

SKRIPSI

PERENCANAAN TUBUH EMBUNG BRANJANG DI DESA BLENDIS KECAMATAN GONDANG KABUPATEN TULUNGAGUNG



Disusun oleh:

PRIYO SANYOTO
(03.21.031)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S - 1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2010

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN TUBUH EMBUNG BRANJANG
DI DESA BLENDIS KECAMATAN GONDANG
KABUPATEN TULUNGAGUNG**

Dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi

Jenjang Strata Satu (S-I)

Pada hari : Rabu

Tanggal : 25 Agustus 2010

Dan diterima untuk memenuhi satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

Nama : PRIYO SANYOTO

NIM : 03.21.031

Disahkan oleh :

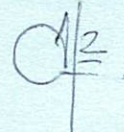
Panitia Ujian

Ketua



(Ir. H. Hirijanto, MT)

Sekretaris



(Lila Ayu Ratna W, ST., MT)

Anggota Penguji

Dosen Penguji I



(Ir. H. Hirijanto, MT)

Dosen Penguji II



(Erni Yulianti, ST., MT)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-I
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**

2010

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**PERENCANAAN TUBUH EMBUNG BRANJANG
DI DESA BLENDIS KECAMATAN GONDANG
KABUPATEN TULUNGAGUNG**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S1)
Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun oleh :

Nama : PRIYO SANYOTO

NIM : 03.21.031

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Kustamar., MT

Dosen Pembimbing II



Ir. H. Ibnu Hidayat P.J., MT

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil S1




Ir. H. Hirijanto, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-I
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**

2010

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Priyo Sanyoto

NIM : 03.21.031

Jurusan/ Program Studi : Teknik Sipil S I

Fakultas : Teknik Sipil Dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul:
“PERENCANAAN TUBUH EMBUNG BRANJANG DI DESA BLENDIS
KECAMATAN GONDANG KABUPATEN TULUNGAGUNG” adalah hasil
kerja sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur
seluruhnya dari kerja orang lain, kecuali yang tidak disebut dari sumber aslinya.

Malang,

Yang membuat pernyataan



PRIYO SANYOTO

ABSTRAK

Priyo Sanyoto (03.21.031). **Perencanaan Tubuh Embung Branjang Di Desa Blendis Kecamatan Gondang Kabupaten Tulungagung**. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Pembimbing I : Dr.Ir.Kustamar, MT. Pembimbing II : Ir.Ibnu Hidayat P.J, MT

Perencanaan dibangunnya embung Branjang yang membendung kali Branjang di Desa Blendis, Kecamatan Gondang, Kabupaten Tulungagung bertujuan untuk mengembangkan potensi sumber daya air di wilayah tersebut yang dimanfaatkan untuk mengaliri irigasi.

Pada perencanaan teknis tubuh embung Branjang ini direncanakan dengan tipe embung urugan homogen. Untuk maksud tersebut di atas, penulis akan menganalisa perencanaan meliputi analisa hidrologi untuk debit banjir rencana, penentuan debit *outflow* yang melalui pelimpah, analisa dimensi embung, dan analisa stabilitas embung.

Untuk menentukan elevasi muka air maksimum pada embung dilakukan analisa penelusuran banjir melalui waduk, didapat elevasi tertinggi sebesar ± 262.256 m dengan debit *outflow* $21.5154 \text{ m}^3/\text{dt}$, dengan puncak pelimpah pada elevasi ± 260.00 m dan elevasi dasar ± 255.00 m.

Berdasarkan analisa yang dilakukan dan juga didasari oleh acuan yang ada, dimensi embung dapat diketahui, dimana elevasi puncak embung ± 263.00 m yang didapat dari elevasi muka air maksimum ditambah tinggi jagaan. Selanjutnya untuk mengetahui kestabilan embung, maka dilakukan analisa terhadap bahaya aliran filtrasi dan analisa stabilitas terhadap bahaya kelongsoran. Dari analisa tersebut, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa embung Branjang tersebut aman untuk dibangun.

Kata Kunci : Bangunan Tubuh Embung

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“Perencanaan Tubuh Embung Branjang Di Desa Blendis Kecamatan Gondang Kabupaten Tulungagung”** yang merupakan syarat menempuh pendidikan S-1 di lingkungan Teknik Sipil ITN Malang.

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian laporan ini, yakni:

1. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan dukungan kepada kami baik moril maupun materil.
2. Bapak Ir. Andrianus Agus Santosa, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang.
3. Bapak Ir. H. Hirijanto, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
4. Ibu Lila Ayu Ratna W, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil.
5. Dr.Ir. Kustamar, MT. selaku dosen pembimbing 1.
6. Ir. Ibnu Hidayat PJ., MT. selaku dosen pembimbing 2.
7. Ibu Erni Y, ST., MT. selaku dosen penguji.
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil 2003-2004 ITN Malang.
9. Serta semua pihak yang telah membantu menyusun laporan skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat penyusun harapkan. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi semua.

Malang, Januari 2010

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan Masalah.....	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Maksud dan Tujuan	3
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1. Deskripsi.....	4
2.2 Jenis – jenis Embung	5
2.3. Analisa Banjir Rencana	5
2.3.1. Analisa Curah Hujan Rencana.....	6
2.3.2. Kesesuaian Distribusi Frekuensi.....	9
2.3.3. Uji Smirnov Kolmogorov	10
2.3.4. Distribusi Hujan Jam-jaman	11

2.3.5. Koefisien Pengaliran	11
2.3.6. Analisa Curah Hujan Hujan Netto	13
2.3.7. Hidrograf Satuan.....	13
2.3.8. Hidrograf Banjir Rencana.....	16
2.4. Penelusuran Banjir Di atas Bangunan Pelimpah.....	17
2.4.1. Debit Yang Melalui Pelimpah	17
2.5. Prinsip Dasar Perencanaan Tubuh Embung.....	19
2.5.1. Tipe Tubuh Embung	20
2.5.2. Lebar Puncak	21
2.5.3. Kemiringan Tubuh Embung	21
2.5.4. Tinggi Jagaan.....	22
2.5.5. Tinggi Tubuh Embung.....	23
2.6. Stabilitas Embung Terhadap Aliran Filtrasi.....	24
2.7. Bentuk Garis Aliran	25
2.8. Kapasitas Aliran Filtrasi.....	26
2.9. Gejala-gejala Rembesan (<i>sufosi</i>) dan Longsoran (<i>boiling</i>).....	27
2.10. Stabilitas Lereng Tubuh Embung.....	28
2.11. Kontrol Stabilitas.....	31
2.12. Kondisi Pembebanan.....	32
2.13. Perencanaan Saluran Transisi.....	34

2.13.1. Perencanaan Saluran Peluncur	34
2.13.2. Perencanaan Peredam Energi.....	36
BAB III ANALISA DEBIT BANJIR RENCANA	
3.1. Curah Hujan Rerata	40
3.1.1 Pemilihan Distribusi Frekuensi.....	42
3.2. Curah Hujan Rencana Dengan Metode Log Pearson Tipe III.....	44
3.2.1 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi dengan Metode	
Smirnov Kolmogorov	47
3.2.2 Uji Chi Kuadrat.....	51
3.3. Distribusi Hujan Jam - jaman	54
3.4. Perhitungan Hujan Netto	54
3.5. Hidrograf Satuan	56
3.6. Hidrograf Banjir Rencana	59
BAB IV PERENCANAAN TEKNISI EMBUNG	
4.1 Lengkung Kapasitas Tampungan Efektif Embung.....	67
4.1.1 Debit Yang Melalui Pelimpah.....	69
4.2 Perhitungan Dimensi Embung	76

4.2.1	Perhitungan Tinggi Jagaan.....	76
4.2.2	Perhitungan Tinggi Embung.....	76
4.2.3	Lebar Puncak Embung.....	77
4.2.4	Kemiringan Lereng Embung.....	77
4.3	Analisa Stabilitas Terhadap Aliran Filtrasi.....	77
4.3.1	Formasi Garis Aliran Filtrasi Dalam Tubuh Embung.....	77
4.3.2	Kapasitas Garis Aliran.....	80
4.3.3	Kecepatan Aliran Filtrasi.....	81
4.4	Analisa Stabilitas Lereng Tubuh Embung.....	83
4.4.1	Perencanaan Saluran Transisi.....	87
4.4.2	Perencanaan Saluran Peluncur.....	89
4.4.3	Perencanaan Peredam Energi.....	90
	4.4.3.1 Pemilihan Tipe Kolam Olakan.....	90
	4.4.3.2 Dimensi Kolam Olakan.....	92
4.5	Manfaat Embung Branjang Sebelum dan Sesudah Jadi.....	98
4.5.1	Sebelum Jadi.....	98
4.5.2	Sesudah Jadi.....	98

BAB V KESIMPULAN..... 100

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Syarat Pemilihan Metode Frekuensi	9
Tabel 2.2	Nilai Delta Kritis (Δ_{α}) Untuk Uji Smirnov Kolmogorov	10
Tabel 2.3	Angka Koefisien Pengaliran (C)	12
Tabel 2.4	Lebar Puncak Tubuh Embung.....	21
Tabel 2.5	Kemiringan Lereng Urugan Untuk Tinggi Maksimum 10,00 m	22
Tabel 2.6	Tinggi Jagaan Embung.....	23
Tabel 2.7	Harga α_1 dan α_2 Untuk menentukan titik pusat longsoran kritis Cara Fellinius	30
Tabel 3.1	Data Curah Hujan Harian Maksimum.....	40
Tabel 3.2	Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Harian Maksimum	41
Tabel 3.3	Harga Cs dan Ck Untuk Curah Hujan Harian Maksimum.....	42
Tabel 3.4	Curah Hujan Rata-rata Harian Maksimum.....	44
Tabel 3.5	Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Metode Log Pearson Tipe III.....	45
Tabel 3.6	Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Metode Log Pearson Tipe III.....	46
Tabel 3.7	Pengujian Distribusi Frekuensi Log Pearson Tipe III Dengan Smirnov Kolmogorov	50
Tabel 3.8	Uji Chi Kuadrat	52
Tabel 3.9	Distribusi Hujan Jam-jaman.....	54

Tabel 3.10 Intensitas Curah Hujan dan Hasil Perhitungan Hujan Netto.....	55
Tabel 3.11 Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.....	59
Tabel 3.12 Hidrograf Banjir Rencana Kala Ulang 5 Tahun.....	60
Tabel 3.13 Hidrograf Banjir Rencana Kala Ulang 10 Tahun.....	61
Tabel 3.14 Hidrograf Banjir Rencana Kala Ulang 25 Tahun.....	62
Tabel 3.15 Hidrograf Banjir Rencana Kala Ulang 50 Tahun.....	63
Tabel 3.16 Hidrograf Banjir Rencana Kala Ulang 100 Tahun.....	64
Tabel 3.17 Hasil Hidrograf Banjir Rencana Untuk Berbagai Kala Ulang	65
Tabel 4.1 Data Lengkung Kapasitas Tampungan Efektif Embung Branjang	67
Tabel 4.2 Perhitungan Harga Koefisien Debit (c).....	70
Tabel 4.3 Hubungan H-S-Q	71
Tabel 4.4 Penelusuran Banjir Melalui Waduk	73
Tabel 4.5 Koordinat Parabola Garis Depresi.....	79
Tabel 4.6 Analisa Stabilitas Lereng Bagian Hulu Pada Kondisi Penuh.....	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Model Hidograf Nakayasu	15
Gambar 2.2	Potongan Melintang Embung	24
Gambar 2.3	Skema Formasi Garis Aliran Pada Tubuh Embung	25
Gambar 2.4	Kelongsoran Lereng	30
Gambar 2.5	Penampang Memanjang Aliran Saluran Peluncur.....	35
Gambar 2.6	Bentuk Kolam Olakan Datar Tipe I	37
Gambar 2.7	Bentuk Kolam Olakan Datar Tipe II	38
Gambar 2.8	Bentuk Kolam Olakan Datar Tipe III.....	39
Gambar 2.9	Bentuk Kolam Olakan Datar Tipe IV.....	39
Gambar 3.1	Kertas Peluang Distribusi Log Pearson Tipe III	49
Gambar 3.2	Hidrograf Banjir Rencana.....	66
Gambar 4.1	Lengkung Kapasitas Tampungan Efektif Embung Branjang.....	68
Gambar 4.2	Grafik Penelusuran Banjir Melalui Waduk	75
Gambar 4.3	Potongan Melintang Tubuh Embung	76
Gambar 4.4	Dimensi Tubuh Embung	77
Gambar 4.5	Formasi Garis Aliran Filtrasi.....	78
Gambar 4.6	Irisan Bidang Luncur.....	84
Gambar 4.7	Grafik Perencanaan Kolam Olakan Tipe III.....	97

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di bumi ini, tidak semua daerah memiliki sumber air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang tinggal di daerah tersebut. Pergantian musim merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuantitas air. Pada musim kemarau ada daerah yang mengalami kekeringan dan sebaliknya pada musim penghujan malah terjadi banjir. Selama ini di sekitar daerah kabupaten Tulungagung terutama di daerah Blendis Kecamatan Gondang masih mengalami kekurangan air untuk daerah pengembangan lahan pertanian.

Hal ini mengakibatkan diperlukannya usaha-usaha untuk mengembangkan sumber daya air yang telah ada. Salah satu usaha untuk mengembangkan potensi sumberdaya air tersebut adalah dengan dibangunnya embung Branjang yang membendung kali Branjang di Desa Blendis, Kecamatan Gondang, Kabupaten Tulungagung. Bangunan embung ini nantinya akan berfungsi sebagai penahan air, sehingga akan terbentuk wadah penampungan air (waduk) yang akan dimanfaatkan untuk irigasi, dimana pada umumnya sudah dipersiapkan pola tanam sehingga dapat diperoleh kontinuitas pemberian air untuk pertumbuhan tanaman dan menghindari gagal panen. Embung Branjang dibangun sebagai embung teknis dan dimanfaatkan untuk mengaliri irigasi terutama di Desa Blendis, Kecamatan Gondang, Kabupaten Tulungagung.

Judul ini dipilih karena pembangunan embung di Desa Blendis tidak segera dilaksanakan meski sudah ada rencana dari pemerintah daerah, dengan

dipilihnya judul ini paling tidak bisa untuk referensi bagi pemerintah daerah dan pelaksana agar pembangunan embung bisa secepatnya dikerjakan. Karena berdirinya embung ini sangat bermanfaat bagi penduduk sekitar untuk meningkatkan hasil pertanian yang nantinya juga akan meningkatkan taraf hidup penduduk daerah tersebut.

1.2 Batasan Masalah

Dalam studi ini yang akan dibahas adalah konstruksi tubuh embung dengan batasan sebagai berikut:

1. Analisa hidrologi untuk mendapatkan debit banjir rancangan kala ulang 100 tahun
2. Konstruksi tubuh embung yang direncanakan adalah tipe urugan
3. Analisa tampungan dan dimensi tubuh embung
4. Analisa stabilitas tubuh embung terhadap rembesan dan longsoran

1.3 Rumusan Masalah

Dengan mengacu pada batasan masalah diatas maka dapat dibuat suatu rumusan masalah sabagai berikut :

1. Berapa besarnya debit banjir rancangan kala ulang 100 tahun yang akan direncanakan ?
2. Berapakah tinggi muka air tertinggi dari hasil penelusuran banjir melalui waduk ?
3. Berapa dimensi embung ?
4. Berapakah stabilitas embung terhadap aliran *filtrasi* (rembesan)?
5. Berapakah stabilitas embung terhadap longsoran?

1.4 Maksud dan Tujuan

Maksud dari perencanaan embung ini adalah untuk menyediakan sarana penampungan air irigasi agar air bisa dimanfaatkan secara maksimal dan juga merencanakan dimensi embung secara teknis aman dan ekonomis.

Sedangkan tujuan dari perencanaan embung Branjang ini adalah untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat pedesaan melalui penyediaan sarana dan prasarana dasar sektor pertanian dengan sasaran sebagai berikut :

1. Menyediakan air untuk pengairan tanaman di musim kemarau
2. Meningkatkan produktivitas lahan, masa pola tanam dan pendapatan petani di lahan tadah hujan.
3. Mencegah/mengurangi luapan air di musim hujan dan menekan resiko banjir
4. Memperbesar resapan air ke dalam tanah
5. Dengan selesainya pekerjaan ini diharapkan dilanjutkan dengan kegiatan pelaksanaan pembangunan jaringan irigasi pada daerah irigasi tersebut.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Deskripsi

Embung adalah suatu bangunan yang berfungsi menampung air hujan untuk persediaan di musim kemarau. Selama musim kemarau air akan dimanfaatkan oleh masyarakat di sekitar untuk memenuhi kebutuhan, oleh karena itu pada akhir musim hujan sangat diharapkan kolam embung terisi penuh air sesuai rencana.

Untuk menjamin fungsi dan keamanannya embung mempunyai beberapa bagian (*Pedoman Kriteria Desain Embung Kecil untuk Daerah Semi Kering di Indonesia*):

1. Tubuh embung yang berfungsi menutup lembah atau cekungan sehingga air dapat tertahan di waduk.
2. Kolam embung berfungsi menampung air hujan.
3. Alat sadap berfungsi mengeluarkan air hujan bila diperlukan.
4. Jaringan distribusi, berupa jaringan pipa berfungsi membawa air dari kolam ke bak tandon air harian atau dekat pemukiman (desa) secara grafitasi dan bertekanan, sehingga pemberian air tidak menerus.
5. Pelimpah berfungsi mengalirkan banjir dari kolam ke lembah untuk mengamankan tubuh embung terhadap peluapan.

2.2. Jenis-Jenis Embung

Jenis-jenis embung menurut tinggi tanggul dan volume tampungan adalah:

1. Embung Kecil :
 - Volume tampungan 100.000 m^3
 - Luas catchment area 1 km^2
 - Tinggi tanggul 10 m
2. Embung Sedang :
 - Volume tampungan $1.000.000 \text{ m}^3 - 10.000.000 \text{ m}^3$
 - Luas catchment area 10 km^2
 - Tinggi tanggul $< 15 \text{ m}$
3. Embung Besar :
 - Volume tampungan $> 10.000.000 \text{ m}^3$
 - Luas catchment area $10 - 40 \text{ km}^2$
 - Tinggi tanggul $> 15 \text{ m}$

2.3. Analisa Banjir Rencana

Dalam perencanaan suatu bangunan keairan diperlukan analisa banjir rencana. Analisa banjir rencana untuk perencanaan embung meliputi :

- Banjir rencana untuk menentukan kapasitas dan dimensi bangunan pelimpah
- Aliran masuk (inflow) yang mengisi embung
- Besarnya tampungan embung
- Stabilitas tubuh embung

2.3.1. Analisa Curah Hujan Rencana

Curah hujan rancangan adalah hujan terbesar tahunan dengan peluang tertentu yang mungkin terjadi di suatu daerah. Ada beberapa metode untuk menghitung besarnya curah hujan rancangan, antara lain metode Log Pearson Tipe III, Gumbel dan Normal.

▪ Metode Log Pearson Tipe III

Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rancangan berdasarkan Log Pearson III adalah sebagai berikut (*Soemarto, 1987:243*):

1. Data hujan harian maksimum tahunan sebanyak n tahun diubah dalam bentuk logaritma.

2. Hitung rata-rata logaritma dengan rumus :

$$\overline{\log x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log x_i}{n} \dots\dots\dots(2-1)$$

3. hitung simpangan baku dalam rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2-2)$$

4. Hitung koefisien kepeccengan dengan rumus:

$$C_s = \frac{\sum (\log x_i - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)S_1^3} \dots\dots\dots(2-3)$$

5. Hitung logaritma curah hujan rancangan dengan periode ulang tertentu.

$$\log Q_T = \overline{\log x} + G.S_1 \dots\dots\dots(2-4)$$

6. Curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu adalah harga antilog X_T

Dengan :

$LogQ_T$ = logaritma curah hujan rancangan dengan kala ulang T tahun

$\overline{\log x}$ = rata-rata logaritma data.

n = banyaknya data / tahun pertama.

S_1 = simpangan baku data.

C_S = koefisien kepepcengan

G = koefisien frekuensi

▪ Metode Gumbel

Perhitungan hujan maksimum dengan metode gumbel dengan rumus:

$$X_T = X + S \cdot K, \dots\dots\dots(2-5)$$

Dimana :

X_T = varian yang diektrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

\bar{x} = harga rata-rata dari data

S = standart deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{I=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2-6)$$

Dimana :

\bar{X} = curah hujan rata-rata

X_i = curah hujan selama 24 jam

n = jumlah tahun pengamatan

K = faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (*return period*) dan tipe distribusi frekuensi.

Untuk menghitung faktor frekuensi E. J. Gumbel mengambil harga :

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \dots \dots \dots (2-7)$$

Dimana:

Y_T = *reduced variate* sebagai fungsi periode ulang T

Y_n = *reduced mean* sebagai fungsi dari banyak data n

S_n = *reduced standar deviasi* sebagai fungsi dari banyak data

n

- Log Normal

Secara matematis distribusi log-normal ditulis sebagai berikut:

$$P(X) = \frac{1}{(\log X)(S)(\sqrt{2\pi})} \cdot \exp \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{\log X - \bar{X}}{S} \right)^2 \right\} \dots \dots \dots (2-8)$$

Dimana:

P(X) = peluang log normal

X = nilai varian pengamatan

\bar{X} = nilai rata-rata logaritmik varian X, umumnya dihitung nilai rata-rata geometriknya.

$\bar{X} = \{(X_1)(X_2)(X_3) \dots (X_n)\}^{1/n}$

S = deviasi standar dari logaritmik nilai varian X

Modal matematik dengan persamaan:

$$Y + \bar{Y} + k \cdot S \dots \dots \dots (2-9)$$

Dimana :

Y = nilai logaritmik nilai X, atau $\ln X$

\bar{Y} = rata-rata hitung (lebih baik rata-rata geometrik) nilai Y

S = deviasi standar nilai Y

K = karakteristik distribusi peluang log normal

Tabel 2.1
Syarat Pemilihan Metode Frekuensi

Jenis Metode	Ck	Cs
Gumbel	5.4002	1.1396
Normal	3.0	0
Log Pearson Tipe III	Bebas	Bebas

Sumber : Harto, 1993 ; 24

2.3.2. Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Uji kesesuaian distribusi dimaksudkan untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesa, dalam hal ini adalah hipotesa distribusi Log Pearson tipe III. Dalam studi ini menggunakan uji distribusi yaitu uji Smirnov Kolmogorof. Untuk mengadakan uji ini terlebih dahulu harus dilakukan plotting data pengamatan pada kertas probabilitas Log Pearson III dan garis durasi yang sesuai, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Data curah hujan maksimum harian rata-rata tiap tahun disusun dari kecil ke besar.
- Hitung probabilitas dengan menggunakan rumus Weibull (Subarkah, 1980; 120)

$$P = \frac{100 \cdot m}{n+1} (\%) \dots\dots\dots(2-10)$$

Dengan:

P = probabilitas (%)

m = nomor urut data dari seri yang telah diurutkan

n = banyaknya data

- Plotting data hujan (x_i) dengan probabilitas (P).

Tarik garis durasi dengan mengambil beberapa titik untuk dimasukkan ke dalam persamaan.

2.3.3. Uji Smirnov Kolmogorov

Dari grafik plotting data curah hujan diperoleh perbedaan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris (Δ maksimum)

$$\Delta \text{ maksimum} = [P_E - P_T] \dots \dots \dots (2-11)$$

Dengan :

Δ maks = selisih maksimum antara peluang empiris dan peluang teoritis.

P_T = peluang teoritis

P_E = peluang empiris

Kemudian dibandingkan antara Δ_{maks} dan Δ_{Cr} dan bila $\Delta \text{ maks} < \Delta_{Cr}$, maka pemilihan frekuensi tersebut dapat diterapkan pada data tersebut.

Tabel 2.2
Nilai Delta Kritis (Δ_{Cr}) Untuk Uji Smirnov Kolmogorov

n	Δ_{Cr}			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,67
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
$n > 50$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

Sumber : MMA shahin Statistical Analysis in Hidrologi. Volume 2
Edisi Defti Netherlands Hal 188

2.3.4. Distribusi Hujan Jam-jaman

Sebelum mengetahui hidrograf banjir rancangan menggunakan cara hidograf satuan, perlu diketahui dahulu sebaran hujan jam-jaman dengan satuan interval tertentu. Sebaran hujan yang terjadi dihitung dengan rumus Mononobe (Soemarto, 1986:40) :

$$R_T = \frac{R_{24}}{t} (t/T)^{2.3} \dots\dots\dots(2-12)$$

$$R_t = T.R_1 - (T-1).R_{(T-1)} \dots\dots\dots(2-13)$$

Dengan :

R_t = curah hujan pada jam ke t (mm/jam)

T = waktu mulai hujan sampai jam ke t (jam)

R_T = intensitas hujan rata-rata dalam t jam (mm/jam)

R_{24} = curah hujan efektif dalam 24 jam (mm/jam)

t = waktu konsentrasi hujan (jam)

2.3.5. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran adalah perbandingan antara limpasan air hujan dengan total air hujan yang menyebabkan limpasan. Pada studi ini koefisien pengaliran ditetapkan berdasarkan tata guna lahan dan kondisi fisik daerah pengaliran sungai yang ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 2.3
Angka Koefisien Pengaliran (C)

Diskripsi Lahan	Karakter Permukaan	C
Bussines	Perkotaan	0,70 - 0,95
	Pinggiran	0,50 - 0,70
Perumahan	Rumah tinggal	0,30 - 0,50
	Multi unit, terpisah	0,40 - 0,60
	Multi unit, tergabung	0,60 - 0,75
	Perkampungan	0,25 - 0,40
	Apartemen	0,50 - 0,70
Industri	Ringan	0,50 - 0,80
	Berat	0,60 - 0,90
Perkerasan	Aspal dan beton	0,70 - 0,95
	Batubata, paving	0,50 - 0,70
Atap		0,75 - 0,95
Halaman, Tanah pasir	Datar 2%	0,05 - 0,10
	Rata, 2-7%	0,10 - 0,15
	Curam 7%	0,15 - 0,20
Halaman, Tanah Berat	Datar 2%	0,13 - 0,17
	Rata, 2-7%	0,18 - 0,22
	Curam 7%	0,25 - 0,35
Halaman Kereta Api		0,10 - 0,35
Taman Tempat Bermain		0,20 - 0,35
Taman Perkuburan		0,10 - 0,25
Hutan	Datar, 0-5%	0,10 - 0,40
	Bergelombang, 5-10%	0,25 - 0,50
	Berbukit, 10-30%	0,30 - 0,60
Daerah Pegunungan 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 Dialiri		0,70 - 0,80
Sungai di Daerah Pegunungan		0,75 - 0,85
Sungai Kecil di Dataran		0,45 - 0,75

Sosrodarsono (1987), dalam Kustamar dkk. (2007)

Sehingga untuk menghitung koefisien pengaliran rata-rata digunakan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{(C_1A_1) + (C_2A_2) + \dots + (C_nA_n)}{\sum A} \dots\dots\dots(2-14)$$

Dengan :

C = Koefisien Pengaliran

$C_1C_2C_n$ = Koefisien pengaliran pada tata guna lahan yang berbeda

ΣA = Luas daerah pengaliran sungai (km^2)

2.3.6. Analisa Curah Hujan Netto

Hujan netto adalah bagian hujan total yang menghasilkan limpasan langsung (*direct run-off*). Limpasan langsung ini terjadi atas permukaan dari *inflow* (air yang masuk ke dalam limpasan tipis di bawah permukaan tanah dengan permeabilitas rendah, yang keluar lagi di tempat yang lebih rendah dan berubah lagi menjadi limpasan permukaan).

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

$$R_n = C \cdot R \dots \dots \dots (2-15)$$

Dalam hal ini :

R_n = Curah hujan netto

R = Curah hujan Rancangan

C = Koefisien Limpasan

2.3.7. Hidrograf Satuan

Untuk mengetahui hidrograf satuan daerah pengaliran sungai dapat dipergunakan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu dan metode hidrograf satuan sintetik Snyder. Analisa debit banjir rancangan dalam studi ini menggunakan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu. Adapun persamaan hidrograf satuan sintetik Nakayasu adalah: (*Soemarto 1986 : 168*)

$$Q_p = \frac{c \cdot A \cdot R_o}{3,6 \cdot (0,3T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots(2-16)$$

Dengan :

Q_p = debit banjir puncak (m^3/dt)

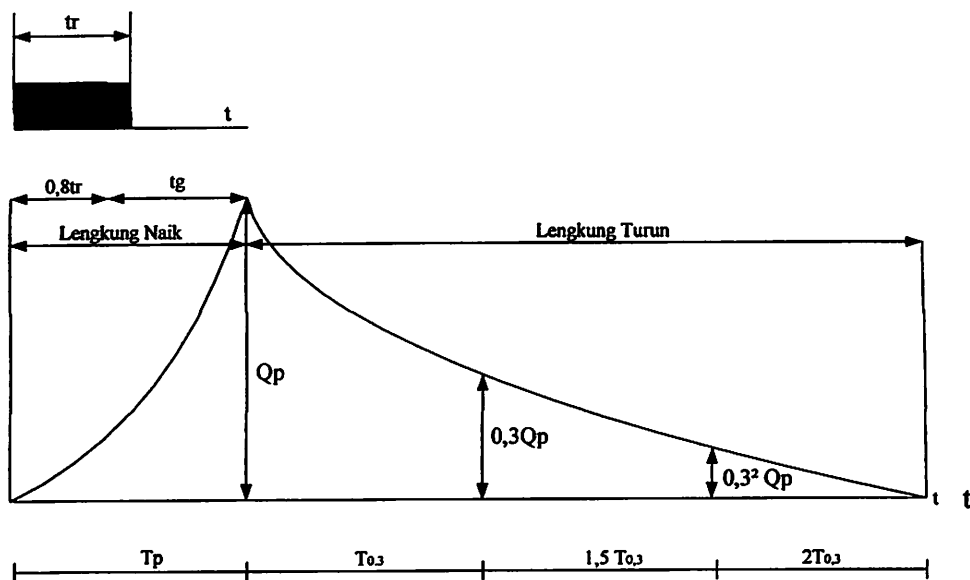
A = luas daerah pengaliran (km^2)

R_o = hujan satuan (mm)

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

c = koefisien pengaliran

$T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan pada penurunan debit puncak sampai ke debit sebesar 30% dari debit puncak (jam)



Gambar 2.1 Model Hidrograf Nakayasu

Untuk :

$$L < 15 \text{ km} \quad t_g = 0,21 L^{0,7} \dots\dots\dots (2-17)$$

$$L > 15 \text{ km} \quad t_g = 0,40 + 0,058 L \dots\dots\dots (2-18)$$

$$T_p = t_g + 0,8 T_r \dots\dots\dots (2-19)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot T_g \dots\dots\dots (2-20)$$

$$\alpha = \frac{0,47 \cdot (AL)^{0,25}}{t_g} \dots\dots\dots (2-21)$$

Dengan :

L = panjang alur sungai (km)

t_g = waktu konsentrasi (jam)

t_r = 0,5 sampai T_g (jam), diambil 1 jam

Rumus ordinat hidrograf :

1. Lengkung naik :

Jika $0 \leq t < T_p$

$$Q_{d1} = Q_p \left[\frac{t}{T_p} \right]^{2,4} \dots\dots\dots(2-22)$$

2. Lengkung turun :

Jika $T_p \leq t < (T_p + T_{0,3})$

$$Q_{d2} = Q_p \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t - T_p}{T_{0,3}} \right) \dots\dots\dots(2-23)$$

Jika $(T_p + T_{0,3}) \leq t < (T_p + 1,5 T_{0,3})$

$$Q_{d2} = Q_p \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t - T_p + 0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}} \right) \dots\dots\dots(2-24)$$

Jika $t \geq (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q_{d3} = Q_p \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t - T_p + 1,5T_{0,3}}{2T_{0,3}} \right) \dots\dots\dots(2-25)$$

2.3.8. Hidrograf Banjir Rencana

Untuk menentukan hidrograf banjir rancangan daerah pengaliran sungai digunakan rumus sebagai berikut (C.D.soemarto, 1989) :

$$Q_k = U_k \cdot R_1 + U_{k-1} R_2 + U_{k-2} R_3 + \dots + U_{(k-(n-1))} R_n + Bf \dots\dots\dots(2-26)$$

Dimana :

Q_k = ordinat hidrograf banjir pada jam ke k (m^3 / dt)

U_k = ordinat hidrograf satuan (m^3 / dt)

R_n = hujan neto pada jam ke n (mm/jam)

Bf = base flow (m^3 / dt)

2.4. Penelusuran Banjir Di atas Bangunan Pelimpah

Bendungan tipe urugan yang dipilih pada perencanaan embung Branjang sangat peka terhadap limpasan, karena limpasan yang terjadi dapat menyebabkan jebolnya tubuh embung. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibangun bangunan pelimpah yang berfungsi untuk menjaga muka air waduk agar tetap berada di bawah tinggi muka air yang ditetapkan serta mengalirkan kelebihan air yang tidak dapat ditampung lagi oleh embung.

Bangunan pelimpah merupakan katup pengaman di suatu bangunan yang berfungsi untuk mengalirkan air banjir dan mencegah kerusakan bendungan. Bangunan pelimpah haruslah mencapai kapasitas yang memadai untuk mengalirkan banjir besar tanpa merusak bendungan atau pelengkap lainnya dan dimensi pelimpah ditentukan berdasarkan besarnya tampungan efektif embung.

2.4.1. Debit Yang Melalui Pelimpah

Penelusuran banjir dilakukan karena hidrograf banjir sebelum pelimpah mengalir melalui penampungan embung dengan demikian maka puncak banjir akan direduksi oleh tampungan embung tersebut.

Adapun perhitungan penelusuran pada studi ini menggunakan metode tinggi tampungan dengan rumus sebagai berikut. (Cd. Soemarto 1989)

$$I - Q = \frac{S}{T} \dots\dots\dots(2-27)$$

Dengan :

- I = Rancangan inflow (m^3/dt)
- Q = Rancangan outflow (m^3/dt)
- S = Volume tampungan (m^3)
- T = Tenggang waktu (jam)

Kalau periode penelusuran diubah dari dt menjadi Δt maka :

$$I = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

$$Q = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$

$$ds = S_1 - S_2$$

Sehingga rumus di atas dapat dirubah menjadi :

$$\left(\frac{I_1 + I_2}{2} \right) + \left(\frac{Q_1 - Q_2}{2} \right) = S_2 - S_1$$

$$\frac{I_1 + I_2}{2} \left(\frac{S_1 - Q_1}{\Delta_1} - \frac{Q_1}{2} \right) = \left(\frac{S_2 + Q_2}{\Delta_1} + \frac{Q_2}{2} \right)$$

Jika :

$$\frac{S_1 - Q_1}{\Delta_1} - \frac{Q_1}{2} = \psi \text{ dan } \frac{S_2 + Q_2}{\Delta_1} + \frac{Q_2}{2} = \varphi$$

$$\frac{I_1 + I_2}{2} + \psi = \varphi \text{(2-28)}$$

Rata – rata outflow dihitung dari rumus bukaan pintu outlet sebagai berikut (*Cd.*

Soemarto, 1989):

$$Q = C.B H^{3/2} \text{(2-29)}$$

Dengan:

Q = Rata-rata outflow (m^3/dt)

C = Koefisien debit

B = Panjang ambang pelimpah efektif (m)

H = Tinggi muka air atas pelimpah (m)

- Koefisien Limpahan

$$C = 1,60 \frac{1+2a(h / Hd)}{1+a(h / Hd)} \dots\dots\dots(2-30)$$

$$a = \frac{0,6 - 0,0416(Hd / H)^{0,99}}{1 + 0,0416(Hd / H)^{0,99}} \dots\dots\dots(2-31)$$

dengan :

- C = koefisien limpahan
- h = tinggi air di atas mercu pelimpah
- Hd =tinggi tekanan rencana diatas mercu pelimpah
- a = konstanta (diperoleh pada saat $h = Hd$)
- H = tinggi pelimpah

Biasanya penggunaan koefisien $C = 2,0$ s/d $2,1$ sudah cukup memadai

(Suyono Sosrodarsono, 1989:181)

2.5. Prinsip Dasar Perencanaan Tubuh Embung

Sebagai dasar perencanaan adalah terciptanya bangunan yang berfungsi secara baik dan selama dalam masa pelaksanaan pengoperasian hingga akhir usia gunanya, harus aman dan sesuai dengan yang direncanakan. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan ini adalah:

- 1) Dihindarkan terjadinya limpasan permukaan pada puncak embung yang dapat menyebabkan jebolnya tubuh embung.
- 2) Lereng hulu dan hilir embung harus tahan terhadap bahaya-bahaya kelongsoran.
- 3) Penimbunan material sebaiknya dilaksanakan pada kondisi dan situasi yang sesuai serta dilakukan secara bertahap sesuai prosedur yang berlaku

- 4) Aliran yang melalui tubuh embung masih dapat diperkenankan pada batas-batas tertentu sesuai dengan syarat yang diijinkan.
- 5) Keadaan tanah untuk pondasi harus memenuhi syarat-syarat yang diijinkan.
- 6) Tubuh embung tahan terhadap semua gaya-gaya yang bekerja dengan adanya pengisian pada waduk.
- 7) Keamanan lereng bagian hulu harus dapat dipertahankan dan kikisan gelombang serta bagian hilir perlu juga dilindungi dari kikisan oleh hujan dan angin.

2.5.1. Tipe tubuh embung

Embung direncanakan tipe urugan tanah (homogen) yang dilengkapi dengan drainase horizontal pada kaki tubuh embung di bagian hilir. Drainase ini diperlukan untuk menurunkan garis depresi, karena semakin rendah garis depresi dibagian hilir tubuh embung tipe homogen, ketahanan terhadap gejala longsor akan semakin meningkat. embung urugan masih dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu :

- a. Embung urugan serba sama (homogeneous dams)
- b. Embung urugan berlapis-lapis (zone dams, rockfill dams) adalah:
embung urugan yang terdiri dari beberapa lapisan yaitu lapisan kedap air, lapisan batu, lapisan batu teratur dan lapisan pengering.
- c. Embung urugan batu dengan lapisan kedap air di muka adalah:
embung urugan batu berlapis-lapis yang lapisan kedap airnya terletak di sebelah hulu embung.

2.5.2. Lebar puncak

Lebar puncak embung ditentukan berdasarkan anggapan bahwa tubuh embung dapat bertahan terhadap hempasan ombak di atas permukaan lereng yang berdekatan dengan puncak embung dan juga tahan terhadap aliran filtrasi yang melalui puncak embung. Selain itu juga diperhitungkan berdasarkan kegunaannya.

Tabel 2.4
Lebar Puncak Tubuh Embung

Tipe	Tinggi (m)	LebarPuncak (m)
Urugan	<5.00	2.0
	5.00—10.00	3.0
Pasangan Batu/Beton	Sampai maksimal 7.0	1.0

Sumber : Pedoman Kreteria Desain Embung Kecil Untuk Daerah Semi Kering di Indonesia

2.5.3. Kemiringan tubuh embung

Kemiringan lereng harus ditentukan sedemikian rupa agar stabil terhadap longsor. Hal ini sangat tergantung pada jenis material urugan yang dipakai. Kestabilan urugan harus diperhitungkan terhadap surut cepatnya muka air kolam rembesan dan harus tahan terhadap gempa.

Tabel 2.5
Kemiringan Lereng Urugan Untuk Tinggi Maksimum 10,00 m

Material Urugan	Material Utama	Kemiringan Lereng Vertikal : Horizontal	
		Udik	Hilir
1. Urugan Homogen	CH CL SC GC GM SM	1:3	1:2,25
2. Urugan Majemuk			
2.1 Urugan batu dengan inti lempung atau dinding diapragma	Pecahan Batu	1:1,50	1:1,25
2.2 Kerikil-kerikil dengan inti lempung atau dinding dipragma	Kerikil - Kerakal	1:2,50	1:1,75

Sumber : Kreteria Desain Embung Kecil Untuk Daerah Semi Kering di Indonesia

2.5.4. Tinggi jagaan

Tinggi jagaan adalah jarak vertikal antara muka air kolam pada waktu banjir desain (100 tahun) dengan puncak tubuh embung. Tinggi jagaan pada tubuh embung dimaksudkan untuk memberikan keamanan tubuh embung terhadap peluapan karena banjir. Bila hal ini terjadi maka akan terjadi erosi kuat pada tubuh embung tipe urugan. Didasarkan pada tinggi embung yang direncanakan, maka angka standart untuk tinggi jagaan pada embung tipe urugan adalah sebagai berikut:

Tabel 2.6
Tinggi jagaan embung

Tipe tubuh embung Embung	Tinggi Jagaan	Sketsa Penjelasan
Urugan Homogen dan Majemuk	0.50	
Pasangan Batu / Beton	0.00	
Komposit	0.50	

Sumber : Pedoman Kreterian Desain Elmbung Kecil Untuk Daerah Semi Di ndonesia

2.5.5. Tinggi tubuh embung

Tinggi tubuh embung harus ditentukan dengan mempertimbangkan kebutuhan tampungan air dan keamanan tubuh embung terhadap peluapan oleh banjir. Tinggi tubuh embung dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Hd=(Hk-Hb)+Hf \dots\dots\dots(2-32)$$

dengan:

Hd = Tinggi tubuh embung (m)

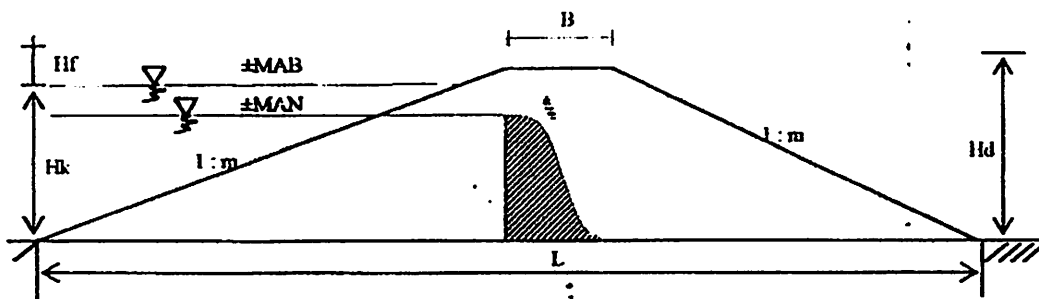
Hk = Elevasi muka air kolam embung pada saat kondisi penuh (m)

Hb = Elevasi dasar tampungan (m).

Hf = Tinggi jagaan (m).

Untuk tipe urugan diperlukan cadangan untuk penurunan yang diperkirakan sebesar 0,25 m, sehingga Hd menjadi:

$$Hd = (Hk-Hb)Hf+0,25 \dots\dots\dots(2-34)$$



Gambar 2.2 Potongan Melintang Embung

dimana:

B = Lebar puncak embung

L = Lebar embung

Hd = Tinggi embung

Hf = Tinggi jagaan

Hk = Tinggi muka air banjir

1: m = Kemiringan lereng

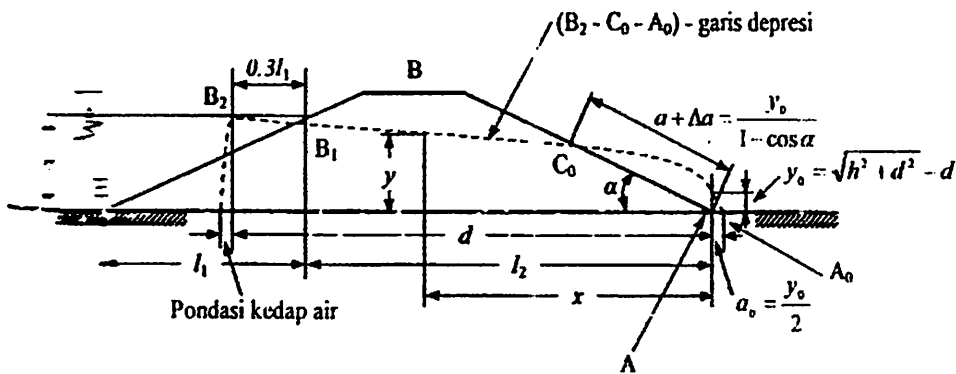
2.6. Stabilitas embung terhadap aliran filtrasi

Konstruksi embung diharuskan mampu mempertahankan diri terhadap gaya-gaya yang ditimbulkan oleh adanya aliran filtrasi yang mengalir melalui celah-celah antara butiran-butiran tanah pembentuk embung. Untuk mengetahui kemampuan daya tahan embung terhadap gaya-gaya tersebut, maka bangunan embung perlu diperhatikan terhadap:

- a. Formasi garis aliran (seepage line formation)
- b. Kapasitas aliran filtrasi
- c. Kemungkinan terjadinya gejala rembesan (*sufosi*) dan longsoran (*boiling*).

2.7. Bentuk Garis Aliran

Formasi garis depresi pada zona kedap air suatu embung dapat diperoleh dengan metode Casagrade. Jika angka Permiabelitas vertikalnya berbeda dengan permiabelitas horizontalnya, maka akan terjadi perubahan bentuk garis aliran mengurangi koordinat horizontal sebesar $\sqrt{\frac{Kv}{Kh}}$ kali.



Gambar 2.3 Skema formasi garis aliran pada tubuh embung

Pada gambar 2.1 ujung tumit embung dianggap sebagai titik permulaan koordinat dengan sumbu-sumbu x dan y, maka garis depresinya dapat diperoleh dengan persamaan parabola bentuk dasar sebagai berikut (Suyono Sosrodarsono, 1989):

$$x = \frac{y^2 - y_0^2}{2y_0} \dots\dots\dots(2-35)$$

$$y = \sqrt{2 \cdot y_0 \cdot x + y_0^2} \dots\dots\dots (2-36)$$

$$y_0 = \sqrt{h^2 + d^2} \dots\dots\dots(2-37)$$

h = Jarak vertikal antara titik A dan B

d = Jarak horizontal antara A dan B

I_1 = Jarak horizontal titik A dan E

I_2 = Jarak horizontal titik A dan B

A = Ujung drainase horizontal sebelah hulu

B = Titik Perpotongan antara permukaan air dan lereng hulu embung

B_1 = Titik perpotongan antara parabola dasar dengan lereng hilir embung

B_2 = Titik yang terletak 0.3 L_1 kearah hulu dan titik B

2.8. Kapasitas Aliran Filtrasi

Kapasitas aliran filtrasi adalah kapasitas rembesan air yang mengalir ke hilir melalui tubuh embung dan pondasi embung. Untuk memperkirakan besarnya aliran filtrasi suatu embung baik yang melalui tubuh embung maupun yang melalui lapisan pondasi dapat dilakukan dengan menggunakan jaringan trayektori aliran filtrasi dengan rumus (Suyono Sosrodarsono, 1989):

$$Q_f = \left(\frac{N_f}{N_p} \right) \cdot KHL \dots\dots\dots(2-38)$$

Q_f = Kapasitas aliran Filtrasi (m^3/dt)

N_f = Jumlah garis trayektori aliran

N_p = Jumlah garis equipotensial

K = Koefisien *filtrasi* (m/dt)

H = Tinggi tekanan air total (m)

L = Panjang profil melintang tubuh embung (m)

Besarnya rembesan yang diijinkan sebesar 2% - 5% dan volume tampungan waduk (Soediby, 1993)

2.9. Gejala-gejala Rembesan (*Sufosi*) dan Longsoran (*Boiling*)

Agar tidak terjadi rembesan (*sufosi*) dan longsoran (*boiling*) yang sangat membahayakan tubuh embung maupun pondasinya, maka kecepatan aliran filtrasi dalam tubuh embung maupun pondasinya perlu dibatasi. Kecepatan aliran filtrasi dihitung dengan rumus (*Suyono Sosrodarsono, 1989*):

$$v = kxi = k \left(\frac{h_2}{2} \right) \dots \dots \dots (2-39)$$

v = Kecepatan superkritis (m/dt)

k = Koefisien filtrasi

i = gradient debit

h_2 = Tekanan air rata-rata (m)

I = Panjang rata-rata berkas elemen filtrasi pada bidang keluarnya aliran

sedangkan kecepatan kritis aliran dapat dihitung dengan rumus (*Suyono Sosrodarsono*)

$$C = \sqrt{\frac{w_1 \cdot g}{F \cdot \gamma}} \dots \dots \dots (2-40)$$

dengan:

C = Kecepatan kritis (cm/dt)

W_1 = Berat butiran bahan didalam air (gram)

G = Kecepatan Grafitasi (cm/dt²)

f = Luas permukaan butiran yang terkena aliran filtrasi (cm³)

γ = Berat isi air (t/m)

2.10. Stabilitas Lereng Tubuh Embung

Jebolnya suatu bangunan embung pada umumnya dimulai dengan terjadinya gejala kelongsoran baik pada lereng hulu maupun lereng hilir embung tersebut, yang disebabkan kurangnya stabilitas kedua lereng itu. Karena stabilitas lereng merupakan hal yang sangat penting bagi tubuh embung secara keseluruhan, analisa stabilitas ini dilakukan dengan Metode Irisan Bidang Luncur Bundar dari Felinius dengan rumus sebagai berikut (*Suryono Sasrodarsono, 1989*):

$$F_s = \frac{\sum \{C.L + (N - U).Tan \phi\}}{\sum T} \dots\dots\dots(2-41)$$

$$F_s = \frac{\sum \{C.L + (N - U - N_e).Tan \phi\}}{\sum (T + T_e)} \dots\dots\dots(2-42)$$

Dengan :

- F_s = Faktor keamanan
- N = Beban komponen vertikal yang timbul dan berat setiap irisan bidang luncur ($\gamma A.cos \alpha$)
- T = Beban komponen tangensial yang timbul dan berat setiap bidang luncur ($\gamma A.cos \alpha$)
- U = Tekanan air pori yang bekerja pada setiap irisan bidang luncur
- N_e = Komponen vertical beban seisme yang bekerja pada setiap irisan bidang luncur ($e \gamma A.cos \alpha$)
- T_e = Komponen tangensial beban seismis yang bekerja pada setiap irisan bidang luncur ($e \gamma A.cos \alpha$)

- ϕ = Sudut gesekan dalam bahan yang membentuk dasar setiap irisan bidang lurus.
- C = Angka kohesi bahan yang membentuk setiap irisan bidang lurus
- L = Lebar dan setiap irisan bidang lurus
- e = Intensitas seismis horizontal
- γ = Berat isi dan setiap bahan pembentuk irisan bidang lurus
- A = Luas dari setiap bahan pembentuk irisan bidang lurus
- α = Sudut kemiringan rata-rata dasar setiap irisan bidang lurus
- V = Tekanan Pori

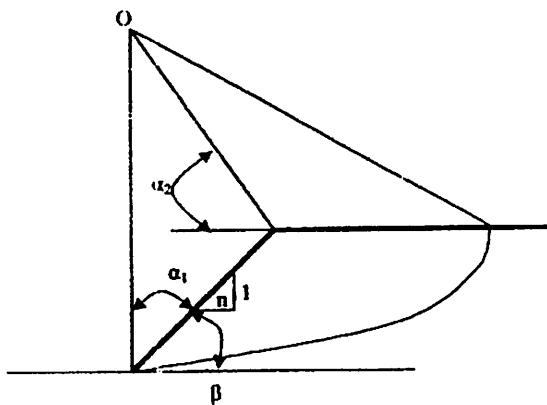
Sebenarnya dalam perhitungan stabilitas lereng embung harus ditinjau dari berbagai titik koordinat lingkaran bidang longsor, sehingga dapat diperoleh faktor keamanan yang minimum, dimana titik koordinat ini merupakan titik pusat lingkaran bidang longsor yang paling kritis.

Dalam studi ini hanya ditinjau pada titik koordinat lingkaran bidang longsor yang dianggap paling kritis. Titik pusat tersebut dapat diperkirakan dengan menggunakan konstruksi Fellenius berikut ini.

Tabel 2.7
Harga α_1 dan α_2 Untuk menentukan titik pusat longsoran kritis
Cara Fellenius

Kemiringan lereng	β ($^\circ$)	α_1 ($^\circ$)	α_2 ($^\circ$)
1:1.0	45	28	37
1:1.5	33.68	26	35
1: 2.0	26.57	25	35
1:3.0	18.43	25	35
1:5.0	11.32	25	37

Sumber : Mekanika Tanah, Braja M-Das, Jilid 2



Gambar 2.4 kelongsoran lereng

Konstruksi Fellenius:

- Berdasarkan kemiringan lereng yang telah ditentukan, dapat diperoleh α_1 dan α_2 dengan menggunakan tabel.
- Dan kedua sudut tersebut ditarik garis pertemuan dititik 0
- Dan titik 0 ditarik garis tegak lurus ke dasar bangunan, setelah itu dibuat bidang luncur dan lereng tersebut.

- d. Setelah itu bidang luncur dibagi menjadi beberapa bagian bidang irisan vertikal dan walaupun bukan persyaratan yang mutlak, biasanya setiap irisan lebarnya dibuat sama.
- e. Gaya-gaya yang bekerja pada setiap insan bidang luncur dapat digambarkan sebagai berikut:
1. Berat irisan (W), dihitung berdasarkan hasil perkalian antara luas irisan (A) dengan berat isi bahan pembentuk irisan (γ), jadi $W = A \cdot \gamma$
 2. Beban berat komponen vertikal yang bekerja pada dasar irisan bidang (N) dapat diperoleh dan hasil perkalian antara berat irisan (W) dengan cosinus sudut rata-rata tumpuan [α] pada dasar irisan yang bersangkutan, jadi $N = W \cdot \cos \alpha$
 3. Beban berat komponen Tangensial (T), diperoleh dan hasil perkalian antara berat irisan (W) dengan sinus sudut rata-rata tumpuan pada dasar irisan yang bersangkutan, jadi $T = W \cdot \sin \alpha$

2.11. Kontrol Stabilitas

Kontrol stabilitas terhadap guling ditentukan dengan rumus:

$$F_s = \left(\frac{\sum M_v}{\sum M_H} \right) \dots \dots \dots (2-43)$$

$F_s \geq 1,5$ Untuk kondisi normal

$F_s \geq 1,2$ Untuk kondisi gempa

Dengan:

F_s = Faktor keamanan

$\sum M_V$ = Momen vertikal semua gaya terhadap titik guling

$\sum M_H$ = Momen horizontal semua gaya terhadap titik guling

2.12. Kondisi Pembebanan

Stabilitas lereng tebing daerah genangan ditinjau dan beberapa kondisi yaitu:

1. Pada saat embung kosong ditinjau pada kondisi normal dan gempa dengan intensitas gempa horizontal.
2. Pada saat embung terisi penuh ditinjau pada saat kondisi normal dan gempa dengan intensitas gempa horizontal.
3. Pada saat terjadi penurunan tiba-tiba ditinjau pada kondisi normal dan gempa dengan intensitas gempa horizontal.

- Penentuan Panjang efektif pelimpah

Panjang efektif pelimpah (L_e) dapat ditentukan dengan persamaan:

$$L_{eff} = L - 2(nK_p + K_a) H_1 \dots \dots \dots (2-44)$$

Dengan ;

L_{eff} = panjang efektif pelimpah

L = panjang pelimpah sesungguhnya

n = jumlah pilar diatas mercu

K_p = koefisien kontraksi pilar

K_a = koefisien kontraksi pada dinding samping

H_1 = tinggi tekanan total di atas mercu pelimpah

- Kecepatan awal pada saluran pengarah

$$V_a = \frac{q}{(H + H_o)} = \frac{Q/L}{(H + H_o)} \dots \dots \dots (2-45)$$

- Kehilangan tinggi tekanan pada saat memasuki saluran pengarah

$$H_a = \frac{V_a^2}{2.g} \dots \dots \dots (2-46)$$

- Bentuk lengkung bagian hulu

Bentuk lengkung mercu direncanakan dengan memakai lengkung tipe Ogge dan muka bagian hulu vertikal. Dengan mengetahui harga h_a/h_o dapat diketahui harga X_c, Y_c, R_1, R_2 yang menentukan dimensi mercu pelimpah.

- Bentuk lengkung bagian hilir

Lengkung hilir pelimpah memenuhi persamaan :

$$\frac{Y}{H_o} = -k \cdot \left[\frac{X}{H_o} \right]^n \dots \dots \dots (2-47)$$

- Koordinat titik singgung

$$\frac{dy}{dx} = -k \cdot Ho \cdot n \cdot \frac{X^{n-1}}{Ho^n} \dots\dots\dots(2-48)$$

Maka diperoleh koordinat titik x dan y

2.13. Perencanaan Saluran Transisi

Saluran transisi direncanakan agar debit banjir rencana yang akan disalurkan tidak menimbulkan air terhenti (*back water*) di bagian hilir saluran dan memberikan kondisi yang paling menguntungkan (*Suyono Sosrodarsono, 1989:203*)

Untuk menjaga agar dari saluran transisi yang akan mengalir ke saluran peluncur dalam kondisi hidrolis yang baik, maka pada hilir saluran transisi direncanakan terjadi aliran kritis. Dalam perhitungan saluran transisi digunakan rumus (*Ven Te (n-how. 1992:36)*):

$$Z_1 - Y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \frac{V_2^2}{2g} \dots\dots\dots(2-49)$$

Dengan :

Z = ketinggian dasar saluran (m)

Y = kedalaman air (m)

V_1 = kecepatan aliran masuk ke dalam saluran transisi (m/dt)

V_2 = kecepatan kritis pada ujung hilir saluran transisi (m/dt)

g = percepatan grafitasi

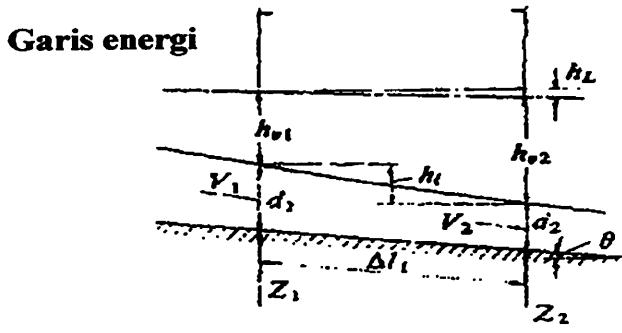
2.13.1 Perencanaan Saluran Peluncur

Dalam merencanakan saluran peluncur (*flood way*) harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Agar air yang melimpah dan saluran pengatur mengalir dengan lancar tanpa hambatan-hambatan hidrolis

- 2. Agar konstruksi saluran peluncur cukup kukuh dan stabil dalam menampung semua beban yang timbul.
- 3. Agar biaya konstruksinya seekonomis mungkin, dengan dimensi saluran peluncur yang relatif kecil, namun aliran tetap

Rencana teknis saluran didasarkan pada perhitungan hidrolika :



Gambar 2.5 Penampang Memanjang Aliran Saluran Peluncur

Dari gambar di atas diperoleh persamaan garis energi (Suyono Sosrodarsono, 1989:207) sebagai berikut :

$$z_1 + d_1 + h_{v1} = z_2 + h_{v2} + h_f \dots \dots \dots (2-50)$$

dengan :

z = elevasi dasar

d = kedalaman air pada bidang tersebut

h_v = tinggi tekanan pada bidang tersebut

h_L = kehilangan tinggi tekanan yang terjadi di antara kedua bidang

Perencanaan saluran peluncur dengan rumus Bernoulli sebagai berikut:

$$S_o \cdot \Delta L + d_1 + \frac{V_1^2}{2g} = S_f \cdot \Delta L + d_2 + \frac{V_2^2}{2g} \dots \dots \dots (2-51)$$

Dengan :

S_0 = kemiringan dasar saluran peluncur

Al = jarak horizontal antara bidang 1 dan bidang 2

d_1 = kedalaman air di titik 1

d_2 = kedalaman air di titik 2

V_1 = kecepatan aliran di titik 1

V_2 = kecepatan aliran di titik 2

g = percepatan gravitasi

S_f = kemiringan garis energi di titik 2

2.13.2. Perencanaan Peredam Energi

Sebelum aliran air yang melintasi bangunan pelimpah dikembalikan ke sungai, maka aliran dengan kecepatan tinggi dalam kondisi kritis tersebut harus dilambatkan dan kondisi aliran yang sangat kuat timbul dalam aliran tersebut harus direduksi hingga dapat mencapai tingkat yang normal kembali, sehingga aliran itu dapat dikembalikan ke sungai tanpa membahayakan kestabilan alur sungai yang bersangkutan. Untuk mereduksi energi tersebut maka diujung hilir dibangun peredam energi.

Pada perencanaan ini digunakan peredam energi jenis kolam olakan. Adapun peredam energi jenis kolam olakan datar itu sendiri mempunyai empat macam tipe yang dibedakan oleh rezim hidrolika alirannya dan kondisi

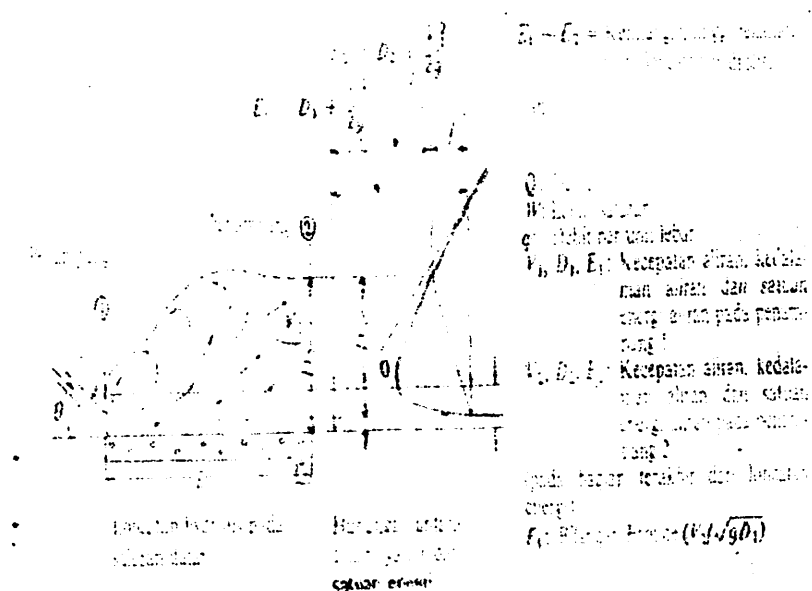
kontruksinya (*Suyono Sosrodarsono, 1989:216*) yaitu :

1. Kolam olakan datar tipe 1

Pada kolam olakan datar tipe 1 terjadinya peredam energi yang terkandung dalam aliran air dengan benturan secara langsung aliran tersebut ke atas permukaan

kolam. Benturan secara langsung aliran tersebut menghasilkan peredam energi yang cukup tinggi.

Tipe I ini hanya sesuai untuk mengalirkan debit yang relatif kecil dengan kapasitas peredam yang kecil pula serta untuk kondisi yang tidak memungkinkan pembuatan perlengkapan-perlengkapan lainnya untuk penyempurnaan peredam.

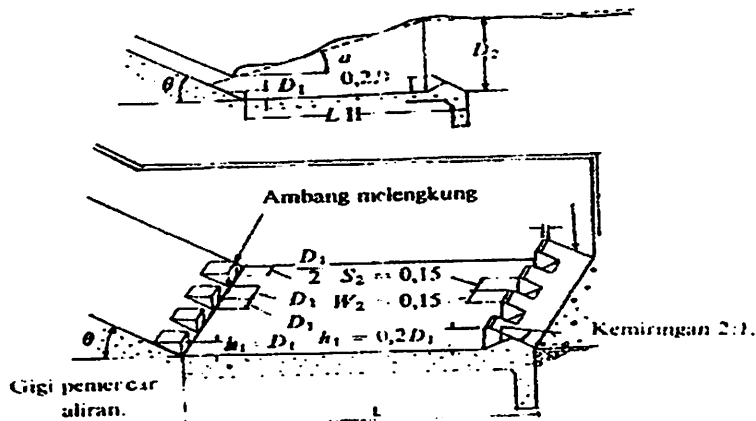


Gbr 2.6 Bentuk kolam olakan datar tipe I

2. Kolam olakan datar tipe II

Terjadinya peredam energi yang terkandung di dalam aliran adalah akibat gesekan antara molekul-molekul air di dalam kolam dan dibantu oleh perlengkapan-perlengkapan yang dibuat berupa gigi-gigi pemencar aliran dipinggir udik dasar kolam dan ambang bergerigi di pinggir hilirnya. Kolam olakan tipe ini cocok untuk aliran dengan tekanan hidrostatik yang tinggi dan dengan debit yang besar ($q > 45 \text{ m}^3/\text{dt}$, tekanan hidrostatik $> 60\text{m}$ dan bilangan Froude $> 4,5$)

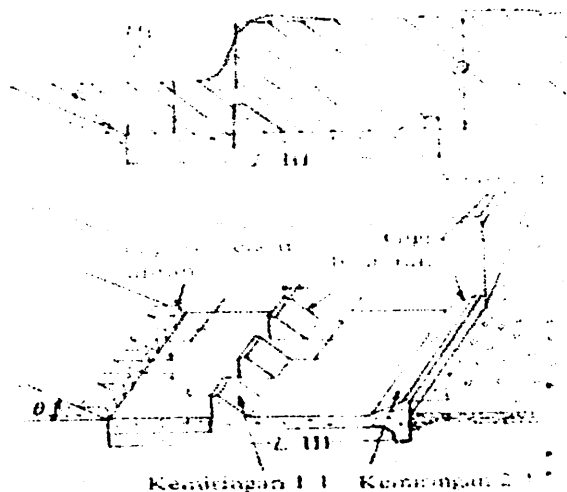
Penampang memanjang lorotan hidrolis.



Gbr 2.7 Bentuk kolam olakan datar tipe II

3. Kolam olakan datar tipe III

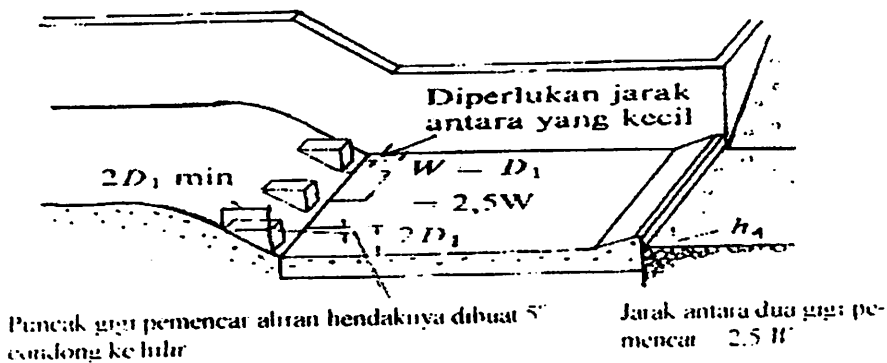
Prinsip kerja kolam olakan ini mirip dengan kolam olakan tipe II namun lebih sesuai untuk mengalirkan air dengan tekanan hidrostatik yang rendah dan debit yang agak kecil ($q < 18,5 \text{ m}^3/\text{dt}$, $F < 18 \text{ m}/\text{dt}$ dan bilangan Froude $> 4,5$). Untuk mengurangi panjang kolam olakan, dibuat gigi pemencar aliran di tepi udik dasar kolam dan gigi penghadang aliran (gigi benturan) pada dasar kolam olakan. Tipe ini biasanya digunakan untuk bangunan pelimpah pada bendungan urugan yang rendah.



Gbr 2.8 Bentuk kolam olakan datar tipe III

4. Kolam olakan datar tipe IV

Sistem kerja kolam olakan tipe ini sama dengan sistem kerja kolam olakan tipe III, tetapi penggunaannya lebih sesuai untuk aliran dengan tekanan hidrostatik yang rendah dan debit yang besar, yaitu untuk aliran dalam kondisi super kritis dengan bilangan froude antara 2,5 s/d 4,5.



Gbr 2.9 Bentuk kolam olakan datar tipe IV

Pemilihan tipe peredam energi jenis kolam olakan datar disesuaikan dengan besarnya bilangan Froude. Rumus-rumus yang di gunakan diantaranya .

a. Kedalaman air.

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8F_1^2} - 1 \right) \dots\dots\dots(2-52)$$

b. Bilangan Froude (Suyono Sosrodarsono, 1989:220)

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L_l}} \dots\dots\dots(2.53)$$

Dengan :

Fr = angka Froude

V = kecepatan arahan air (m/dt)

g = gaya grafitasi

L_l = panjang loncatan

BAB III

ANALISA DEBIT BANJIR RENCANA

3.1 Curah Hujan Rerata

Data curah hujan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah dari stasiun hujan Sumber Pandan dan Paingan dengan periode pengamatan dari tahun 1998 sampai 2007. Adapun data curah hujan harian maksimum dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1

Data Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Tanggal/Bulan	Curah Hujan	
		Stasiun	Stasiun
		Sumber Pandan (mm)	Paingan (mm)
1998	24-september	227	35
	07-januari	31	81
1999	08-januari	144	8
	05-desember	60	60
2000	16-april	156	0
	01-mei	7	144
2001	12-maret	126	81
	12-maret	126	81
2002	09-pebruari	99	11
	17-april	91	75
2003	18-november	99	27
	01-pebruari	41	100
2004	22-november	98	14
	03-desember	46	191
2005	25-januari	89	0
	19-januari	30	172
2006	04-januari	89	63
	19-desember	0	118
2007	25-desember	69	10
	20-januari	0	156

Sumber: Dinas Pengairan kabupaten Tulungagung

Perhitungan curah hujan rata-rata harian maksimum dengan rumus rata-rata aljabar hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut ini :

Tabel 3.2
Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum

No	Stasiun Sumber pandan (mm)	Stasiun Paingan (mm)	Rata-rata (mm)	Rata-rata maks (Xi) (mm)
1	227	35	131	131
	31	81	56	
2	144	8	76	76
	60	60	60	
3	156	0	78	75.5
	7	144	75.5	
4	126	81	103.5	103.5
	126	81	103.5	
5	99	11	55	83
	91	75	83	
6	99	27	63	70.5
	41	100	70.5	
7	98	14	56	118.5
	46	191	118.5	
8	89	0	44.5	101
	30	172	101	
9	89	63	76	76
	0	118	59	
10	69	10	39.5	78
	0	156	78	

Sumber: Hasil Perhitungan

3.1.1 Pemilihan Distribusi Frekuensi

Untuk menentukan jenis distribusi frekuensi yang sesuai dalam mendapatkan curah hujan rencana yang berdasarkan pada nilai koefisien Asimetris (C_s), koefisien Variasi (C_v), dan koefisien Distribusi Gumbel dipakai jika $C_s = 1,14$ dan $C_k = 5,40$ untuk Log Normal $C_s = 0$ dan $C_k = 3$, sedangkan Log Pearson Type III nilai C_s dan C_k tidak ditentukan.

Tabel 3.3

Harga C_s dan C_k untuk Curah Hujan Harian Maksimum

NO	TAHUN	X_i	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
1	1998	131	39,7	1576,09	62570,773	2484059,688
2	1999	76	-15,3	234,09	-3581,577	54798,1281
3	2000	75,5	-15,8	249,64	-3944,312	62320,1296
4	2001	103,5	12,2	148,84	1815,848	22153,3456
5	2002	83	-8,3	68,89	571,787	4745,8321
6	2003	70,5	-20,8	432,64	-8998,912	187177,3696
7	2004	118,5	27,2	739,84	20123,648	547363,2256
8	2005	101	9,7	94,09	912,673	8852,9281
9	2006	76	-15,3	234,09	-3581,577	54798,1281
10	2007	78	-13,3	176,89	-2352,637	31290,0721
		91,3	0,000	3955,1	63535,705	3457558,847

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk menentukan distribusi yang sesuai, terlebih dahulu dilakukan perhitungan harga C_s dan C_k seperti pada tabel 3.4.

$$X = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{913}{10} = 91,3$$

Dari tabel 3.4 didapat harga :

1. Standart Deviasi

$$(S) = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X)^2}{n}}$$

$$(S) = \sqrt{\frac{3955,1}{10}} = 19,887$$

2. Koefisien Asimetris

$$C_s = \frac{n \sum(X_i - X)^3}{(n-1)(n-2) \cdot S^3}$$

$$C_s = \frac{10 \cdot (63535,705)}{9 \cdot 8 \cdot (19,887)^3}$$

$$= 1,121$$

3. Persamaan Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2 \sum(X_i - X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot S^4}$$

$$C_k = \frac{10^2 \cdot 3457558,847}{9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot (19,887)^4} = 4,385$$

Dari harga $C_s = 1,121$ dan $C_k = 4,385$ maka dipilih distribusi frekuensi

Log Pearson Tipe III, karena nilai C_s dan C_k tidak ditentukan.

3.2 Curah Hujan Rencana Dengan Metode Log Pearson Tipe III

Curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan yang terjadi. Metode perhitungan yang dipergunakan dalam perencanaan ini adalah metode Log Pearson Tipe III.

Dari data curah hujan rata-rata harian maksimum yang ada, maka curah hujan rencana dihitung dengan menggunakan metode Log Pearson Tipe III dengan tahap-tahap sebagai berikut:

Tabel 3.4
Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum

No	Tahun	Xi (mm)
1	1998	131
2	1999	76
3	2000	78
4	2001	103.5
5	2002	83
6	2003	70.5
7	2004	118.5
8	2005	101
9	2006	76
10	2007	78

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 3.5
Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Metode Log Pearson Tipe III

No	Xi (mm)	Log Xi	(LogXi-LogX)	(LogXi-LogX) ²	(LogXi-LogX) ³
1	131	2,117	0,162	0.026244	0.004252
2	76	1,880	-0,074	0.005476	-0.000405
3	78	1,893	-0,061	0.003721	-0.000227
4	103.5	2,014	0,059	0.003481	0.000205
5	83	1,919	-0,036	0.001296	-0.000047
6	70.5	1,848	-0,107	0.011449	-0.001225
7	118.5	2,073	0,118	0.013924	0.001643
8	101	2,004	0,049	0.002401	0.000118
9	76	1,880	-0,074	0.005476	-0.000405
10	78	1,893	-0,061	0.003721	-0.000227
	Jumlah	19,548		0.077189	0.003682

Sumber : Hasil Perhitungan

1. Menghitung rata-rata logaritma

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

$$\log \bar{X} = \frac{19,548}{10} = 1,954$$

2. Menghitung nilai simpangan baku

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

$$S = \sqrt{\frac{0.077189}{10-1}} = 0.0926$$

3. Menghitung koefisien kepeccengan (Cs)

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S^3}$$

$$Cs = \frac{0,003682}{(10-1) \cdot (10-2) \cdot 0,0926^3} = 0,064$$

4. Menghitung curah hujan rencana kala ulang 10 tahun

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + G \cdot S$$

$$\text{Log } X_T = 1,954 + (G \cdot 0,0926)$$

Harga G dapat diperoleh dengan cara interpolasi pada tabel faktor frekuensi G untuk distribusi Log Pearson Type III koefisien asimetris Cs positif, yaitu :

Untuk kala ulang 10 tahun :

$$C_{s0} : 0 \quad G_0 = 1,282$$

$$C_{s1} : 0,1 \quad G_1 = 1,292$$

$$G = 1,282 + \left(\frac{0,064 - 0}{0,1 - 0} \right) \times (1,292 - 1,282)$$

$$G = 1,288$$

$$\text{Log } X_T = 1,954 + (1,288 \cdot 0,0926)$$

$$= 2,073$$

$$X_T = 118,3 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan selanjutnya disajikan pada tabel 3.5 sebagai berikut :

Tabel 3.6

Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Metode Log Pearson Type III

Tr (th)	Pt (%)	G	G x S	Log (X _T)	X _T (mm)
5	20	0,844	0,078	2,032	107,647
10	10	1,288	0,119	2,073	118,304
25	4	1,773	0,164	2,118	131,219
50	2	2,101	0,195	2,149	140,929
100	1	2,373	0,220	2,174	149,279

Sumber: Hasil Perhitungan

3.2.1. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Dengan Metode Smirnov Kolmogorov

Pemeriksaan uji distribusi ini dimaksudkan untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesa dari distribusi frekuensi yang dipakai. Hipotesa adalah perumusan sementara untuk mengarahkan penyelidikan selanjutnya.

Hipotesa $H_0 : \sigma_e = \sigma_t$; $H_1 : \sigma_e \neq \sigma_t$

Dimana : H_0 = Hipotesa 0

H_1 = Hipotesa 1

σ_e = Variant distribusi empiris

σ_t = variant distribusi teoritis

Sebelum diadakan pemeriksaan terlebih dahulu harus diadakan plotting data dari hasil pengamatan pada kertas probabilitas dan garis durasi yang sesuai.

Plotting data dan garis durasi pada kertas probabilitas dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Data curah hujan rata-rata harian maksimum pada Tabel 3.3, disusun dari besar ke kecil.
2. Mengetahui probabilitas, dimana dari data curah hujan rata-rata harian maksimum pada tabel 3.3 diketahui :

Contoh :

Diketahui :

$$m = 1$$

$$n = 10$$

Maka :

$$P_e = \frac{100.m}{n+1}$$

$$pe = \frac{100.1}{10+1} = 9,091\%$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada table 3.6

3. Selanjutnya dilakukan plotting antara data hujan rata-rata harian maksimum (X_i) dengan probabilitas (P) dan penggambarannya pada kertas probabilitas dapat dilihat pada Gambar 3.1.
4. Gambar garis durasi pada kertas probabilitas dengan :

$$P = 99\%$$

$$G = -2,299$$

$$X_T = 55,081$$

$$P = 80\%$$

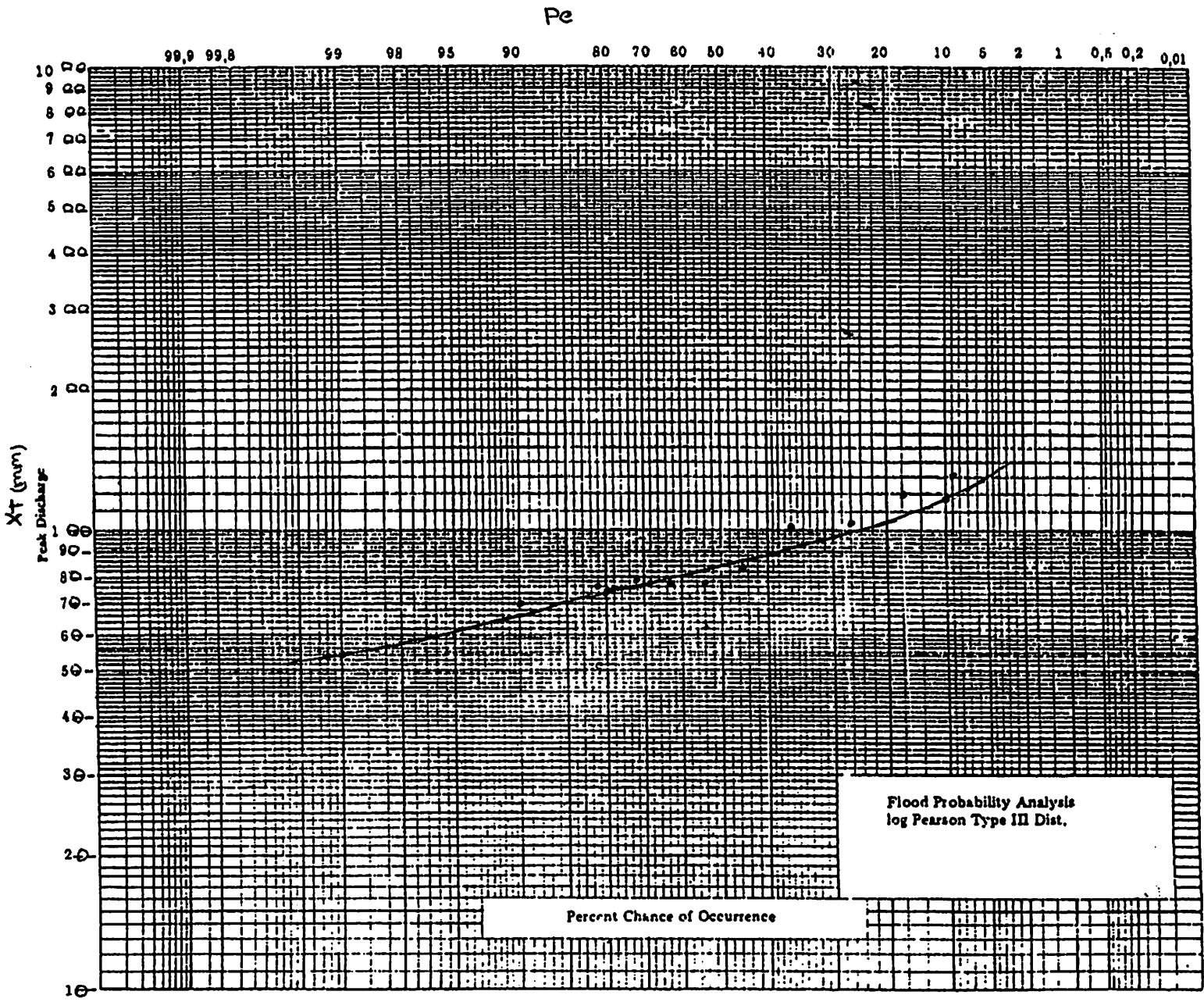
$$G = -0,843$$

$$X_T = 75,162$$

$$P = 10\%$$

$$G = 1,288$$

$$X_T = 118,304$$



Kertas Peluang Distribusi Log Pearson tipe III.
 Gambar 3.1

Tabel 3.7
Pengujian Distribusi Frekuensi Log Pearson Tipe III
Dengan Smirnof Kolmogorov

No	X_i (mm)	Pe (%)	Pt (%)	Pe-Pt (%)
1	131	9,091	5	4,091
2	118,5	18,182	9	9,182
3	103,5	27,273	22	5,273
4	101	36,364	27	9,364
5	83	45,455	46	0,545
6	78	54,545	68	13,455
7	78	63,636	68	4,364
8	76	72,727	70	2,727
9	76	81,818	74	7,818
10	70,5	90,909	85	5,909

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel 3.6 diketahui bahwa :

Delta P mak (%) = 13,455%

Sedangkan dari tabel Nilai Kritis Untuk Uji Smirnov Kolmogorov, diketahui bahwa :

Derajat signifikansi (α) = 5%

Banyak Data (n) = 10

Delta Kritis (Tbl:2.2) = 41%

Dari hasil pengujian Delta P Mak (13,455 %) < Delta Kritis (41 %) maka hipotesa dapat diterima.

3.2.2 Uji Chi Kuadrat

Uji ini ditetapkan untuk menguji simpangan dalam arah vertical, tahapan uji Chi Kuadrat adalah sebagai berikut:

1. Hitung frekuensi yang diharapkan (x^e) dan frekuensi nilai diamati (x^t) dari data curah hujan.
2. Mencari perbedaan besarnya nilai frekuensi dari setiap harga yang didapatkan merupakan harga mutlak ($x^e - x^t$).
3. Mengitung selisih harga dari ($x^e - x^t$) dibagi dengan x^e , kemudian menjumlahkan dari setiap titik (x^2_{hitung}).
4. Mencari harga x^2_{cr} dari tabel harga Chi Kuadrat dengan $\alpha = 5\%$
5. Membandingkan besarnya x^2_{hitung} dengan x^2_{cr} dari tabel nilai delta kritis untuk Uji Chi Kuadrat, apabila $x^2_{cr} > x^2_{hitung}$ maka analisa distribusi curah hujan pengamatan sesuai dengan model teoristis.

- Pengujian Chi Kuadrat

1. Penentuan Jumlah Kelas

$$\begin{aligned}
 K &= 1 + 3,322 \log n \\
 &= 1 + 3,322 \log (10) \\
 &= 1 + 3,322 \\
 &= 4,322 \sim 4
 \end{aligned}$$

2. Penentuan range atau jumlah kelas

$$\begin{aligned}
 R &= \text{nilai data terbesar} - \text{nilai data terkecil} \\
 &= 131 - 70,5 \\
 &= 60,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3. Penentuan interval kelas

$$I = \frac{R}{k}$$

$$= \frac{60,5}{4}$$

$$= 15,125$$

4. Pembagian Interval

P1 = Nilai data terkecil + interval kelas

$$= 70,5 + 15,125$$

$$= 85,625 \text{ mm}$$

P2 = 85,625 + 15,125

$$= 100,75 \text{ mm}$$

P3 = 100,75 + 15,125

$$= 115,875 \text{ mm}$$

P4 = 115,875 + 15,125

$$= 131 \text{ mm}$$

Tabel 3.8

Uji Chi – Kuadrat

Interval (P)	O _i	E _i	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ²
P < 85,625	6	2,5	3,5	12,25
85,625 < P < 100,75	0	2,5	-2,5	6,25
100,75 < P < 115,875	2	2,5	-0,5	0,25
115,875 < P < 131	2	2,5	-0,5	0,25
Jumlah	10	10		19

Sumber: hasil perhitungan

5. Menentukan E_i (sebaran)

$$\begin{aligned} E_i &= \frac{n}{k} \\ &= \frac{10}{4} \\ &= 2,5 \end{aligned}$$

6. Mencari derajat kebebasan

$$\begin{aligned} D_k &= k - (p + 1) \\ &= 4 - (2 + 1) \\ &= 1 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan derajat kepercayaan (α) = 5% dan nilai $D_k = 1$ sehingga berdasarkan tabel nilai kritis untuk distribusi Chi-kuadrat diperoleh nilai derajat kepercayaan sebesar 3,841.

7. Uji kecocokan

Untuk derajat kebebasan (α) = 5%

= X^2 hitungan < X^2 tabel

$$= \frac{\sum (O_i - E_i)^2}{E_i} < 3,841$$

$$= \frac{19}{10} < 3,841$$

$$= 1,9 < 3,841$$

Jadi, dari hasil pengujian Chi-kuadrat, maka persamaan log pearson tipe III yang digunakan.

3.3. Distribusi Hujan Jam-Jaman

Perhitungan distribusi hujan jam-jaman menggunakan rumus

Mononobe menggunakan persamaan 2 – 12:

$$T = 1 \text{ jam} \quad \rightarrow \quad R_{t1} \quad = \frac{R_{24}}{5} \left(\frac{5}{1} \right)^{2/3} = 0,585 R_{24}$$

$$T = 2 \text{ jam} \quad \rightarrow \quad R_{t1} \quad = \frac{R_{24}}{5} \left(\frac{5}{2} \right)^{2/3} = 0,368 R_{24}$$

$$\begin{aligned} R_{T1} &= R_t - (t-1) \cdot R_{(t-1)} \\ &= 1 \cdot 0,585 R_{24} - (1-1) \cdot R_{0(1-1)} = 0,585 \cdot R_{24} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{T1} &= R_t - (t-1) \cdot R_{(t-1)} \\ &= 2 \cdot 0,368 R_{24} - (2-1) \cdot 0,585 = 0,151 \cdot R_{24} \end{aligned}$$

$R_{24} = 100\%$ maka $R_1 = 58,5\%$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 3.7

Tabel 3.9
Distribusi Hujan Jam-Jaman

Jam ke	1	2	3	4	5
Rasio (%)	58,5	15,1	10,7	8,5	7,2

Sumber: Hasil Perhitungan

3.4. Perhitungan Hujan Netto

Berdasarkan hasil perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Log Pearson Tipe III pada tabel 3.5 dan perhitungan distribusi hujan jam-jaman pada tabel 3.7 maka hujan netto dapat dihitung sebagai berikut :

Untuk kala ulang 10 tahun :

Nilai C diperoleh dari rumus :

$$C = \frac{(C_1 \times A_1) + (C_2 \times A_2) + (C_3 \times A_3)}{\sum A}$$

$$= \frac{(0,35 \times 4,5) + (0,55 \times 2,5) + (0,30 \times 3,2)}{10,20}$$

$$= 0,38$$

$$R_n = C \times R$$

$$R_n = 0,38 \times 118,304$$

$$= 44,96 \text{ mm}$$

Perhitungan selanjutnya disajikan pada tabel 3.8

Tabel 3.10

Intensitas Curah Hujan dan Hasil Perhitungan Hujan Netto

Waktu (jam)	Rasio (%)	Hujan jam-jaman (mm/hari)				
		R _{5Th}	R _{10Th}	R _{25Th}	R _{50Th}	R _{100Th}
1	58,5	23,932	26,301	29,167	31,326	33,181
2	15,1	6,177	6,788	7,528	8,086	8,564
3	10,7	4,377	4,810	5,335	5,729	6,069
4	8,5	3,477	3,821	4,238	4,551	4,821
5	7,2	2,945	3,237	3,589	3,855	4,083
	100					
Hujan rencana (mm)		107,647	118,304	131,219	140,929	149,279
Koefisien pengaliran		0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Hujan netto (mm)		40,91	44,96	49,86	53,55	56,72

Sumber: Hasil Perhitungan

3.5. Hidrograf Satuan

Pada studi ini dalam menentukan hidrograf banjir rencana menggunakan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu, dengan data-data sebagai berikut :

$$\text{Luas DPS} \quad (A) = 10,20 \text{Km}^2$$

$$\text{Panjang Sungai} \quad (L) = 3,13 \text{ Km}$$

- Menentukan T_g (*Time Log*)

Berdasarkan data yang ada diketahui panjang sungai Blendis adalah 3,13 km. sehingga T_g dapat dihitung.

Untuk $L < 15 \text{ km}$

$$\begin{aligned} T_g &= 0,21 \underline{L}^{0,70} \\ &= 0,21 \times 3,13^{0,70} = 0,467 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Menghitung T_p (*time to peak*)

$$t_r \text{ (waktu hujan)} = 0,5 \text{ jam}$$

$$t_r = 0,5 \text{ sampai } t_g, \text{ diambil} = 0,5 \text{ jam}$$

$$T_p = t_g + 0,8 T_r$$

$$T_p = 0,467 + 0,8 \times 0,5$$

$$= 0,867 \text{ jam} \sim 1 \text{ jm}$$

- Menghitung parameter α

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{0,47 \cdot (AL)^{0,25}}{t_g} \\ &= \frac{0,47 \cdot (10,20 \times 3,13)^{0,25}}{0,467} = 2,392 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Menghitung $T_{0,3}$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot T_g$$

$$= 2,392 \times 0,467 = 1,117 \text{ jam}$$

- Menghitung debit puncak banjir (Q_p)

$$Q_p = \frac{A.R_o}{3,6.(0,3T_p + T_{0,3})} \quad \text{dimana } R_o \text{ diambil } 1 \text{ mm maka}$$

$$= \frac{10,20 \times 1}{3,6.(0,3 \cdot 1,0 + 1,117)} = 0,759 \text{ m}^3/\text{dt}$$

- Menghitung persamaan hidrograf satuan sebagai berikut :

Pada kurva naik dengan interval $0 \leq t < T_p$

- $0 \leq t < T_p$ $\rightarrow 0 \leq t < 1$

$$\begin{aligned} Q_t &= Q_p \cdot \left[\frac{t}{T_p} \right]^{2,4} \\ &= 0,759 \cdot \left[\frac{t}{1} \right]^{2,4} \end{aligned}$$

Untuk kurva turun

- $T_p \leq t < (T_p + T_{0,3})$ $\rightarrow 1 \leq t < 2,117$

$$\begin{aligned} Q_t &= Q_p \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t - T_p}{T_{0,3}} \right) \\ &= 0,759 \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t - 1}{1,117} \right) \end{aligned}$$

- $(T_p + T_{0,3}) \leq t < (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$ $\rightarrow 2,117 \leq t < 3,793$

$$Q_t = Q_p \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t - T_p + 0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}} \right)$$

$$= 0,759 \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t - 0,442}{1,676} \right)$$

$$\bullet \quad t \geq (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$$

$$\rightarrow t \geq 3,793$$

$$Q_t = Q_p \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t - T_p + 1,5 T_{0,3}}{2 T_{0,3}} \right)$$

$$= 0,759 \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t + 0,676}{2,234} \right)$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 3.9

Tabel 3.11
Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

T (jam)	UH (m ³ /dt/mm)	Keterangan
0	0.000000	$Q_t = 0,759 \cdot \left[\frac{t}{1} \right]^{2,4}$
1	0.759000	$Q_t = 0,759 \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t-1}{1,117} \right)$
2	0.258304	
3	0.120836	$Q_t = 0,759 \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t-0,442}{1,676} \right)$
4	0.061066	$Q_t = 0,759 \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t+0,676}{2,234} \right)$
5	0.035624	
6	0.020782	
7	0.012124	
8	0.007073	
9	0.004126	
10	0.002407	
11	0.001404	
12	0.000819	
13	0.000478	
14	0.000279	
15	0.000163	
16	0.000095	
17	0.000055	
18	0.000032	
19	0.000019	
20	0.000011	
21	0.000006	
22	0.000004	
23	0.000002	
24	0.000001	

Sumber: Hasil Perhitungan

3.6 Hidrograf Banjir Rencana

Selanjutnya dilakukan perhitungan banjir rencana yang disajikan dalam Tabel 3.10 s/d Tabel 3.14, sedangkan hidrograf banjir rencana untuk berbagai macam kala ulang disajikan pada Tabel 3.15 dan gambar 3.2.

Tabel 3.12
Hidrograf Banjir Rencana Kala Ulang 5 Tahun

T (jam)	Unit Hidrograf (m ³ /dt/mm)	Distribusi Curah Hujan Jam – jaman (mm)					Base Flow (m ³ /dt)	Debit Banjir (m ³ /dt)
		23.932	6.177	4.377	3.477	2.945		
0	0.000000	0					3.000	3.000000
1	0.759000	18.16438	0				3.000	21.92338
2	0.258304	6.181731	4.688343	0			3.000	14.12837
3	0.120836	2.891847	1.595544	3.322143	0		3.000	10.93037
4	0.061066	1.461432	0.746404	1.130597	2.639043	0	3.000	9.038541
5	0.035624	0.852554	0.377205	0.528899	0.898123	2.235255	3.000	7.927659
6	0.020782	0.497355	0.220049	0.267286	0.420147	0.760705	3.000	5.186324
7	0.012124	0.290152	0.128370	0.155926	0.212326	0.355862	3.000	4.154761
8	0.007073	0.169271	0.074890	0.090963	0.123865	0.179839	3.000	3.645901
9	0.004126	0.011932	0.043690	0.053067	0.072259	0.104913	3.000	3.289986
10	0.002407	0.057604	0.025486	0.030959	0.042155	0.061203	3.000	3.219814
11	0.001404	0.033601	0.014868	0.018060	0.024593	0.035705	3.000	3.128230
12	0.000819	0.019600	0.008673	0.010535	0.014346	0.020830	3.000	3.074803
13	0.000478	0.011439	0.005059	0.006145	0.008369	0.012151	3.000	3.043642
14	0.000279	0.006677	0.002953	0.003585	0.004882	0.007089	3.000	3.025464
15	0.000163	0.003901	0.001723	0.002092	0.002848	0.004135	3.000	3.014862
16	0.000095	0.002274	0.001007	0.001221	0.001662	0.002412	3.000	3.008671
17	0.000055	0.001316	0.000587	0.000713	0.000970	0.001408	3.000	3.005049
18	0.000032	0.000766	0.000340	0.000416	0.000567	0.000822	3.000	3.002942
19	0.000019	0.000455	0.000198	0.000241	0.000330	0.000480	3.000	3.001722
20	0.000011	0.000263	0.000117	0.000140	0.000191	0.000280	3.000	3.001003
21	0.000006	0.000144	0.000068	0.000083	0.000111	0.000162	3.000	3.000574
22	0.000004	0.000096	0.000037	0.000048	0.000066	0.000094	3.000	3.000345
23	0.000002	0.000048	0.000025	0.000026	0.000038	0.000056	3.000	3.000195
24	0.000001	0.000024	0.000012	0.000018	0.000021	0.000032	3.000	3.000108

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 3.13
Hidrograf Banjir Rencana Kala Ulang 10 Tahun

T (jam)	Unit Hidrograf (m ³ /dt/mm)	Distribusi Curah Hujan Jam – jaman (mm)					Base Flow (m ³ /dt)	Debit Banjir (m ³ /dt)
		26.301	6.788	4.810	3.821	3.237		
0	0.000000	0					3.000	3.000000
1	0.759000	19.96245	0				3.000	23.72145
2	0.258304	6.793654	5.152092	0			3.000	15.20405
3	0.120836	3.178108	1.753368	3.650790	0		3.000	11.70310
4	0.061066	1.606097	0.820235	1.242442	2.900139	0	3.000	9.629979
5	0.035624	0.936947	0.414516	0.581221	0.986980	2.456883	3.000	8.412171
6	0.020782	0.546587	0.241816	0.293727	0.461714	0.836130	3.000	5.400757
7	0.012124	0.318873	0.141068	0.171351	0.233333	0.391146	3.000	4.267896
8	0.007073	0.186027	0.082298	0.099961	0.136119	0.197671	3.000	3.709149
9	0.004126	0.013113	0.048012	0.058316	0.079408	0.115315	3.000	3.318290
10	0.002407	0.063307	0.028007	0.034021	0.046326	0.067271	3.000	3.241339
11	0.001404	0.036927	0.016339	0.019846	0.027026	0.039245	3.000	3.140787
12	0.000819	0.021541	0.009530	0.011578	0.015765	0.022895	3.000	3.082128
13	0.000478	0.012572	0.005559	0.006753	0.009197	0.013356	3.000	3.047915
14	0.000279	0.007338	0.003245	0.003939	0.005365	0.007791	3.000	3.027957
15	0.000163	0.004287	0.001894	0.002299	0.003129	0.004545	3.000	3.016317
16	0.000095	0.002499	0.001106	0.001342	0.001826	0.002651	3.000	3.009520
17	0.000055	0.001447	0.000645	0.000784	0.001066	0.001547	3.000	3.005544
18	0.000032	0.000842	0.000373	0.000457	0.000623	0.000903	3.000	3.003230
19	0.000019	0.000500	0.000217	0.000265	0.000363	0.000528	3.000	3.001891
20	0.000011	0.000289	0.000129	0.000154	0.000210	0.000308	3.000	3.001101
21	0.000006	0.000158	0.000075	0.000091	0.000122	0.000178	3.000	3.000630
22	0.000004	0.000105	0.000041	0.000053	0.000073	0.000104	3.000	3.000379
23	0.000002	0.000053	0.000027	0.000029	0.000042	0.000062	3.000	3.000214
24	0.000001	0.000026	0.000014	0.000019	0.000023	0.000036	3.000	3.000119

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 3.14
Hidrograf Banjir Rencana Kala Ulang 25 Tahun

T (jam)	Unit Hidrograf (m ³ /dt/mm)	Distribusi Curah Hujan Jam – jaman (mm)					Base Flow (m ³ /dt)	Debit Banjir (m ³ /dt)
		29.168	7.528	5.335	4.228	3.589		
0	0.000000	0					3.000	3.000000
1	0.759000	22.13851	0				3.000	25.89751
2	0.258304	7.534211	5.713752	0			3.000	16.50626
3	0.120836	3.524544	1.944513	4.049265	0		3.000	12.63915
4	0.061066	1.781173	0.909653	1.378052	3.209052	0	3.000	10.33899
5	0.035624	1.039081	0.459705	0.644660	1.092109	2.724051	3.000	8.995230
6	0.020782	0.606169	0.268177	0.325787	0.510895	0.927053	3.000	5.658864
7	0.012124	0.353633	0.156447	0.190054	0.258187	0.433680	3.000	4.404125
8	0.007073	0.206305	0.091269	0.110872	0.150618	0.219166	3.000	3.785304
9	0.004126	0.014542	0.053246	0.064682	0.087866	0.127855	3.000	3.352316
10	0.002407	0.070207	0.031061	0.037734	0.051260	0.074587	3.000	3.267256
11	0.001404	0.040952	0.018120	0.022012	0.029905	0.043513	3.000	3.155906
12	0.000819	0.023889	0.010569	0.012841	0.017445	0.025385	3.000	3.090948
13	0.000478	0.013942	0.006165	0.007490	0.010177	0.014808	3.000	3.053061
14	0.000279	0.008138	0.003598	0.004369	0.005936	0.008639	3.000	3.030959
15	0.000163	0.004754	0.002100	0.002550	0.003463	0.005039	3.000	3.018070
16	0.000095	0.002771	0.001227	0.001488	0.002021	0.002939	3.000	3.010542
17	0.000055	0.001604	0.000715	0.000870	0.001180	0.001716	3.000	3.006139
18	0.000032	0.000933	0.000414	0.000507	0.000689	0.001001	3.000	3.003577
19	0.000019	0.000554	0.000241	0.000293	0.000402	0.000585	3.000	3.002094
20	0.000011	0.000321	0.000143	0.000171	0.000233	0.000341	3.000	3.001219
21	0.000006	0.000175	0.000083	0.000101	0.000135	0.000197	3.000	3.000698
22	0.000004	0.000117	0.000045	0.000059	0.000080	0.000115	3.000	3.000420
23	0.000002	0.000058	0.000030	0.000032	0.000047	0.000068	3.000	3.000237
24	0.000001	0.000029	0.000015	0.000021	0.000025	0.000039	3.000	3.000131

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 3.15
Hidrograf Banjir Rencana Kala Ulang 50 Tahun

T (jam)	Unit Hidrograf (m ³ /dt/mm)	Distribusi curah Hujan Jam – jaman (mm)					Base Flow (m ³ /dt)	Debit Banjir (m ³ /dt)
		31.326	8.086	5.729	4.551	3.855		
0	0.000000	0					3.000	3.000000
1	0.759000	23.77643	0				3.000	27.535434
2	0.258304	8.091631	6.137274	0			3.000	17.487209
3	0.120836	3.785309	2.088646	4.348311	0		3.000	13.343102
4	0.061066	1.912954	0.977080	1.479824	3.454209	0	3.000	10.885132
5	0.035624	1.115957	0.493780	0.692269	1.175542	2.925945	3.000	9.439117
6	0.020782	0.651017	0.288056	0.349847	0.549925	0.995762	3.000	5.855388
7	0.012124	0.379796	0.168043	0.204090	0.277911	0.465823	3.000	4.507788
8	0.007073	0.221569	0.098035	0.119060	0.162125	0.235409	3.000	3.843271
9	0.004126	0.015618	0.057192	0.069458	0.094579	0.137331	3.000	3.378304
10	0.002407	0.075402	0.033363	0.040521	0.055176	0.080115	3.000	3.286984
11	0.001404	0.043982	0.019463	0.023638	0.032189	0.046738	3.000	3.167414
12	0.000819	0.025656	0.011353	0.013790	0.018777	0.027266	3.000	3.097661
13	0.000478	0.014974	0.006622	0.008044	0.010954	0.015906	3.000	3.056978
14	0.000279	0.008740	0.003865	0.004692	0.006390	0.009279	3.000	3.033245
15	0.000163	0.005106	0.002256	0.002738	0.003727	0.005412	3.000	3.019403
16	0.000095	0.002976	0.001318	0.001598	0.002175	0.003157	3.000	3.011320
17	0.000055	0.001723	0.000768	0.000934	0.001270	0.001843	3.000	3.006592
18	0.000032	0.001002	0.000445	0.000544	0.000742	0.001076	3.000	3.003841
19	0.000019	0.000595	0.000259	0.000315	0.000432	0.000628	3.000	3.002249
20	0.000011	0.000345	0.000154	0.000183	0.000250	0.000366	3.000	3.001309
21	0.000006	0.000188	0.000089	0.000109	0.000146	0.000212	3.000	3.000749
22	0.000004	0.000125	0.000049	0.000063	0.000086	0.000123	3.000	3.000451
23	0.000002	0.000063	0.000032	0.000034	0.000050	0.000073	3.000	3.000255
24	0.000001	0.000031	0.000016	0.000023	0.000027	0.000042	3.000	3.000141

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 3.16
Hidrograf Banjir Rencana Kala Ulang 100 Tahun

T (jam)	Unit Hidrograf (m ³ /dt/mm)	Distribusi Curah Hujan Jam – jaman (mm)					Base Flow (m ³ /dt)	Debit Banjir (m ³ /dt)
		33.181	8.564	6.069	4.821	4.083		
0	0.000000	0					3.000	3.000000
1	0.759000	25.18437	0				3.000	28.94337
2	0.258304	8.570785	6.500076	0			3.000	18.32916
3	0.120836	4.009459	2.212115	4.606371	0		3.000	13.94878
4	0.061066	2.026231	1.034840	1.567647	3.659139	0	3.000	11.34892
5	0.035624	1.182040	0.522969	0.733354	1.245284	3.098997	3.000	9.818267
6	0.020782	0.689568	0.305084	0.370610	0.582550	1.054655	3.000	6.023249
7	0.012124	0.402286	0.177977	0.216202	0.294399	0.493373	3.000	4.596362
8	0.007073	0.234689	0.103830	0.126126	0.171743	0.249332	3.000	3.892794
9	0.004126	0.016543	0.060573	0.073581	0.100190	0.145453	3.000	3.400466
10	0.002407	0.079867	0.035335	0.042926	0.058450	0.084853	3.000	3.303837
11	0.001404	0.046586	0.020614	0.025041	0.034099	0.049502	3.000	3.177246
12	0.000819	0.027175	0.012024	0.014608	0.019891	0.028879	3.000	3.103397
13	0.000478	0.015861	0.007014	0.008521	0.011604	0.016846	3.000	3.060324
14	0.000279	0.009257	0.004094	0.004971	0.006769	0.009828	3.000	3.035197
15	0.000163	0.005409	0.002389	0.002901	0.003948	0.005733	3.000	3.020543
16	0.000095	0.003152	0.001396	0.001693	0.002304	0.003344	3.000	3.011985
17	0.000055	0.001825	0.000814	0.000989	0.001345	0.001952	3.000	3.006980
18	0.000032	0.001062	0.000471	0.000577	0.000786	0.001139	3.000	3.004066
19	0.000019	0.000630	0.000274	0.000334	0.000458	0.000666	3.000	3.002381
20	0.000011	0.000365	0.000163	0.000194	0.000265	0.000388	3.000	3.001386
21	0.000006	0.000199	0.000094	0.000115	0.000154	0.000225	3.000	3.000793
22	0.000004	0.000133	0.000051	0.000067	0.000092	0.000131	3.000	3.000477
23	0.000002	0.000066	0.000034	0.000036	0.000053	0.000078	3.000	3.000270
24	0.000001	0.000033	0.000017	0.000024	0.000029	0.000045	3.000	3.000149

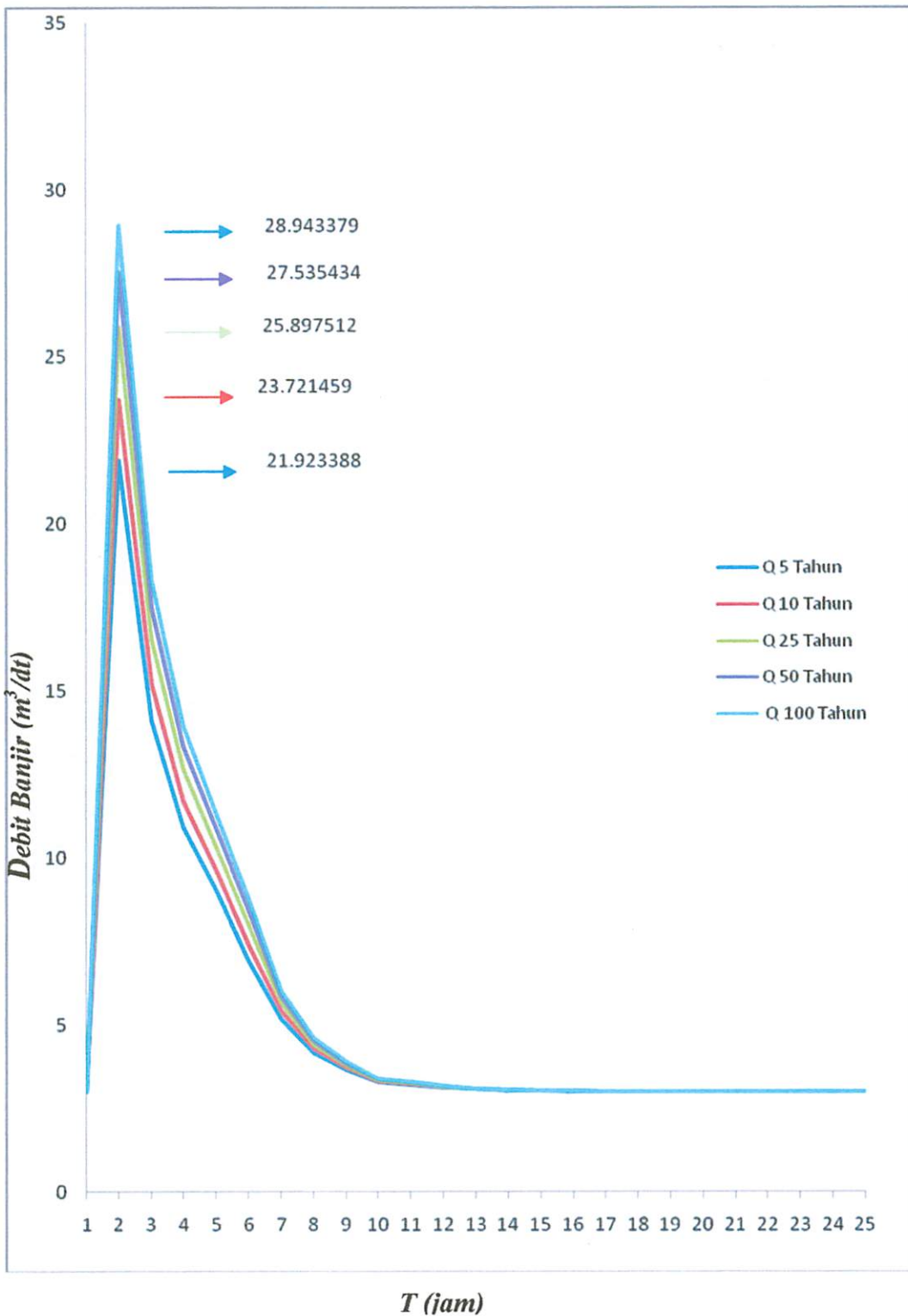
Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 3.17
Hasil Hidrograf Banjir Rencana Untuk Berbagai Kala Ulang

Jam ke (jam)	Debit Banjir Rencana Untuk Berbagai Kala Ulang				
	5 Tahun (m ³ /dt)	10 Tahun (m ³ /dt)	25 Tahun (m ³ /dt)	50 Tahun (m ³ /dt)	100 Tahun (m ³ /dt)
0	3.000000	3.000000	3.000000	3.000000	3.000000
1	21.923388	23.721459	25.897512	27.535434	28.943379
2	14.128378	15.204050	16.506267	17.487209	18.329165
3	10.930370	11.703101	12.639158	13.343102	13.948782
4	9.038541	9.629979	10.338996	10.885132	11.348922
5	7.927659	8.412171	8.995230	9.439117	9.818267
6	5.186324	5.400757	5.658864	5.855388	6.023249
7	4.154761	4.267896	4.404125	4.507788	4.596362
8	3.645901	3.709149	3.785304	3.843271	3.892794
9	3.289986	3.318290	3.352316	3.378304	3.400466
10	3.219814	3.241339	3.267256	3.286984	3.303837
11	3.128230	3.140787	3.155906	3.167414	3.177246
12	3.074803	3.082128	3.090948	3.097661	3.103397
13	3.043642	3.047915	3.053061	3.056978	3.060324
14	3.025464	3.027957	3.030959	3.033245	3.035197
15	3.014862	3.016317	3.018070	3.019403	3.020543
16	3.008671	3.009520	3.010542	3.011320	3.011985
17	3.005049	3.005544	3.006139	3.006592	3.006980
18	3.002942	3.003230	3.003577	3.003841	3.004066
19	3.001722	3.001891	3.002094	3.002249	3.002381
20	3.001003	3.001101	3.001219	3.001309	3.001386
21	3.000574	3.000630	3.000698	3.000749	3.000793
22	3.000345	3.000379	3.000420	3.000451	3.000477
23	3.000195	3.000214	3.000237	3.000255	3.000270
24	3.000108	3.000119	3.000131	3.000141	3.000149

Sumber: Hasil Perhitungan

Grafik Hidrograf Banjir Rencana Untuk Berbagai Kala Ulang



Gambar 3.2 Hidrograf Banjir Rencana

BAB IV
PERENCANAAN TEKNIS EMBUNG

4.1. Lengkung Kapasitas Tampungan Efektif Embung

Kapasitas tampungan efektif embung dihitung dengan menggunakan kurva masa yang nilainya tergantung dari besarnya debit aliran masuk dan kebutuhan air. Data kapasitas tampungan efektif embung Branjang disajikan pada tabel berikut :

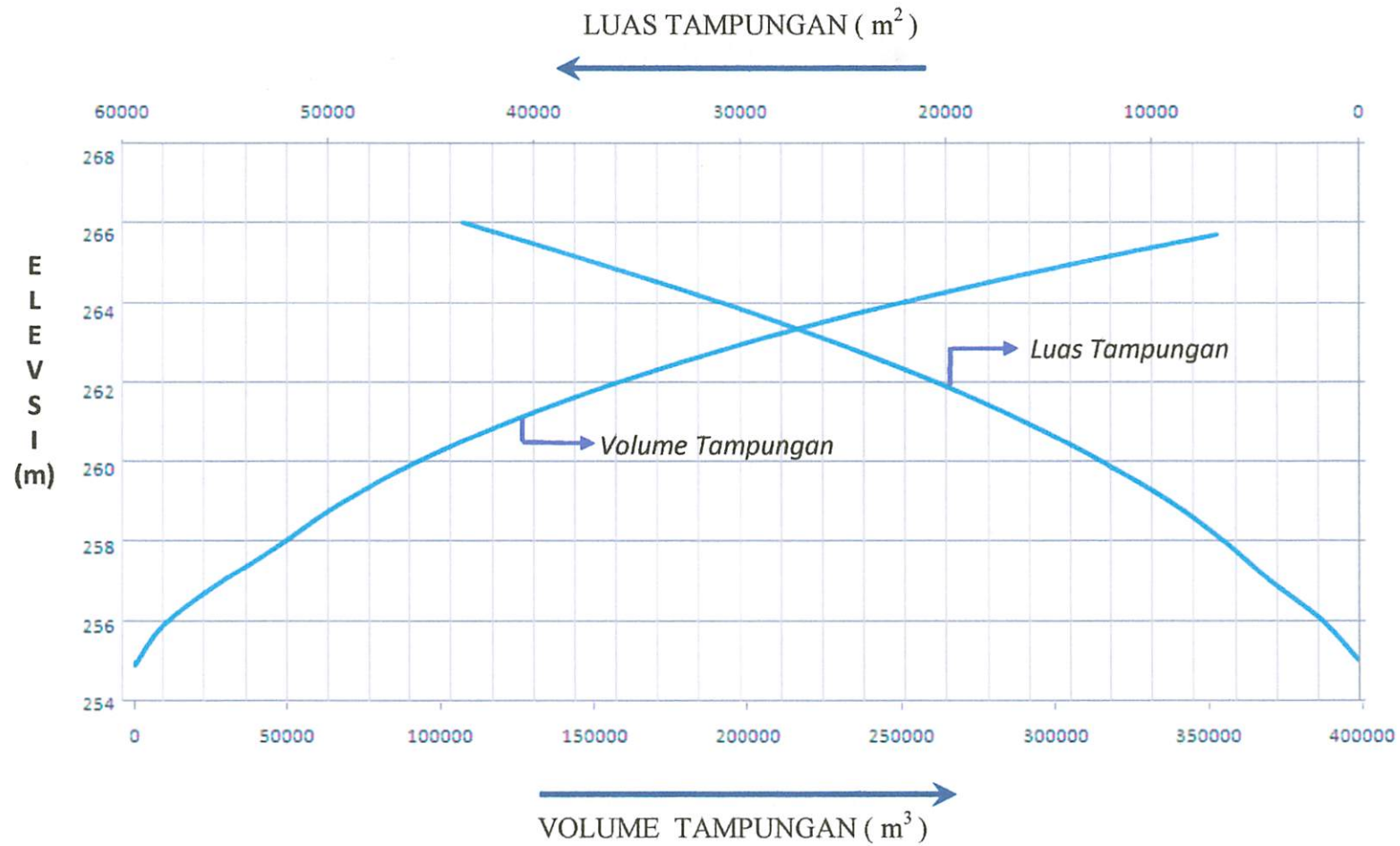
Tabel 4.1

Data Lengkung Kapasitas Tampungan Efektif Embung Branjang

Elevasi (m)	Luas (m²)	Volume (m³)
255	0	0
256	2865.33	9056.86
257	4321.44	25752.83
258	6584.02	46082.69
259	9169.23	64415.36
260	12469.45	87328.92
261	16190.28	115420.35
262	20475.06	149265.47
263	25352.06	189402.52
264	30830.80	236384.72

Sumber : Data Lapangan

Gambar 4.1 LENGKUNG KAPASITAS TAMPUNGAN EFEKTIF EMBUNG BRANJANG



4.1.1 Debit Yang Melalui Pelimpah

Bangunan pelimpah yang direncanakan adalah pelimpah dengan ambang lebar agar memudahkan pelaksanaan dan juga untuk kestabilan bangunan. Berdasarkan data yang diperoleh dari lapangan, volume waduk yang diperlukan sebesar $85439,21 \text{ m}^3$, elevasi ambang pelimpah direncanakan pada elevasi $\pm 260,00$ dan lebar pelimpah direncanakan 3 m tanpa pilar. Pelimpah direncanakan mampu mengalirkan debit banjir rencana kala ulang 100 tahun (Q_{100}) yaitu sebesar $28,9433 \text{ m}^3/\text{dt}$. (Berdasarkan perhitungan debit banjir rencana kala ulang 100 tahun pada bab III). Debit banjir yang melalui pelimpah dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$Q = C.B.H^{3/2}$$

Menghitung nilai C (Koefisien debit) :

Koefisien Debit (C) dari ambang pelimpah dapat dihitung dengan rumus Iwasaki (Suyono, S 1989 ; 181), untuk harga C mula-mula diasumsikan 2, dimana 'C' koefisien limpasan berkisar antara 2,0 – 2,2 (Suyono, S. 1977 : 181).

Sehingga berdasarkan persamaan :

- Q_{100} : $28,9433 \text{ m}^3/\text{dt}$
- Lebar pelimpah : 3 m
- Koefisien Limpasan rencana (C) : 2

$$H_d = \left[\frac{Q}{C \times L} \right]^{2/3} = \left[\frac{28,9433}{2 \times 3} \right]^{2/3} = 2,854 \text{ m}$$

Pada saat $h = H_d$ dan $C = C_d$, maka :

$$C = 1,60 \frac{1 + 2(h/H_d)}{1 + a(h/H_d)}$$

$$C_d = 2,2 - 0,0416 (H_d / H)^{0,99}$$

$$\alpha = \frac{0,6 - 0,0416(H_d / H)^{0,99}}{1 + 0,0416(H_d / H)^{0,99}} = \frac{0,6 - 0,0416(2,854 / 2)^{0,99}}{1 + 0,0416(2,854 / 2)^{0,99}} = 0,511$$

$$\text{Harga } C \text{ pada saat } h = H_d \text{ adalah : } 1,6 \frac{1 + 2 \cdot 0,511(2,854 / 2,854)}{1 + 0,511(2,854 / 2,854)} = 2,168$$

Karena 'C' asumsi belum sama dengan C hitung, maka dilakukan coba-coba harga c sampai diperoleh harga c yang sama, perhitungan selanjutnya dijelaskan pada tabel berikut :

Tabel 4.2

Perhitungan Harga Koefisien debit (c)

C asumsi	Hd	a	C hitung
2	2,854	0,511	2,168
2,168	2,705	0,515	2,143
2,143	2,725	0,514	2,143

Sumber : hasil perhitungan

Debit banjir yang melalui pelimpah :

$H = 0$, pada elevasi puncak pelimpah $\pm 262,00$ m belum ada air yang melimpah, maka diambil $H = 0$, maka selanjutnya interval dipakai setiap 20 cm.

$$Q = C \cdot B \cdot H^{3/2}$$

$$Q = 2,129 \times 3 \times 0^{3/2} = 0 \text{ m}^3/\text{dt.}$$

Perhitungan selanjutnya di sajikan pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Hubungan H - S - Q

No	EL MA (m ³ /dt)	H (m ³ /dt)	S (m ³)	S/t (m ³ /dt)	Q (m ³ /dt)	Q/2 (m ³ /dt)	Ψ (m ³ /dt)	Φ (m ³ /dt)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	260	0,00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	260.2	0,20	4582.712	1.2730	0.5750	0.2875	0.9855	1.5605
3	260.4	0,40	9165.424	2.5460	1.6264	0.8132	1.7327	3.3592
4	260.6	0,60	13748.136	3.8189	2.9879	1.4940	2.3250	5.3129
5	260.8	0,80	18330.848	5.0919	4.6002	2.3001	2.7918	7.3920
6	261	1,00	22913.560	6.3649	6.4290	3.2145	3.1504	9.5794
7	261.2	1,20	30602.994	8.5008	8.4511	4.2256	4.2753	12.7264
8	261.4	1,40	35703.493	9.9176	10.6497	5.3248	4.5928	15.2425
9	261.6	1,60	40803.992	11.3344	13.0114	6.5057	4.8288	17.8401
10	261.8	1,80	45904.491	12.7512	15.5257	7.7629	4.9884	20.5141
11	262	2,00	51004.990	14.1681	18.1840	9.0920	5.0761	23.2600
12	262.2	2,20	62223.414	17.2843	20.9786	10.4893	6.7950	27.7736
13	262.4	2,40	67880.088	18.8556	23.9034	11.9517	6.9039	30.8073
14	262.6	2,60	73536.762	20.4269	26.9528	13.4764	6.9505	33.9033
15	262.8	2,80	79193.436	21.9982	30.1218	15.0609	6.9373	37.0591
16	263	3,00	84850.110	23.5695	33.4061	16.7030	6.8664	40.2725
17	263.2	3,20	99989.728	27.7749	36.8017	18.4009	9.3741	46.1758
18	263.4	3,40	106239.086	29.5109	40.3053	20.1526	9.3582	49.6635
19	263.6	3,60	112488.444	31.2468	43.9134	21.9567	9.2901	53.2035
20	263.8	3,80	118737.802	32.9827	47.6232	23.8116	9.1711	56.7943
21	264	4,00	124987.160	34.7187	51.4320	25.7160	9.0027	60.4347

Sumber : hasil perhitungan

Keterangan Kolom :

- Kolom 2 : Elevasi muka air waduk.
- Kolom 3 : Tinggi muka air diatas pelimpah.
- Kolom 4 : Volume tampungan berdasarkan lengkung kapasitas tampungan embung, interpolasi pada tabel 4.1.
- Kolom 5 : Kolom 4 dibagi 3600 detik.
- Kolom 6 : Debit diatas pelimpah.
- Kolom 7 : Kolom 6 dibagi 2.
- Kolom 8 : Kolom 5 dikurangi kolom 7.
- Kolom 9 : Kolom 5 ditambah kolom 7.

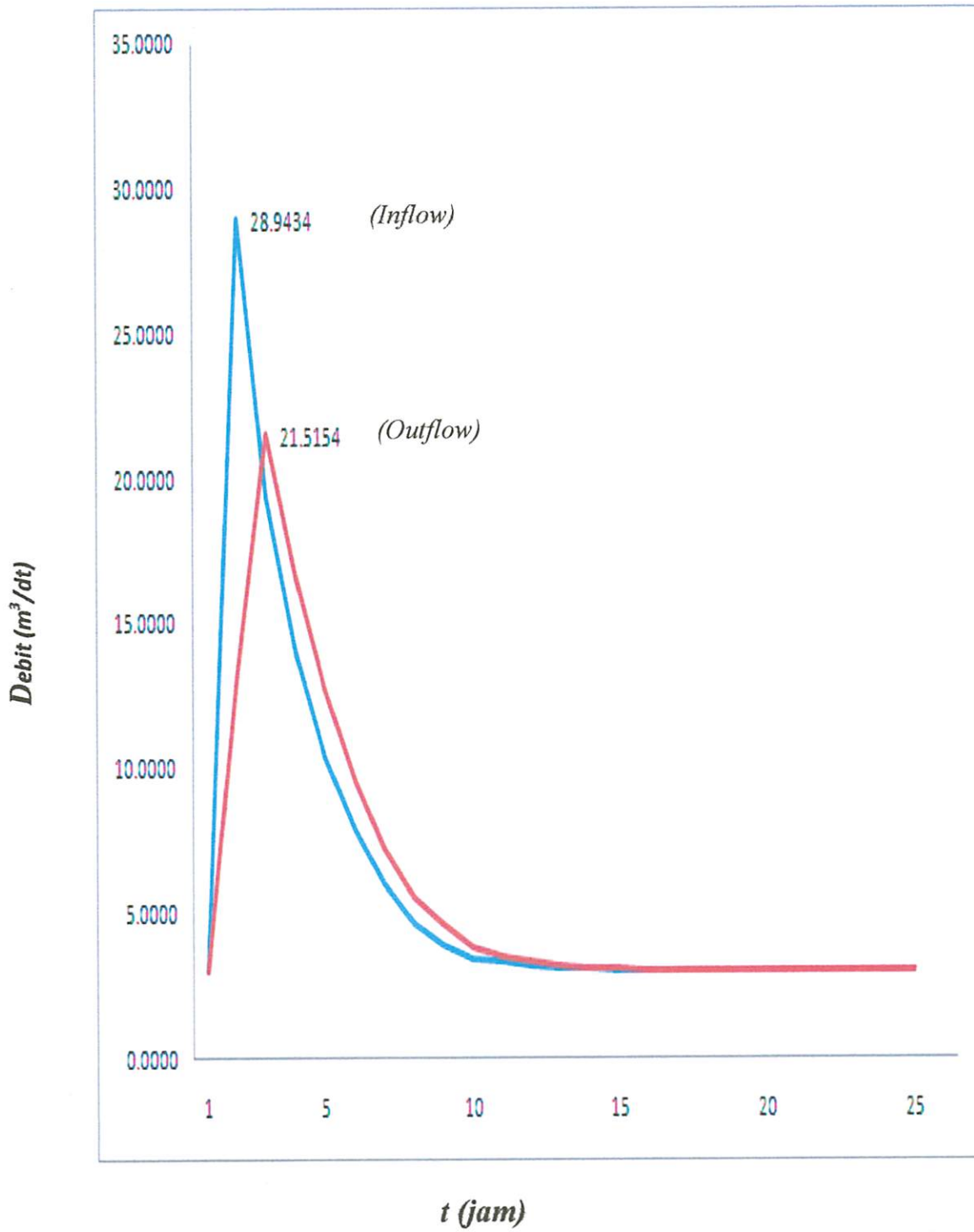
Tabel 4.4 Penelusuran Banjir Melalui Waduk

t (jam)	I (m ³ /dt)	(I _n +I _{n+1}) (m ³ /dt)	Ψ (m ³ /dt)	Φ (m ³ /dt)	Q (m ³ /dt)	Elevasi (m)
1	2	3	4	5	6	7
0	3.0000	-	-	-	3.0000	260.6018
1	28.9434	15.9716	2.3291	18.3007	13.3830	261.6296
2	18.3292	23.6362	4.8523	28.4885	21.5154	262.2568
3	13.9488	16.1389	6.9731	23.1120	16.4844	261.8927
4	11.3489	12.6488	6.6276	19.2764	15.7174	261.8235
5	9.8183	10.5835	3.5590	14.1425	9.5345	261.3234
6	6.0232	7.9207	4.6080	12.5287	8.1824	261.1911
7	4.5964	5.3098	4.3463	9.6561	6.4783	261.0049
8	3.8928	4.2445	3.1778	7.4223	4.6256	260.8028
9	3.4005	3.6465	2.7968	6.4433	3.8070	260.7133
10	3.3038	3.3521	2.6363	5.9884	3.5117	260.6650
11	3.1772	3.2405	2.4766	5.7171	3.3014	260.6389
12	3.1034	3.1402	2.4157	5.5559	3.1764	260.6234
13	3.0603	3.0818	2.3795	5.4613	3.1030	260.6143
14	3.0352	3.0477	2.3583	5.4060	3.0601	260.6090
15	3.0205	3.0278	2.3459	5.3737	3.0351	260.6058
16	3.0120	3.0162	2.3386	5.3548	3.0171	260.6043
17	3.0070	3.0094	2.3377	5.3471	3.0117	260.6035
18	3.0041	3.0054	2.3331	5.3385	3.0058	260.6026
19	3.0024	3.0031	2.3311	5.3342	3.0028	260.6022
20	3.0014	3.0018	2.3314	5.3332	3.0021	260.6021
21	3.0008	3.001	2.3311	5.3321	3.0013	260.6020
22	3.0005	3.0005	2.3308	5.3313	3.0008	260.6019
23	3.0003	3.0003	2.3305	5.3308	3.0004	260.6018
24	3.0001	3.0001	2.3304	5.3305	3.0002	260.6018

Sumber : hasil perhitungan

Keterangan kolom :

- Kolom 1 : Waktu penelusuran banjir. ($t = 24$ jam).
- Kolom 2 : Debit *inflow* (Dari hidrograf banjir rencana untuk kala ulang 100 tahun).
- Kolom 3 baris 2 didapat dari:
Pada kolom 2, baris (1) dan baris (2) dijumlahkan kemudian hasil penjumlahan dibagi dua. (debit *inflow* rata-rata)
- Kolom 4 baris 2 didapat dari :
Interpolasi antara kolom 2 dan kolom 8 pada tabel 4.3 dengan berdasarkan kolom 7 tabel 4.4 baris sebelumnya.
- Kolom 5 baris 2 didapat dari kolom (3) + kolom (4), baris 2.
- Kolom 6 untuk $t=0$ debit outflow yang pertama = debit inflow yang pertama dan untuk $t= 1 - 24$ Interpolasi antara kolom 9 dengan kolom 6 pada tabel 4.3, dengan berdasarkan kolom 5 tabel 4.4.
- Kolom 7 diperoleh dari: Interpolasi antara kolom 6 dengan kolom 2 pada tabel 4.3 berdasarkan kolom 6 pada tabel 4.4.

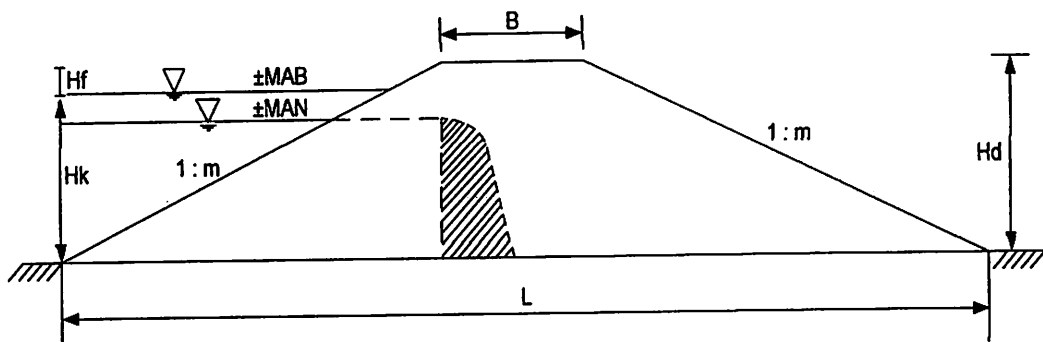
Gambar 4.2 Grafik Penelusuran Banjir Melalui Waduk

4.2 Perhitungan Dimensi Embung

4.2.1 Perhitungan Tinggi Jagaan

Besarnya tinggi jagaan pada embung Branjang ditentukan berdasarkan tabel 2-6, yaitu tinggi jagaan untuk tipe tubuh embung urugan tanah homogen adalah 0,5 m.

4.2.2 Perhitungan Tinggi Embung



Gambar 4.3 Potongan Melintang Tubuh Embung

Tinggi tubuh embung Branjang dapat dihitung sebagai berikut :

$$Hd = (Hk - Hb) + Hf$$

Berdasarkan banjir melalui waduk diketahui bahwa :

$$Hk = +262.256 \text{ (Elevasi muka air embung pada kondisi banjir (} Q_{100} \text{))}$$

$$Hb = +255 \text{ (Elevasi dasar tampungan)}$$

$$Hf = 0,5 \text{ m (Tinggi jagaan)}$$

$$Hd = (262,256 - 255) + 0,5 = 7,756 \text{ m.}$$

Untuk tipe urugan diperlukan cadangan untuk penurunan yang diperkirakan 0,25 m, sehingga dapat dihitung sebagai berikut :

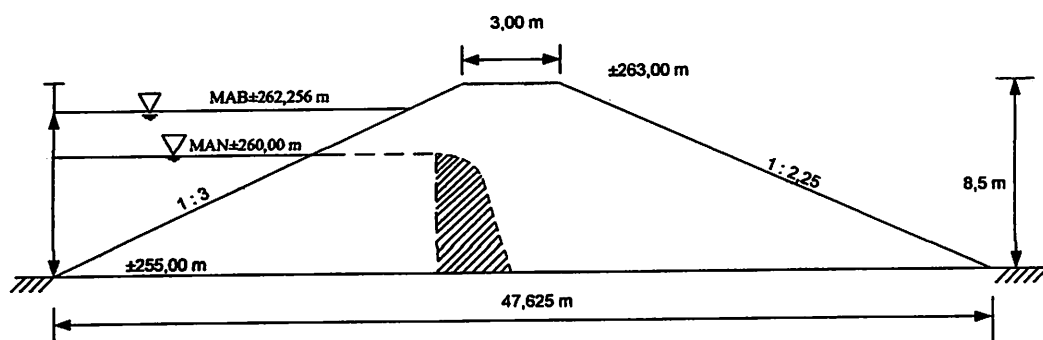
$$Hd = (262,813 - 255) + 0,5 + 0,25 = 8,006 \text{ m} \approx 8,5 \text{ m.}$$

4.2.3 Lebar Puncak Embung

Lebar puncak (b) embung Branjang ditentukan berdasarkan tabel 2.4 yaitu untuk tipe urugan tanah dengan tinggi 5-10 m lebar puncaknya adalah 3 m.

4.2.4 Kemiringan Lereng Embung

Kemiringan tubuh embung Branjang dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.3 untuk tipe urugan tanah yaitu untuk bagian hulu 1:3 dan bagian hilir 1 : 2,25.



Gambar 4.4 Dimensi Tubuh Embung

4.3 Analisa Stabilitas Terhadap Aliran Filtrasi

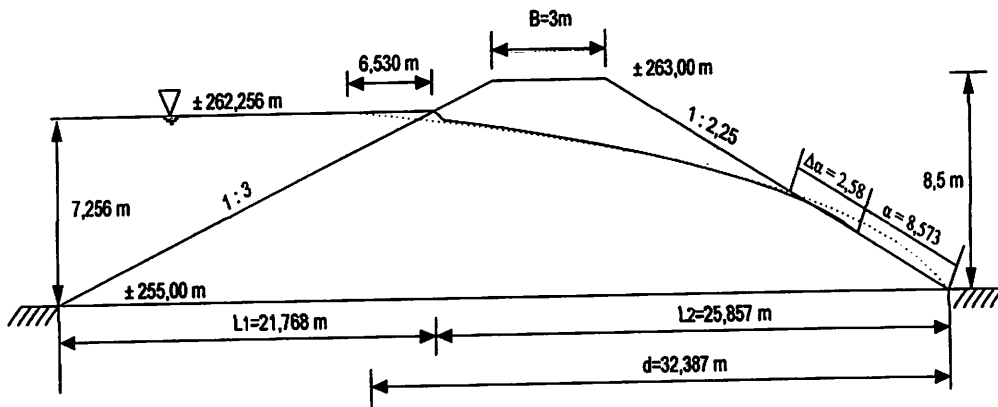
Setelah dimensi tubuh embung Branjang ditentukan, maka dimensi tubuh embung tersebut harus dikontrol terhadap adanya rembesan air yang melalui celah – celah antara butiran – butiran tanah pembentukan tubuh embung Branjang.

4.3.1 Formasi Garis Aliran Filtrasi Dalam Tubuh Embung

Untuk menentukan formasi garis aliran pada tubuh embung Branjang digunakan data – data berikut ini :

- Elevasi muka air banjir +262,256 m (Berdasarkan penelusuran banjir 100 tahun)
- Elevasi mercu pelimpah +260,00 m.

- Kemiringan lereng tubuh embung Branjang bagian hulu 1:3 dan bagian hilir 1:2,25



Gambar 4.5 Formasi Garis Aliran Filtrasi

Penentuan garis aliran sebagai berikut :

$$L_1 = (262,256 - 255,00) \times 3$$

$$= 21,768 \text{ m.}$$

$$L_2 = ((8,5 \times 3) - 21,768) + ((8,5 \times 2,25) + 3)$$

$$= 25,857 \text{ m.}$$

$$0,3L_1 = 0,3 \times 21,768$$

$$= 6,530 \text{ m.}$$

$$d = 6,530 + 25,857$$

$$= 32,387 \text{ m.}$$

Berdasarkan persamaan, maka diperoleh :

$$y_o = \sqrt{h^2 + d^2} - d$$

$$y_o = \sqrt{7,256^2 + 32,387^2} - 32,387$$

$$y_o = 0,803 \text{ m.}$$

$$a_0 = \frac{y_0}{2}$$

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{0,803}{2} \\ &= 0,402 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh persamaan untuk menentukan garis aliran sesuai dengan persamaan berikut ini :

$$y = \sqrt{2 \cdot y_0 \cdot x + y_0^2}$$

$$y = \sqrt{2 \cdot 0,803x + 0,803^2}$$

$$y = \sqrt{1,606x + 0,645}$$

Dengan persamaan tersebut maka akan diperoleh koordinat – koordinat parabola dasar sebagai berikut :

Tabel 4.5 Koordinat Parabola Garis Depresi

X(m)	-0,402	0	5	10	15	20	25	32,387
Y(M)	0	0,803	2,945	4,087	4,973	5,724	6,387	7,256

Perhitungan α dan $\Delta\alpha$

Kemiringan tubuh Embung bagian hilir 1:2,25

$$\text{Tg } \alpha = \frac{8,5}{21,25}$$

$$= 0,4$$

$$\alpha = 21,8^\circ$$

$$\alpha = \frac{d}{\cos \alpha} - \sqrt{\left(\frac{d}{\cos \alpha}\right)^2 - \left(\frac{h}{\sin \alpha}\right)^2}$$

$$\alpha = \frac{32,387}{\cos 21,8} - \sqrt{\left(\frac{32,387}{\cos 21,8}\right)^2 - \left(\frac{8,5}{\sin 21,8}\right)^2}$$

$$\alpha = \frac{32,387}{0,928} - \sqrt{\left(\frac{32,387}{0,928}\right)^2 - \left(\frac{8,5}{0,371}\right)^2}$$

$$\alpha = 34,899 - 26,326$$

$$= 8,573$$

$$\alpha + \Delta\alpha = \frac{y_0}{1 - \cos \alpha}$$

$$6,862 + \Delta\alpha = \frac{0,803}{1 - 0,928}$$

$$6,862 + \Delta\alpha = 11,153$$

$$\Delta\alpha = 2,58$$

4.3.2 Kapasitas Garis Aliran

Besarnya kapasitas filtrasi yang mengalir melalui tubuh dan pondasi embung lembah pantuna dapat ditentukan berdasarkan persamaan garis aliran embung Branjang diperoleh data sebagai berikut :

$$N_f = 3$$

$$N_p = 12$$

$$K = 2,512 \times 10^{-9} \text{ (Rencana material timbunan)}$$

$$H = 7,256 \text{ m (Tinggi tampung banjir)}$$

$$L = 55 \text{ m (Panjang potongan memanjang embung)}$$

$$\text{Volume tampungan} = 87328,92 \text{ m}^3$$

Sehingga kapasitas aliran filtrasi dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q_f = \left(\frac{N_f}{N_p}\right) \times k \times H \times L$$

$$Q_f = \left(\frac{3}{12}\right) \times 2,512 \cdot 10^{-9} \times 7,256 \times 55 = 2,506 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$= (2,506 \times 10^{-7}) \times (24 \times 60 \times 60) = 0,021 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kapasitas aliran filtrasi yang diijinkan adalah 2% - 5% dari volume tampungan waduk (Soediby, 1993).

$$Q_{f \text{ ijin}} = 5\% \times 87328,92$$

$$= 4366,446 \text{ m}^3$$

$$= 4366,446 / (24 \times 60 \times 60) = 0,050 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Dari aliran filtrasi yang terjadi $Q_f = 0,021 \text{ m}^3/\text{hari} < Q_{f \text{ ijin}} = 0,050 \text{ m}^3/\text{hari}$

Sehingga stabilitas embung terhadap aliran filtrasi dalam kondisi aman.

4.3.3 Kecepatan Aliran Filtrasi

Adanya rembesan air yang melalui tubuh embung Branjang dapat menimbulkan gejala *sufosi* (rembesan) dan *boiling* (longsoran). Tubuh embung Branjang juga perlu dikontrol terhadap kecepatan aliran filtrasi yang melalui tubuh embung. Kecepatan aliran filtrasi dapat dihitung berdasarkan berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$v = k \times i = k \times \left(\frac{h_2}{l} \right)$$

$$v = 2,512 \times 10^{-9} \times \left(\frac{7,256}{55} \right) = 3,314 \times 10^{-10} \text{ m/dt}$$

Mencari nilai porositas:

$$n = \frac{e}{1+e}$$

$$n = \frac{0,801}{1+0,801} = 0,445$$

$$V_s = \frac{v}{n} = \frac{3,314 \times 10^{-10}}{0,445} = 7,448 \times 10^{-10} \text{ m/dt}$$

Sedangkan kecepatan kritis yang diijinkan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$C = \sqrt{\frac{w_1 \times g}{F \times \gamma}}$$

Dengan :

d = Diameter terkecil butiran bahan $(0,0014)^3$

w_1 = Berat butiran dalam air (gr)

$$\begin{aligned} w_1 &= (G_s - 1) \times 1/6 \pi \times d^3 \\ &= (2,708-1) \times 1/6 \pi \times 0,0014^3 = 7,811 \times 10^{-10} \text{ gr} \end{aligned}$$

F = Luas permukaan butiran

$$F = 1/4 \pi \times d^2 = 1/4 \pi \times 0,0014^2 = 4,9 \times 10^{-7} \text{ cm}^2$$

Dengan $\gamma_{\text{air}} = 1 \text{ gr/cm}^3$, maka dapat dihitung kecepatan kritis rembesan sebagai berikut :

$$C = \sqrt{\frac{7,811 \times 10^{-10} \times 9,81}{4,9 \times 10^{-7} \times 1}} = 0,125 \text{ cm/dt} > V_s = 7,448 \cdot 10^{-8} \text{ cm/dt}$$

Jadi kecepatan aliran filtrasi yang terjadi masih lebih kecil daripada kecepatan kritis yang diijinkan, berarti tubuh embung **aman terhadap bahaya rembesan (sufosi)**.

4.4 Analisa Stabilitas Lereng Tubuh Embung

Analisa stabilitas ini dilakukan dengan Metode Irisan Bidang Luncur Bundar dari Filinius dengan persamaan sebagai berikut (Suyono Sosrodarsono, 1989):

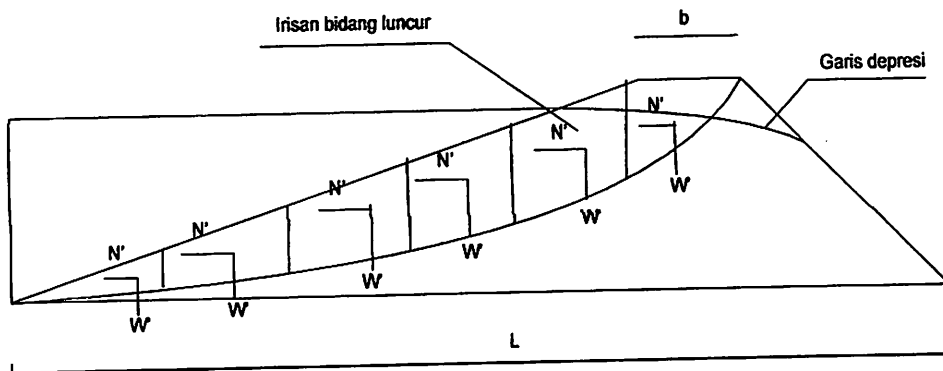
$$F_s = \frac{\sum \{C.L + (N - U) \cdot \tan \phi\}}{\sum T}$$

$$F_s = \frac{\sum \{C.L + (N - U - N_c) \cdot \tan \phi\}}{\sum (T + T_c)}$$

Dalam perhitungan stabilitas lereng embung harus ditinjau dari berbagai titik koordinat lingkaran bidang longsor, sehingga dapat diperoleh faktor keamanan yang minimum, dimana titik koordinat ini merupakan titik pusat lingkaran bidang longsor yang paling kritis.

Gaya-gaya yang bekerja pada setiap irisan bidang luncur dapat digambarkan sebagai berikut :

1. Berat irisan (W), dihitung berdasarkan hasil perkalian antara luas irisan (A) dengan berat isi bahan pembentuk irisan (γ), jadi $W = A \cdot \gamma$
2. Beban berat komponen vertikal yang bekerja pada dasar irisan bidang (N) dapat diperoleh dari hasil perkalian antara berat irisan (W) dengan cosinus sudut rata-rata tumpuan (α) pada dasar irisan yang bersangkutan, jadi $N = W \cdot \cos \alpha$.
3. Beban berat komponen Tangensial (T), diperoleh dari hasil perkalian antara berat irisan (W) dengan sinus sudut rata-rata tumpuan pada dasar yang bersangkutan, jadi $T = W \cdot \sin \alpha$.



Gambar 4.6 Irisan Bidang Lurcur

Selanjutnya analisa stabilitas lereng embung tersebut akan dihitung dengan. Dengan data-data perencanaan sebagai berikut :

$$\gamma_{\text{air}} = 1,0 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{wet}} = 1,641 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,735 \text{ t/m}^3$$

$$C = 0,434 \text{ t/m}^3$$

$$\phi_{\text{wet}} = 19^{\circ}$$

$$e \text{ (koefisien gempa)} = 0,12$$

$$\text{Tinggi muka air banjir} = 7,256 \text{ m}$$

Dari gambar stabilitas lereng, selanjutnya dapat dihitung gaya-gaya yang bekerja pada tubuh embung seperti disajikan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Analisa Stabilitas Lereng Bagian Hulu Pada Kondisi Penuh (Banjir)

No Irisan	H (air) (m)	H(tanah) (m)	b (m)	α	W1 (t/m)	W2 (t/m)	Wtotal (t/m)	N (t/m)	T (t/m)	Ne (t/m)	Te (t/m)	u (m)	U (m)	L (m)	C.L
1	5.959	0.774	2.572	-12.2	15.3265	3.4539	18.7804	29.9129	-3.9687	-0.4762	3.5295	6.733	16.3172	2.63142	1.1525
2	5.051	2.08	2.572	-5.4	12.9911	9.2818	22.2730	38.8741	-2.0960	-0.2515	4.5808	7.131	17.3409	2.58346	1.13155
3	4.144	3.076	2.572	1.4	10.6583	13.7264	24.3847	39.6774	0.5957	0.0714	4.7252	7.22	17.5698	2.57276	1.12686
4	3.236	3.761	2.572	8.2	8.3229	16.7831	25.1061	38.8494	3.5808	0.4297	4.6619	6.997	16.9962	2.59856	1.13816
5	2.328	4.145	2.572	15.1	5.9876	18.4967	24.4843	39.6389	6.3782	0.7653	4.7566	6.473	14.6485	2.66398	1.16682
6	1.421	4.182	2.572	22.3	3.6548	18.6618	22.3166	30.6475	8.4681	1.0161	3.6777	5.603	13.4109	2.77991	1.21760
7	0.513	3.833	2.572	29.8	1.3194	17.1044	18.4238	17.9876	9.1561	1.0987	2.1585	4.346	10.1779	2.96393	1.29820
8	0	3.012	2.572	38	0	12.7126	12.7126	16.8176	7.8266	0.9391	1.9221	0	0	3.26391	1.42959
9	0	1.522	2.572	47.2	0	6.4238	6.42383	6.76461	4.7133	0.5656	0.7637	0	0	3.78546	1.65803
								259.170	34.6544	4.1585	30.7764		118..5983		11.3194

Sumber : Hasil perhitungan

Keterangan:

$$W_1 = \gamma_{air} \cdot H_{air} \cdot b$$

$$W_1 = \gamma_{wet} \cdot H_{tanah} \cdot b \text{ (irisasi di atas garis depresi)}$$

$$W_{total} = \gamma_{sat} \cdot H_{tanah} \cdot b \text{ (irisasi di bawah garis depresi)}$$

$$N = W_{tot} \cdot \cos \alpha$$

$$T = W_{tot} \cdot \sin \alpha$$

$$Ne = e \cdot W_{tot} \cdot \sin \alpha$$

$$Te = e \cdot W_{tot} \cdot \cos \alpha$$

$$L = b / \cos \alpha$$

$$U = u \cdot b / \cos \alpha$$

Berdasarkan tabel 4.6 stabilitas lereng embung Branjang dapat dihitung sebagai berikut :

1. Stabilitas lereng bagian hulu pada kondisi banjir.

- Kondisi tanpa gempa

$$F_s = \frac{\sum \{C.L + (N - U).Tan \phi\}}{\sum T}$$

$$F_s = \frac{\sum \{11.3194 + (259.170 - 118.5983).Tan 19\}}{34.6544}$$

$$= 1,83 > 1,5 \text{ Aman}$$

- Kondisi gempa

$$F_s = \frac{\sum \{C.L + (N - U - N_c).Tan \phi\}}{\sum (T + T_c)}$$

$$F_s = \frac{\sum \{11.3194 + (259.170 - 4.1585 - 118.5983).Tan 19\}}{\sum (34.6544 + 30.7764)}$$

$$= 1,27 > 1,2 \text{ Aman}$$

Dari perhitungan di atas dapat dilihat angka keamanan yang dihasilkan menunjukkan bahwa perencanaan embung telah aman.

4.4.1 Perencanaan Saluran Transisi

Dalam perencanaan saluran transisi ini dipakai dasar perencanaan sebagai berikut :

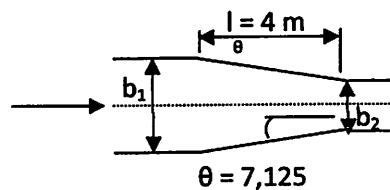
- Lebar hulu saluran transisi (b) = 3 m.
- Lebar hilir saluran transisi (b_2) = 2 m.
- Panjang saluran transisi (l) = 4 m.

Sudut penyempitan lebar saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Tg } \theta = \left(\frac{0,5}{4} \right)$$

$$\theta = \tan^{-1} 0,125$$

$$= 7,125^\circ$$



Dalam studi ini direncanakan sudut penyempitan lebar saluran (θ) = $7,125^\circ$

Kedalaman air di hilir saluran transisi direncanakan dalam kondisi kritis.

Kedalaman kritis dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Y_2 = \left(\frac{Q^2}{g \cdot b^2} \right)^{1/3} = \left(\frac{21,591^2}{9,81 \cdot 2^2} \right)^{1/3} = 2,281 \text{ m.}$$

$$V_2 = \left(\frac{Q}{b^2 \cdot Y_2} \right) = \left(\frac{21,591}{2^2 \cdot 2,281} \right) = 1,852 \text{ m/dt.}$$

Untuk menentukan Y_1 menggunakan rumus :

$$Z - H - h_o - h_a = \left(Y + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} \right)$$

Dimana :

Z = Selisih tinggi *upstream* dengan dengan *down stream* = 0

H = Tinggi pelimpah

h_o = Tinggi air di atas pelimpah

h_a = Tinggi akibat kehilangan tekanan

Y_1 = Kedalaman air hulu saluran transisi

V_1 = kecepatan air hilir saluran transisi

Mencari nilai Y_1 :

$$Q = C.L.H_o^{3/2}$$

$$21,591 = 2,129.3.H_o^{3/2}$$

$$H_o^{3/2} = 3,38$$

$$H_o = 1,838 \text{ m}$$

$$V_a = \left(\frac{Q/L}{H + H_o} \right) = \left(\frac{21,591/3}{2 + 1,838} \right) = 1,875 \text{ m/dt}$$

$$h_a = \frac{V_a^2}{2.g} = \frac{1,875^2}{2.9,81} = 0,179 \text{ m}$$

$$h_o = H_o - h_a = 1,838 - 0,179 = 1,659 \text{ m}$$

Maka :

$$0 + 2 + 1,659 + 0,179 = \left(Y_1 + \frac{\left(\frac{Q}{b.Y_1} \right)^2}{2.g} \right)$$

$$3,838 = \left(Y_1 + \frac{\left(\frac{21,591}{3 \cdot Y_1} \right)^2}{2,9,81} \right)$$

$$3,838 = \left(Y_1 + \frac{\left(\frac{21,591}{3 \cdot Y_1^2} \right)^2}{19,62} \right)$$

Dengan cara coba-coba :

$$Y_1 = 0,636 \text{ m.}$$

4.4.2 Perencanaan Saluran Peluncur

Dalam perencanaan saluran peluncur (*floodway*) harus memenuhi persyaratan sebagai berikut (Suyono Sosrosudarsono, 1989 ; 209) :

- a. Agar air yang melimpah dari saluran pengatur mengalir dengan lancar tanpa hambatan-hambatan hidrolis.
- b. Konstruksi saluran peluncur cukup kokoh dan stabil dalam menampung semua beban yang timbul
- c. Biaya konstruksinya usahakan seekonomis mungkin.

Rencana teknis saluran peluncur didasarkan pada perhitungan hidrolika :

- Lebar dasar saluran (b) = 2 m.
- Koefisien kekasaran manning/beton halus (n) = 0,014.
- Kemiringan dinding saluran (m) = 0
- Kemiringan dasar saluran (S_o) = 0,3.
- Tinggi terjun (H_p) = 7
- Elevasi hulu dasar saluran peluncur = 260,00

- Elevasi hilir dasar saluran peluncur = 253,00

$$\frac{Q}{b^{2.5}} = \frac{21,591}{2^{2.5}} = 1,389 \text{ dan } m = 0, \text{ maka berdasarkan tabel harga}$$

(*Sosrodarsono, 1977:200*) :

$$\frac{dc}{b} = 0,581$$

$$\text{Maka } dc = 0,581 \times 2 = 1,162 \text{ m}$$

- Panjang saluran peluncur :

$$S_o = 0,30$$

$$S_o = \text{tga} = \text{Hp} L$$

$$L = \text{Hp}/\text{tga} = 7 / 0,30 = 23 \text{ m.}$$

4.4.3 Perencanaan Peredam Energi

Pada perencanaan ini dipilih peredam energi jenis kolam olakan. Adapun peredam energi jenis kolam olakan datar itu sendiri mempunyai empat macam tipe yang dibedakan oleh rezim hidrolika alirannya dan kondisi konstruksinya. (*suyono sosrodarsono, 1989:216*)

4.4.3.1 Pemilihan tipe kolam olakan

Dalam pemilihan tipe kolam olakan digunakan kreteria berdasarkan besarnya bilangan froude. Dengan data pada hilir saluran peluncur yaitu :

$$\frac{\Delta H}{L} = S$$

$$\Delta H = S \times L$$

$$= 0,3 \times 23 = 7$$

$$\Delta H + dc = d_1 + \frac{V^2}{2.g}$$

$$7 + 1,162 = d_1 + \frac{Q^2}{2,9,81}$$

$$7 + 1,162 = \left(d_1 + \frac{\left(\frac{21,591}{2 \cdot d_1} \right)^2}{2,9,81} \right)$$

$$8,162 = \left(d_1 + \frac{\left(\frac{21,591}{2 \cdot d_1} \right)^2}{19,62} \right)$$

Dengan coba-coba $d_1 = 0,787$ m

$$Y = d_1 = 0,787 \text{ m}$$

V diketahui dari persamaan

$$Q = A \times V$$

$$21,591 = (2 \times d_1) \cdot V$$

$$V = \frac{21,591}{2 \times 0,787} = 13,717$$

$$V = 13,717$$

$$g = 9,81 \text{ m/dt}$$

$$Y = 0,787 \text{ m}$$

$$Q = \frac{21,591}{2} = 10,795 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{m}$$

Maka diperoleh :

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g.Y}} = \frac{13,717}{\sqrt{9,81 \times 0,787}} = 4,937$$

Sesuai untuk aliran dengan tekanan hidrolis rendah dan debit yang kecil ($q < 18,5 \text{ m}^3/\text{dt/m}$, $V < 18 \text{ m}^3/\text{dt/m}$ dan bilangan froude $Fr > 4,5$) maka dipakai kolam olakan tipe III.

4.4.3.2 Dimensi Kolam Olakan

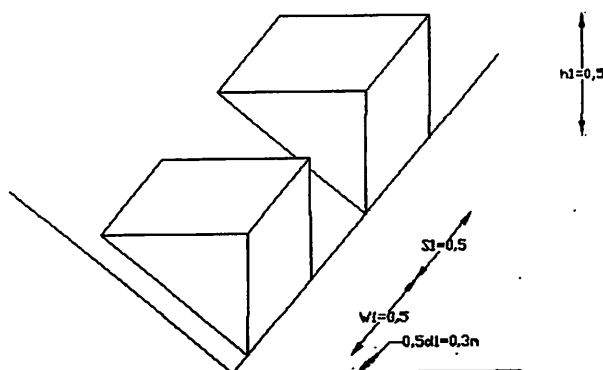
Maka kedalaman air di hilir peredam energi d_2 dengan persamaan berikut :

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{1}{2} \left(-1 + \sqrt{8Fr^2 + 1} \right)$$

$$d_2 = \frac{1}{2} \cdot 0,787 \left(-1 + \sqrt{8 + 4,937^2 + 1} \right) = 1,879 \text{ m}$$

a. Dimensi gigi pemancar aliran, gigi benturan dan ambang perata aliran

- tinggi gigi pemancar aliran = $h_1 = d_1 = 0,5148 \text{ m} \sim 0,5 \text{ m}$
 - Lebar gigi pemancar = $W_1 = d_1 = 0,5148 \text{ m} \sim 0,5 \text{ m}$
 - Jarak gigi pemancar = $S_1 = d_1 = 0,5148 \text{ m} \sim 0,5 \text{ m}$



- Tinggi gigi benturan

Dari grafik (c) pada gambar 4.7 untuk $fr = 4,937$ diperoleh harga:

$$\frac{h_3}{h_1} = 1,5$$

- Jadi tinggi gigi benturan (h_3)

$$0,5148 \times 1,5 = 0,7722 \text{ m}$$

- Tebal puncak baffle blokes

$$0,2 \times h_3 = 0,2 \times 0,7722 = 0,1544 \text{ m} \approx 0,2 \text{ m}$$

- Lebar gigi benturan (W_3)

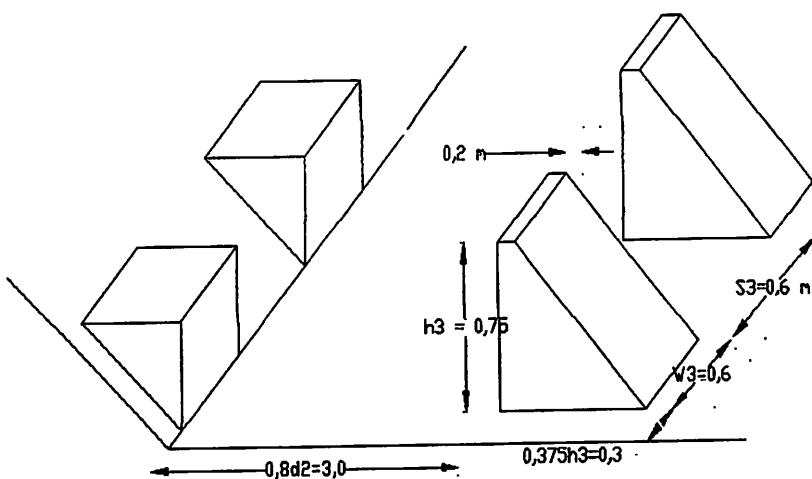
$$0,75 \times h_3 = 0,75 \times 0,7722 = 0,5792 \text{ m} \approx 0,6 \text{ m}$$

- Jarak antara gigi benturan (S_3)

$$0,75 \times h_3 = 0,75 \times 0,7722 = 0,5792 \text{ m} \approx 0,6 \text{ m}$$

- Jarak antara gigi benturan dengan gigi pemencar

$$0,8 \times d_2 = 0,8 \times 3,8654 = 3,0923 \text{ m} \approx 3,0 \text{ m}$$



- Tinggi ambang perata aliran

Dari grafik (C) pada gambar 4.7 untuk $Fr = 4,937$ didapat:

$$\frac{d_4}{d_1} = 1,3$$

- Jadi tinggi ambang perata aliran (h_4)

$$0,5148 \times 1,3 = 0,6692 \text{ m} \approx 0,7 \text{ m}$$

- Tebal puncakambang perata aliran (t)

$$0,2 \times h_4 = 0,2 \times 0,7 = 0,14 \text{ m}$$

- b. Panjang Loncatan

Dari grafik “ Length of Jump” pada gambar 4.7 untuk $Fr = 4,937$

diperoleh harga:

$$\frac{L_L}{d_1} = 2,4$$

$$L_L = 2,4 \times 3,8654 = 9,277 \text{ m} \approx 9,0 \text{ m}$$

- c. Kedalaman air di saluran pelepasan

$$Q = A \cdot V$$

$$= A \cdot \frac{1}{n_f} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

- Koefisien kekasaran manning/pasangan batu kali (n_f) = 0,025
- Kemiringan dasar saluran (S) = 0,005
- Kemiringan dinding saluran (m) = 1 : 2
- Lebar dasar saluran (b) = 10 m

- Luas penampang (A) = $(b+m \cdot h) h$
- Keliling basah (P) = $b+2h\sqrt{m^2+1}$
- Jari-jari hidrolis (R) = $A \cdot P = b2/3h = 0,333h$

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = A \cdot \frac{1}{n_i} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \cdot A$$

$$\frac{n_i \cdot Q}{S^{1/2}} = \frac{A^{2/3}}{P^{2/3}} \cdot A$$

$$\frac{n_i \cdot Q}{S^{1/2}} = \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}}$$

$$\frac{n_i \cdot Q}{S^{1/2}} = \frac{(b + mh)^{5/3} \cdot h^{5/3}}{(b + 2h\sqrt{m^2 + 1})^{2/3}}$$

$$h^{5/3} = \frac{n_i \cdot Q}{S^{1/2}} \cdot \frac{(b + 2h\sqrt{m^2 + 1})^{2/3}}{(b + mh)^{5/3}}$$

$$h = \left(\frac{n_i \cdot Q}{S^{1/2}} \right)^{3/5} \cdot \frac{(b + 2h\sqrt{m^2 + 1})^{2/5}}{(b + mh)}$$

Dengan cara coba-coba didapat nilai $h = 5,662$ m

Jadi kedalaman air di saluran pelepasan (h) = 5,662 m

4.4.3.3 Tinggi Jagaan

Perhitungan tinggi jagaan pada saluran peluncur didasarkan pada rumus sebagai berikut:

$$Fb = 0,6 + 0,037V_1 \times d^{1/3}$$

$$\begin{aligned} Fb &= 0,6 + (0,037 \times 12.70126)1,6344^{1/3} \\ &= 1,1536 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimana:

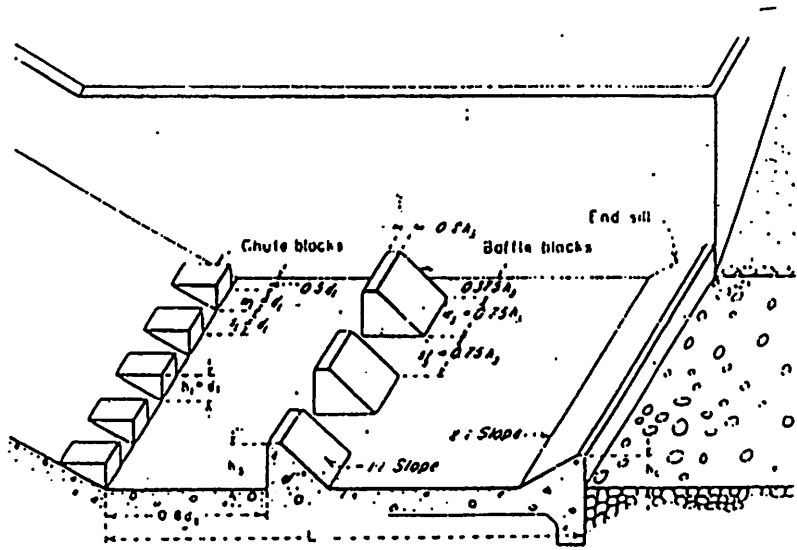
C = koefisien 0,1 untuk penampang segi empat dan 0,13 untuk trapesium.

Tinggi jagaan di kolam olakan:

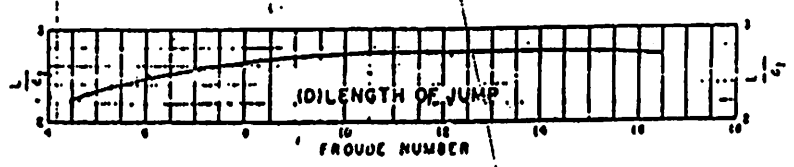
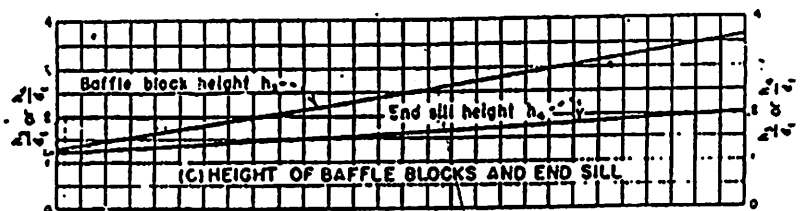
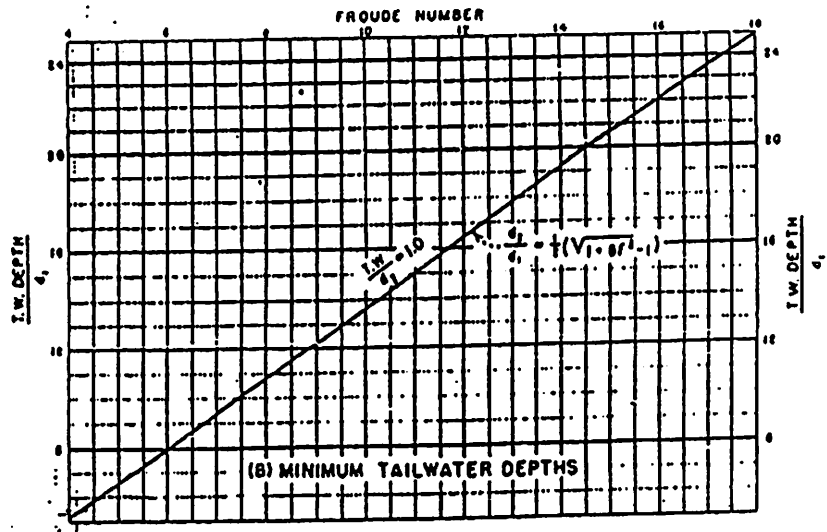
$$Fb = C \cdot V \cdot d^{1/2}$$

$$Fb = 0,1 \times 12,70126 \times 0,5148^{1/2}$$

$$= 0,9 \text{ 113 m}$$



(A) TYPE III BASIN DIMENSIONS



Gambar 4.7 Grafik Perencanaan Kolam Olakan Tipe III

4.5 Manfaat Embung Branjang Sebelum dan Sesudah Jadi

4.5.1 Sebelum Jadi

Sebelum di bangunnya Embung Branjang pertanian kususnya di Desa Blendis, Kecamatan Gondang, Kabupaten Tulungagung masih mengandalkan pertanian dengan sistem tadah hujan, karena hanya dengan sistem tadah hujan maka hasil pertanian kurang memuaskan, apa lagi pada saat musim kemarau kadang petani mengalami kekeringan dan gagal panen selain itu karena minimnya air pada saat musim hujan apa lagi saat kemarau, rata – rata sawah di sana hanya bisa di tanami palawija saja. Karena bertahun – tahun hanya di tanami tanaman palawija saja produktifitas tanah pertanian disana juga menurun karena tidak ada masa pola tanam yang baik.

Selain yang tertulis di atas di Desa Blendis pada saat musim kemarau penduduk yang tinggal di desa itu sangat susah untuk mendapatkan air untuk kebutuhan sehari – hari seperti air untuk minum, mandi, mencuci juga untuk air minum ternak. Penduduk harus mengambil air dari tempat yang jauh kadang untuk air minum sehari – hari harus beli.

4.5.2 Sesudah Jadi

Sesudah di bangunnya Embung Branjang pertanian kususnya di Desa Blendis, Kecamatan Gondang, Kabupaten Tulungagung di harapkan bisa meningkat karena pada saat musim penghujan sudah bisa ditanami padi tidak cuma palawija saja dan petani sudah tidak mengandalkan air hujan saja dalam bertani karena sudah adanya Embung yang berfungsi untuk menyimpan air dan dimanfaatkan petani untuk mengairi kebunnya. Karena perkebunan di Desa

Blendis sudah bisa di tanami padi pada saat musim penghujan dan palawija pada saat musim kemarau produktifitas tanah di sana juga semakin subur, dengan tanah yang subur maka hasil pertanian di Desa Blendis juga pasti akan meningkat yang nantinya akan berpengaruh dengan perekonomian di desa itu.

Selain memajukan perekonomian, penduduk Desa Blendis sudah tidak lagi terlalu kesulitan mendapatkan air untuk kebutuhan sehari – hari, paling tidak untuk air minum ternak dan mencuci pada saat musim kemarau.

Dengan dipilihnya judul ini paling tidak bisa untuk referensi pemerintah daerah dan pelaksana agar pembangunan Embung bisa secepatnya dikerjakan, karena dengan dibangunnya Embung ini sangat bermanfaat bagi penduduk Desa Blendis untuk meningkatkan hasil pertanian yang nantinya juga akan meningkatkan perekonomian dan taraf hidup penduduk daerah tersebut.

BAB V

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan perencanaan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit banjir rencana kala ulang 100 tahun (Q_{100}) adalah $28,943379 \text{ m}^3/\text{detik}$.
2. Besar debit yang keluar (*outflow*) dari hasil penelusuran lewat embung untuk kala ulang 100 tahun adalah $21,5154 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan elevasi muka air tertinggi di waduk sebesar $+ 262,231\text{m}$, sedangkan elevasi muka air normal sebesar $+ 260,00\text{m}$, dan elevasi dasar $+ 255,00\text{m}$
3. Dari hasil perencanaan bentuk tubuh embung Branjang didapat volume tampungan $87328,92 \text{ m}^3$, luas tampungan $12469,45 \text{ m}^2$, lebar puncak embung 3 m , lebar dasar $47,625 \text{ m}$, kemiringan lereng hulu $1:3$, kemiringan lereng hilir $1:2,25$ dan tinggi embung $8,5 \text{ m}$.
4. Dari analisa stabilitas terhadap aliran filtrasi didapat kapasitas aliran filtrasi yang terjadi lebih kecil daripada aliran filtrasi yang diijinkan ($Q_f = 0,021\text{m}^3 < Q_{f_{ijin}} = 0,050 \text{ m}^3/\text{hari}$), berarti tubuh embung Branjang aman terhadap kapasitas aliran filtrasi.
Sedangkan kecepatan aliran filtrasi ($C = 0,125 \text{ cm/dt} > V_s = 7,448 \cdot 10^{-8} \text{ cm/dt}$), jadi kecepatan aliran filtrasi yang terjadi masih lebih kecil dari kecepatan kritis yang diijinkan, berarti tubuh embung aman terhadap bahaya *sufosi* (rembesan).

5. Dari hasil perhitungan analisa stabilitas lereng embung Branjang dengan perhitungan gaya-gaya yang bekerja dapat disimpulkan embung aman terhadap longsor dengan angka stabilitas:

- Pada kondisi banjir tanpa gempa $F_s = 1,83 > F_{s_i} = 1,5$
- Pada kondisi banjir saat gempa $F_s = 1,27 > F_{s_i} = 1,2$

Stabilitas embung pada kondisi air normal, kondisi terjadi penurunan tiba-tiba, dan kondisi kosong, diasumsikan dalam keadaan aman. Karena kalau pada saat kondisi embung banjir saja angka stabilitas sudah aman, maka dalam kondisi yang lain juga akan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Erman Mawardi.** (2006), *Desain Hidraulik Bendung Tetap Untuk Irigasi Teknis*, Alfabeta, Bandung.
- Harto, Sri.** (1993), *Analisis Hidrologi*, Bandung.
- Ibnu Kasiro, Wanny Adidarma, Bhre Susantini Rusli, Nugroho, Sunarto.** (1997), *Pedoman Kriteria Desain Embung Kecil Untuk Daerah Semi Kering Di Indonesia*, PT Mediatama Saptakarya, Jakarta.
- Kustamar.** (2008), *Konsep, Strategi, dan Contoh Pemodelan Hidrologi Daerah Aliran Sungai*, Universitas Negeri Malang.
- Masrevaniah Anik, Prastumi.** (2008), *Bangunan Air*, Srikandi, Surabaya.
- Shahin.** (1976), *Statistical Analysis In Hidrologi, Volume Dua, Edit*, Delfi, Netherlands.
- Soemarto.** (1987), *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya.
- Soewarno.** (1991), *Hidrologi*, Nova, Bandung.
- Subarkah, Imam.** (1987). *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Erlangga, Jakarta.
- Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takeda.** (1977), *Bendungan Tipe Urugan*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Suyono Sosrodarsono.** (2006), *Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta.

L

A

M

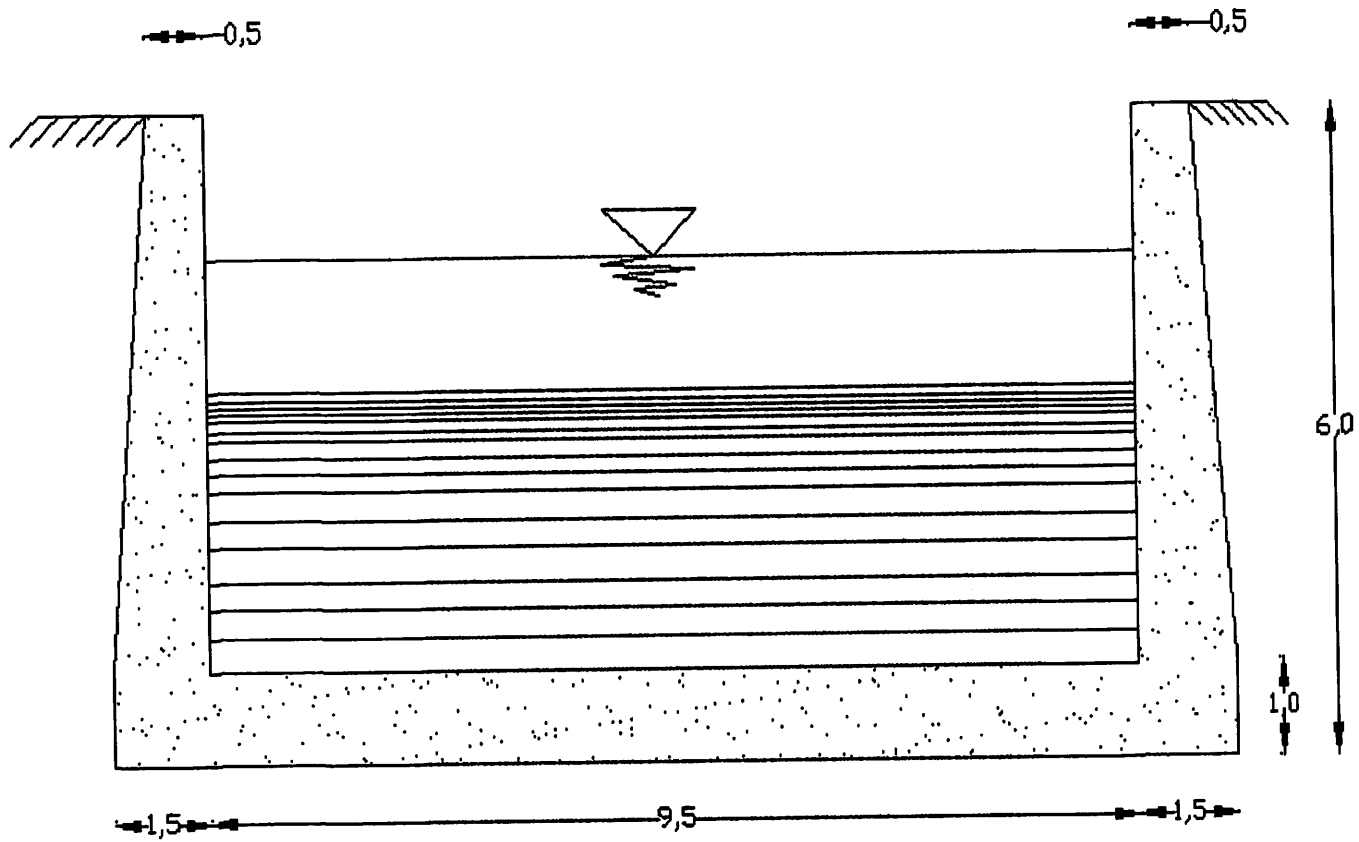
P

T

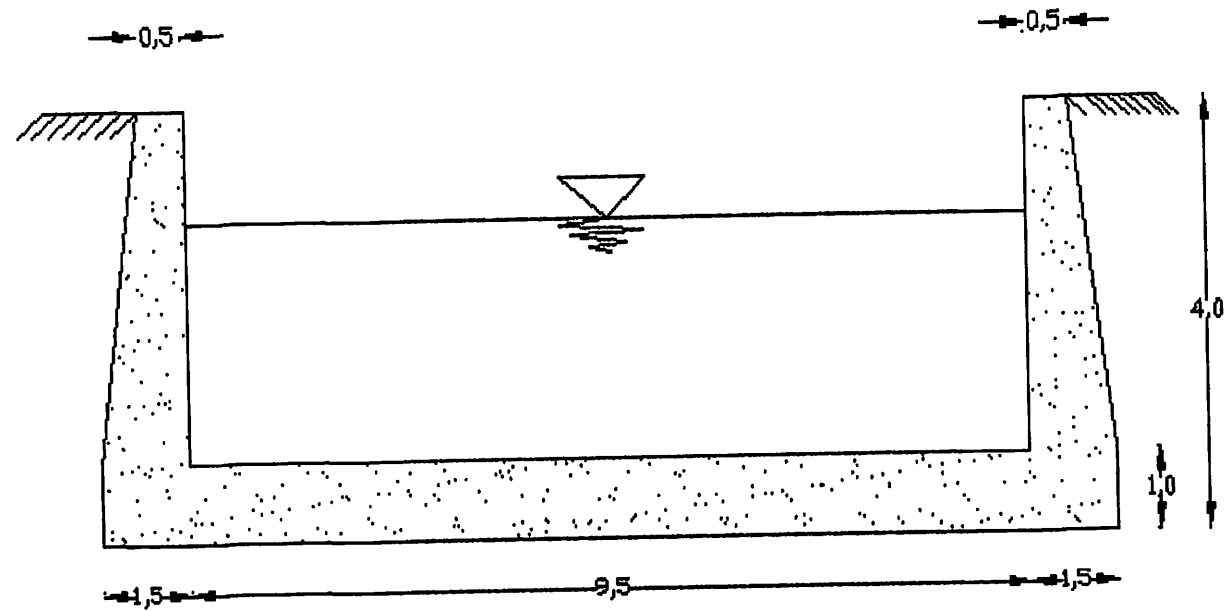
R

A

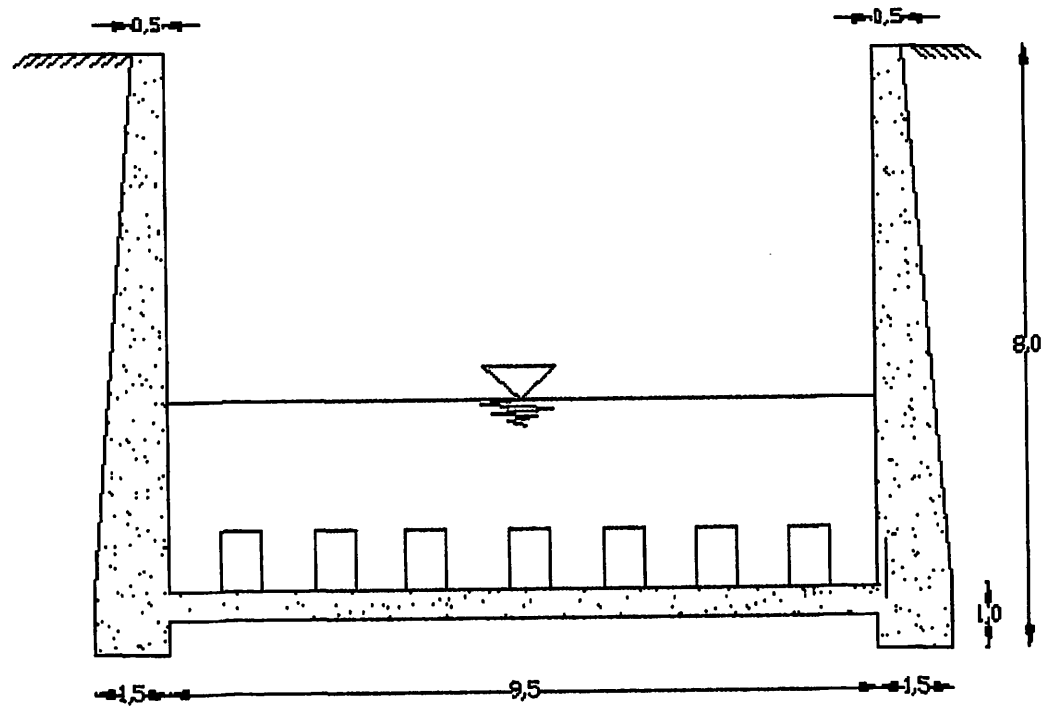
M



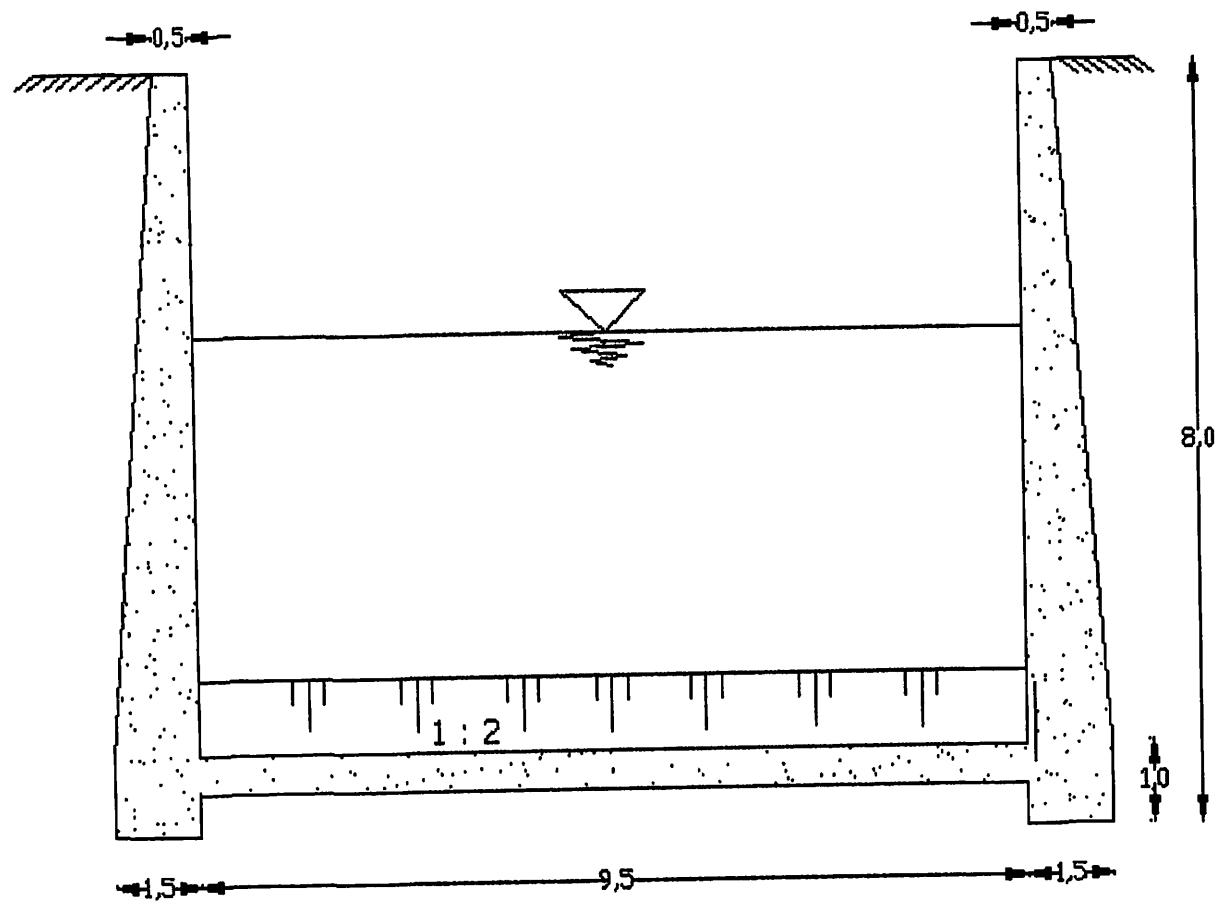
POTONGAN A - A



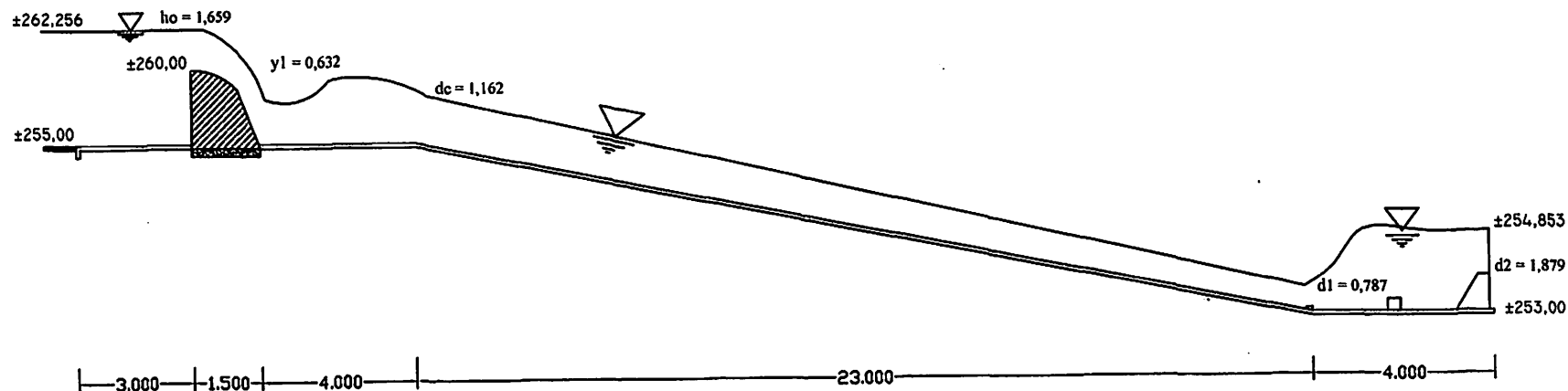
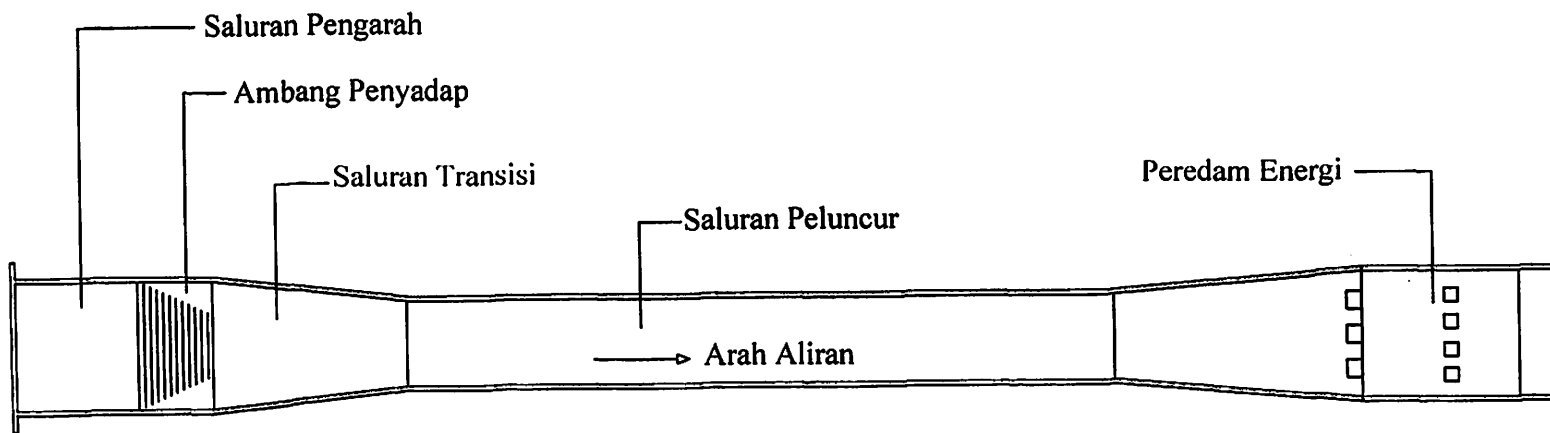
POTONGAN B - B



POTONGAN C - C



POTONGAN D - D



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1

JUDUL GAMBAR :

POTONGAN MEMANJANG
BANGUNAN PELIMPAH
EMBUNG BRANJANG

REVISI/CATATAN :

LOKASI

DESA BLENDIS, KECAMATAN GONDANG
KABUPATEN TULUNGAGUNG

DIGAMBAR	SKALA
PRIYO SANYOTO (03.21.031)	1 : 300
DISETUJUI	DISETUJUI
DR. IR. KUSTAMAR, MT	IR. IBNU HIDAYAT, MT
KODE GAMBAR	NO GAMBAR
SKRBS - 2010	01

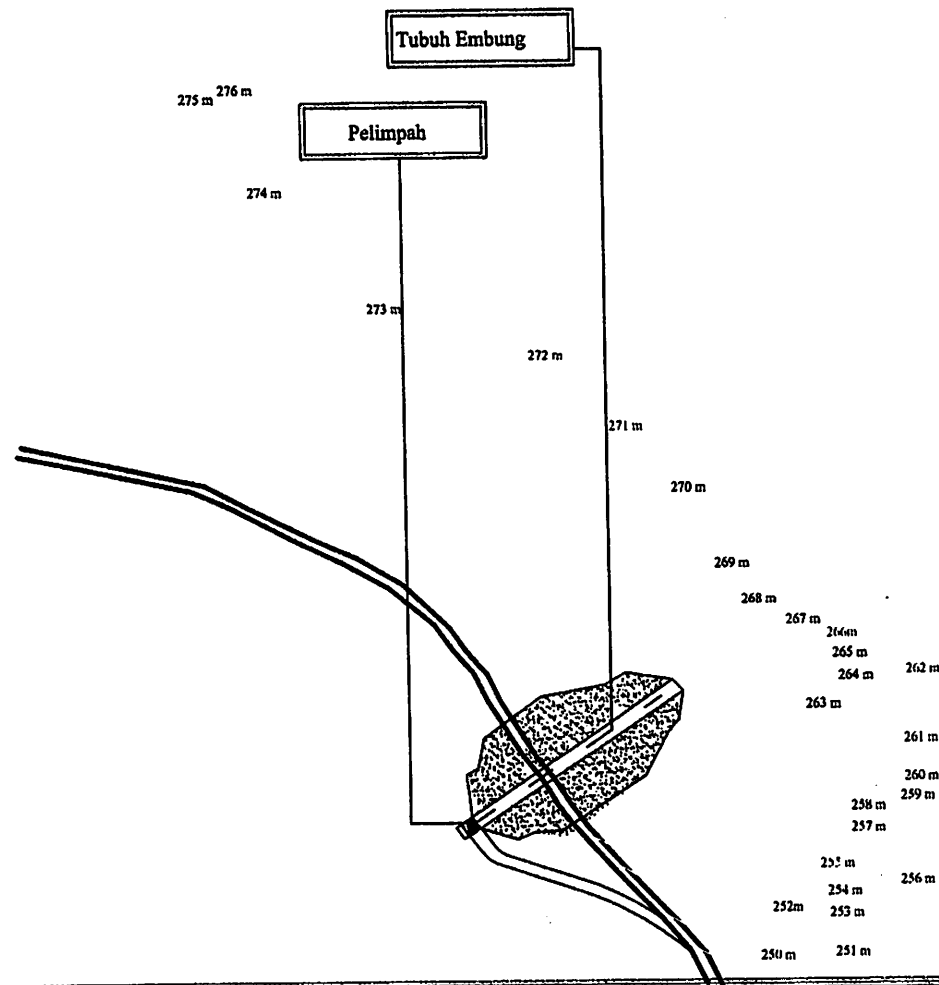
JUDUL GAMBAR :

PETA SITUASI
EMBUNG BRANJANG

REVISI/CATATAN :

LOKASI

DESA BLENDIS, KECAMATAN GONDAN
KABUPATEN TULUNGAGUNG



DIGAMBAR

SKALA

1 : 200

PRIYO SANYOTO

DISETUJUI

DISETUJUI

DR. IR. KUSTAMAR, MT

IR. IBNU HIDAYAT, MT

KODE GAMBAR

NO GAMBAR

SKRBS - 2010

03

Bab 3. Perencanaan Teknis

Tabel 3-24. Tabel perhitungan yang langsung dapat menentukan kedalaman kritis pada saluran terbuka.

d/b	$z = 0,0$	$z = 0,1$	$z = 0,2$	$z = 0,3$	$z = 0,4$	$z = 0,5$	$z = 0,6$	$z = 0,7$	$z = 0,8$	$z = 1,0$	$z = 1\frac{1}{2}$	$z = 2$
0,01	0,003130	0,003132	0,003134	0,003135	0,003136	0,003139	0,003140	0,003141	0,003144	0,003146	0,003151	0,003155
0,02	0,008854	0,008864	0,008869	0,008880	0,008890	0,008896	0,008908	0,008915	0,008925	0,008943	0,008966	0,008987
0,03	0,01627	0,01629	0,01632	0,01634	0,01636	0,01639	0,01641	0,01644	0,01646	0,01651	0,01658	0,01664
0,04	0,02505	0,02509	0,02516	0,02520	0,02524	0,02530	0,02535	0,02540	0,02546	0,02556	0,02569	0,02583
0,05	0,03500	0,03510	0,03517	0,03527	0,03536	0,03545	0,03553	0,03563	0,03572	0,03591	0,03614	0,03638
0,06	0,04601	0,04615	0,04630	0,04643	0,04658	0,04671	0,04687	0,04701	0,04716	0,04752	0,04782	0,04820
0,07	0,05798	0,05818	0,05837	0,05859	0,05880	0,05901	0,05924	0,05946	0,05966	0,06012	0,06065	0,06122
0,08	0,07084	0,07114	0,07142	0,07170	0,07201	0,07228	0,07261	0,07291	0,07318	0,07387	0,07461	0,07542
0,09	0,08452	0,08491	0,08527	0,08568	0,08608	0,08646	0,08686	0,08726	0,08770	0,08856	0,08940	0,09071
0,10	0,09839	0,09950	0,1000	0,1005	0,1010	0,1016	0,1021	0,1026	0,1031	0,1043	0,1057	0,1071
0,11	0,1142	0,1148	0,1155	0,1162	0,1168	0,1175	0,1182	0,1189	0,1195	0,1210	0,1228	0,1245
0,12	0,1301	0,1309	0,1317	0,1326	0,1334	0,1342	0,1350	0,1359	0,1368	0,1385	0,1408	0,1430
0,13	0,1468	0,1477	0,1486	0,1495	0,1507	0,1516	0,1527	0,1537	0,1548	0,1570	0,1597	0,1622
0,14	0,1639	0,1652	0,1663	0,1675	0,1687	0,1700	0,1712	0,1725	0,1738	0,1764	0,1797	0,1832
0,15	0,1818	0,1833	0,1846	0,1861	0,1876	0,1890	0,1905	0,1920	0,1937	0,1967	0,2007	0,2048
0,16	0,2003	0,2019	0,2036	0,2053	0,2070	0,2088	0,2105	0,2123	0,2142	0,2181	0,2226	0,2275
0,17	0,2195	0,2212	0,2232	0,2253	0,2272	0,2292	0,2313	0,2334	0,2355	0,2402	0,2454	0,2512
0,18	0,2330	0,2412	0,2436	0,2458	0,2481	0,2504	0,2528	0,2552	0,2578	0,2628	0,2691	0,2755
0,19	0,2594	0,2618	0,2644	0,2670	0,2696	0,2724	0,2752	0,2779	0,2808	0,2855	0,2919	0,3014
0,20	0,2800	0,2828	0,2857	0,2887	0,2918	0,2948	0,2980	0,3012	0,3045	0,3114	0,3194	0,3279
0,21	0,3011	0,3045	0,3078	0,3111	0,3146	0,3181	0,3216	0,3254	0,3290	0,3368	0,3459	0,3561
0,22	0,3230	0,3267	0,3304	0,3342	0,3380	0,3420	0,3459	0,3501	0,3546	0,3627	0,3715	0,3857
0,23	0,3452	0,3494	0,3534	0,3578	0,3621	0,3666	0,3710	0,3757	0,3804	0,3898	0,4018	0,4142
0,24	0,3682	0,3725	0,3772	0,3820	0,3867	0,3917	0,3968	0,4019	0,4072	0,4179	0,4312	0,4450
0,25	0,3912	0,3963	0,4014	0,4066	0,4121	0,4176	0,4233	0,4288	0,4347	0,4466	0,4615	0,4770
0,26	0,4150	0,4204	0,4262	0,4320	0,4381	0,4442	0,4504	0,4567	0,4631	0,4759	0,4927	0,5096
0,27	0,4393	0,4452	0,4518	0,4579	0,4645	0,4713	0,4782	0,4852	0,4922	0,5068	0,5230	0,5438
0,28	0,4640	0,4704	0,4775	0,4844	0,4916	0,4991	0,5065	0,5143	0,5220	0,5377	0,5580	0,5786
0,29	0,4889	0,4967	0,5037	0,5114	0,5193	0,5274	0,5357	0,5440	0,5526	0,5698	0,5918	0,6145
0,30	0,5145	0,5222	0,5304	0,5389	0,5475	0,5564	0,5654	0,5745	0,5837	0,6029	0,6269	0,6515
0,31	0,5403	0,5490	0,5577	0,5670	0,5765	0,5861	0,5955	0,6059	0,6160	0,6366	0,6628	0,6986
0,32	0,5670	0,5760	0,5856	0,5957	0,6059	0,6163	0,6270	0,6378	0,6488	0,6713	0,7007	0,7288
0,33	0,5938	0,6035	0,6140	0,6246	0,6356	0,6468	0,6581	0,6705	0,6820	0,7067	0,7374	0,7691
0,34	0,6208	0,6314	0,6427	0,6543	0,6663	0,6786	0,6919	0,7038	0,7166	0,7426	0,7762	0,8105
0,35	0,6482	0,6598	0,6720	0,6845	0,6974	0,7106	0,7241	0,7379	0,7516	0,7801	0,8158	0,8530
0,36	0,6761	0,6886	0,7017	0,7152	0,7290	0,7433	0,7577	0,7723	0,7872	0,8176	0,8566	0,8960
0,37	0,7045	0,7178	0,7318	0,7463	0,7610	0,7764	0,7921	0,8076	0,8238	0,8568	0,8981	0,9408
0,38	0,7334	0,7478	0,7624	0,7780	0,7941	0,8102	0,8276	0,8437	0,8612	0,8960	0,9438	0,9860
0,39	0,7624	0,7777	0,7936	0,8103	0,8276	0,8449	0,8626	0,8806	0,8991	0,9169	0,9445	1,033
0,40	0,7920	0,8084	0,8253	0,8429	0,8614	0,8800	0,8999	0,9183	0,9380	0,9778	1,0200	1,081
0,41	0,8220	0,8394	0,8572	0,8762	0,8958	0,9156	0,9358	0,9565	0,9772	1,017	1,074	1,130
0,42	0,8522	0,8707	0,8896	0,9097	0,9306	0,9513	0,9732	0,9949	1,017	1,063	1,121	1,180
0,43	0,8828	0,9026	0,9228	0,9441	0,9661	0,9887	1,012	1,035	1,058	1,107	1,168	1,229
0,44	0,9139	0,9346	0,9563	0,9788	1,002	1,026	1,050	1,076	1,100	1,152	1,217	1,283
0,45	0,9450	0,9671	0,9898	1,014	1,039	1,064	1,090	1,117	1,143	1,197	1,266	1,337
0,46	0,9766	1,000	1,024	1,050	1,076	1,102	1,130	1,158	1,186	1,244	1,317	1,391
0,47	1,009	1,033	1,059	1,086	1,114	1,142	1,171	1,201	1,230	1,291	1,368	1,446
0,48	1,041	1,067	1,094	1,123	1,152	1,182	1,212	1,244	1,275	1,339	1,420	1,503
0,49	1,074	1,101	1,130	1,160	1,190	1,222	1,254	1,287	1,320	1,388	1,474	1,561
0,50	1,107	1,135	1,166	1,197	1,229	1,263	1,297	1,332	1,366	1,438	1,529	1,621
0,51	1,140	1,170	1,202	1,235	1,269	1,304	1,340	1,377	1,414	1,489	1,584	1,681
0,52	1,174	1,205	1,239	1,274	1,310	1,346	1,384	1,423	1,462	1,540	1,641	1,742
0,53	1,208	1,241	1,276	1,313	1,351	1,389	1,429	1,469	1,510	1,593	1,698	1,805
0,54	1,242	1,277	1,314	1,352	1,392	1,433	1,475	1,516	1,559	1,646	1,756	1,869
0,55	1,277	1,314	1,352	1,392	1,434	1,477	1,521	1,564	1,609	1,700	1,817	1,934
0,56	1,312	1,350	1,391	1,433	1,476	1,521	1,567	1,613	1,660	1,756	1,877	1,999
0,57	1,347	1,387	1,430	1,474	1,519	1,566	1,613	1,663	1,712	1,812	1,938	2,070
0,58	1,383	1,425	1,469	1,515	1,563	1,612	1,662	1,713	1,764	1,869	2,001	2,137
0,59	1,419	1,463	1,509	1,557	1,607	1,658	1,711	1,764	1,818	1,927	2,066	2,208
0,60	1,455	1,501	1,549	1,600	1,651	1,705	1,760	1,816	1,872	1,985	2,130	2,280
0,61	1,491	1,539	1,589	1,642	1,696	1,752	1,810	1,868	1,926	2,043	2,196	2,352
0,62	1,528	1,578	1,630	1,685	1,742	1,800	1,860	1,920	1,981	2,103	2,263	2,424
0,63	1,566	1,617	1,671	1,729	1,788	1,849	1,911	1,973	2,037	2,170	2,332	2,495
0,64	1,603	1,656	1,713	1,773	1,835	1,898	1,962	2,028	2,094	2,230	2,401	2,573
0,65	1,641	1,696	1,756	1,818	1,882	1,948	2,014	2,083	2,152	2,291	2,470	2,650
0,66	1,679	1,737	1,798	1,863	1,930	1,998	2,068	2,139	2,210	2,357	2,542	2,727
0,67	1,717	1,778	1,841	1,907	1,978	2,049	2,122	2,196	2,270	2,424	2,614	2,810
0,68	1,756	1,818	1,885	1,955	2,027	2,101	2,176	2,253	2,330	2,490	2,688	2,893

3. 3 Rencana—Teknis Bangunan Pelimpah

	$z = 0.0$	$z = 0.1$	$z = 0.2$	$z = 0.3$	$z = 0.4$	$z = 0.5$	$z = 0.6$	$z = 0.7$	$z = 0.8$	$z = 1.0$	$z = 1.1$	$z = 2.0$
59	1,794	1,150	1,928	2,001	2,076	2,153	2,231	2,311	2,391	2,516	2,762	3,395
70	1,833	1,901	1,973	2,048	2,126	2,206	2,287	2,369	2,454	2,622	2,838	3,495
71	1,873	1,943	2,018	2,096	2,176	2,259	2,344	2,429	2,517	2,694	2,916	3,600
72	1,913	1,985	2,062	2,143	2,226	2,313	2,401	2,488	2,580	2,760	2,994	3,699
73	1,953	2,027	2,107	2,191	2,278	2,367	2,458	2,550	2,645	2,832	3,072	3,818
74	1,993	2,070	2,153	2,240	2,330	2,422	2,517	2,612	2,708	2,904	3,151	3,909
75	2,033	2,114	2,200	2,290	2,383	2,478	2,576	2,675	2,774	2,975	3,234	4,019
76	2,074	2,157	2,245	2,340	2,436	2,534	2,634	2,738	2,840	3,043	3,316	4,130
77	2,115	2,201	2,293	2,390	2,489	2,590	2,695	2,802	2,908	3,125	3,400	4,240
78	2,157	2,245	2,341	2,440	2,543	2,648	2,757	2,864	2,977	3,202	3,485	4,350
79	2,198	2,289	2,388	2,491	2,598	2,707	2,819	2,931	3,046	3,279	3,571	4,466
80	2,240	2,334	2,436	2,542	2,653	2,766	2,881	2,993	3,115	3,357	3,658	4,582
81	2,283	2,379	2,485	2,594	2,709	2,825	2,944	3,065	3,186	3,435	3,747	4,701
82	2,325	2,425	2,534	2,646	2,764	2,884	3,008	3,132	3,258	3,511	3,825	4,820
83	2,367	2,470	2,583	2,699	2,821	2,946	3,072	3,200	3,331	3,594	3,926	4,941
84	2,410	2,516	2,632	2,752	2,878	3,007	3,136	3,270	3,407	3,677	4,018	5,063
85	2,453	2,563	2,682	2,806	2,936	3,068	3,202	3,340	3,477	3,757	4,111	5,188
86	2,497	2,610	2,732	2,861	2,994	3,131	3,269	3,411	3,553	3,842	4,204	5,317
87	2,541	2,657	2,783	2,916	3,053	3,194	3,336	3,482	3,629	3,923	4,289	5,444
88	2,585	2,704	2,834	2,971	3,112	3,257	3,404	3,554	3,705	4,008	4,396	5,576
89	2,629	2,752	2,886	3,026	3,172	3,321	3,472	3,626	3,782	4,096	4,494	5,704
90	2,673	2,800	2,938	3,082	3,232	3,385	3,541	3,698	3,859	4,185	4,592	5,841
91	2,718	2,848	2,990	3,138	3,293	3,451	3,611	3,771	3,937	4,262	4,692	5,979
92	2,763	2,896	3,043	3,196	3,354	3,517	3,682	3,850	4,018	4,362	4,793	6,112
93	2,808	2,946	3,095	3,254	3,416	3,583	3,754	3,926	4,098	4,452	4,898	6,252
94	2,853	2,995	3,149	3,311	3,478	3,650	3,825	4,002	4,180	4,544	5,000	6,393
95	2,899	3,045	3,202	3,369	3,541	3,717	3,896	4,077	4,257	4,632	5,105	6,531
96	2,945	3,095	3,257	3,428	3,605	3,786	3,971	4,157	4,346	4,731	5,211	6,680
97	2,991	3,145	3,312	3,488	3,669	3,855	4,046	4,237	4,430	4,824	5,318	6,838
98	3,037	3,195	3,367	3,546	3,733	3,925	4,121	4,317	4,515	4,919	5,426	6,973
99	3,084	3,245	3,421	3,607	3,805	3,994	4,196	4,397	4,600	5,014	5,536	7,122
00	3,130	3,295	3,479	3,668	3,865	4,066	4,272	4,478	4,688	5,112	5,647	7,277
01	3,177	3,340	3,520	3,709	3,906	4,210	4,426	4,644	4,864	5,311	5,874	7,584
02	3,225	3,394	3,574	3,764	3,961	4,155	4,382	4,611	4,843	5,311	6,102	6,699
03	3,272	3,441	3,620	3,810	4,007	4,204	4,435	4,673	4,915	5,395	6,339	7,901
04	3,319	3,488	3,667	3,858	4,055	4,254	4,463	4,696	4,939	5,429	6,380	8,227
05	3,366	3,535	3,714	3,905	4,100	4,301	4,506	4,717	4,932	5,429	6,529	8,566
06	3,413	3,582	3,761	3,952	4,147	4,348	4,556	4,771	4,988	5,495	6,582	8,896
07	3,460	3,629	3,808	4,000	4,197	4,400	4,608	4,824	5,043	5,557	6,633	9,243
08	3,507	3,676	3,855	4,048	4,246	4,451	4,665	4,886	5,112	5,636	6,687	9,583
09	3,554	3,725	3,904	4,099	4,293	4,500	4,717	4,941	5,168	5,699	6,833	9,963
10	3,601	3,772	3,951	4,144	4,340	4,551	4,772	5,000	5,226	5,757	6,882	10,33
11	3,648	3,819	4,000	4,191	4,382	4,594	4,817	5,044	5,272	5,804	6,935	10,72
12	3,695	3,866	4,048	4,240	4,431	4,646	4,871	5,100	5,326	5,859	6,988	11,50
13	3,742	3,917	4,099	4,290	4,481	4,696	4,922	5,151	5,377	5,910	7,042	12,30
14	3,789	3,968	4,148	4,340	4,530	4,737	4,964	5,196	5,422	5,954	7,095	12,72
15	3,836	4,019	4,199	4,389	4,579	4,788	5,017	5,246	5,472	6,004	7,148	13,59
16	3,883	4,070	4,248	4,438	4,628	4,838	5,067	5,295	5,521	6,053	7,201	14,04
17	3,930	4,121	4,297	4,487	4,677	4,888	5,117	5,344	5,570	6,106	7,254	14,99
18	3,977	4,172	4,346	4,536	4,726	4,938	5,166	5,393	5,618	6,159	7,307	15,42
19	4,024	4,223	4,395	4,585	4,774	4,986	5,215	5,442	5,667	6,211	7,360	15,90
20	4,071	4,270	4,444	4,634	4,823	5,036	5,264	5,490	5,714	6,264	7,413	16,39
21	4,118	4,317	4,493	4,683	4,872	5,085	5,313	5,537	5,760	6,317	7,466	17,40
22	4,165	4,366	4,542	4,731	4,920	5,136	5,362	5,585	5,807	6,370	7,519	18,69
23	4,212	4,415	4,589	4,780	4,969	5,187	5,411	5,634	5,856	6,423	7,572	19,44
24	4,259	4,464	4,640	4,829	5,018	5,238	5,460	5,682	5,903	6,476	7,625	20,04
25	4,306	4,513	4,688	4,877	5,067	5,290	5,512	5,734	5,955	6,529	7,678	21,55
26	4,353	4,560	4,732	4,921	5,114	5,342	5,564	5,785	6,006	6,582	7,730	22,95
27	4,400	4,607	4,781	4,970	5,165	5,393	5,615	5,836	6,057	6,635	7,782	24,46
28	4,447	4,654	4,828	5,018	5,212	5,440	5,662	5,883	6,108	6,688	7,834	26,00
29	4,494	4,701	4,872	5,065	5,259	5,487	5,708	5,929	6,150	6,740	7,886	27,53
30	4,541	4,748	4,919	5,112	5,306	5,534	5,755	5,975	6,196	6,792	7,938	29,04
31	4,588	4,795	4,966	5,155	5,353	5,581	5,802	6,022	6,247	6,844	7,990	31,16
32	4,635	4,842	5,013	5,200	5,400	5,627	5,848	6,068	6,289	6,896	8,042	33,00
33	4,682	4,889	5,060	5,245	5,445	5,672	5,893	6,113	6,334	6,941	8,094	
34	4,729	4,936	5,107	5,290	5,490	5,717	5,938	6,158	6,375	6,982	8,146	
35	4,776	4,983	5,154	5,335	5,535	5,761	5,982	6,203	6,420	7,024	8,198	
36	4,823	5,030	5,201	5,380	5,575	5,800	6,021	6,241	6,462	7,066	8,250	
37	4,870	5,077	5,248	5,425	5,620	5,845	6,062	6,282	6,503	7,109	8,302	
38	4,917	5,124	5,295	5,470	5,665	5,890	6,111	6,331	6,552	7,152	8,354	
39	4,964	5,171	5,342	5,515	5,710	5,935	6,152	6,373	6,594	7,195	8,406	
40	5,011	5,218	5,389	5,560	5,755	5,980	6,203	6,424	6,645	7,238	8,458	
41	5,058	5,265	5,436	5,605	5,800	6,025	6,244	6,465	6,686	7,281	8,510	
42	5,105	5,312	5,483	5,650	5,845	6,070	6,291	6,512	6,733	7,324	8,562	
43	5,152	5,359	5,530	5,695	5,890	6,115	6,336	6,557	6,778	7,367	8,614	
44	5,199	5,406	5,577	5,740	5,935	6,160	6,381	6,602	6,823	7,410	8,666	
45	5,246	5,453	5,624	5,785	5,980	6,205	6,426	6,647	6,868	7,453	8,718	
46	5,293	5,500	5,671	5,830	6,025	6,250	6,471	6,692	6,913	7,496	8,770	
47	5,340	5,547	5,718	5,877	6,070	6,300	6,521	6,742	6,963	7,539	8,822	
48	5,387	5,594	5,765	5,924	6,115	6,345	6,566	6,787	7,008	7,582	8,874	
49	5,434	5,641	5,812	5,971	6,165	6,390	6,611	6,832	7,053	7,625	8,926	
50	5,481	5,688	5,859	6,018	6,210	6,430	6,651	6,872	7,093	7,669	8,978	
51	5,528	5,735	5,906	6,065	6,260	6,480	6,701	6,922	7,143	7,714	9,030	
52	5,575	5,782	5,953	6,112	6,307	6,527	6,748	6,969	7,190	7,761	9,082	
53	5,622	5,829	6,000	6,159	6,354	6,574	6,795	7,016	7,237	7,808	9,134	
54	5,669	5,876	6,047	6,206	6,399	6,619	6,840	7,061	7,282	7,853	9,186	
55	5,716	5,923	6,094	6,253	6,446	6,666	6,887	7,108	7,329	7,899	9,238	
56	5,763	5,970	6,141	6,299	6,490	6,710	6,931	7,152	7,373	7,944	9,290	
57	5,810	6,017	6,188	6,345	6,534	6,754	6,975	7,196	7,417	7,988	9,342	
58	5,857	6,064	6,235	6,390	6,579	6,799	7,020	7,241	7,462	8,032	9,394	
59	5,904	6,111	6,282	6,437	6,626	6,846	7,067	7,288	7,509	8,079	9,446	
60	5,951	6,158	6,329	6,482	6,671	6,891	7,112	7,333	7,554	8,129	9,498	
61	5,998	6,205	6,376	6,529	6,718	6,938	7,159	7,380	7,601	8,17		

Tabel 2.3 Reduce Mean, Y_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
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
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	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

Tabel 2.4 Reduce Standard Deviation, S_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	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	1,1080
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	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Tabel 2.5 Reduce variate, Y_{Tr} sebagai fungsi periode ulang

Periode ulang, T_r (tahun)	Reduced variate, Y_{Tr}	Periode ulang, T_r (tahun)	Reduced variate, Y_{Tr}
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121



KABUPATEN TULUNGAGUNG

KECAMATAN GONDANG

DESA SIDEM

DESA BLENDIS

DESA SIDOMULYO

DESA NOTOREJO

DESA KAMULAN

DESA BARUHARJO

KECAMATAN DURENAN

DESA KARANJI

PETA INDIKASI POTENSI AIR TANAH & DAERAH IRIGASI KABUPATEN TULUNG AGUNG PROVINSI JAWA TIMUR



LEGENDA

- Kota Propinsi
- Kota Kabupaten
- Kota Kecamatan
- ▲ Gunung
- Jalan
- — — Jalan Perantara
- — — Batas Propinsi
- — — Batas Kabupaten
- — — Batas Kecamatan
- — — Batas Desa
- Sungai
- Danau / Waduk
- ⊕ Bendung
- ✈ Lapangan Terbang
- Daerah Irigasi

TERBATAS SETEMPAT adalah lokasi peyediaan air yang terbatas, seperti terdapat pada-lata dan sebagainya dan lokasi tersebut tergolong baik.

LENGKA adalah lokasi dimana tidak ada atau sangat terbatas lokasi irigasi yang seperti ini adalah yang terdapat di bagian-bagian tertentu dan juga terdapat di bagian-bagian tertentu.

Notasi	Dangkal	Sedang	Dalam	Keterangan
	Terbatas Setempat/Baik	Baik	Baik	< 10 l/dAm ²
	Baik	Baik	Baik	> 10 l/dAm ²
	Terbatas Setempat	Terbatas Setempat	Terbatas Setempat	< 5 l/dAm ² potensi di lembah-lembah
	Langka	Langka	Langka	Kritis Air



SOURCE DATA : BDLAR BARBARA/COMPTONAL, EPC, PROBATA PB, DIT/DTL B J AP, P046, P048, 2003

17-8

BULAN

NO. 178 STAGIUN	TGL	BULAN												KETERANGAN
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Induk Anzom NO. 21	1	-	15	57	67	4	16	10	11	-	18	7	-	
	2	-	-	66	60	12	7	27	2	-	13	24	44	
11/17-9/90	3	-	-	42	-	27	0	2	5	-	1	2	-	
	4	-	4	36	28	42	-	21	-	-	-	0	3	
	5	16	31	27	-	2	2	48	0	-	9	8	2	
SHEET 52, 52 BC	6	41	21	2	-	0	20	0	-	4	6	-	-	
	7	31	30	46	5	-	52	4	-	-	80	51	4	
KORDINAT	8	23	8	50	8	-	0	45	-	-	46	21	-	
186-700	9	48	1	34	-	-	-	2	-	5	3	9	-	
26-700	10	66	-	18	-	-	-	-	-	22	-	2	-	
	11	-	31	51	22	2	-	-	26	-	2	-	-	
	12	-	3	60	1	0	-	-	8	0	21	0	-	
	13	-	46	54	-	5	23	-	2	-	1	11	18	
	14	-	5	69	17	-	-	-	-	4	-	2	3	
	15	-	6	59	2	-	-	-	-	0	8	32	12	
	16	21	24	27	18	-	131	4	0	-	2	64	92	
	17	5	51	27	-	10	-	-	0	2	29	71	66	
	18	41	24	9	-	34	10	6	14	-	-	110	92	
	19	4	2	18	7	-	-	2	5	-	26	18	66	
	20	38	63	19	10	-	4	42	17	1	10	5	7	
	21	-	27	10	27	1	106	10	11	1	23	20	9	
	22	29	8	25	0	-	26	7	0	1	42	2	-	
	23	-	-	7	-	-	32	-	-	3	6	8	14	
	24	61	-	2	7	-	-	41	-	227	0	-	-	
	25	5	9	-	58	9	-	5	1	72	-	24	22	
	26	21	9	1	41	-	-	-	-	105	1	0	-	
	27	52	47	-	149	-	43	11	0	7	0	11	-	
	28	41	-	3	-	8	16	28	0	90	29	41	51	
	29	30	-	-	-	11	-	41	-	1	47	27	45	
	30	7	-	-	4	6	12	-	-	1	8	18	-	
	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	
TOTAL	CH	580	459	807	531	168	500	356	96	546	440	585	631	5699
	HH	19	22	26	18	14	15	19	11	16	24	24	17	225
MAX		66	51	69	149	42	131	48	20	227	80	110	92	
MIN		4	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	
PATA-RMA		30	21	31	29	12	33	19	9	34	18	24	37	25

0501

10000
TASIRUM

BULAN

TGL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	REKORAN	
1		50	18	20	9			1					24	
2			37	43	6		8				11			
3			21							7	7			
4		42	72		35							7		
5			7			1					25			
6	45	32			7		28			14	21			
7	81	21		20		17				5	55			
8		3					4							
9	11		14				33							
10	10													
11		2	4								18			
12		11	17							17				
13			2	9		56								
14			5	3										
15		12	1	16						16	21			
16	14	8	9			63	4			5	3	21		
17	6	2	13								4	9		
18	3	22								15	50	15		
19			12	25		10					7	10		
20	12		9	5						57		23		
21		8		30		11		3	3			22		
22	16	6				42						19		
23		1	19	4			15					42		
24	3	44	16	9					35	26		2		
25		1	10						21					
26		2				4	5		61	6				
27	20						1		21					
28	29	15		21					5		33	6		
29				25		14	8		6	37	5	3		
30	46		31	6			1			5		17		
31	13				18					69		29		
1925	CH	309	282	317	217	75	218	65	4	152	271	261	249	2440
TOTAL	HH	14	180	194	14	5	98	9	21	7	13	14	15	139
MAX		81	50	82	43	35	68	33	35	61	69	50	42	
MIN		3	1	1	23	60	13	7	3	5	1	2		
RMA QYTA		22	16	17	16	15	24	9	2	28	21	19	17	18

REKORAN
Gorontalo

BILAN

Kategori	No	Tgl												Keterangan
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1		20	33		11	42							23	
1	20	21	2		20								12	
2	18		1	7	12								60	
3	2	11		33	3								141	82
4	16	6		12									11	92
5	8		2	51									1	50
6			28	2	11								10	19
7	19		47	1									21	
8	144		63										32	47
9	41		58	8	1									49
10	9	5												
11	2	1	5	3	5									
12	7	6	68	39	2									17
13			2	1	8									9
14	14	20	14	123	20									
15	45	17	2	3	4									30
16		6	4	15										12
17		2	10	10	11									7
18														
19														
20		4	41											
21	13	20	41		3								5	
22		1	8											
23		4	1	12										
24	26	19	40											
25	20	12											35	17
26	10	42	6										40	3
27	32	11	2	4									2	9
28	8	2	5										28	52
29	6		2											14
30	5			30										10
31	40												29	
													805	
													977	
TOTAL	CH	505	214	442	355	92						139	765	525
	MIN	22	19	22	18	11						6	23	18
MAX		144	42	68	123	20						40	141	92
MIN		2	1	1	1	1						2	1	1
RATA-RATA		23	11	20	20	8						23	34	29

15/10/11

TOTAL PORTA... 3077

3077
~~2049~~
139
22

IAMA
TASUUN

TGL

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

RETRANGA

DAIRIEMAN
No. 39
SMP + 89
R. SONG

1	7	13			5						10	
2	5										18	
3					4							
4					15						57	7
5					6						2	60
6		12	17								8	2
7	18	2	36									
8	8	2	17		7						3	5
9					9							
10	3											22
11	23	23							13			
12	15				20	3						16
13	28				37							27
14		14	14	54	26						6	13
15	2				3							
16	52				7	45					6	
17	12	11	20	39							55	
18			6	8							1	4
19		8			12						5	
20												3
21					3							5
22					49						11	5
23											41	
24	17				2						56	5
25											55	
26	18	3									29	13
27												4
28											11	10
29	33											
30												
31	24										11	

NO. KENDARAAN
600000000

TOTAL	255	135	167	215	90	145	105	113	126	57	328	202
MAX.	52	23	49	54	45	142	105	113	117	29	57	60
MIN	2	2	2	3	3	13	10	10	5	6	1	2
RATA - RATA	17	10	19	18	15	122	11	113	15	12	23	13

TOTAL PORTAFOLIO 1508

1508
1495
92

NO	NO PETA	NO BUKU	NO BUKU II	NO BUKU III	NO BUKU IV	NO BUKU V	NO BUKU VI	NO BUKU VII	NO BUKU VIII	NO BUKU IX	NO BUKU X	NO BUKU XI	NO BUKU XII	NO BUKU XIII	NO BUKU XIV	NO BUKU XV	NO BUKU XVI	NO BUKU XVII	NO BUKU XVIII	NO BUKU XIX	NO BUKU XX	NO BUKU XXI	NO BUKU XXII	NO BUKU XXIII	NO BUKU XXIV	NO BUKU XXV	NO BUKU XXVI	NO BUKU XXVII	NO BUKU XXVIII	NO BUKU XXIX	NO BUKU XXX
1	7	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	7	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	7	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	7	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	7	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	7	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	7	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	7	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	7	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	7	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	7	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	7	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

NUMBER PINDAAN
 NO 25
 SHIP + QTR
 BUKU PINDAAN

0000

TOTAL
 MAX
 MIN
 RUM RUM
 TOTAL KERTASUM: 3256

No. 198 STASIUN	Tgl.	BULAN												1978			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
	1	21	1	5	-	144	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAKAIAN	2	-	12	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
112 27.	3	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-
SHOP: + 59.	4	11	20	8	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	112	7	-	-	6	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-
S. SENG	6	-	5	8	9	2	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-
NO DETA	7	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CHEEF: S2/XL III A	8	-	2	2	45	-	-	-	-	-	-	-	-	36	9	-	-
KOR: 112	9	-	-	7	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DARI ATAS: 153 mm	10	-	9	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
DARI KIRI: 84 mm	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
REC: BONDANG	12	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	13	8	9	36	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	13
	14	-	7	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-
	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	17	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
	18	-	-	8	18	-	-	-	-	-	-	-	102	-	-	-	-
	19	-	-	-	-	14	8	-	-	-	-	-	97	-	-	-	-
	20	15	-	-	-	16	2	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-
	21	-	12	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-
	22	9	24	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	23	21	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	-	-	-
	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	26	4	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	8	37	-	-	-
	27	-	24	-	17	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-
	28	8	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	75	-	-	-	-
	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	64	-	-	-
	30	-	7	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		199	297	177	152	176	26	-	-	-	-	-	358	274	58	-	-
MAX		21	24	35	45	144	10	-	-	-	-	-	102	75	19	-	-
MIN		1	2	1	2	2	2	-	-	-	-	-	6	1	2	-	-
RATA RATA		17	20	12	17	44	6	-	-	-	-	-	40	27	10	-	-

TOTAL PERTAHANAN: 1717

N/D 170
 STA-1711

BULAN											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

SUMBER PANDUAN
 No 25.
 SHIP-1970

S. B. AIR, P. C. C. C.
 No DETA.
 SHEET 52' x 12'
 KORDINAT:
 DARI UTS-188 MM
 DARI URS-36 MM
 KEC-SEKIDANG

1	-	2	1	36	28	5	-	-	-	11	-	-	5
2	-	51	4	21	15	-	-	-	-	5	29	2	29
3	2	19	41	11	48	22	4	-	-	8	11	16	22
4	17	83	2	32	28	29	-	-	-	16	10	4	27
5	10	12	20	55	1	41	-	-	-	-	-	-	11
6	69	7	5	37	-	15	-	-	-	-	-	-	-
7	2	11	-	29	-	5	-	-	-	2	9	7	-
8	17	2	-	38	-	9	-	-	-	-	21	7	-
9	11	1	9	16	53	31	-	-	-	-	3	-	-
10	27	9	3	9	-	15	-	-	-	-	54	-	1
11	1	28	2	24	-	3	-	-	-	-	7	4	4
12	8	11	126	7	1	9	-	-	-	-	8	-	-
13	-	2	6	29	5	12	1	-	-	-	11	-	-
14	-	-	1	21	-	7	30	-	-	4	9	17	7
15	-	-	-	11	-	15	4	-	-	-	12	11	-
16	-	-	-	72	6	2	-	-	-	6	10	42	32
17	1	-	4	5	-	-	-	-	-	-	20	84	17
18	-	19	13	1	-	-	-	-	-	-	16	39	45
19	3	20	32	-	13	-	1	-	-	1	18	10	23
20	3	-	28	-	-	5	-	-	-	-	22	35	21
21	7	-	7	-	-	7	10	-	-	-	24	15	-
22	21	-	1	1	5	-	9	-	-	-	57	-	2
23	3	-	-	-	-	4	-	-	-	22	63	7	-
24	7	-	1	3	2	-	-	-	-	35	43	-	-
25	-	-	3	46	-	-	41	-	-	22	26	4	15
26	26	7	19	9	30	-	-	-	-	04	-	16	-
27	61	20	22	-	15	-	1	-	-	12	67	22	38
28	29	19	6	-	24	-	-	-	-	82	21	11	35
29	-	-	29	-	-	-	-	-	-	8	-	-	13
30	22	-	16	-	-	-	-	-	-	12	1	2	16
31	1	-	5	-	-	-	-	-	-	25	-	-	21

TOTAL	342	317	524	513	274	286	101	-	61	550	318	244
MIN	22	18	26	22	15	18	9	-	11	25	19	20
MAX	69	83	126	72	53	41	41	-	16	67	84	45
RATA	9	16	18	23	18	13	11	-	5	22	17	12

TOTAL PERTAHUN = 3459.

1025 : KUHATAGA JATOT

JAMA
TASICUM

TGL

BULAN

RETRANGAN

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

BR PANDAN
No 25
SHUP: ± 970
BASAL POCESAN
D PETA
DOT 52/PL II C
KORDINAT
MINTAS 188 DM
MINTAS 36 DM
KEC SENDANG

1	2	15	-	32	-	-	-	-	-	30	11
2	10	4	-	56	5	-	5	-	-	8	17
3	-	2	-	15	-	-	-	-	-	-	25
4	5	17	3	12	-	-	-	2	-	-	-
5	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	7
6	-	2	10	14	2	1	2	-	-	-	55
7	-	47	2	10	-	-	-	-	-	-	-
8	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	8	99	25	2	4	7	-	-	-	1	-
10	-	28	52	-	-	2	-	-	-	10	7
11	1	50	7	10	49	-	4	-	-	-	62
12	-	11	17	7	21	-	-	-	-	-	-
13	-	21	24	14	5	-	12	-	-	-	20
14	77	71	-	12	-	-	6	-	-	-	27
15	25	10	5	37	-	-	-	-	-	-	15
16	37	2	-	20	-	-	-	-	-	-	21
17	5	24	51	91	-	-	-	-	-	-	41
18	75	14	30	87	-	-	5	-	-	-	30
19	3	83	2	15	-	-	-	-	-	-	32
20	42	8	16	60	-	-	-	-	3	2	27
21	9	49	51	12	-	-	1	-	-	-	11
22	51	10	40	47	-	-	-	-	-	-	28
23	45	6	10	5	-	-	-	-	-	-	08
24	25	11	22	-	-	-	-	-	-	-	137
25	5	-	13	17	-	-	8	6	-	-	05
26	40	18	6	8	-	-	-	-	-	-	25
27	35	36	45	-	-	-	-	-	-	-	35
28	51	50	99	-	-	-	-	-	-	-	05
29	39	-	7	-	-	-	-	-	-	-	28
30	46	-	2	-	-	-	4	2	-	-	28
31	32	-	16	-	-	-	-	-	-	42	21
TOTAL	1023	723	555	585	86	10	47	8	7	42	251
MAX	77	99	99	91	49	7	12	6	3	42	13
MIN	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1
RATA RATA	30	23	23	25	14	3	5	4	2	42	25

2002

JAM
KIRI
KIRI
KIRI

TOTAL PER TAHUN = 3636

		BULAN											1979	
No. MDA		Tgl.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	17	KETERANGAN	
MINGGAL		1	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-		
039		2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
11P: 489		3	7	-	2	-	-	-	-	-	-	-		
		4	-	75	-	-	-	-	-	-	-	-		
SOMG		5	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
S PCTA		6	32	13	-	-	-	-	-	-	-	-		
DOT 52/XL IYA		7	6	25	-	-	-	-	-	-	-	-		
ORDINAT		8	3	-	64	-	-	-	-	-	-	-		
KRI NTS K3 M01		9	-	11	3	1	-	-	-	-	-	-		
PINA - BARDI		10	9	25	3	7	-	-	-	-	-	-		
CC GONGONG		11	-	11	14	11	25	-	-	-	-	-		
		12	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-		
		13	-	-	-	36	34	-	-	-	-	-		
		14	4	44	-	11	-	-	-	-	-	2		
		15	35	-	53	3	-	-	-	-	-	-		
		16	3	4	3	-	-	-	-	-	-	6		
		17	41	-	-	75	-	-	-	-	-	-		
		18	-	5	10	35	-	-	-	-	-	-		
		19	-	8	6	11	-	-	-	-	-	-		
		20	3	10	9	38	-	-	-	-	15	-		
		21	-	7	15	-	-	-	-	4	-	-		
		22	39	4	2	-	-	-	-	-	-	4		
		23	-	42	-	11	-	-	-	-	-	4		
		24	3	3	25	-	-	24	-	-	-	4		
		25	-	3	36	-	-	-	-	-	-	4		
		26	50	-	-	-	-	-	-	-	-	33		
		27	5	-	19	-	-	-	-	-	-	27		
		28	45	4	9	-	-	-	-	-	-	-		
		29	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		30	16	-	5	-	-	-	-	-	-	-		
		31	16	-	-	-	-	-	-	-	-	17		
TOTAL		CH	358	294	212	324	68	-	24	-	88	26	99	JKTOT
		MM	20	17	15	14	3	-	7	-	01	03	71	XAM
		MAX	50	75	53	75	34	-	24	-	21	15	33	MIN
		MIN	3	3	2	1	9	-	24	-	2	4	2	KTMN STU
		RATA RATA	18	17	14	23	23	-	24	-	33	9	13	

TOTAL PERTAMUAN : 1399

IAMA
TASIKUM.

TGL

BULAN

KETERANG

S.B. PAMOHAN

NO 25.

SHVP: +970

C. BASAL PICISAN

NO PETA

HECT 52/XL 7 C

KOORDINAT

DARI ATAS: 188 MM

DARI KIRI 36 MM

KEC SEMBRANG

2003

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	26	41	2	-	25	-	-	-	-	32	42	-
2.	51	42	7	17	32	-	-	-	-	6	17	8
3.	67	23	20	5	-	-	-	-	-	27	2	-
4.	20	27	46	-	7	-	-	-	-	88	-	22
5.	11	-	9	-	-	4	-	-	-	29	8	36
6.	26	-	-	-	5	-	-	-	-	6	-	90
7.	-	4	-	2	1	21	-	-	-	8	-	10
8.	-	2	45	7	-	-	-	-	-	5	-	78
9.	-	-	-	11	32	-	-	-	-	1	-	98
10.	15	65	-	24	-	-	-	-	-	-	-	51
11.	2	1	21	-	5	-	-	-	-	-	-	51
12.	-	12	0	7	41	-	-	-	26	-	-	1
13.	-	29	-	-	-	31	-	-	6	-	-	2
14.	5	54	-	-	-	7	-	-	4	-	-	15
15.	-	18	9	4	-	4	-	-	-	15	-	-
16.	4	16	7	-	-	-	-	-	-	99	-	-
17.	-	4	13	-	-	-	-	2	-	14	-	-
18.	-	-	58	-	-	-	-	-	-	98	-	-
19.	11	16	1	-	-	-	-	-	-	96	18	-
20.	-	44	6	-	-	46	-	-	-	21	8	-
21.	9	11	21	-	-	-	-	-	-	21	42	-
22.	46	6	2	-	-	-	-	-	-	31	24	-
23.	17	25	60	-	-	-	1	-	-	6	-	-
24.	51	17	-	-	-	-	1	-	-	3	2	-
25.	45	7	-	-	-	-	-	-	1	14	8	-
26.	21	-	-	-	-	-	-	-	4	43	51	-
27.	26	5	-	-	-	-	-	-	-	2	54	-
28.	62	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-
29.	55	-	-	-	-	-	-	-	-	6	10	-
30.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	38	-
31.	23	1	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-

TOTAL

CAT 593 469 327 77 148 113 2 2 41 298 632 615

FFH 21 22 17 8 8 6 2 1 5 12 20 19

MAX

67 65 60 24 41 46 2 2 26 88 99 98

MIN

2 1 1 2 1 4 2 2 1 1 2 1

RATA

28 21 19 10 19 19 2 2 8 25 32 32

TOTAL PERITAMUAN 3317

		BULAN												19-9
Tgl		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	PETANG

TINGAM	1	-	100	-	-	-	-	-	-	-	42	11	-
49 39.	2	36	-	-	-	12	-	-	-	-	-	6	5
UP: +89.	3	17	3	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	20	-	-	-	-	-	-	3	-	3
SONG SONG	5	2	-	14	-	5	8	-	-	-	3	-	-
2 PETA	6	12	-	38	13	3	-	-	-	-	-	-	28
PET 52/KL II A	7	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
KORONGHAT	8	-	-	14	50	-	-	-	-	-	-	-	-
113 11A	9	-	-	18	4	4	-	-	-	-	-	-	13
113 11A	10	-	44	-	-	13	-	-	-	-	-	-	18
BONDARI 6	11	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13	-	8	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
	14	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	-	-	20	11	-	-	-	-	-	-	3	-
	17	-	35	54	-	-	-	-	-	-	-	2	-
	18	-	11	10	-	-	-	-	-	-	-	27	-
	19	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	8	5
	20	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	4	30
	21	2	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
	22	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	23	-	11	20	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	24	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	-	11	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	26	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	27	30	5	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
	28	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	29	78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-	9
	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-

TOTAL	CH	184	369	324	78	40	8	1	-	4	80	70	139
	PH	10	14	15	4	6	1	1	-	1	5	9	11
	MAX	78	100	54	50	13	8	1	-	4	42	27	30
	MIN	2	3	2	4	3	8	1	-	4	3	2	3
	RATA	18	22	22	20	7	8	1	-	4	16	8	13

TOTAL PERITAMUM: 1237

JAMA
TASUHAN

BULAN

TGL	BULAN												KETERANGAN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	-	78	5	42	-	-	-	-	-	-	24	36	
2	4	7	21	20	-	-	-	-	-	-	-	30	
3	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	46	
4	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	21	
5	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	
6	23	-	25	15	-	-	-	-	-	-	4	20	
7	11	0	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2	
8	2	7	6	11	-	5	-	-	-	-	34	-	
9	7	21	4	61	-	-	-	-	-	-	18	-	
10	37	-	18	8	-	11	-	-	-	-	57	-	
11	44	-	5	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
12	38	7	-	-	-	12	-	-	-	-	64	-	
13	1	-	7	24	-	3	-	-	-	-	-	-	
14	-	-	6	-	-	5	5	-	-	-	5	-	
15	48	7	56	-	2	-	1	-	-	-	-	-	
16	16	-	-	-	-	-	2	-	3	-	-	56	
17	2	-	-	-	26	-	6	-	-	-	-	-	
18	-	4	6	-	36	-	-	-	12	-	-	19	
19	60	0	46	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
20	-	21	-	-	-	-	-	-	2	-	9	-	
21	32	4	20	-	-	-	-	-	-	-	-	8	
22	3	-	31	-	-	-	-	-	-	-	98	7	
23	5	-	-	-	6	-	-	-	-	-	73	15	
24	8	4	11	-	35	-	-	-	-	-	9	7	
25	32	-	-	-	2	-	-	-	-	18	4	32	
26	56	16	-	26	2	-	-	-	-	-	20	41	
27	2	66	-	-	-	-	-	-	-	0	7	2	
28	46	30	-	36	36	-	-	-	-	-	65	31	
29	32	-	-	-	8	-	-	-	-	-	35	5	
30	-	-	-	-	110	-	-	7	-	-	15	3	
31	-	-	41	-	-	-	-	15	-	-	-	-	
TOTAL	CH	512	272	311	245	263	36	14	22	18	18	552	398
	HA	24	15	18	10	10	5	4	2	4	2	19	19
	MAX	56	78	56	61	110	12	6	15	12	18	98	56
	MIN	1	4	1	2	2	3	1	7	1	18	4	2
	NETA NITA	21	18	17	25	26	7	4	11	5	9	29	21

TOTAL PERTAMA: 2661

2001

B. PRANDAN
No 25
MVP: 1970
BAIAL PICISAMP
No PETA
SHEET: 52/XL B C
KOORDINAT
DARI ATAS: 188 497
DARI KIRI: 36 MM
KEC: SENDANG

PAINGAN.	1	-	17	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	6
NO 39.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	U	-	125
SHUP + 89	3	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	191
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-	158
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K	-	6
S. SONG	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
NO POTA	7	13	5	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SHOOT 52/XL IIIA	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
KOORDINAT	9	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DARI ATAS: 153 MPA	10	-	-	-	-	-	-	-	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26
DARI KIRI: 84 MPA	11	8	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KEC BAYUNGAN	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	36	-	-	-	-	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
	19	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	-	10	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21	17	85	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	14	7
	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	U	-	47	3
	24	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	8	20
	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-	102	67
	26	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K	-	4	7
	27	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
	28	9	13	-	9	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101
	29	2	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
	30	40	-	-	-	101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
	31	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TOTAL	CH	190	234	165	30	149	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	251	783
	HH	10	10	9	2	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	16
	MAX	50	85	26	21	101	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	102	191
	MIN	2	5	9	9	10	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3
	NOTA - NOTA	19	23	18	15	37	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	49

TOTAL PERTAMUAN = 1829

R. PANDAN	1	-	-	31	2	-	-	-	-	-	32	
19 25	2	-	-	24	-	-	-	-	-	-	-	
PUP: +970	3	-	-	41	-	-	-	-	-	-	57	
	4	54	2	17	5	-	-	-	-	-	68	
BAJING PICISAN	5	68	-	62	11	-	6	-	-	-	15	
Nº PETA	6	28	-	80	32	-	80	-	2	-	56	
HGT: 52/XLDC	7	12	-	2	15	-	30	-	1	-	-	
BORDIR AT	8	22	9	25	67	-	-	-	-	-	2	
DARI ATAS: 188mm	9	-	-	23	15	-	-	-	-	-	11	
DARI BAWA: 36mm	10	-	-	-	3	-	-	-	5	-	-	
KC: SEARANG	11	-	34	-	3	-	4	-	+	-	70	
	12	21	24	6	44	-	0	-	+	-	6	
	13	46	45	26	1	-	2	12	-	-	19	
	14	53	39	15	53	-	3	-	0	-	14	
	15	4	12	-	20	-	2	-	3	-	41	
	16	-	24	-	-	-	5	-	-	-	12	
	17	2	1	-	-	-	-	-	0	7	23	
	18	19	80	-	-	-	-	-	10	-	-	
	19	30	34	-	54	-	-	-	38	7	-	
	20	18	-	-	-	45	-	-	47	2	-	
	21	7	56	-	15	-	34	-	3	-	14	
	22	20	36	1	-	-	36	-	12	-	2	
	23	1	27	60	26	-	50	-	8	38	1	
	24	-	16	-	-	-	4	-	1	26	-	
	25	89	0	-	10	-	7	-	4	13	24	
	26	18	18	7	-	-	-	-	10	2	9	
	27	-	42	5	24	-	4	-	2	-	-	
	28	19	17	11	6	-	8	-	12	9	1	
	29	50	-	29	-	-	6	-	31	10	-	
	30	67	-	-	-	-	-	-	13	12	-	
	31	4	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
TOTAL	CH	652	516	352	512	7	205	182	-	156	163	65
	HH	22	19	14	21	2	13	6	-	18	13	8
MAX		89	80	80	67	5	50	80	-	47	38	24
MIN		1	1	1	3	2	1	4	-	1	1	1
RATA		30	27	25	24	4	16	30	-	9	13	8

2006

TOTAL PER TANJUN : 3468

MAMA STASIUN.

BULAN.

TGL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	KETERANGAN
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	------------

TINGGAL	1	-	-	28	-	-	-	-	-	-	-	30	
19 39	2	-	-	83	-	-	-	-	-	-	-	27	
UMP: 189.	3	-	-	26	-	-	-	-	-	-	-	96	
	4	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	41	
SONG	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	
9 PETA	6	2	-	7 13	-	-	25	-	-	-	-	-	
EEP: 52/XLUA	7	22	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	
ORDINAT	8	-	13	50 125	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ri ATK: 153 MA	9	-	-	6	-	-	5	-	-	-	-	-	
Ri Kiri: 84 MA	10	-	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
EC BOYDANS	11	-	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12	-	25	6 56	-	-	3	-	-	-	-	-	49
	13	-	52	16 5	-	-	-	-	-	-	-	-	16
	14	-	8	94 147	-	-	-	-	-	-	-	-	18
	15	13	54	- 97	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	44
	17	77	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	40
	18	125	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	154
	19	172	32	- 64	-	-	-	-	3	-	-	-	54
	20	97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
	21	-	49	- 20	-	5	-	-	-	-	-	-	108
	22	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98
	23	-	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
	24	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	25	-	-	-	-	-	-	-	-	47	19	-	11
	26	2	5	- 8	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	27	-	-	68	-	-	-	-	-	4	-	-	11
	28	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	29	30	-	60	-	-	-	-	-	13	-	-	151
	30	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	9	-
	31	26	-	-	-	-	-	-	-	19	-	-	39
TOTAL	CH	621	352	350	700	-	26	33	-	16	70	39	1040
	HH	12	12	9	14	-	3	3	-	2	3	3	23
MAX		172	54	94	147	-	16	25	-	13	47	19	154
MIN		2	5	6	5	-	5	3	-	3	4	9	6
RATA		52	29	39	50	-	9	11	-	8	23	13	45

TOTAL PERTAHUN: 3247

BULAN

LAMA
TASIRAN

TGL

REPERANGKAP

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. PANGGILAN	1	19	28	-	71	3	-	-	-	-	-	-
2. NO : 39	2	-	11	50	-	-	-	-	-	-	-	-
3. STMP : + 89	3	43	8	15	-	24	-	-	-	-	-	-
4. NGRENDONG	4	63	25	-	-	31	-	-	-	-	-	-
5. S. SONG	5	99	58	-	38	9	-	-	-	-	-	55
6. NO PETA	6	-	-	14	7	-	-	-	-	-	-	-
7. EET 52/XLII A	7	-	-	3	36	-	-	-	-	-	-	-
8. ORDINAT	8	-	-	-	7	-	-	-	-	10	-	-
9. NO ATAS 153 010	9	-	-	-	10	-	-	-	-	-	3	-
10. NO KIRI 84 010	10	22	41	-	8	-	-	-	-	-	-	-
11. NO BONGSANG	11	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-
12. NO BANGSANG	12	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-
13. NGRENDONG	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34
14. NGRENDONG	14	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	17
15. NGRENDONG	15	50	-	8	91	-	-	-	-	-	-	-
16. NGRENDONG	16	6	-	-	31	-	-	-	-	-	-	-
17. NGRENDONG	17	45	-	67	-	-	-	-	-	5	-	-
18. NGRENDONG	18	6	9	-	102	-	-	-	-	3	-	-
19. NGRENDONG	19	-	-	-	19	-	-	-	-	3	-	118
20. NGRENDONG	20	16	47	9	31	-	-	-	-	-	-	-
21. NGRENDONG	21	-	-	-	118	-	-	-	-	-	-	14
22. NGRENDONG	22	-	5	36	20	-	-	-	-	-	-	43
23. NGRENDONG	23	20	-	44	9	13	-	-	-	-	-	16
24. NGRENDONG	24	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25. NGRENDONG	25	16	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
26. NGRENDONG	26	8	22	-	-	22	-	-	-	-	-	-
27. NGRENDONG	27	98	28	-	-	-	-	-	-	-	-	24
28. NGRENDONG	28	8	-	23	-	-	-	-	-	-	-	14
29. NGRENDONG	29	-	-	62	-	25	-	-	-	-	-	39
30. NGRENDONG	30	34	-	58	9	22	-	-	-	-	-	11
31. NGRENDONG	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TOTAL	569	282	389	661	149	-	-	-	-	21	3	385
MAX	-	99	58	67	118	31	-	-	-	10	3	118
MIN	-	6	5	3	2	3	-	-	-	3	3	11
RATA	-	33	26	32	33	19	-	-	-	5	3	35

TOTAL PERTAMUAN

NAMA STASIUN

TGL

SUMBER PANDAH
 NO 25
 SHYP: + 970
 S. BAJAL PICISAN
 NO PETA
 SHEET: 52 / XL 2
 KOORDINAT
 DARI ATAS: 188 m
 DARI KIRI: 36 m
 Ds. NGLURUP
 KEC. SENDANG

1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	0
2												33
3												68
4												14
5												52
6												68
7												49
8												35
9												30
10												10
11												13
12												67
13												0
14												3
15												0
16	R	A	K									-
17	R	A	K									9
18	R	S	A	K								-
19	R	S	A	K								0
20	R	S	A	K								29
21												1
22												6
23												2
24												2
25												69
26												1
27												3
28												29
29												5
30												3
31	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	-

1003

TOTAL	GH	593
	HH	
MAX		69
MIN		1
RATA		27

NAMA STASIUN	TGL	BULAN												KETERANGAN			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
PAINGAN No 39 SHYP: + 89 S. SONG No Reta SHEET: 52/XL IIIA IKOROMAT DARI ATAS: 153 MM DARI BAWA: 84 MM DS: NGRENDENG REC: GONDANG	1	6	-	-	15	-	50	-	-	-	-	-	-	-	7	-	
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-
	3	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	59	-
	4	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	4	-
	5	-	37	-	10	-	9	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-
	6	-	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-
	7	-	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	6	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-
	11	-	-	-	-	-	36	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-
	12	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	16	-
	13	-	6	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-
	15	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	-	54	-	4	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	-	53	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-
	18	-	6	-	83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19	29	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	156	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21	25	17	29	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-
	22	75	18	-	58	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	17	-
	23	5	15	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-
	24	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	-	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
	26	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	-
	27	-	-	32	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-
	28	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	29	-	-	13	-	-	17	-	-	-	-	-	37	-	-	-	-
	30	-	-	38	-	28	-	-	-	-	-	-	2	-	7	-	-
	31	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	2	-	4	-	-
TOTAL	CH	302	406	166	236	127	88	-	18	-	-	56	129	341	-	-	
	HH	7	14	7	18	6	5	-	-	-	-	4	8	-	-	-	
MAX		156	55	43	83	36	50	-	-	-	-	37	32	90	-	-	
MIN		5	6	3	4	10	5	-	-	-	-	2	7	4	-	-	
RITA		43	29	24	18	21	18	-	-	-	-	14	16	23	-	-	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jln. Bendungan Sigura-gura No. 2 Tlp. (0341) 551431 (Hunting), Fax (0341) 553015 Malang
65145

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI
PERENCANAAN TUBUH EMBUNG BRANJANG
DI DESA BLENDIS KECAMATAN GONDANG
KABUPATEN TULUNGAGUNG

Nama : Priyo Sanyoto
Nim : (03.21.031)
Dosen Pembimbing : DR. Ir. Kustamar, MT.

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	27/09	<p>Capitula No II subdiv. semi & diskusi</p>	
2	27/09	<p>Capitula No III Auch. dan III → H. rez. → temp. IV. Peren- can.</p>	

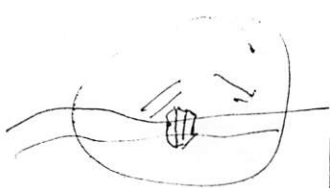



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jln. Bendungan Sigura-gura No. 2 Tlp. (0341) 551431 (Hunting), Fax (0341) 553015 Malang
65145

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI
PERENCANAAN TUBUH EMBUNG BRANJANG
DI DESA BLENDIS KECAMATAN GONDANG
KABUPATEN TULUNGAGUNG

Nama : Priyo Sanyoto
Nim : (03.21.031)
Dosen Pembimbing : DR. Ir. Kustamar, MT.

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
3	17/11/09	→ perbaiki. ser. & dista tp; BF	←
4	19/11/09	→ BF detail ulas → pengulangan sipat	←
5	17/11/09	→ H. orang. Bg. ob.	←
6	4/1/10	→ H. detail. peng. dd perbaikan	←
7	4/1/10	Detail.  pd. Merin sistem peralat Or pd. E. Helmut tulus 	←



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jln. Bendungan Sigura-gura No. 2 Tlp. (0341) 551431 (Hunting), Fax (0341) 553015 Malang
65145

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI
PERENCANAAN TUBUH EMBUNG BRANJANG
DI DESA BLENDIS KECAMATAN GONDANG
KABUPATEN TULUNGAGUNG

Nama : Priyo Sanyoto
Nim : (03.21.031)
Dosen Pembimbing : DR. Ir. Kustamar, MT.

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	18/10	Revisi 36 dan / Siter	
		Siapkan Lembar	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jln. Bendungan Sigura-gura No. 2 Tlp. (0341) 551431 (Hunting), Fax (0341) 553015
Malang 65145

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI
PERENCANAAN TUBUH EMBUNG BRANJANG
DI DESA BLENDIS KECAMATAN GONDANG
KABUPATEN TULUNGAGUNG

Nama : Priyo Sanyoto
Nim : (03.21.031)
Dosen Pembimbing : Ir.Ibnu Hidayat.PJ., MT

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
		4 bab I perantara	
		bab II landasan dan teori	
		perantara	
		bab III landasan	





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jln. Bendungan Sigura-gura No. 2 Tlp. (0341) 551431 (Hunting), Fax (0341) 553015 Malang
65145

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI
PERENCANAAN TUBUH EMBUNG BRANJANG
DI DESA BLENDIS KECAMATAN GONDANG
KABUPATEN TULUNGAGUNG

Nama : Priyo Sanyoto
Nim : (03.21.031)
Dosen Pembimbing : Ir.Ibnu Hidayat.PJ., MT

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
			

**LEMBAR PERSETUJUAN SEMINAR SKRIPSI
PERENCANAAN TUBUH EMBUNG BRANJANG DI DESA
BLENDIS KECAMATAN GONDANG KABUPATEN
TULUNGAGUNG**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Mengikuti Ujian Seminar Hasil Skripsi
Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang*

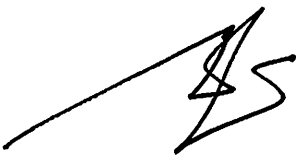
Disusun Oleh :

PRIYO SANYOTO

03.21.031

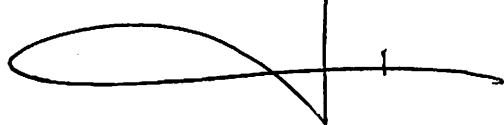
Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Kustamar., MT

Dosen Pembimbing II



Ir. H. Ibnu Hidayat P.J., MT.

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1



Ir. H. Hirijanto, MT.

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

hari Sabtu tanggal 21 - Februari - 2009 telah dilaksanakan Seminar Proposal
 di Jurusan Teknik Sipil Jenjang Strata -- I untuk mahasiswa :

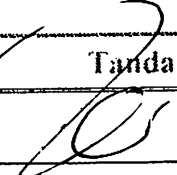
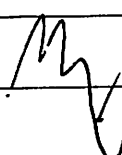
Nama : PRIYO SANHYOTO

NIM : 03 21 031

Judul : Perencanaan Tubuh Embung Branjang Di Desa
Blendis Kecamatan Gundang Kabupaten Tulungagung.

di tersebut layak / tidak layak dijadikan materi Skripsi dengan nilai

Pen Pembahas :

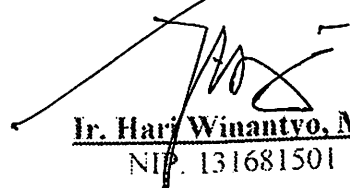
Nama	Tanda Tangan
Hini granto	1 
Kusnana	2
Bnu H	3 
	4

Pen Pembimbing :

Kusnana
Bnu H

Malang,

Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1


Ir. Hari Winantyo, MS.
 NIP. 131681501

FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG _____

Nama : PRIJO SANYOTO

NIM : 03.21.031

Tari / tanggal : Rabu / 25 Agustus 2010

Tentang materi Skripsi meliputi :

1. Untuk masalah etyloapi bayi & ditanyakan for nana? yg ada dlm
ulcer di makalah tugas akhir

2. Ditambahkan studi kelayakan pemukiman letak AS embry /
mbahkan dengan manfaat embry yang sudah ada.
urut kesepakatan → ditambahkan dengan manfaat embry yg
bah diteneunahkan dlm studi ✓

3. Iringan & gambar peredam energi harus dilampirkan &
selesaikan. ✓

4. Dilampirkan pd bab 4.5. Pemanfaatan Embry Branjang.)

4.5.1. (Sebelum jabi) → Hasil pertanian bgm? : ✓

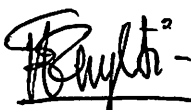
4.5.2. (Sudah jabi) → " " " " → lebih lanjut
ditbdy. perbantuan, minimum konsul kel. Rt.

ku


Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian
nakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 3 September 2010
Dosen Penguji


(ERI Y. ST. MT)

Malang, 25 Agustus 2010
Dosen Penguji


(ERI Y. ST. MT)

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG _____

Nama : _____
NIM : 0321031
Hari / tanggal : Rabu , 25 09 10

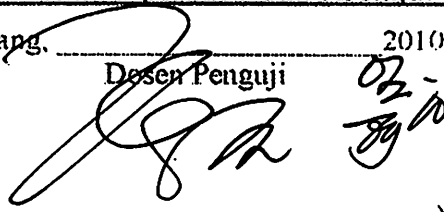
aikan materi Skripsi meliputi :

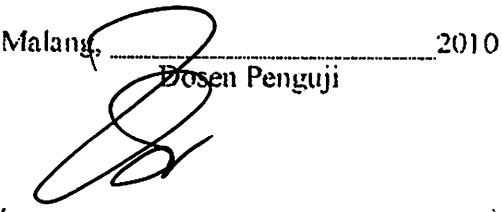
~~Revisi Mula~~

~~RE~~

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Uraian Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010
Dosen Penguji


Malang, _____ 2010
Dosen Penguji




PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK.**

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
 Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

RSERO) MALANG
 IAGA MALANG

09 Oktober 2009

or : ITN – 011/I.TA/1/2009
 iran : -
 al : **Bimbingan Skripsi**

da Yth : **Bapak..Ir. Ibnu Hidayat Purnama Jaya, MT.**
 Dosen Institut Teknologi Nasional
 Di -

M A L A N G

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan Saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : *Priyo Sanjoto*
 NIM : *03.21.031*
 Jurusan : Teknik Sipil (S-1)

Untuk dapat membimbing Skripsi dan mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :

“ Perencanaan Tubuh Embung di Desa Bledis Kec. Gondang Kab. Tulung Agung “.

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : 19-09-2009 S/d 19-03-2010 . Apabila melebihi batas

waktu yang telah ditentukan tetapi belum selesai, maka Mahasiswa yang dinyatakan

GUGUR.

Demikian atas perhatiannya kami disampaikan banyak terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil (S-1)
 Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan

PERPANJANGAN

[Signature]
Ir. Hari Winantyo, MS
 NIP. 131 681 501 *10/09*

busan Kepada Yth :
 1. Wakil Dekan I FTSP.
 2. Arcin



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

ERSERO) MALANG
NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

or : ITN – 010/I.TA/1/2009
piran : -
ial : **Bimbingan Skripsi**

09 Oktober 2009

da Yth : **Bapak. DR.Ir. Kustamar, MT.**
Dosen Institut Teknologi Nasional
Di –

MALANG

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan Saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : *Pr.iyo Sanjoto*
NIM : *03.21.031*
Jurusan : Teknik Sipil (S-1)

Untuk dapat membimbing Skripsi dan mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :

“ Perencanaan Tubuh Embung di Desa Bledis Kec. Gondang Kab. Tulung Agung “.

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : 19-09-2009 S/d 19-03-2010 . Apabila melebihi batas

waktu yang telah ditentukan tetapi belum selesai, maka Mahasiswa yang dinyatakan

GUGUR.

Demikian atas perhatiannya kami disampaikan banyak terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan

PERPANJANGAN

[Signature]
Ir. Hadi Winantyo, MS

NIR. 131 681 509/2009

busan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.

2. Arsin