

**STUDI PERENCANAAN EMBUNG BONAN DOLOK DI DESA
SIBURUON KECAMATAN BALIGE KABUPATEN TOBA
SAMOSIR PROVINSI SUMATERA UTARA**

SKRIPSI

**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI PERENCANAAN TEKNIK
BANGUNAN AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



RENGGA PRATAMA PUTRA

NIM. 135060400111021

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK PENGAIRAN
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PERENCANAAN EMBUNG BONAN DOLOK DI DESA SIBURUON KECAMATAN BALIGE KABUPATEN TOBA SAMOSIR PROVINSI SUMATERA UTARA

SKRIPSI

TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI PERENCANAAN TEKNIK BANGUNAN AIR

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



RENGGA PRATAMA PUTRA

NIM. 135060400111021

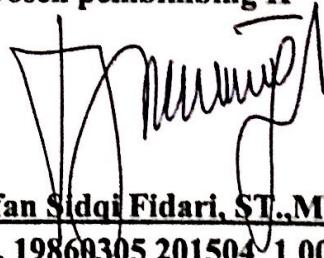
Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 9 Januari 2018

Dosen pembimbing I



Dr.Eng. Andre Primantyo H, ST., MT
NIP. 19710312 200112 1 002

Dosen pembimbing II

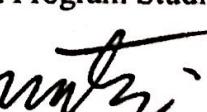


Jadsan Sidqi Fidari, ST., MT
NIP. 19860305 201504 1 001

Mengetahui



Ketua Jurusan/Ketua Program Studi
Drs. Issy Andawayanti, MS.
NIP. 19610131 198609 2 001



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

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

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

Malang, 9 Januari 2018



Rengga Pratama Putra

NIM. 135060400111021

TURNITIN



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 9 /UN10.F07.14.11/TU/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

RENGGA PRATAMA PUTRA

Dengan Judul Skripsi :

**STUDI PERENCANAAN EMBUNG BONAN DOLOK DI DESA SIBURUON KECAMATAN BALIGE
KABUPATEN TOBA SAMOSIR PROVINSI SUMATERA UTARA**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 11 JANUARI 2018

Ketua Program Studi S1 Teknik Pengairan

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS".
Ketua Jurusan Teknik Pengairan
Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS
NIP. 19610131 198609 2 001



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Dr. Very Dermawan, ST.,MT".
Dr. Very Dermawan, ST.,MT
NIP. 19730217 199903 1001

*Laporan Tugas Akhir ini saya dedikasikan kepada:
Ayah dan Ibu tercinta, motivator terbesar dalam hidupku
yang selalu memberi motivasi dan selalu mendoakan putranya yang terbaik
Dan juga untuk keluarga dan juga sahabat
yang selalu memberi dukungan dan motivasi*

RINGKASAN

Rengga Pratama Putra, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Desember 2017, *Studi Perencanaan Embung Bonan Dolok Desa Siburuon Kecamatan Balige Kabupaten Toba Samosir Provinsi Sumatera Utara*, Dosen Pembimbing : Andre Primantyo Hendrawan dan Jadfan Sidqi Fidari.

Embung adalah bangunan konservasi air berbentuk kolam untuk menampung air hujan pada musim kemarau. Di Kabupaten Toba Samosir terdapat banyak daerah persawahan yang hanya mengandalkan air hujan. Hal ini membuat potensi pertaniannya menjadi terhambat karena kurang maksimalnya aketersediaan kebutuhan air irigasi. Untuk mengatasi masalah tersebut, upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan membangun embung untuk mensuplai kebutuhan air irigasi di Daerah Irigasi Toba Samosir yang dapat dimanfaatkan pada musim kemarau. Tujuan utama dari studi ini adalah untuk merencanakan dimensi Embung Bonan Dolok yang aman dari aspek teknis.

Tahap perencanaan embung meliputi beberapa tahap. Tahap pertama, analisis hidrologi untuk menghitung debit banjir rancangan, setelah itu dilakukan analisis neraca air guna mengetahui kebutuhan air dan kapasitas tumpungan. Dari analisis tersebut selanjutnya direncanakan dimensi tubuh embung dan pelimpah. Kemudian, dilakukan analisis stabilitas terhadap lereng tubuh embung dan pelimpah untuk mengetahui agar dimensi yang direncanakan sudah sesuai.

Dari hasil analisis yang sudah dilakukan, didapatkan tinggi embung 15 meter dengan tinggi embung berada pada elevasi +1059 m, lebar puncak embung 5,9 m, kemiringan hulu 1 : 3, kemiringan hilir 1 : 3, dan volume tumpungan efektif sebesar 34.618,38 m³, volume tumpungan mati 146,00 m³, volume tumpungan total 34.764,38 m³. Sedangkan bangunan pelimpah yang digunakan adalah *overflow type* dengan lebar pelimpah 7 m dengan puncak mercu pelimpah berada pada elevasi +1057 m. Dalam analisis stabilitas, analisis yang digunakan dalam stabilitas lereng embung yaitu dengan metode Fellenius dan dari hasil analisis didapatkan angka keamanan yang memenuhi syarat. Untuk analisis stabilitas pelimpah terhadap gaya uplift, gaya geser, gaya guling dan daya dukung tanah dalam keadaan normal dan juga gempa didapatkan angka aman yang telah memenuhi syarat.

Kata kunci : Embung, Pelimpah, Stabilitas, Tumpungan

SUMMARY

Rengga Pratama Putra, Department of Water Resources Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, Desember 2018, Study of Bonan Dolok Small Dam Planning at Siburuon Village Balige Subdistrict Toba Samosir Regency North Sumatera Province, Academic Supervisor : Andre Primantyo Hendrawan and Jafan Sidqi Fidari.

Small Dam is a water conservation building in the form of pool to accommodate rain water during the dry season. In the Toba Samosir District, the water for rice fields was only supplied from rainwater. This may cause a limitation to increase the agriculture potential of this district. In addition, the domestic water needs for urban and rural areas are also limited. To solve these problems, an effort that can be done is to build a small dam to supply water for irrigation and domestic needs in the Toba Samosir Irrigation Area that reserves in the rainy season and can be used efficiently in the dry season. The main objective of this study is to design the dimension of Bonan Dolok Small Dam that meet the safety from any engineering aspects

The planning stage of construction small dam includes several steps. The first step is hydrological analysis to calculating flood flow, the next step is water balance analysis to supply water and storage capacity. After that, the basin body dimension small dam and the spillway would be design. Finally, the stability of the body slope small dam and the spillway was analyzed to ensure that dimension planned was applicable.

As the result of this study, it is found that the height of the embankment was 15 meters with the height of the dam at the elevation of +1059 m, the width of embankment crest is 5.9 m and the slope of the upstream and the downstream was 1: 3. From the volume capacity analysis, the effective volume is 34,618.38 m³ with the dead storage volume is 146,00 m³ and a total storage volume is 34,764,38 m³. The spillway used was an overflow type that has a width of 7 m with the crest of the spillway was located at +1057 m elevation. From stability analysis using Fellenius method it can be evaluated that the embankment was safe against the rotational slide. For stability analysis of spillway in normal and earthquake condition it is observed that the structure is safe against uplift, shear and overturning force and had an adequate strength for its soil bearing capacity.

Keywords: Small Dam, Spillway, Stability, Storage

PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Studi Perencanaan Embung Bonan Dolok Desa Siburuon Kecamatan Balige Kabupaten Toba Samosir Provinsi Sumatera Utara”.

Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam jenjang perkuliahan Strata-1 Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang. Dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari hambatan maupun kesulitan, akan tetapi berkat bimbingan, nasihat, saran, serta kerjasama dari berbagai pihak khususnya pembimbing, semua permasalahan maupun hambatan-hambatan dapat teratasi dengan baik.

Dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini, antara lain:

1. Kedua orang tua tercinta ibu Siti Sholikah dan juga ayahanda Sunyoto, yang selalu memberikan doa kepada anaknya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga Ibu dan Ayah selalu diberi kesehatan.
2. Dr. Eng. Andre Primantyo H, ST., MT, Anggara WWS, ST, M.Tech dan Jadfan Sidqi Fidari, ST.,MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan dan arahan dalam penggerjaan skripsi ini.
3. Dr. Runi Asmaranto, ST., MT. dan Ir. M. Taufiq MT. selaku dosen penguji yang telah berkenan menguji dan memberi masukan yang berharga dalam penyelesaian skripsi.
4. Dosen Pembimbing Akademik, Dr. Ir. Endang Purwati, MP. yang telah memberikan arahan dan dukungan selama menempuh perkuliahan.
5. Teman-teman Teknik Pengairan 2013 yang memberikan banyak nasehat dan masukan dalam penggerjaan skripsi ini.
6. Adik dan juga nenek yang selalu mendoakan dan memberikan semangat selama proses penggerjaan skripsi.
7. Rekan-rekan terdekat dan juga teman-teman kos gajayana 611B, terima kasih atas kebersamaan, semangat serta motivasi selama penyelesaian skripsi ini.
8. Semua pihak yang belum terucapkan dalam pengantar ini.

Semoga Allah SWT melipat gandakan pahala mereka semuanya. Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan serta pengalaman yang dimiliki penyusun. Semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Malang, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SIMBOL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Maksud dan Tujuan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Analisa Hidrologi	5
2.1.1. Pemilihan Lokasi Stasiun Curah Hujan	5
2.1.2. Uji Konsistensi Hujan	6
2.1.3. Analisis Debit Banjir Rencana	7
2.1.4. Curah Hujan Rencana	8
2.1.5. Analisa Frekuensi	8
2.1.6. Uji Kesesuaian Distribusi	10
2.1.6.1. Uji Smirnov – Kolmogorov	10
2.1.6.2. Uji Chi Square	11
2.1.7. Distribusi Hujan Jam-jaman Metode PSA-007	12
2.1.8. Koefisien Pengaliran	12
2.1.9. Debit Banjir Rancangan	14
2.1.9.1. Hidrograf Satuan Sintetik metode Nakayasu	14
2.1.9.2. Hidrograf Satuan Sintetik metode Snyder	16
2.1.9.3. Hidrograf Satuan Sintetik metode Gama 1	17

2.2. Ketersediaan Aliran Sungai	19
2.2.1. Metode F.J Mock	19
2.2.2. Parameter Karakteristik DAS	21
2.2.3. Sedimentasi.....	21
2.2.4. Laju Erosi dan Sediment Yield Metode USLE.....	22
2.3. Neraca Air.....	23
2.4. Kapasitas Tampungan Efektif	24
2.4.1. Daya Tampungan oleh Topografi (Vp)	24
2.4.2. Lengkung Kapasitas Waduk	24
2.5. Perencanaan Teknis Embung	25
2.5.1. Tipe Tubuh Embung	25
2.5.1.1. Urugan tanah homogen	26
2.5.1.2. Urugan majemuk.....	26
2.5.1.3. Pasangan batu/beton.....	27
2.5.1.4. Komposit.....	28
2.5.2. Tinggi Tubuh Embung	28
2.5.3. Lebar mercu Embung	29
2.5.4. Kemiringan Lereng Tubuh Embung.....	29
2.6. Perencanaan bangunan Pelimpah.....	30
2.6.1. Hidraulika	32
2.6.1.1. Dimensi hidraulik tubuh pelimpah	32
2.6.1.2. Perhitungan hidraulik peredam energi.....	32
2.7. Analisis Stabilitas Tubuh Embung	33
2.7.1. Analisis Stabilitas Terhadap Rembesan	33
2.7.2. Formasi Garis Depresi	33
2.7.3. Penggambaran Garis Rembesan Secara Grafis	34
2.7.4. Kontrol Keamanan dari Bahaya Piping.....	34
2.7.5. Perhitungan Stabilitas terhadap Longsor Tubuh Main Dam	35
2.7.6. Analisis Stabilitas Lereng Metode Fellenius.....	35
2.7.7. Penentuan Koefisien Gempa	39
2.7.8. Menentukan Lokasi titik Pusat Bidang Longsor.	40
BAB III METODOLOGI	43
3.1. Kondisi Umum Daerah Studi.....	43

3.1.1. Kondisi Topografi	43
3.1.2. Kondisi Geologi	44
3.1.3. Kondisi Hidrologi	45
3.1.3.1. Stasiun Hidroklimatologi.....	45
3.1.3.2. Curah Hujan.....	46
3.1.4. Kondisi Pertanian.....	46
3.1.5. Daerah Tangkapan Air	47
3.2. Kebutuhan Data.....	47
3.3. Tahapan Studi.....	48
3.3.1. Analisa Hidrologi.....	48
3.3.2. Analisa Tampungan Waduk.....	48
3.3.3. Perencanaan Pelimpah Embung.....	48
3.3.4. Analisa Stabilitas Embung	49
BAB IV PEMBAHASAN	51
4.1 Analisa Hidrologi.....	51
4.1.1 Data Curah Hujan.	51
4.1.2 Analisis Curah Hujan.	52
4.1.1.1. Uji Konsistensi Data Curah Hujan dengan Metode RAPS.	52
4.1.3 Distribusi Probabilitas.....	54
4.1.2.1. Distribusi Probabilitas Gumbel.	54
4.1.2.2. Distribusi Probabilitas Log Pearson III.	56
4.1.2.3. Distribusi Probabilitas Normal.	57
4.1.2.4. Distribusi Probabilitas Log Normal.....	59
4.1.4 Uji Distribusi Probabilitas.....	61
4.1.4.1. Metode Chi-Square.....	61
4.1.4.2. Metode Smirnov-Kolmogorov.	65
4.1.5 Distribusi Hujan Jam-jaman Metode PSA 007.....	69
4.1.5.1. Perhitungan Rasio Hujan Jam-jaman.	70
4.1.5.2. Perhitungan Distribusi Hujan.	72
4.1.6 Hidrograf Satuan Sintetis.....	74
4.1.7 Debit Aliran Dasar (Baseflow).	86
4.1.8 Hidrograf Debit Banjir Rancangan.	86
4.2 Evapotranspirasi.....	112

4.3 Kebutuhan Air Irigasi	117
4.3.1 Analisa Curah Hujan Efektif Tanaman.....	117
4.3.2 Penyiapan Lahan.....	119
4.3.3 Perkolasi.	123
4.3.4 Pengolahan Tanah.....	123
4.3.5 Penggantian Lapisan Air (WLR).....	123
4.4 Pola Tata Tanam.	123
4.5 Ketersediaan Air.	127
4.5.1 Analisa Debit Aliran Rendah dengan Metode F.J Mock.....	127
4.6 Analisa Erosi dan Sedimentasi.	136
4.6.1 Analisa Erosi Aktual (Ea)	136
4.6.2 Analisa Sedimentasi Potensial (Spot).....	139
4.7 Penentuan Kapasitas Tampungan.	140
4.7.1 Lengkung Kapasitas Tampungan Waduk.	140
4.7.2 Penentuan Kapasitas Tampungan Mati.	141
4.7.3 Penentuan Kapasitas Tampungan Efektif.	141
4.8 Simulasi Tampungan Embung.	142
4.8.1 Perhitungan Simulasi Embung Bonan Dolok	142
4.9 Penelusuran Banjir Melalui Pelimpah.	145
4.9.1 Penentuan Koefisien Debit Pelimpah.	146
4.9.2 Perhitungan Penelusuran Banjir Melalui Pelimpah.....	147
4.10 Perencanaan Pelimpah.	151
4.10.1 Perhitungan Muka Air Saluran Peluncur.....	153
4.10.2 Perhitungan Peredam Energi.	157
4.11 Perhitungan Tubuh Embung.	159
4.12 Analisis Stabilitas Terhadap Rembesan.....	161
4.12.1 Analisis Stabilitas Tubuh Embung.	163
4.12.2 Analisis Stabilitas Pelimpah.	178
4.12.3 Pelimpah Kondisi Muka Air Normal.....	180
4.12.4 Pelimpah Kondisi Banjir.....	186
4.12.5 Rakapitulasi Hasil Perhitungan Analisis Stabilitas.....	192
4.13 Rencana Anggaran Biaya.....	193
4.13.1 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP).....	193
4.13.2 Rincian dan Rekapitulasi Anggaran Biaya.	199

BAB V KESIMPULAN.....	203
5.1 Kesimpulan	203
5.2 Saran.....	204
DAFTAR PUSTAKA.....	xxi
LAMPIRAN	

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
	Tabel. 2.1. Nilai Q/no.5 dan R/no.5	7
	Tabel. 2.2. Harga Komponen C oleh Faktor Intensitas Hujan	13
	Tabel. 2.3. Harga Komponen C oleh Faktor Topografi	13
	Tabel. 2.4. Harga Komponen C oleh Faktor Tampungan Permukaan	13
	Tabel. 2.5. Harga Komponen C oleh Faktor Infiltrasi.....	13
	Tabel. 2.6. Harga Komponen C oleh Faktor Penutup Lahan.	14
	Tabel. 2.7. Singkapan Lahan sesuai Tata Guna Lahan	21
	Tabel. 2.8. Koefisien infiltrasi berdasarkan jenis batuan (Ci).....	22
	Tabel. 2.9. Tinggi Jagaan Embung.....	29
	Tabel. 2.10. Standart Lebar Puncak Embung.....	29
	Tabel. 2.11. Kemiringan Lereng Urugan untuk Tinggi Maksimum 10 m	30
	Tabel. 2.12. Tabel Nilai Ac dan T	40
	Tabel. 2.13. Faktor Koreksi Pengaruh Jenis Tanah / Batuan	40
	Tabel. 2.14. Sudut-sudut petunjuk menurut Fellenius.....	41
	Tabel. 3.1. Data Letak Stasiun Hujan.....	45
	Tabel. 3.2. Data Curah Hujan Stasiun Balige tahun 2006 - 2015	46
	Tabel. 3.3. Data-data yang dibutuhkan.....	47
	Tabel. 4.1. Curah Hujan Maksimal Tahunan DAS Bonan Dolok	51
	Tabel 4.2. Uji Konsistensi Data Curah Hujan dengan Metode RAPS.	52
	Tabel 4.3. Hasil Uji Konsitensi RAPS Untuk Berbagai Tingkat Kepercayaan (α).....	53
	Tabel 4.4. Perhitungan Parameter Statistik Gumbel.	54
	Tabel 4.5. Perhitungan Curah Hujan Rancangan Gumbel.	55
	Tabel 4.6. Perhitungan Parameter Statistik Log Pearson III.	56
	Tabel 4.7. Perhitungan Curah Hujan Rancangan Log Pearson III.	57
	Tabel 4.8. Perhitungan Parameter Statistik Normal.	57
	Tabel 4.9. Perhitungan Curah Hujan Rancangan Normal.	58
	Tabel 4.10. Perhitungan Parameter Statistik Log Normal.....	59
	Tabel 4.11. Perhitungan Curah Hujan Rancangan Log Normal.....	60
	Tabel 4.12. Rekapitulasi Curah Hujan Rancangan.....	60

Tabel 4.13.	Nilai Batas Minimum dan Maksimum untuk Distribusi Gumbel.....	61
Tabel 4.14.	Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Gumbel.	62
Tabel 4.15.	Nilai Batas Minimum dan Maksimum untuk Distribusi Log Pearson III....	62
Tabel 4.16.	Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Log Pearson III.	63
Tabel 4.17.	Nilai Batas Minimum dan Maksimum untuk Distribusi Normal.....	63
Tabel 4.18.	Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Normal.....	63
Tabel 4.19.	Nilai Batas Minimum dan Maksimum untuk Distribusi Log Normal.	64
Tabel 4.20.	Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Log Normal.	64
Tabel 4.21.	Rekapitulasi Hasil Uji Chi Square.	64
Tabel 4.22.	Perhitungan uji distribusi Gumbel dengan Metode Smirnov-Kolmogorov. 65	
Tabel 4.23.	Perhitungan uji distribusi Log Pearson III dengan Metode Smirnov-Kolmogorov.	66
Tabel 4.24.	Perhitungan uji distribusi Normal dengan Metode Smirnov-Kolmogorov.. 67	
Tabel 4.25.	Perhitungan uji distribusi Log Normal dengan Metode Smirnov-Kolmogorov.	68
Tabel 4.26.	Rekapitulasi Hasil Uji Probabilitas Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov 69	
Tabel 4.27.	Perhitungan Prosentasi Intensitas Hujan Setiap Kala Ulang Durasi 24 jam 70	
Tabel 4.28.	Perhitungan Prosentase Intensitas Hujan Durasi 6 jam.	70
Tabel 4.29.	Distribusi Hujan Netto Durasi 6 jam Metode PSA 007 (dalam %).	70
Tabel 4.30.	Rasio Sebaran Hujan.	71
Tabel 4.31.	Hujan Rancangan Log Pearson III.	72
Tabel 4.32.	Harga Komponen C oleh Faktor Intensitas Hujan.	72
Tabel 4.33.	Harga Komponen C oleh Faktor Topografi.	72
Tabel 4.34.	Harga Komponen C oleh Faktor Tampungan Permukaan.	72
Tabel 4.35.	Harga Komponen C oleh Faktor infiltrasi.	73
Tabel 4.36.	Harga Komponen C oleh Faktor Penutup Lahan.	73
Tabel 4.37.	Rekapitulasi Nilai C.	73
Tabel 4.38.	Perhitungan Distribusi Hujan Jam-jaman Mononobe.	74
Tabel 4.39.	Ordinat HSS Metode Gama I.	76
Tabel 4.40.	Perhitungan Koreksi HSS Metode Gama I.	77
Tabel 4.41.	Lengkung Hidrograf Nakayasu.	79
Tabel 4.42.	Ordinat HSS Metode Nakayasu.	80
Tabel 4.43.	Perhitungan Koreksi HSS Metode Nakayasu.	80
Tabel 4.44.	Ordinat HSS Metode Snyder.	83

Tabel 4.45. Perhitungan Koreksi HSS Metode Snyder.....	84
Tabel 4.46. Debit Banjir Rancangan Gama I Kala Ulang 2 Tahun.....	87
Tabel 4.47. Debit Banjir Rancangan Gama I Kala Ulang 5 Tahun.....	88
Tabel 4.48. Debit Banjir Rancangan Gama I Kala Ulang 10 Tahun.....	89
Tabel 4.49. Debit Banjir Rancangan Gama I Kala Ulang 25 Tahun.....	90
Tabel 4.50. Debit Banjir Rancangan Gama I Kala Ulang 50 Tahun.....	91
Tabel 4.51. Debit Banjir Rancangan Gama I Kala Ulang 100 Tahun.....	92
Tabel 4.52. Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Gama I Berbagai Kala Ulang.....	93
Tabel 4.53. Debit Banjir Rancangan Nakayasu Kala Ulang 2 Tahun.....	94
Tabel 4.54. Debit Banjir Rancangan Nakayasu Kala Ulang 5 Tahun.....	95
Tabel 4.55. Debit Banjir Rancangan Nakayasu Kala Ulang 10 Tahun.....	96
Tabel 4.56. Debit Banjir Rancangan Nakayasu Kala Ulang 25 Tahun.....	97
Tabel 4.57. Debit Banjir Rancangan Nakayasu Kala Ulang 50 Tahun.....	98
Tabel 4.58. Debit Banjir Rancangan Nakayasu Kala Ulang 100 Tahun.....	99
Tabel 4.59. Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Nakayasu Berbagai Kala Ulang.....	100
Tabel 4.60. Debit Banjir Rancangan Snyder Kala Ulang 2 Tahun.	101
Tabel 4.61. Debit Banjir Rancangan Snyder Kala Ulang 5 Tahun.	102
Tabel 4.62. Debit Banjir Rancangan Snyder Kala Ulang 10 Tahun.	103
Tabel 4.63. Debit Banjir Rancangan Snyder Kala Ulang 25 Tahun.	104
Tabel 4.64. Debit Banjir Rancangan Snyder Kala Ulang 50 Tahun.	105
Tabel 4.65. Debit Banjir Rancangan Snyder Kala Ulang 100 Tahun.	106
Tabel 4.66. Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Snyder Berbagai Kala Ulang.	107
Tabel 4.67. Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan untuk Tiga Metode.....	108
Tabel 4.68. Hubungan T dengan εY , w, f(t).....	112
Tabel 4.69. Harga RY untuk Indonesia (5^0 LU s/d 10^0 LS).....	113
Tabel 4.70. Angka Koreksi (c) bulanan untuk rumus Penman.	114
Tabel 4.71. Analisa Evapotranspirasi Potensial dengan Metode Penman.	115
Tabel 4.72. Rerata Curah Hujan 15 Harian (mm).	117
Tabel 4.73. Perhitungan R_{80} dan R_{50} (mm).	118
Tabel 4.74. Perhitungan Curah Hujan Efektif Tanaman.	119
Tabel 4.75. Perhitungan Penyiapan Lahan.	121
Tabel 4.76. Perhitungan Pola Tata Tanam.	126
Tabel 4.77. Perhitungan Debit Aliran Sungai dengan Metode F.J Mock Tahun 2006..	131
Tabel 4.78. Rekapitulasi Perhitungan Debit Aliran Sungai dengan metode F.J Mock..	132

Tabel 4.79.	Erosivitas Hujan Metode Lenvain.	136
Tabel 4.80.	Faktor LS.	137
Tabel 4.81.	Nilai Faktor CP.	138
Tabel 4.82.	Pendugaan Laju Erosi.	138
Tabel 4.83.	Pendugaan Sedimentasi Potensial.....	139
Tabel 4.84.	Tampungan Dan Luas Genangan Waduk Pada Setiap Elevasi	140
Tabel 4.85.	Simulasi Tahun 2006.	144
Tabel 4.86.	Perhitungan Koefisien Debit (Cd).....	146
Tabel 4.87.	Hubungan H dan Q Diatas Pelimpah Embung Bonan Dolok (Cd=2,182). .	147
Tabel 4.88.	Perhitungan Fungsi Tampungan Untuk Penelusuran Banjir Melalui Pelimpah Embung Bonan Dolok (Cd=2,182).	147
Tabel 4.89.	Perhitungan Penelusuran Banjir Melalui Pelimpah Q50th.	148
Tabel 4.90.	Perhitungan Lengkung <i>Harold</i>	152
Tabel 4.91.	Perhitungan Muka Air Saluran Peluncur.	155
Tabel 4.92.	Karakteristik Material Penyusun Tubuh Embung Bonan Dolok.	163
Tabel 4.93.	Analisis Stabilitas Lereng Embung Berbagai Macam Kondisi.....	165
Tabel 4.94.	Stabilitas Hulu Embung Bonan Dolok Kondisi Kosong, Normal.	166
Tabel 4.95.	Stabilitas Hilir Embung Bonan Dolok Kondisi Kosong, Normal.....	167
Tabel 4.96.	Stabilitas Hulu Embung Bonan Dolok Kondisi NWL, Normal.....	168
Tabel 4.97.	Stabilitas Hilir Embung Bonan Dolok Kondisi NWL, Normal.	169
Tabel 4.98.	Stabilitas Hulu Embung Bonan Dolok Kondisi FWL, Normal.	170
Tabel 4.99.	Stabilitas Hilir Embung Bonan Dolok Kondisi FWL, Normal.	171
Tabel 4.100.	Stabilitas Hulu Embung Bonan Dolok Kondisi Kosong, Gempa.	172
Tabel 4.101.	Stabilitas Hilir Embung Bonan Dolok Kondisi Kosong, Gempa.	173
Tabel 4.102.	Stabilitas Hulu Embung Bonan Dolok Kondisi NWL, Gempa.	174
Tabel 4.103.	Stabilitas Hilir Embung Bonan Dolok Kondisi NWL, Gempa.	175
Tabel 4.104.	Stabilitas Hulu Embung Bonan Dolok Kondisi FWL, Gempa.	176
Tabel 4.105.	Stabilitas Hilir Embung Bonan Dolok Kondisi FWL, Gempa.....	177
Tabel 4.106.	Perhitungan Tekanan Ke Atas (<i>uplift pressure</i>) pelimpah kondisi NWL. .	180
Tabel 4.107.	Momen Tahan Akibat Tubuh Pelimpah dan Gaya Vertikal.	182
Tabel 4.108.	Momen Guling dan Gaya Vertikal Akibat <i>Uplift</i>	183
Tabel 4.109.	Momen Guling Akibat Tekanan Air dan Gaya Horizontal.	184
Tabel 4.110.	Momen Tahan Akibat Tekanan Tanah Pasif dan Gaya Horizontal.	185
Tabel 4.111.	Perhitungan Tekanan Ke Atas (<i>uplift pressure</i>) pelimpah kondisi FWL. .	186

Tabel 4.112. Momen Tahan Akibat Tubuh Pelimpah dan Gaya Vertikal.....	188
Tabel 4.113. Momen Guling dan Gaya Vertikal Akibat <i>Uplift</i>	190
Tabel 4.114. Momen Guling Akibat Tekanan Air dan Gaya Horizontal.....	191
Tabel 4.115. Momen Tahan Akibat Tekanan Tanah Pasif dan Gaya Horizontal.	191
Tabel 4.116. Tinjauan Stabilitas Terhadap Gaya Guling.....	192
Tabel 4.117. Tinjauan Stabilitas Terhadap Gaya Geser.....	192
Tabel 4.118. Tinjauan Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah.	193
Tabel 4.119. Harga Satuan Upah.....	193
Tabel 4.120. Harga Satuan Barang.....	193
Tabel 4.121. Harga Satuan Peralatan.	194
Tabel 4.122. Papan Nama Proyek 1,2 m x 1,8 m.....	195
Tabel 4.123. Pengukuran Kembali.....	196
Tabel 4.124. 1m ² Tebas Berupa Memotong Dan Membersihkan Lokasi Dari Tanaman/Tumbuhan < 15 cm.	196
Tabel 4.125. Galian tanah Kedalaman 0-2 m.....	197
Tabel 4.126. DT Angkut Material dari BA ke Lokasi Pekerjaan.....	197
Tabel 4.127. (Timbunan Tanah) Tanah Di Hampar, Diratakan dan Dirapihkan.	198
Tabel 4.128. 1m ² Bekisting Lantai Beton Pias A dengan Multiflex 12 mm atau 18 mm .	198
Tabel 4.129. Jarak Angkut >60km Termasuk Bahan Timbunan Clay dan Penghamparan.	199
Tabel 4.130. Rincian Estimasi Anggaran Biaya.....	200
Tabel 4.131. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Embung Bonan Dolok.	201

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
	Gambar. 2.1. Hidrograf Satuan Sintesis Metode Nakayasu	16
	Gambar. 2.2. Hidrograf Satuan Sintesis Metode Snyder.....	16
	Gambar. 2.3. Bagian-bagian HSS Gama 1	17
	Gambar. 2.4. Zona-zona Tampungan Waduk.....	24
	Gambar. 2.5. Grafik Lengkung Kapasitas Waduk.....	25
	Gambar. 2.6. Urugan homogen.....	26
	Gambar. 2.7. Urugan majemuk.....	27
	Gambar. 2.8. Urugan batu.....	28
	Gambar. 2.9. Denah pelimpah tipe saluran terbuka.....	31
	Gambar. 2.10. Potongan memanjang pelimpah.....	31
	Gambar. 2.11. Potongan melintang pelimpah.....	31
	Gambar. 2.12. Contoh Skema Konstruksi Drainage.....	33
	Gambar. 2.13. Skema Formasi Garis Depresi	34
	Gambar. 2.14. Lereng dengan Busur Lingkaran Bidang Longsor	36
	Gambar. 2.15. Letak Pusat Busur Longsor Kritis Terhadap Stabilitas Lereng	40
	Gambar. 3.1. Peta Kabupaten Samosir	44
	Gambar. 3.2. Peta Geologi Kabupaten Samosir, Sumatera Utara	45
	Gambar. 3.3. Daerah Tangkapan Air Embung Bonan Dolok	47
	Gambar. 3.4. Diagram Alir Penyelesaian	50
	Gambar 4.1. Unit Hidrograf Satuan Sintetis Gama I.....	78
	Gambar 4.2. Unit Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu.....	82
	Gambar 4.3. Unit Hidrograf Satuan Sintetis Snyder.	86
	Gambar 4.4. Hidrograf Banjir Rancangan Metode Gama I.....	109
	Gambar 4.5. Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu.	110
	Gambar 4.6. Hidrograf Banjir Rancangan Metode Snyder.	111
	Gambar 4.7. Grafik Hubungan Debit F.J Mock dan Curah Hujan Tahun 2006-2015... .	135
	Gambar 4.8. Peta Kemiringan Lereng DAS Embung Bonan Dolok.	137
	Gambar 4.9. Lengkung Kapasitas Waduk Bonan Dolok.....	140
	Gambar 4.10. Grafik Simulasi 2006	145

Gambar 4.11. Grafik Penelusuran Banjir Q50th Embung Bonan Dolok.....	150
Gambar 4.12. Pelimpah Ogee I	151
Gambar 4.13. Lengkung <i>Harold</i>	152
Gambar 4.14. Grafik Loncatan Hidraulik.....	157
Gambar 4.15. Kolam Olak USBR Tipe III.....	158
Gambar 4.16. Peta Zona Gempa Indonesia.....	160
Gambar 4.17. Skema Formasi Garis Depresi.....	161

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
Lampiran	1. Boring Log Core Drilling BM.1	205
Lampiran	2. Boring Log Core Drilling BM.2.	206
Lampiran	3. Boring Log Core Drilling TP.1.....	207
Lampiran	4. Summary of Laboratory Test BM.1.....	208
Lampiran	5. Summary of Laboratory Test BM.2.....	209
Lampiran	6. Summary of Laboratory Test TP.1.	210
Lampiran	7. Data Hujan Tahunan 2006.	211
Lampiran	8. Data Hujan Tahunan 2007.	212
Lampiran	9. Data Hujan Tahunan 2008.	213
Lampiran	10. Data Hujan Tahunan 2009.	214
Lampiran	11. Data Hujan Tahunan 2010.	215
Lampiran	12. Data Hujan Tahunan 2011	216
Lampiran	13. Data Hujan Tahunan 2012.	217
Lampiran	14. Data Hujan Tahunan 2013.	218
Lampiran	15. Data Hujan Tahunan 2014.	219
Lampiran	16. Data Hujan Tahunan 2015.	220
Lampiran	17. Tabel Besaran Matahari (Ra).	221
Lampiran	18. Tabel Hubungan Suhu (t) dengan nilai ea (mbar), W dan f(t).	222
Lampiran	19. Debit F.J Mock 2006.....	223
Lampiran	20. Debit F.J Mock 2007.....	224
Lampiran	21. Debit F.J Mock 2008.....	225
Lampiran	22. Debit F.J Mock 2009.....	226
Lampiran	23. Debit F.J Mock 2010.....	227
Lampiran	24. Debit F.J Mock 2011.....	228
Lampiran	25. Debit F.J Mock 2012.....	229
Lampiran	26. Debit F.J Mock 2013.....	230
Lampiran	27. Debit F.J Mock 2014.....	231
Lampiran	28. Debit F.J Mock 2015.....	232
Lampiran	29. Simulasi tahun 2007.....	233

Lampiran 30. Simulasi tahun 2008.....	234
Lampiran 31. Simulasi tahun 2009.....	235
Lampiran 32. Simulasi tahun 2010.....	236
Lampiran 33. Simulasi tahun 2011.....	237
Lampiran 34. Simulasi tahun 2012.....	238
Lampiran 35. Simulasi tahun 2013.....	239
Lampiran 36. Simulasi tahun 2014.....	240
Lampiran 37. Simulasi tahun 2015.....	241
Lampiran 38. Grafik Simulasi tahun 2007.....	242
Lampiran 39. Grafik Simulasi tahun 2008.....	242
Lampiran 40. Grafik Simulasi tahun 2009.....	243
Lampiran 41. Grafik Simulasi tahun 2010.....	243
Lampiran 42. Grafik Simulasi tahun 2011.....	244
Lampiran 43. Grafik Simulasi tahun 2012.....	244
Lampiran 44. Grafik Simulasi tahun 2013.....	245
Lampiran 45. Grafik Simulasi tahun 2014.....	245
Lampiran 46. Grafik Simulasi tahun 2015.....	246
Lampiran 47. Gambar desain.....	247

DAFTAR SIMBOL

Besaran	Satuan dan Singkatan	Simbol
Aliran dasar	m^3/dt	Q_B
Aliran Permukaan	mm	R_o
Aliran yang keluar dari waduk	m^3/dt	O
Aliran yang masuk ke waduk	m^3/dt	I
Curah hujan maksimum 24 jam	mm	R_{24}
Curah hujan bulanan	cm	$Rain_m$
Daya tampung (potensi) topografi	m^3	V_p
Debit puncak hidrograf	m^3/dt	Q_p
Debit resesi hidrograf	m^3/dt	Q_t
Erosi aktual di DAS	ton/ha/tahun	E_{akt}
Erosi potensial	ton/tahun	ET_p
Evapotranspirasi potensial	mm	O
Hujan rencana	mm	X_T
Jumlah jam hujan	jam	T
Kala ulang	tahun	Tr
Kecepatan awal loncatan	m/dt	v_1
Kedalaman air diatas ambang ujung	m	y_2
Kedalaman air di awal loncat air	m	y_u
Kelembaban tanah	mm	SMC
Kemiringan lereng	%	S
Kemiringan sungai	%	S
Koefisien debit bangunan pelimpah	$m^{1/2}/dt$	C
Lebar ambang bangunan pelimpah	m	B
Luas daerah aliran sungai	km^3	A
Luas DAS sebelah hulu	km^2	RUA
Nilai rerata dari data hujan	mm	X
Panjang alur sungai	km	L
Panjang kolam olak	m	L_j
Percepatan gravitasi	m/det^2	g

Periode hujan	jam	t
Periode waktu	tahun	n
Suhu udara	°C	t
Tinggi air di atas ambang pelimpah	m	h
Tinggi ambang ujung	m	n
Tinggi energi diatas ambang pelimpah	m	H
Tinggi jagaan	m	Hf
Tinggi air muka air pada kondisi penuh	m	Hk
Tinggi tampungan banjir	m	Hb
Tinggi tubuh embung desain	m	Hd
Volume air yang dapat mengisi embung	m^3	Vh
Volume untuk layanan	m^3	Vu
Waktu konsentrasi hujan	jam	Tg
Waktu naik hidrograf	jam	Tr