3.26	82.00	8.80	22.00	10.36	22.42	
	8-Apr	0.00	0.00	1.00	0.20	0.00	0.00	78.00	36.73	36.93	

Sumber : Hasil Perhitungan 2017

Dari data perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa hujan rata-rata maksimum selama 11 tahun terakhir antara tahun 2003 sampai 2013 menggunakan perhitungan Polygon Thiessen adalah sebesar 53.09 mm

Setelah didapat data hujan harian maksimum maka hujan rencana dengan periode ulang tertentu dapat di estimasi dengan 2 metode yaitu Metode Distribusi Gumbel dan Metode Distribusi Log Pearson Type III. Dalam analisa hujan rencana yang diambil adalah hujan rencana dengan periode ulang 2 tahun, 25 tahun, dan 50 tahun.

4.2.3. Analisa Curah Hujan Rancangan

4.2.3.1. Metode Distribusi Gumbel

Dalam Metode distribusi Gumbel, sebelum akhirnya menghitung curah hujan rata-rata, dihitung dulu parameter dasar statistika seperti nilai rata-rata, standart deviasi, kemiringan dan koefisien kurtosis. Untuk mencari nilai faktor reduksi nilai rata-rata dan nilai reduksi standar deviasi dapat langsung dilihat pada tabel 4.12 dan tabel 4.13 dengan melihat nilai N (jumlah data yang digunakan).

Tabel 4.12 Reduced Mean (Y_n)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	0.4980	0.5022	0.5058	0.5091	0.5120	0.5146	0.5173	0.5196	0.5216	0.5233
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5399	0.5402	0.5410	0.5418	0.5424	0.5430
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5589	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600	0.5602	0.5603	0.5604	0.5606	0.5607	0.5608	0.5609	0.5610	0.5611

Sumber : Suripin. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, 2004

Tabel 4.13 Reduced Standart Deviation (S_n)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	0.9609	0.9778	1.0015	1.0055	1.0172	1.0277	1.0381	1.0470	1.0548	1.0617
10	0.9496	0.9676	0.9933	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1086
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2039	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065	1.2059	1.2073	1.2077	1.2081	1.2084	1.2087	1.2090	1.2093	1.2096

Sumber : Suripin. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, 2004

Dari tabel diatas, didapatkan nilai faktor reduksi nilai rata-rata sebesar 0.4980 dan nilai faktor reduksi standart deviasi sebesar 0.9609 jika jumlah data (N) yang digunakan sebesar 11 tahun

Tabel 4.14 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Gumbel

No	Tahun	CH Rerata Daerah (mm)
1	2004	14.25
2	2005	18.94
3	2012	26.16
4	2003	28.73
5	2009	32.03
6	2011	35.11
7	2013	36.93
8	2007	42.75
9	2010	44.35
10	2008	45.57
11	2006	53.09
Jumlah		377.90
Rerata X		34.35
Reduced Mean (Yn)		0.4980
Reduced Standart Deviation(Sn)		0.9609
Standar Deviasi (Sd)		11.832
Skewness (Cs)		-0.217

Sumber: Perhitungan 2017

Setelah didapatkan parameter dasar statistik yang diperlukan, kemudian dilakukan perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi gumbel dengan periode ulang tertentu berdasarkan persamaan berikut:

Sebagai contoh, periode ulang 10 tahun, maka :

$$y_T = -[\ln \ln (10/(10-1))] = 2.2504$$

$$K = \frac{y_T - Y_n}{S_n} = \frac{2.2504 - 0.4980}{0.9609} = 1.8468$$

$$\begin{aligned} R_t &= \bar{R} + K \cdot S_d \\ &= 34.35 + 1.8468 \cdot 11.832 \\ &= 55.931 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Untuk Periode Ulang (T) Dengan Metode Distribusi Gumbel

Tahun	Yt	K	Rt
2	0.3665	-0.137	32.735
5	1.4999	1.043	46.691
10	2.2504	1.824	55.931
25	3.1985	2.810	67.607
50	3.9019	3.542	76.268
100	4.6001	4.269	84.865

Sumber: Perhitungan 2017

Dari tabel hasil perhitungan, didapatkan curah hujan rata-rata untuk periode ulang 25 tahun (Rt) adalah sebesar 67,607 mm

4.2.3.2. Metode Distribusi Log Pearson Type III

Dengan menggunakan persamaan 2.12 sampai dengan persamaan 2.15 pada bab II maka dapat dihitung curah hujan rencana sesuai dengan periode ulang tertentu yang telah ditentukan seperti terlihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.16 Perhitungan hujan rencana metode distribusi Log Pearson type III

No	Tahun	CH Rerata Daerah (mm)	Log R	(Log R - Log R _{rerata})	(Log R - Log R _{rerata}) ²	(Log R - Log R _{rerata}) ³
1	2004	14.25	1.154	-0.354	0.1253	-0.0444
2	2005	18.94	1.277	1.105	0.0532	-0.0123
3	2012	26.16	1.418	2.343	0.0082	-0.0007
4	2003	28.73	1.458	1.458	0.0025	-0.0001
5	2009	32.03	1.506	1.506	0.0000	0.0000
6	2011	35.11	1.545	1.545	0.0014	0.0001
7	2013	36.93	1.567	1.567	0.0035	0.0002
8	2007	42.75	1.631	1.631	0.0151	0.0019
9	2010	44.35	1.647	1.647	0.0193	0.0027
10	2008	45.57	1.659	1.659	0.0227	0.0034
11	2006	53.09	1.725	1.725	0.0471	0.0102
Jumlah			16.587		0.298	-0.039
Rerata			1.508		0.027	-0.004
Standar Deviasi (Sd)			0.173			
Skewness (Cs)			-0.926			

Sumber : Perhitungan 2017

Untuk nilai K dapat dilihat pada tabel 2.4 pada bab II dengan menggunakan nilai Cs : 0.926 yang didapatkan dari perhitungan sehingga didapatkan nilai K untuk periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun

Tabel 4.17. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rancangan setiap Kala Ulang menggunakan Metode Log Pearson Type III

Periode Ulang (Tahun)	P(%)	K	X	X _{rencangan}
2	50	0.148	1.533	34.156
5	20	0.854	1.655	45.228
10	10	1.147	1.706	50.818
25	4	1.407	1.751	56.354
50	2	1.594	1.783	60.705
100	1	1.660	1.795	62.319

Sumber: Hasil Perhitungan 2017

Dari tabel 4.17, X_{rencangan} merupakan hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun dengan menggunakan persamaan Log Pearson Type III. Contoh kesimpulan yang didapatkan dari perhitungan ini yaitu besarnya curah hujan yang mungkin terjadi dalam periode ulang 25 tahun adalah 56.354 mm

4.2.4. Uji Distribusi Frekuensi

Pemeriksaan uji kesesuaian ini dimaksudkan untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesa distribusi frekuensi. Dengan pemeriksaan uji ini akan diketahui :

- a. Kebenaraan antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis.
- b. Kebenaran hipotesa (diterima/ditolak)

Uji kesesuaian distribusi yang digunakan yaitu secara vertikal (uji *Chi-Square*) dan Horizontal (uji *Smirnov Kolmogorov*).

Pengambilan keputusan uji chi-square ini menggunakan parameter X^2 . berikut adalah prosedur uji chi-square X^2

1. Mengurutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
2. Mengelompokan data menjadi G subgroup. Tiap subgroup minimal 4 data pengamatan. Sedangkan banyak kelas ditentukan oleh persamaan berikut:

Langkah-langkah perhitungan Uji *Chi-Square* adalah sebagai berikut:

- Kelompok kelas (G) = $1 + 3,22 \text{ Log } n$
 $= 1 + 3,22 \text{ Log } (11)$
 $= 4,35 \sim 4$
- 3. Menentukan derajat kebebasan
 - Derajat kebebasan (dk) = $K - G - 1$, dimana $R=2$ untuk distribusi log normal
 $= 4 - 2 - 1$
 $= 1$

Perhitungan Chi-Square untuk Sungai Kemuning Hilir diketahui untuk Derajat Kebebasan (dk) = 1, untuk nilai $\alpha = 5\%$ maka diperoleh $X^2_{\text{kritis}} = 3,841$ berdasarkan tabel presentasi distribusi chi-square. Dari hasil perhitungan jumlah kelas distribusi (G) = 4 sub kelompok dengan interval peluang (P) = 0.25 maka besarnya peluang untuk setiap grup adalah

- Sub Grup 1: $P < 0.25$
- Sub Grup 2: $0.25 < P < 0.50$
- Sub Grup 3: $0.50 < P < 0.75$
- Sub Grup 4: $P > 0.75$

Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedurnya adalah sebagai berikut :

1. Mengurutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut
 $X1P(X1)$

$X_2P(X_2)$

$X_nP(X_n)$

- Menentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)

$X_1P'(X_1)$

$X_2P'(X_2)$

$X_nP'(X_n)$

- Dari nilai kedua peluang tersebut, ditentukan nilai selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis

$D = \text{maksimum } [P(X_m) - P'(X_m)]$

- Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov-Kolmogorov), ditentukan nilai D_0 . Apabila D lebih kecil dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima. Apabila D lebih besar dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

Tabel 4.18. Tabel nilai kritis D_0 untuk Uji Smirnov Kolmogorov

N	α (derajat kepercayaan)			
	0,2	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
$N > 50$	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber : Soewarno, 1995

4.2.4.1. Uji Kesesuaian Distribusi *Chi-Square* dan Smirnov-Kolmogorv Metode Distribusi Gumbel

1. Uji Kesesuaian Distribusi *Chi-Square*

Persamaan dasar yang digunakan dalam metode distribusi gumbel adalah :

$$R_t = \bar{R} + K.S_d$$

Dari hasil perhitungan sebelumnya pada tabel 4.14 didapatkan

$$\bar{R} = 34.354 \text{ mm}$$

$$S_d = 11.832$$

Untuk harga K dapat dilihat pada tabel variable reduksi Gumbel dibawah ini:

Tabel 4.19. Variasi Reduksi Gumbel

T (tahun)	Peluang	Y
1.001	0.001	-1.930
1.005	0.005	-1.670
1.01	0.01	-1.530
1.05	0.05	-1.097
1.11	0.10	-0.834
1.25	0.20	-0.476
1.33	0.25	-0.326
1.43	0.30	-0.185
1.67	0.40	0.087
2.00	0.50	0.366
2.50	0.60	0.671
3.33	0.70	1.030
4.00	0.75	1.240
5.00	0.80	1.510
10.00	0.90	2.250
20.00	0.95	2.970
50.00	0.98	3.900
100.00	0.99	4.600
200.00	0.995	5.290
500.00	0.998	6.210
1000.00	0.999	6.900

Sumber : Soewarno, Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 1

Berdasarkan persamaan garis lurus:

$$R_t = R + K \cdot S_d$$

$$= 34.35 + K \cdot 11.832$$

- Untuk $P = 0.75 \rightarrow R_t = 34.35 + 1.240 \cdot 11.834$
 $= 49.026$
- Untuk $P = 0.75 \rightarrow R_t = 34.35 + 0.366 \cdot 11.834$
 $= 38.685$
- Untuk $P = 0.75 \rightarrow R_t = 34.35 + (-0.326) \cdot 11.834$
 $= 30.497$

Sehingga

Sub group 1 : $R_t < 30.497$

Sub group 2 : $30.497 < R_t < 38.685$

Sub group 3 : $38.685 < R_t < 49.026$

Sub group 4 : $R_t > 49.026$

Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan chi-square

Tabel 4.20 Perhitungan Chi-Square Untuk Metode Distribusi Gumbel

No	Batas Kelas			Jumlah Data		$O_i - E_i$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O_i	E_i		
1	0	$P \leq$	30.50	5	2.75	2.25	1.841
2	30.50	$< P \leq$	38.69	1	2.75	-1.75	1.114
3	38.69	$< P \leq$	49.03	4	2.75	1.25	0.568
4	49.03	$< P \leq$	~	1	2.75	-1.75	1.114
				11	11		4.636
	Nilai Hitung X^2	4.64					
	Nilai Tabel X^2	3.841	Untuk Derajat kebebasan dk = 1 dan Derajat Kepercayaan 5%				
Kesimpulan	Nilai Tabel $X^2 <$ Nilai Hitung X^2			Distribusi ditolak			

Sumber : Perhitungan 2017

Maka persamaan metode distribusi gumbel yang diperoleh tidak dapat diterima untuk menghitung distribusi hujan peluang curah hujan rencana dalam penyusunan perencanaan pengendalian banjir kali kemuning ini.

2. Uji Kesesuaian Distribusi *Smirnov Kolmogorov*

Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov digunakan untuk menguji sumpangan horizontal yaitu selisih/simpangan maksimum antara distribusi empiris dan teoritis sebesar (D_{maks}). dari harga kritis untuk Uji Smirnov Kolmogorov didapatkan (D_{maks}) untuk $n=11$ dengan $\alpha=5\%$ setelah didapatkan dari perhitungan interpolasi adalah 0,396.

Tabel 4.21. Tabel Perhitungan Uji Smirnov - Kolmogorov

Tahun	m	X	PX (%)	P(X<)	F(t)	P'(X)	P'(X<)	D
2004	1	14.25	0.08	0.92	-1.70	0.048	0.953	0.036
2005	2	18.94	0.17	0.83	-1.30	0.209	0.791	-0.042
2012	3	26.16	0.25	0.75	-0.69	0.209	0.791	0.041
2003	4	28.73	0.33	0.67	-0.48	0.348	0.652	-0.015
2009	5	32.03	0.42	0.58	-0.20	0.367	0.633	0.050
2011	6	35.11	0.50	0.50	0.06	0.448	0.552	0.052
2013	7	36.93	0.58	0.42	0.22	0.524	0.476	0.059
2007	8	42.75	0.67	0.33	0.71	0.540	0.460	0.127
2010	9	44.35	0.75	0.25	0.84	0.864	0.136	-0.114
2008	10	45.57	0.83	0.17	0.95	0.879	0.121	-0.046
2006	11	53.09	0.92	0.08	1.58	0.958	0.042	-0.042
Jumlah		377.90						
Rerata		34.35						
Standar Deviasi		11.832						
Dmax		0.1269						
Do		0.396						
					Do > Dmaks			
					Distribusi diterima			

Sumber: Hasil Perhitungan 2017

Karena dari hasil perhitungan didapatkan didapatkan nilai $Do > Dmax$, dengan nilai $Do = 0.390$ sehingga distribusi yang diperoleh dapat diterima untuk menghitung distribusi peluang curah hujan rencana dalam penyusunan tugas rencana dalam penyusunan Tugas Akhir Perencanaan Pengendalian Banjir

4.2.4.2. Uji Kesesuaian *Chi-Square* dan Smirnov-Kolmogorov Metode Distribusi Log

Pearson Type III

1. Uji Kesesuaian Distribusi *Chi-Square*

Persamaan dasar yang digunakan dalam metode distribusi gumbel adalah :

$$X = X_{\text{rerata}} + K \cdot Sd$$

Dari hasil perhitungagn sebelumnya pada tabel 4.14 didapatkan

$$X = 34.354 \text{ mm}$$

$$Sd = 11.832$$

Untuk harga K dapat dilihat pada tabel variable reduksi Gauss dibawah ini:

Tabel 4.22. Variasi Reduksi Gauss

Periode Ulang T	Peluang	K
1.001	0.999	-3.05
1.005	0.995	-2.58
1.010	0.990	-2.33
1.050	0.950	-1.64
1.110	0.900	-1.28
1.250	0.800	-0.84
1.330	0.750	-0.67
1.430	0.700	-0.52
1.670	0.600	-0.25
2.000	0.500	0
2.500	0.400	0.25
3.330	0.300	0.52

Sumber : Soewarno, Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 1

Berdasarkan persamaan garis lurus:

$$X = X_{\text{rerata}} + K \cdot Sd$$

$$= 1.508 + K \cdot 0.173$$

- Untuk $P = 0.75 \rightarrow Rt = 1.508 + (-0.67) \cdot 0.173$

$$= 1.392$$

- Untuk $P = 0.50 \rightarrow Rt = 1.508 + 0 \cdot 0.173$

$$= 1.508$$

- Untuk $P = 0.25 \rightarrow Rt = 1.508 + 0.67 \cdot 0.173$

$$= 1.625$$

Sehingga

Sub group 1 : $Rt < 1.392$

Sub group 2 : $1.392 < Rt < 1.508$

Sub group 3 : $1.508 < Rt < 1.624$

Sub group 4 : $Rt > 1.624$

Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan chi-square

Tabel 4.23 Perhitungan Chi-Square Untuk Metode Distribusi Gumbel

No	Batas Kelas			Jumlah Data		$O_i - E_i$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O_i	E_i		
1	0	$P \leq$	1.392	3	2.75	0.25	0.023
2	1.392	$< P \leq$	1.508	2	2.75	-0.75	0.205
3	1.508	$< P \leq$	1.624	3	2.75	0.25	0.023
4	1.624	$< P \leq$	~	3	2.75	0.25	0.023
				11	11		0.273
Nilai Hitung X^2		0.273					
Nilai Tabel X^2		3.841		Untuk Derajat kebebasan dk = 1 dan Derajat Kepercayaan 5%			
Kesimpulan		Nilai Hitung $X^2 <$ Nilai Tabel X^2		Distribusi diterima			

Sumber : Perhitungan 2017

Maka persamaan metode distribusi Log Pearson Type III yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung distribusi hujan peluang curah hujan rencana dalam penyusunan perencanaan pengendalian banjir kali kemuning ini.

2. Uji Kesesuaian Distribusi *Smirnov Kolmogorov*

Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov digunakan untuk menguji sumpangan horizontal yaitu selisih/simpangan maksimum antara distribusi empiris dan teoritis sebesar (D_{maks}). dari harga kritis untuk Uji Smirnov Kolmogorov didapatkan (D_{maks}) untuk $n=11$ dengan $\alpha=5\%$ setelah didapatkan dari perhitungan interpolasi adalah 0,396.

Tabel 4.24. Tabel Perhitungan Uji Smirnov - Kolmogorov

Tahun	m	X	PX (%)	P(X<)	F(t)	P'(X)	P'(X<)	D
2004	1	14.25	0.08	0.92	-1.70	0.048	0.953	0.036
2005	2	18.94	0.17	0.83	-1.30	0.209	0.791	-0.042
2012	3	26.16	0.25	0.75	-0.69	0.209	0.791	0.041
2003	4	28.73	0.33	0.67	-0.48	0.348	0.652	-0.015
2009	5	32.03	0.42	0.58	-0.20	0.367	0.633	0.050
2011	6	35.11	0.50	0.50	0.06	0.448	0.552	0.052
2013	7	36.93	0.58	0.42	0.22	0.524	0.476	0.059
2007	8	42.75	0.67	0.33	0.71	0.540	0.460	0.127
2010	9	44.35	0.75	0.25	0.84	0.864	0.136	-0.114
2008	10	45.57	0.83	0.17	0.95	0.879	0.121	-0.046
2006	11	53.09	0.92	0.08	1.58	0.958	0.042	-0.042
Jumlah		377.90						
Rerata		34.35						
Standar Deviasi		11.832						
Dmax		0.1269						Do > Dmaks
Do		0.396						Distribusi diterima

Sumber: Hasil Perhitungan 2017

Karena dari hasil perhitungan didapatkan didapatkan nilai $Do > Dmax$, dengan nilai $Do = 0.390$ sehingga distribusi yang diperoleh dapat diterima untuk menghitung distribusi peluang curah hujan rencana dalam penyusunan tugas rencana dalam penyusunan Tugas

Akhir Perencanaan Pengendalian Banjir

4.2.5. Kesimpulan Analisa Frekuensi

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil uji kecocokan chi-square dan smirnov Kolmogorov untuk menentukan persamaan distribusi yang dipakai dalam perhitungan selanjutnya (debit banjir rencana) adalah menggunakan metode Log Pearson Type III karena hanya metode ini yang memenuhi uji kecocokan

Tabel 4.25. Kesimpulan Hasil Distribusi

Persamaan Distribusi	Uji Kecocokan							
	Chi-Square				Smirnov Kolmogorov			
	X ²	Nilai	Xh ²		Dmaks	Nilai	Do	
Metode Distribusi Gumbel	4.64	>	3.841	Not Ok	0.127	<	0.396	Ok
Metode Distribusi Log Pearson Type	0.273	<	3.841	Ok				

Sumber: Hasil Perhitungan 2017

4.2.6. Analisa Debit Banjir Rancangan

4.2.6.1. Koefisien limpasan

Koefisien pengaliran ini tergantung dari penggunaan lahan di daerah aliran. Untuk daerah aliran dimana penggunaan lahannya bervariasi, maka nilai koefisien pengalirannya merupakan gabungan dari variasi penggunaan lahan tersebut.

Berdasarkan studi terdahulu, diperoleh beberapa nilai koefisien pengaliran (C) sebagai berikut:

- ✓ Dinas Pengairan Propinsi Jawa Timur dalam *Studi Run Off Jawa Timur*, tahun 2006. Nilai C = 0,89.
- ✓ Dinas Pengairan Kabupaten Sampang dalam *Studi Pengelolaan Kali Kamoning Untuk Pengendalian Banjir*, tahun 2002. Nilai C = 0,70.

Berdasarkan referensi dari beberapa sumber, diperoleh nilai koefisien pengaliran (C) sebagai berikut:

- ✓ Suyono Sosrodarsono, *Hidrologi Untuk Pengaliran*
 - Daerah pegunungan yang curam, C = 0,75 – 0,90.
 - Daerah pegunungan tersier, C = 0,70 – 0,80.
 - Tanah bergelombang dan hutan, C = 0,50 -0 75.
 - Tanah dataran yang ditanami, C = 0,45 – 0,60.
 - Persawahan yang diari, C = 0,70 – 0,80.
 - Sungai kecil di dataran, C = 0,45 – 0,75.
- ✓ Subarkah, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*
 - Perumahan, 20 rumah/ha, C = 0,50 -0,60.

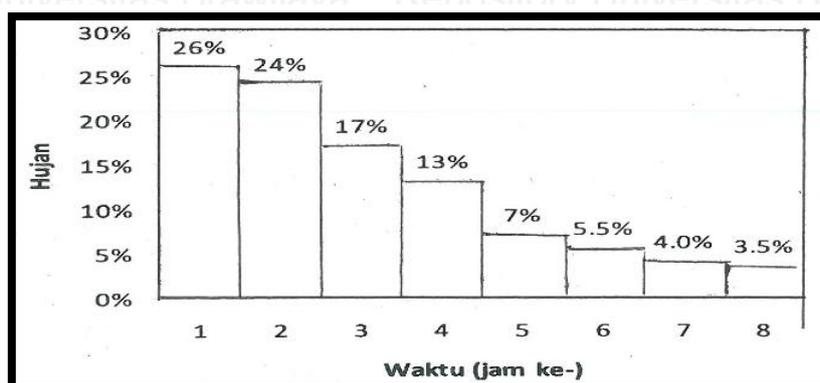
- Perumahan, 20-60 rumah/ha, $C = 0,60 - 0,80$.
- Perumahan, 60-160 rumah/ha, $C = 0,70 - 0,90$.

Dengan memperhitungkan faktor topografi dan kemiringan lahan di Sungai Kemuning, maka diambil nilai tengah untuk koefisien pengaliran (C) sebesar 0,75.

4.2.6.2. Intensitas Hujan

4.2.6.2.1. Distribusi Hujan Jam-jaman

Untuk menghitung distribusi tiap jamnya dalam studi ini menggunakan perumusan Tadashi Tanimoto yang angka distribusinya dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto

Sumber: Triatmodjo, Bambang. 2010:274

Sebagai contoh perhitungan curah hujan efektif dengan distribusi hujan netto jam-jaman Tadashi Tanimoto selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.26

Tabel 4.26. Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto

Tadashi Tanimoto								
Waktu Hujan	1	2	3	4	5	6	7	8
Tinggi muka air (cm)								
% Distribusi hujan tiap jam	26.0	24.0	17.0	13.0	7.0	5.5	4.0	3.5
% Distribusi hujan kumulatif	26.0	50.0	67.0	80.0	87.0	92.5	96.5	100.0

Sumber: Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.27. Perhitungan Curah Hujan Efektif

Kala Ulang	(tahun)	2	5	10	25	50	100
R rencana	(mm)	34.16	45.23	50.82	56.35	60.70	62.32
C		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Rn	(mm)	25.62	33.92	38.11	42.27	45.53	46.74
Jam ke-	Nisbah %						
1	0.260	6.66	8.82	9.91	10.99	11.84	12.15
2	0.240	6.15	8.14	9.15	10.14	10.93	11.22
3	0.170	4.35	5.77	6.48	7.19	7.74	7.95
4	0.130	3.33	4.41	4.95	5.49	5.92	6.08
5	0.070	1.79	2.37	2.67	2.96	3.19	3.27
6	0.055	1.41	1.87	2.10	2.32	2.50	2.57
7	0.040	1.02	1.36	1.52	1.69	1.82	1.87
8	0.035	0.90	1.19	1.33	1.48	1.59	1.64

Sumber : Hasil Perhitungan 2017

Perhitungan Distribusi Hujan dari hasil Tabel 4.27. nantinya akan dipakai untuk perhitungan debit hidrograf satuan sintetik nakayasu.

4.2.6.3. Analisa Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu

Pada kajian ini debit banjir rancangan dihitung dengan menggunakan metode hidrograf satuan sintesis nakayasu dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

- Metode Nakayasu adalah metode yang paling umum digunakan untuk menghitung banjir rancangan pada sungai-sungai besar di pulau Jawa.
- Dengan menggunakan metode ini maka kita dapat melihat hubungan curah hujan terhadap aliran air dalam bentuk hidrograf.

Dalam kajian ini, perhitungan debit banjir rancangan pada DAS Kemuning dengan luas DAS 334,24 km² dan panjang sungai utama sebesar 54.8 km. Berikut adalah contoh perhitungannya:

$$\text{Luas DAS} = 334.24 \text{ Km}^2$$

$$\text{Panjang Sungai Utama (Km)} = 54.8 \text{ Km}$$

$$\text{Hujan netto, } R_o \text{ (mm)} = 1,0 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Parameter Hidrograf } (\alpha) = 3$$

$$\text{Time Lag (Tg)} = 0,4 + (0,058 \times L)$$

$$= 0,4 + 3,178$$

$$= 3,578 \text{ Jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Satuan Waktu Hujan (Tr)} &= 0,75 \times Tg \\ &= 0,75 \times 3,5784 \end{aligned}$$

$$= 2,684 \text{ Jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Time Peak (Tp)} &= Tg + (0,8 \times Tr) \\ &= 3,5784 + (0,8 \times 2,6838) \\ &= 5,725 \text{ di bulatkan } 6 \text{ Jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{0,3} &= \alpha \times Tg \\ &= 3 \times 3,5784 \\ &= 10,735 \text{ Jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Tp + T_{0,3} &= 5,73 + 10,735 \\ &= 16,461 \text{ di bulatkan } 16 \text{ Jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Tp + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3} &= 5,73 + 10,735 + 16,103 \\ &= 32,562 \text{ Jam di bulatkan } 33 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$Q_p = \frac{A \times R_o}{3.6 (0.3 Tp + T_{0,3})} = \frac{334,24 \times 1}{3.6 (0.3 \times 5,73 + 10,735)}$$

$$= 7,456 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Mencari Ordinat Hidrograf

$$1. 0 < t < T_p$$

$$Q_t = Q_p \times (t/T_p)^{2,4}$$

$$2. T_p < t < (T_p + T_{0,3})$$

$$Q_t = Q_p \times (0,3)^{(t-T_p)/T_{0,3}}$$

$$3. (T_p + T_{0,3}) < t < (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}) = 16 < t < 33$$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5 T_{0,3})]/(1,5 T_{0,3})}$$

$$4. T > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}) = t > 33$$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5 T_{0,3})]/(2 T_{0,3})}$$

Dari hidrograf satuan berikut kemudian dapat dihitung hidrograf banjir untuk berbagai kala ulang yaitu dengan mengalikan curah hujan efektif. Rekapitulasi hasil perhitungan banjir rancangan untuk berbagai kala ulang untuk Kemuning Hilir disajikan pada Tabel 4.29.

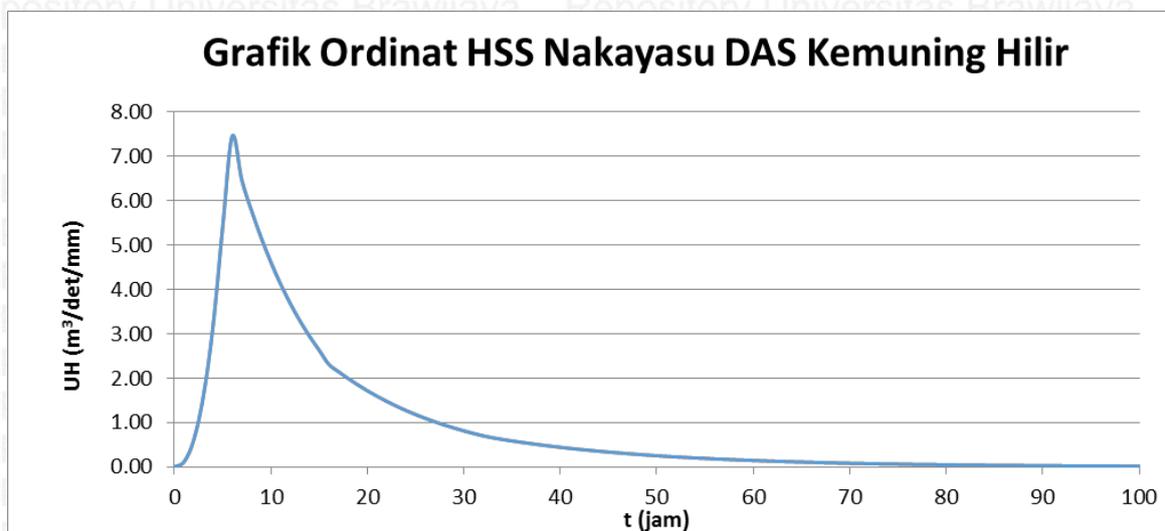
Tabel 4.28. Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

t (jam)	Ordinat	Keterangan	t (jam)	Ordinat	Keterangan
0	0.000		51	0.239	
1	0.113		52	0.226	
2	0.597	Qa	53	0.213	
3	1.581		54	0.202	
4	3.153		55	0.191	
5	5.386		56	0.180	
6	7.456	Op	57	0.170	
7	6.463		58	0.161	
8	5.777		59	0.152	
9	5.164		60	0.144	
10	4.616		61	0.136	
11	4.127	Qd 1	62	0.129	
12	3.689		63	0.122	
13	3.297		64	0.115	
14	2.948		65	0.109	
15	2.635		66	0.103	
16	2.315		67	0.097	
17	2.148		68	0.092	
18	1.994		69	0.087	
19	1.850		70	0.082	
20	1.717		71	0.078	
21	1.593		72	0.074	
22	1.478		73	0.069	
23	1.372		74	0.066	
24	1.273	Qd 2	75	0.062	Qd 3
25	1.181		76	0.059	
26	1.096		77	0.056	
27	1.017		78	0.053	
28	0.944		79	0.050	
29	0.876		80	0.047	
30	0.813		81	0.044	
31	0.754		82	0.042	
32	0.700		83	0.040	
33	0.655		84	0.038	
34	0.619		85	0.035	
35	0.585		86	0.034	
36	0.553		87	0.032	
37	0.523		88	0.030	
38	0.495		89	0.028	
39	0.468		90	0.027	
40	0.442		91	0.025	
41	0.418	Qd 3	92	0.024	
42	0.395		93	0.023	
43	0.374		94	0.021	
44	0.353		95	0.020	
45	0.334		96	0.019	
46	0.316		97	0.018	
47	0.299		98	0.017	
48	0.282		99	0.016	
49	0.267		100	0.015	
50	0.252			Jumlah	91.864

Sumber : Perhitungan 2017

Kontrol Hidrograf satuan:

$$\begin{aligned} \text{Hujan efektif} &= \frac{\text{Volume Hidrograf } m^3}{\text{Luas DAS } m^2} = 1mm \\ &= \frac{91,864 \times 3600}{334,24 \times 1,000,000} \\ &= 0,001 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 4.7 Grafik Ordinasi HSS Nakayasu Sungai Kemuning Hilir

Sumber: Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.29. Rekapitulasi Debit Dengan Kala Ulang 2 tahun (Sungai Kemuning Hilir)

t	U (t,1)	Q akibat hujan netto (m ³ /det)								Base Flow	Q banjir
		6.66	6.15	4.35	3.33	1.79	1.41	1.02	0.90	m ³ /det	m ³ /det
0	0.00	0.00								3.65	3.65
1	0.11	0.75	0.00							3.65	4.52
2	0.60	3.98	0.70	0.00						3.65	8.93
3	1.58	10.53	3.67	0.49	0.00					3.65	19.93
4	3.15	21.00	9.72	2.60	0.38	0.00				3.65	40.50
5	5.39	35.87	19.38	6.88	1.99	0.20	0.00			3.65	73.37
6	7.46	49.66	33.11	13.73	5.26	1.07	0.16	0.00		3.65	114.11
7	6.46	43.04	45.84	23.46	10.50	2.83	0.84	0.12	0.00	3.65	136.75
8	5.78	38.48	39.73	32.47	17.94	5.65	2.23	0.61	0.10	3.65	146.64
9	5.16	34.40	35.52	28.14	24.83	9.66	4.44	1.62	0.54	3.65	147.96
10	4.62	30.75	31.75	25.16	21.52	13.37	7.59	3.23	1.42	3.65	143.05
11	4.13	27.48	28.38	22.49	19.24	11.59	10.50	5.52	2.83	3.65	135.81
12	3.69	24.57	25.37	20.10	17.20	10.36	9.11	7.64	4.83	3.65	126.52
13	3.30	21.96	22.68	17.97	15.37	9.26	8.14	6.62	6.68	3.65	115.64
14	2.95	19.63	20.27	16.06	13.74	8.28	7.28	5.92	5.79	3.65	103.58
15	2.63	17.55	18.12	14.36	12.28	7.40	6.50	5.29	5.18	3.65	92.98
16	2.32	15.42	16.20	12.84	10.98	6.61	5.81	4.73	4.63	3.65	83.19
17	2.15	14.31	14.23	11.47	9.82	5.91	5.20	4.23	4.14	3.65	75.11
18	1.99	13.28	13.21	10.08	8.77	5.29	4.65	3.78	3.70	3.65	68.40
19	1.85	12.32	12.26	9.36	7.71	4.72	4.15	3.38	3.31	3.65	62.71
20	1.72	11.43	11.37	8.68	7.15	4.15	3.71	3.02	2.96	3.65	57.86
21	1.59	10.61	10.55	8.06	6.64	3.85	3.26	2.70	2.64	3.65	53.56
22	1.48	9.85	9.79	7.48	6.16	3.57	3.03	2.37	2.36	3.65	49.75
23	1.37	9.14	9.09	6.94	5.72	3.32	2.81	2.20	2.08	3.65	46.31
24	1.27	8.48	8.43	6.44	5.31	3.08	2.61	2.04	1.93	3.65	43.24
25	1.18	7.87	7.83	5.97	4.92	2.86	2.42	1.90	1.79	3.65	40.38
26	1.10	7.30	7.26	5.54	4.57	2.65	2.24	1.76	1.66	3.65	37.74
27	1.02	6.77	6.74	5.14	4.24	2.46	2.08	1.63	1.54	3.65	35.28
28	0.94	6.29	6.25	4.77	3.93	2.28	1.93	1.51	1.43	3.65	33.00
29	0.88	5.83	5.80	4.43	3.65	2.12	1.79	1.41	1.33	3.65	30.89
30	0.81	5.41	5.39	4.11	3.39	1.97	1.66	1.30	1.23	3.65	28.93
31	0.75	5.02	5.00	3.81	3.14	1.82	1.54	1.21	1.14	3.65	27.11
32	0.70	4.66	4.64	3.54	2.92	1.69	1.43	1.12	1.06	3.65	25.42
33	0.65	4.36	4.30	3.28	2.71	1.57	1.33	1.04	0.98	3.65	23.89
34	0.62	4.12	4.03	3.05	2.51	1.46	1.23	0.97	0.91	3.65	22.55
35	0.59	3.90	3.81	2.85	2.33	1.35	1.15	0.90	0.85	3.65	21.37
36	0.55	3.69	3.60	2.70	2.18	1.26	1.06	0.83	0.79	3.65	20.30
37	0.52	3.48	3.40	2.55	2.06	1.17	0.99	0.77	0.73	3.65	19.34
38	0.49	3.29	3.22	2.41	1.95	1.11	0.92	0.72	0.68	3.65	18.45
39	0.47	3.12	3.04	2.28	1.84	1.05	0.87	0.67	0.63	3.65	17.62
40	0.44	2.95	2.88	2.15	1.74	0.99	0.82	0.63	0.59	3.65	16.85
41	0.42	2.78	2.72	2.04	1.65	0.94	0.78	0.60	0.56	3.65	16.13
42	0.40	2.63	2.57	1.93	1.56	0.89	0.74	0.57	0.52	3.65	15.45
43	0.37	2.49	2.43	1.82	1.47	0.84	0.70	0.54	0.50	3.65	14.81
44	0.35	2.35	2.30	1.72	1.39	0.79	0.66	0.51	0.47	3.65	14.20
45	0.33	2.23	2.17	1.63	1.32	0.75	0.62	0.48	0.44	3.65	13.63
46	0.32	2.10	2.05	1.54	1.24	0.71	0.59	0.45	0.42	3.65	13.08
47	0.30	1.99	1.94	1.45	1.18	0.67	0.56	0.43	0.40	3.65	12.57
48	0.28	1.88	1.84	1.38	1.11	0.63	0.53	0.41	0.37	3.65	12.08

Sumber: Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.30. Rekapitulasi Debit Dengan Kala Ulang 5 tahun (Sungai Kemuning Hilir)

t	U (t,1)	Q akibat hujan netto (m ³ /det)								Base Flow	Q banjir
		8.82	8.14	5.77	4.41	2.37	1.87	1.36	1.19	m ³ /det	m ³ /det
0	0.00	0.00								3.65	3.65
1	0.11	1.00	0.00							3.65	4.77
2	0.60	5.27	0.92	0.00						3.65	10.44
3	1.58	13.94	4.86	0.65	0.00					3.65	24.69
4	3.15	27.81	12.87	3.44	0.50	0.00				3.65	51.43
5	5.39	47.50	25.67	9.12	2.63	0.27	0.00			3.65	94.23
6	7.46	65.76	43.85	18.18	6.97	1.42	0.21	0.00		3.65	147.50
7	6.46	57.00	60.70	31.06	13.90	3.75	1.11	0.15	0.00	3.65	177.80
8	5.78	50.95	52.61	42.99	23.75	7.49	2.95	0.81	0.13	3.65	191.12
9	5.16	45.55	47.03	37.27	32.88	12.79	5.88	2.14	0.71	3.65	193.07
10	4.62	40.71	42.04	33.31	28.50	17.70	10.05	4.28	1.88	3.65	186.74
11	4.13	36.39	37.58	29.78	25.48	15.35	13.91	7.31	3.74	3.65	177.32
12	3.69	32.53	33.59	26.62	22.77	13.72	12.06	10.12	6.39	3.65	165.15
13	3.30	29.08	30.03	23.80	20.36	12.26	10.78	8.77	8.85	3.65	150.88
14	2.95	26.00	26.84	21.27	18.20	10.96	9.63	7.84	7.67	3.65	135.02
15	2.63	23.24	24.00	19.01	16.27	9.80	8.61	7.01	6.86	3.65	121.08
16	2.32	20.42	21.45	17.00	14.54	8.76	7.70	6.26	6.13	3.65	108.23
17	2.15	18.95	18.85	15.19	13.00	7.83	6.88	5.60	5.48	3.65	97.58
18	1.99	17.58	17.49	13.35	11.62	7.00	6.15	5.01	4.90	3.65	88.74
19	1.85	16.32	16.23	12.39	10.21	6.26	5.50	4.47	4.38	3.65	81.26
20	1.72	15.14	15.06	11.50	9.47	5.50	4.92	4.00	3.91	3.65	74.87
21	1.59	14.05	13.98	10.67	8.79	5.10	4.32	3.58	3.50	3.65	69.23
22	1.48	13.04	12.97	9.90	8.16	4.73	4.01	3.14	3.13	3.65	64.21
23	1.37	12.10	12.03	9.19	7.57	4.39	3.72	2.91	2.75	3.65	59.69
24	1.27	11.23	11.17	8.52	7.02	4.08	3.45	2.70	2.55	3.65	55.65
25	1.18	10.42	10.36	7.91	6.52	3.78	3.20	2.51	2.37	3.65	51.91
26	1.10	9.67	9.62	7.34	6.05	3.51	2.97	2.33	2.20	3.65	48.43
27	1.02	8.97	8.92	6.81	5.61	3.26	2.76	2.16	2.04	3.65	45.21
28	0.94	8.32	8.28	6.32	5.21	3.02	2.56	2.01	1.89	3.65	42.21
29	0.88	7.72	7.68	5.87	4.83	2.80	2.37	1.86	1.76	3.65	39.43
30	0.81	7.17	7.13	5.44	4.49	2.60	2.20	1.73	1.63	3.65	36.86
31	0.75	6.65	6.62	5.05	4.16	2.42	2.04	1.60	1.51	3.65	34.46
32	0.70	6.17	6.14	4.69	3.86	2.24	1.90	1.49	1.40	3.65	32.25
33	0.65	5.77	5.70	4.35	3.58	2.08	1.76	1.38	1.30	3.65	30.24
34	0.62	5.46	5.33	4.04	3.33	1.93	1.63	1.28	1.21	3.65	28.48
35	0.59	5.16	5.04	3.78	3.09	1.79	1.52	1.19	1.12	3.65	26.92
36	0.55	4.88	4.77	3.57	2.89	1.66	1.41	1.10	1.04	3.65	25.52
37	0.52	4.61	4.51	3.38	2.73	1.55	1.31	1.02	0.96	3.65	24.25
38	0.49	4.36	4.26	3.19	2.58	1.47	1.22	0.95	0.90	3.65	23.08
39	0.47	4.13	4.03	3.02	2.44	1.39	1.16	0.89	0.83	3.65	22.00
40	0.44	3.90	3.81	2.85	2.31	1.31	1.09	0.84	0.78	3.65	20.99
41	0.42	3.69	3.60	2.70	2.18	1.24	1.03	0.79	0.74	3.65	20.04
42	0.40	3.49	3.40	2.55	2.06	1.17	0.98	0.75	0.69	3.65	19.15
43	0.37	3.30	3.22	2.41	1.95	1.11	0.92	0.71	0.66	3.65	18.30
44	0.35	3.12	3.04	2.28	1.84	1.05	0.87	0.67	0.62	3.65	17.50
45	0.33	2.95	2.88	2.16	1.74	0.99	0.83	0.63	0.59	3.65	16.75
46	0.32	2.79	2.72	2.04	1.65	0.94	0.78	0.60	0.56	3.65	16.04
47	0.30	2.63	2.57	1.93	1.56	0.89	0.74	0.57	0.53	3.65	15.36
48	0.28	2.49	2.43	1.82	1.47	0.84	0.70	0.54	0.50	3.65	14.72

Sumber: Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.31. Rekapitulasi Debit Dengan Kala Ulang 10 tahun (Sungai Kemuning Hilir)

t	U (t,1)	Q akibat hujan netto (m ³ /det)								Base Flow	Q banjir
		9.91	9.15	6.48	4.95	2.67	2.10	1.52	1.33	m ³ /det	m ³ /det
0	0.00	0.00								3.65	3.65
1	0.11	1.12	0.00							3.65	4.89
2	0.60	5.92	1.04	0.00						3.65	11.21
3	1.58	15.66	5.46	0.73	0.00					3.65	27.10
4	3.15	31.24	14.46	3.87	0.56	0.00				3.65	56.94
5	5.39	53.37	28.84	10.24	2.96	0.30	0.00			3.65	104.76
6	7.46	73.88	49.27	20.43	7.83	1.59	0.24	0.00		3.65	164.35
7	6.46	64.04	68.20	34.90	15.62	4.22	1.25	0.17	0.00	3.65	198.52
8	5.78	57.25	59.12	48.31	26.69	8.41	3.31	0.91	0.15	3.65	213.58
9	5.16	51.17	52.84	41.87	36.94	14.37	6.61	2.41	0.80	3.65	215.84
10	4.62	45.74	47.24	37.43	32.02	19.89	11.29	4.81	2.11	3.65	208.80
11	4.13	40.89	42.23	33.46	28.62	17.24	15.63	8.21	4.21	3.65	198.27
12	3.69	36.55	37.75	29.91	25.59	15.41	13.55	11.37	7.18	3.65	184.65
13	3.30	32.68	33.74	26.74	22.87	13.78	12.11	9.85	9.95	3.65	168.66
14	2.95	29.21	30.16	23.90	20.45	12.32	10.83	8.81	8.62	3.65	150.89
15	2.63	26.11	26.96	21.36	18.28	11.01	9.68	7.87	7.71	3.65	135.27
16	2.32	22.94	24.10	19.10	16.34	9.84	8.65	7.04	6.89	3.65	120.87
17	2.15	21.29	21.18	17.07	14.60	8.80	7.73	6.29	6.16	3.65	108.92
18	1.99	19.76	19.65	15.00	13.06	7.86	6.91	5.62	5.50	3.65	99.01
19	1.85	18.33	18.24	13.92	11.47	7.03	6.18	5.03	4.92	3.65	90.62
20	1.72	17.01	16.92	12.92	10.64	6.18	5.52	4.49	4.40	3.65	83.46
21	1.59	15.79	15.70	11.99	9.88	5.73	4.85	4.02	3.93	3.65	77.13
22	1.48	14.65	14.57	11.12	9.17	5.32	4.50	3.53	3.51	3.65	71.51
23	1.37	13.59	13.52	10.32	8.51	4.94	4.18	3.28	3.09	3.65	66.45
24	1.27	12.61	12.55	9.58	7.89	4.58	3.88	3.04	2.87	3.65	61.92
25	1.18	11.71	11.64	8.89	7.32	4.25	3.60	2.82	2.66	3.65	57.72
26	1.10	10.86	10.80	8.25	6.80	3.94	3.34	2.62	2.47	3.65	53.83
27	1.02	10.08	10.03	7.65	6.31	3.66	3.10	2.43	2.29	3.65	50.21
28	0.94	9.35	9.30	7.10	5.85	3.40	2.88	2.25	2.13	3.65	46.86
29	0.88	8.68	8.63	6.59	5.43	3.15	2.67	2.09	1.97	3.65	43.75
30	0.81	8.05	8.01	6.12	5.04	2.92	2.48	1.94	1.83	3.65	40.86
31	0.75	7.47	7.43	5.68	4.68	2.71	2.30	1.80	1.70	3.65	38.18
32	0.70	6.94	6.90	5.27	4.34	2.52	2.13	1.67	1.58	3.65	35.69
33	0.65	6.49	6.40	4.89	4.03	2.34	1.98	1.55	1.46	3.65	33.44
34	0.62	6.13	5.99	4.53	3.74	2.17	1.84	1.44	1.36	3.65	31.47
35	0.59	5.80	5.66	4.24	3.47	2.01	1.70	1.34	1.26	3.65	29.72
36	0.55	5.48	5.35	4.01	3.24	1.87	1.58	1.24	1.17	3.65	28.16
37	0.52	5.18	5.06	3.79	3.07	1.75	1.47	1.15	1.08	3.65	26.73
38	0.49	4.90	4.79	3.59	2.90	1.65	1.37	1.07	1.01	3.65	25.42
39	0.47	4.63	4.53	3.39	2.74	1.56	1.30	1.00	0.93	3.65	24.21
40	0.44	4.38	4.28	3.21	2.59	1.48	1.23	0.94	0.87	3.65	23.08
41	0.42	4.14	4.04	3.03	2.45	1.40	1.16	0.89	0.83	3.65	22.02
42	0.40	3.92	3.82	2.87	2.32	1.32	1.10	0.84	0.78	3.65	21.01
43	0.37	3.70	3.62	2.71	2.19	1.25	1.04	0.80	0.74	3.65	20.07
44	0.35	3.50	3.42	2.56	2.07	1.18	0.98	0.75	0.70	3.65	19.17
45	0.33	3.31	3.23	2.42	1.96	1.12	0.93	0.71	0.66	3.65	18.33
46	0.32	3.13	3.06	2.29	1.85	1.05	0.88	0.67	0.62	3.65	17.53
47	0.30	2.96	2.89	2.16	1.75	1.00	0.83	0.64	0.59	3.65	16.77
48	0.28	2.80	2.73	2.05	1.66	0.94	0.78	0.60	0.56	3.65	16.05

Sumber: Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.32. Rekapitulasi Debit Dengan Kala Ulang 25 tahun (Sungai Kemuning Hilir)

t	U (t,1)	Q akibat hujan netto (m ³ /det)								Base Flow	Q banjir
		10.99	10.14	7.19	5.49	2.96	2.32	1.69	1.48	m ³ /det	m ³ /det
0	0.00	0.00								3.65	3.65
1	0.11	1.24	0.00							3.65	5.01
2	0.60	6.56	1.15	0.00						3.65	11.96
3	1.58	17.37	6.06	0.81	0.00					3.65	29.48
4	3.15	34.65	16.03	4.29	0.62	0.00				3.65	62.40
5	5.39	59.19	31.98	11.36	3.28	0.33	0.00			3.65	115.18
6	7.46	81.93	54.64	22.65	8.69	1.77	0.26	0.00		3.65	181.05
7	6.46	71.02	75.63	38.70	17.32	4.68	1.39	0.19	0.00	3.65	219.04
8	5.78	63.48	65.56	53.57	29.59	9.33	3.67	1.01	0.17	3.65	235.81
9	5.16	56.75	58.60	46.44	40.97	15.94	7.33	2.67	0.88	3.65	238.39
10	4.62	50.73	52.38	41.51	35.51	22.06	12.52	5.33	2.34	3.65	230.65
11	4.13	45.35	46.83	37.10	31.74	19.12	17.33	9.11	4.66	3.65	219.02
12	3.69	40.54	41.86	33.17	28.37	17.09	15.02	12.60	7.97	3.65	203.97
13	3.30	36.24	37.42	29.65	25.36	15.28	13.43	10.93	11.03	3.65	186.28
14	2.95	32.39	33.45	26.50	22.67	13.66	12.00	9.77	9.56	3.65	166.61
15	2.63	28.95	29.90	23.69	20.27	12.21	10.73	8.73	8.55	3.65	149.32
16	2.32	25.44	26.73	21.18	18.12	10.91	9.59	7.80	7.64	3.65	133.38
17	2.15	23.61	23.48	18.93	16.20	9.76	8.57	6.98	6.83	3.65	120.16
18	1.99	21.91	21.79	16.63	14.48	8.72	7.67	6.24	6.10	3.65	109.18
19	1.85	20.33	20.22	15.44	12.72	7.80	6.85	5.57	5.46	3.65	99.89
20	1.72	18.86	18.77	14.32	11.80	6.85	6.12	4.98	4.88	3.65	91.96
21	1.59	17.51	17.41	13.29	10.95	6.36	5.38	4.45	4.36	3.65	84.96
22	1.48	16.24	16.16	12.33	10.16	5.90	4.99	3.91	3.90	3.65	78.74
23	1.37	15.07	14.99	11.45	9.43	5.47	4.63	3.63	3.42	3.65	73.14
24	1.27	13.99	13.91	10.62	8.75	5.08	4.30	3.37	3.18	3.65	68.13
25	1.18	12.98	12.91	9.86	8.12	4.71	3.99	3.13	2.95	3.65	63.49
26	1.10	12.05	11.98	9.15	7.54	4.37	3.70	2.90	2.74	3.65	59.18
27	1.02	11.18	11.12	8.49	6.99	4.06	3.44	2.69	2.54	3.65	55.18
28	0.94	10.37	10.32	7.88	6.49	3.77	3.19	2.50	2.36	3.65	51.46
29	0.88	9.63	9.57	7.31	6.02	3.49	2.96	2.32	2.19	3.65	48.02
30	0.81	8.93	8.88	6.78	5.59	3.24	2.75	2.15	2.03	3.65	44.82
31	0.75	8.29	8.24	6.29	5.19	3.01	2.55	2.00	1.88	3.65	41.86
32	0.70	7.69	7.65	5.84	4.81	2.79	2.36	1.85	1.75	3.65	39.11
33	0.65	7.20	7.10	5.42	4.47	2.59	2.19	1.72	1.62	3.65	36.62
34	0.62	6.80	6.64	5.03	4.14	2.40	2.04	1.60	1.50	3.65	34.43
35	0.59	6.43	6.28	4.70	3.85	2.23	1.89	1.48	1.40	3.65	32.50
36	0.55	6.08	5.94	4.45	3.60	2.07	1.75	1.37	1.30	3.65	30.77
37	0.52	5.75	5.61	4.21	3.40	1.94	1.63	1.28	1.20	3.65	29.19
38	0.49	5.44	5.31	3.98	3.22	1.83	1.52	1.18	1.12	3.65	27.74
39	0.47	5.14	5.02	3.76	3.04	1.73	1.44	1.11	1.04	3.65	26.39
40	0.44	4.86	4.74	3.55	2.87	1.64	1.36	1.05	0.97	3.65	25.14
41	0.42	4.59	4.49	3.36	2.72	1.55	1.29	0.99	0.92	3.65	23.97
42	0.40	4.34	4.24	3.18	2.57	1.46	1.22	0.94	0.87	3.65	22.86
43	0.37	4.11	4.01	3.00	2.43	1.38	1.15	0.88	0.82	3.65	21.82
44	0.35	3.88	3.79	2.84	2.30	1.31	1.09	0.84	0.77	3.65	20.83
45	0.33	3.67	3.58	2.69	2.17	1.24	1.03	0.79	0.73	3.65	19.89
46	0.32	3.47	3.39	2.54	2.05	1.17	0.97	0.75	0.69	3.65	19.00
47	0.30	3.28	3.20	2.40	1.94	1.11	0.92	0.71	0.65	3.65	18.17
48	0.28	3.10	3.03	2.27	1.84	1.05	0.87	0.67	0.62	3.65	17.38

Sumber: Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.33. Rekapitulasi Debit Dengan Kala Ulang 50 tahun (Sungai Kemuning Hilir)

t	U (t,1)	Q akibat hujan netto (m ³ /det)								Base Flow	Q banjir
		11.84	10.93	7.74	5.92	3.19	2.50	1.82	1.59	m ³ /det	m ³ /det
0	0.00	0.00								3.65	3.65
1	0.11	1.34	0.00							3.65	5.11
2	0.60	7.07	1.24	0.00						3.65	12.56
3	1.58	18.71	6.53	0.88	0.00					3.65	31.35
4	3.15	37.32	17.27	4.62	0.67	0.00				3.65	66.69
5	5.39	63.76	34.45	12.23	3.54	0.36	0.00			3.65	123.38
6	7.46	88.26	58.85	24.40	9.36	1.90	0.28	0.00		3.65	194.17
7	6.46	76.50	81.47	41.69	18.66	5.04	1.50	0.21	0.00	3.65	235.17
8	5.78	68.39	70.62	57.71	31.88	10.05	3.96	1.09	0.18	3.65	253.29
9	5.16	61.13	63.12	50.02	44.13	17.17	7.89	2.88	0.95	3.65	256.11
10	4.62	54.64	56.43	44.71	38.25	23.76	13.49	5.74	2.52	3.65	247.82
11	4.13	48.85	50.44	39.97	34.19	20.60	18.67	9.81	5.02	3.65	235.33
12	3.69	43.67	45.09	35.73	30.57	18.41	16.18	13.58	8.58	3.65	219.15
13	3.30	39.03	40.31	31.94	27.32	16.46	14.47	11.77	11.88	3.65	200.13
14	2.95	34.89	36.03	28.55	24.42	14.71	12.93	10.52	10.30	3.65	178.96
15	2.63	31.19	32.21	25.52	21.83	13.15	11.56	9.40	9.21	3.65	160.36
16	2.32	27.40	28.79	22.81	19.52	11.76	10.33	8.41	8.23	3.65	143.22
17	2.15	25.43	25.30	20.39	17.45	10.51	9.24	7.51	7.36	3.65	128.99
18	1.99	23.60	23.47	17.92	15.59	9.39	8.26	6.72	6.58	3.65	117.18
19	1.85	21.90	21.78	16.63	13.70	8.40	7.38	6.01	5.88	3.65	107.18
20	1.72	20.32	20.21	15.43	12.72	7.38	6.60	5.37	5.25	3.65	98.65
21	1.59	18.86	18.76	14.32	11.80	6.85	5.80	4.80	4.70	3.65	91.12
22	1.48	17.50	17.41	13.29	10.95	6.35	5.38	4.22	4.20	3.65	84.42
23	1.37	16.24	16.15	12.33	10.16	5.90	4.99	3.91	3.69	3.65	78.40
24	1.27	15.07	14.99	11.44	9.43	5.47	4.63	3.63	3.42	3.65	73.01
25	1.18	13.98	13.91	10.62	8.75	5.08	4.30	3.37	3.18	3.65	68.01
26	1.10	12.98	12.91	9.85	8.12	4.71	3.99	3.13	2.95	3.65	63.38
27	1.02	12.04	11.98	9.14	7.53	4.37	3.70	2.90	2.74	3.65	59.08
28	0.94	11.17	11.11	8.48	6.99	4.06	3.43	2.69	2.54	3.65	55.08
29	0.88	10.37	10.31	7.87	6.49	3.76	3.19	2.50	2.36	3.65	51.38
30	0.81	9.62	9.57	7.31	6.02	3.49	2.96	2.32	2.19	3.65	47.94
31	0.75	8.93	8.88	6.78	5.59	3.24	2.74	2.15	2.03	3.65	44.75
32	0.70	8.28	8.24	6.29	5.18	3.01	2.55	2.00	1.88	3.65	41.79
33	0.65	7.75	7.65	5.84	4.81	2.79	2.36	1.85	1.75	3.65	39.11
34	0.62	7.33	7.15	5.42	4.46	2.59	2.19	1.72	1.62	3.65	36.76
35	0.59	6.93	6.76	5.07	4.14	2.40	2.04	1.60	1.50	3.65	34.68
36	0.55	6.55	6.40	4.79	3.88	2.23	1.89	1.48	1.40	3.65	32.82
37	0.52	6.19	6.05	4.53	3.66	2.09	1.75	1.37	1.30	3.65	31.12
38	0.49	5.86	5.72	4.28	3.46	1.97	1.64	1.27	1.20	3.65	29.56
39	0.47	5.54	5.41	4.05	3.28	1.87	1.55	1.19	1.12	3.65	28.11
40	0.44	5.23	5.11	3.83	3.10	1.76	1.47	1.13	1.04	3.65	26.77
41	0.42	4.95	4.83	3.62	2.93	1.67	1.39	1.07	0.99	3.65	25.51
42	0.40	4.68	4.57	3.42	2.77	1.58	1.31	1.01	0.93	3.65	24.32
43	0.37	4.42	4.32	3.24	2.62	1.49	1.24	0.95	0.88	3.65	23.19
44	0.35	4.18	4.08	3.06	2.47	1.41	1.17	0.90	0.83	3.65	22.12
45	0.33	3.95	3.86	2.89	2.34	1.33	1.11	0.85	0.79	3.65	21.12
46	0.32	3.74	3.65	2.73	2.21	1.26	1.05	0.81	0.75	3.65	20.16
47	0.30	3.54	3.45	2.59	2.09	1.19	0.99	0.76	0.70	3.65	19.26
48	0.28	3.34	3.26	2.44	1.98	1.13	0.94	0.72	0.67	3.65	18.41

Sumber: Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.34. Rekapitulasi Debit Dengan Kala Ulang 100 tahun (Sungai Kemuning Hilir)

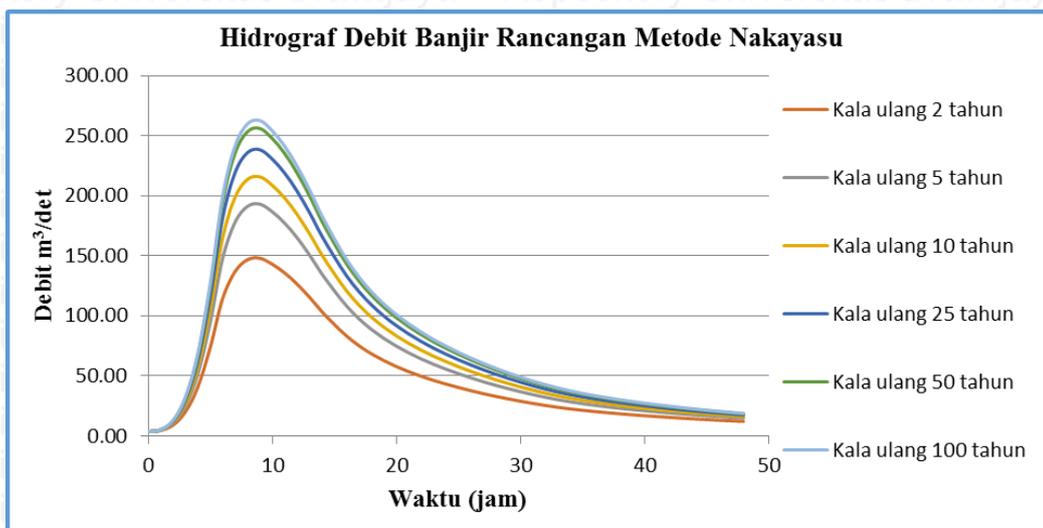
t	U (t,1)	Q akibat hujan netto (m ³ /det)								Base Flow	Q banjir
		12.15	11.22	7.95	6.08	3.27	2.57	1.87	1.64	m ³ /det	m ³ /det
0	0.00	0.00								3.65	3.65
1	0.11	1.38	0.00							3.65	5.14
2	0.60	7.26	1.27	0.00						3.65	12.78
3	1.58	19.21	6.70	0.90	0.00					3.65	32.04
4	3.15	38.31	17.73	4.75	0.69	0.00				3.65	68.29
5	5.39	65.45	35.37	12.56	3.63	0.37	0.00			3.65	126.42
6	7.46	90.60	60.42	25.05	9.60	1.95	0.29	0.00		3.65	199.03
7	6.46	78.54	83.63	42.80	19.16	5.17	1.54	0.21	0.00	3.65	241.16
8	5.78	70.20	72.49	59.24	32.73	10.32	4.06	1.12	0.19	3.65	259.78
9	5.16	62.76	64.80	51.35	45.30	17.62	8.10	2.96	0.98	3.65	262.69
10	4.62	56.10	57.93	45.90	39.27	24.39	13.85	5.89	2.59	3.65	254.19
11	4.13	50.15	51.78	41.03	35.10	21.14	19.17	10.07	5.16	3.65	241.38
12	3.69	44.83	46.29	36.68	31.38	18.90	16.61	13.94	8.81	3.65	224.78
13	3.30	40.07	41.38	32.79	28.05	16.90	14.85	12.08	12.20	3.65	205.26
14	2.95	35.82	36.99	29.31	25.07	15.10	13.28	10.80	10.57	3.65	183.54
15	2.63	32.02	33.06	26.20	22.41	13.50	11.87	9.65	9.45	3.65	164.46
16	2.32	28.13	29.56	23.42	20.04	12.07	10.61	8.63	8.45	3.65	146.87
17	2.15	26.11	25.97	20.94	17.91	10.79	9.48	7.71	7.55	3.65	132.26
18	1.99	24.23	24.10	18.40	16.01	9.64	8.48	6.90	6.75	3.65	120.14
19	1.85	22.48	22.36	17.07	14.07	8.62	7.58	6.16	6.03	3.65	109.88
20	1.72	20.86	20.75	15.84	13.05	7.57	6.77	5.51	5.39	3.65	101.13
21	1.59	19.36	19.26	14.70	12.11	7.03	5.95	4.93	4.82	3.65	93.40
22	1.48	17.96	17.87	13.64	11.24	6.52	5.52	4.33	4.31	3.65	86.53
23	1.37	16.67	16.58	12.66	10.43	6.05	5.12	4.02	3.79	3.65	80.35
24	1.27	15.47	15.39	11.75	9.68	5.62	4.76	3.73	3.51	3.65	74.82
25	1.18	14.35	14.28	10.90	8.98	5.21	4.41	3.46	3.26	3.65	69.69
26	1.10	13.32	13.25	10.11	8.33	4.84	4.10	3.21	3.03	3.65	64.94
27	1.02	12.36	12.30	9.39	7.73	4.49	3.80	2.98	2.81	3.65	60.52
28	0.94	11.47	11.41	8.71	7.18	4.16	3.53	2.76	2.61	3.65	56.43
29	0.88	10.64	10.59	8.08	6.66	3.86	3.27	2.56	2.42	3.65	52.62
30	0.81	9.88	9.83	7.50	6.18	3.59	3.04	2.38	2.24	3.65	49.10
31	0.75	9.17	9.12	6.96	5.74	3.33	2.82	2.21	2.08	3.65	45.82
32	0.70	8.51	8.46	6.46	5.32	3.09	2.61	2.05	1.93	3.65	42.78
33	0.65	7.96	7.85	5.99	4.94	2.87	2.43	1.90	1.79	3.65	40.04
34	0.62	7.52	7.35	5.56	4.58	2.66	2.25	1.76	1.66	3.65	37.63
35	0.59	7.11	6.94	5.20	4.25	2.47	2.09	1.64	1.54	3.65	35.49
36	0.55	6.73	6.57	4.92	3.98	2.29	1.94	1.52	1.43	3.65	33.58
37	0.52	6.36	6.21	4.65	3.76	2.14	1.80	1.41	1.33	3.65	31.84
38	0.49	6.01	5.87	4.40	3.56	2.03	1.68	1.31	1.23	3.65	30.23
39	0.47	5.68	5.55	4.16	3.36	1.92	1.59	1.22	1.14	3.65	28.75
40	0.44	5.37	5.25	3.93	3.18	1.81	1.50	1.16	1.07	3.65	27.37
41	0.42	5.08	4.96	3.72	3.01	1.71	1.42	1.09	1.01	3.65	26.08
42	0.40	4.80	4.69	3.51	2.84	1.62	1.35	1.03	0.96	3.65	24.85
43	0.37	4.54	4.43	3.32	2.69	1.53	1.27	0.98	0.91	3.65	23.70
44	0.35	4.29	4.19	3.14	2.54	1.45	1.20	0.92	0.86	3.65	22.61
45	0.33	4.06	3.96	2.97	2.40	1.37	1.14	0.87	0.81	3.65	21.57
46	0.32	3.84	3.75	2.81	2.27	1.29	1.07	0.83	0.77	3.65	20.59
47	0.30	3.63	3.54	2.65	2.15	1.22	1.02	0.78	0.72	3.65	19.67
48	0.28	3.43	3.35	2.51	2.03	1.16	0.96	0.74	0.68	3.65	18.80

Sumber: Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.35. Rekapitulasi Debit Berbagai Kala Ulang (Sungai Kemuning Hilir)

t	$Q_{\text{banjir}} \text{ (m}^3\text{/det)}$					
	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}
0	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65
1	4.52	4.77	4.89	5.01	5.11	5.14
2	8.93	10.44	11.21	11.96	12.56	12.78
3	19.93	24.69	27.10	29.48	31.35	32.04
4	40.50	51.43	56.94	62.40	66.69	68.29
5	73.37	94.23	104.76	115.18	123.38	126.42
6	114.11	147.50	164.35	181.05	194.17	199.03
7	136.75	177.80	198.52	219.04	235.17	241.16
8	146.64	191.12	213.58	235.81	253.29	259.78
9	147.96	193.07	215.84	238.39	256.11	262.69
10	143.05	186.74	208.80	230.65	247.82	254.19
11	135.81	177.32	198.27	219.02	235.33	241.38
12	126.52	165.15	184.65	203.97	219.15	224.78
13	115.64	150.88	168.66	186.28	200.13	205.26
14	103.58	135.02	150.89	166.61	178.96	183.54
15	92.98	121.08	135.27	149.32	160.36	164.46
16	83.19	108.23	120.87	133.38	143.22	146.87
17	75.11	97.58	108.92	120.16	128.99	132.26
18	68.40	88.74	99.01	109.18	117.18	120.14
19	62.71	81.26	90.62	99.89	107.18	109.88
20	57.86	74.87	83.46	91.96	98.65	101.13
21	53.56	69.23	77.13	84.96	91.12	93.40
22	49.75	64.21	71.51	78.74	84.42	86.53
23	46.31	59.69	66.45	73.14	78.40	80.35
24	43.24	55.65	61.92	68.13	73.01	74.82
25	40.38	51.91	57.72	63.49	68.01	69.69
26	37.74	48.43	53.83	59.18	63.38	64.94
27	35.28	45.21	50.21	55.18	59.08	60.52
28	33.00	42.21	46.86	51.46	55.08	56.43
29	30.89	39.43	43.75	48.02	51.38	52.62
30	28.93	36.86	40.86	44.82	47.94	49.10
31	27.11	34.46	38.18	41.86	44.75	45.82
32	25.42	32.25	35.69	39.11	41.79	42.78
33	23.89	30.24	33.44	36.62	39.11	40.04
34	22.55	28.48	31.47	34.43	36.76	37.63
35	21.37	26.92	29.72	32.50	34.68	35.49
36	20.30	25.52	28.16	30.77	32.82	33.58
37	19.34	24.25	26.73	29.19	31.12	31.84
38	18.45	23.08	25.42	27.74	29.56	30.23
39	17.62	22.00	24.21	26.39	28.11	28.75
40	16.85	20.99	23.08	25.14	26.77	27.37
41	16.13	20.04	22.02	23.97	25.51	26.08
42	15.45	19.15	21.01	22.86	24.32	24.85
43	14.81	18.30	20.07	21.82	23.19	23.70
44	14.20	17.50	19.17	20.83	22.12	22.61
45	13.63	16.75	18.33	19.89	21.12	21.57
46	13.08	16.04	17.53	19.00	20.16	20.59
47	12.57	15.36	16.77	18.17	19.26	19.67
48	12.08	14.72	16.05	17.38	18.41	18.80

Sumber: Hasil Perhitungan 2017



Gambar 4.8. Grafik Hidrograf Banjir Sungai Kemuning Hilir
Sumber: Hasil Perhitungan 2017

Tabel 4.36. Rekapitulasi Debit Puncak Sungai Kemuning Hilir

No	Kala Ulang (Tr)	Debit Puncak Banjir (m ³ /det)
1	2	147.96
2	5	193.07
3	10	215.84
4	25	238.39
5	50	256.11
6	100	262.69

Sumber: Hasil Perhitungan 2017

Untuk selanjutnya hidrograf banjir tersebut digunakan sebagai data masukan pada program *software* Hec-Ras 4.1.0..

4.3. Analisa Hidrolika Dengan Menggunakan Program *Software* Hec-Ras 4.1.0.

4.3.1. Pemodelan Hec-Ras

Analisa mengenai hidrolika digunakan untuk mengetahui profil aliran sungai dan merencanakan dimensi saluran banjir. Pada studi ini menggunakan program *software* Hec-Ras 4.1.0., dimana dalam program ini menggunakan asumsi aliran steady flow. Steady flow merupakan aliran dimana salah satu dari komponen berikut kecepatan, debit dan cross section, kemungkinan mengalami perbedaan disetiap titiknya, namun tidak berubah terhadap waktu.

Asumsi yang digunakan dalam melakukan analisa program bantu *software* Hec-Ras ini adalah:

1. Kondisi sungai yang diamati sama dengan kondisi dari data yang ada.
2. Analisa menggunakan steady flow
3. Angka koefisien manning yang dipakai sesuai dengan kondisi eksisting sungai.
4. Debit yang digunakan adalah debit maksimum yang dihasilkan dari perhitungan

Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.

4.3.2. Data Geometri

Data utama yang dibutuhkan pada suatu sistem sungai antara lain data potongan melintang sungai, jarak antara potongan melintang (panjang jangkauan), koefisien kehilangan energi, dan data pada percabangan sungai.

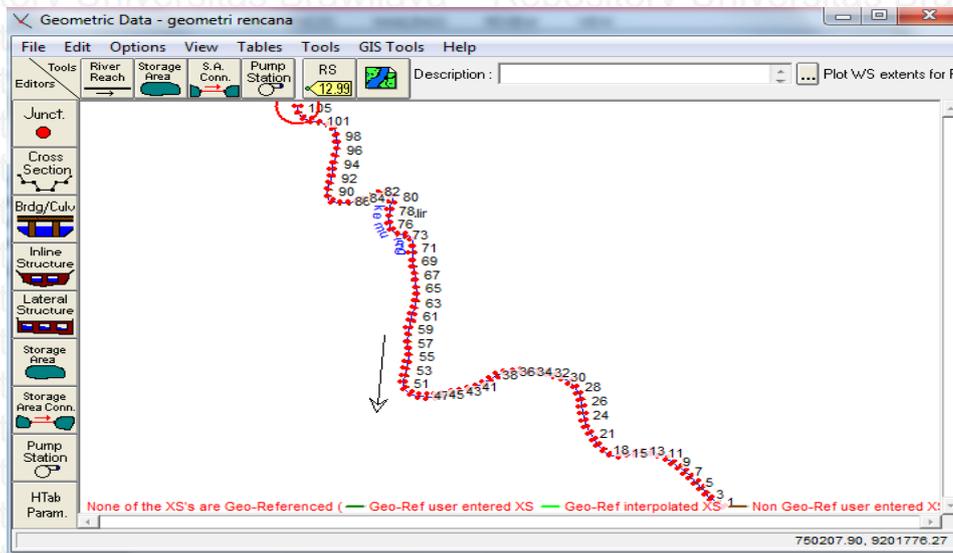
a. Skema Sistem Sungai

Skema sungai menggambarkan berbagai variasi jangkauan sungai yang saling berhubungan. Pada program ini, skema sistem sungai merupakan data awal yang dibutuhkan sebelum data lain dimasukkan.

Setiap penampang sungai pada skema sistem sungai diberi nama stasiun sebagai identifikasi yang dapat berupa nama sungai dan nomor stasiun dimana penampang melintang sungai itu berada. Pada kajian ini, titik hulu analisa adalah patok 0 sedangkan titik hilir adalah patok 105

Adapun langkah untuk menggambar skema geometrik dari sungai yang diamati adalah sebagai berikut:

1. Menggambar garis aliran sungai sesuai dengan data geometrik yang sudah didapatkan seperti yang terlihat pada Gambar 4.1.0.



Gambar 4.9. Skema Aliran Sungai Pada Program Hec-Ras

Sumber: Analisis Hec-Ras 2017

2. Geometri potongan melintang

Memasukkan Data penampang melintang digambarkan berupa titik-titik koordinat yang merupakan stasiun dan elevasi dari kiri ke kanan secara berurutan dan sistematis dari daerah hulu menuju hilir.

Sebagai data masukkan pada program HEC-RAS, maka penyiapan data fisik sungai harus diperhatikan secara teliti karena akan mempengaruhi hasil keluaran perhitungan.

Data profil sungai yang harus diketahui adalah potongan memanjang dan melintang, serta elevasi dasar dan lebar sungai.

3. Tinjauan Koefisien Kekasaran Manning

Koefisien manning yang dipakai dalam studi ini diambil berdasarkan kondisi ruas sungai yang ditinjau. Untuk ruas sungai utama berdasarkan kondisi sungai maka diambil angka koefisien manning sebesar 0,025.

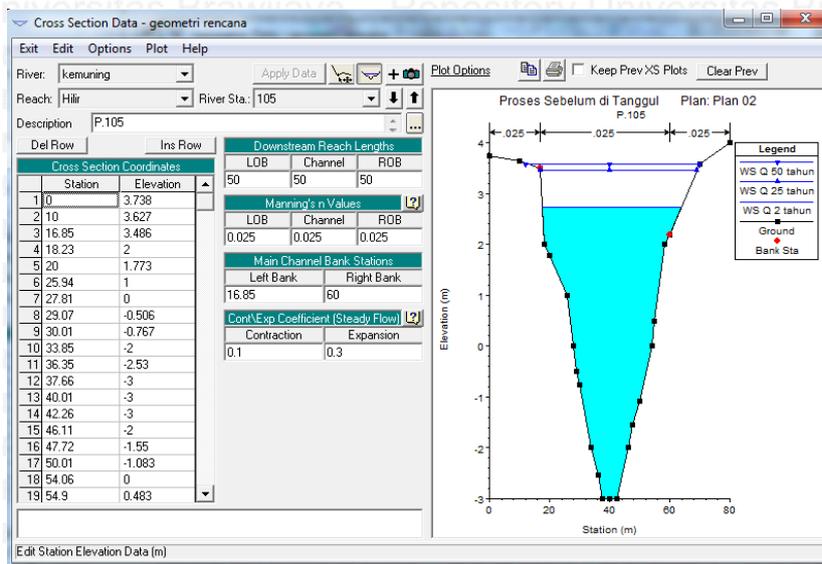
4. Koefisien kontraksi dan ekspansi

Kontraksi dan ekspansi terjadi akibat *back water* yang disebabkan perubahan penampang, atau perubahan kemiringan dasar saluran yang sangat curam sekali. Angka koefisien kontraksi dan ekspansi yang digunakan pada studi ini adalah angka koefisien untuk aliran subkritis dengan kondisi berubah berangsur-angsur (*gradual transisition*) yaitu sebesar 0.1 dan 0.3.

Tabel 4.37 Koefisien Kontaksi dan Ekspansi Untuk Aliran Subkritis

Kondisi	Kontaksi	Ekspansi
<i>No Transition Loss Computed</i>	0.0	0.0
<i>Gradual Transition</i>	0.1	0.3
<i>Typical bridge Section</i>	0.3	0.5
<i>Abrupt Transitions</i>	0.6	0.8

Sumber : US Army, 2001

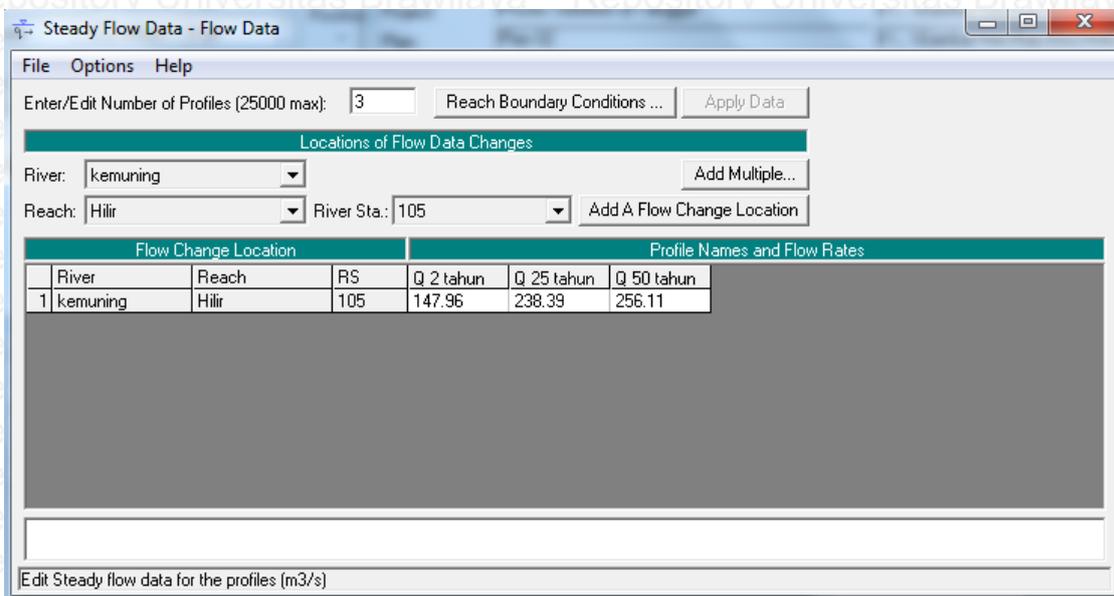


Gambar 4.10. Data Masukkan Pada Program Hec-Ras
Sumber: Analisis Hec-Ras 2017

4.3.3. Inflow dan Kondisi Batas Steady Flow

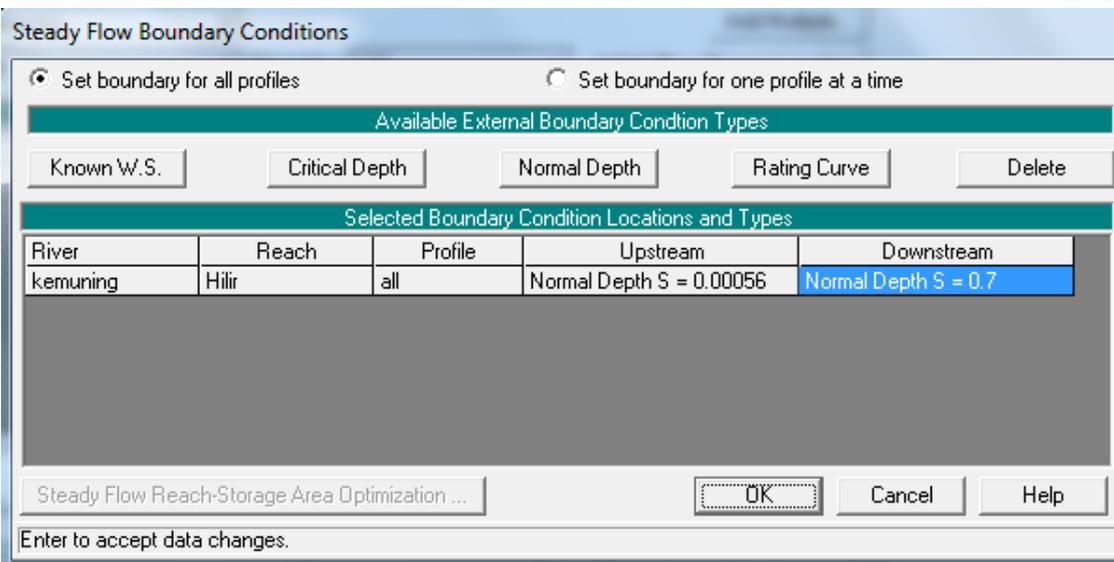
Adapun langkah untuk menentukan inflow dan kondisi batas Steady flow adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan nilai debit dari perhitungan debit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dengan nilai terbesar sebagai debit yang mengalir di profil sungai, seperti yang terlihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Input Debit Rencana Pada Program Hec-Ras
Sumber: Analisis Hec-Ras 2017

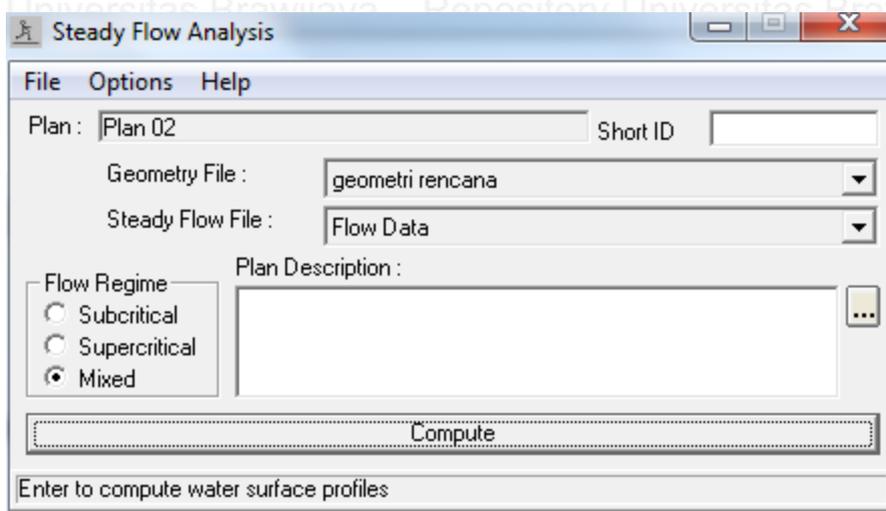
2. Memasukkan kondisi batas yaitu data sebagai kondisi batas downstream dan kemiringan slope sebagai batas upstream, seperti pada Gambar 4.13.



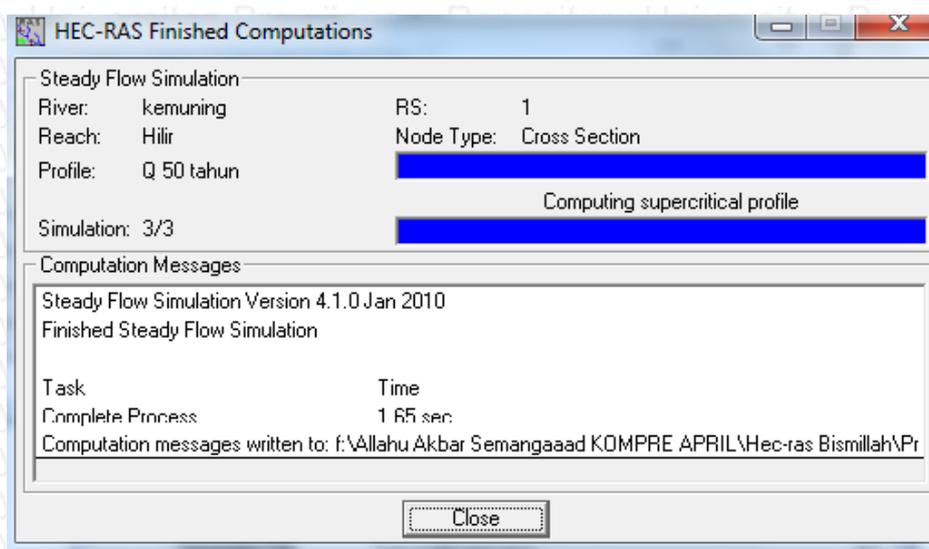
Gambar 4.12. Kondisi Batas Pada Program Hec-Ras
Sumber: Analisis Hec-Ras 2017

3. Program Hec-Ras melakukan simulasi aliran untuk aliran tetap (Steady Flow) sesuai dengan data yang dimasukkan dan menyertakan tipe aliran yang diinginkan mixed (merupakan kombinasi dari aliran aliran Subcritical dan Supercritical). Setelah semua

data dimasukkan, selanjutnya program akan melakukan Running, seperti terlihat pada Gambar 4.13. dan Gambar 4.14.



Gambar 4.13. Simulasi Tipe Aliran Pada Program Hec-Ras
Sumber: Analisis Hec-Ras 2017

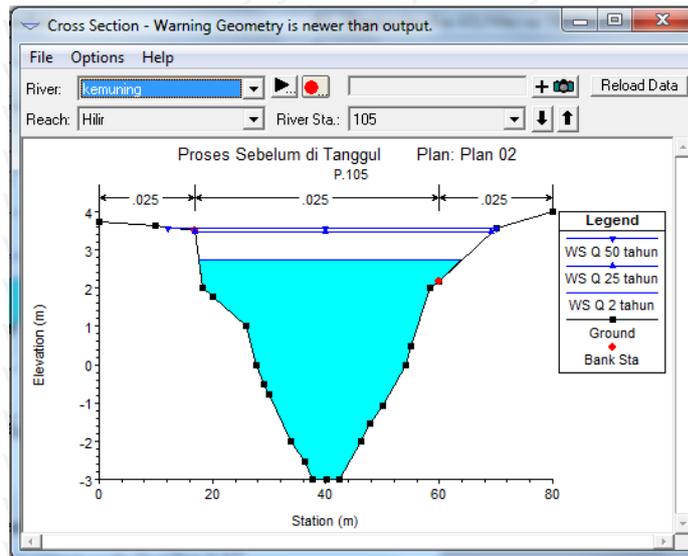


Gambar 4.14. Running Program Hec-Ras
Sumber: Analisis Hec-Ras 2017

4. Data Output

- Potongan Melintang Eksisting (Cross Section)

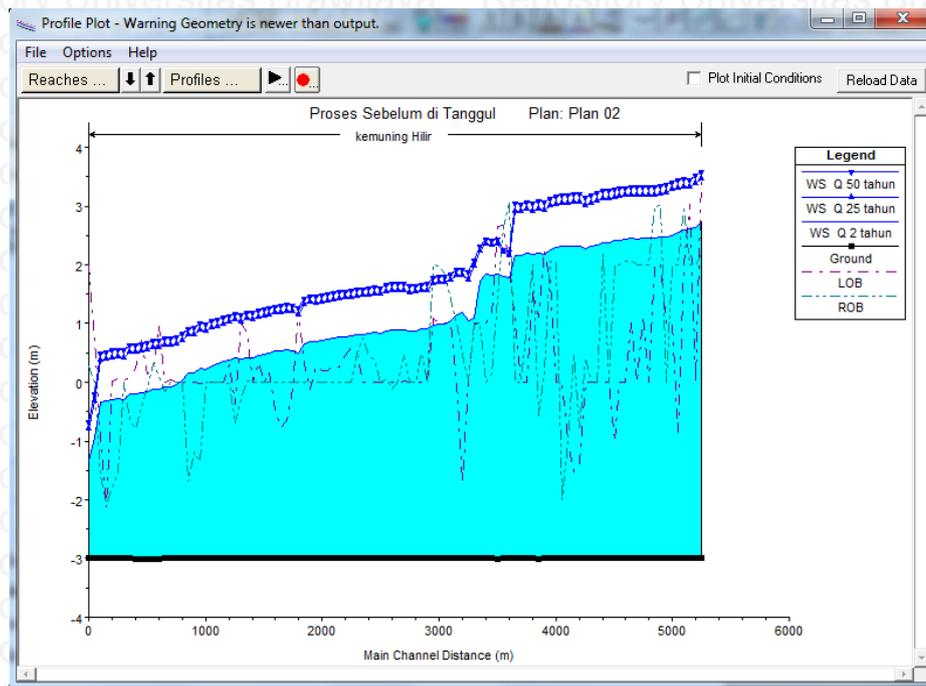
Hasil output potongan melintang eksisting adalah elevasi muka air dari setiap potongan melintang. Dari hasil output ini, didapatkan kemampuan sungai dalam menampung debit yang terjadi. Adapun output potongan melintang seperti pada gambar 4.15.



Gambar 4.15. Potongan Melintang Sungai Pada Program Hec-Ras
Sumber: Analisis Hec-Ras 2017

- Profil muka air sungai (Long Section)

Hasil output dari profil muka air adalah profil memanjang dilengkapi dengan elevasi muka air yang terjadi. Adapun output dari profil muka air seperti pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16. Potongan Mamanjang Sungai Pada Program Hec-Ras
Sumber: Analisis Hec-Ras 2017

4.3.4. Running Hec-Ras

Dari hasil running HEC-RAS dapat diketahui bahwa ketinggian muka air di Sungai Kemuning cukup tinggi sehingga mengakibatkan luapan yang diperlihatkan pada Tabel 4.37.

Tabel 4.38 Elevasi Tebing Eksisting dan Elevasi Muka Air Maksimum pada Q₂₅ Sebelum Di Tanggul

Reach	River Sta	Elevasi Tebing		Elevasi M.A 25th	Tinggi Luapan		Keterangan	
		Kiri	Kanan		Kiri	Kanan		
		(m)	(m)		(m)	(m)	(m)	kiri
Hilir	105	3.43	2.19	3.46	-0.03	-1.27	Melimpas	Melimpas
Hilir	104	0.00	2.00	3.39	-3.39	-1.39	Melimpas	Melimpas
Hilir	103	3.04	2.00	3.33	-0.29	-1.33	Melimpas	Melimpas
Hilir	102	2.00	2.99	3.33	-1.33	-0.34	Melimpas	Melimpas
Hilir	101	-0.89	2.00	3.31	-4.20	-1.31	Melimpas	Melimpas
Hilir	100	1.00	1.98	3.28	-2.28	-1.30	Melimpas	Melimpas
Hilir	99	1.00	0.00	3.23	-2.23	-3.23	Melimpas	Melimpas
Hilir	98	2.00	3.02	3.21	-1.21	-0.19	Melimpas	Melimpas
Hilir	97	2.00	3.00	3.20	-1.20	-0.20	Melimpas	Melimpas
Hilir	96	0.00	2.00	3.19	-3.19	-1.19	Melimpas	Melimpas
Hilir	95	1.13	2.00	3.19	-2.06	-1.19	Melimpas	Melimpas
Hilir	94	0.00	2.00	3.19	-3.19	-1.19	Melimpas	Melimpas
Hilir	93	1.00	2.07	3.20	-2.20	-1.13	Melimpas	Melimpas
Hilir	92	0.00	2.06	3.18	-3.18	-1.12	Melimpas	Melimpas
Hilir	91	0.00	2.00	3.17	-3.17	-1.17	Melimpas	Melimpas
Hilir	90	-1.00	2.00	3.16	-4.16	-1.16	Melimpas	Melimpas
Hilir	89	0.00	0.00	3.13	-3.13	-3.13	Melimpas	Melimpas
Hilir	88	0.00	2.18	3.13	-3.13	-0.95	Melimpas	Melimpas
Hilir	87	0.00	0.00	3.10	-3.10	-3.10	Melimpas	Melimpas
Hilir	86	0.00	0.00	3.05	-3.05	-3.05	Melimpas	Melimpas
Hilir	85	0.00	0.41	3.01	-3.01	-2.60	Melimpas	Melimpas
Hilir	84	-1.38	-0.80	3.07	-4.45	-3.87	Melimpas	Melimpas
Hilir	83	-1.52	0.48	3.07	-4.59	-2.59	Melimpas	Melimpas
Hilir	82	-1.00	-1.00	3.06	-4.06	-4.06	Melimpas	Melimpas
Hilir	81	0.00	-2.00	3.05	-3.05	-5.05	Melimpas	Melimpas
Hilir	80	0.00	2.03	3.03	-3.03	-1.00	Melimpas	Melimpas
Hilir	79	1.69	2.07	3.00	-1.31	-0.93	Melimpas	Melimpas
Hilir	78	2.25	0.20	2.94	-0.69	-2.74	Melimpas	Melimpas
Hilir	77	1.11	-0.57	2.94	-1.83	-3.51	Melimpas	Melimpas
Hilir	76	1.53	2.00	2.92	-1.39	-0.92	Melimpas	Melimpas
Hilir	75	0.00	1.01	2.94	-2.94	-1.93	Melimpas	Melimpas
Hilir	74	0.00	0.00	2.90	-2.90	-2.90	Melimpas	Melimpas
Hilir	73	1.00	0.00	2.91	-1.91	-2.91	Melimpas	Melimpas
Hilir	72	2.00	3.08	2.16	-0.16	0.92	Melimpas	Melimpas
Hilir	71	2.68	2.64	2.21	0.47	0.43	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	70	2.66	1.44	2.35	0.31	-0.91	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	69	1.14	0.14	2.34	-1.20	-2.20	Melimpas	Melimpas
Hilir	68	1.00	0.00	2.35	-1.35	-2.35	Melimpas	Melimpas
Hilir	67	1.00	1.00	2.24	-1.24	-1.24	Melimpas	Melimpas
Hilir	66	0.99	1.00	1.97	-0.98	-0.97	Melimpas	Melimpas
Hilir	65	0.00	0.00	1.75	-1.75	-1.75	Melimpas	Melimpas
Hilir	64	-1.70	0.47	1.82	-3.52	-1.35	Melimpas	Melimpas
Hilir	63	0.00	1.00	1.82	-1.82	-0.82	Melimpas	Melimpas
Hilir	62	1.00	1.41	1.74	-0.74	-0.33	Melimpas	Melimpas
Hilir	61	1.00	1.84	1.70	-0.70	0.14	Melimpas	Melimpas
Hilir	60	1.00	1.98	1.70	-0.70	0.28	Melimpas	Melimpas
Hilir	59	1.09	2.00	1.67	-0.58	0.33	Melimpas	Melimpas
Hilir	58	0.00	0.00	1.57	-1.57	-1.57	Melimpas	Melimpas
Hilir	57	0.00	0.49	1.56	-1.56	-1.07	Melimpas	Melimpas
Hilir	56	0.00	0.00	1.54	-1.54	-1.54	Melimpas	Melimpas
Hilir	55	0.00	0.00	1.52	-1.52	-1.52	Melimpas	Melimpas
Hilir	54	0.02	0.46	1.57	-1.55	-1.11	Melimpas	Melimpas
Hilir	53	-0.02	0.02	1.56	-1.58	-1.54	Melimpas	Melimpas
Hilir	52	0.00	-0.12	1.56	-1.56	-1.68	Melimpas	Melimpas

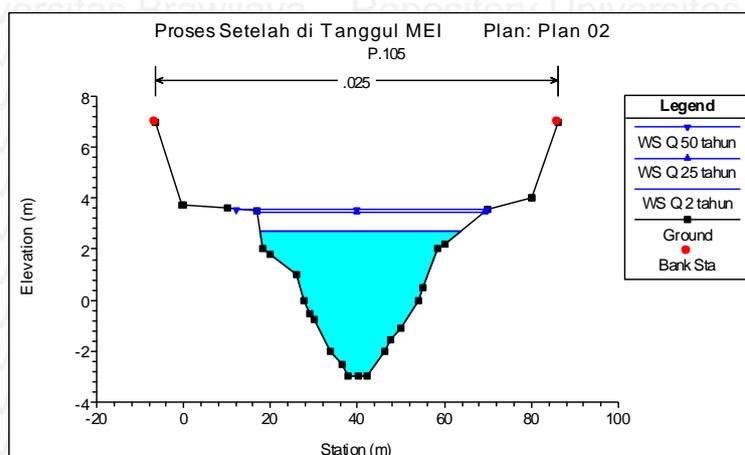
Sumber: Perhitungan 2017

Lanjutan Tabel 4.38 Elevasi Tebing Eksisting dan Elevasi Muka Air Maksimum pada Q₂₅ Sebelum Di Tanggul

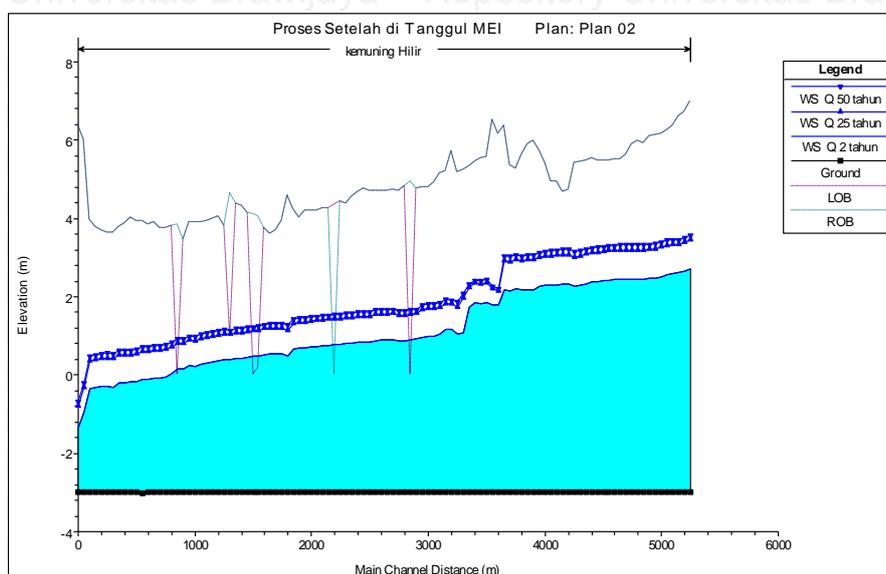
Reach	River Sta	Elevasi Tebing		Elevasi M.A 25th (m)	Tinggi Luapan		Keterangan	
		Kiri	Kanan		Kiri	Kanan	kiri	kanan
		(m)	(m)		(m)	(m)		
Hilir	51	0.00	0.06	1.55	-1.55	-1.49	Melimpas	Melimpas
Hilir	50	0.00	0.00	1.50	-1.50	-1.50	Melimpas	Melimpas
Hilir	49	0.00	0.37	1.50	-1.50	-1.13	Melimpas	Melimpas
Hilir	48	0.00	0.46	1.49	-1.49	-1.03	Melimpas	Melimpas
Hilir	47	0.00	0.76	1.48	-1.48	-0.72	Melimpas	Melimpas
Hilir	46	0.50	0.49	1.47	-0.97	-0.98	Melimpas	Melimpas
Hilir	45	0.60	0.00	1.45	-0.85	-1.45	Melimpas	Melimpas
Hilir	44	0.45	0.00	1.44	-0.99	-1.44	Melimpas	Melimpas
Hilir	43	0.26	0.00	1.43	-1.17	-1.43	Melimpas	Melimpas
Hilir	42	0.29	0.00	1.41	-1.12	-1.41	Melimpas	Melimpas
Hilir	41	0.20	0.00	1.39	-1.19	-1.39	Melimpas	Melimpas
Hilir	40	0.20	0.00	1.37	-1.17	-1.37	Melimpas	Melimpas
Hilir	39	0.27	0.00	1.35	-1.08	-1.35	Melimpas	Melimpas
Hilir	38	-0.11	0.00	1.36	-1.47	-1.36	Melimpas	Melimpas
Hilir	37	0.32	0.00	1.32	-1.00	-1.32	Melimpas	Melimpas
Hilir	36	1.13	0.00	1.15	-0.02	-1.15	Melimpas	Melimpas
Hilir	35	-0.12	0.00	1.20	-1.32	-1.20	Melimpas	Melimpas
Hilir	34	-0.64	0.00	1.21	-1.85	-1.21	Melimpas	Melimpas
Hilir	33	-0.77	0.00	1.19	-1.96	-1.19	Melimpas	Melimpas
Hilir	32	-0.48	0.00	1.18	-1.66	-1.18	Melimpas	Melimpas
Hilir	31	0.18	0.00	1.15	-0.97	-1.15	Melimpas	Melimpas
Hilir	30	0.00	0.00	1.13	-1.13	-1.13	Melimpas	Melimpas
Hilir	29	0.34	0.00	1.12	-0.78	-1.12	Melimpas	Melimpas
Hilir	28	0.00	0.00	1.07	-1.07	-1.07	Melimpas	Melimpas
Hilir	27	0.84	0.03	1.08	-0.24	-1.05	Melimpas	Melimpas
Hilir	26	1.00	-0.28	1.03	-0.03	-1.31	Melimpas	Melimpas
Hilir	25	-0.38	-0.69	1.06	-1.44	-1.75	Melimpas	Melimpas
Hilir	24	0.30	-0.02	1.02	-0.72	-1.04	Melimpas	Melimpas
Hilir	23	0.00	0.00	1.00	-1.00	-1.00	Melimpas	Melimpas
Hilir	22	0.00	0.00	0.96	-0.96	-0.96	Melimpas	Melimpas
Hilir	21	0.00	0.00	0.93	-0.93	-0.93	Melimpas	Melimpas
Hilir	20	0.00	0.00	0.88	-0.88	-0.88	Melimpas	Melimpas
Hilir	19	-0.01	-1.35	0.89	-0.90	-2.24	Melimpas	Melimpas
Hilir	18	0.00	-1.20	0.82	-0.82	-2.02	Melimpas	Melimpas
Hilir	17	0.00	-1.69	0.81	-0.81	-2.50	Melimpas	Melimpas
Hilir	16	0.00	0.00	0.72	-0.72	-0.72	Melimpas	Melimpas
Hilir	15	0.00	0.00	0.65	-0.65	-0.65	Melimpas	Melimpas
Hilir	14	0.04	0.00	0.64	-0.60	-0.64	Melimpas	Melimpas
Hilir	13	0.00	-0.16	0.63	-0.63	-0.79	Melimpas	Melimpas
Hilir	12	0.34	0.20	0.60	-0.26	-0.40	Melimpas	Melimpas
Hilir	11	0.23	0.31	0.59	-0.36	-0.28	Melimpas	Melimpas
Hilir	10	0.14	-0.10	0.55	-0.41	-0.65	Melimpas	Melimpas
Hilir	9	0.71	-0.42	0.53	0.18	-0.95	Melimpas	Melimpas
Hilir	8	0.23	-0.79	0.52	-0.29	-1.31	Melimpas	Melimpas
Hilir	7	0.09	-0.63	0.51	-0.42	-1.14	Melimpas	Melimpas
Hilir	6	0.02	0.00	0.42	-0.40	-0.42	Melimpas	Melimpas
Hilir	5	0.06	-1.54	0.44	-0.38	-1.98	Melimpas	Melimpas
Hilir	4	0.02	-1.80	0.43	-0.41	-2.23	Melimpas	Melimpas
Hilir	3	-2.11	-2.05	0.39	-2.50	-2.44	Melimpas	Melimpas
Hilir	2	-0.91	-1.58	0.37	-1.28	-1.95	Melimpas	Melimpas
Hilir	1	0.74	0.00	-0.31	1.05	0.31	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	0	2.00	0.28	-0.79	2.79	1.07	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas

Sumber: Perhitungan 2017

Setelah direncanakan tanggul di bagian-bagian yang mengalami luapan di sungai kemuning hilir.



Gambar 4.17. Running Hec-Ras Patok 105 Setelah di Rencanakan Tanggul
Sumber: Analisis Hec-Ras 2017



Gambar 4.18. Profil Memanjang Sungai Patok 105 Setelah di Rencanakan Tanggul
Sumber: Analisis Hec-Ras 2017

Tabel 4.39 Elevasi Tebing Eksisting dan Elevasi Muka Air Maksimum pada Q₂₅ Sesudah Di Tanggul

Reach	River Sta	Elevasi Tebing		Elevasi M.A 25th	Tinggi Luapan		Keterangan	
		Kiri	Kanan		Kiri	Kanan		
		(m)	(m)		(m)	(m)	(m)	kiri
Hilir	105	7.00	7.00	3.61	3.39	3.39	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	104	6.73	6.73	3.58	3.15	3.15	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	103	6.60	6.60	3.52	3.08	3.08	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	102	6.36	6.36	3.5	2.86	2.86	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	101	6.24	6.24	3.5	2.74	2.74	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	100	6.17	6.17	3.47	2.7	2.7	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	99	6.12	6.12	3.44	2.68	2.68	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	98	6.09	6.09	3.4	2.69	2.69	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	97	5.92	5.92	3.37	2.55	2.55	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	96	6.00	6.00	3.37	2.63	2.63	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	95	5.90	5.90	3.36	2.54	2.54	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	94	5.63	5.63	3.35	2.28	2.28	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	93	5.50	5.50	3.35	2.15	2.15	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	92	5.49	5.49	3.35	2.14	2.14	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	91	5.49	5.49	3.33	2.16	2.16	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	90	5.48	5.48	3.32	2.16	2.16	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	89	5.47	5.47	3.31	2.16	2.16	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	88	5.53	5.53	3.3	2.23	2.23	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	87	5.47	5.47	3.28	2.19	2.19	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	86	5.45	5.45	3.26	2.19	2.19	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	85	5.41	5.41	3.23	2.18	2.18	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	84	4.75	4.75	3.26	1.49	1.49	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	83	4.68	4.68	3.26	1.42	1.42	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	82	4.95	4.95	3.24	1.71	1.71	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	81	4.94	4.94	3.24	1.7	1.7	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	80	5.43	5.43	3.22	2.21	2.21	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	79	5.75	5.75	3.19	2.56	2.56	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	78	5.99	5.99	3.16	2.83	2.83	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	77	5.89	5.89	3.16	2.73	2.73	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	76	5.62	5.62	3.12	2.5	2.5	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	75	5.27	5.27	3.15	2.12	2.12	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	74	5.35	5.35	3.12	2.23	2.23	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	73	6.36	6.36	3.12	3.24	3.24	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	72	6.15	6.15	2.39	3.76	3.76	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	70	5.56	5.56	2.41	3.15	3.15	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	69	5.55	5.55	2.41	3.14	3.14	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	68	5.46	5.46	2.4	3.06	3.06	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	67	5.31	5.31	2.32	2.99	2.99	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	66	5.24	5.24	2.17	3.07	3.07	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	65	5.16	5.16	2.11	3.05	3.05	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	63	5.20	5.20	1.98	3.22	3.22	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	62	5.15	5.15	1.86	3.29	3.29	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	61	4.91	4.91	1.79	3.12	3.12	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	60	4.80	4.80	1.77	3.03	3.03	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	59	4.78	4.78	1.74	3.04	3.04	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	58	4.77	4.77	1.69	3.08	3.08	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	57	0.00	4.95	1.64	-1.64	3.31	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	56	4.82	4.82	1.62	3.2	3.2	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	55	4.70	4.70	1.6	3.1	3.1	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	54	4.73	4.73	1.61	3.12	3.12	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	53	4.70	4.70	1.61	3.09	3.09	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas

Sumber: Perhitungan 2017

Lanjutan Tabel 4.39 Elevasi Tebing Eksisting dan Elevasi Muka Air Maksimum pada Q₂₅ Sesudah Di Tanggul

Reach	River Sta	Elevasi Tebing		Elevasi M.A 25th (m)	Tinggi Luapan		Keterangan	
		Kiri	Kanan		Kiri	Kanan	kiri	kanan
		(m)	(m)		(m)	(m)		
Hilir	52	4.70	4.70	1.6	3.1	3.1	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	51	4.70	4.70	1.59	3.11	3.11	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	50	4.72	4.72	1.55	3.17	3.17	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	49	4.76	4.76	1.54	3.22	3.22	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	48	4.66	4.66	1.53	3.13	3.13	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	47	4.56	4.56	1.51	3.05	3.05	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	46	4.38	4.38	1.5	2.88	2.88	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	45	4.43	4.43	1.48	2.95	2.95	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	44	4.35	0.00	1.47	2.88	-1.47	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	43	4.25	4.25	1.46	2.79	2.79	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	42	4.25	4.25	1.44	2.81	2.81	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	41	4.19	4.19	1.43	2.76	2.76	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	40	4.18	4.18	1.41	2.77	2.77	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	39	4.21	4.21	1.39	2.82	2.82	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	38	4.02	4.02	1.39	2.63	2.63	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	37	4.22	4.22	1.36	2.86	2.86	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	36	4.59	4.59	1.21	3.38	3.38	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	35	3.94	3.94	1.24	2.7	2.7	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	34	3.68	3.68	1.25	2.43	2.43	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	33	3.61	3.61	1.23	2.38	2.38	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	32	3.75	3.75	1.22	2.53	2.53	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	31	0.18	4.06	1.18	-1	2.88	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	30	0.00	4.11	1.17	-1.17	2.94	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	29	4.13	4.13	1.15	2.98	2.98	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	28	4.32	4.32	1.12	3.2	3.2	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	27	4.36	4.36	1.12	3.24	3.24	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	26	1.00	4.64	1.07	-0.07	3.57	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	25	3.82	3.82	1.1	2.72	2.72	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	24	4.06	4.06	1.06	3	3	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	23	3.98	3.98	1.04	2.94	2.94	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	22	3.92	3.92	1	2.92	2.92	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	21	3.90	3.90	0.98	2.92	2.92	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	20	3.89	3.89	0.93	2.96	2.96	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	19	3.89	3.89	0.93	2.96	2.96	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	17	0.00	3.84	0.86	-0.86	2.98	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	16	3.80	3.80	0.8	3	3	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	15	3.77	3.77	0.73	3.04	3.04	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	14	3.76	3.76	0.69	3.07	3.07	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	13	3.91	3.91	0.67	3.24	3.24	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	12	3.83	3.83	0.62	3.21	3.21	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	11	3.92	3.92	0.61	3.31	3.31	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	10	3.92	3.92	0.57	3.35	3.35	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	9	4.02	4.02	0.54	3.48	3.48	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	8	3.86	3.86	0.54	3.32	3.32	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	7	3.78	3.78	0.52	3.26	3.26	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	6	3.63	3.63	0.44	3.19	3.19	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	5	3.64	3.64	0.45	3.19	3.19	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	4	3.70	3.70	0.44	3.26	3.26	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	3	3.78	3.78	0.42	3.36	3.36	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	2	3.97	3.97	0.39	3.58	3.58	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	1	6.00	6.00	-0.31	6.31	6.31	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas
Hilir	0	6.40	6.40	-0.78	7.18	7.18	Tidak Melimpas	Tidak Melimpas

Sumber: Perhitungan 2017

4.4. Langkah Pengendalian Banjir

Setelah didapatkan hasil dari program bantu Hec-Ras, maka langkah selanjutnya adalah membandingkan elevasi tanggul dengan elevasi muka air yang terjadi sehingga akan dapat dilihat kemampuan sungai. Jika sungai tidak mampu menampung debit yang terjadi, maka langkah selanjutnya yang diambil adalah merencanakan langkah pengendalian banjir yaitu perencanaan tanggul dan penataan daerah sempadan sungai, agar kapasitas sungai mampu menampung debit banjir yang terjadi sehingga tidak terjadi luberan air yang lebih luas.

Dalam kajian ini perencanaan pengendalian banjir tidak hanya ditujukan untuk mengatasi masalah banjir yang tiap tahun terjadi di Sungai Kemuning, akan tetapi juga direncanakan untuk mengatasi banjir dengan kala ulang 25 tahun sesuai dengan standar perencanaan perbaikan sungai.

Alternatif perencanaan yang diusulkan dalam mengatasi masalah banjir di Sungai Kemuning yaitu dengan Pembuatan tanggul di sisi sungai yang mengalami limpasan jika penampang sungai masih cukup untuk menampung debit yang lewat dengan kala ulang 25 tahun.

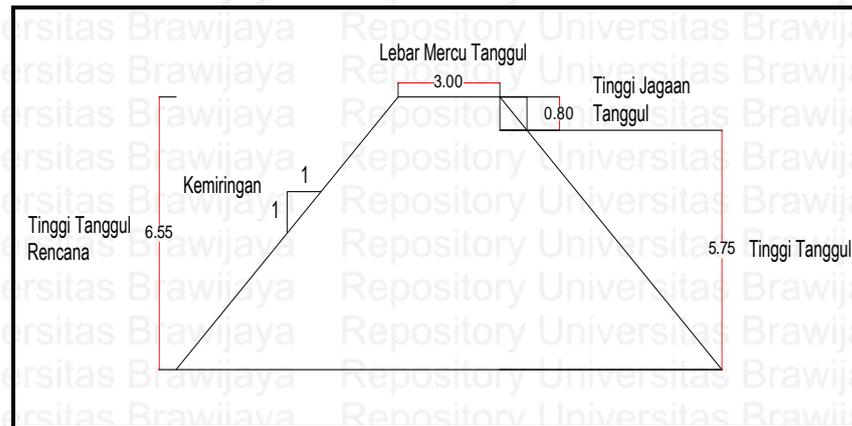
Dari output program Hec-Ras, tampak bahwa kapasitas sungai tidak mampu menampung debit banjir rencana. Hal ini tampak bahwa elevasi air sungai lebih tinggi dari elevasi tanggul kanan dan kiri sehingga air meluber ke sisi samping kanan kiri sungai.

4.4.1. Perencanaan tanggul

Perencanaan tanggul dimaksudkan sebagai penahan kenaikan muka air agar tidak meluap ke kanan-kiri badan sungai. Sebelum merencanakan tanggul terlebih dahulu harus diperhatikan dengan teliti situasi sungai, sehingga dalam perencanaan pembuatan tanggul terutama penempatan tanggul akan sesuai dengan situasi sungai sesungguhnya dan juga tidak mengganggu masyarakat sekitar.

Adapun dasar perencanaan tanggul sebagai berikut:

1. Debit rencana : Q_{25} tahun
2. Debit Banjir : 238.39
3. Bahan : Urugan tanah
4. Tinggi Tanggul : 6.55
5. Tinggi jagaan : 0.8
6. Lebar mercu : 3 m
7. Kemiringan tanggul : 1:1



Gambar 4.19. Gambar Dimensi Tanggul Yang di Rencanakan pada Patok 105
Sumber: Analisis Hec-Ras 2017

4.4.2. Stabilitas Tanggul

4.4.2.1. Daya Dukung Tanah

Tanah selalu mempunyai peranan penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Bahan tanah urugan untuk tanggul dapat dimanfaatkan tanah-tanah sekitar bantaran sungai-sungai yang akan di bangun tanggul, jenis tanah sungai kemuning berupa lempung berpasir.

Parameter tanah yang dibutuhkan untuk menghitung daya dukung dan kestabilan lereng adalah sebagai berikut:

Tabel 4.40. Parameter Tanah Untuk Perhitungan Stabilitas

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian
1	Kohesi (c)	kPa	41.7
2	Sudut Geser Dalam (Φ)°	16.864
3	Berat Jenis (Gs)	-	2.678
4	Angka Pori (e)	-	1.06
5	Berat Isi (γ b)	kN/m ³	17.70
6	γ Sat	kN/m ³	18.14
7	γ sub	kN/m ³	8.14
8	γ dry	kN/m ³	1.579

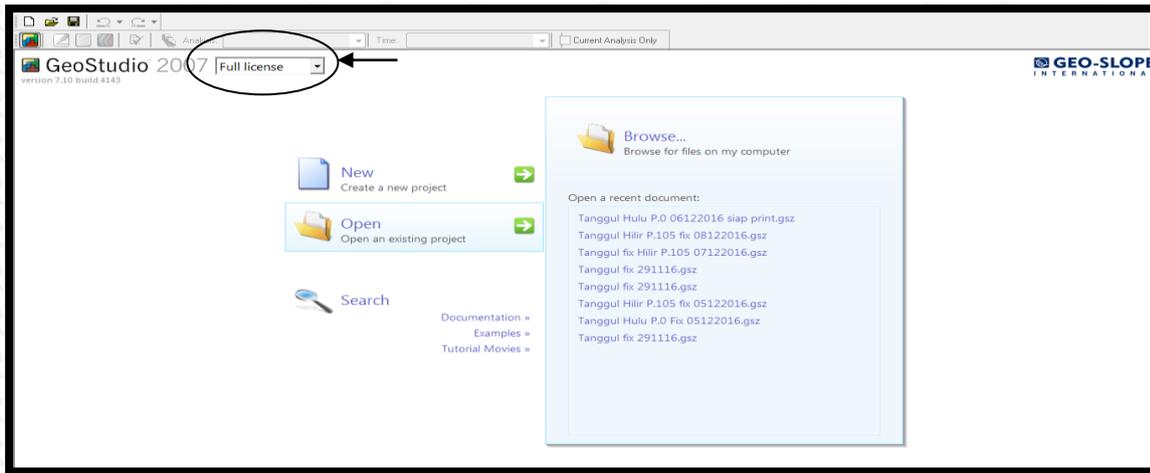
Sumber : Dari Data Tanah

4.4.3. Analisis Stabilitas Lereng Tanggul Menggunakan Aplikasi GeoStudio 2007

Dalam prakteknya, untuk memperoleh angka keamanan yang paling minimum dengan meletakkan titik pusat bidang longsor, maka kita dapat melakukan coba-coba penempatan pusat bidang longsor dengan jangkauan tertentu. Untuk mempermudahnya, dalam studi ini digunakan software GeoStudio Slope/W 2007. Dengan menggunakan program ini, dapat dengan mudah dan cepat memperkirakan letak pusat bidang longsor yang paling aman.

Berikut adalah contoh langkah-langkah dalam menganalisa stabilitas lereng Tanggul menggunakan GeoStudio Slope/W 2007:

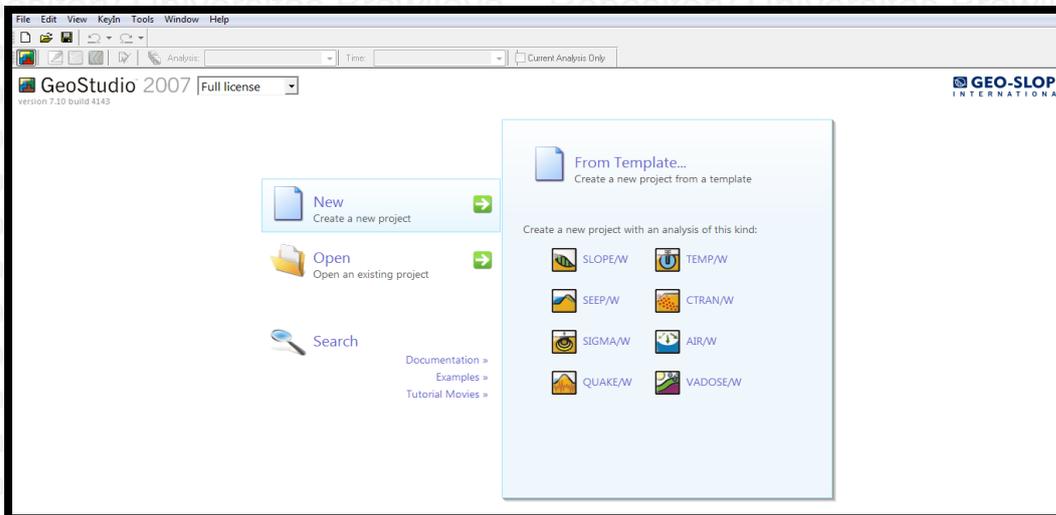
1. Dalam pengaturan *license*, dipilih *full license*.



Gambar 4.20. Pengaturan License Geo-Studio 2007

Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

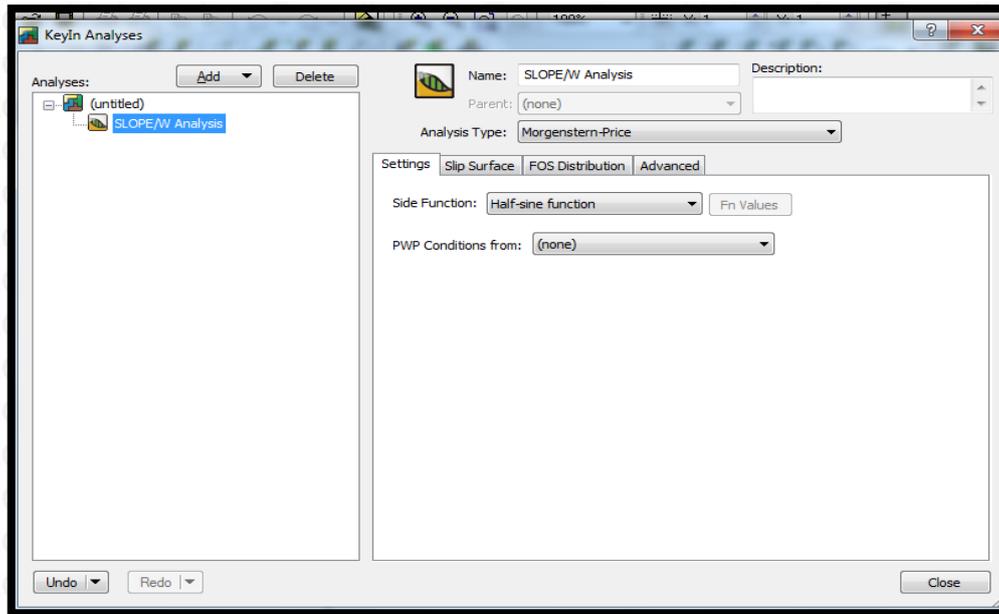
2. Pilih “new” pada *tab file* tersebut kemudian klik ikon SLOPE/W



Gambar 4.21. Option *New* Pada GeoStudio 2007

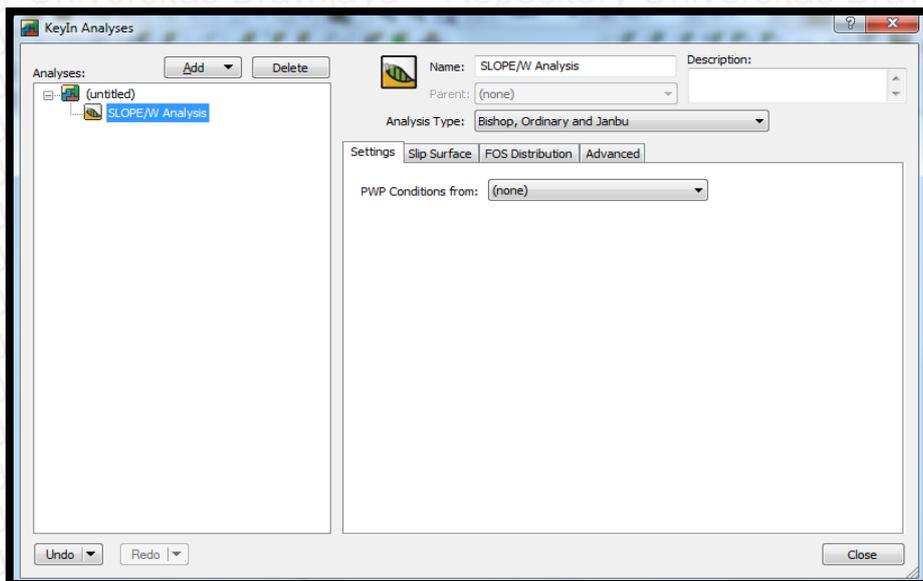
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

3. Akan muncul tampilan seperti pada Gambar 4.23. Klik “add”, geser cursor ke menu “SLOPE/W analysis”.



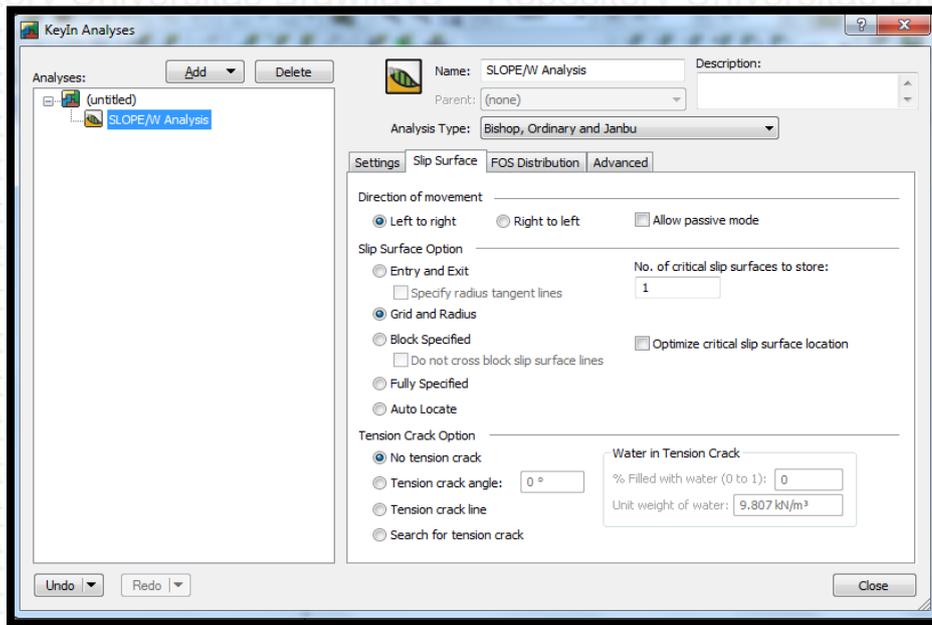
Gambar 4.22 Tampilan *Keyin Analysis* Pada SLOPE/W
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

4. Kolom “name” dan “description” dapat diganti dan diisi sesuai dengan keterangan analisa yang sedang dilakukan (dalam hal ini kolom “name” dan “description” tidak diganti).
5. Kolom “parent” ganti dengan option “none” dikarenakan tidak menggunakan analisa GeoStudio 2007 yang lain.
6. Kolom “analysis type” diganti dengan “ordinary, bishop, and janbu”, maka tampilan akan berubah seperti pada Gambar 4.24.



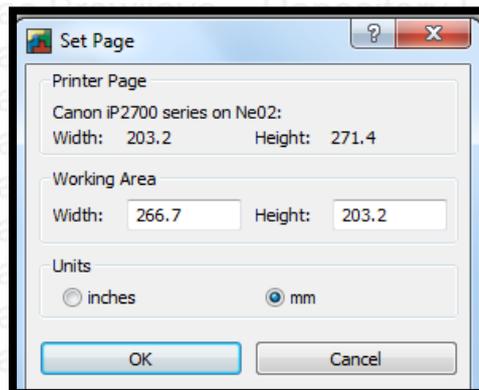
Gambar 4.23 Setting *Keyin analyses* Pada SLOPE/W
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

7. Karena analisa stabilitas Tanggul dilakukan dalam kondisi kosong maka kolom “*PWP conditions from*” ganti dengan “*none*”.
8. Klik option “*slip surface*” pada tampilan “*keyin analyses*”.
9. Pada menu “*direction of movement*” klik “*left to right*”(untuk analisa stabilitas pada bagian hilir), dan “*right to left*” (analisa stabilitas pada bagian hulu)
10. Pada menu “*slip surface option*”, sehingga akan terlihat seperti Gambar 4.25.



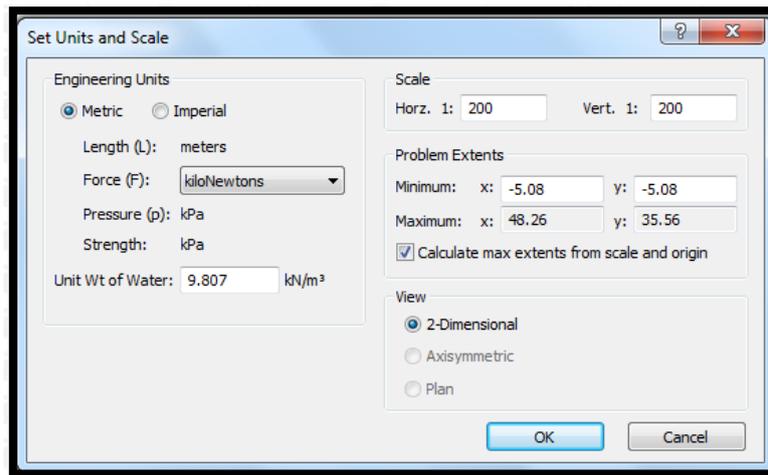
Gambar 4.24 Setting *Slip Surface* Pada *Keyin Analyses*
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

11. Selanjutnya mengatur lembar kerja sebelum melanjutkan proses analisa, yang meliputi:
 - a. “*Set Page*”: untuk mengatur besarnya lembar kerja (satuan dalam inchi dan mm)



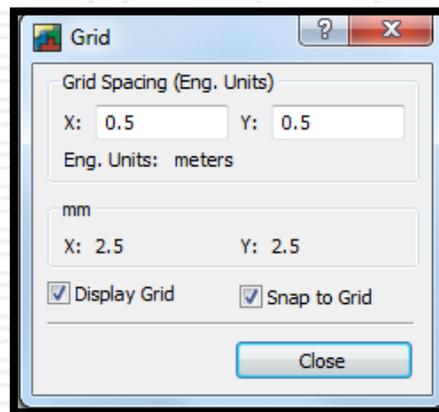
Gambar 4.25 Menu *Set Page* Untuk Pengaturan Lembar Kerja
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

- b. “*Set Unit and Scale*”: untuk mengatur skala gambar



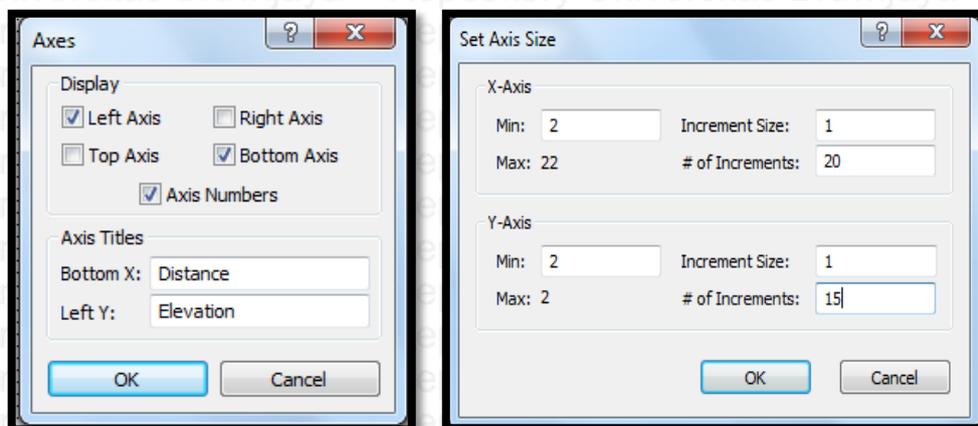
Gambar 4.26 Menu *Set Unit and Scale* Untuk Pengaturan Skala Gambar
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

c. “*Grid*”: untuk memunculkan *grid* pada lembar kerja dan *snap to grid*



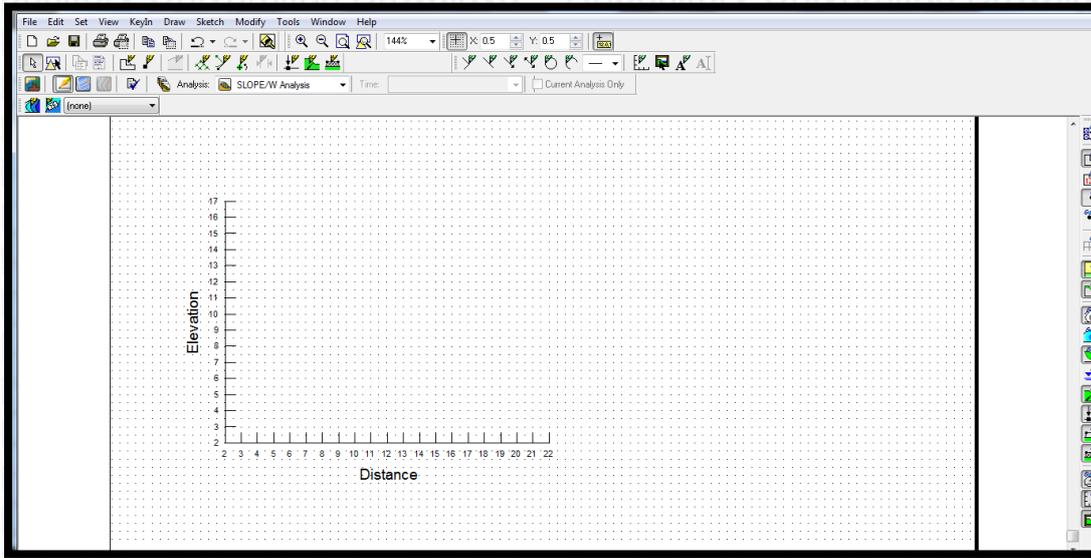
Gambar 4.27 Menu *Grid* Untuk Pengaturan *Grid* Pada Lembar Kerja
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

d. “*Axes*”: untuk membuat sumbu x,y pada lembar kerja, kemudian ganti kolom “*Bottom x*” dengan (jarak m) dan kolom “*Left y*” dengan (Elevasi m), seperti Gambar 4.29. Kemudian klik “*ok*”.



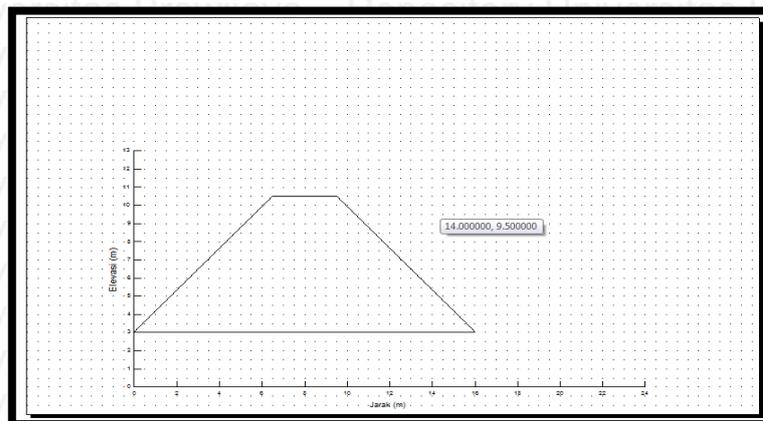
Gambar 4.28 Menu *Axes* Untuk Membuat Sumbu X dan Y
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

- e. Tahan klik kiri mouse pada lembar kerja, dan tarik dari posisi kiri bawah ke kanan atas pada lembar kerja, sehingga membentuk sebuah sumbu x,y seperti pada Gambar 4.30.



Gambar 4.29 Hasil Dari Penggambaran Sumbu X dan Y
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

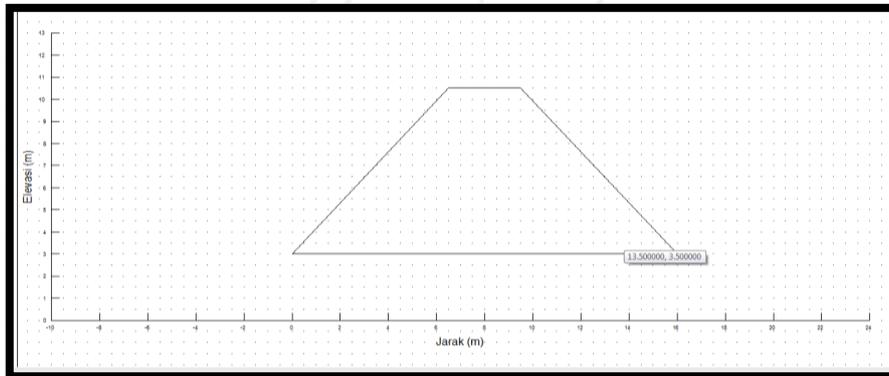
- f. Menggambar potongan melintang Tanggul, langkah kerjanya adalah sebagai berikut :
- Elevasi dasar tanggul adalah el. +3.70 m dengan panjang 16.10 m. di dalam lembar kerja karena interval Grid adalah 0.5 m, maka kita sesuaikan dasar tanggul berada di elevasi el. +3.50 m. Sedangkan, untuk puncak tanggul berada di elevasi el. +10.30 m digenapkan menjadi el. +10.50 m dengan lebar puncak tanggul 3 m. ikuti langkah berikut, di toolbar Sketch | pilih Lines | buat garis sepanjang 16 m pada elevasi el. +3.70 m | dan garis 3 m di elevasi el. +10.50 m. seperti Gambar 4.31



Gambar 4.30 Tanggul Menggunakan GeoStudio Slope/W2007
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

- Karena sumbu Y pada lembar kerja menempel di kaki tanggul, maka perlu digeser beberapa meter, langkahnya adalah sebagai berikut :

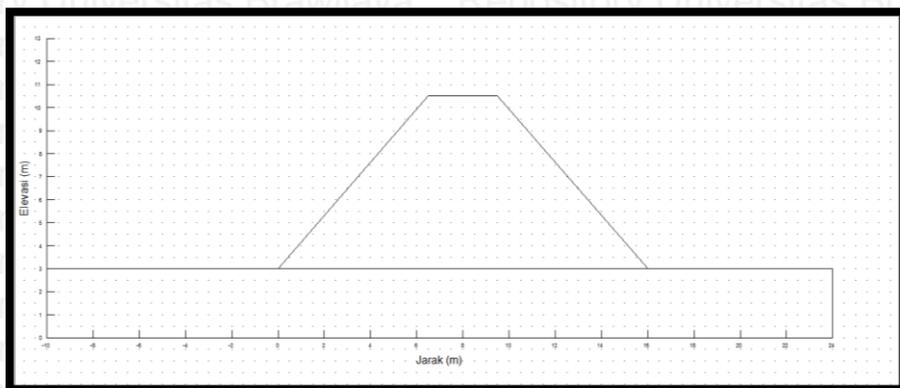
pilih Modify Object | klik pada sumbu X dan Y | geser sumbu X ke arah kiri beberapa meter (di tutorial sumbu X digeser sampai - 10 m) | pilih Done, seperti Gambar 4.32.



Gambar 4.31 Tanggul Menggunakan GeoStudio Slope/W2007

Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

- Buat garis tambahan di kaki tanggul sehingga terlihat seperti pada Gambar 4.33



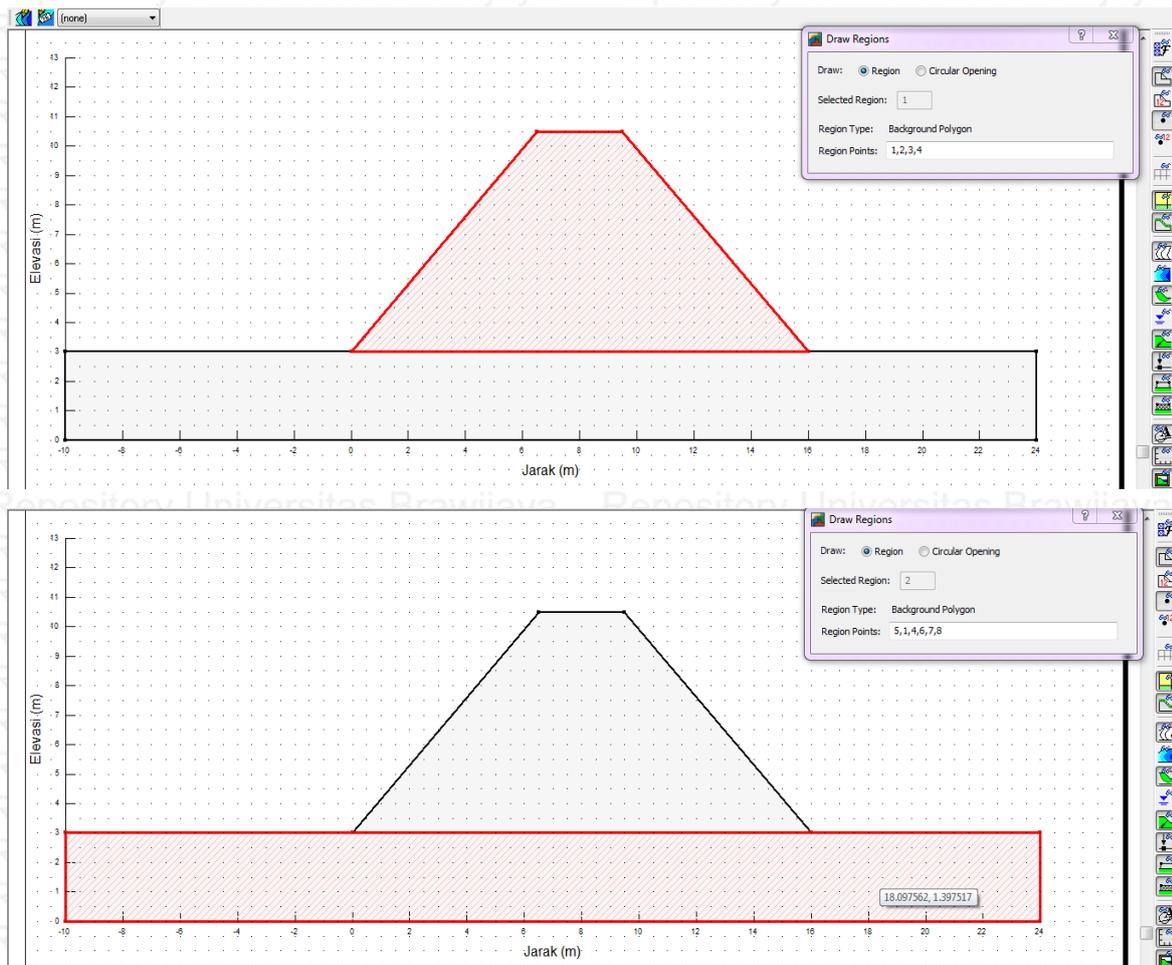
Gambar 4.32 Tanggul Menggunakan GeoStudio Slope/W2007

Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

g. Memberi material timbunan tanggul

Setelah proses penggambaran potongan melintang tanggul, langkah selanjutnya memberi material timbunan dan pondasinya pada gambar tersebut. Langkahnya adalah sebagai berikut :

Pada toolbar Draw | pilih Regions | superposisikan Regions terhadap gambar potongan melintang tanggul lengkap dengan pondasi di bawahnya . Sehingga menjadi seperti Gambar 4.34.

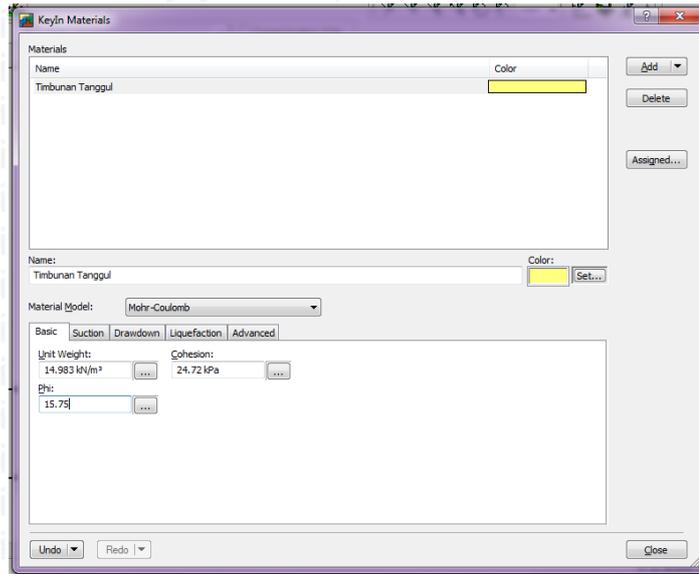


Gambar 4.33. Memberi Material Tanggul Pada Pondasi dan Timbunan
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

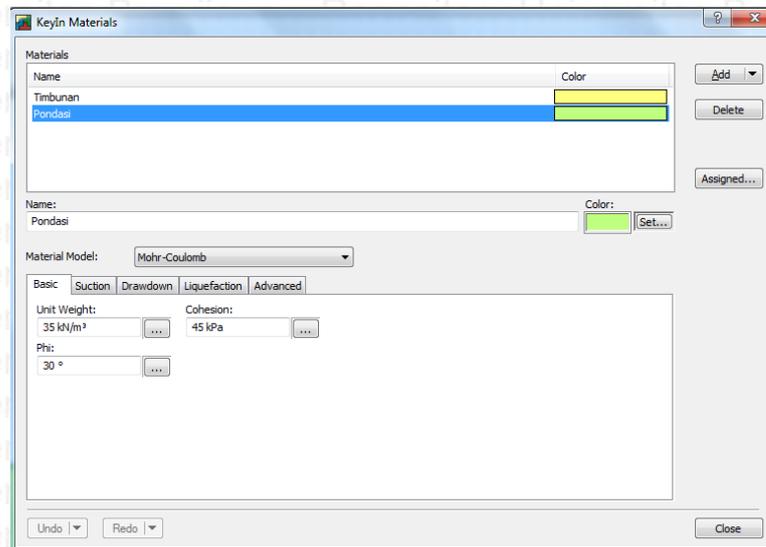
h. Memasukkan material (timbunan dan pondasi) kedalam model

Dua region telah dibentuk, langkah selanjutnya adalah memasukkan material timbunan tanggul dan pondasinya ke dalam model tersebut, langkahnya adalah sebagai berikut :

- Pada toolbar Draw | pilih Materials | pilih KeyIn | klik Add | kolom Name isi nama material | kolom Material Model pilih Mohr-Coulomb | Masukkan nilai kedalam toolbar basic | sehingga akan terlihat seperti Gambar 4.35.
- Untuk pondasi tanggul ulangi langkah diatas dengan mengganti beberapa pilihan, yaitu :
klik “Add” kolom “Name” ganti dengan Pondasi, kolom “Material Model” pilih Mohr-Coulomb | klik Close | sehingga akan terlihat seperti Gambar 4.35.

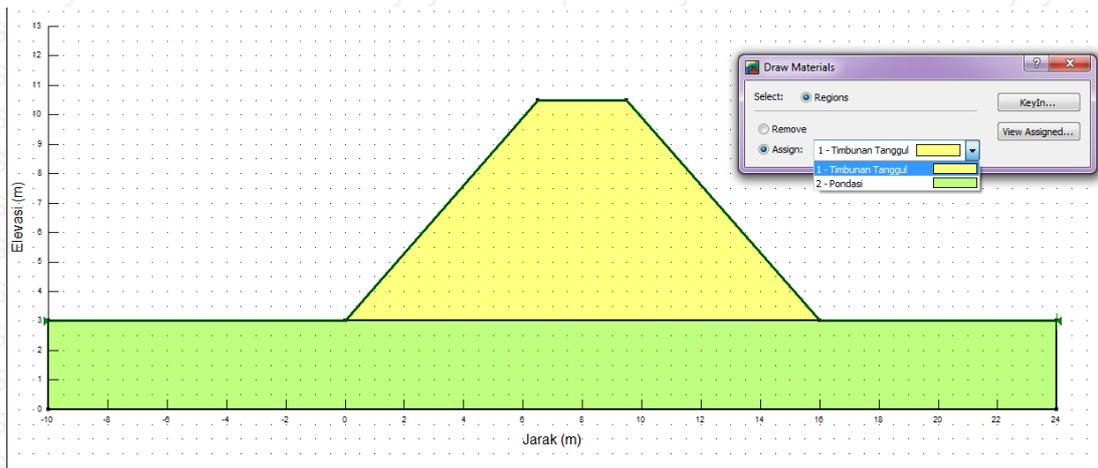


Gambar 4.34. Setting *KeyIn Materials* Untuk Membuat Material Pondasi Tanggul
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016



Gambar 4.35. Setting *KeyIn Materials* Untuk Membuat Material Timbunan Tanggul
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

- i. Pilih Assign tiap material ke dalam geometry yang sudah dilengkapi dengan region | klik tanda Close , sehingga terlihat seperti Gambar 4.36.



Gambar 4.36. Setelah Material Pondasi dan Timbunan di Masukkan Ke Dalam Tanggul
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

j. Analysis Process

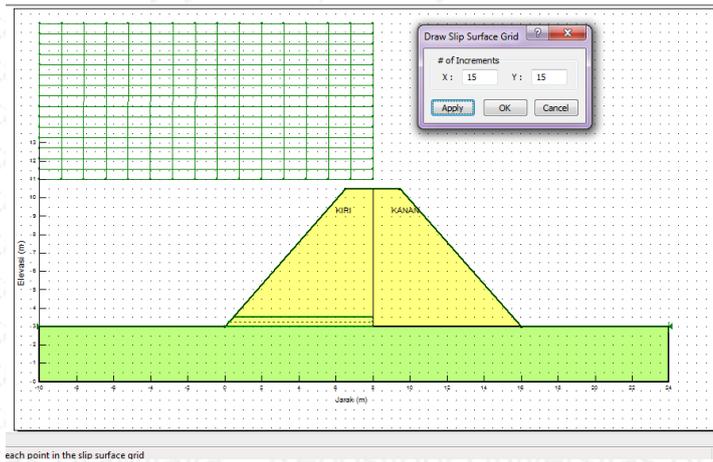
Setelah semua kegiatan pre-process analysis dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah me-RUN model yang sudah kita bentuk, langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Tombol toolbar pilih Draw | pilih Slip Surface | pilih Radius | pilih Rotate pada jendela Draw Slip Surface Radius | klik Ok, dan akan terlihat seperti di Gambar 4.38



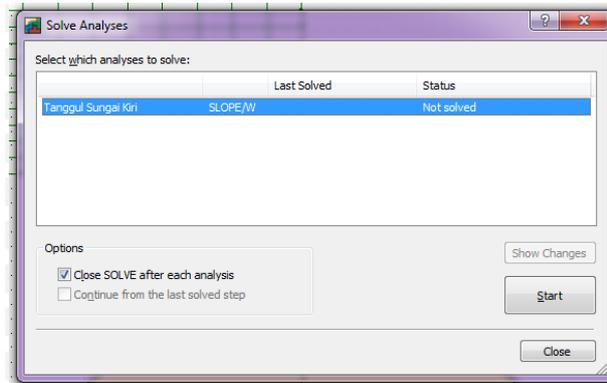
Gambar 4.37. Proses Penggambaran *Slip Surface Radius* Pada Lembar Kerja
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

2. Toolbar pilih Draw | pilih Grid | gambar Grid dari pojok kiri atas secara horisontal ke arah kanan, berhenti tepat di setengah puncak tanggul kemudian tarik secara vertical ke bawah | set Increments X dan Y menjadi 15 x 15 | klik Ok, dan akan terlihat seperti di Gambar 4.39.



Gambar 4.38. Proses Penggambaran *Slip Surface Grid* Pada Lembar Kerja
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

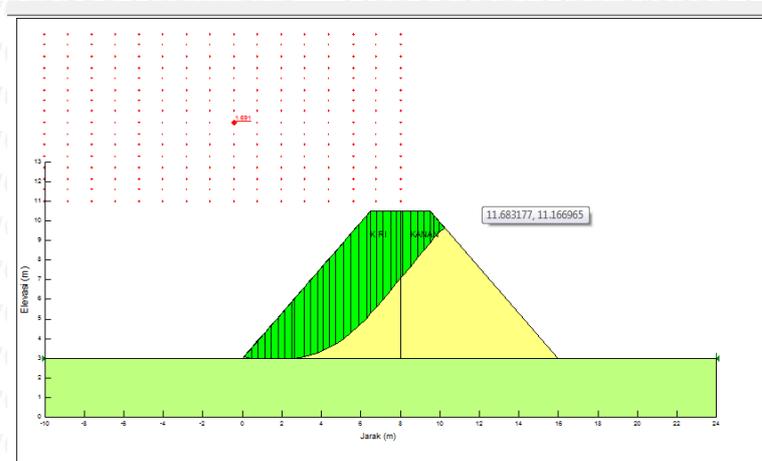
3. Toolbar pilih Tools | pilih Solve Analyses | akan muncul jendela Save klik Yes, kemudian klik Start di jendela yang baru . seperti Gambar 4.40



Gambar 4.39. Proses Running Pada Geostudio Slope/W
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

k. Post-Process Analysis

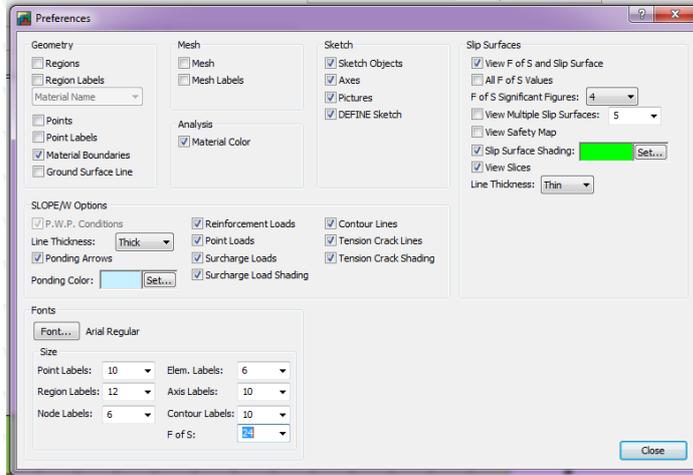
Setelah semua proses dilakukan dari poin no 1 sampai dengan poin 3, maka akan muncul FS (Factor of Safety) dari lereng yang di tinjau. Akan muncul seperti Gambar 4.41.



Gambar 4.40. Memunculkan Angka Keamanan (FS) Tanggul
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

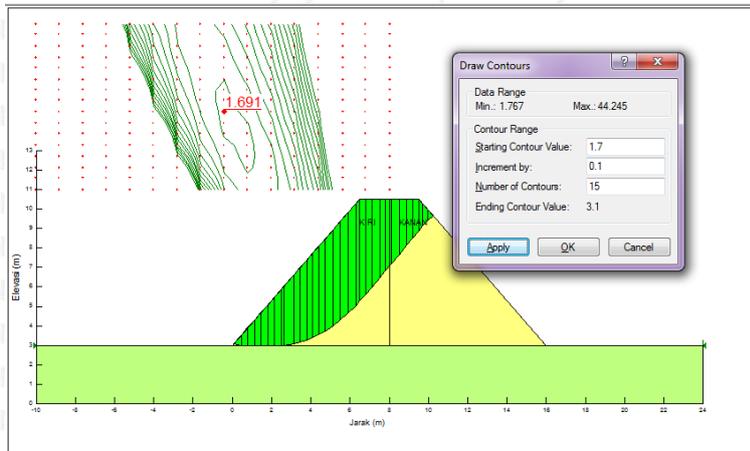
Untuk men-Setting tampilan FS langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Pada toolbar View | pilih Preferences | ganti ukuran Font dari F of S seperti di Gambar 4.42.



Gambar 4.41. Langkah Mengatur Ukuran Tampilan FS
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

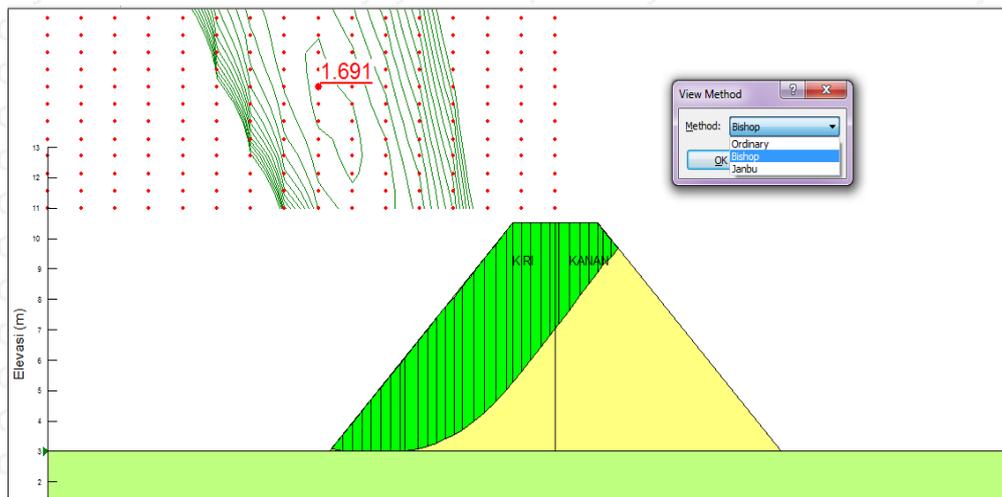
2. Pada toolbar Draw | pilih Draw Contours | Sesuaikan pilihan di jendela Draw Contours seperti di Gambar 4.43



Gambar 4.42. Langkah Memperbesar Ukuran Kontur Pada Lembar Kerja
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

3. Analisa di model ini adalah Limit Equilibrium Method dengan metode irisan (Ordinary/Fellenius, Bishop, Janbu), untuk melihat hasil dari ketiga analisa di atas adalah sebagai berikut :

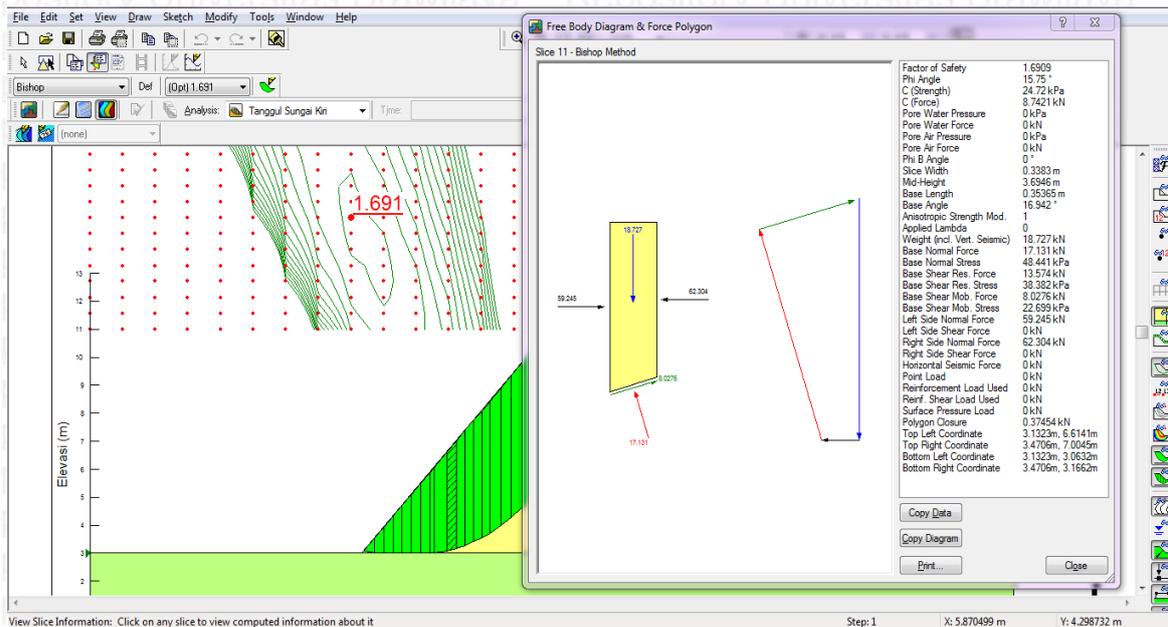
Pada toolbar View | pilih Method | kemudian pilih / tinjau FS dari ketiga metode irisan (Ordinary/Fellenius, Bishop, Janbu) yang digunakan tersebut | seperti Gambar 4.44.



Gambar 4.43. Melihat Hasil dari Ketiga Analisa di Atas Ordinary, Bishop dan Janbu
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

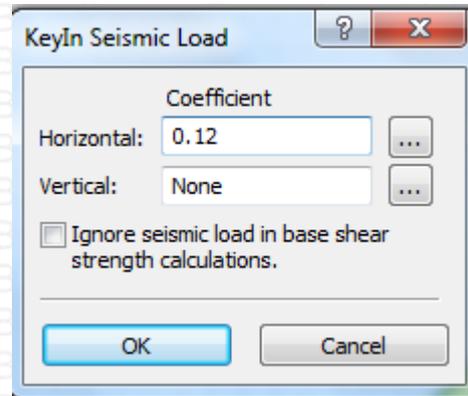
4. Tinjau tiap bidang irisan pada tiap metode dengan langkah sebagai berikut :

Pada toolbar View | pilih Slice Information | tinjau gaya yang bekerja di tiap irisan | dan coba bandingkan dengan metode yang lain seperti Gambar 4.45



Gambar 4.44. Meninjau Bidang Irisan Pada Tiap Metode Ordinary, Bishop dan Janbu
Sumber: Hasil Perhitungan Geo-Slope 2016

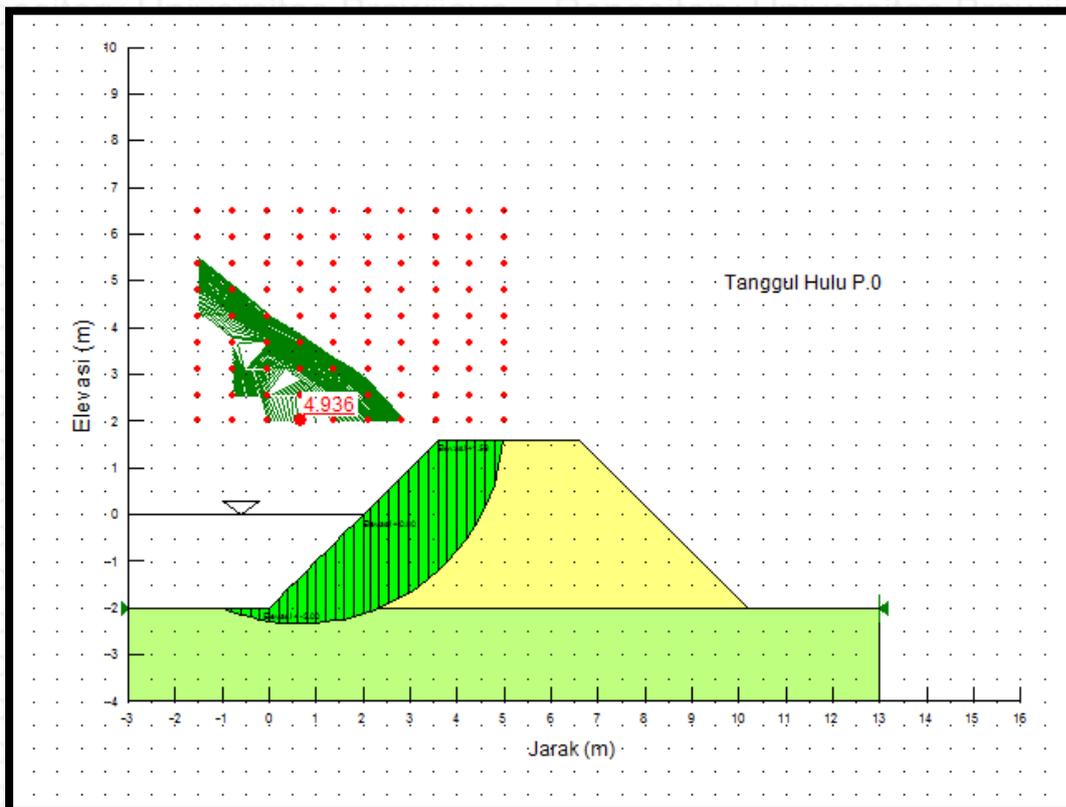
1. Untuk menganalisa stabilitas lereng pada keadaan gempa, maka nilai koefisien gempa pada lokasi rencana Tanggul tersebut dimasukkan pada *keyin-seismic load*.



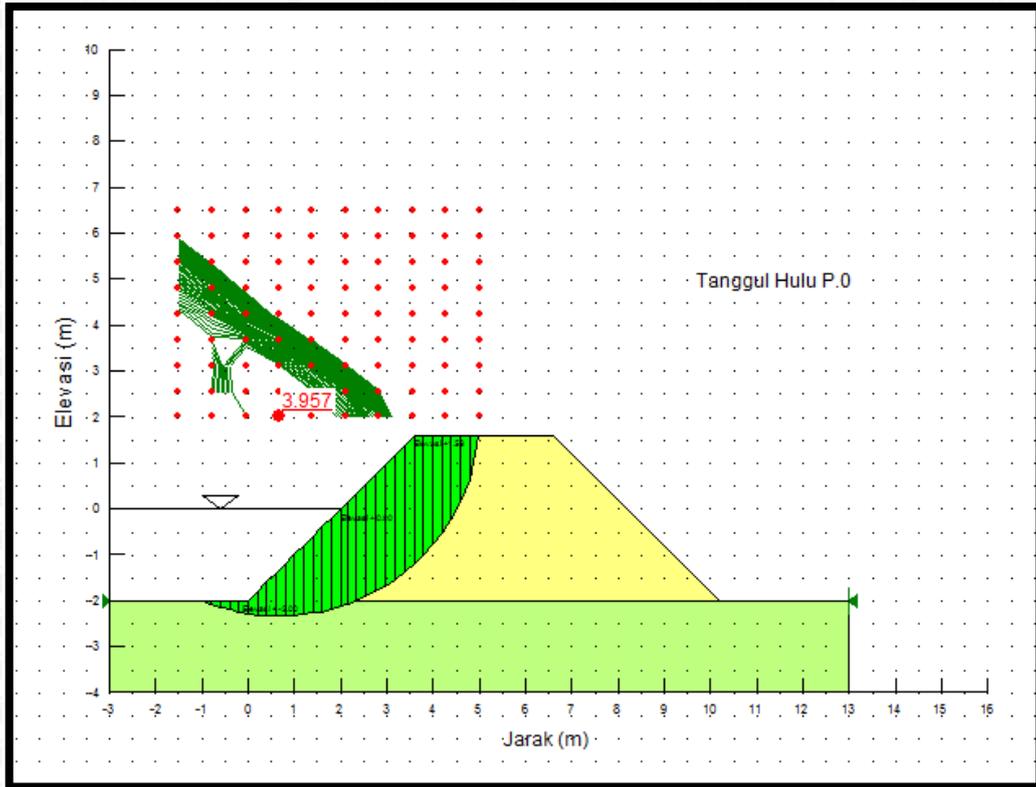
Gambar 4.45. Menu Beban Gempa Pada GeoStudio Slope/W 2007
Sumber: Analisis Geo-Slope 2016

Berikut hasil perhitungan nilai keamanan (*safety factor*) dengan menggunakan software GeoStudio Slope/W.

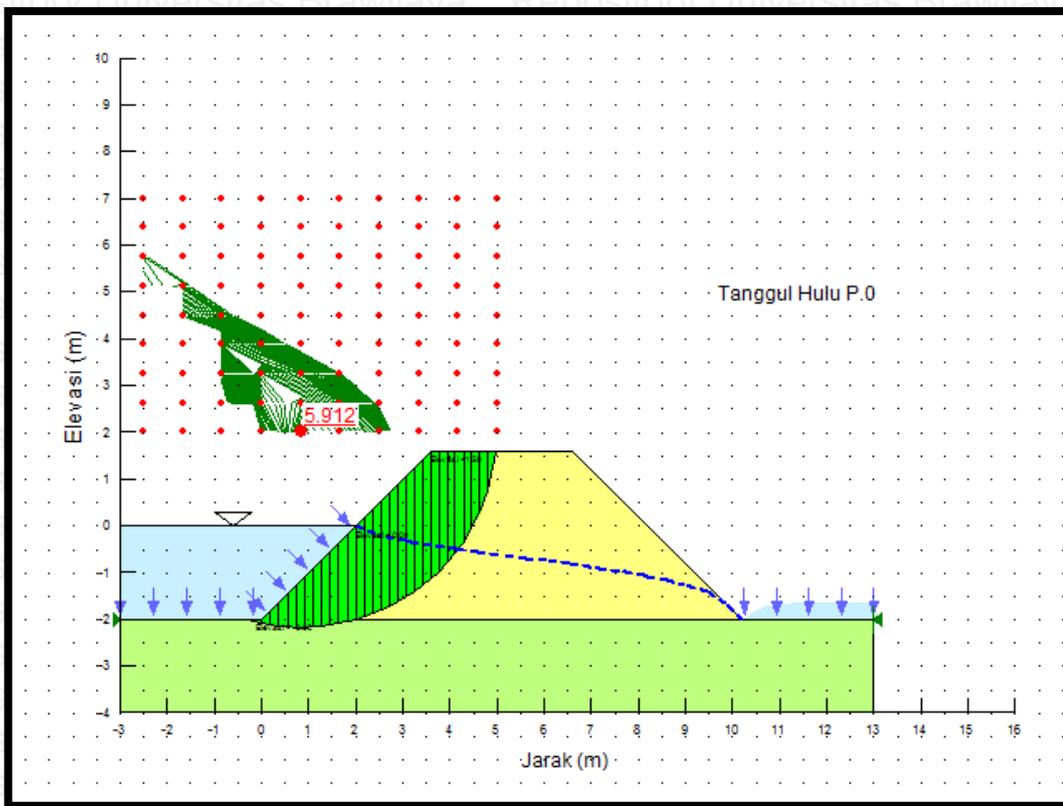
1. Stabilitas Tanggul Hulu Patok 0



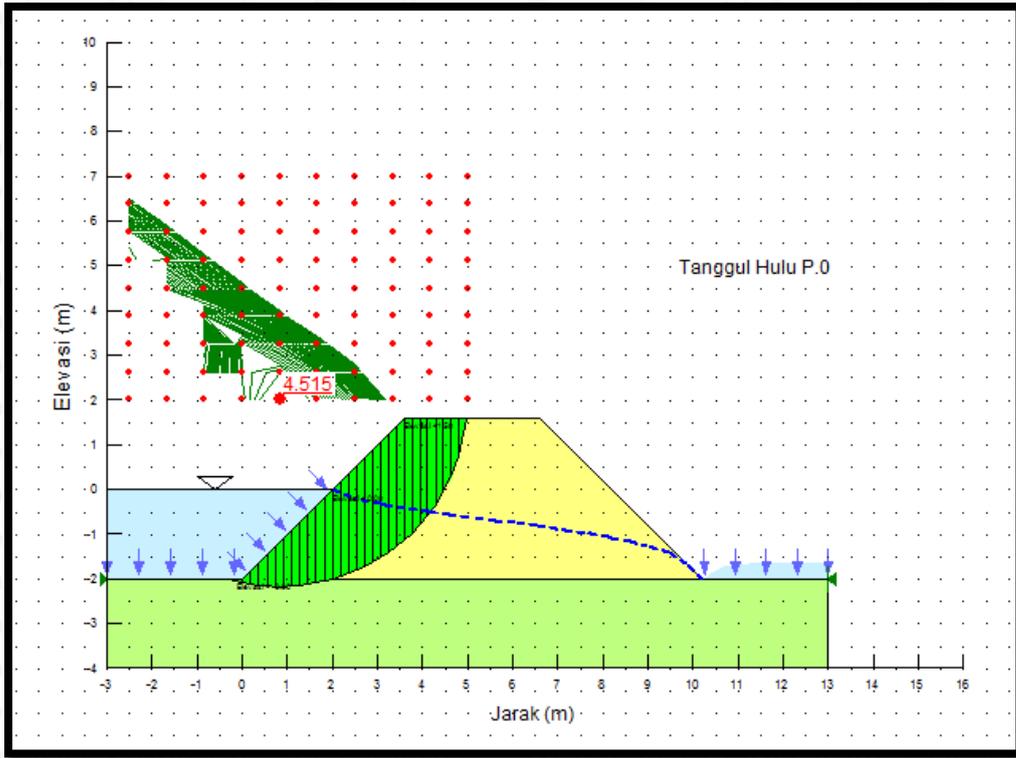
Gambar 4.46. Stabilitas Lereng Tanggul Hulu Patok 0 Kondisi Kosong (Tanpa Gempa)
Sumber: Analisis Geo-Slope 2016



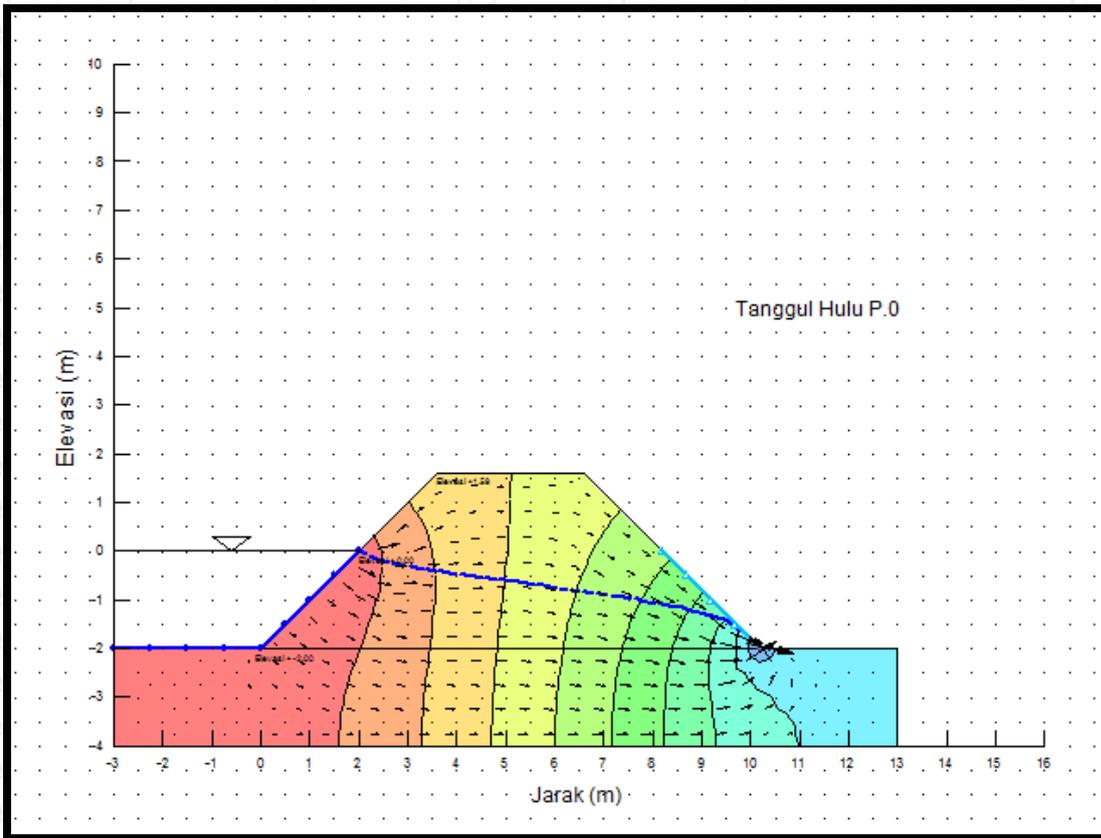
Gambar 4.47. Stabilitas Lereng Tanggul Hulu Patok 0 Kondisi Kosong (Gempa)
 Sumber: Analisis Geo-Slope 2016



Gambar 4.48. Stabilitas Lereng Tanggul Hulu Patok 0 Kondisi Isi (Tanpa Gempa)
 Sumber: Analisis Geo-Slope 2016

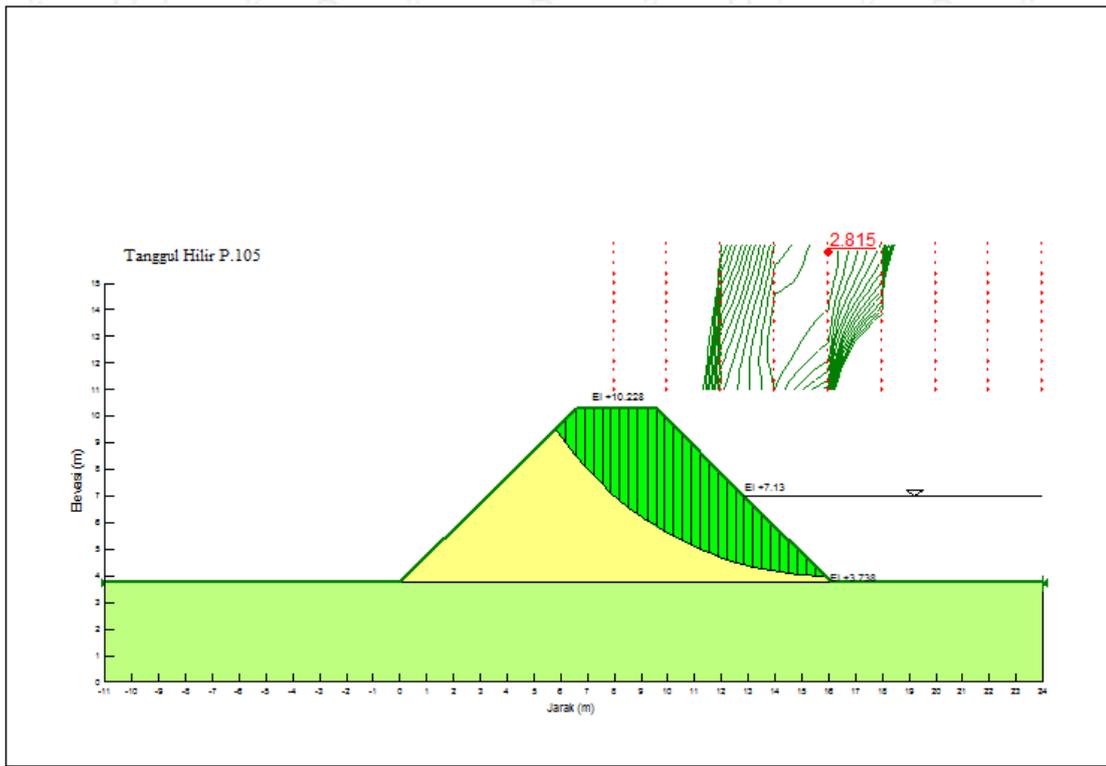


Gambar 4.49. Stabilitas Lereng Tanggul Hulu Patok 0 Kondisi Isi (Tanpa Gempa)
Sumber: Analisis Geo-Slope 2016

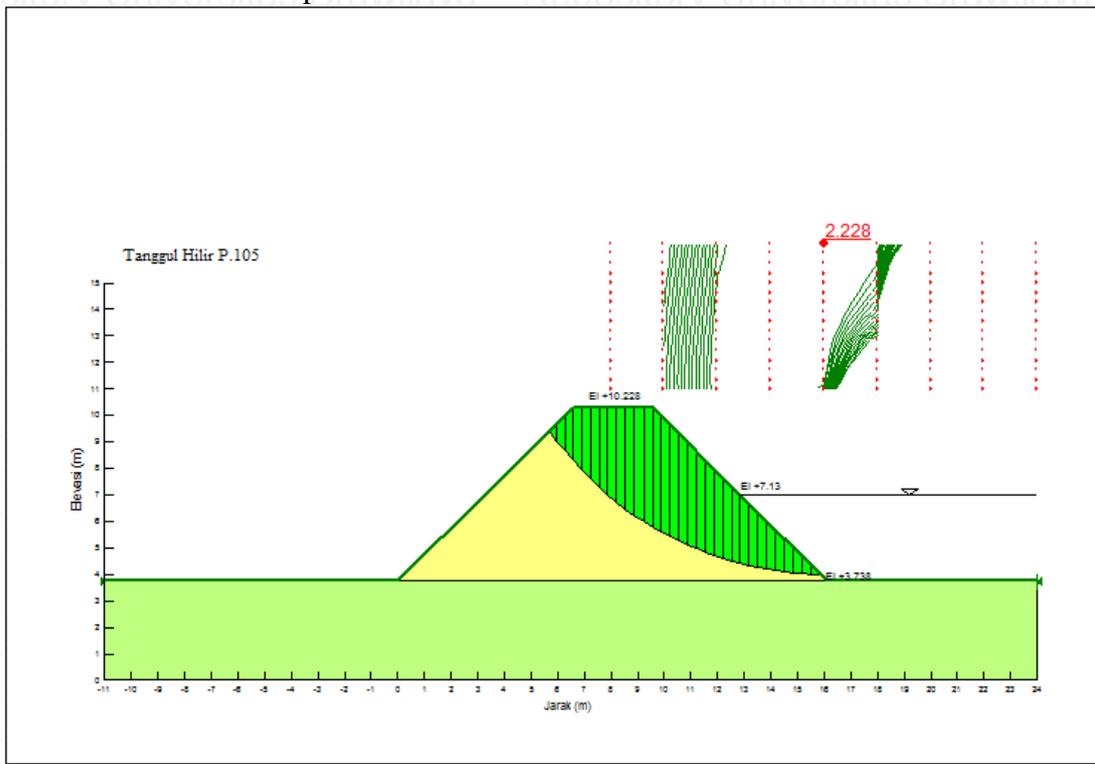


Gambar 4.50. Flow Net Rembesan Hulu Patok 0
Sumber: Analisis Geo-Slope 2016

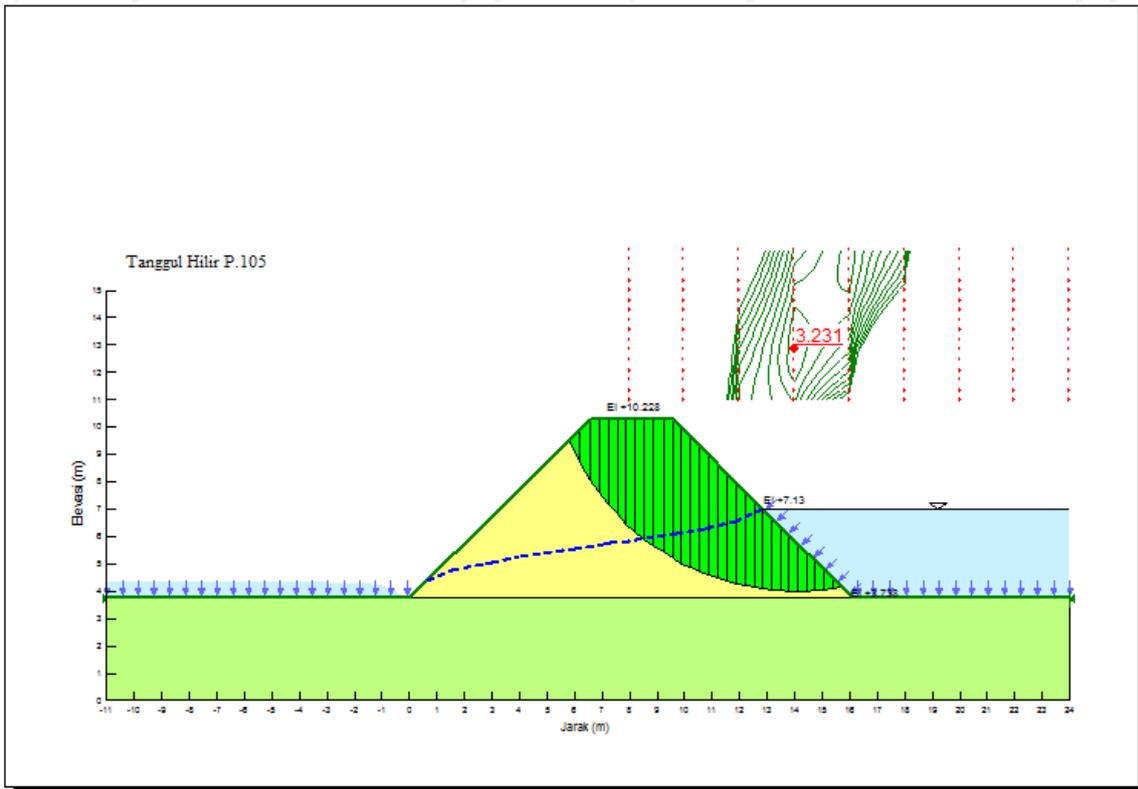
2. Stabilitas Tanggul Hulu Patok 105



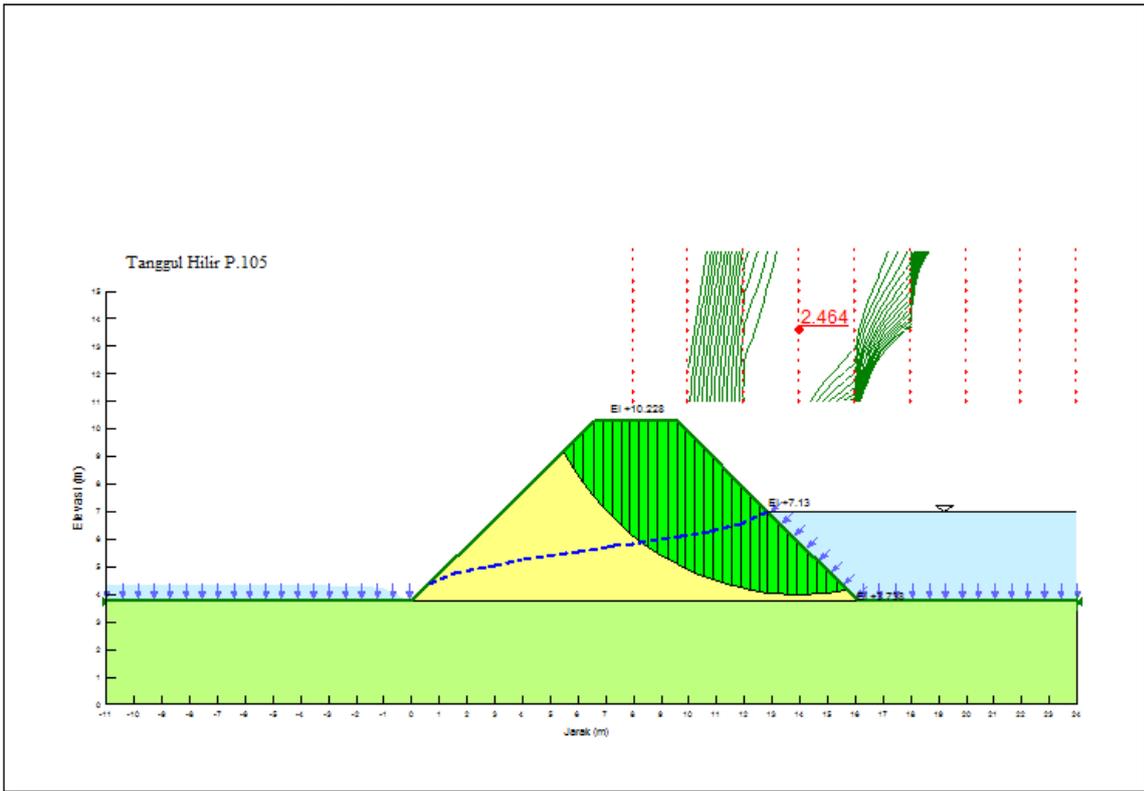
Gambar 4.51. Stabilitas Lereng Tanggul Hilir Patok 105 Kondisi Kosong (Tanpa Gempa)
 Sumber: Analisis Geo-Slope 2016



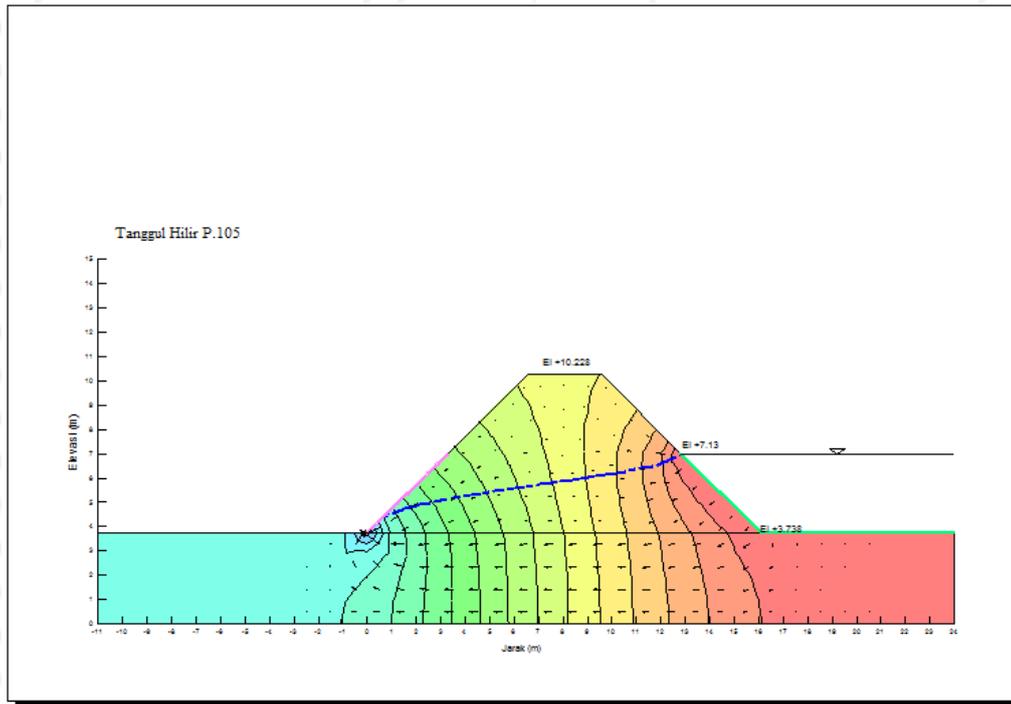
Gambar 4.52. Stabilitas Lereng Tanggul Hilir Patok 105 Kondisi Kosong (Gempa)
 Sumber: Analisis Geo-Slope 2016



Gambar 4.53 Stabilitas Lereng Tanggul Hilir Patok 105 Kondisi Isi (Tanpa Gempa)
Sumber: Analisis Geo-Slope 2016



Gambar 4.54 Stabilitas Lereng Tanggul Hilir Patok 105 Kondisi Isi (Gempa)
Sumber: Analisis Geo-Slope 2016



Gambar 4.55. Flow Net Rembesan Hilir Patok 105

Sumber: Analisis Geo-Slope 2016

Dengan demikian angka keamanan minimum stabilitas lereng yang diperoleh dari software GeoStudio Slope/W Define ini, diperoleh angka-angka keamanan lereng dan tanggul Sungai Kemuning terhadap kelongsoran dengan $SF > 1,5$ sehingga dinyatakan aman terhadap kelongsoran baik pada metode *Ordinary*, *Bishop* ataupun *Janbu*.

Tabel 4.41. Hasil Analisa GeoStudio Slope/W 2007 Kondisi Tanpa Gempa

No	Kondisi	SF Ijin	Metode GeoStudio Slope			Keterangan
			SF Kritis			
			Ordinary	Bishop	Janbu	
1	Hulu Kosong	1.5	4.902	4.936	5.150	Aman
2	Hulu Isi	1.5	5.819	5.912	6.443	Aman
3	Hilir Kosong	1.5	2.774	2.815	2.740	Aman
4	Hilir Isi	1.5	3.140	3.231	3.087	Aman

Sumber: Analisa GeoStudio Slope/W 2007

Tabel 4.42. Hasil Analisa GeoStudio Slope/W 2007 Kondisi Gempa

No	Kondisi	SF Ijin	Metode GeoStudio Slope			Keterangan
			SF Kritis			
			Ordinary	Bishop	Janbu	
1	Hulu Kosong	1.5	3.931	3.957	4.153	Aman
2	Hulu Isi	1.5	4.453	4.515	4.957	Aman
3	Hilir Kosong	1.5	2.200	2.228	2.090	Aman
4	Hilir Isi	1.5	2.391	2.464	2.274	Aman

Sumber: Analisa GeoStudio Slope/W 2007

4.5. Pengertian Sempadan Sungai

Sempadan sungai (riparian zone) adalah zona penyangga antara ekosistem perairan (sungai) dan daratan. Zona ini umumnya didominasi oleh tetumbuhan dan/atau lahan basah. Tetumbuhan tersebut berupa rumput, semak ataupun pepohonan sepanjang tepi kiri dan/atau kanan sungai.

Sempadan sungai yang demikian itu sesungguhnya secara alami akan terbentuk sendiri, sebagai zona transisi antara ekosistem daratan dan ekosistem perairan (sungai). Namun karena ketidak pahaman tentang fungsinya yang sangat penting, umumnya di perkotaan, sempadan tersebut menjadi hilang didesak oleh peruntukan lain.

Sempadan sungai yang cukup lebar dengan banyak kehidupan tetumbuhan (flora) dan binatang (fauna) di dalamnya merupakan cerminan tata guna lahan yang sehat pada suatu wilayah. Keberadaan banyak jenis spesies flora dan fauna merupakan aset keanekaragaman hayati yang penting bagi keberlangsungan kehidupan manusia dan alam dalam jangka panjang.

4.6. Fungsi Sempadan Sungai

Sempadan sungai mempunyai beberapa fungsi dan manfaat penting, antara lain:

- a) Karena dekat dengan air, kawasan ini sangat kaya dengan keaneka-ragaman hayati (flora dan fauna). Keaneka-ragaman hayati adalah aset lingkungan yang sangat penting bagi keberlanjutan kehidupan manusia dan alam dalam jangka panjang.
- b) Semak dan rerumputan yang tumbuh di sempadan sungai berfungsi sebagai filter yang sangat efektif menangkap sedimen dan polutan sehingga kualitas air sungai terjaga dari kekeruhan dan pencemaran. Air sungai kembali menjadi jernih dan sehat. Manfaat utama sempadan sungai adalah melindungi sungai sehingga fungsinya dapat berlangsung secara berkelanjutan. Salah satu yang terpenting adalah melindungi sungai dari pencemaran ‘non-point source’, yang berasal dari sisa pupuk pertanian dan perkotaan. Sempadan yang didominasi tetumbuhan berfungsi sebagai filter menahan sedimen, nutrisi dan zat pencemar lain agar tidak masuk mencemari sungai.
- c) Tumbuh-tumbuhan yang tumbuh di sempadan sungai dapat menahan erosi, karena sistem perakarannya yang masuk ke dalam tanah memperkuat struktur tanah sehingga tidak mudah tererosi dan tergerus aliran air. Dengan sempadan sungai yang berfungsi baik palung sungai menjadi lebih stabil terhindar dari gerusan tebing yang berkepanjangan.

- d) Rimbunnya dedaunan menyediakan tempat berlindung dan berteduh, sementara sisa tumbuh-tumbuhan yang mati merupakan sumber makanan bagi berbagai jenis spesies binatang akuatik dan satwa liar lainnya. Dengan berfungsinya sempadan sungai maka jumlah spesies flora dan fauna akan meningkat.
- e) Kawasan tepi sungai yang sempadannya tertata asri menjadikan properti bernilai tinggi karena terjalin keharmonisan hidup antara manusia dan alam. Lingkungan yang teduh dengan tumbuh-tumbuhan, ada burung berkicau di dekat air jernih yang mengalir menciptakan rasa nyaman dan tenteram tersendiri. Kawasan sempadan sungai dapat dikembangkan menyatu dengan ruang terbuka hijau (ruang publik) sebagai kawasan rekreasi (taman kota) dan olah raga bagi warga masyarakat.

4.7. Dampak Negatif Hilangnya Sempadan Sungai

Hilangnya sempadan sungai karena diokupasi peruntukan lain akan menyebabkan turunnya kualitas air sungai karena hilangnya fungsi filter yang menahan pencemar non-point source.

Hilangnya sempadan sungai juga mengakibatkan terjadinya peningkatan gerusan tebing sungai yang dapat mengancam bangunan atau fasilitas umum lain karena tergerus arus sungai. Sehingga kita terjebak pada kegiatan pembangunan fisik perkuatan tebing sungai yang tidak pernah ada habisnya.

Karena gerusan tebing meningkat geometri tampang sungai akan berubah menjadi lebih lebar, dangkal dan landai; kemampuan mengalirkan air juga akan menurun. Sungai yang demikian sangat rentan terhadap luapan banjir.

Lebih menyedihkan lagi pada kondisi sungai yang demikian ini jumlah kehidupan akuatiknya juga menurun drastis atau bahkan punah, karena hilangnya tumbuhan di sempadan sungai. Hal ini terjadi karena sempadan sungai lebih terekspose sinar matahari sehingga udara di sekitar sungai menjadi lebih panas, temperatur air sungai meningkat yang mengakibatkan turunnya oksigen terlarut, sehingga kurang memenuhi syarat untuk kehidupan biota air dan berakibat turunnya jumlah keanekaragaman hayati baik di sungai maupun di sempadannya.

4.8. Penataan Kawasan Sempadan Sungai Kemuning

Dalam mewujudkan pemanfaatan sungai serta mengendalikan daya rusak sungai, perlu ditentukan garis sempadan sungai yaitu garis batas perlindungan sungai. Garis sempadan

sungai ini akan menjadi acuan pokok dalam kegiatan pemanfaatan dan perlindungan sungai serta pengembangan permukiman di wilayah sekitar sungai.

Dalam penentuan garis sempadan sungai ini berpedoman pada:

1. UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air
2. Permen No. 63/KPR/1993 tentang Garis Sempadan Sungai, Daerah Manfaat Sungai dan Bekas Sungai
3. PP No. 38 Tahun 2011 tentang Sungai
4. UU No. 11 Tahun 1974 Tentang Pengairan

Dalam UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, dinyatakan bahwa sungai merupakan salah satu bentuk air permukaan yang harus dikelola secara menyeluruh, terpadu berwawasan lingkungan hidup dengan mewujudkan kemanfaatan sumber daya air yang berkelanjutan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat.

Dengan demikian sungai harus dilindungi dan di jaga kelestariannya, ditingkatkan fungsi dan kemanfaatannya, dan dikendalikan daya rusaknya terhadap lingkungan.

Dalam UU No. 11 Tahun 1974 Tentang Pengairan Pasal 12, dinyatakan guna menjamin kelestarian fungsi dari bangunan-bangunan pengairan untuk menjaga tata pengairan dan tata air yang baik, perlu dilakukan kegiatan-kegiatan eksploitasi dan pemeliharaan serta perbaikan –perbaikan bangunan-bangunan pengairan tersebut dengan ketentuan:

- a. Bagi bangunan-bangunan pengairan yang ditujukan untuk memberikan manfaat langsung kepada sesuatu kelompok masyarakat dilakukan dengan mengikutsertakan masyarakat, baik yang berbentuk Badan Hukum, Badan Sosial maupun perorangan, yang memperoleh manfaat langsung dari adanya bangunan-bangunan tersebut, yang pelaksanaannya diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah
- b. Bagi bangunan-bangunan pengairan yang ditujukan untuk kesejahteraan dan keselamatan umum pada dasarnya dilakukan oleh Pemerinyah, baik pusat maupun daerah

Sedangkan dalam PP No. 38 Tahun 2011 ini dijelaskan tentang pengertian dan ketentuan garis sempadan sungai. Garis sempadan sungai adalah garis batas luar pengamanan sungai. Penetapan garis sempadan sungai dimaksudkan sebagai upaya agar kegiatan perlindungan, penggunaan dan pengendalian atas sumber daya yang ada pada sungai termasuk danau dan waduk dapat dilaksanakan sesuai dengan tujuannya. Kriteria penetapan garis sempadan sungai terdiri dari:

1. Untuk sungai - sungai yang menjadi kewenangan Menteri, batas garis sempadan sungai ditetapkan dengan Peraturan Menteri berdasarkan usulan dari Direktur Jenderal.
2. Untuk sungai – sungai yang dilimpahkan kewenangannya kepada Pemerintah Daerah, batas garis sempadan sungai ditetapkan dengan Peraturan Daerah berdasarkan usulan dari Dinas.
3. Untuk sungai – sungai yang dilimpahkan kewenangan pengelolaannya kepada Badan Hukum tertentu, batas garis sempadan sungai ditetapkan dengan Peraturan Menteri berdasarkan usulan dari Badan Hukum tertentu yang bersangkutan.

Terdapat bagian-bagian sungai yang termasuk dalam ruang sungai berdasarkan peraturan pemerintah no. 38 tahun 2011, sebagai berikut :

Pasal 5

1. Sungai terdiri atas :
 - a) Palung sungai.
 - b) Sempadan sungai.
2. Palung sungai dan sempadan sungai membentuk ruang sungai sebagaimana dimaksud pada ayat (1) membentuk ruang sungai.
3. Dalam hal kondisi topografi tertentu dan/atau banjir, ruang sungai dapat terhubung dengan danau paparan banjir dan/atau dataran banjir.
4. Palung sungai sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a berfungsi sebagai ruang wadah air mengalir dan sebagai tempat berlangsungnya keidupan ekosistem sungai.
5. Sempadan sungai sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a berfungsi sebagai ruang penyangga antara ekosistem sungai dan daratan, agar fungsi sungai dan kegiatan manusia tidak saling terganggu.

Pasal 6

1. Palung sungai sebagaimana dimaksud dalam pasal 5 ayat (1) huruf a membentuk jaringan pengaliran air, baik yang mengalir secara menerus maupun berkala.
2. Palung sungai sebagaimana dimaksud pada ayat (1) ditentukan berdasarkan topografi terendah alur sungai.

Pasal 7

Dalam hal di dalam sempadan sungai terdapat tanggul untuk mengendalikan banjir, ruang antara tepi palung sungai dan tepi dalam kaki tanggul merupakan bantaran sungai.

Pasal 8

1. Sempadan sungai sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b meliputi ruang di kiri dan kanan palung sungai di antara garis sempadan dan tepi palung sungai untuk sungai tidak bertanggung, atau di antara garis sempadan dan tepi luar kaki tanggul untuk sungai bertanggung.
2. Garis sempadan sebagaimana dimaksudn pada ayat (1) ditentukan pada:
 - a) sungai tidak bertanggung di dalam kawasan perkotaan;
 - b) sungai tidak bertanggung di luar kawasan perkotaan;
 - c) sungai bertanggung di dalam kawasan perkotaan;
 - d) sungai bertanggung di luar kawasan perkotaan;
 - e) sungai yang terpengaruh pasang air laut;
 - f) danau paparan banjir; dan
 - g) mata air.

Pasal 9

Garis sempadan pada sungai tidak bertanggung di dalam kawasan perkotaan sebagaimana dimaksud dalam pasal 8 ayat (2) huruf a ditentukan:

- a) Paling sedikit berjarak 10 m (sepuluh meter) dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai kurang dari atau sama dengan 3 m (tiga meter);
- b) Paling sedikit berjarak 15 m (lima belas meter) dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai lebih dari 3 m (tiga meter) sampai dengan 20 m (dua puluh meter); dan
- c) Paling sedikit berjarak 30 m (tiga puluh meter) dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai lebih dari 20 m (dua puluh meter).

Pasal 10

1. Sungai tidak bertanggung di luar kawasan perkotaan sebagaimana dimaksud dalam pasal 8 ayat (2) huruf b terdiri atas:
 - a) Sungai besar dengan luas DAS lebih besar dari 500 Km² (lima ratus kilometer persegi); dan
 - b) Sungai kecil dengan luas DAS kurang dari atau sama dengan 500 Km² (lima ratus kilometer persegi).
2. Garis sempadan sungai besar tidak bertanggung di luar kawasan perkotaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a ditentukan paling sedikit berjarak 100 m (seratus meter) dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai.

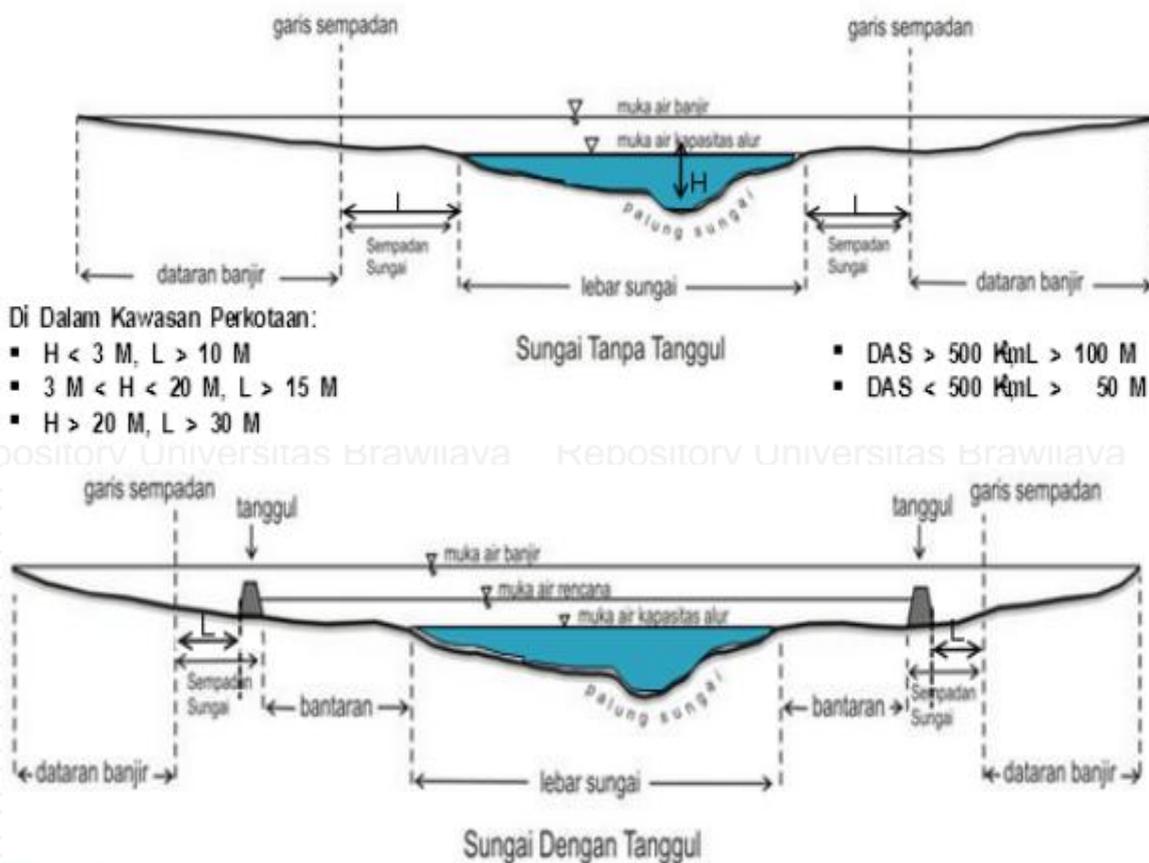
3. Garis sempadan sungai kecil tidak bertanggung di luar kawasan perkotaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b ditentukan paling sedikit 50 m (lima puluh meter) dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai.

Pasal 11

Garis sempadan sungai bertanggung di dalam kawasan perkotaan sebagaimana dimaksud dalam pasal 8 ayat (2) huruf c ditentukan paling sedikit berjarak 3 m (tiga meter) dari tepi luar kaki tanggul sepanjang alur sungai.

Pasal 12

Garis sempadan sungai bertanggung di luar kawasan perkotaan sebagaimana dimaksud dalam pasal 8 ayat (2) huruf d ditentukan paling sedikit berjarak 5 m (lima meter) dari tepi luar kaki tanggul sepanjang alur sungai.



Gambar 4.56. Sungai Tanpa Tanggul dan Sungai Dengan Tanggul

Jika terdapat bangunan dalam sempadan sungai, maka bangunan tersebut dinyatakan dalam status *quo* dan secara bertahap harus ditertibkan untuk mengembalikan fungsi sempadan sungai.

Yang dimaksud dengan “status *quo*” adalah kondisi tidak boleh mengubah, menambah, ataupun memperbaiki bangunan. Yang dimaksud dengan “bertahap” adalah sesuai prioritas dan kemampuan serta dengan partisipasi masyarakat.

Dalam penetapan status *quo* ini, tidak berlaku bagi bangunan-bangunan tertentu di bawah ini:

- a) Bangunan prasarana sumber daya air.
- b) Fasilitas jembatan dan dermaga.
- c) Jalur pipa gas dan air minum.
- d) Rentangan kabel listrik dan telekomunikasi.

Kita sebagai masyarakat pemanfaat sungai serta bagian-bagiannya diharuskan untuk melindungi sungai dari kerusakan sebagaimana tercantum pada PP no. 38 tahun 2011 bab III tentang pengelolaan sungai.

Pasal 20

1. Konservasi sungai sebagaimana dimaksud dalam Pasal 18 ayat (1) huruf a dilakukan melalui kegiatan:
 - a) perlindungan sungai; dan
 - b) pencegahan pencemaran air sungai.
2. Perlindungan sungai sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan melalui : (pasal 20 ayat 2
 - a) Palung sungai.
 - b) Sempadan sungai
 - c) Danau paparan banjir.
 - d) Dataran banjir.
3. Perlindungan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dilakukan pula terhadap:
 - a) aliran pemeliharaan sungai; dan
 - b) ruas restorasi sungai.

Pasal 22

1. Perlindungan sempadan sungai sebagaimana dimaksud dalam pasal 20 ayat (2) huruf b dilakukan melalui pembatasan pemanfaatan sempadan sungai
2. Dalam hal di dalam sempadan sungai terdapat tanggul untuk kepentingan pengendali banjir, perlindungan badan tanggul dilakukan dengan larangan :
 - a) Menanam tanaman selain rumput.
 - b) mendirikan bangunan.
 - c) Mengurangi dimensi tanggul.

3. Pemanfaatan sempadan sungai sebagaimana dimaksud pada ayat (1) hanya dapat dilakukan untuk keperluan tertentu.

Pasal 24

1. Perlindungan dataran banjir sebagaimana dimaksud dalam Pasal 20 ayat (2) huruf d dilakukan pada dataran banjir yang berpotensi menampung banjir.
2. Perlindungan dataran banjir sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan membebaskan dataran banjir dari peruntu

Setiap orang yang akan melakukan kegiatan pada ruang sungai termasuk didalamnya adalah pemanfaatan sempadan sungai harus mendapat izin dari menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya.

Pasal 57

1. Setiap orang yang akan melakukan kegiatan pada ruang sungai wajib memperoleh izin
2. Kegiatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
 - a) pelaksanaan konstruksi pada ruang sungai;
 - b) pelaksanaan konstruksi yang mengubah aliran dan/atau alur sungai;
 - c) pemanfaatan bantaran dan sempadan sungai;
 - d) pemanfaatan bekas sungai;
 - e) pemanfaatan air sungai selain untuk kebutuhan pokok sehari-hari dan pertanian rakyat dalam sistem irigasi yang sudah ada;
 - f) pemanfaatan sungai sebagai penyedia tenaga air;
 - g) pemanfaatan sungai sebagai prasarana transportasi;
 - h) pemanfaatan sungai di kawasan hutan;
 - i) pembuangan air limbah ke sungai;
 - j) pengambilan komoditas tambang di sungai; dan
 - k) pemanfaatan sungai untuk perikanan

Pasal 59

Pemegang izin kegiatan pada ruang sungai sebagaimana dimaksud dalam pasal 57 wajib :

- a) Melindungi dan memelihara kelangsungan fungsi sungai.
- b) Melindungi dan mengamankan prasarana sungai.
- c) Mencegah terjadinya pencemaran air sungai.
- d) Menanggulangi dan memulihkan fungsi sungai dari pencemaran air sungai.
- e) Mencegah gejolak sosial yang timbul berkaitan dengan kegiatan pada ruang sungai.

- f) Memberikan akses terhadap pelaksanaan pemantauan, evaluasi, pengawasan, dan pemeriksaan.

Pasal 60

1. Setiap pemegang izin yang tidak melaksanakan kewajiban sebagaimana dimaksud dalam Pasal 59 dikenai sanksi administratif oleh pemberi izin sesuai dengan ketentuan perundang-undangan.
2. Selain dikenai sanksi administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1), apabila pelaksanaan kegiatan pada ruang sungai yang dilakukan oleh pemegang izin menimbulkan:
 - a) kerusakan pada ruang sungai dan/atau lingkungan sekitarnya, wajib melakukan pemulihan dan/atau perbaikan atas kerusakan yang ditimbulkannya; dan/atau
 - b) kerugian pada masyarakat, wajib mengganti biaya kerugian yang dialami masyarakat.

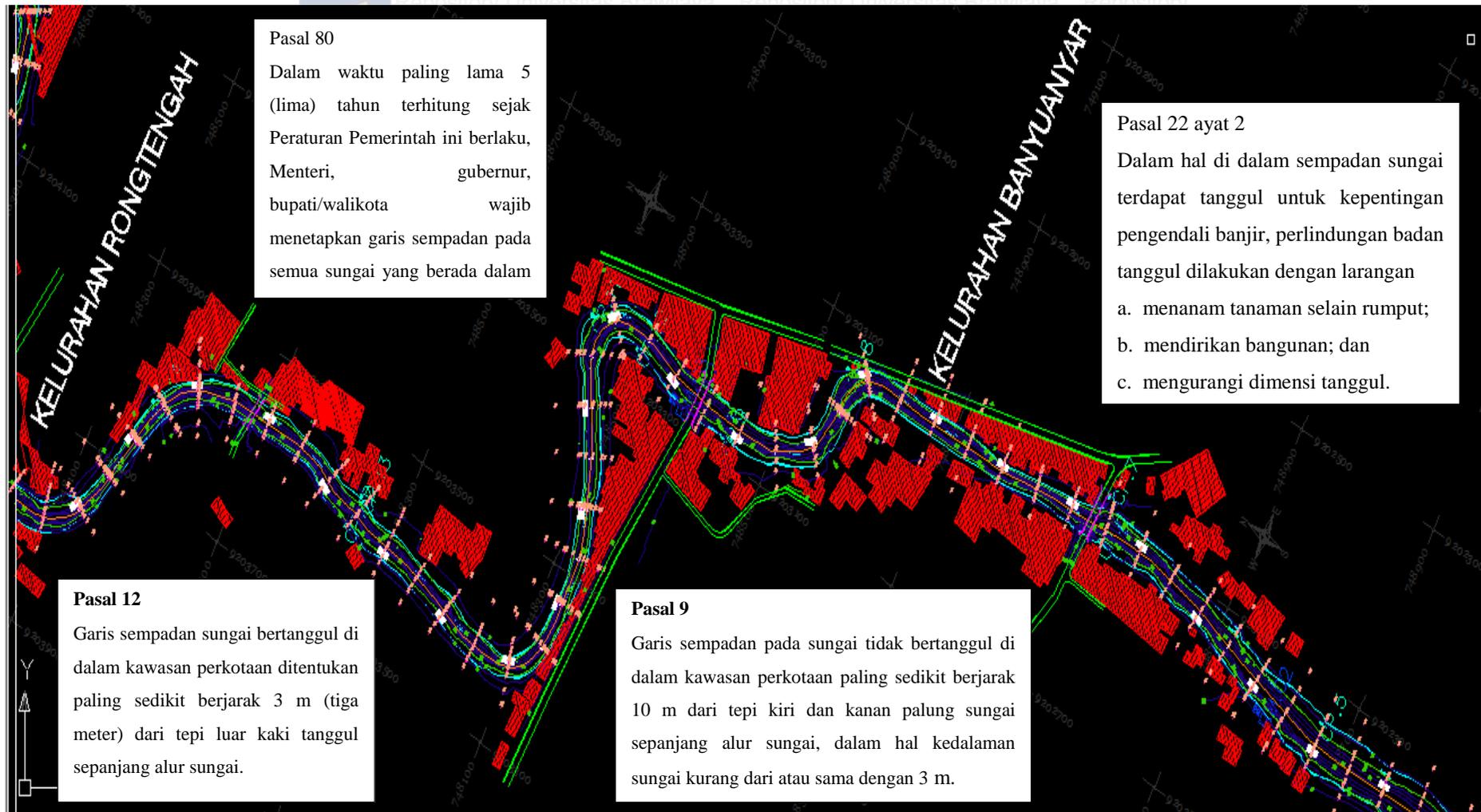
Pasal 80

Dalam waktu paling lama 5 (lima) tahun terhitung sejak Peraturan Pemerintah ini berlaku, Menteri, gubernur, bupati/walikota wajib menetapkan garis sempadan pada semua sungai yang berada dalam kewenangannya.

4.9. Evaluasi Kawasan Sempadan Sungai Kemuning Hilir Berdasarkan Peraturan Pemerintah

Melihat dari pembahasan mengenai Sempadan sungai Kemuning Hilir merupakan kawasan yang sering terkena dampak banjir dan melihat kondisi masyarakat penghuni kawasan sempadan tersebut, telah jelas bahwa tidak ada tindak lanjut dari pemerintah kota maupun kabupaten untuk mengatasi dan menata ulang kawasan Bantaran,

Dengan tidak adanya respon dari pemerintah mengenai masalah ini, maka masyarakat penghuni sempadan sungai Kemuning Hilir dapat dengan mudahnya mendirikan bangunan-bangunan berupa perumahan tanpa izin dari pemerintah kota, dan hal ini dapat menjadikan peningkatan penghuni Sempadan sungai tersebut.



Gambar 4.57. Layout Tofografi Sungai Kemuning

Tabel 4.43. Lokasi Studi Yang Tidak Sesuai Peraturan Pemerintah

No	Lokasi	Kondisi Lapangan	PP No.38 Tahun 2011	Keterangan
1	 <p>Gambar Kanan</p>  <p>Gambar Kiri</p>	<p>1. Banyak Perumahan (Perkampungan) disekitar sempadan sungai.</p> <p>2. Pendirian Perumahan tidak sesuai dengan peraturan pemerintah</p>	<p>Pasal 9</p> <p>Garis sempadan pada sungai tidak bertanggung di dalam kawasan perkotaan paling sedikit berjarak 10 m dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai kurang dari atau sama dengan 3 m.</p> <p>Pasal 12</p> <p>Garis sempadan sungai bertanggung di dalam kawasan perkotaan ditentukan paling sedikit berjarak 3 m (tiga meter) dari tepi luar kaki tanggul sepanjang alur sungai.</p> <p>Pasal 27 (1)</p> <p>Pencegahan pencemaran air sungai dilakukan melalui Pelarangan pembuangan sampah ke sungai.</p> <p>Pasal 57 (1)</p> <p>Ayat (1) : Setiap orang yang akan melakukan kegiatan pada ruang sungai wajib memperoleh izin</p>	Tidak Sesuai
2	 	<p>1. Tidak ada perumahan terdapat</p> <p>Banyak vegetasi disisi kanan dan kiri</p> <p>2. Sungai bersedimentasi, mengakibatkan penyempitan sungai</p>	<p>Pasal 9</p> <p>Garis sempadan pada sungai tidak bertanggung di dalam kawasan perkotaan paling sedikit berjarak 10 m dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai kurang dari atau sama dengan 3 m.</p>	Tidak Sesuai
3	 	<p>1. Tidak ada perumahan terdapat</p> <p>vegetasi disisi kanan</p> <p>2. Sungai bersedimentasi, mengakibatkan penyempitan sungai</p>	<p>Pasal 9</p> <p>Garis sempadan pada sungai tidak bertanggung di dalam kawasan perkotaan paling sedikit berjarak 10 m dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai kurang dari atau sama dengan 3 m.</p>	Tidak Sesuai
4		<p>1. Tidak ada perumahan terdapat</p> <p>vegetasi</p> <p>2. Sungai bersedimentasi, mengakibatkan sungai menjadi sangat sempit</p>	<p>Pasal 9</p> <p>Garis sempadan pada sungai tidak bertanggung di dalam kawasan perkotaan paling sedikit berjarak 10 m dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai kurang dari atau sama dengan 3 m.</p>	Tidak Sesuai

Sumber: Hasil Survey

Lanjutan Tabel 4.43. Lokasi Studi Yang Tidak Sesuai Peraturan Pemerintah

No	Lokasi	Kondisi Lapangan	PP No.39 Tahun 2011	Keterangan
5		1. Pendirian Perumahan tidak sesuai dengan peraturan pemerintah 2. Jarak rumah relatif sangat dekat dari bibir sungai dan banyak vegetasi 3. Pembuangan Sampah Sembarangan	Pasal 9 Garis sempadan pada sungai tidak bertanggung di dalam kawasan perkotaan paling sedikit berjarak 10 m dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai kurang dari atau sama dengan 3 m. Pasal 12 Garis sempadan sungai bertanggung di dalam kawasan perkotaan ditentukan paling sedikit berjarak 3 m (tiga meter) dari tepi kaki tanggul sepanjang alur sungai. Pasal 27 (1) dan (2) Pencegahan pencemaran air sungai dilakukan melalui Pelarangan pembuangan sampah ke sungai. Pasal 57 (1) Ayat (1) : Setiap orang yang akan melakukan kegiatan pada ruang sungai wajib memperoleh izin. Ayat (2) Kegiatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi: a) pelaksanaan konstruksi pada ruang sungai; b) pelaksanaan konstruksi yang mengubah aliran dan/atau alur sungai; c) pemanfaatan bantaran dan sempadan sungai; d) pemanfaatan bekas sungai; e) pemanfaatan air sungai selain untuk kebutuhan pokok sehari-hari dan pertanian rakyat dalam sistem irigasi yang sudah ada; f) pemanfaatan sungai sebagai penyedia tenaga air; g) pemanfaatan sungai sebagai prasarana transportasi; h) pemanfaatan sungai di kawasan hutan; i) pembuangan air limbah ke sungai; j) pengambilan komoditas tambang di sungai; dan k) pemanfaatan sungai untuk perikanan	Tidak Sesuai

Sumber : Hasil Survey

Berdasarkan peraturan pemerintah no. 38 Tahun 2011 tentang sungai telah dijelaskan beberapa peraturan mengenai pendirian bangunan di kawasan Bantaran sebagai berikut :

1. Bantaran

Bantaran sungai adalah ruang antara tepi palung sungai dan kaki tanggul sebelah dalam yang terletak di kiri dan/atau kanan palung sungai. (Pasal 1 Ayat 8)

Pada Tabel diatas lokasi no 2 menjelaskan bahwa tidak sesuaiya peraturan pemerintah mengenai pengertian Bantaran dengan kenyataan kondisi objek kajian yang sebenarnya, hampir tidak ada tanggul sungai, bahkan sungai menjadi sempit karena sedimentasi.

2. Garis sempadan

Garis sempadan adalah garis maya di kiri dan kanan palung sungai yang ditetapkan sebagai batas perlindungan sungai. (Pasal 1 Ayat 9)

3. Status sungai

Sungai dikuasai oleh negara dan merupakan kekayaan negara. (pasal 3 ayat 1)

Sungai yang merupakan kekayaan Negara dan dikuasai oleh Negara seharusnya mendapat perhatian khusus demi menjaga kelestariannya, akan tetapi keadaan sungai saat ini kurang mendapat perhatian pemerintah, terbukti dengan banyaknya penghuni ilegal yang mendiami kawasan Bantaran sungai tanpa izin pemerintah.

4. Ketentuan garis sempadan

Garis sempadan pada sungai tidak bertanggung di dalam kawasan perkotaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (2) huruf a ditentukan: (Pasal 9)

- a. paling sedikit berjarak 10 m (sepuluh meter) dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai kurang dari atau sama dengan 3 m (tiga meter);
- b. paling sedikit berjarak 15 m (lima belas meter) dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai lebih dari 3 m (tiga meter) sampai dengan 20 m (dua puluh meter); dan
- c. paling sedikit berjarak 30 m (tiga puluh meter) dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai lebih dari 20 m (dua puluh meter).

Berdasarkan fakta yang ada, kondisi Sungai Kemuning tergolong dalam kategori a dan b, yaitu paling sedikit berjarak 10 m (sepuluh meter) dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai kurang dari atau sama dengan 3 m (tiga meter) dan paling sedikit berjarak 15 m (lima belas meter) dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, karena kedalaman sungai lebih dari 3 m (tiga meter) sampai dengan 20 m (dua puluh meter)

5. Larangan di sempadan sungai

Dalam hal di dalam sempadan sungai terdapat tanggul untuk kepentingan pengendali banjir, perlindungan badan tanggul dilakukan dengan larangan (pasal 22 ayat 2)

- a. menanam tanaman selain rumput;
- b. mendirikan bangunan; dan
- c. mengurangi dimensi tanggul.

Masyarakat penghuni kawasan sempadan Sungai Kemuning tidak mematuhi aturan, mereka mendirikan bangunan di atas sempadan sungai yang dapat mengurangi dimensi tanggul, dan ketika terjadi banjir masyarakat sekitar yang terkena dampaknya.

Perlindungan dataran banjir sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan membebaskan dataran banjir dari peruntukan yang mengganggu fungsi penampung banjir.

(Pasal 24 ayat 2)

Penjelasan pasal 24 ayat 2 menerangkan bahwa segala macam peruntukan yang mengganggu fungsi sungai harus ditertibkan, termasuk dalam pembahasan ini adalah perumahan penduduk sekitar sempadan Sungai Kemuning Hilir harus ditertibkan sesuai peraturan agar tidak mengganggu fungsi sungai.

6. Pencegahan pencemaran air sungai

Pencegahan pencemaran air sungai dilakukan melalui: (Pasal 27 Ayat 1)

- a. Penetapan daya tampung beban pencemaran;
- b. Identifikasi dan inventarisasi sumber air limbah yang masuk ke sungai;
- c. Penetapan persyaratan dan tata cara pembuangan air limbah;
- d. Pelarangan pembuangan sampah ke sungai;
- e. Pemantauan kualitas air pada sungai; dan
- f. Pengawasan air limbah yang masuk ke sungai.

7. Perizinan

Setiap orang yang akan melakukan kegiatan pada ruang sungai wajib memperoleh izin.

(Pasal 57 Ayat 1)

Kegiatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi: (Pasal 57 ayat 2)

- a. pelaksanaan konstruksi pada ruang sungai;
- b. pelaksanaan konstruksi yang mengubah aliran dan/atau alur sungai;
- c. pemanfaatan bantaran dan sempadan sungai;
- d. pemanfaatan bekas sungai;
- e. pemanfaatan air sungai selain untuk kebutuhan pokok sehari-hari dan pertanian rakyat dalam sistem irigasi yang sudah ada;
- f. pemanfaatan sungai sebagai penyedia tenaga air;
- g. pemanfaatan sungai sebagai prasarana transportasi;
- h. pemanfaatan sungai di kawasan hutan;
- i. pembuangan air limbah ke sungai;
- j. pengambilan komoditas tambang di sungai; dan
- k. pemanfaatan sungai untuk perikanan menggunakan karamba atau jaring apung.

Pada Tabel diatas Lokasi no 5 terlihat bahwa banyaknya beban pencemaran yang telah menyumbangkan kekumuhan di lingkungan Sempadan sungai Kemuning seperti sampah

dan limbah domestik yang berasal dari rumah- rumah penduduk sekitar, sempadan sungai tersebut sehingga dapat mengotori badan sungai.

Perumahan yang terdapat di sekitar Sempadan sungai Kemuning ini pada umumnya terdiri dari rumah semi permanen bahkan permanen, rumah-rumah di sekitar kawasan Sempadan sungai ini tidak mendapat izin resmi dari pemerintah Kota Sampang sehingga masyarakat dengan bebas dan leluasa membangun perumahan tanpa memperhatikan peraturan yang ada.

8. Tugas pemegang izin

Pemegang izin kegiatan pada ruang sungai wajib : (Pasal 59)

- a. melindungi dan memelihara kelangsungan fungsi sungai;
- b. melindungi dan mengamankan prasarana sungai;
- c. mencegah terjadinya pencemaran air sungai;
- d. menanggulangi dan memulihkan fungsi sungai dari pencemaran air sungai;
- e. mencegah gejolak sosial yang timbul berkaitan dengan kegiatan pada ruang sungai; dan
- f. memberikan akses terhadap pelaksanaan pemantauan, evaluasi, pengawasan, dan pemeriksaan.

Pemegang izin seharusnya melaksanakan beberapa kewajiban sesuai dengan peraturan pemerintah di atas agar kelangsungan fungsi sungai dapat terjaga dengan baik, fakta di lapangan menyatakan masyarakat penghuni Sempadan Sungai Kemuning tidak memperdulikan peraturan karena mereka tidak memegang izin dari pemerintah kota.

9. Sanksi pemegang izin

Setiap pemegang izin yang tidak melaksanakan kewajiban sebagaimana dimaksud dalam Pasal 59 dikenai sanksi administratif oleh pemberi izin sesuai dengan ketentuan perundang-undangan. (Pasal 60 ayat 1)

Selain dikenai sanksi administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1), apabila pelaksanaan kegiatan pada ruang sungai yang dilakukan oleh pemegang izin menimbulkan: (Pasal 60 ayat 2)

- a. kerusakan pada ruang sungai dan/atau lingkungan sekitarnya, wajib melakukan pemulihan dan/atau perbaikan atas kerusakan yang ditimbulkannya; dan/atau
- b. kerugian pada masyarakat, wajib mengganti biaya kerugian yang dialami masyarakat.

4.10. Rekomendasi Penataan Kawasan Sempadan Sungai Kemuning

Dari permasalahan yang timbul akibat pemanfaatan lingkungan sempadan dan bantaran yang salah tidak lepas dari rendahnya tingkat ekonomi penduduk penghuninya, oleh karena itu harus diadakan beberapa kegiatan yang menjadi solusi tepat untuk mencegah bahkan mengatasi kesalahan dalam pemanfaatan sempadan dan bantaran, diantaranya dapat dilakukan dengan menggunakan model penataan seperti :

- a. Penghidupan kawasan (*vitalisasi*) yaitu : pendekatan penanganan dengan meningkatkan kinerja dan dinamika fungsi kawasan, baik melalui optimasi pemanfaatan potensi dan sumberdaya lokal, menambahkan (*infill*) sarana/prasarana kawasan maupun membuka akses dan mengintegrasikan kawasan terhadap pusat-pusat pelayanan/kegiatan kota yang telah berkembang.
- b. Penghidupan kembali kawasan yang surut (*revitalisasi*) yaitu : ditujukan pada kawasan yang menurun fungsi sosial ekonominya melalui usaha menghidupkan kembali aktivitas perkotaan dan vitalitas kawasan untuk mewujudkan kawasan yang layak huni (*livable*), mempunyai daya saing pertumbuhan dan stabilitas ekonomi lokal serta terintegrasi dalam kesatuan sistem kota.
- c. Pembangunan kembali (*redevelopment*) yaitu : pendekatan penanganan melalui cara membangun kembali (*rekonstruksi*) kawasan dengan fungsi baru yang dinilai memiliki potensi dan prospek yang lebih dari fungsi sebelumnya.
- d. Peningkatan kualitas lingkungan melalui peremajaan (*renewal*) yaitu : pendekatan menata kembali kawasan dengan mengganti sebagian atau seluruh unsur-unsur lama dengan unsur-unsur baru untuk tujuan mendapatkan nilai tambah yang lebih memadai sesuai dengan potensi dan nilai ekonomi kawasan tersebut.
- e. Intensifikasi pembangunan yaitu : pendekatan penanganan dengan memanfaatkan ruang-ruang yang tersedia seoptimal mungkin.
- f. Rehabilitasi kawasan yaitu : pendekatan penanganan dengan cara memperbaiki lingkungan kawasan yang telah terjadi degradasi sehingga dapat berfungsi kembali sebagai sedia kala.
- g. Peningkatan kualitas lingkungan melalui peningkatan sarana dan prasarana.

Dilihat dari permasalahan dilapangan, tidak semua metode ini dapat dilakukan karena melihat dari kepribadian penduduk penghuni sempadan sungai Kemuning dan pola permukimannya, maka ada beberapa metode yang dapat dilakukan, misalnya pemerintah dapat mengadakan penyuluhan atau peningkatan kualitas lingkungan melalui peremajaan (*renewal*), baik dalam bidang pemanfaatan sempadan dan bantaran yang sesuai dengan

peraturan serta perbaikan perekonomian penduduk sekitar sempadan sungai dengan memperlebar lapangan pekerjaan untuk peningkatan mata pencaharian penduduk setempat.

Setelah masyarakat memperoleh mata pencaharian yang dapat meningkatkan pendapatan mereka di sektor ekonomi, maka dengan bertahap akan terbentuk suatu kesadaran untuk berpindah ke tempat yang lebih layak dari pada bermukim di sempadan sungai Kemuning, serta pemerintah dapat menjalankan program penghunian kembali penduduk lama ke tempat yang baru (*relokasi*) serta penggusuran (*Displacement*), sehingga pengelolaan Sungai Kemuning dapat berjalan dengan normal dan sesuai dengan peruntukannya.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan hasil analisa data yang dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisa hidrologi debit banjir rancangan dengan menggunakan Metode Nakayasu pada Sungai Kemuning Hilir didapatkan debit sebesar: 147,96 m³/det (Kala ulang 2th), 193,07 m³/det (Kala ulang 5th), 215,84 m³/det (Kala ulang 10th), 238,39 m³/det (Kala ulang 25th), 256,11 m³/det (Kala ulang 50th), 262,69 m³/det (Kala ulang 100th).
2. Berdasarkan peraturan pemerintah pada kondisi lingkungan sekitar sempadan sungai kemuning
 - a. Penjelasan PP no 38 tahun 2011 pasal 1 ayat 8 tentang bantaran, Ketidakesesuaian dengan peraturan pemerintah mengenai pengertian Bantaran dengan kenyataan kondisi objek kajian yang sebenarnya, hampir tidak ada tanggul sungai, bahkan sungai menjadi sempit karena sedimentasi.
 - b. Penjelasan PP no 38 tahun 2011 pasal 3 ayat 1 tentang status sungai, sungai yang merupakan kekayaan Negara dan dikuasai oleh Negara seharusnya mendapat perhatian khusus demi menjaga kelestariannya, akan tetapi keadaan sungai saat ini kurang mendapat perhatian pemerintah, terbukti dengan banyaknya penghuni ilegal yang mendiami kawasan Bantaran sungai tanpa izin pemerintah.
 - c. Penjelasan PP no 38 tahun 2011 pasal 22 ayat 2 tentang larangan di sempadan sugai, bahwa Masyarakat penghuni kawasan sempadan Sungai Kemuning tidak mematuhi aturan, mereka mendirikan bangunan di atas sempadan sungai yang dapat mengurangi dimensi tanggul, dan ketika terjadi banjir masyarakat sekitar yang terkena dampaknya.
 - d. Penjelasan PP no 38 tahun 2011 pasal 24 ayat 2 menerangkan bahwa segala macam peruntukan yang mengganggu fungsi sungai harus ditertibkan, termasuk dalam pembahasan ini adalah perumahan penduduk sekitar sempadan Sungai Kemuning Hilir harus ditertibkan sesuai peraturan agar tidak mengganggu fungsi sungai.

3. Upaya pengendalian banjir di sungai kemuning dilakukan secara menyeluruh yaitu secara struktur dan secara non struktur dengan melakukan perencanaan tanggul dan penataan daerah sempadan sungai yang berpedoman dengan peraturan pemerintah.
4. Pada kondisi Eksisting dari output Program Hec-Ras Tampak bahwa kapasitas sungai tidak mampu menampung debit banjir rancangan, sehingga diperlukan upaya perbaikan untuk mengendalikan luapan sungai kemuning yaitu perencanaan tanggul, kemudian direncanakan tanggul Patok yang dianalisis adalah Patok 0 untuk hulu dan patok 105 untuk hilir, patok yang dipilih dianggap paling kritis sehingga dianggap mewakili bentang tanggul pada Sungai kemuning.

Hasil analisis stabilitas lereng tanggul sungai yang direncanakan dengan dasar perencanaantanggul adalah sebagai berikut:

Patok 0 (Tanggul Hulu)

- lebar mercu tanggul = 3 m
- tinggi jagaan = 0.8 m
- Tinggi tanggul = 5.75 m
- kemiringan lereng = 1 : 1

Patok 105 (Tanggul Hilir)

- lebar mercu tanggul = 3 m
- tinggi jagaan = 0.8 m
- Tinggi tanggul = 2.79 m
- kemiringan lereng = 1 : 1

Hasil Analisa Angka Keamanan Geostudio Slope/W 2007 Kondisi Tanpa Gempa

No	Kondisi	SF Ijin	Metode GeoStudio Slope			Keterangan
			SF Kritis			
			Ordinary	Bishop	Janbu	
1	Hulu Kosong	1.5	4.902	4.936	5.150	Aman
2	Hulu Isi	1.5	5.819	5.912	6.443	Aman
3	Hilir Kosong	1.5	2.774	2.815	2.740	Aman
4	Hilir Isi	1.5	3.140	3.231	3.087	Aman

Hasil Analisa Angka Keamanan Geostudio Slope/W 2007 Kondisi Gempa

No	Kondisi	SF Ijin	Metode GeoStudio Slope			Keterangan
			SF Kritis			
			Ordinary	Bishop	Janbu	
1	Hulu Kosong	1.5	3.931	3.957	4.153	Aman
2	Hulu Isi	1.5	4.453	4.515	4.957	Aman
3	Hilir Kosong	1.5	2.200	2.228	2.090	Aman
4	Hilir Isi	1.5	2.391	2.464	2.274	Aman

5.2. Saran

Selain beberapa kesimpulan di atas, beberapa saran yang dapat dikemukakan antara lain:

1. Desain pengendalian banjir ini masih merupakan *basic design*, sehingga masih perlu adanya studi lanjutan yang lebih detail untuk mengkaji sistem ini.
2. Usaha-usaha yang bersifat ramah lingkungan perlu dilakukan untuk mengembalikan atau melestarikan ekosistem sungai dan pemeliharaan sungai dengan konsep pendekatan Eko-Hidrolik jika digabungkan dengan penanggulangan banjir dan sekaligus konservasi sungai, nampaknya sangat kontradiktif.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010. *Hydraulic Reference Manual HEC-RAS 4.1.0*. California: U.S.Army Corps of Engineers.
- Asdak, Chay, 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (edisi kedua)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Chow, Ven Te. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.
- Soemarto, CD. 1986. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid I*. Bandung: NOVA.
- Sosrodarsono, Suyono. 1989. *Bendungan Type Urugan*. Jakarta: PT Pradya Paramita.
- Sosrodarsono, Suyono. 1994. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta: PT Pradya Paramita.
- Sosrodarsono, Suyono. 2000. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta: PT Pradya Paramita.
- Sosrodarsono, Suyono. 2006. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT Pradya Paramita.
- Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.



Tahun	: 2003												
Kecamatan	: Sampang												
Tanggal	Bulan												
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember	
1	32	30	15	-	-	-	-	-	-	-	-	34	
2	-	15	20	-	-	-	-	-	-	-	-	11	
3	15	31	30	-	-	-	-	-	-	-	-	20	
4	20	21	15	-	-	-	-	-	-	-	-	35	
5	20	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	15	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	5	5	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	15	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
9	29	20	15	15	-	-	-	-	-	-	-	11	
10	-	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
11	20	20	25	20	-	-	-	-	-	-	10	-	
12	13	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	10	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	
14	20	10	-	10	-	-	-	-	-	-	-	5	
15	-	15	-	15	-	-	-	-	-	-	-	16	
16	5	20	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	10	5	27	10	-	-	-	-	-	-	-	11	
18	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	
19	20	10	5	-	-	-	-	-	-	-	-	20	
20	15	6	-	25	-	-	-	-	-	-	-	33	
21	25	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	36	
22	22	15	30	10	-	-	-	-	-	-	-	-	
23	-	10	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	15	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	
25	32	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
26	24	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
27	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
28	22	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	
29	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	
Jumlah	459.00	423.00	272.00	115.00	-	-	-	-	-	-	24.00	400.00	
Hari Hujan	31	28	31	30	30	30	31	31	30	31	30	31	
CH Maksimum	32.00	31	30	25	0	0	0	0	0	0	14	70	
CH Minimum	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
Rata-rata	19.13	15.11	9.71	5.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	21.05	
Tahunan	1693.00												



Tahun	:	2004										
Kecamatan	:	Sampang										
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	-	30	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	10	20	10	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
7	35	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-
10	10	50	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	5	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	15	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	10	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-
20	-	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	5	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	10	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	10	25	15	-	-	-	-	-	-	-	12	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	10	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	15	-	20	-	-	-	-	-	-	-	17	-
29	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	145.00	280.00	220.00	20.00	-	-	-	-	-	-	120.00	-
Hari Hujan	31	29	31	30	30	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	35.00	50	20	10	0	0	0	0	0	0	32	0
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	13.18	16.47	12.22	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.62	0.00
Tahunan	785.00											



Tahun	:	2005										
Kecamatan	:	Sampang										
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	4	20	-	-	-	-	-	-	-	10
3	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	5
4	-	-	5	20	-	-	-	-	-	-	-	20
5	-	-	2	-	-	-	51	-	-	-	-	10
6	-	-	-	30	-	35	-	-	-	2	-	-
7	-	-	3	-	-	-	-	2	-	-	-	-
8	-	-	2	-	-	-	5	-	-	-	-	-
9	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	10	-	2	-	4	-	4	-	5
11	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1
12	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
14	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-
15	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	20
16	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	5
17	-	-	5	-	-	-	-	-	-	28	10	10
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
19	-	-	-	-	-	5	-	-	-	5	5	20
20	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	1	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10
23	-	-	-	-	-	10	-	-	-	1	-	-
24	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	10
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	15	-	6	6	-	-	-	-	5	15
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	20	-	-	5	-	-	-	-	8	30
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	-	-	67.00	110.00	13.00	79.00	96.00	6.00	-	50.00	39.00	196.00
Hari Hujan	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	-	0	20	30	6	35	51	4	0	28	10	30
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	0.00	0.00	3.05	5.00	0.42	0.00	3.10	0.00	0.00	0.00	1.56	11.53
Tahunan	656.00											



Tahun	: 2006											
Kecamatan	: Sampang											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	25	-	-	30	11	-	-	-	-	-	-	-
2	10	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	10	-	-	-	-	4	-	-	-	-
4	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
5	20	-	11	-	5	-	-	9	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	-
7	15	-	20	20	-	-	-	-	-	-	3	-
8	20	-	-	-	13	8	-	10	-	-	28	-
9	-	-	-	10	7	-	-	-	-	-	-	8
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	10	5	-	-	-	-	-	-	-	9
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
15	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
16	-	10	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-
17	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	30	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
20	-	-	11	9	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43
22	30	-	5	-	13	-	-	-	-	-	5	26
23	-	20	-	10	-	14	-	-	-	-	-	-
24	-	10	19	10	25	-	-	-	-	-	-	-
25	13	10	15	-	20	-	-	-	-	-	2	85
26	-	51	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-
27	-	20	-	-	24	-	-	-	-	-	-	17
28	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	14	20
29	34	-	9	10	-	-	-	-	-	-	-	96
30	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	2	-
31	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	238.00	231.00	142.00	195.00	156.00	22.00	-	23.00	-	-	96.00	401.00
Hari Hujan	30	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	34.00	51	22	31	25	14	0	10	0	0	42	96
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	18.31	11.00	7.89	11.47	6.24	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	17.43
Tahunan	1504.00											



Tahun	: 2007											
Kecamatan	: Sampang											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	34	22	12	-	1	-	-	-	-	-	-	-
2	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-
4	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	1	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	14	-	-	5	-	-	-	-	-	-
7	-	-	21	-	-	-	21	-	-	-	-	-
8	-	-	132	10	-	-	2	5	-	-	-	-
9	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	13	9	-	-	-	-	-	-	25
11	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-
12	-	7	20	-	-	-	-	-	-	-	-	10
13	-	10	10	-	12	-	-	-	-	-	-	15
14	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	31
15	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	15
16	42	9	5	-	-	-	-	-	-	-	-	20
17	-	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	25
18	19	10	25	-	17	3	-	-	-	-	-	36
19	-	30	20	18	18	-	-	-	-	-	-	7
20	-	-	30	-	19	12	-	-	-	-	-	-
21	30	25	-	-	-	25	-	-	-	-	-	10
22	20	24	-	-	-	-	-	10	-	-	-	25
23	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	21	50	-	33	23	-	-	30	-	4	-	15
25	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
26	-	100	25	57	-	-	-	-	-	-	-	11
27	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	18	11	-	-	6	-	-	-	-	-	25
29	-	-	44	-	-	10	-	-	-	8	-	-
30	30	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	25
31	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
Jumlah	239.00	402.00	419.00	138.00	129.00	75.00	37.00	45.00	-	12.00	-	326.00
Hari Hujan	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	26
CH Maksimum	42.00	100	132	57	30	25	21	30	0	8	0	36
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	8.85	22.33	22.05	6.00	4.30	2.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.54
Tahunan	1822.00											



Tahun	:	2008										
Kecamatan	:	Sampang										
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0	0	27	25	1	0	5	0	0	0	0	15
2	1	24	3.5	27	0	0	0	0	0	0	10	25
3	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	35	70
4	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	9
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	42
6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95
7	0	0	26	5	0	0	0	0	0	0	1.5	3
8	17	0	30	0	0	0	0	0	0	0	1	17
9	0	7	1	15	3	0	0	0	0	0	0	20
10	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.5
13	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	26
14	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	15	23
15	0	5	0	26	0	0	0	0	0	0	3	25
16	24	70	75	2	0	0	1	0	0	0	7	0
17	0	5.5	60	0	5	5	3	0	0	0	0	3.5
18	0	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	22
19	0	20	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	22	15	25	0	5	1	0	0	0	0	0
21	0	24	0	1	0	19	0	0	0	0	0	24
22	25	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
23	1	0	0	8	0	0	0	2	0	0	0	0
24	0	23	0	3.5	0	0	0	5	0	0	0	0
25	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	2
26	0	30	5	45	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	24	11	0	0	3.5	0	0	0	0	0	15.5
28	0	15	0	5	0	20	0	0	0	0	0	0
29	0	0	3	0	0	0	0	0	0	35	10	0
30	0		17	0	1	0	0	0	0	0	0	0
31	15		0		7		0	0	0	15		13
Jumlah	83.00	405.50	310.50	239.50	17.00	52.50	10.00	7.00	-	50.00	86.50	464.50
Hari Hujan	31	29	31	30	31	30	31	31	31	31	30	31
CH Maksimum	25.00	70	75	45	7	20	5	5	0	35	35	95
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	2.68	13.98	10.02	7.98	0.55	1.75	0.00	0.00	0.00	1.61	2.88	14.98
Tahunan	1726.00											



Tahun	: 2009											
Kecamatan	: Sampang											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0	0	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0
2	8	13	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
4	0	19	65	0	0	0	0	0	0	0	0	20
5	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	5
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	49	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	31	10	0	0	0	0	0	0
11	1	14	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
12	61	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0
15	0	15	0	0	12	0	0	0	0	0	4	0
16	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	6	0
17	0	0	10	0	0	4	0	0	0	0	0	20
18	0	2	11	0	19	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	5	12	0	0	0	0	0	0	7
21	0	15	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0
23	0	61	0	4	5	0	0	0	0	0	0	29
24	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	20
25	0	1	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	6
28	0	21	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
29	20	0	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0
30	39		41	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		14		12		0	0		0		0
Jumlah	178.00	196.00	357.00	45.00	223.00	14.00	-	-	-	-	63.00	139.00
Hari Hujan	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	61.00	61	65	20	64	10	0	0	0	0	30	29
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	5.74	6.76	11.52	1.50	7.19	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	4.48
Tahunan	1215.00											



Tahun	: 2011											
Kecamatan	: Sampang											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
2	38	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0
3	8	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
6	0	0	13	20	0	0	0	0	0	0	0	39
7	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	12
8	2	1	9	0	0	0	0	0	0	0	52	0
9	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	65	0
10	7	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	3	38	0	0	0	0	0	0	21	7
12	6	3	5	0	0	0	0	0	0	0	7	9
13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0
14	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	10	47
16	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	23
17	0	10	0	2	0	0	0	0	0	0	7	0
18	3	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	62
19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
25	15	0	15	0	10	0	0	0	0	0	0	40
26	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	27
27	0	16	0	0	10	0	0	0	0	0	67	26
28	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	1	0	7	0	0	1	0	0	0	0	4	0
30	0	0	0	12	8	10	0	0	0	0	5	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	94.00	69.00	136.00	197.00	83.00	11.00	-	-	-	-	304.00	305.00
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	38.00	25	34	41	41	10	0	0	0	0	67	62
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	3.03	2.23	4.39	6.35	2.68	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	9.81	9.84
Tahunan	1199.00											



Tahun	: 2012											
Kecamatan	: Sampang											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	14	30	0	3	0	0	0	0	0	0	0	39
3	8	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	15	16	3	0	0	0	0	0	0	0	13
5	80	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	17	7	0	69	0	0	0	0	0	0	17
7	0	0	14	0	59	0	0	0	0	0	0	35
8	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	19
9	41	0	14	0	0	4	0	0	0	0	0	30
10	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	18
11	0	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	18	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	24
15	13	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	39
16	5	14	25	0	0	0	0	0	0	0	0	78
17	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
18	24	20	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0
19	0	32	8	0	0	0	0	0	0	0	16	16
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	13	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0
24	0	0	11	5	0	0	0	0	0	0	17	0
25	3	0	12	18	0	0	0	0	0	0	16	37
26	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0
28	0	0	0	28	0	0	0	0	0	18	0	32
29	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
30	15	0	0	62	0	0	0	0	0	0	0	28
31	6	0	33	0	7	0	0	0	0	0	0	36
Jumlah	340.00	235.00	209.00	137.00	149.00	4.00	-	-	-	18.00	137.00	531.00
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	80.00	71	33	62	69	4	0	0	0	18	40	78
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	10.97	7.58	6.74	4.42	4.81	0.13	0.00	0.00	0.00	0.58	4.42	17.13
Tahunan	1760.00											



Tahun	: 2013											
Kecamatan	: Sampang											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	74	82	28	13	0	21	0	0	0	0	0	0
2	3	49	0	9	0	34	36	0	0	0	0	0
3	0	40	0	0	0	26	66	0	2	0	0	0
4	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	19	0	0	17	0	24	0	0	1	0	5	0
6	0	0	14	39	0	35	0	0	0	0	0	0
7	0	0	32	59	0	16	0	0	0	0	0	0
8	0	0	39	0	39	27	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0
10	0	0	69	0	0	38	0	0	0	0	0	18
11	0	0	0	0	0	13	72	0	0	0	0	0
12	0	34	13	0	0	17	0	0	0	0	2	12
13	25	20	0	33	24	0	0	0	0	0	0	24
14	60	0	28	24	0	12	2	0	0	0	0	36
15	0	39	12	0	0	17	6	0	0	0	32	60
16	0	31	19	0	3	22	4	0	0	0	0	37
17	0	0	39	7	0	27	0	0	0	0	35	38
18	0	0	9	0	16	0	8	0	0	0	24	68
19	0	0	15	49	59	0	0	0	0	0	0	0
20	27	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	5	0	0	0	4	32	7	0	0	0	0	0
22	26	0	0	10	49	46	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	26	0
24	0	0	0	67	25	0	0	0	0	0	36	33
25	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	46	0
26	0	28	0	36	35	0	0	0	0	0	0	0
27	0	2	12	17	46	0	0	0	0	0	26	0
28	0	4	0	0	0	23	0	0	0	0	46	0
29	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	7	0	13	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	262.00	329.00	340.00	380.00	358.00	497.00	201.00	-	3.00	-	278.00	326.00
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	74.00	82	69	67	59	46	72	0	2	0	46	68
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	8.45	10.61	10.97	12.26	11.55	16.03	0.00	0.00	0.00	0.00	8.97	10.52
Tahunan	2974.00											



Tahun	:	2003										
Kecamatan	:	Omben										
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	13	34	-	-	-	-	-	-	-	-	30	72
2	60	16	-	-	-	-	-	-	-	-	51	2
3	24	17	6	13	-	-	-	-	-	-	14	2
4	-	69	-	8	7	-	-	-	-	-	18	2
5	2	4	-	2	20	-	-	-	-	-	2	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	-
7	7	-	4	8	3	-	-	-	-	-	22	8
8	3	-	-	72	-	-	-	-	-	-	19	10
9	12	5	32	-	3	-	-	-	-	-	2	5
10	-	26	62	5	-	-	-	-	-	-	-	-
11	11	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	10	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
13	2	62	7	-	-	-	-	-	-	-	-	19
14	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33
15	-	20	32	-	7	-	-	-	-	-	-	-
16	-	85	20	-	-	-	-	-	-	-	-	73
17	-	3	55	-	-	-	-	-	-	-	-	21
18	3	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29
21	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	20
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	3	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
25	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
29	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
31	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28
Jumlah	214.00	386.00	234.00	110	45	0	0	0	0	0	204.00	334.00
Hari Hujan	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	60.00	85.00	62.00	72.00	20.00	-	-	-	-	-	51.00	73.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	6.90	13.31	7.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.80	10.77
Tahunan	1527.00											



Tahun	: 2004											
Kecamatan	: Omben											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	4	23	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	10	25	-	-	-	-	-	-	-	-	14
3	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
4	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	17	5	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	20	-	32	-	-	-	-	-	-	-	20	-
7	-	-	25	-	-	-	-	-	-	7	-	14
8	19	-	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	10	15	20	-	-	-	-	-	-	-	-	3
10	-	-	-	-	-	38	-	-	-	-	-	67
11	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	12	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	12	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	12	-	20	51	-	-	-	-	-	11	-	-
15	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	8	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
18	4	-	4	18	-	-	-	-	-	-	-	-
19	33	14	-	2	-	-	-	-	-	-	23	14
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-
21	3	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	51
22	4	-	-	46	10	-	-	-	-	-	19	-
23	49	16	19	22	-	-	-	-	-	-	8	-
24	-	2	-	-	-	-	-	-	-	11	-	64
25	5	8	-	19	-	-	-	-	-	-	55	9
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47
28	-	-	32	-	15	-	-	-	-	10	11	-
29	9	-	6	-	11	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
31	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	290.00	138.00	338.00	204.00	36.00	38.00	-	-	-	51.00	136.00	334.00
Hari Hujan	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	70.00	33.00	48.00	51.00	15.00	38.00	-	-	-	12.00	55.00	67.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	9.35	4.76	10.90	6.80	1.16	1.27	0.00	0.00	0.00	1.65	4.53	10.77
Tahunan	1565.00											



Tahun	: 2005											
Kecamatan	: Omben											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	10
2	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	30	19	-	-	-	-	-	-	-	6
4	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	12
5	-	-	33	5	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	51	10	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33
10	-	-	-	27	-	-	-	-	-	-	-	3
11	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	40
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
14	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	49	19	15	-	-	55	-	-	-	-	-	19
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33
17	-	53	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-
18	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	20
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	43
21	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
22	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	68	20
23	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	-
26	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	4	-
27	-	-	93	-	-	-	-	-	-	-	14	11
28	-	17	5	-	-	-	-	-	-	-	-	23
29	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	7
30	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	98.00	193.00	296.00	145.00	-	140.00	-	-	-	-	183.00	288.00
Hari Hujan	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	49.00	53.00	93.00	40.00	-	55.00	-	-	-	-	68.00	43.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	3.16	6.89	9.55	4.83	0.00	4.67	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	9.29
Tahunan	1343.00											



Tahun		2007											
Kecamatan		Omben											
Tanggal	Bulan												
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	
1	-	-	27	25	1	-	5	-	-	-	-	15	
2	1	24	4	27	-	-	-	-	-	-	10	25	
3	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	35	70	
4	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	42	
6	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95	
7	-	-	26	5	-	-	-	-	-	-	2	3	
8	17	-	30	-	-	-	-	-	-	-	1	17	
9	-	7	1	15	3	-	-	-	-	-	-	20	
10	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
12	-	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	
13	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	26	
14	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	15	23	
15	-	5	-	26	-	-	-	-	-	-	3	25	
16	24	70	75	2	-	-	1	-	-	-	7	-	
17	-	6	60	-	5	5	3	-	-	-	-	4	
18	-	4	-	5	-	-	-	-	-	-	-	22	
19	-	20	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	-	22	15	3	-	5	1	-	-	-	-	-	
21	-	24	-	1	-	19	-	-	-	-	-	24	
22	25	5	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	
23	1	-	-	8	-	-	-	2	-	-	-	-	
24	-	23	-	4	-	-	-	5	-	-	-	-	
25	-	-	-	27	-	-	-	-	-	-	-	2	
26	-	30	5	45	-	-	-	-	-	-	-	-	
27	-	24	11	-	-	4	-	-	-	-	-	16	
28	-	15	-	5	-	20	-	-	-	-	-	-	
29	-	-	3	-	-	-	-	-	-	35	10	-	
30	-	-	17	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
31	15	-	-	7	-	-	-	-	-	15	-	13	
Jumlah	83.00	406.00	311.00	218.00	17.00	53.00	10.00	7.00	-	50.00	87.00	466.00	
Hari Hujan	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
CH Maksimum	25.00	70.00	75.00	45.00	7.00	20.00	5.00	5.00	-	35.00	35.00	95.00	
CH Minimum	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Rata-rata	3.61	22.56	20.73	11.47	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.78	23.30	
Tahunan	1708.00												



Tahun	:	2008										
Kecamatan	:	Omben										
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	21	5	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
2	-	1	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-
3	52	2	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	42	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	1	-	8	-	-	-	-	-	-	-
7	1	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47
8	-	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
9	-	20	7	-	-	5	-	-	-	-	-	2
10	-	12	15	-	-	-	-	-	-	-	-	15
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
12	5	12	3	-	-	-	-	-	-	-	-	8
13	1	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
14	9	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
15	2	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-
16	75	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	14
18	97	13	2	-	-	-	-	-	-	-	5	2
19	28	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	6	20	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	14	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
26	-	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	6
27	-	16	-	2	-	-	-	-	-	-	-	25
28	27	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68
29	-	-	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-
30	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
31	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	361.00	294.00	184.00	30.00	26.00	12.00	-	3.00	-	2.00	38.00	226.00
Hari Hujan	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	97.00	55.00	49.00	20.00	15.00	7.00	-	3.00	-	2.00	33.00	68.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	11.65	10.50	5.94	1.00	0.84	0.40	0.00	0.00	0.00	0.06	1.27	7.29
Tahunan	1176.00											



Tahun	: 2009											
Kecamatan	: Omben											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	5	15	3	25	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	20	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0
3	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	15	20	0	0	0	0	0	0	0	7
5	3	5	100	15	0	0	0	0	0	0	0	31
6	8	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	15
7	0	0	15	0	0	45	0	0	0	0	0	0
8	0	0	75	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	10	0	50	0	39	0	0	0	0	0	0	0
10	2	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
12	15	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	4
13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	25	10	2	11	0	0	0	0	0	0	0
15	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7
16	2	25	0	7	1	0	0	0	0	0	0	13
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	3	13	0	0	0	0	0	23	0
19	0	5	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
20	10	0	0	5	3	0	0	0	0	0	9	2
21	0	10	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	7	50	0	26	0	0	0	0	0	0	2	23
23	5	45	15	0	0	0	0	0	0	0	0	5
24	0	0	0	11	1	0	0	0	0	0	0	23
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115
26	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	10	5	5	0	0	0	0	0	0	0	15	15
28	0	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	5	5
30	25		35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		45		9		0	0		0		0
Jumlah	133.00	235.00	428.00	194.00	88.00	70.00	-	-	-	-	54.00	265.00
Hari Hujan	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	25.00	50.00	100.00	60.00	39.00	45.00	-	-	-	-	23.00	115.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	4.29	8.10	13.81	6.47	2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	8.55
Tahunan	1467.00											



Tahun	: 2010											
Kecamatan	: Omben											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	12	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
4	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	6
5	0	3	0	3	15	0	3	0	30	0	2	1
6	42	17	16	0	25	0	6	0	0	0	6	7
7	0	25	17	0	0	0	0	0	0	7	1	0
8	0	2	13	5	0	0	13	0	3	0	4	1
9	7	20	0	0	13	5	0	0	0	0	2	0
10	2	0	7	0	15	25	0	0	11	6	0	0
11	20	0	0	1	17	27	0	0	4	59	29	6
12	14	5	6	0	22	38	3	0	5	12	2	1
13	5	35	0	4	30	27	0	0	0	0	0	0
14	0	30	0	15	35	16	0	0	0	0	0	1
15	12	65	0	0	20	17	0	0	0	0	0	0
16	0	0	40	0	0	10	0	0	23	5	0	9
17	0	0	13	0	17	5	0	0	0	47	0	2
18	0	0	12	0	5	3	0	0	0	0	0	0
19	0	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	7	60	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
21	0	5	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0
22	5	0	18	1	7	0	0	9	0	0	0	0
23	12	25	8	0	0	0	0	5	5	0	4	19
24	0	0	0	7	0	0	0	0	0	3	2	0
25	10	0	3	17	0	0	6	0	0	7	6	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	3	10
27	7	0	0	5	0	0	10	0	0	0	0	5
28	0	0	1	15	0	0	12	0	0	0	0	4
29	37	0	0	6	0	0	0	0	0	2	0	0
30	32	0	0	3	0	0	0	0	0	5	9	0
31	0	0	26	0	0	0	0	0	0	9	0	0
Jumlah	224.00	422.00	197.00	95.00	223.00	173.00	56.00	14.00	81.00	182.00	70.00	72.00
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	42.00	130.00	40.00	17.00	35.00	38.00	13.00	9.00	30.00	59.00	29.00	19.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	7.23	13.61	6.35	3.06	7.19	5.58	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26	2.32
Tahunan	1809.00											



Tahun	: 2011											
Kecamatan	: Omben											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	73	0	0	5	0	5	0	0	0	0	6	0
2	59	5	0	63	11	0	0	0	0	0	7	0
3	34	17	0	0	15	2	0	0	0	0	5	4
4	5	11	12	0	57	0	0	0	0	0	3	0
5	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	8	4
7	0	0	0	58	63	0	0	0	0	0	18	7
8	0	0	6	17	0	0	0	0	0	0	18	0
9	0	5	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	63	11	0	0	0	0	0	5	10
11	13	0	24	19	5	0	0	0	0	0	0	0
12	21	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	6	17	19	0	0	0	0	0	0	2
14	0	0	0	3	52	0	0	0	0	0	0	3
15	0	0	8	21	3	0	0	0	0	0	8	5
16	3	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0
17	7	0	0	14	0	0	0	0	0	0	8	12
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
19	0	12	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0
20	0	3	0	15	0	0	0	0	0	0	0	2
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	14	0
23	9	9	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	4	11	0	0	0	0	0	0	0	27
25	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	5
26	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	11
27	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	25	0
28	2	8	7	0	0	31	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	5	0	23	0	0	0	0	4	0
30	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	16	5
31	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Jumlah	256.00	73.00	69.00	373.00	299.00	61.00	-	-	-	-	153.00	103.00
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	73.00	17.00	24.00	63.00	63.00	31.00	-	-	-	-	25.00	27.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	8.26	2.35	2.23	12.03	9.65	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	4.94	3.32
Tahunan	1387.00											



Tahun	:	2012										
Kecamatan	:	Omben										
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	3	12	7	0	0	0	0	0	0	0	10
3	0	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
5	25	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	6	3	5	0	1	0	0	0	0	0	19
7	0	16	0	11	9	0	0	0	0	0	6	0
8	0	0	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0
9	15	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	33
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	17
13	0	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0
14	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
15	0	6	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	2	4	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
21	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
22	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	15
24	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	8	25
25	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
27	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	44
28	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	2
29	5	0	0	4	0	0	0	0	0	10	2	0
30	0	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0
31	3	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Jumlah	63.00	80.00	86.00	65.00	26.00	3.00	-	-	-	15.00	22.00	222.00
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	25.00	26	14	35	9	2	0	0	0	10	8	44
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	2.03	2.58	2.77	2.10	0.84	0.10	0.00	0.00	0.00	0.48	0.71	7.16
Tahunan	582.00											



Tahun	: 2013											
Kecamatan	: Omben											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	10	3	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0
2	2	3	1	8	0	6	8	0	0	0	0	0
3	0	13	0	0	0	7	30	0	0	0	0	8
4	0	1	0	18	0	0	0	0	0	0	3	0
5	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	2	0	0	5	0	0	0	0	0	2
7	0	7	1	21	0	18	0	0	0	0	0	0
8	0	0	11	1	0	6	0	0	0	0	0	24
9	0	0	49	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	9
11	0	0	0	0	0	7	5	0	0	0	0	0
12	0	8	0	7	0	4	0	0	0	0	0	13
13	0	13	1	3	4	5	0	0	0	0	2	0
14	6	0	3	9	0	0	0	0	0	0	0	8
15	3	0	3	11	0	0	0	0	0	0	2	5
16	0	0	28	0	3	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	8	14	0	3	0	0	0	0	0	7
18	0	2	0	16	10	0	0	0	0	0	0	3
19	3	0	5	0	13	0	0	0	0	0	0	34
20	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	4	0
21	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1
22	0	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	10
23	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	3
24	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	4
26	20	7	6	1	9	0	0	0	0	0	10	0
27	0	0	14	0	8	0	0	0	0	0	1	0
28	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	5	0	10	0	0	0	0	0	0	0
30	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	4
31	0	0	18	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	55.00	63.00	163.00	120.00	87.00	91.00	48.00	-	-	-	24.00	135.00
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	20.00	13	49	21	13	27	30	0	0	0	10	34
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	1.77	2.03	5.26	3.87	2.81	2.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	4.35
Tahunan	786.00											



Tahun	: 2003											
Kecamatan	: Kedundung											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	8	-
5	-	12	-	-	25	-	-	-	-	-	-	16
6	8	6	-	12	35	-	-	-	-	-	-	8
7	-	4	-	14	15	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	32	20	20	-	-	-	-	-	-	-
9	9	9	30	-	29	-	-	-	-	-	-	15
10	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
11	-	8	-	30	16	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	3	20
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
15	-	-	28	-	-	-	-	-	-	-	10	7
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	11	3	-	-	-	-	-	-	-	-	17
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
20	-	7	42	-	-	-	-	-	-	-	20	-
21	-	-	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	9
23	-	-	16	7	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	4	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	28	-	-	-	-	-	-	7	25
27	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
28	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
30	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	19
31	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31
Jumlah	107.00	91.00	198.00	192	153	0	0	0	0	0	71.00	245.00
Hari Hujan	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	30
CH Maksimum	29.00	15.00	42.00	50.00	35.00	-	-	-	-	-	20.00	31.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	3.45	3.25	6.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37	8.17
Tahunan	1057.00											



Tahun	: 2004											
Kecamatan	: Kedundung											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	-	35	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	18	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	23	101	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	20	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	17	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	15	25	-	-	-	-	-	-	-
11	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	10	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	8	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	14	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-
18	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	5	21	24	-	16	-	-	-	-	-	-	-
24	32	9	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	5	8	22	-	32	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	162.00	275.00	206.00	15.00	94.00	-	-	-	-	-	-	-
Hari Hujan	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	32.00	101.00	30.00	15.00	32.00	-	-	-	-	-	-	-
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	5.23	9.48	6.65	0.50	3.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tahunan	752.00											



Tahun	: 2005											
Kecamatan	: Kedundung											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	7
3	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	5
4	-	9	-	20	-	-	-	-	-	-	8	9
5	7	-	-	9	-	-	46	-	-	-	-	-
6	-	12	-	30	-	-	-	-	-	-	34	12
7	-	-	-	26	-	20	35	-	-	-	-	16
8	-	-	-	29	11	-	-	-	-	-	-	14
9	-	10	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	8	7	-	-	-	-	-	-	20
11	-	-	-	17	9	-	-	-	-	-	-	-
12	-	7	-	11	-	-	50	-	-	-	-	12
13	-	-	-	13	11	-	-	-	-	-	-	14
14	-	25	-	-	13	-	20	-	-	-	-	17
15	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	22
16	-	20	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-
17	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	15	-	16	-	-	-	-	24
20	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	27
21	-	38	-	-	12	-	-	-	-	-	57	-
22	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	29	-
23	-	45	-	-	26	19	-	-	-	-	-	30
24	26	40	-	-	17	12	-	-	-	-	43	15
25	-	8	-	-	21	-	-	-	-	-	12	19
26	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-
27	23	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
28	19	8	-	-	30	23	-	-	-	-	4	8
29	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	11
30	14	-	-	-	29	-	-	-	-	-	4	12
31	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	16
Jumlah	89.00	288.00	-	265.00	289.00	99.00	187.00	-	-	-	190.50	313.00
Hari Hujan	31	29	31	30	31	30	31	31	30	30	30	30
CH Maksimum	26.00	45.00	-	35.00	35.00	25.00	50.00	-	-	-	57.00	30.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	2.87	9.93	0.00	8.83	9.32	3.30	6.03	0.00	0.00	0.00	6.35	10.43
Tahunan	1720.50											



Tahun	: 2006											
Kecamatan	: Kedundung											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
3	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	15	-	7	-	7	-	-	-	-	-	-	12
5	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	47	31	-	10	-	-	-	-	-	-	-
7	6	40	20	-	8	-	-	-	-	-	-	-
8	16	-	11	-	-	-	-	-	-	-	5	-
9	7	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	5	36	14	26	-	-	-	-	-	-	-	-
11	7	-	7	19	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	9	15	-	-	-	-	-	-	-	16
13	-	34	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	28	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	17	32	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	4	31	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	17	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
19	-	25	-	-	15	-	-	-	-	-	-	28
20	39	-	-	23	13	-	-	-	-	-	-	19
21	14	-	10	20	9	-	-	-	-	-	35	22
22	8	28	8	18	-	-	-	-	-	-	-	-
23	11	24	-	-	-	-	-	-	-	-	27	17
24	6	28	-	7	-	-	-	-	-	-	-	8
25	19	42	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	20	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26
27	60	12	13	-	-	-	-	-	-	-	-	24
28	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
30	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	330.00	521.00	229.00	136.00	62.00	-	-	-	-	-	67.00	260.00
Hari Hujan	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	60.00	49.00	31.00	26.00	15.00	-	-	-	-	-	35.00	32.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	14.35	19.30	7.63	4.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.23	9.63
Tahunan	1605.00											



Tahun	: 2007											
Kecamatan	: Kedundung											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	8	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	13
3	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	8
5	-	9	9	-	-	-	-	-	-	-	7	14
6	-	7	7	-	-	-	-	-	-	-	13	-
7	-	-	-	8	6	-	-	-	-	-	14	10
8	26	-	10	11	-	-	-	-	-	-	-	17
9	21	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	14
10	-	8	4	6	8	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	17
12	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	11	20
13	15	-	-	-	4	-	-	-	-	-	9	12
14	7	15	8	-	-	-	-	-	-	-	13	-
15	-	12	6	16	-	17	-	-	-	-	16	-
16	-	20	-	-	-	14	-	-	-	-	-	15
17	-	6	11	5	-	-	-	-	-	-	-	11
18	9	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-
19	-	22	-	10	5	-	-	2	-	-	-	5
20	-	19	5	15	-	-	-	-	-	-	-	16
21	3	25	15	7	7	8	-	-	-	-	-	-
22	-	32	-	13	-	-	-	-	-	-	-	21
23	-	20	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	5	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
25	-	40	16	4	-	-	-	-	-	-	-	9
26	-	37	12	14	-	-	-	-	-	-	-	12
27	6	32	9	-	3	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	7	6
29	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	9	8
30	8	-	43	-	-	-	-	-	-	-	3	13
31	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	20
Jumlah	100.00	328.00	185.00	149.00	62.00	46.00	-	2.00	-	-	143.00	294.00
Hari Hujan	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	26.00	40.00	43.00	16.00	20.00	17.00	-	2.00	-	-	16.00	24.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	4.35	17.26	11.56	7.10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.30	12.78
Tahunan	1309.00											



Tahun	: 2008											
Kecamatan	: Kedundung											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	8	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	13
3	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	10	9
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	8
5	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	7	14
6	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	13	0
7	0	0	0	8	6	0	0	0	0	0	14	10
8	26	0	10	11	0	0	0	0	0	0	0	17
9	21	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	14
10	0	8	4	6	8	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	17
12	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	11	20
13	15	0	0	0	4	0	0	0	0	0	9	12
14	7	15	8	0	0	0	0	0	0	0	13	0
15	0	12	6	16	0	17	0	0	0	0	16	0
16	0	20	0	0	0	14	0	0	0	0	0	15
17	0	6	11	5	0	0	0	0	0	0	0	11
18	9	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
19	0	22	0	10	5	0	0	0	0	0	0	5
20	0	19	5	15	0	0	0	0	0	0	0	16
21	3	25	15	7	7	8	0	0	0	0	0	0
22	0	32	0	13	0	0	0	0	0	0	0	21
23	0	20	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	5	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
25	0	40	16	4	0	0	0	0	0	0	0	9
26	0	37	12	14	0	0	0	0	0	0	0	12
27	6	32	9	0	3	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	7	6
29	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	9	8
30	8		43	0	0	0	0	0	0	0	3	13
31	0		0		9		0	0		0		20
Jumlah	100.00	328.00	185.00	149.00	62.00	46.00	-	-	-	-	143.00	294.00
Hari Hujan	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	26.00	40.00	43.00	16.00	20.00	17.00	-	-	-	-	16.00	24.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	3.23	11.31	5.97	4.97	2.00	1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	4.77	9.48
Tahunan	1307.00											



Tahun	: 2009											
Kecamatan	: Kedundung											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	5	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	7	7	21	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	4	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
8	0	0	24	0	0	10	0	0	0	0	0	12
9	6	0	12	0	0	8	0	0	0	0	0	11
10	5	0	20	0	17	0	0	0	0	0	0	14
11	0	12	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0
12	0	6	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0
13	0	7	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	15	0
15	0	0	13	0	18	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
17	10	9	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	4	0	0	0	16	0	0	0	0	0	21	30
19	0	8	0	0	11	0	0	0	0	0	0	25
20	0	15	12	0	8	0	0	0	0	0	12	23
21	0	12	11	13	0	0	0	0	0	0	0	19
22	0	24	10	8	7	0	0	0	0	0	0	16
23	0	13	0	6	9	0	0	0	0	0	0	0
24	0	5	0	15	13	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	17	0	5	0	0	0	0	0	23	13
26	12	11	8	0	0	0	0	0	0	0	22	0
27	9	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	18
28	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	19		0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
31	22		0		0		0		0			7
Jumlah	109.00	160.00	178.00	98.00	172.00	18.00	-	-	-	-	93.00	211.00
Hari Hujan	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	22.00	24.00	24.00	21.00	19.00	10.00	-	-	-	-	23.00	30.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	3.52	5.52	5.74	3.27	5.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	6.81
Tahunan	1039.00											

Tahun	: 2011											
Kecamatan	: Kedundung											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
2	25	0	0	9	0	0	0	0	0	0	6	0
3	20	4	0	7	17	0	0	0	0	0	4	5
4	5	0	0	12	0	0	0	0	0	0	8	3
5	0	6	10	0	22	0	0	0	0	0	5	6
6	0	0	8	0	69	0	0	0	0	0	0	4
7	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	7	0
8	3	0	0	8	29	0	0	0	0	0	0	7
9	0	0	0	6	19	0	0	0	0	0	3	11
10	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	12
12	10	9	0	0	7	0	0	0	0	0	10	9
13	8	11	0	14	19	0	0	0	0	0	8	8
14	0	0	4	0	18	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	10
16	5	0	0	0	37	0	0	0	0	0	12	5
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	6	9
19	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5
20	5	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	3
21	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	13
22	0	7	0	25	0	0	0	0	0	0	0	9
23	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	15	4
24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
25	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	17	16
26	9	0	0	5	0	0	0	0	0	0	11	0
27	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	9	0
29	0	0	20	2	0	18	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
31	10	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	103.00	48.00	78.00	145.00	262.00	18.00	-	-	-	-	132.00	155.00
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	25.00	11.00	20.00	25.00	69.00	18.00	-	-	-	-	17.00	16.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	3.32	1.55	2.52	4.68	8.45	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	4.26	5.00
Tahunan	941.00											



Tahun	: 2012											
Kecamatan	: Kedundung											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0
3	5	6	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	4	7	3	6	0	0	0	0	0	0	6
5	3	3	0	2	8	0	0	0	0	0	0	4
6	0	5	4	7	0	0	0	0	0	0	0	9
7	7	10	3	20	0	0	0	0	0	0	0	7
8	0	18	6	5	5	0	0	0	0	0	0	5
9	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
10	11	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	4	9	8	0	0	0	0	0	0	0	3	8
12	8	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	6
13	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	7	11	0	4	0	0	0	0	0	0	4
15	0	8	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	9	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	11
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
18	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2
19	14	6	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3
20	5	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
21	6	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	5
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	9
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	15
24	0	9	5	0	0	0	0	0	0	0	13	13
25	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	8	9
26	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	5	0
27	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
28	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	3	0
29	0	33	0	6	0	0	0	0	0	0	12	0
30	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	14	5
31	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Jumlah	88.00	154.00	101.00	63.00	39.00	-	-	-	-	-	107.00	148.00
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	14.00	33	13	20	8	0	0	0	0	0	16	15
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	2.84	4.97	3.26	2.03	1.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.45	4.77
Tahunan	700.00											



Tahun	: 2013											
Kecamatan	: Kedundung											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	7	7	8	0	0	13	0	0	0	0	0	0
2	5	10	5	11	0	7	20	0	0	0	0	0
3	0	9	9	0	0	0	81	0	0	0	0	0
4	0	5	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	8	0	3	0	9	0	0	0	0	0	15
6	8	0	4	6	0	39	0	0	0	0	0	5
7	4	3	7	8	0	52	0	0	0	0	0	9
8	2	6	0	0	0	4	0	0	0	0	0	12
9	0	9	10	0	0	36	0	0	0	0	0	8
10	6	0	6	0	0	52	18	0	0	0	0	7
11	4	0	19	0	0	12	0	0	0	0	7	5
12	3	14	13	10	7	9	0	0	0	0	0	15
13	0	12	9	0	24	14	0	0	0	0	0	0
14	6	0	11	12	0	3	0	0	0	0	4	6
15	10	10	6	9	0	0	0	0	0	0	6	0
16	0	10	18	0	5	0	0	0	0	0	3	0
17	9	2	0	0	0	11	0	0	0	0	10	18
18	0	0	9	82	19	0	0	0	0	0	0	54
19	8	0	0	0	25	21	0	0	0	0	8	0
20	0	0	0	0	12	3	0	0	0	0	0	4
21	12	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	5
22	11	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	10
23	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
24	16	8	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
25	20	5	5	0	47	0	0	0	0	0	12	0
26	17	13	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0
27	8	10	15	0	24	0	0	0	0	0	0	0
28	14	7	4	0	9	0	0	0	0	0	0	0
29	13	0	3	0	8	0	0	0	0	0	0	0
30	7	0	8	0	14	0	0	0	0	0	0	0
31	15	0	12	0	29	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	208.00	148.00	195.00	164.00	254.00	285.00	119.00	-	-	-	50.00	173.00
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	20.00	14	19	82	47	52	81	0	0	0	12	54
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	6.71	4.77	6.29	5.29	8.19	9.19	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	5.58
Tahunan	1596.00											



Tahun	:	2003										
Kecamatan	:	Robatal										
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	15	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	17	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	10	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	25	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	10	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	112.00	312.00	-	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Hari Hujan	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
H Maksimu	25.00	38.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H Minimiu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	3.61	11.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tahunan	424.00											



Tahun	: 2004											
Kecamatan	: Robatal											
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tahunan	0.00											



Tahun	:	2005										
Kecamatan	:	Robatal										
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tahunan	0.00											



Tahun : 2006
Kecamatan : Robatal

Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	2	2	-	7	5	3	-	-	-	-	-	-
2	3	1	-	4	1	6	-	-	-	-	-	14
3	8	-	-	6	3	2	-	-	-	-	-	14
4	5	-	3	5	-	7	-	-	-	-	-	17
5	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
6	3	-	4	2	4	2	-	-	-	-	-	19
7	2	-	6	4	5	5	-	-	-	-	-	-
8	1	-	-	3	-	2	-	-	-	-	-	19
9	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
10	-	5	8	-	-	1	-	-	-	-	-	-
11	-	7	-	2	7	-	-	-	-	-	-	-
12	10	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	55
13	1	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	38
14	1	4	7	9	2	4	-	-	-	-	-	-
15	2	5	6	-	5	-	-	-	-	-	-	-
16	-	6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	28
17	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	39
18	-	-	5	6	3	-	-	-	-	-	-	-
19	7	8	-	-	8	-	-	-	-	-	-	26
20	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
21	2	4	3	5	-	-	-	-	-	-	-	35
22	-	7	7	7	6	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	5	-	7	5	-	-	-	-	-	23
24	7	-	4	3	5	-	-	-	-	-	-	-
25	3	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	16	7	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	20	3	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-
28	10	2	7	5	5	-	-	-	-	-	-	18
29	7	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
30	3	-	3	-	7	-	-	-	-	-	-	50
31	1	-	6	-	6	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	117.00	74.00	88.00	90.00	79.00	39.00	-	-	-	-	-	451.00
Hari Hujan	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	20.00	9.00	8.00	9.00	8.00	7.00	-	-	-	-	-	55.00
CH Minimum	1	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	5.09	4.63	5.50	4.74	0.00	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.74
Tahunan	938.00											

Tahun : 2007

Kecamatan : Robatal

Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	13	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	6
2	-	-	6	47	-	10	-	-	-	-	-	10
3	-	14	5	7	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	26	-	-	-	-	-	-
5	28	-	15	10	-	-	-	-	-	15	-	-
6	14	-	7	28	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	28	-	-	-	-	-	-	-	-	45
8	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	30
9	-	16	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	40	-	12	-	-	-	-	-	-	-	7
11	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
12	-	9	-	7	-	-	-	-	-	-	-	8
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	8
15	-	7	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	11
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
18	-	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	12	18	-	13	-	15	-	-	-	-	-	61
20	-	17	17	-	-	19	-	-	-	-	-	53
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
23	22	-	4	15	-	-	-	-	-	5	-	-
24	-	-	42	-	-	-	-	-	-	-	-	25
25	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
26	45	19	32	20	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	20	5	-	36	-	-	-	17	-	-
28	-	-	-	-	-	88	-	-	-	-	-	10
29	-	-	5	-	-	-	-	-	-	14	-	-
30	20	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	14
31	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	154.00	220.00	206.00	235.00	-	217.00	-	-	-	51.00	-	325.00
Hari Hujan	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CH Maksimum	45.00	40.00	42.00	47.00	-	88.00	-	-	-	17.00	-	61.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	5.13	12.22	8.96	13.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.48
Tahunan	1408.00											



Tahun : 2008
Kecamatan : Robatal

Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	13	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	35
2	0	0	5.5	47	0	10	0	0	0	0	0	0
3	0	14	4.5	6.5	0	0	0	0	0	0	0	7
4	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0
5	28	0	0	10	0	0	0	0	0	15	0	0
6	14	0	15	28	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	29
8	0	0	28	25	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	16	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	40	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
12	0	9	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	7	23	0	0	0	0	0	0	0	0	25
16	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	15
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
19	12	18	0	13	0	15	0	0	0	0	0	0
20	0	17	17	0	0	19	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
22	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
23	22	0	4	15	0	0	0	0	0	5	0	0
24	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	3
25	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	45	19	32	20	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	20	5	0	36	0	0	0	17	0	0
28	0	0	0	0	0	87.5	0	0	0	0	0	16
29	0	0	5	0	0	0	0	0	0	14	0	0
30	20	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
31	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Jumlah	154.00	220.00	205.00	234.50	-	216.50	-	-	-	51.00	-	172.00
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	45.00	40.00	42.00	47.00	-	87.50	-	-	-	17.00	-	35.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	4.97	7.10	6.61	7.56	0.00	6.98	0.00	0.00	0.00	1.65	0.00	5.55
Tahunan	1253.00											



Tahun	: 2009												
Kecamatan	: Robatal												
Tanggal	Bulan												
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember	
1	12	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	7	30	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	25	0	35	15	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	21	27	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	9	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	
8	30	14	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	7	0	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	12	17	7	0	12	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	26	20	20	30	0	0	0	0	0	0	0	
12	16	15	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	
13	20	0	4	5	2	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	18	30	0	0	0	0	2	0	0	0	20	0	
16	0	14	0	0	7	0	0	0	0	0	10	0	
17	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	15	0	
18	0	0	8	0	16	0	7	0	0	0	0	0	
19	0	9	3	18	19	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	7	0	12	10	0	10	0	0	0	0	0	
21	5	0	0	8	8	0	0	0	0	0	9	0	
22	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	
23	7	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	0	22	0	8	3	0	0	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	7	11	0	14	0	0	0	0	0	15	0	
27	8	5	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	
28	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	20	0	0	0	9	0	0	0	0	0	7	0	
30	0		0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	
31	35		0		0		0	0		0		0	
Jumlah	263.00	253.00	121.00	178.00	187.00	-	19.00	-	-	-	93.00	-	
Hari Hujan	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
CH Maksimum	35.00	30.00	35.00	30.00	30.00	-	10.00	-	-	-	20.00	-	
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rata-rata	8.48	8.72	3.90	5.93	6.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	0.00	
Tahunan	1114.00												

Tahun : 2011
Kecamatan : Robatal

Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	43	0	0	0	7	0	0	0	0	0	5	35
2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	14	5	0	0	5	0	0	0	0	0	15	7
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
5	5	7	0	10	15	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	5	20	0	0	0	0	0	18	0
7	8	0	9	0	5	0	0	0	0	0	10	29
8	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
9	10	0	0	5	0	0	0	0	0	0	15	0
10	0	0	5	0	10	0	0	0	0	0	0	0
11	4	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	7
12	0	0	0	13	30	0	0	0	0	0	5	0
13	13	0	8	0	15	0	0	0	0	0	0	0
14	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
15	7	0	0	25	7	0	0	0	0	0	17	25
16	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	15
17	5	0	0	10	0	0	0	0	0	0	12	0
18	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	20
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	5	4	0	0	0	0	0	7	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
22	0	15	5	38	3	0	0	0	0	0	0	0
23	0	10	0	15	0	0	0	0	0	16	10	0
24	0	0	0	7	0	0	0	0	0	8	30	3
25	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	12	0
27	0	0	0	9	0	0	0	0	0	15	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
29	0	0	10	10	0	0	0	0	0	6	10	0
30	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
31	9	0	0	5	10	0	0	0	0	7	0	7
Jumlah	158.00	46.00	84.00	207.00	136.00	-	-	-	-	52.00	217.00	172.00
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	43.00	15.00	27.00	40.00	30.00	-	-	-	-	16.00	30.00	35.00
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	5.10	1.48	2.71	6.68	4.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	5.55
Tahunan	1072.00											



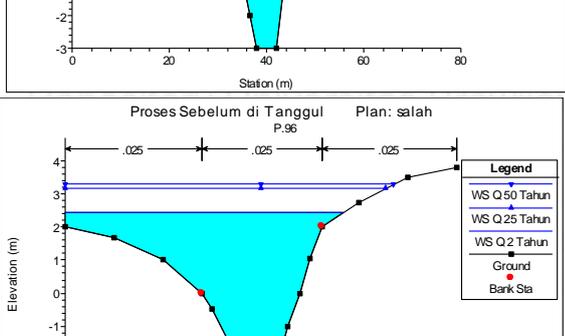
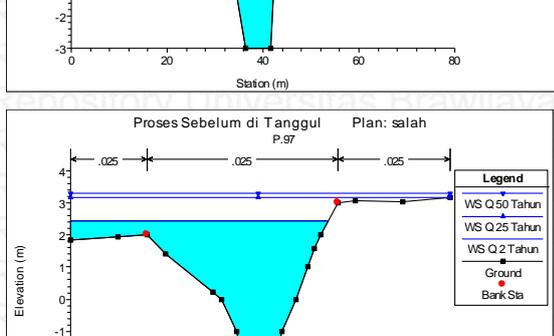
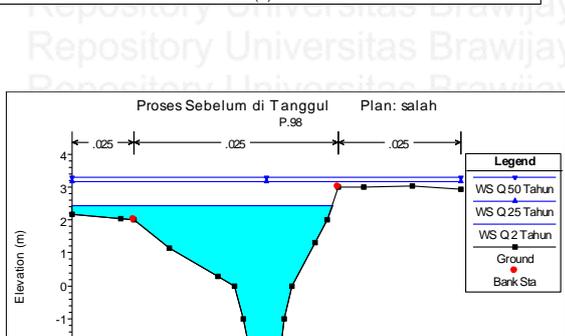
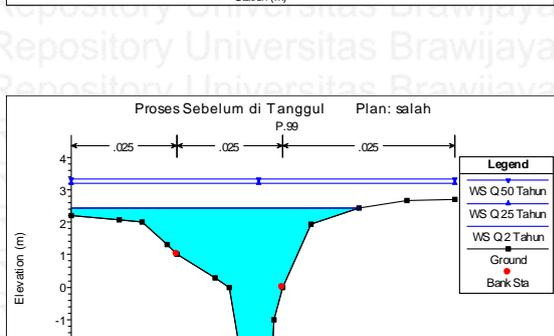
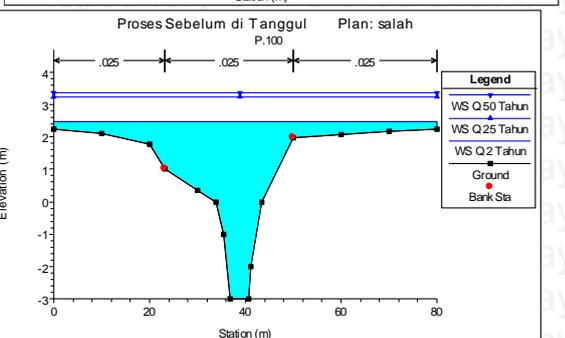
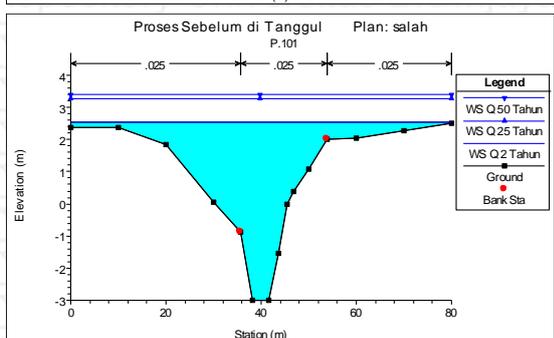
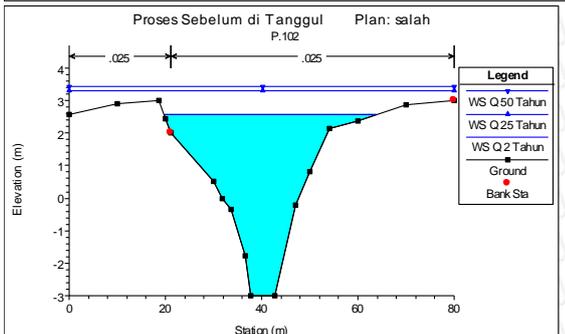
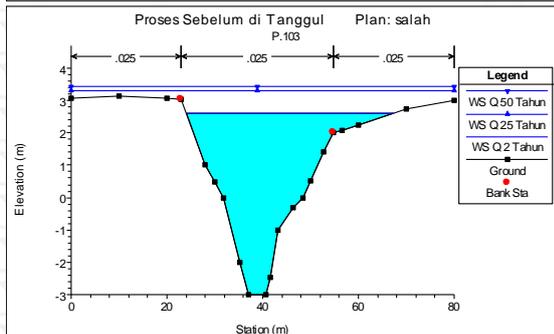
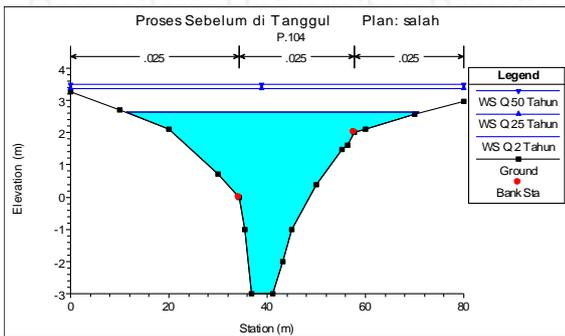
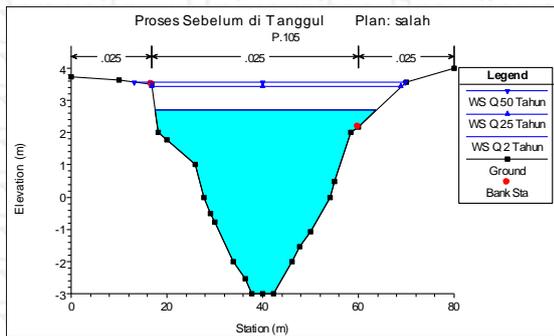
Tahun : 2012
Kecamatan : Robatal

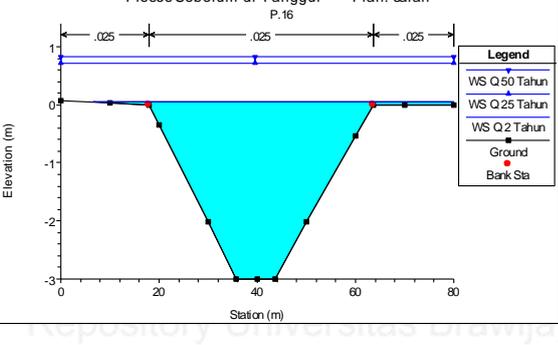
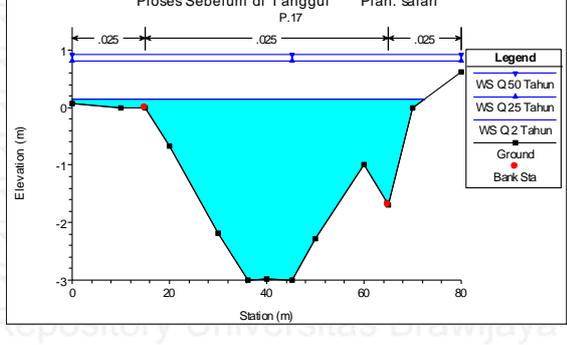
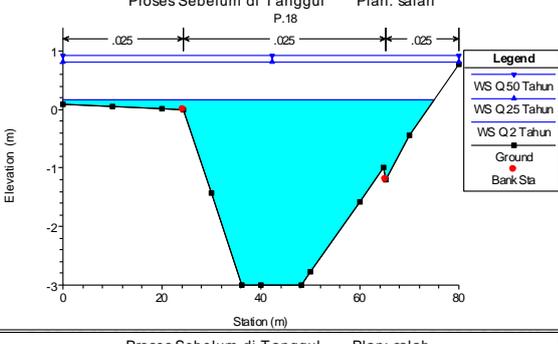
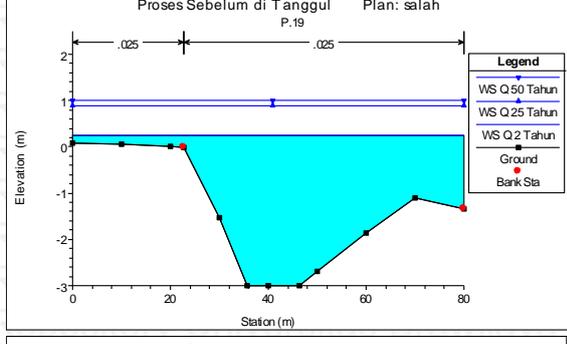
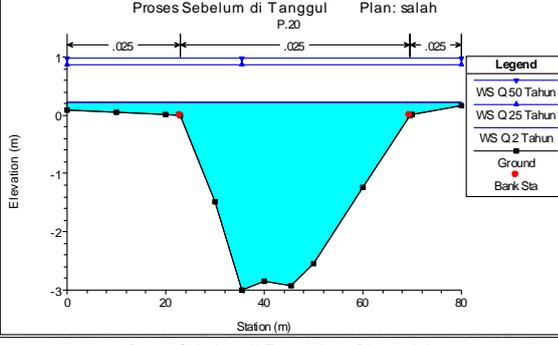
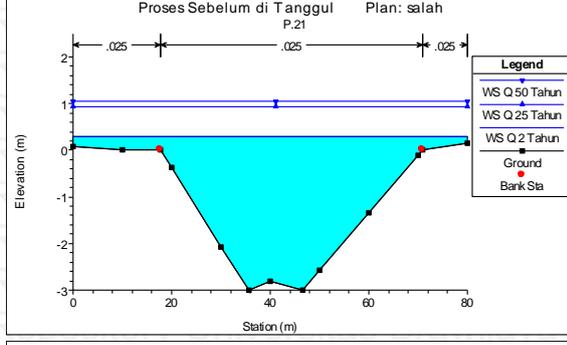
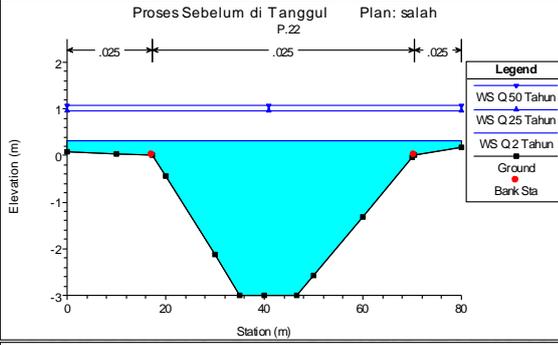
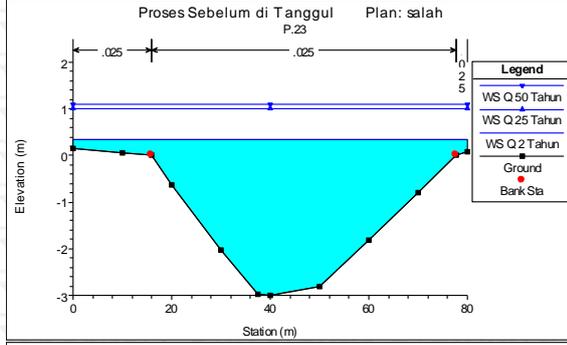
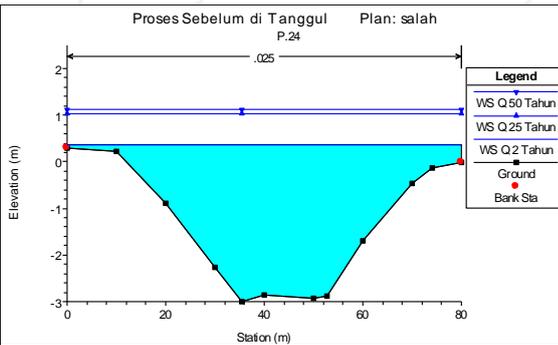
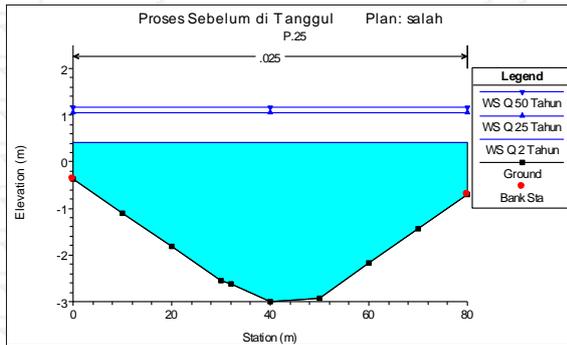
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	10	18	0	34	39	5	0	0	0	0	0	4
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	10	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
4	0	7	0	18	12	0	0	0	0	0	0	0
5	7	20	0	0	6	0	0	0	0	0	10	8
6	0	0	3	35	4	7	0	0	0	0	12	0
7	0	25	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	20	17	5	23	0	0	0	0	0	0	0
9	0	16	12	2	0	5	0	0	0	0	0	20
10	9	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	15	0	0	0	6	0	0	0	0	12	38
12	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	10	42	20	0	0	0	0	0	0	0	0	8
14	0	0	4	0	10	0	0	0	0	0	0	0
15	0	5	5	20	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0
17	7	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
18	0	0	2	8	0	0	0	0	0	12	25	0
19	0	22	4	10	0	0	0	0	0	0	13	0
20	20	30	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2
21	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	12	0
22	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	6	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	2
24	0	10	4	0	0	0	0	0	0	0	18	0
25	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	13	3
26	0	14	6	7	0	0	0	0	0	0	9	0
27	4	40	0	0	0	0	0	0	0	8	0	5
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	15
29	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	12	0	10	0	0	0	0	0	0	0	7	10
31	20	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Jumlah	124.00	314.00	163.00	200.00	99.00	29.00	-	-	-	27.00	139.00	126.00
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	20.00	42	25	35	39	7	0	0	0	12	25	38
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	4.00	10.13	5.26	6.45	3.19	0.94	0.00	0.00	0.00	0.87	4.48	4.06
Tahunan	1221.00											

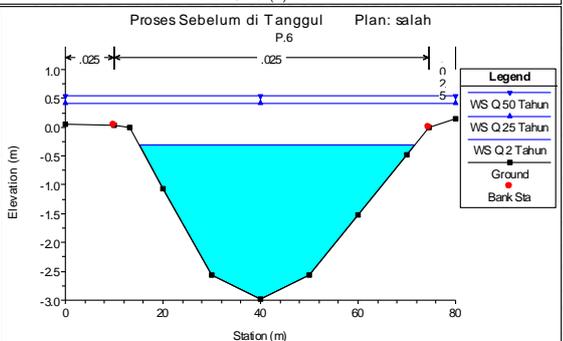
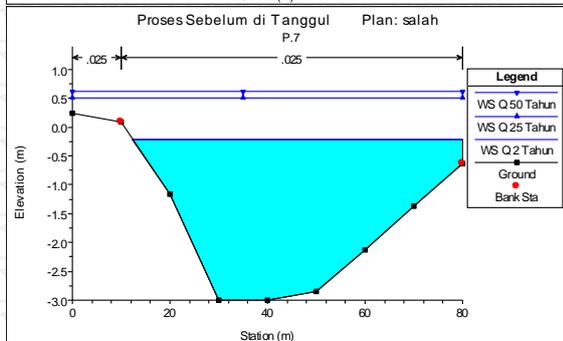
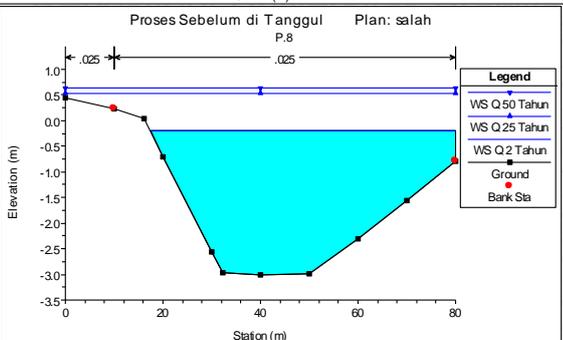
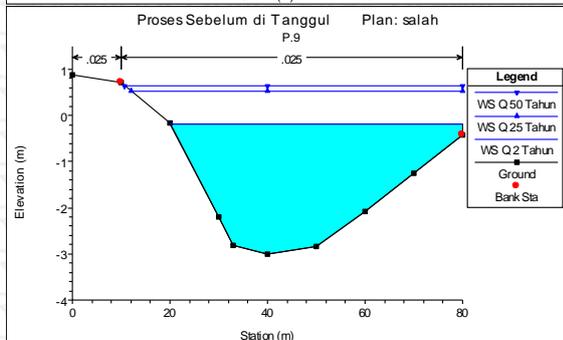
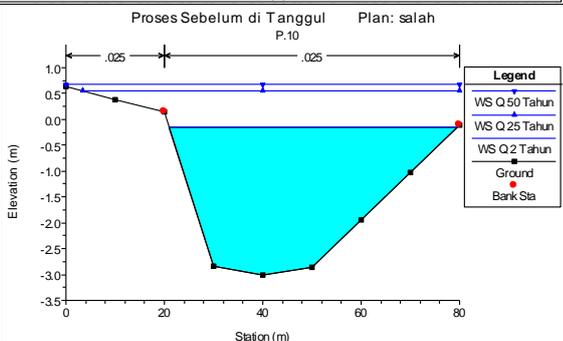
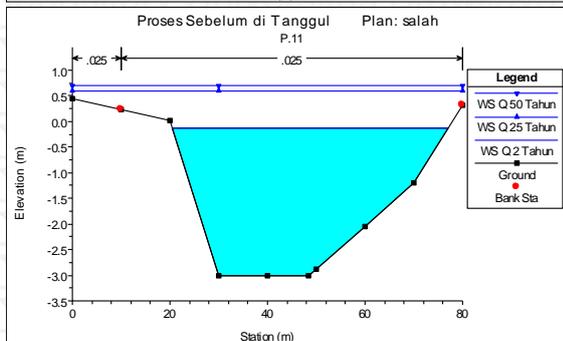
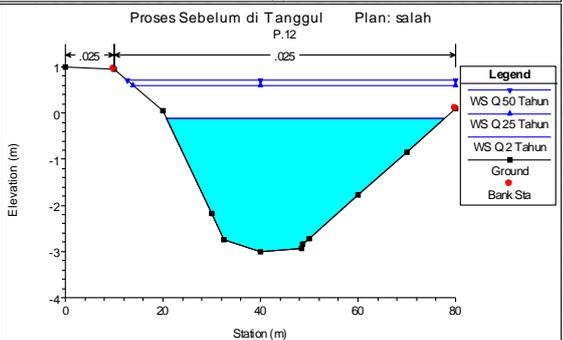
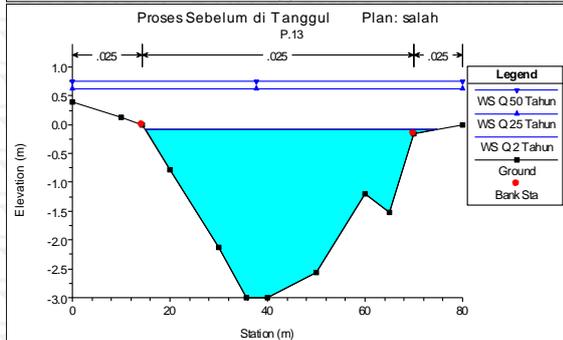
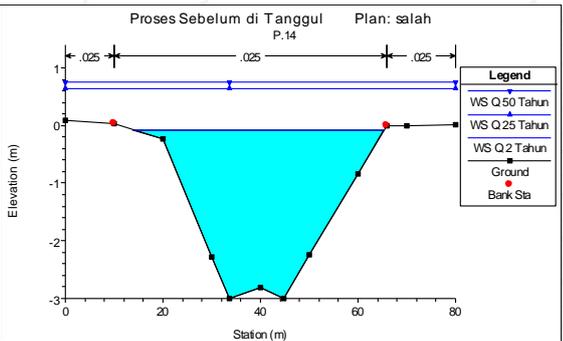
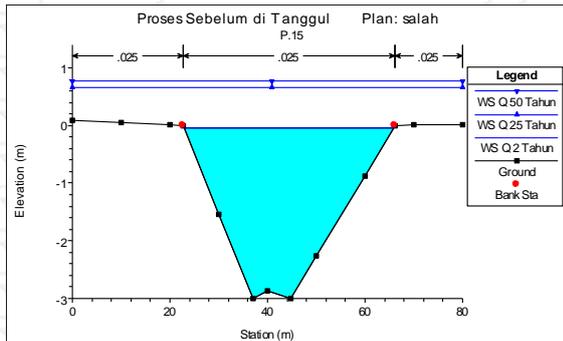


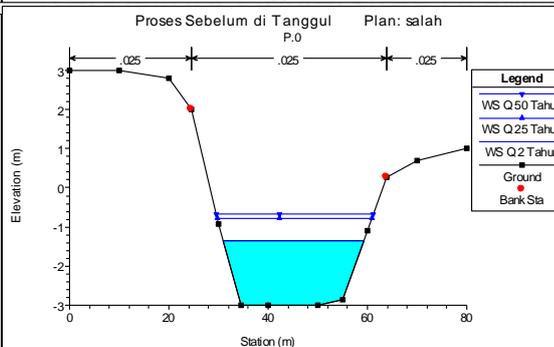
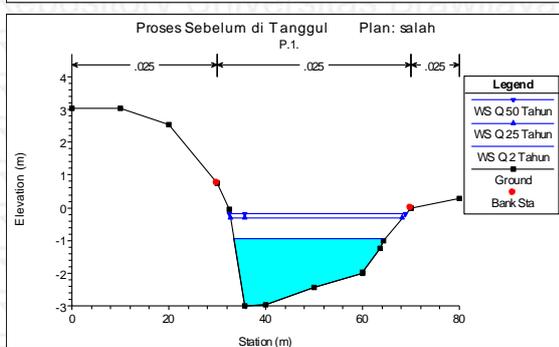
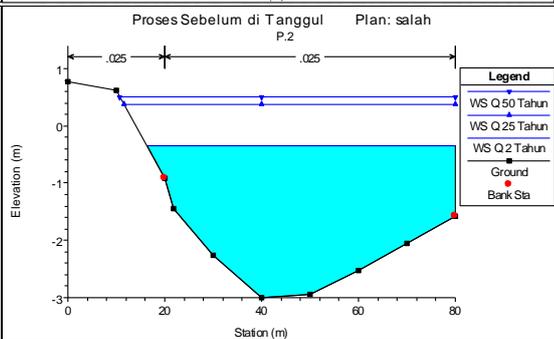
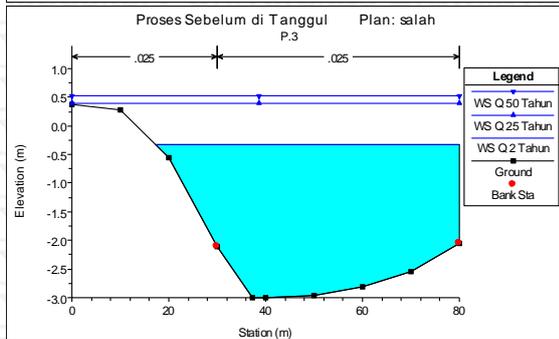
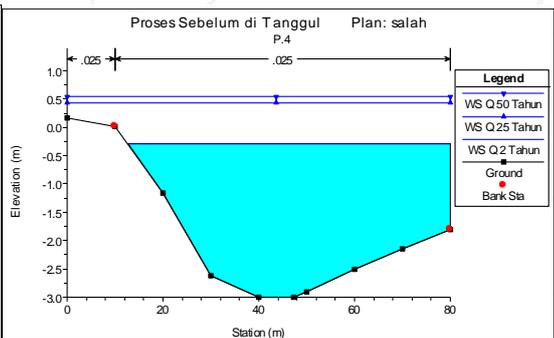
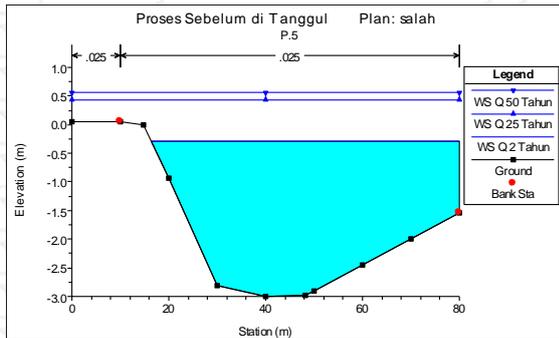
Tahun : 2013
Kecamatan : Robatal

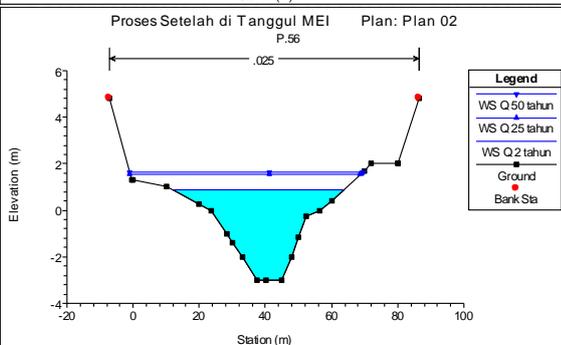
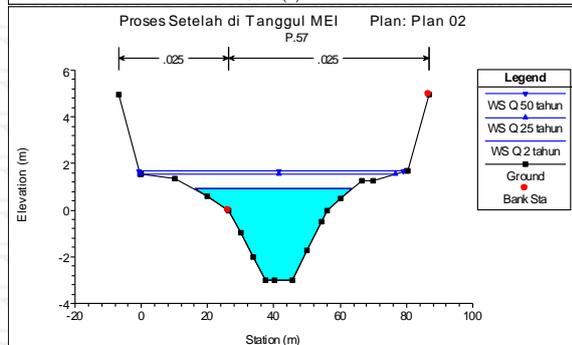
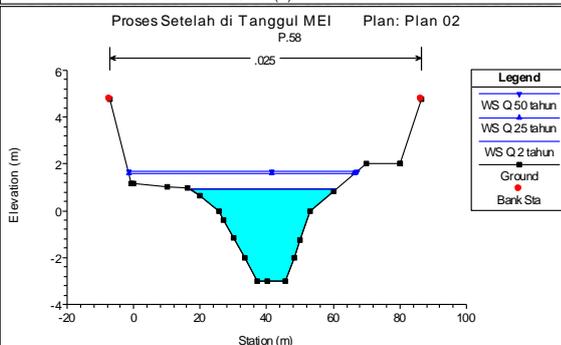
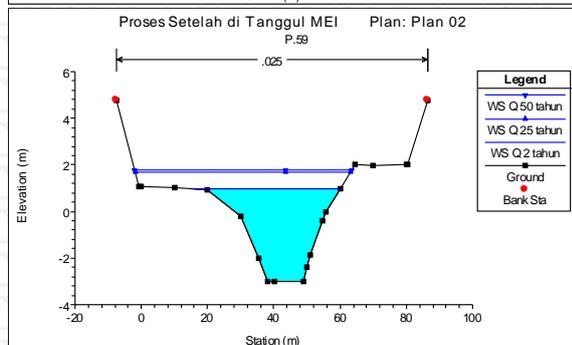
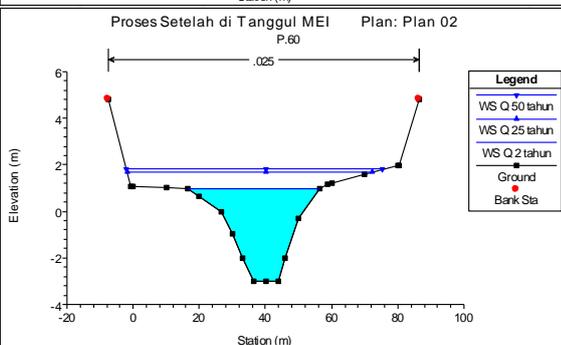
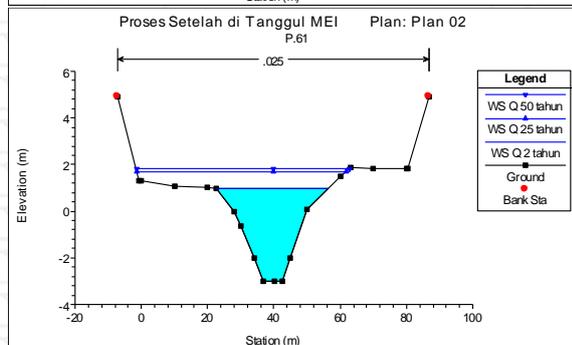
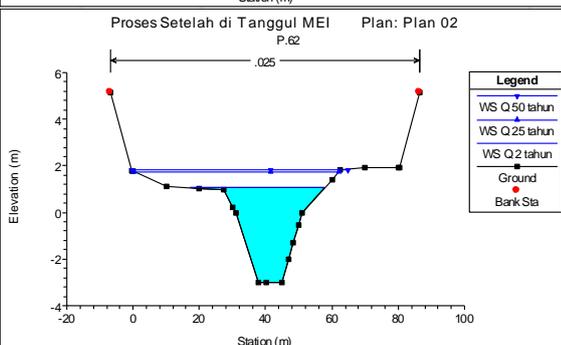
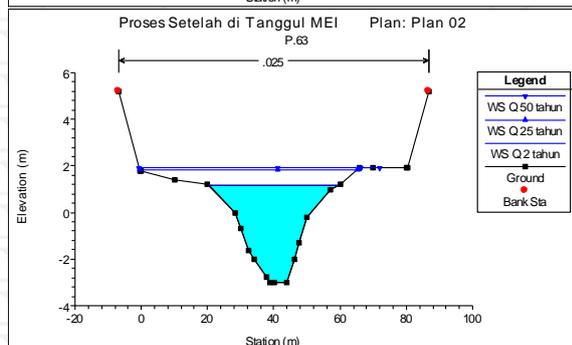
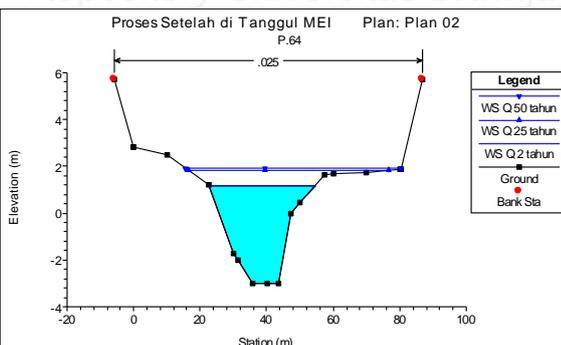
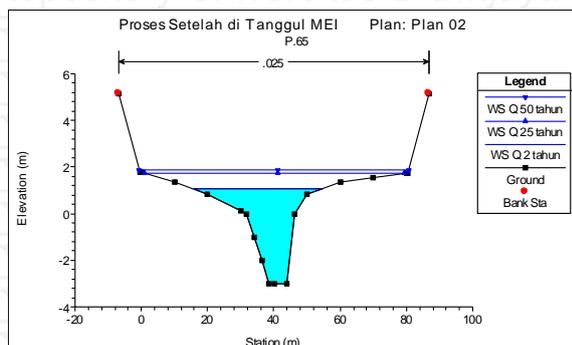
Tanggal	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1	7	7	8	0	0	13	0	0	0	0	0	0
2	5	10	5	17	0	7	20	0	0	0	0	0
3	0	9	9	0	0	0	81	0	0	0	0	0
4	0	5	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	8	0	3	0	9	0	0	0	0	5	15
6	8	0	4	6	0	39	0	0	0	0	0	5
7	4	3	7	8	0	52	0	0	0	0	0	9
8	2	6	0	0	0	4	0	0	0	0	52	12
9	0	9	10	0	0	36	0	0	0	0	65	8
10	6	0	6	0	0	52	18	0	0	0	0	7
11	4	0	19	0	0	12	0	0	0	0	7	5
12	3	14	13	10	7	9	0	0	0	0	0	15
13	0	12	9	0	24	14	0	0	0	0	0	0
14	6	0	11	12	0	3	0	0	0	0	4	6
15	10	10	6	9	0	0	0	0	0	0	6	0
16	0	10	18	0	5	0	0	0	0	0	3	0
17	9	2	0	0	0	11	0	0	0	0	10	18
18	0	0	9	82	19	0	0	0	0	0	0	54
19	8	0	0	0	25	21	0	0	0	0	8	0
20	0	0	0	0	12	3	0	0	0	0	0	4
21	12	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	5
22	11	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	10
23	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
24	16	8	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
25	20	5	5	0	47	0	0	0	0	0	12	0
26	17	13	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0
27	8	10	15	0	24	0	0	0	0	0	0	0
28	14	7	4	0	9	0	0	0	0	0	0	0
29	13	0	3	0	8	0	0	0	0	0	0	0
30	7	0	8	0	14	0	0	0	0	0	0	0
31	15	0	12	0	29	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	208.00	148.00	195.00	170.00	254.00	285.00	119.00	-	-	-	172.00	173.00
Hari Hujan	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CH Maksimum	20.00	14	19	82	47	52	81	0	0	0	65	54
CH Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	6.71	4.77	6.29	5.48	8.19	9.19	0.00	0.00	0.00	0.00	5.55	5.58
Tahunan	1724.00											

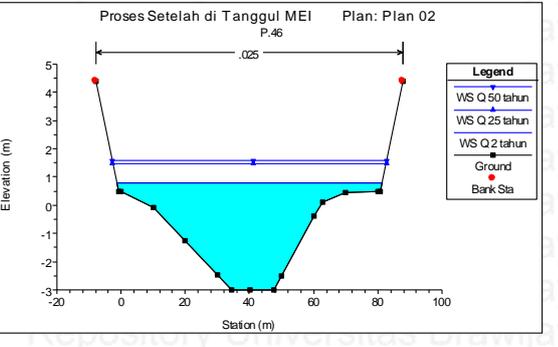
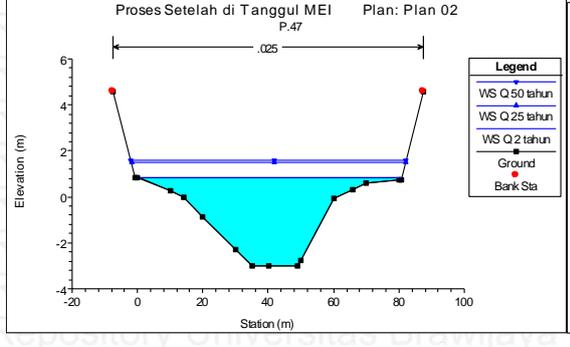
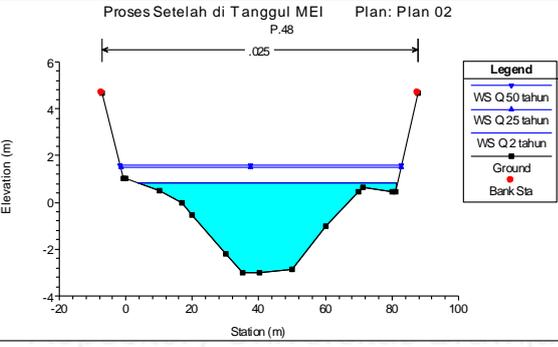
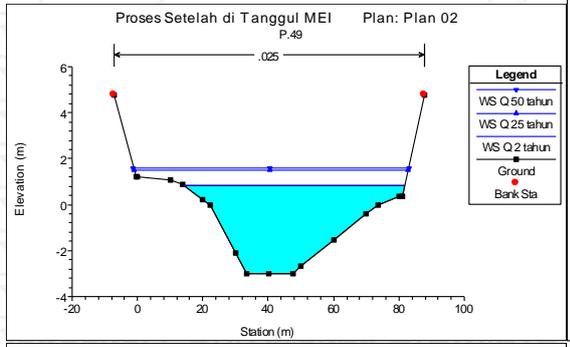
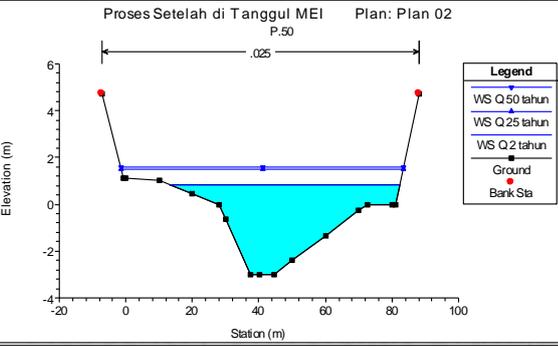
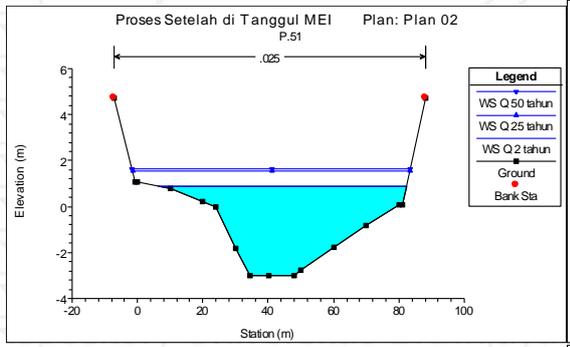
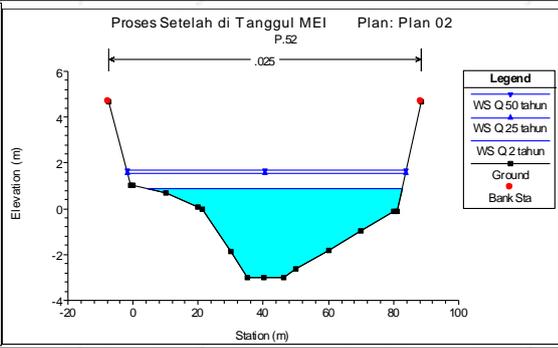
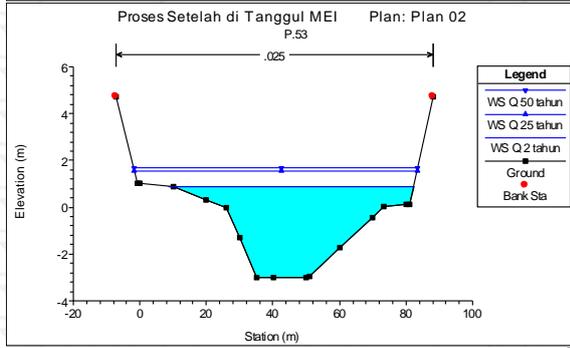
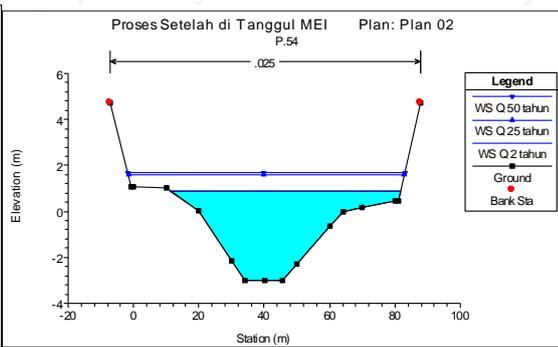
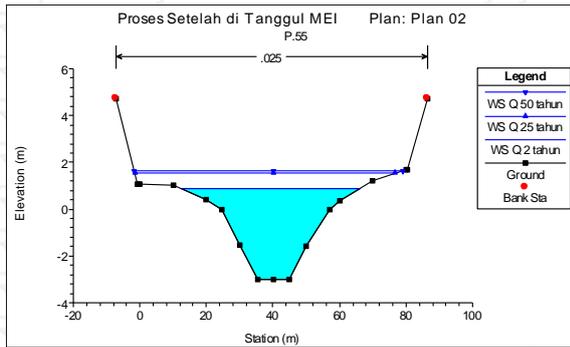


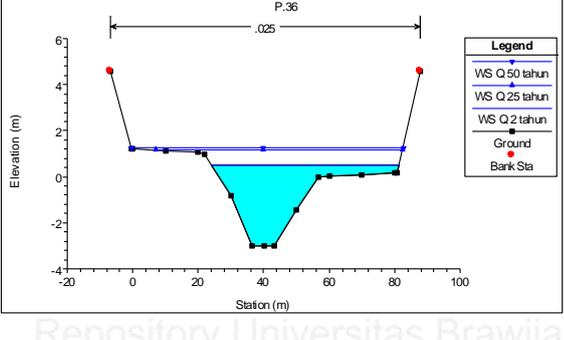
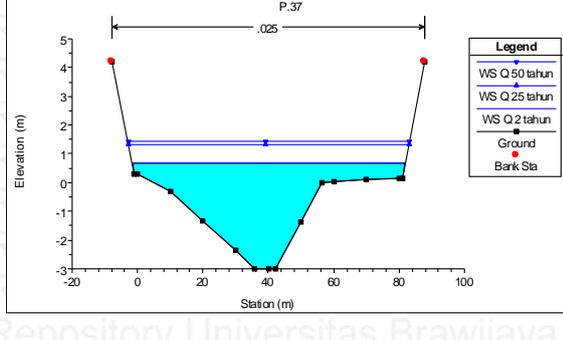
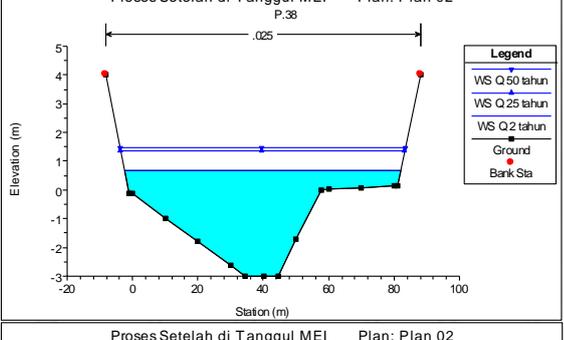
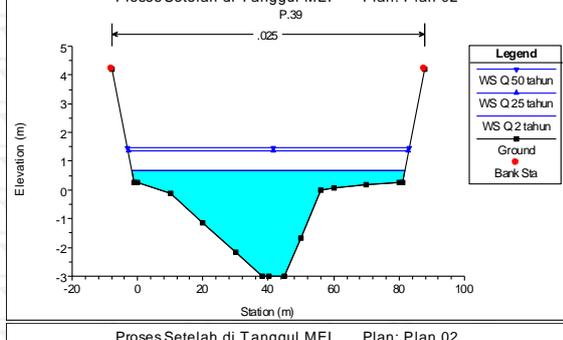
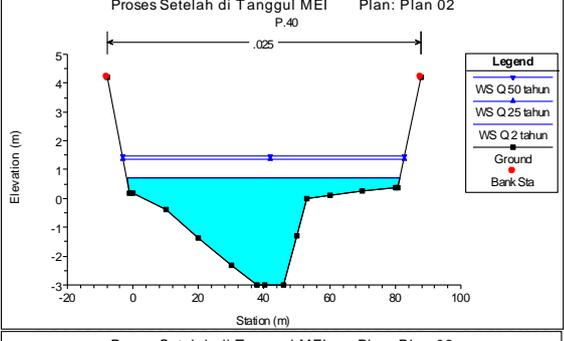
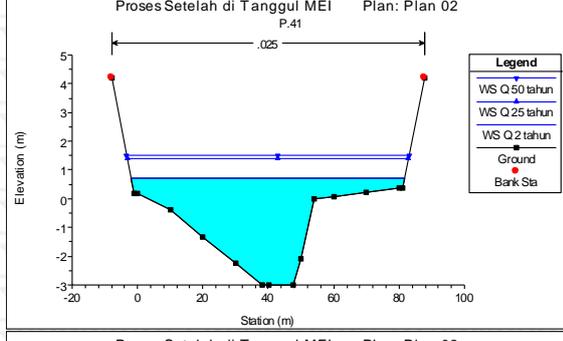
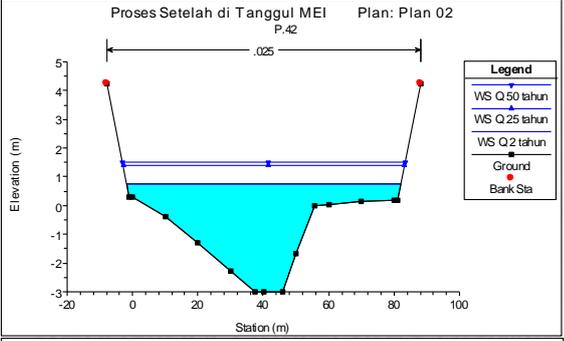
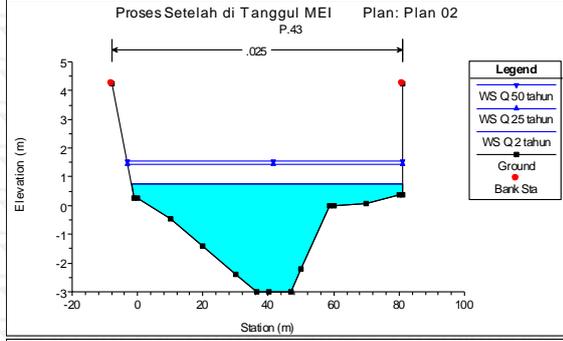
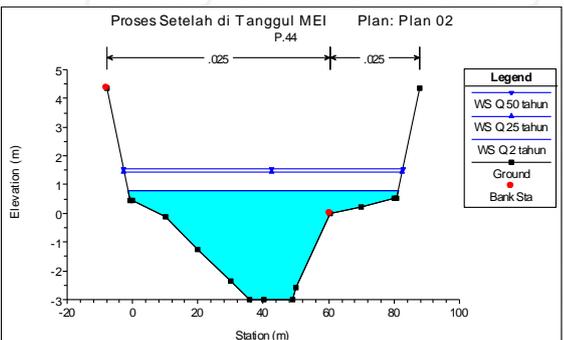
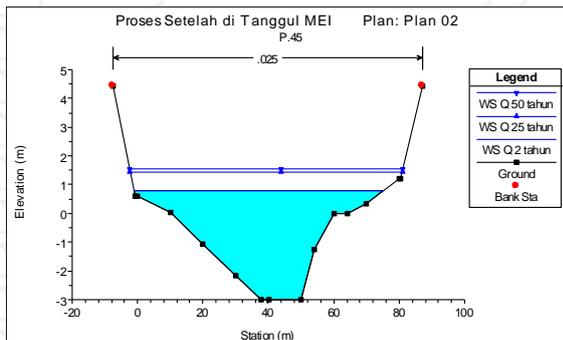


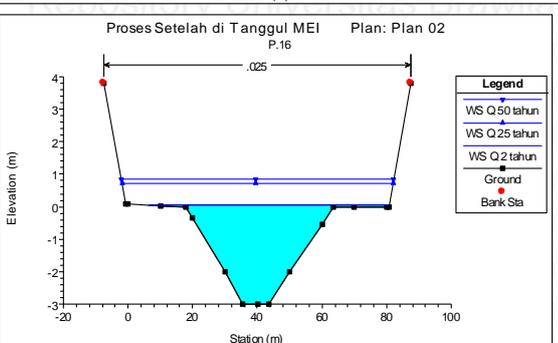
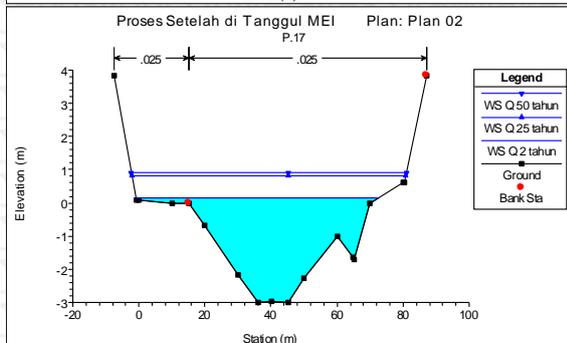
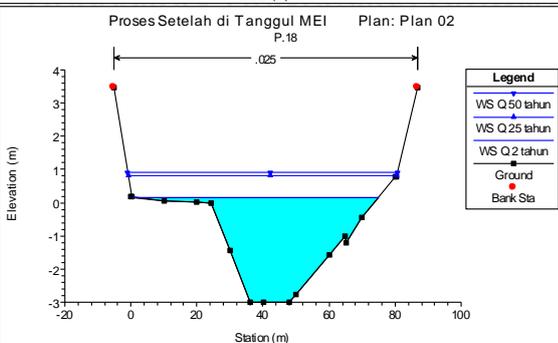
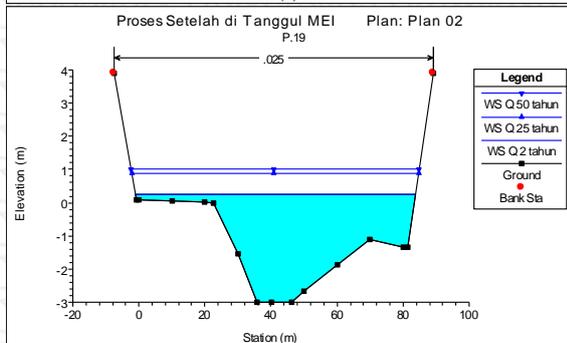
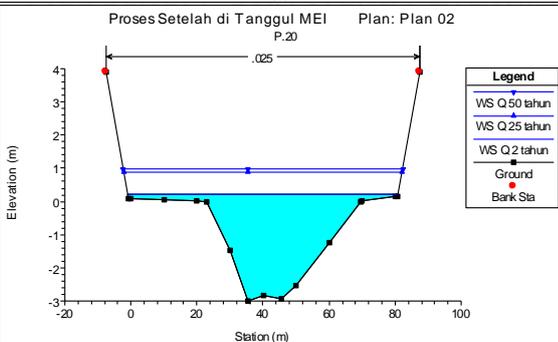
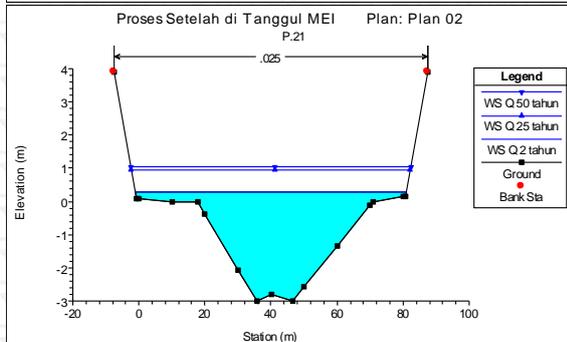
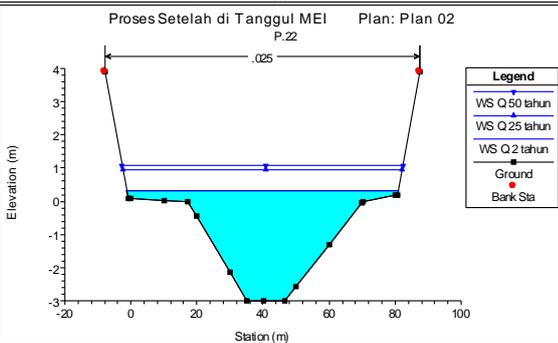
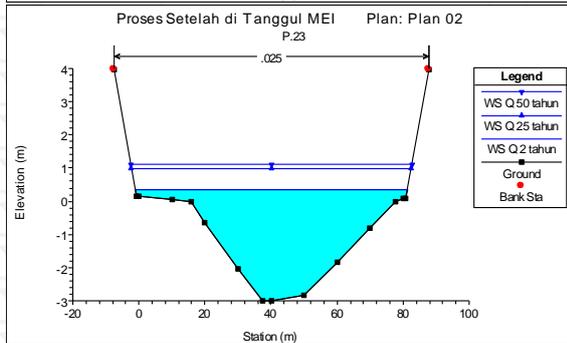
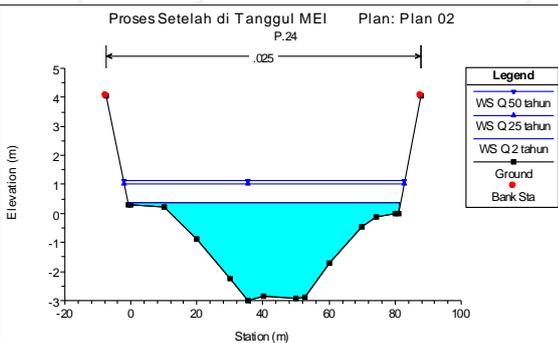
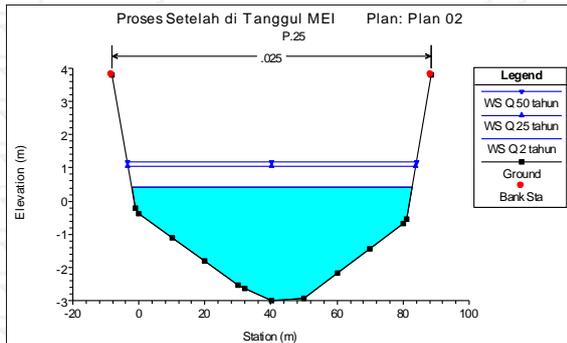


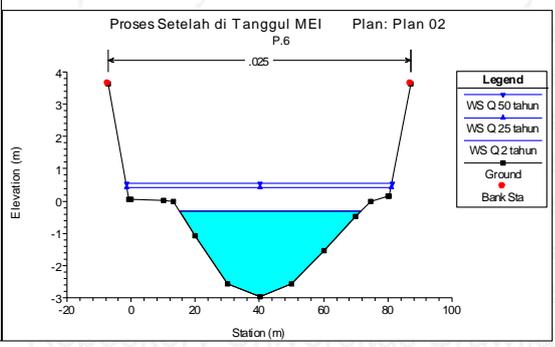
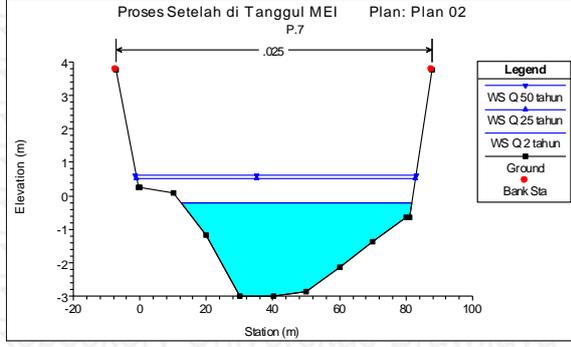
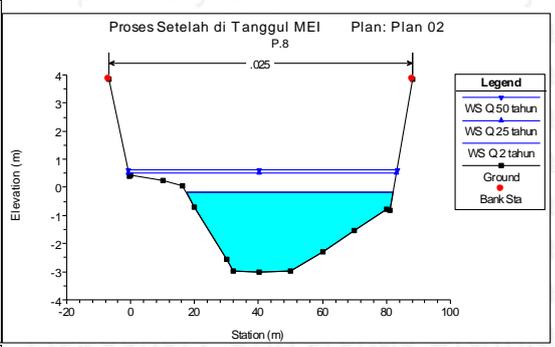
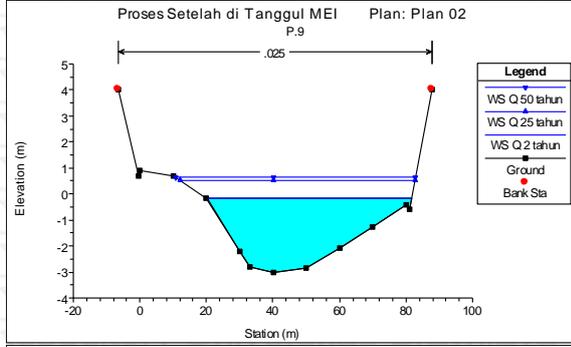
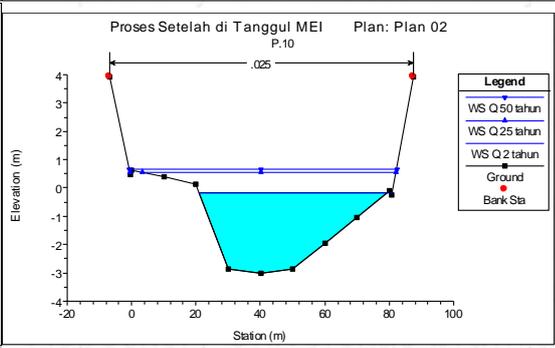
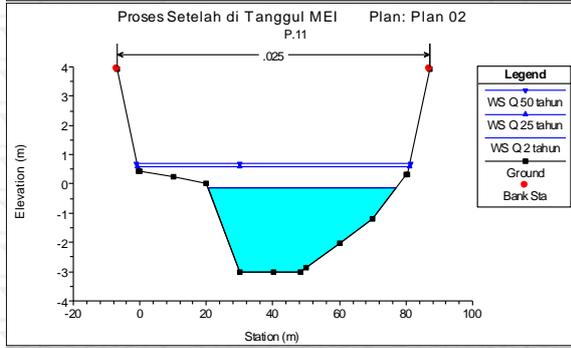
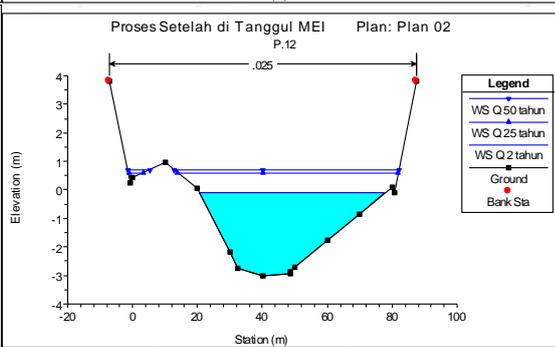
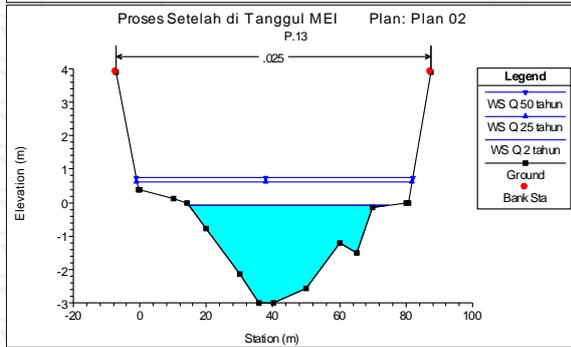
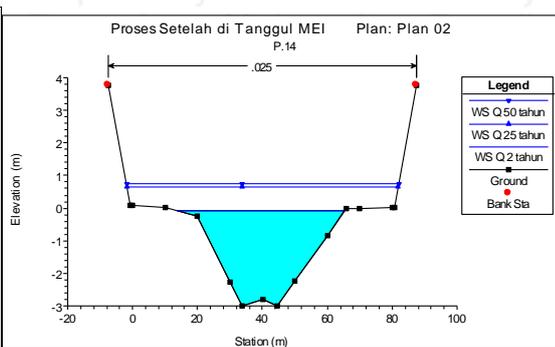
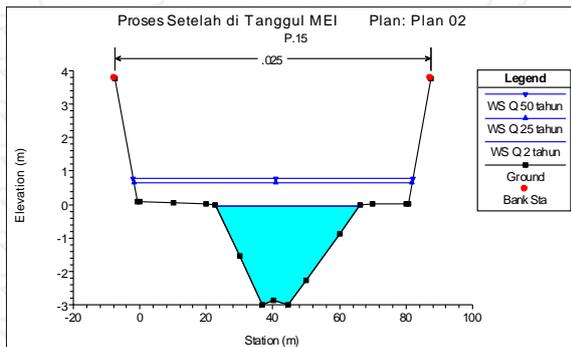


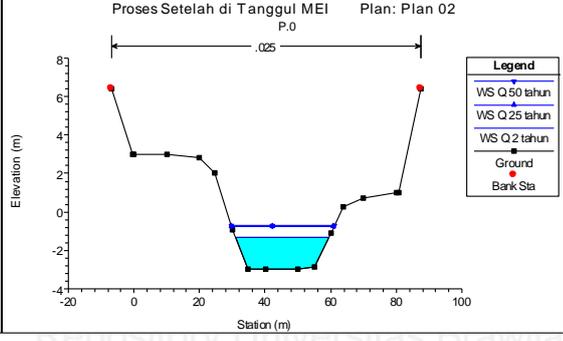
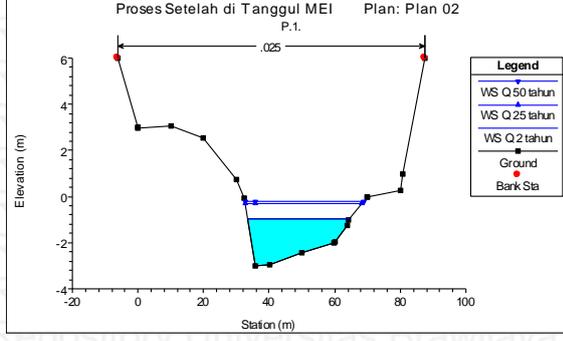
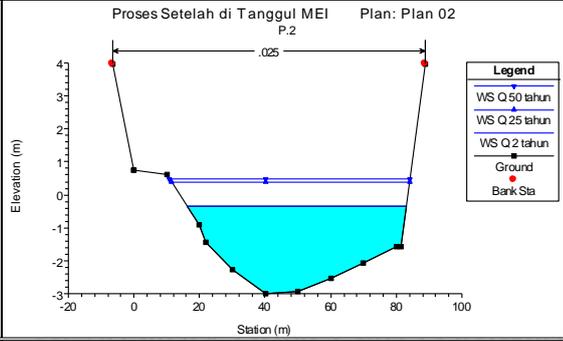
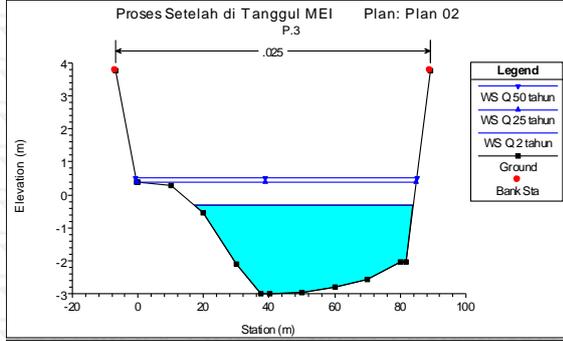
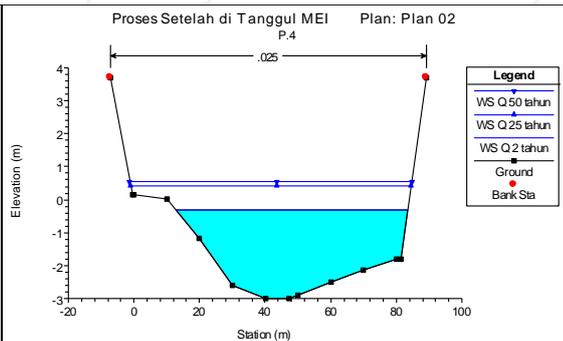
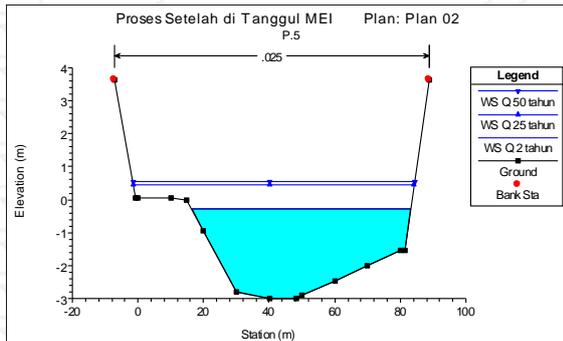












0 2,5 5 7,5 10 12,5 25 m



REPOSITORY.UB.AC.ID



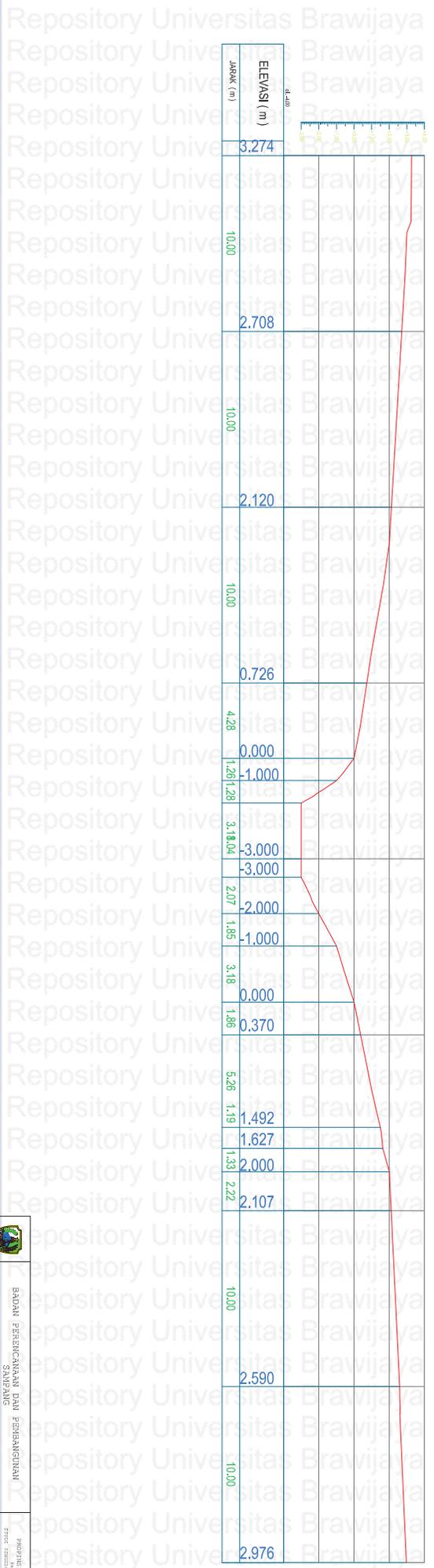
REPOSITORY.UB.AC.ID

DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI DAN PEMETAAN
FAKULTAS TEKNIK SURVEI DAN PEMETAAN



BADANI PENGUNCIAN DAN PEMERTAMAAN
SAMPUNG

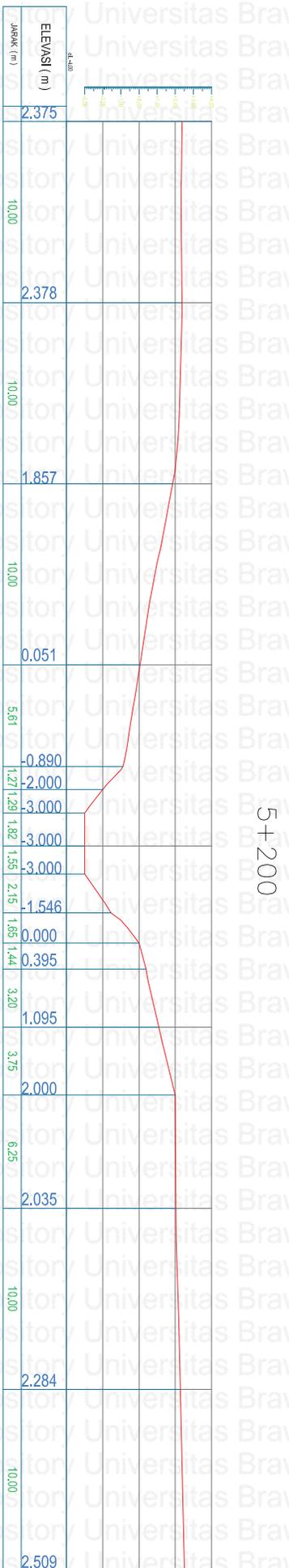
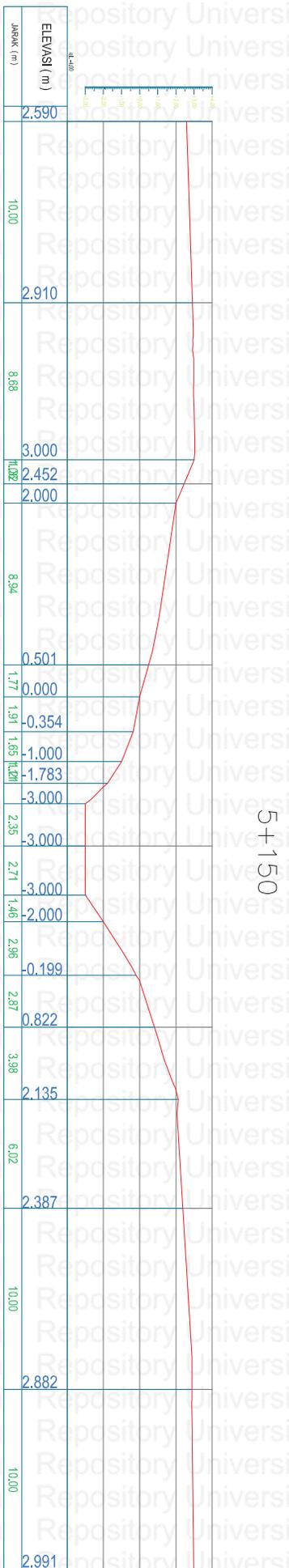
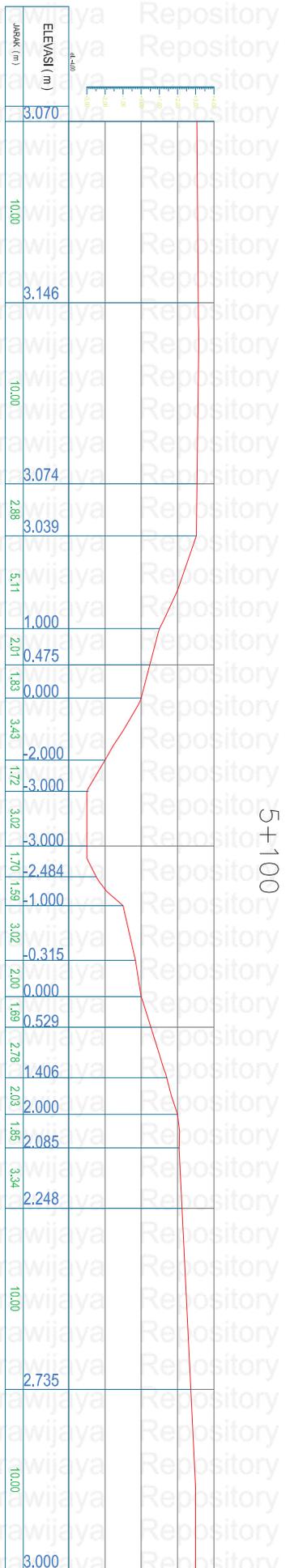
PROFESI DAN TITIK
KAWASAN SURVEI DAN PEMETAAN



5+050



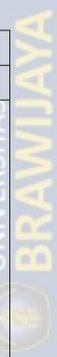
5+000



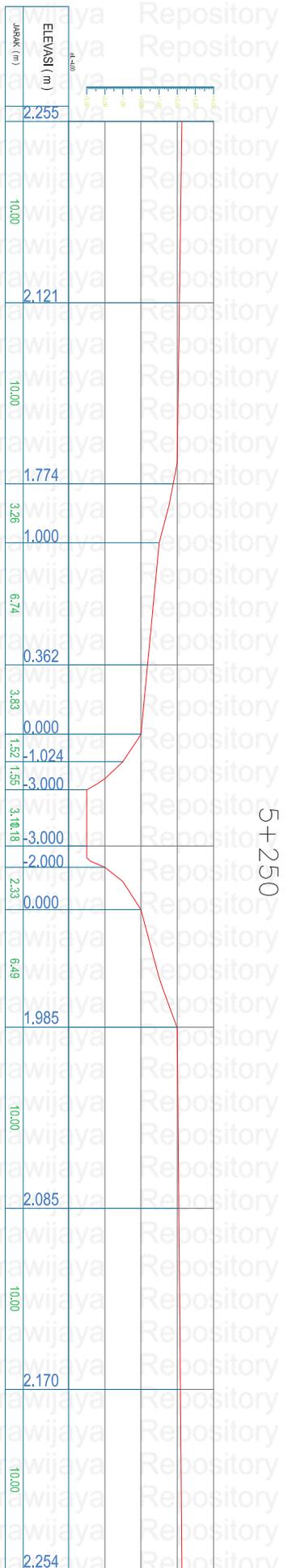
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



		BADAN PENGUNJAMAN DAN PERENCANAAN	
DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH FAKULTAS TEKNIK JANGSARA PERENCANAAN		PROJEKSI JALAN TIRIK RUMAH KEMAH KAWASAN LINTAS SAMUDRA KAWASAN PERENCANAAN	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 5+100 - 5+200		Skala: 1 : 250 No. Lembar: 1/1	
Identitas: ... Nama: ... NPM: ...		Tanggal: ... Lokasi: ...	



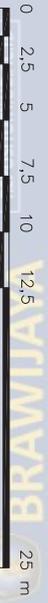
5+250



5+300



5+350



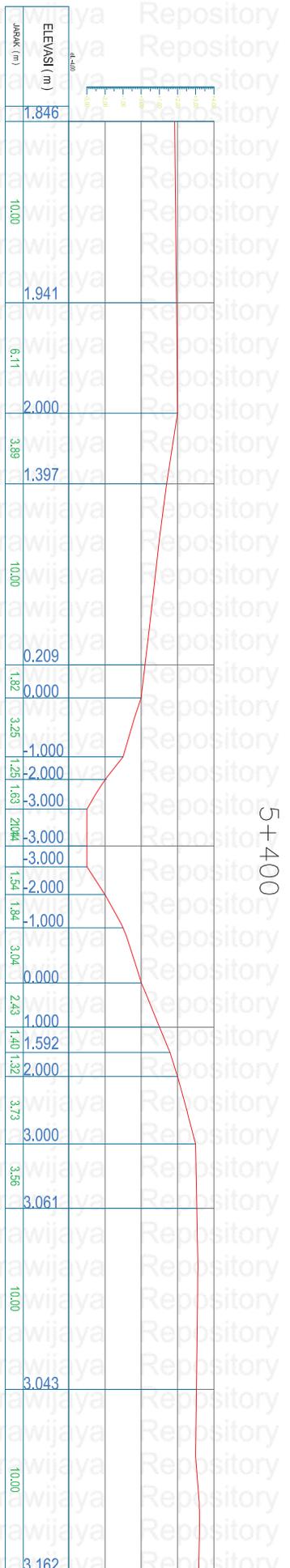
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.BJ.AC.ID



BADAN PENINGKATAN DAN PENGEMBANGAN SAMPUK	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 5+250 - 5+350	
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI FAKULTAS TEKNIK JANGKARAN	JURUSAN SURVEI FAKULTAS TEKNIK JANGKARAN
IDENTITAS Nama : NIM :	IDENTITAS Nama : NIM :
PROJEKSI DAN TITIK DATUM : PROJEKSI : TITIK :	PROJEKSI DAN TITIK DATUM : PROJEKSI : TITIK :



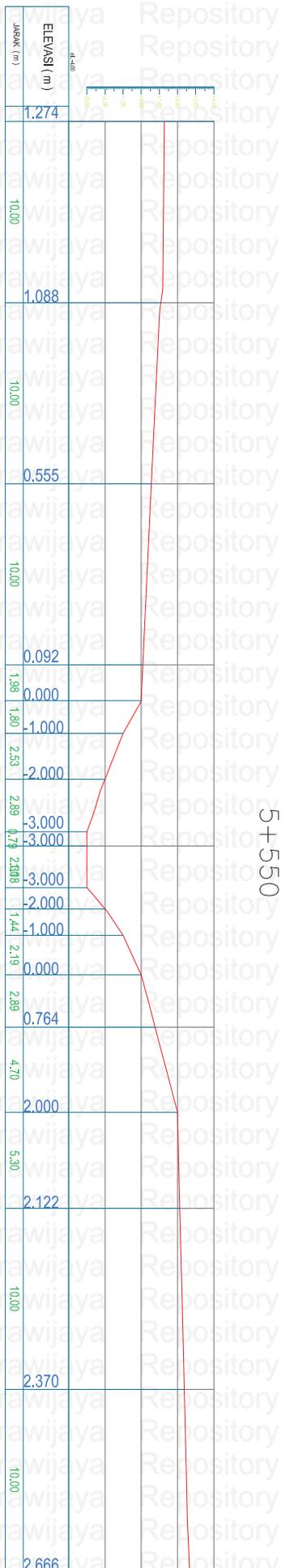
SKALA 1 : 250



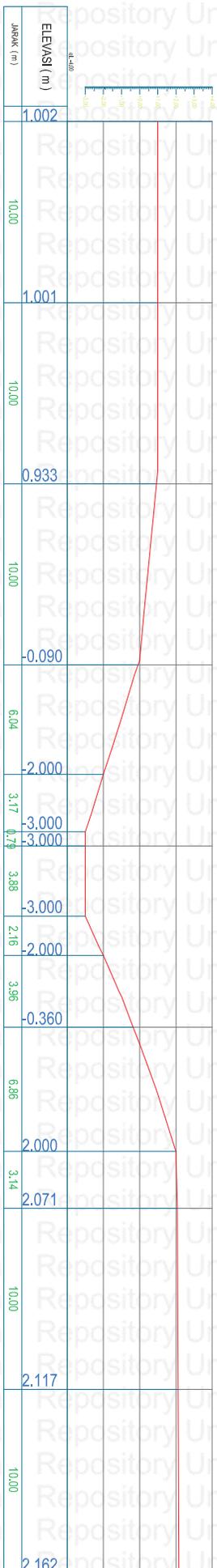
REPOSITORY.UB.AC.ID



		BADAN PENGUNJAMAN DAN PERENCANAAN RANGKAP	
DEPARTEMEN TEKNIK JALAN FAKULTAS TEKNIK JALAN SURABAYA		PROJEKSI JALAN TIRIS STASI 5+400 - 5+500 RANGKAP	
IDENTITAS Nama : NIM : Kelas :		NO. KEMAH : 1 : 2 : 3 :	



5+550



5+600



5+650



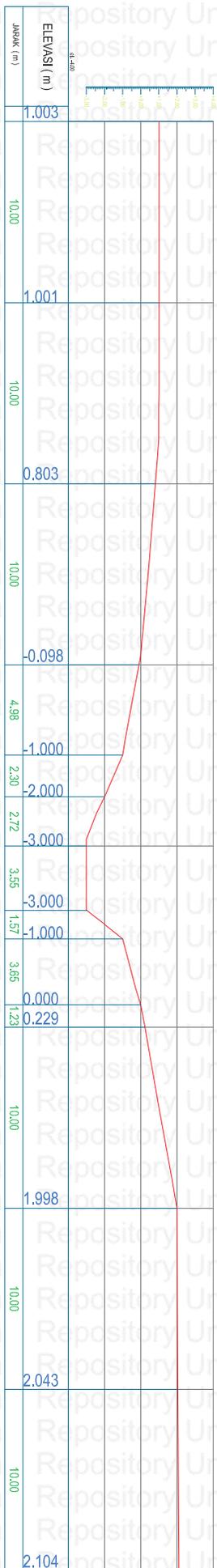
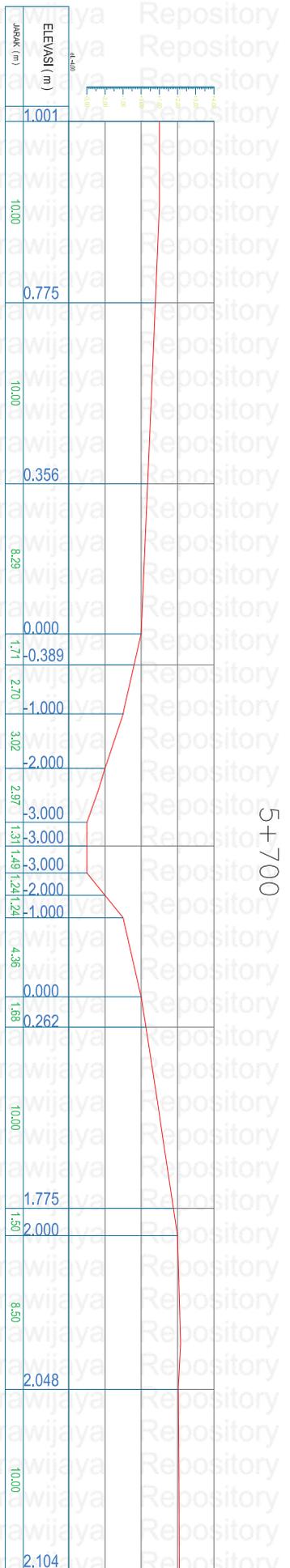
SKALA 1 : 250

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

REPOSITORY.BJ.U.AC.ID

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

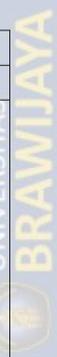
	
BADANI PENGUNCIAN DAN PEMERINDAHAN SURABAYA	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 5+550 - 5+650	
DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH FAKULTAS TEKNIK JANGSARAN PENGUNCIAN	Disusun oleh : Nama : NPM : Kelas :
Disetujui oleh : Nama : NPM :	Dosen Pembimbing : Nama : NPM :
PROJEKSI JUKUN TIBUR STASI PERENCANAAN WILAYAH SURABAYA	



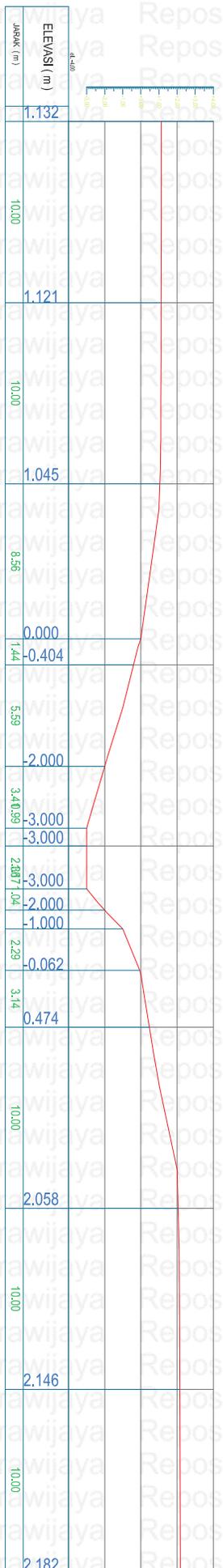
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



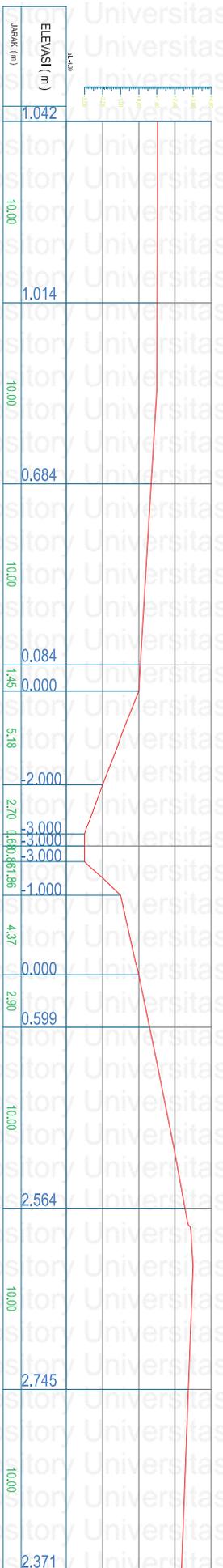
BAWIJAYA UNIVERSITAS BRAWIJAYA	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 5+700 - 5+800	
BAHON PENGUNCIAN DAN PERENCANAAN SANJANG	
PROFESI DAN TUGAS BIDANG TEKNIK KONSULTAN DAN PERENCANAAN	
Disusun oleh : Nama : NIM :	
Disetujui oleh : Nama : NIM :	



5+850



5+900



5+950



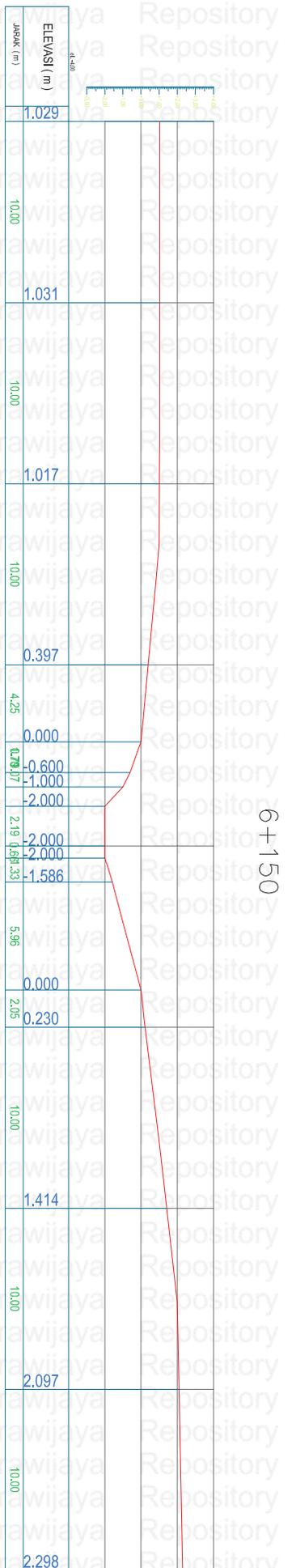
SKALA 1 : 250



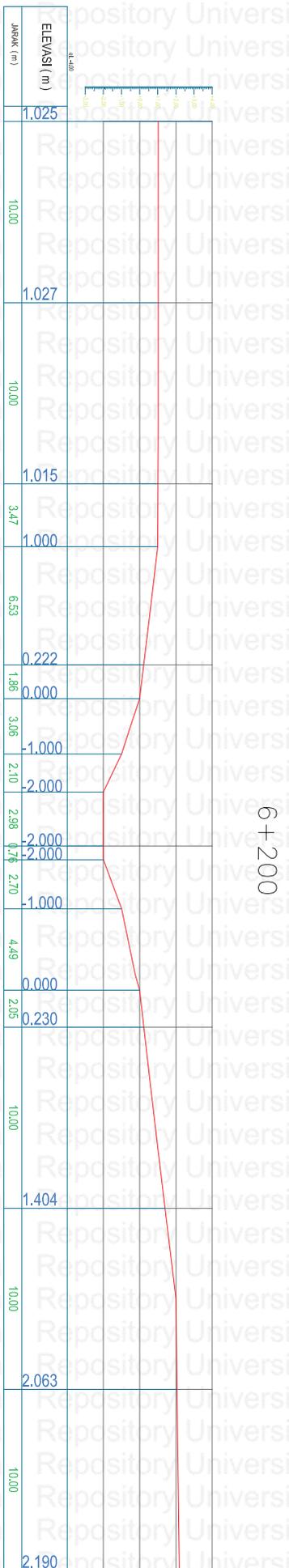
REPOSITORY.UB.AC.ID



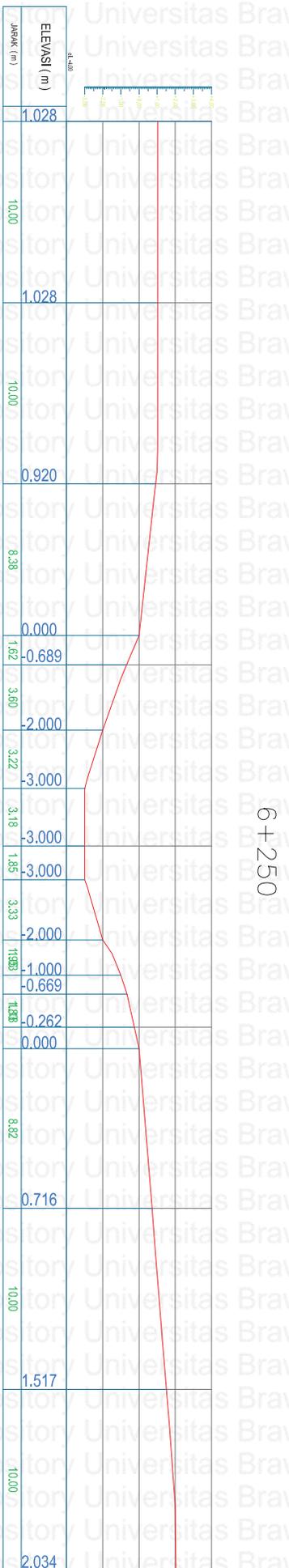
		BADAN PENGUNJAMAN DAN PERENCANAAN STRATEGIS	
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI DAN PEMETAAN FAKULTAS TEKNIK SURVEI DAN PEMETAAN		PROJEKSI DAN TINGKUP SURVEI DAN PEMETAAN	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 5+850 - 5+950		PERENCANAAN DAN PEMETAAN	
IDENTITAS Nama : NIM : Kelas :		PERENCANAAN DAN PEMETAAN Nama : NIM : Kelas :	



6+150



6+200



6+250

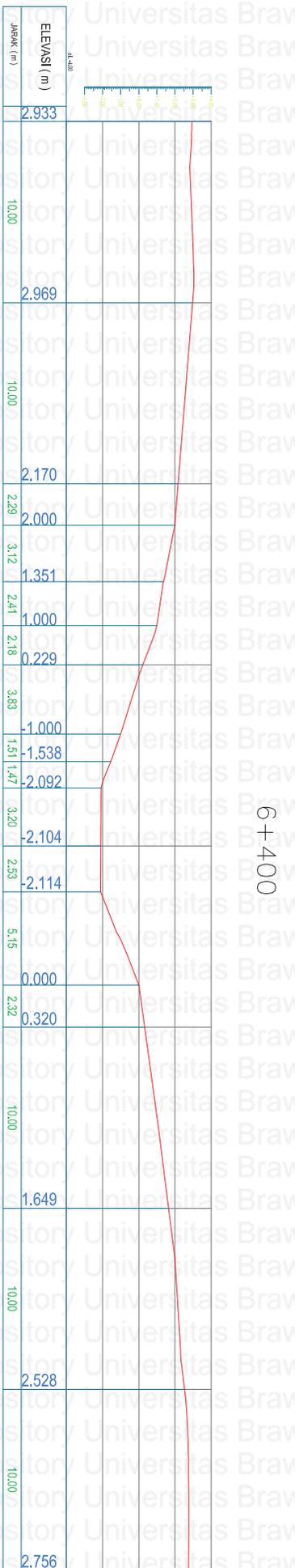
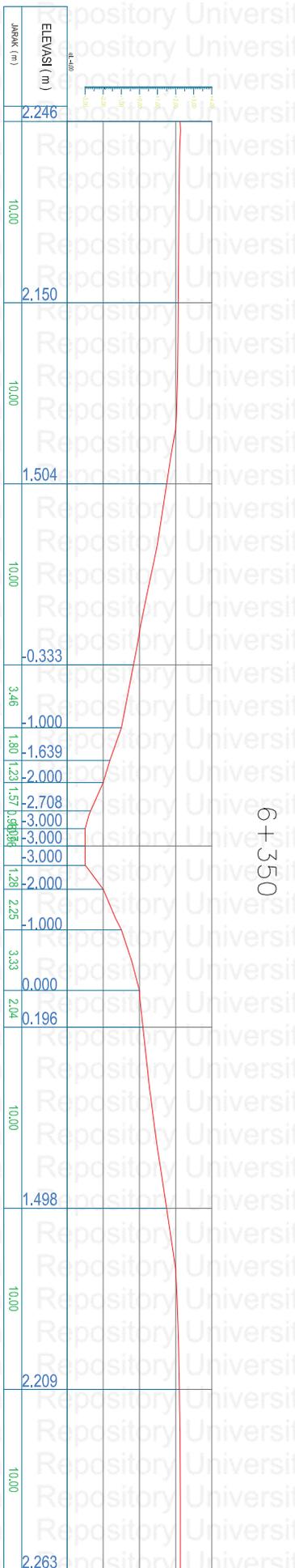
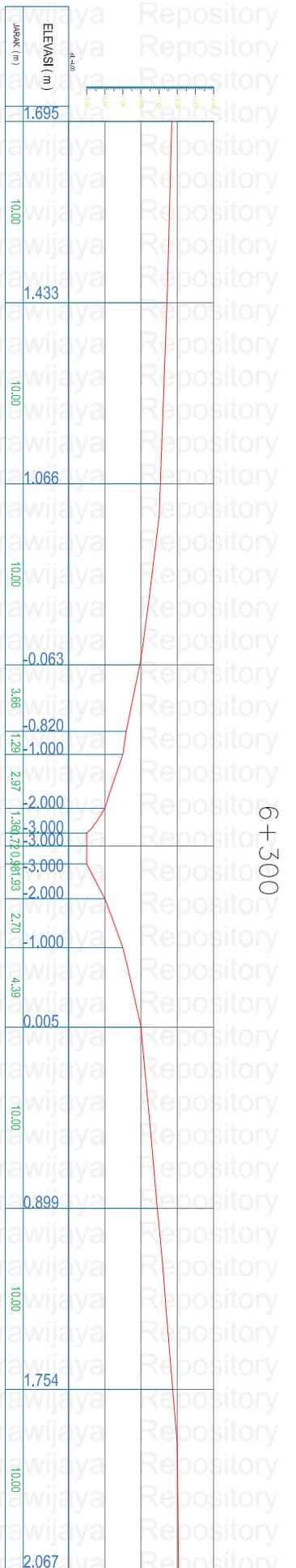
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.BJ.UJ.AC.ID



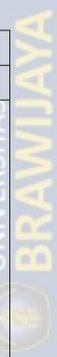
		BADAN PENGUNJAMAN DAN PENGEMBANGAN SANJANG	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 6+150 - 6+250			
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI FAKULTAS TEKNIK JANGSARA		PROJEKSI JANGKA TERUS ETIKA PROFESI SURVEI SURVEI DAN PEMETAAN	
IDENTITAS Nama : NIM :		PERANGKAP 1 Nama : NIM :	



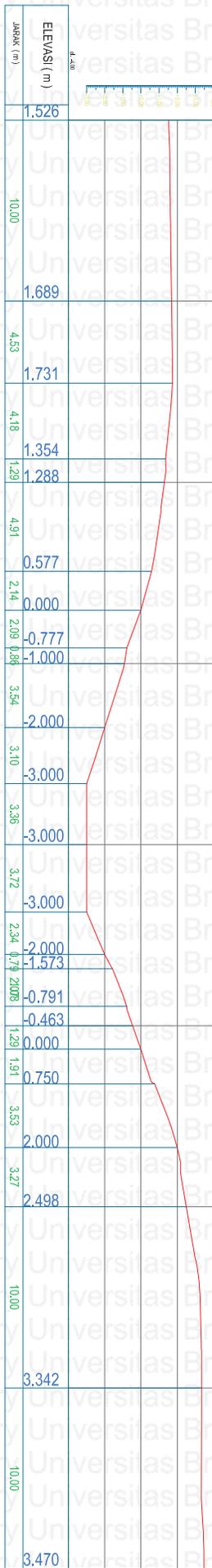
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.BJ.UB.AC.ID



BADAN PENGUNCIAN DAN PERENCANAAN SURABAYA	
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI DAN PEMETAAN FAKULTAS TEKNIK SURVEI DAN PEMETAAN	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 6+300 - 6+400	
Disusun oleh : Nama : NIM :	Ditinjau oleh : Nama : NIM :
PROJEKSI DAN TITIK DATUM : ZONASI : KONTUR :	



6 + 450



6 + 500



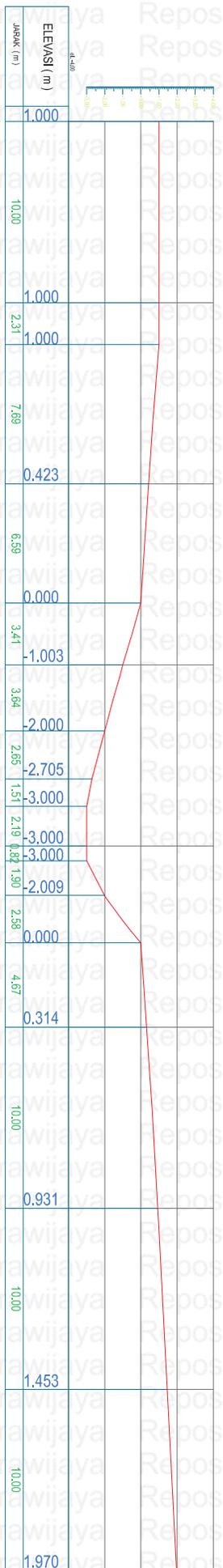
SKALA 1 : 250



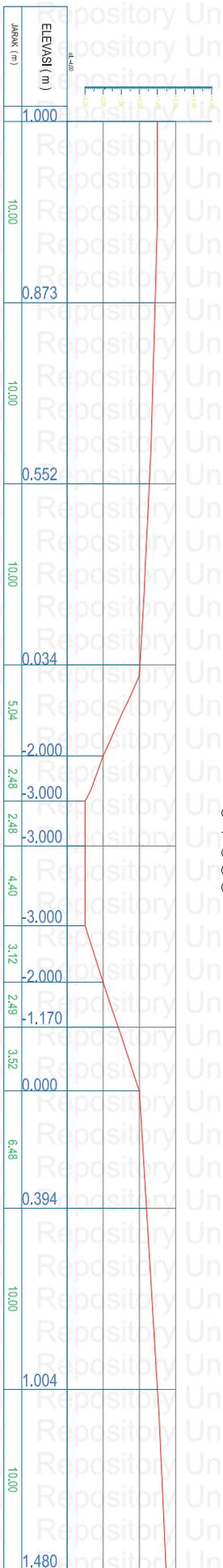
REPOSITORY.BU.AC.ID



		BADAN PERENCANAAN DAN PEMBANGUNAN STRATEGIS	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 6+450 - 6+500			
DEPARTEMEN PERENCANAAN NASIONAL BAKOSURTANAL RENCANA STRATEGIS JANGKA PANJANG	DEPARTEMEN PERENCANAAN NASIONAL BAKOSURTANAL RENCANA STRATEGIS JANGKA PANJANG	DEPARTEMEN PERENCANAAN NASIONAL BAKOSURTANAL RENCANA STRATEGIS JANGKA PANJANG	DEPARTEMEN PERENCANAAN NASIONAL BAKOSURTANAL RENCANA STRATEGIS JANGKA PANJANG
No. Dokumen : 3-000000 No. Revisi : 1-000000 No. Lembar : 1/1	PROJEKSI 2D 2024 10/10/2024	10/10/2024	10/10/2024



6+550



6+600



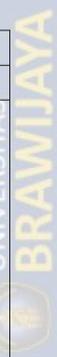
6+650



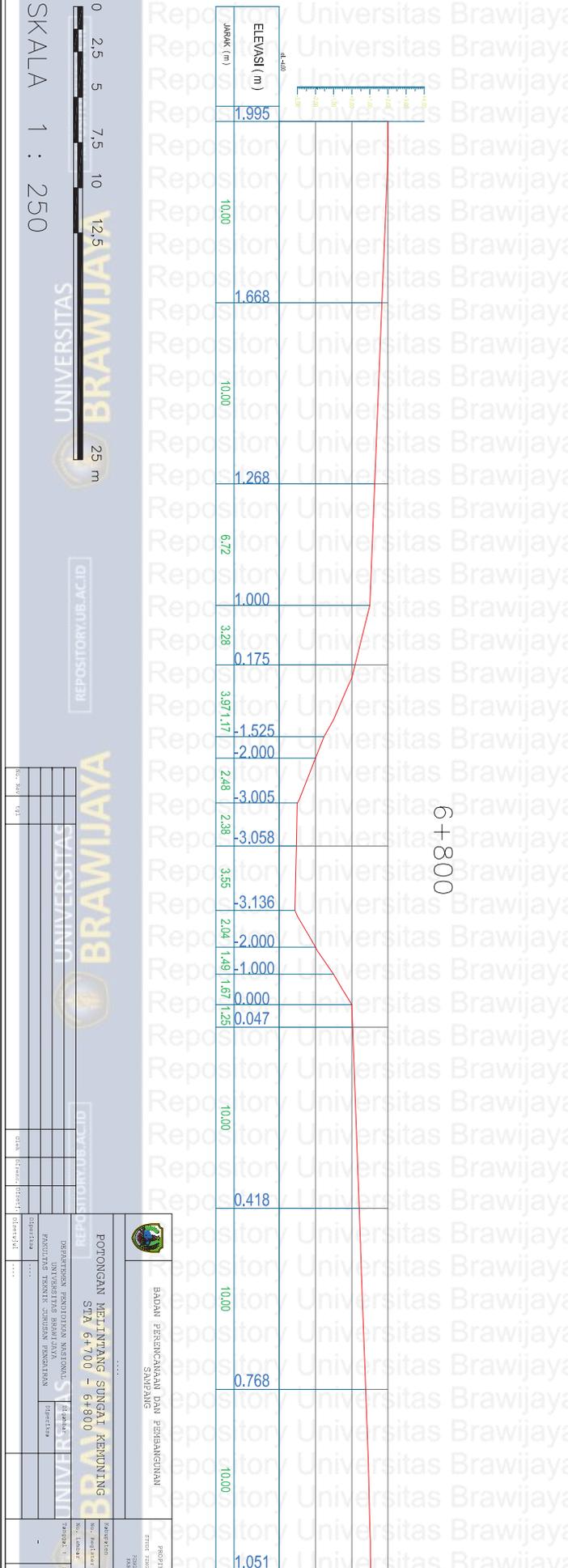
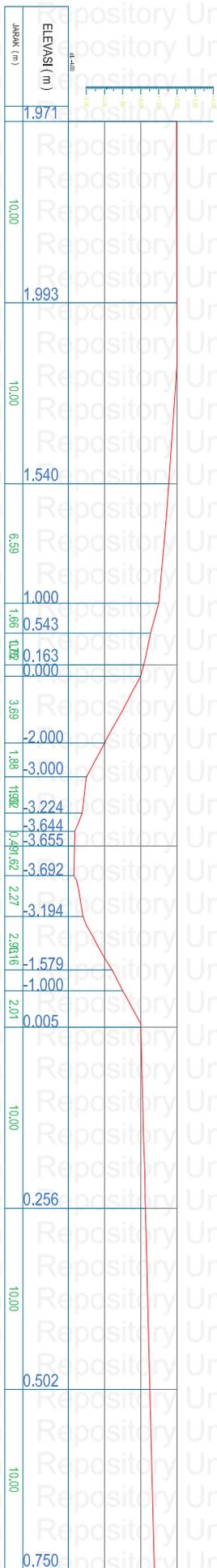
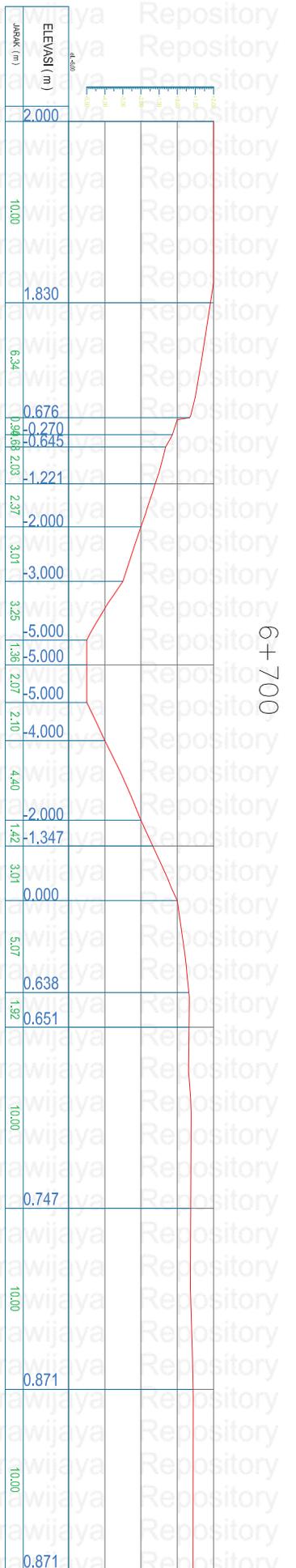
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.BJ.UJ.AC.ID



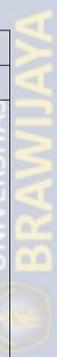
		BADAN PENGUNCIAN DAN PERENCANAAN	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 6+550 - 6+650			
DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH FAKULTAS TEKNIK JANGSARA PERENCANAAN		PROFESI DAN TUGAS PERENCANAAN WILAYAH DAN PERENCANAAN PERENCANAAN WILAYAH DAN PERENCANAAN	
IDENTITAS Nama : NPM : NIM :		PERENCANAAN WILAYAH DAN PERENCANAAN PERENCANAAN WILAYAH DAN PERENCANAAN	



SKALA 1 : 250



REPOSITORY.BJ.UJ.AC.ID



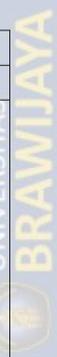
		BADAN PENGUNJAMAN DAN PENGEMBANGAN ...	
DEPARTEMEN TEKNIK JALAN FAKULTAS TEKNIK JALAN		POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 6+700 - 6+800	
IDENTITAS ...		PROJEKSI DAN TITIK ...	



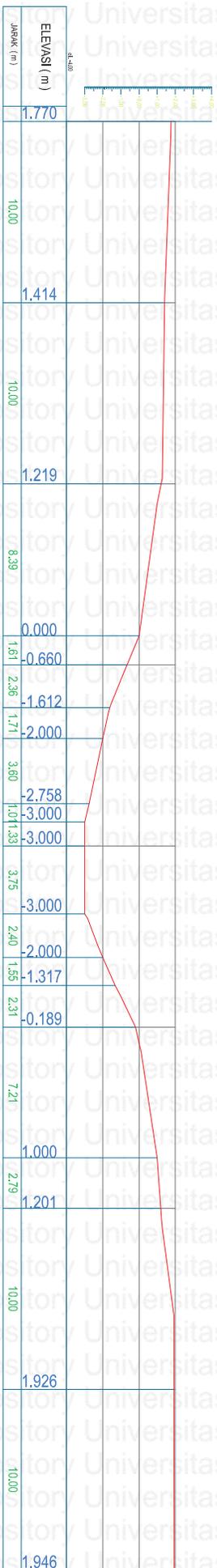
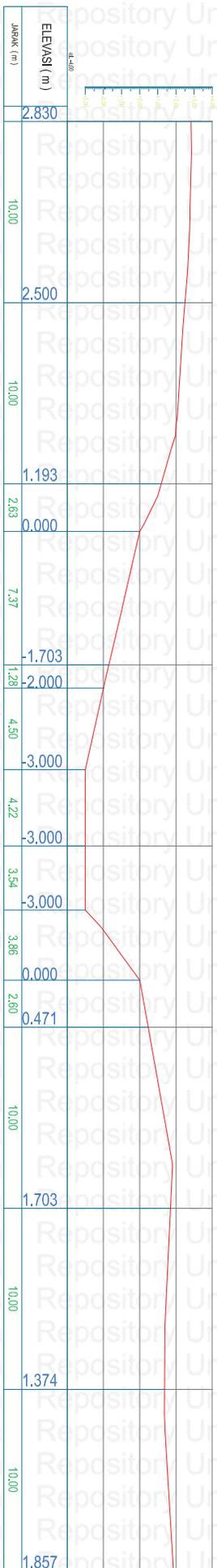
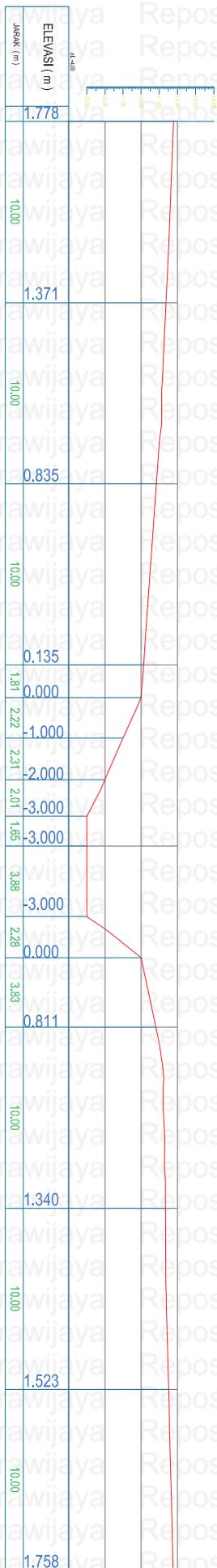
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



		BADAN PENGUNJAMAN DAN PERENCANAAN	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 6+850 - 6+950			
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI FAKULTAS TEKNIK SURVEI		PROJEKSI DAN TITIK SURVEI KEMUNING	
IDENTITAS Nama : No. Matrik : No. Dosen :		Nama : No. Matrik : No. Dosen :	



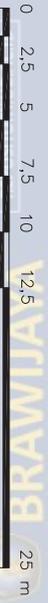
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 7+000 - 7+100	
BAHAM PENGUNCIAN DAN BERKUNCIAN	PROFESI DAN TUGAS
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI FAKULTAS TEKNIK SURVEI	JURUSAN SURVEI
IDENTITAS	NAMA
NO. KEMAH	NO. KEMAH
NO. KEMAH	NO. KEMAH



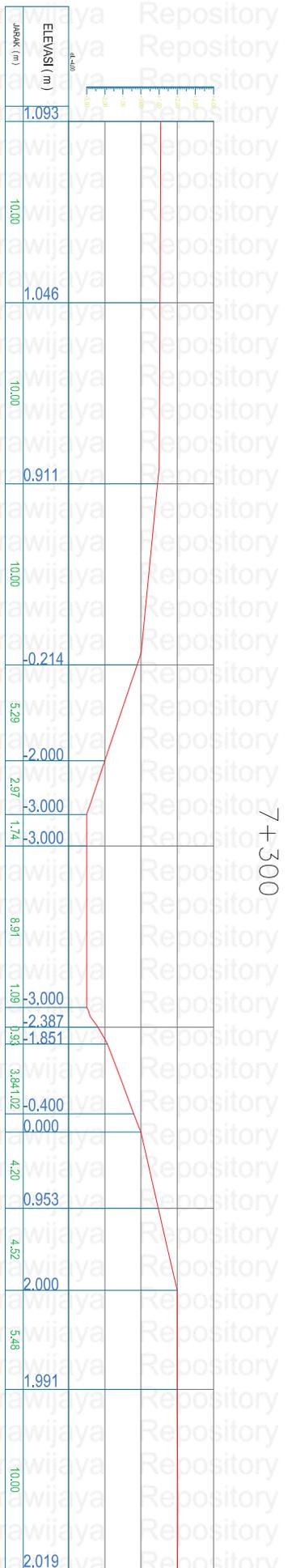
SKALA 1 : 250



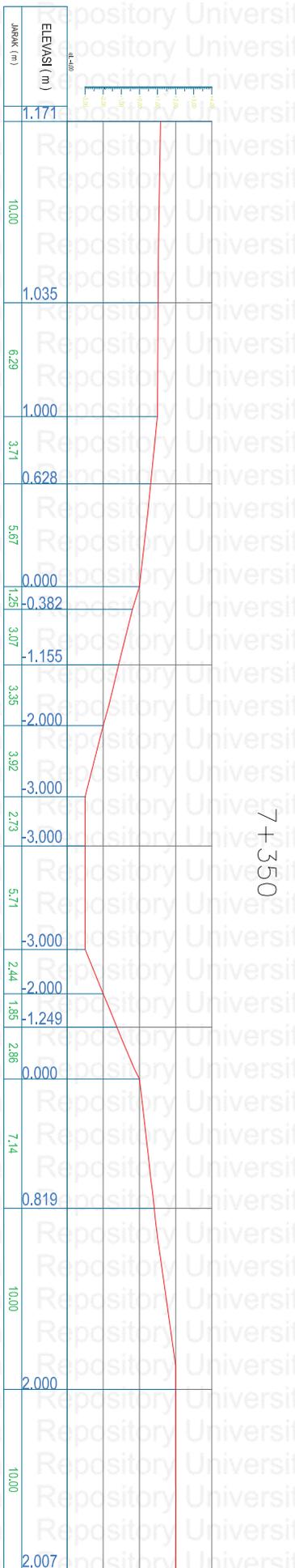
REPOSITORY.BJ.AC.ID



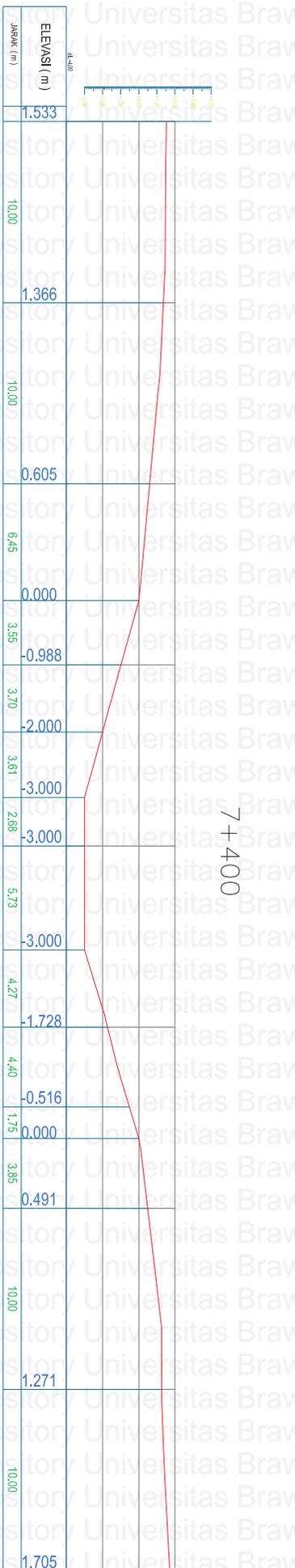
		BADAN PENGUNJAMAN DAN PERENCANAAN SANJAYAN	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 7+150 - 7+250			
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI FAKULTAS TEKNIK SURVEI DAN PERENCANAAN		PROJEKSI JILANG TIRIB ALI RACHMAN 2020	
IDENTITAS Nama : NIM : Kelas :		No. Lembar : 1/1 Per. Perbaikan :	



7 + 300



7 + 350



7 + 400

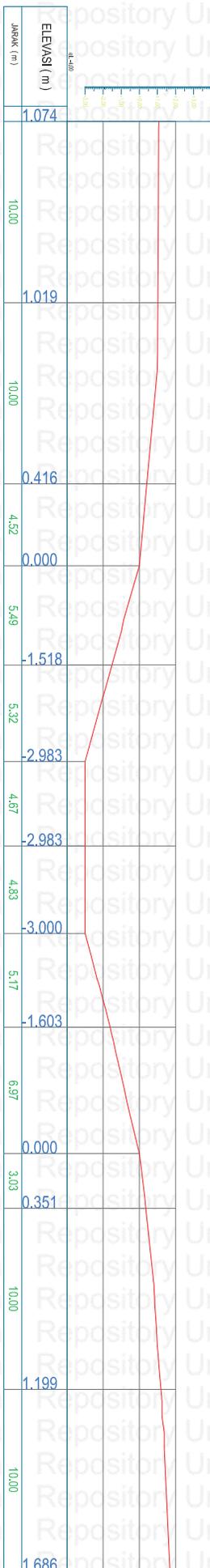
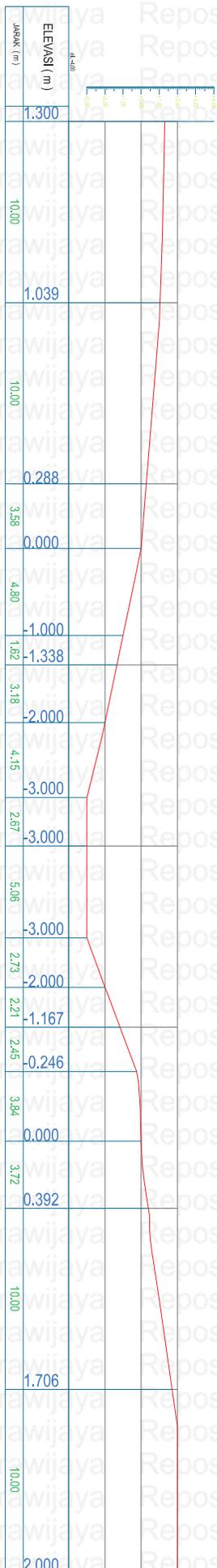
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



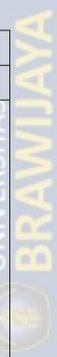
BADAN PENINGKATAN DAN PENGEMBANGAN SAMPUK	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 7+300 - 7+400	
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI FAKULTAS TEKNIK JANGKARAN	IDENTITAS ...
PROFESI DAN TUGAS



SKALA 1 : 250



REPOSITORY.BJ.AC.ID



REPOSITORY.BJ.AC.ID

		BADAN PENGUNJAMAN DAN PERENCANAAN	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 7+450 - 7+550			
DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH FAKULTAS TEKNIK JANGKARAN PERENCANAAN		PROPOSAL JALAN TIRIS STUDI KAJIAN PERENCANAAN	
Identitas	Perencana
.....



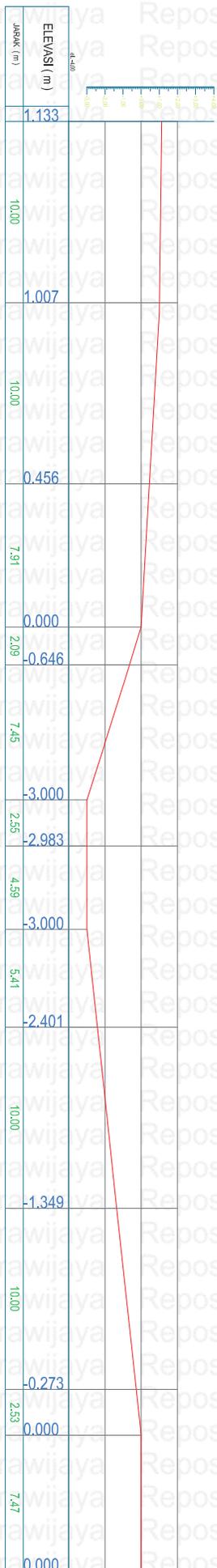
SKALA 1 : 250



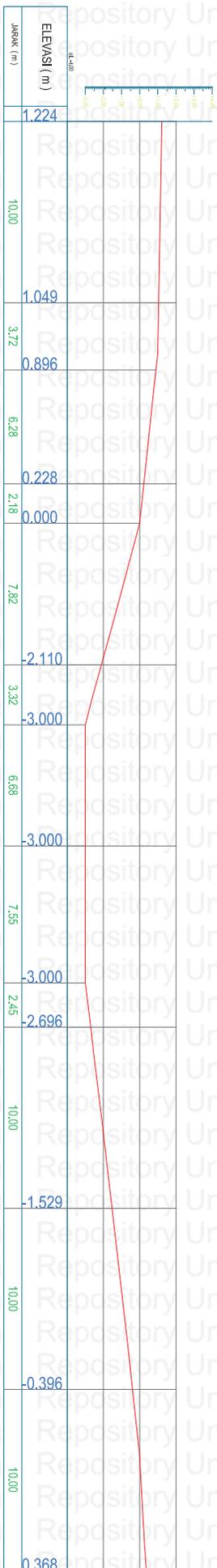
REPOSITORY.UB.AC.ID



		BADAN PENGUNJAMAN DAN PERENCANAAN SAURJANG	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KERING STA 7+600 - 7+700			
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI FAKULTAS TEKNIK JANGSARA		PROJEKSI DAN TITIK BUKU GAMBAR : 1-2024 NO. GAMBAR : 1-1	
IDENTITAS : Nama : NPM : Kelas :		PERIKSA : Nama : NPM : Kelas :	



7+750



7+800



7+850

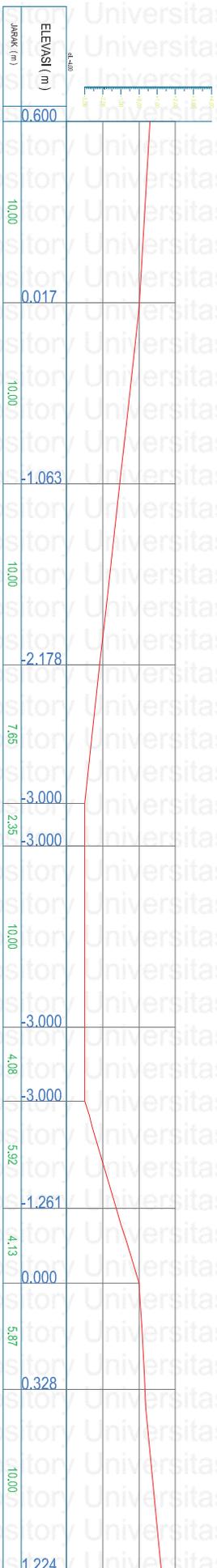
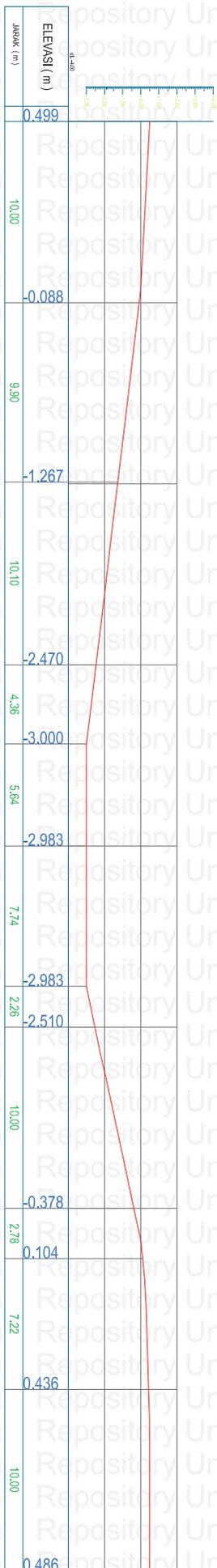
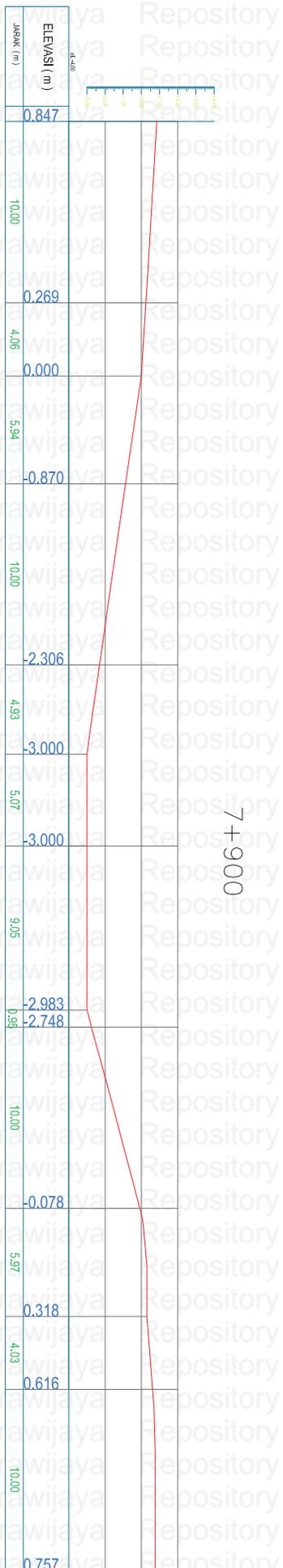
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



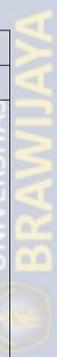
		BADAN PENGUNJAMAN DAN PERENCANAAN STRATEGIS	
DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH FAKULTAS TEKNIK JENJANG PASCASARJANA		POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 7+750 - 7+850	
IDENTITAS Nama : NPM : Kelas :		PROJEKSI JILANG TIRIK ETIKA PERENCANAAN KEMENTERIAN PERENCANAAN DAN KEBANGSAUAN REPUBLIK INDONESIA	



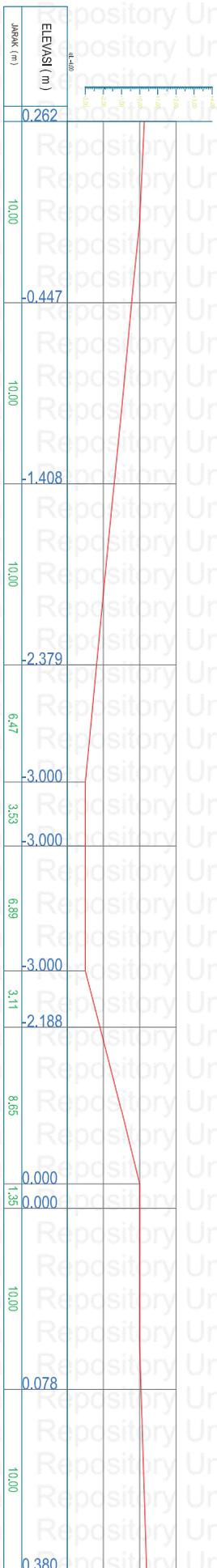
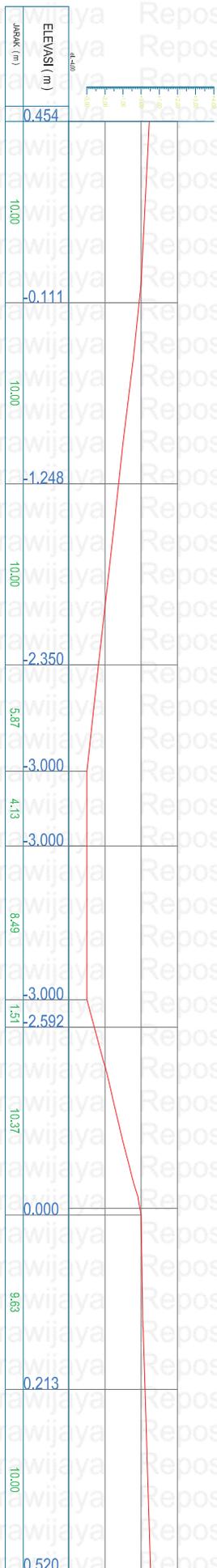
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



		BADANI PERSIANGANNAN DAN PERENCANAAN	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 7+900 - 8+000			
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI FAKULTAS TEKNIK SURVEI DAN PERENCANAAN		PROJEKSI DAN TITIK SURVEI KEMUNING	
IDENTITAS Nama : NPM : NIM :		PERENCANAAN Perencana : Revisi :	



8+150

8+100

8+050

SKALA 1 : 250

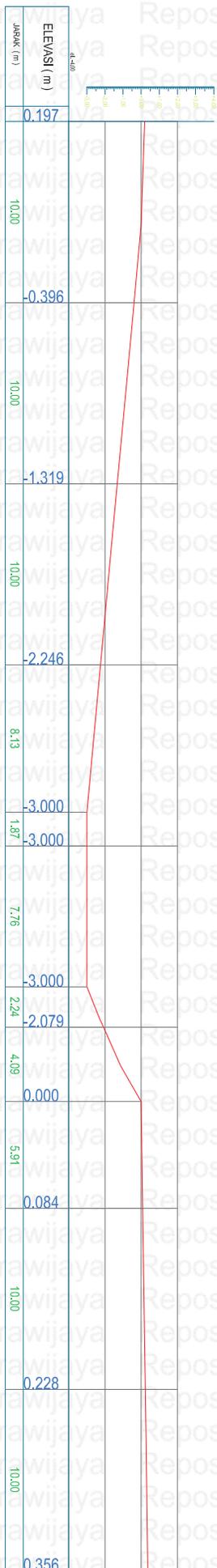


REPOSITORY.UB.AC.ID

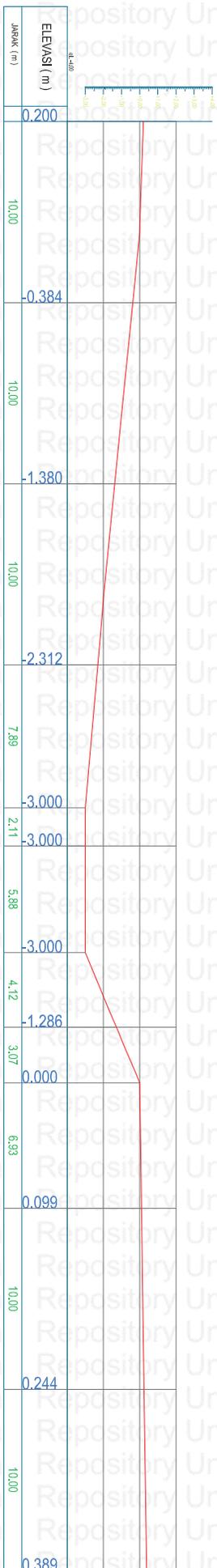


REPOSITORY.UB.AC.ID

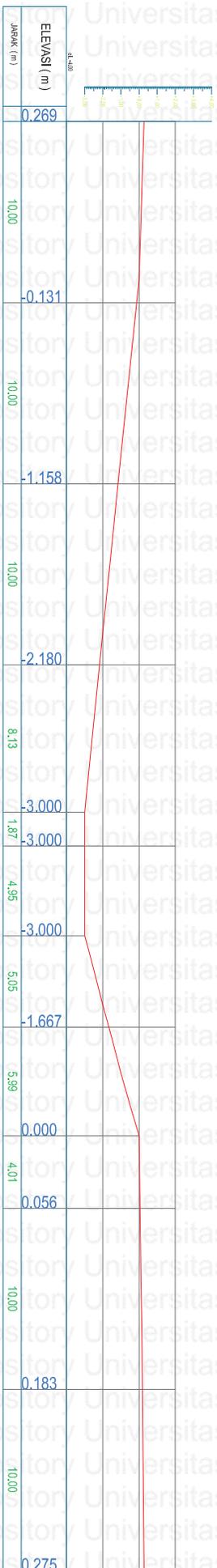
		BADAN PENGUNJAMAN DAN PERENCANAAN SURABAYA	
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI FAKULTAS TEKNIK SURVEI DAN PERENCANAAN		PROJEKSI JALAN TIRIB STASI 8+050 - 8+150 SURABAYA	
Nama : NPM : Kelas :	Nama : NPM : Kelas :	Nama : NPM : Kelas :	Nama : NPM : Kelas :



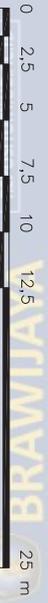
8+200



8+250



8+300



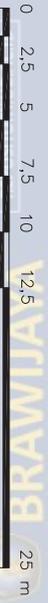
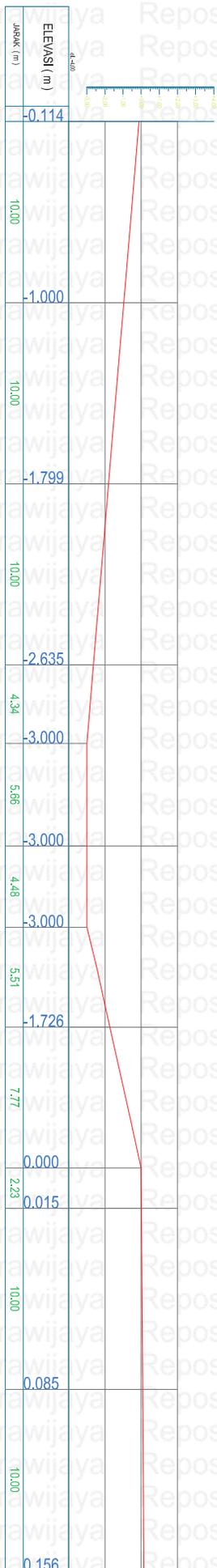
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



 BADAN PERSENCANAAN DAN PEMBANGUNAN		 DEPARTEMEN PERENCANAAN REGIONAL	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 8+200 - 8+300		POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 8+200 - 8+300	
IDENTITAS : ...		IDENTITAS : ...	
FAKULTAS TEKNIK JANGSARAN PERENCANAAN		FAKULTAS TEKNIK JANGSARAN PERENCANAAN	
PROPOSISI JILAN TIRIK ETAPSA PERENCANAAN DAN PERENCANAAN		PROPOSISI JILAN TIRIK ETAPSA PERENCANAAN DAN PERENCANAAN	
No. Lembar : 1/1		No. Lembar : 1/1	



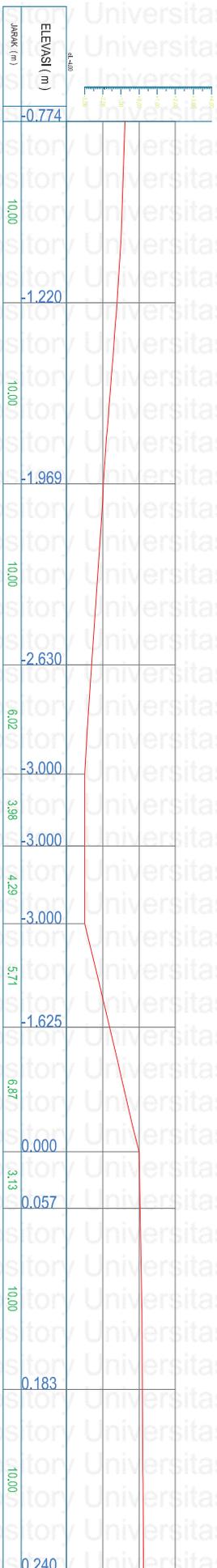
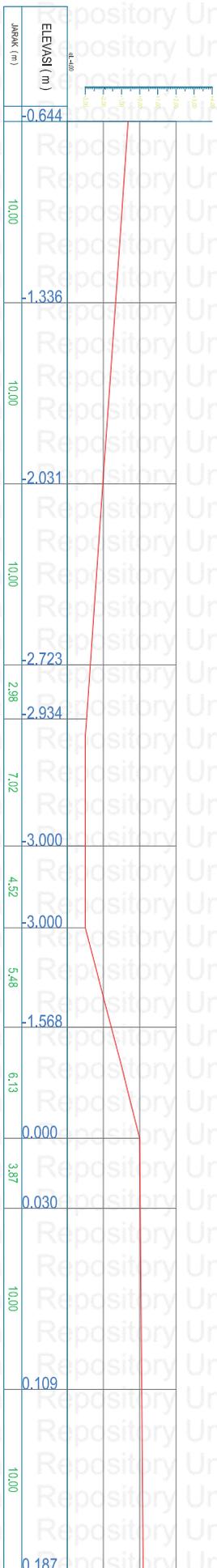
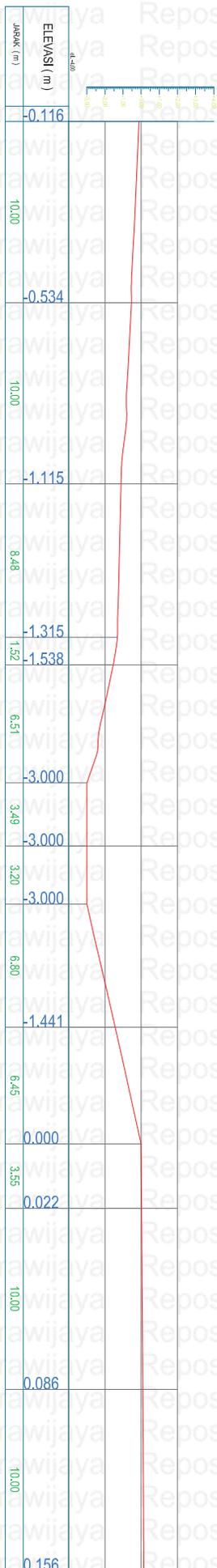
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



		BADAN PENGUNCIAN DAN PERENCANAAN SURABAYA	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 8+350 - 8+450			
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI FAKULTAS TEKNIK JANGSARA		PROJEKSI JUKA THIRU 2020	
IDENTITAS Nama : NIM :		No. Lembar : 1 / 1	



8+600

8+550

8+500

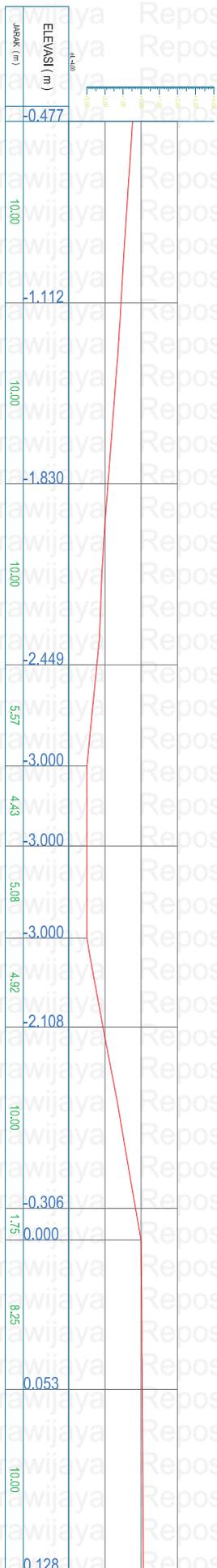
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



		BADAN PENGUNCIAN DAN PEMERINDAHAN SURABAYA	
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI DAN PEMERINDAHAN FAKULTAS TEKNIK JANGKARAN SURABAYA		PROJEKSI JUKRA SURVEI SURVEI TERAPAN SURVEI TERAPAN	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 8+500 - 8+600		No. Lembar : 1/1 No. Praktek : 1	
Identitas : Nama : NPM : Kelas :		No. Praktek : No. Praktek : No. Praktek :	



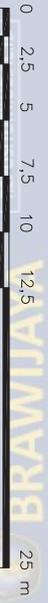
8+650



8+700



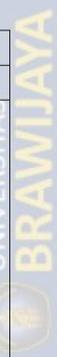
8+750



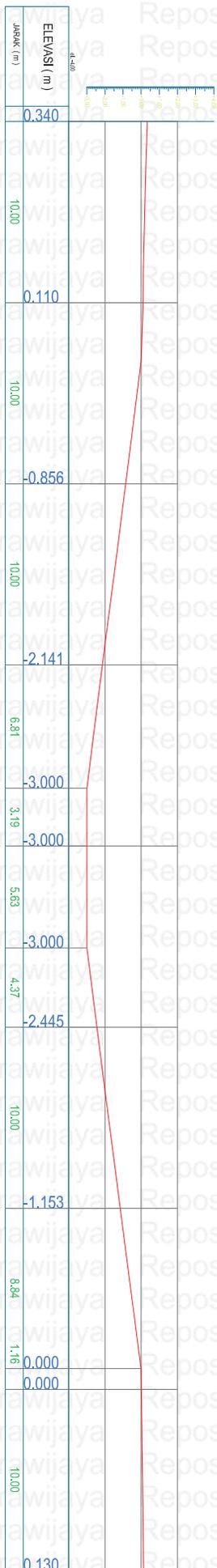
SKALA 1 : 250



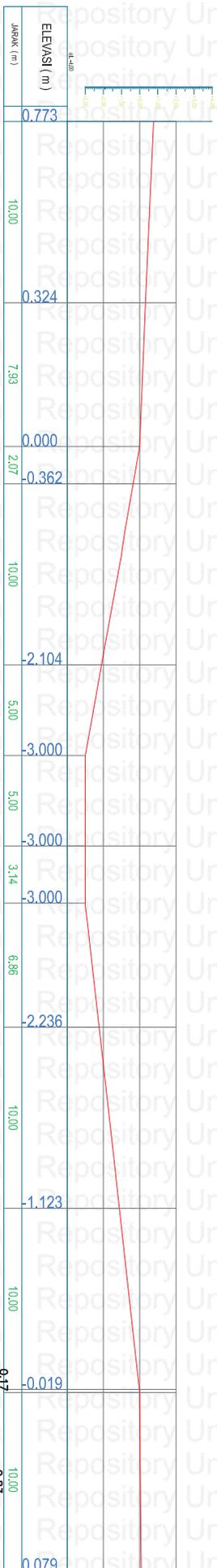
REPOSITORY.UB.AC.ID



		BADANI PERSIANGANNAN DAN PERENCANAAN	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 8+650 - 8+750			
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI FAKULTAS TEKNIK JANGSARA		PROJEKSI DAN TITIK SURVEI KEMUNING	
IDENTITAS Nama : NPM : Kelas :		NO. KEMUNING : NO. SURVEI : NO. PLOT :	



8+800



8+850



8+900

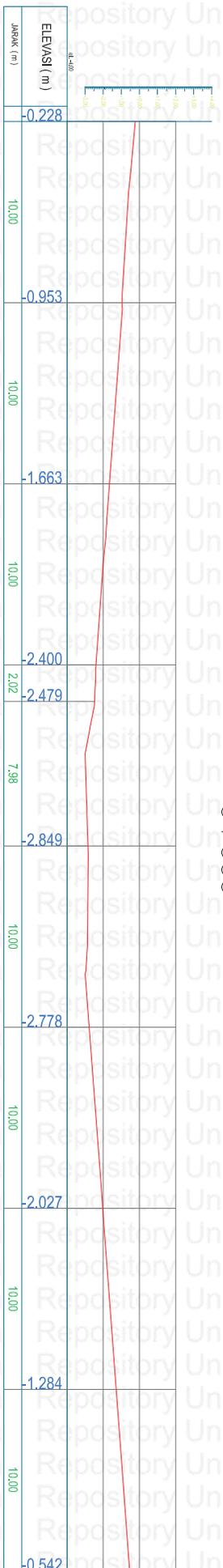
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



		BADANI PERSIANGANNAN DAN PERENCANAAN	
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN FAKULTAS TEKNIK JANGSARA PERSIANGANNAN		PROPOSAL JALAN TIRIS STASIUN 1 PERENCANAAN DAN PERENCANAAN	
IDENTITAS Nama : NIM :		NO. KEMAH : 1 : 2 : 3 :	



SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



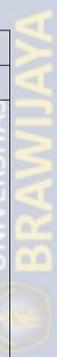
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 8+950 - 9+050	
BADANI PERSIAPANAN DAN PERENCANAAN SANITASI	
PROFESI DAN TUGAS BIDANG TEKNIK PERENCANAAN DAN KONSULTANSI	
Disusun oleh : Nama : NIM :	
Disetujui oleh : Nama : NIP :	



SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



		BADAN PENGUNJAMAN DAN PERENCANAAN STRATEGIS	
DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH FAKULTAS TEKNIK JENJANG PERSARANA		POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 9+100 - 9+200	
Nama : NPM : Kelas :	Nama : NPM : Kelas :	Nama : NPM : Kelas :	Nama : NPM : Kelas :



9+250



9+300



9+350

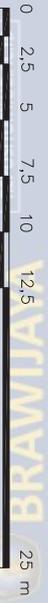
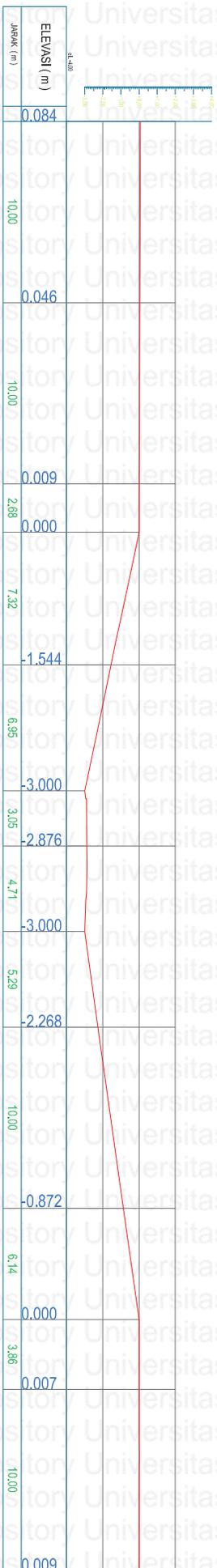
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



		BADAN PENGUNCIAN DAN PERENCANAAN SURABAYA	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 9+250 - 9+350			
DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH FAKULTAS TEKNIK JANGKARAN PERENCANAAN		PROJEKSI JILANG TIRIB ETNO TEKNOLOGI KEMUNING SURABAYA	
Disusun oleh : Nama : NIM :		Disetujui oleh : Nama : NIP :	



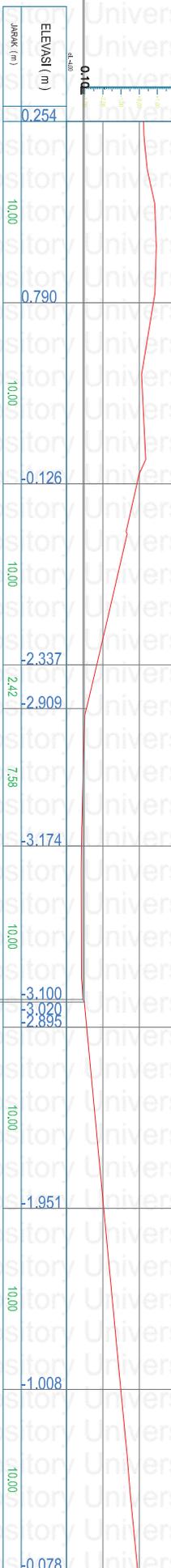
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



BADAN PENINGKATAN DAN PENGEMBANGAN	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 9+400 - 9+500	
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI FAKULTAS TEKNIK JANGKARAN	JURUSAN SURVEI
Nama : NIM :	Identitas : No. Lembar :
Dosen Pembimbing : Nama : NIP :	Projeksi : No. Lembar :



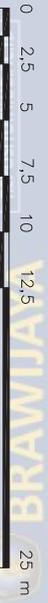
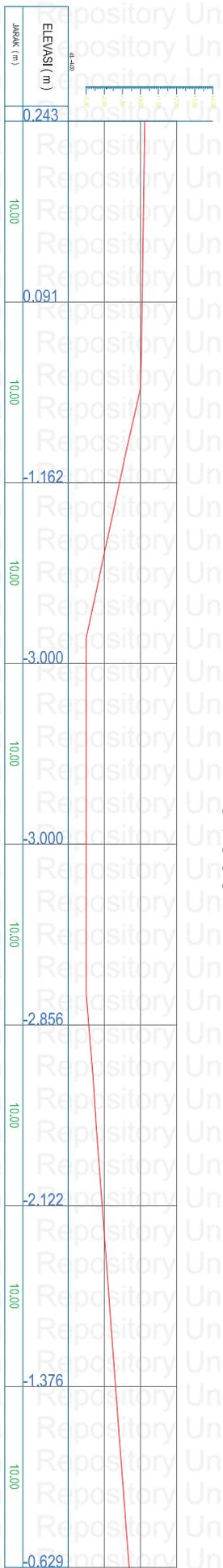
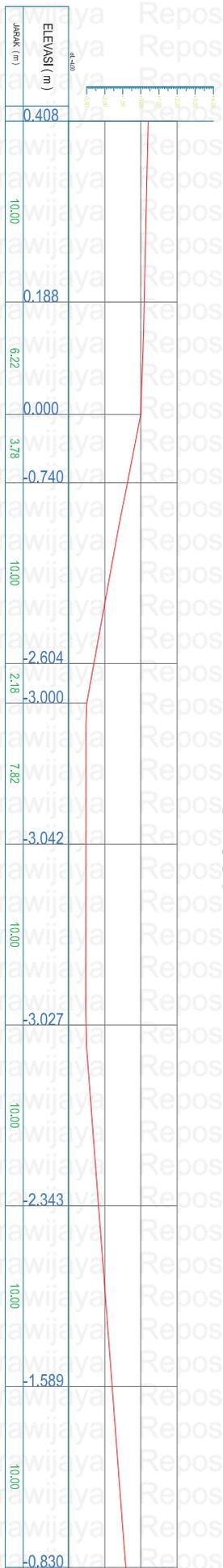
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 9+550 - 9+650	
BAHON PENGUNCIAN DAN PERENCANAAN SANJANG	
PROJEKSI JAWA TIMUR BINA TEKNIK DAN KAWASAN ALI KEMUNING KANTORAN KAWASAN	
Disusun oleh : Nama : NIM :	Disetujui oleh : Nama : NIP :



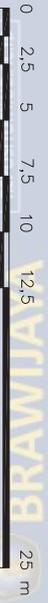
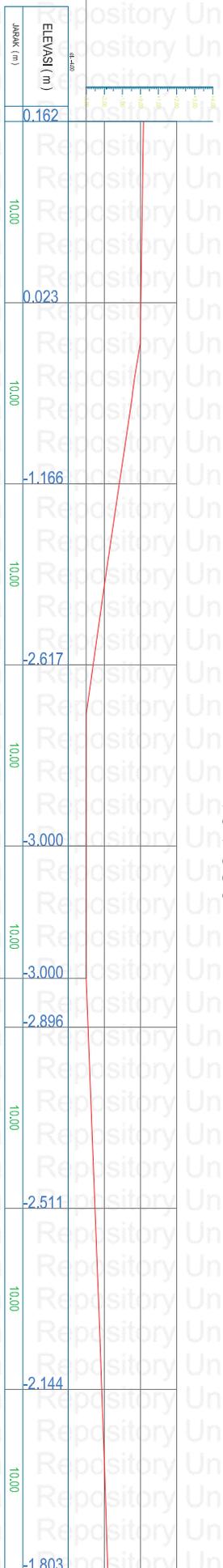
SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



		BADAN PENGUNCIAN DAN PENGENDALIAN SURvei	
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI FAKULTAS TEKNIK JANGSIAN PENGUNCIAN		POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 9+850 - 9+950	
IDENTITAS Nama : NPM : No. Urut :		PROJEKSI DAN TITIK Titik : No. Urut :	



SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UB.AC.ID



POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 10+000 - 10+100	
BADAN PENSIUNANAN DAN PERENCANAAN	
PROJEKSI JAWA TIMUR BINA WILAYAH DAN PERENCANAAN	
Disusun oleh : Nama : NIM :	
Disetujui oleh : Nama : NIM :	



SKALA 1 : 250



REPOSITORY.UM.BJ.AC.ID



		BADAN PENGUNJAMAN DAN PERENCANAAN SURABAYA	
POTONGAN MELINTANG SUNGAI KEMUNING STA 10+150 - 10+227.47			
DEPARTEMEN TEKNIK SURVEI DAN PEMETAAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN		PROJEKSI JUKUN TIBUR BUKU GAMBAR ALI RACHMAN SURABAYA 2009	
Identitas	...	Perencana	...
...