

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN TEKNIS EMBUNG PADA SUNGAI BRINGIN SEBAGAI  
ALTERNATIF PENANGANAN BANJIR DI KOTAMADYA SEMARANG  
( *TECHNICAL DESIGN OF SMALL DAM AT BRINGIN RIVER  
ALTERNATIVELY AS FLOODS HANDLING IN SEMARANG* )**

Disusun Oleh :

**Eko Sambudhi**  
L2A0 00 065

**Imam Prasetyo**  
L2A0 00 094

Semarang, April 2007

Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Ir. Suseno Darsono, MSc. PhD.**

NIP. 130 910 733

**Ir. Sugiyanto, M.Eng**

NIP. 131 459 440

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

**Ir. Bambang Pudjianto, MT**

NIP.131 459 442

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun ucapkan kepada ALLAH SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan berkat serta nikmat-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PERENCANAAN TEKNIS EMBUNG PADA SUNGAI BRINGIN SEBAGAI ALTERNATIF PENANGANAN BANJIR DI KOTAMADYA SEMARANG”**

Tugas akhir merupakan salah satu mata kuliah wajib yang berbobot empat SKS dan juga merupakan syarat akademis dalam menyelesaikan pendidikan Strata-I ( satu ) di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Penyusunan tugas akhir ini didasarkan atas data-data sekunder, maupun buku buku literatur, dan pengetahuan yang telah penulis peroleh selama masa perkuliahan.

Atas semua bantuan baik secara moril maupun materil yang kami terima selama penyusunan tugas akhir ini, maka penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Bambang Pudjianto, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
2. Ir. Wahyu Krisna Hidayat, MT dan Dyah Ari Wulandari, ST, MT, Selaku dosen wali 2131
3. Ir. Suseno Darsono, MSc. PhD. selaku dosen pembimbing I
4. Ir. Sugiyanto, M.Eng selaku dosen pembimbing II
5. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Sipil
6. Keluarga besar Didit Pranoto
7. Keluarga besar Anggoro
8. Rekan-rekan di Harmony Boarding House
9. Rekan-rekan angkatan 2000 Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
10. Serta semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu

Penyusun sadar Laporan tugas akhir ini jauh dari sempurna, karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun kami terima dengan senang hati.

Demikianlah Laporan ini kami buat, semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Semarang, Maret 2006

Penyusun

**Eko Sambudhi**  
L2A 000 065

**Imam Prasetyo**  
L2A 000 094

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Umum .....	<i>I-1</i>
1.2 Latar Belakang .....	<i>I-1</i>
1.3 Batasan Perencanaan.....	<i>I-2</i>
1.4 Maksud dan Tujuan .....	<i>I-2</i>
1.5 Lokasi Perencanaan .....	<i>I-3</i>
1.6 Sistematika Penulisan .....	<i>I-3</i>

### **BAB II DASAR TEORI**

2.1 Uraian Umum .....	<i>II-1</i>
2.2 Analisis Hidrologi .....	<i>II-1</i>
2.3 Penentuan Debit Banjir Rencana .....	<i>II-2</i>
2.3.1 Uraian Umum .....	<i>II-2</i>
2.3.2 Curah Hujan Daerah.....	<i>II-2</i>
2.3.3 Perencanaan Daerah Aliran Sungai .....	<i>II-2</i>
2.3.4 Analisis Curah Hujan Rencana.....	<i>II-2</i>
2.3.5 Analisis Frekuensi .....	<i>II-4</i>
2.3.5.1 Pengukuran Dispersi.....	<i>II-4</i>
2.3.5.2 Pemilihan Jenis Sebaran .....	<i>II-6</i>
2.3.5.3 Pengujian Kecocokan Sebaran .....	<i>II-7</i>
2.3.5.4 Plotting Data ke Kertas Probabilitas.....	<i>II-8</i>
2.3.6 Analisis Debit Banjir Rencana .....	<i>II-8</i>
2.3.6.1 Metode Rasional .....	<i>II-8</i>

2.3.6.2	Program Komputer .....	II-10
2.4	Saluran Outlet.....	II-12
2.4.1	Kehilangan Energi di Saluran Outlet.....	II-13
2.4.2	Tinggi Air Banjir di Hilir Outlet.....	II-14
2.5	Embung .....	II-14
2.5.1	Pemilihan Tipe Embung .....	II-14
2.5.2	Pemilihan Lokasi Embung .....	II-16
2.5.3	Rencana Teknis Pondasi .....	II-17
2.5.4	Perencanaan Tubuh Embung .....	II-18
2.5.5	Stabilitas Lereng Embung .....	II-23
2.5.6	Bangunan Pelimpah .....	II-34
2.5.7	Kolam Olak .....	II-37
2.5.7.1	Jenis Vlughter .....	II-37
2.5.7.2	Jenis Shocklitsch .....	II-38
2.5.7.3	Jenis USBR .....	II-39
2.5.7.4	Kolam Olak Bucket .....	II-40
2.5.8	Panjang Lantai Depan .....	II-41
2.5.9	Tinjauan Terhadap Gerusan.....	II-42
2.5.10	Analisis Gaya-gaya Horisontal.....	II-42
2.5.11	Analisis Gaya-gaya Vertikal.....	II-44
2.5.12	Analisis Stabilitas Embung.....	II-44

### **BAB III   METODOLOGI**

3.1	Tinjauan Umum .....	III-1
3.2	Aspek Hidrologi .....	III-1
3.3	Metodologi Perencanaan Embung .....	III-2
3.4	Stabilitas Konstruksi Embung.....	III-3
3.5	Debit Banjir Rencana .....	III-3
3.6	Bagan Alir Tugas Akhir .....	III-3

### **BAB IV   ANALISA HIDROLOGI**

4.1	Tinjauan Umum.....	IV-1
4.2	Penentuan Daerah Aliran Sungai .....	IV-2
4.3	Analisis Curah Hujan Rata-rata DAS .....	IV-3

4.3.1	Data Curah Hujan Harian Maksimum .....	IV-4
4.3.2	Analisis Data Curah Hujan Yang Hilang .....	IV-4
4.3.3	Analisis Data Curah Hujan Dengan Metode Thiessen .....	IV-6
4.4	Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana .....	IV-7
4.4.1	Pengukuran Dispersi .....	IV-7
4.4.2	Pemilihan Jenis Sebaran .....	IV-10
4.4.3	Pengujian Kecocokan Sebaran .....	IV-10
4.4.3.1	Uji Sebaran Chi Kuadrat .....	IV-10
4.4.3.2	Uji Sebaran Smirnov – Kolmogorov .....	IV-11
4.4.4	Hasil Pengujian .....	IV-13
4.5	Perhitungan Curah Hujan Metode Gumbel Tipe I .....	IV-13
4.6	Analisis Hidrograf Banjir Rencana .....	IV-14
4.6.1	Model HEC-HMS .....	IV-14
4.6.2	Metode Rasional.....	IV-26
4.7	Flood Routing.....	IV-28

## **BAB V PERENCANAAN KONSTRUKSI**

5.1	Tinjauan Umum .....	V-1
5.2	Saluran Outlet .....	V-1
5.2.1	Kehilangan Energi di Saluran Outlet .....	V-2
5.2.2	Tinggi Air Banjir di Hilir Outlet .....	V-2
5.2.3	Perhitungan Kolam Olak .....	V-4
5.2.4	Pendimensian Kolam Loncat Air .....	V-5
5.2.5	Perhitungan Struktur Bangunan Outlet .....	V-6
5.2.6	Kemampuan Daya Dukung Tanah .....	V-13
5.3	Spillway .....	V-14
5.3.1	Lebar Efektif Pelimpah .....	V-14
5.3.2	Tinggi Air Banjir di Atas Mercu .....	V-14
5.3.3	Tinggi Air Banjir di Hilir Spillway .....	V-16
5.3.4	Perhitungan Kolam Olak .....	V-17
5.3.5	Pendimensian Kolam Olak .....	V-18
5.4	Analisis Stabilitas Bangunan Pelimpah .....	V-19
5.4.1	Stabilitas Saat Kondisi Normal .....	V-19

5.4.2	Stabilitas Selama Terjadi Banjir Rencana .....	V-24
5.5	Tinjauan Terjadinya Scouring .....	V-29
5.6	Pembuatan Embung .....	V-30
5.7	Dimensi Embung .....	V-31
5.7.1	Kemiringan Lereng Urugan .....	V-31
5.7.2	Tinggi Puncak Embung .....	V-32
5.7.3	Panjang Embung .....	V-38
5.7.4	Lebar Mercu Embung .....	V-38
5.8	Perhitungan Stabilitas Tubuh Embung .....	V-39
5.8.1	Stabilitas Lereng Embung Terhadap Aliran Filtrasi .....	V-39
5.8.2	Stabilitas Lereng Embung Terhadap Longsor .....	V-45
5.9	Material Konstruksi.....	V-55
5.9.1	Lapisan Kedap Air .....	V-55
5.9.2	Perlindungan Lereng .....	V-56

## **BAB VI RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT**

6.1	Syarat-syarat Umum.....	VI-1
6.2	Syarat-syarat Administrasi .....	VI-7
6.3	Syarat-syarat Teknis .....	VI-12
6.3.1	Syarat-syarat Teknis Umum .....	VI-12
6.3.2	Syarat-syarat Teknis Khusus.....	VI-19

## **BAB VII RENCANA ANGGARAN BIAYA**

7.1	Pendahuluan .....	VII-1
7.2	Rekapitulasi Volume Pekerjaan .....	VII-1
7.3	Harga Satuan Biaya.....	VII-2
7.4	Analisis Harga Satuan Pekerjaan .....	VII-3
7.5	Rencana Anggaran Biaya .....	VII-7
7.6	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya .....	VII-9

## **BAB VIII PENUTUP**

8.1	Kesimpulan.....	VIII-1
8.2	Saran.....	VIII-1

## **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

- Surat-surat
- Tabel-tabel
- Data Hujan
- Gambar



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Polygon Thiessen .....	II-3
Gambar 2.2	Metode Isohyet.....	II-4
Gambar 2.3	Saluran Outlet.....	II-13
Gambar 2.4	Tinggi Embung.....	II-18
Gambar 2.5	Tinggi Jagaan Pada Mercu Embung.....	II-19
Gambar 2.6	Berat bahan yang terletak dibawah garis depresi .....	II-26
Gambar 2.7	Gaya tekanan hidrostatik pada bidang miring.....	II-27
Gambar 2.8	Skema pembebanan yang disebabkan oleh tekanan hidrostatik yang bekerja pada bidang miring .....	II-28
Gambar 2.9	Cara menentukan harga-harga N dan T.....	II-30
Gambar 2.10	Skema perhitungan bidang miring dalam kondisi waduk penuh air.....	II-32
Gambar 2.11	Garis depresi pada embung homogen .....	II-33
Gambar 2.12	Grafik hubungan antara sudut bidang singgung.....	II-33
Gambar 2.13	Saluran pengarah aliran dan ambang pengatur debit pada sebuah pelimpah.....	II-35
Gambar 2.14	Bentuk mercu Bulat dan Ogee .....	II-36
Gambar 2.15	Bagian berbentuk terompet dari saluran peluncur pada bangunan .....	II-37
Gambar 2.16	Kolam Olak menurut Vlugter.....	II-38
Gambar 2.17	Kolam Olak Jenis Shocklitsch.....	II-38
Gambar 2.18	Kolam Olak USBR Type I .....	II-39
Gambar 2.19	Kolam Olak USBR Type II.....	II-39
Gambar 2.20	Kolam Olak USBR Type III .....	II-40
Gambar 2.21	Kolam Olak USBR Type IV .....	II-40
Gambar 2.22	Kolam Olak Solid Bucket .....	II-41
Gambar 2.23	Kolam Olak Sky Jump .....	II-41
Gambar 4.1	DAS Kali Beringin.....	IV-2

Gambar 4.2	Luas Pengaruh Stasiun Hujan Metode Thiessen .....	IV-3
Gambar 4.3	Subbasin dan tabel luas area.....	IV-15
Gambar 4.4	Pemisahan Subbasin dan pemberian Elemen .....	IV-16
Gambar 4.5	Parameter Reservoir .....	IV-17
Gambar 4.6	Parameter SCS Curve Number.....	IV-18
Gambar 4.7	Parameter SCS Unit Hydrograph.....	IV-19
Gambar 4.8	Parameter Recession Method pemodelan Baseflow .....	IV-20
Gambar 4.9	Parameter Muskingum pada pemodelan Flood Routing .....	IV-21
Gambar 4.10	Data curah hujan.....	IV-23
Gambar 4.11	Meteorologic Model.....	IV-24
Gambar 4.12	Run Configuration.....	IV-24
Gambar 4.13	Output banjir periode ulang 100 tahunan.....	IV-25
Gambar 4.14	Grafik flood routing Reservoir-4.....	IV-28
Gambar 4.15	Grafik flood routing Reservoir-5.....	IV-28
Gambar 4.16	Grafik flood routing Reservoir-12.....	IV-29
Gambar 4.17	Grafik flood routing Reservoir-16-B.....	IV-29
Gambar 5.1	Saluran Outlet.....	V-3
Gambar 5.2	Kolam Olak .....	V-4
Gambar 5.3	Parameter-parameter loncat air .....	V-5
Gambar 5.4	Hubungan percobaan antara $Fr_u$ , $y_2/y_u$ , dan $n/y_u$ untuk ambang ujung pendek .....	V-6
Gambar 5.5	Kolam Olak Saluran Outlet.....	V-7
Gambar 5.6	Penampang Melintang Saluran Outlet.....	V-16
Gambar 5.7	Tinggi Air Banjir Di Atas Mercu .....	V-17
Gambar 5.8	Kolam loncat air .....	V-18
Gambar 5.9	Kolam Olak menurut Vlugter.....	V-
Gambar 5.10	Gaya-gaya yang bekerja pada spillway kondisi normal.....	V-28
Gambar 5.11	Gaya-gaya yang bekerja pada spillway kondisi banjir.....	V-28
Gambar 5.12	Pasangan Batu Kosong Pengaman Gerusan.....	V-30
Gambar 5.13	Rencana Letak Embung .....	V-31
Gambar 5.14	Panjang Lintasan Ombak Efektif .....	V-34

Gambar 5.15	Pembagian zone gempa di Indonesia .....	V-36
Gambar 5.16	Garis Depresi Pada Embung Homogen.....	V-39
Gambar 5.17	Formasi Garis Depresi Pada Tubuh Embung Tanpa Drainase Kaki .....	V-41
Gambar 5.18	Formasi Garis Depresi Pada Tubuh Embung Dengan Drainase Kaki .....	V-42
Gambar 5.19	Formasi Garis Depresi Pada Tubuh Embung.....	V-44
Gambar 5.20	Formasi Garis Depresi Pada Tubuh Embung.....	V-44
Gambar 5.21	Metode Luncur Pada Kondisi Embung Selesai Dibangun Bagian Hulu.....	V-46
Gambar 5.22	Metode Luncur Pada Kondisi Embung Selesai Dibangun Bagian Hilir .....	V-48
Gambar 5.23	Metode Luncur Pada Kondisi Embung Terisi Penuh Bagian Hulu.....	V-50
Gambar 5.24	Metode Luncur Pada Kondisi Embung Terisi Penuh Bagian Hilir .....	V-52
Gambar 5.25	Metode Luncur Pada Kondisi Embung Selesai Dibangun.....	V-54
Gambar 5.26	Metode Luncur Pada Kondisi Embung Terisi Penuh.....	V-54
Gambar 5.27	Metode Luncur Pada Kondisi Air Embung Surut .....	V-55
Gambar 5.28	Gradasi Bahan Kedap Air .....	V-56

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Koefisien Pengaliran Umum .....	II-9
Tabel 2.2	Tinggi Jagaan .....	II-18
Tabel 2.3	Lebar Puncak Bendungan Kecil (Embung) yang Dianjurkan .....	II-21
Tabel 2.4	Kemiringan Lereng Urugan .....	II-23
Tabel 2.5	Angka Aman Minimum Dalam Tinjauan Stabilitas Lereng Sebagai Fungsi dari Tegangan Geser .....	II-25
Tabel 2.6	Angka Aman Minimum Untuk Analisis Stabilitas Lereng .....	II-25
Tabel 2.7	Percepatan Gempa Horizontal.....	II-29
Tabel 2.8	Harga-harga $\zeta$ .....	II-43
Tabel 4.1	Luas Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS Bringin .....	IV-3
Tabel 4.2	Data Curah Hujan Harian Maksimum Rata-rata di Lokasi Kali Bringin.....	IV-4
Tabel 4.3	Hasil Analisis Data Curah Hujan Harian Maksimum .....	IV-5
Tabel 4.4	Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Harian Maksimum dengan Metode Thisessen .....	IV-6
Tabel 4.5	Parameter Statistik Curah Hujan .....	IV-7
Tabel 4.6	Chi Square untuk menguji Distribusi Data Curah Metode Gumbel Tipe I .....	IV-11
Tabel 4.7	Uji Kecocokan Sebaran dengan Smirnov-Kolmogorov.....	IV-11
Tabel 4.8	Distribusi Sebaran Metode Gumbel Tipe I.....	IV-13
Tabel 4.9	Kondisi kali Bringin sebelum adanya bangunan di DAS.....	IV-25
Tabel 4.10	Kondisi kali Bringin setelah ada bangunan di DAS.....	IV-26
Tabel 4.11	Kondisi kali Bringin setelah dibangun embung di DAS .....	IV-26
Tabel 4.12	Perhitungan Debit Metode Rasional kondisi kali Bringin sebelum adanya bangunan di DAS.....	IV-27
Tabel 5.1	Hasil Perhitungan Berat Sendiri.....	V-19
Tabel 5.2	Hasil Perhitungan Beban Gempa .....	V-20
Tabel 5.3	Hasil Perhitungan Tekanan Hidrostatik.....	V-20

Tabel 5.4	Hasil Perhitungan Rembesan dan Tekanan Air pada saat normal	V-20
Tabel 5.5	Hasil Perhitungan beban Up-lift Pressure .....	V-21
Tabel 5.6	Hasil Perhitungan Tekanan Tanah .....	V-22
Tabel 5.7	Rekapitulasi perhitungan Gaya-gaya .....	V-22
Tabel 5.8	Hasil Perhitungan Rembesan dan Tekanan Air pada saat banjir .	V-25
Tabel 5.9	Hasil Perhitungan beban Up-lift Pressure .....	V-25
Tabel 5.10	Hasil Perhitungan Tekanan Hidrostatik.....	V-25
Tabel 5.11	Berat air di atas Bangunan Pelimpah .....	V-25
Tabel 5.12	Rekapitulasi perhitungan Gaya-gaya .....	V-26
Tabel 5.13	Kemiringan Lereng .....	V-32
Tabel 5.14	Perhitungan Fetch.....	V-34
Tabel 5.15	Koefisien Gempa.....	V-35
Tabel 5.16	Percepatan Dasar Gempa .....	V-35
Tabel 5.17	Faktor Koreksi.....	V-36
Tabel 5.18	Rekapitulasi Tinggi Jagaan .....	V-38
Tabel 5.19	Kondisi perencanaan teknis material urugan sebagai dasar perhitungan.....	V-45
Tabel 5.20	Perhitungan metode irisan bidang luncur pada kondisi embung baru selesai di bangun bagian hulu .....	V-47
Tabel 5.21	Perhitungan metode irisan bidang luncur pada kondisi embung baru selesai di bangun bagian hilir.....	V-49
Tabel 5.22	Perhitungan metode irisan bidang luncur pada kondisi embung mencapai elevasi penuh bagian hulu .....	V-51
Tabel 5.23	Perhitungan metode irisan bidang luncur pada kondisi embung mencapai elevasi penuh bagian hilir .....	V-53
Tabel 5.24	Rekapitulasi stabilitas embung terhadap longsor .....	V-54
Tabel 5.25	Ukuran batu dan ketebalan hamparan pelindung rip-rap .....	V-57
Tabel 6.1	Perbandingan Volume Semen dan Pasir .....	VI-31
Tabel 6.2	Gradasi Kasar Untuk Campuran Beton.....	VI-34
Tabel 6.3	Syarat-syarat Agregat Halus yang Digunakan Dalam Campuran Beton.....	VI-36

Tabel 6.4	Macam-macam Mutu Campuran Beton .....	VI-37
Tabel 6.5	Jumlah Tes untuk Tes Beton .....	VI-40