

**DESAIN STRUKTUR BANGUNAN PELIMPAH (*SPILLWAY*) PADA
BENDUNGAN BAGONG DI KABUPATEN TRENGGALEK, JAWA TIMUR**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh Gelar Sarjana (S.T.)
Program Studi Teknik Sipil**



Disusun Oleh:

RANTIKA APRILLIA ELSA PRIANTO

21035010127

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**

2025

**STRUKTUR BANGUNAN PELIMPAH (SPILLWAY) PADA BENDUNGAN
BAGONG DI KABUPATEN TRENGGALEK, JAWA TIMUR**

TUGAS AKHIR



Disusun oleh

RANTIKA APRILLIA ELSA PRIANTO

21035010127

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2025

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**DESAIN STRUKTUR BANGUNAN PELIMPAH (SPILLWAY) PADA
BENDUNGAN BAGONG DI KABUPATEN TRENGGALEK, JAWA TIMUR**

Disusun oleh:

RANTIKA APRILLIA ELSA PRIANTO

NPM. 21035010127

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
pada Hari Jumat, 12 September 2025

Dosen Pembimbing:
Dosen Pembimbing Utama

Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, M.T.
NIP. 19690208 199403 2 00 1

Dosen Pembimbing Pendamping

Novie Handayani, S.T., M.T.
NIP. 19671114 202121 2 00 2

Tim Penguji:
1. Penguji I

Ir. Siti Zainab, M.T.
NIP. 19600105 199303 2 00 1

2. Penguji II

Bagas Arvaseta, S.T., M.Sc.
NIP. 19931225 202203 1 00 6

3. Penguji III

Himatul Farichah, S.T., M.Sc.
NIP. 19931226 202012 2 01 3

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Prof. Dr. Ora. Jariyah, M. P.
NIP. 19650403 199103 2001

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**DESAIN STRUKTUR BANGUNAN PELIMPAH (SPILLWAY) PADA
BENDUNGAN BAGONG DI KABUPATEN TRENGGALEK, JAWA TIMUR**

Disusun oleh:

RANTIKA APRILLIA ELSA PRIANTO

NPM. 21035010127

**Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
pada Hari Jumat, 12 September 2025**

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, M.T.
NIP. 19690208 199403 2 00 1

Novie Handayani, S.T., M.T.
NIP. 19671114 202121 2 00 2

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains**

Prof. Dr. Dra. Jarivah, M. P.
NIP. 19650403 199103 2001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rantika Aprillia Elsa Prianto

NPM : 21035010127

Program : Sarjana (S1)

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik Dan Sains

Judul Tugas Akhir/Skripsi : Desain Struktur Bangunan Pelimpah (*Spillway*) pada Bendungan Bagong di Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 29 Oktober 2025

Yang Membuat Pernyataan



Rantika Aprillia Elsa Prianto
NPM. 210350100127

DESAIN STRUKTUR BANGUNAN PELIMPAH (*SPILLWAY*) PADA BENDUNGAN BAGONG DI KABUPATEN TRENGGALEK, JAWA TIMUR

Oleh:

Rantika Aprillia Elsa Prianto

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

rantikaaelsa@gmail.com

ABSTRAK

Pada musim hujan, aliran air yang berlebih sering menimbulkan banjir, sedangkan pada musim kemarau ketersediaannya menurun meski kebutuhan tetap tinggi. Bendungan berfungsi sebagai sarana penyimpanan dan pengatur air, dengan salah satu komponen utamanya adalah bangunan pelimpah (*spillway*). *Spillway* berfungsi mengalirkan debit air berlebih agar tidak terjadi *overtopping*, seperti pada Bendungan Bagong di Kabupaten Trenggalek. Studi ini mengkaji intensitas curah hujan, debit banjir rencana, dimensi *spillway*, dan stabilitas konstruksi. Data curah hujan diperoleh dari stasiun terdekat dan dianalisis dengan distribusi Gumbel, Normal, dan Log Pearson Tipe III untuk menentukan curah hujan rencana. Hasil analisis kemudian digunakan dalam penyusunan kurva dasar perhitungan debit banjir menggunakan Metode Rasional dan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Hasil penelitian menunjukkan debit puncak banjir meningkat seiring periode ulang. Metode HSS Nakayasu menghasilkan debit yang lebih representatif karena mempertimbangkan respon daerah aliran sungai terhadap curah hujan. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan ketepatan perencanaan hidrologi dan desain teknis *spillway* sebagai pengendali banjir. Dari hasil desain, diperoleh debit banjir rencana sebesar 216,31 m³/detik, kebutuhan air total tahun 2051 sebesar 0,30 m³/detik, kapasitas efektif 15.442.881 m³, kapasitas mati 119.850 m³, dan kapasitas total 15.562.731 m³. *Spillway* dirancang dengan mercu bulat pada elevasi +322,65 m, lebar 30 m, tubuh urugan tanah homogen berinti tegak, elevasi dasar +250 m, dan tinggi jagaan 5 m. Analisis stabilitas menunjukkan kondisi aman, baik terhadap guling maupun geser, pada muka air normal maupun banjir.

Kata kunci: Intensitas Curah Hujan, Debit Banjir, Bangunan Pelimpah, Stabilitas

SPILLWAY STRUCTURE DESIGN AT BAGONG DAM IN TRENGGALEK REGENCY, EAST JAVA

By:

Rantika Aprillia Elsa Prianto

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Science

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

rantikaaelsa@gmail.com

ABSTRACT

During the rainy season, excess water flow often causes flooding, while during the dry season, water availability decreases even though demand remains high. Dams function as water storage and regulation facilities, with one of their main components being a spillway. The spillway functions to channel excess water discharge to prevent overtopping, as in the Bagong Dam in Trenggalek Regency. This study examines rainfall intensity, design flood discharge, spillway dimensions, and construction stability. Rainfall data were obtained from nearby stations and analyzed using Gumbel, Normal, and Log Pearson Type III distributions to determine the design rainfall. The analysis results were then used to develop a base curve for flood discharge calculations using the Rational Method and the Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph. The results show that peak flood discharge increases with the return period. The Nakayasu HSS method produces a more representative discharge because it considers the response of the watershed to rainfall. This research provides an important contribution to improving the accuracy of hydrological planning and spillway technical design as flood control. The design results yield a planned flood discharge of 216.31 m³/second, a total water demand of 0.30 m³/second for 2051, an effective capacity of 15,442,881 m³, a dead capacity of 119,850 m³, and a total capacity of 15,562,731 m³. The spillway is designed with a circular crest at an elevation of +322.65 m, a width of 30 m, a vertical core of homogeneous earth fill, a base elevation of +250 m, and a guardrail height of 5 m. Stability analysis indicates safe conditions, both against overturning and sliding, at normal and flood water levels.

Keywords: Rainfall Intensity, Flood Discharge, Spillway Structure, Stability

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan baik yang berjudul **“Desain Struktur Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Pada Bendungan Bagong di Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur”**.

Tugas Akhir ini, merupakan salah satu syarat akademis yang harus dipenuhi bagi mahasiswa Strata I (S1) untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Dalam kesempatan pembuatan Laporan Tugas Akhir, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak terkait yang telah membantu dan memberi masukan dalam proses penyelesaian laporan ini sehingga dapat terselesaikan dengan tepat waktu. Ucapan terima kasih disampaikan kepada bapak/ibu :

1. Prof. Dr. Ir. H. Akhmad Fauzi, M.M.T., IPU., selaku Rektor UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, M.T. dan Novie Handajani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir bidang keahlian Hidroteknik Program Studi Teknik Sipil di Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan bantuan dalam menyelesaikan tugas ini.

5. Luluk Suprihatin Nurini dan M. Suprianto selaku orang tua, serta kakak saya Raditya Agil Prianto yang selalu memberikan doa, kasih sayang, arahan, bimbingan, dan dukungannya baik moral maupun material.
6. Teman-teman yang telah memberikan dukungan pada saat penyusunan laporan ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu terima kasih untuk semua doa, semangat, dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan Tugas Akhir ini. Besar harapan penulis agar laporan ini dapat bermanfaat dan mendorong pengembangan ilmu di Program Studi Teknik Sipil, khususnya di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Surabaya, 11 September 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Lokasi	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.2. Analisis Hidrologi	6
2.2.1 Menentukan Curah Hujan Rata – Rata	7
2.2.1.1 <i>Arithmetic Mean</i>	7
2.2.1.2 Thiessen Polygon.....	7
2.2.2 Analisis Distribusi Frekuensi.....	8
2.2.2.1 Metode Log Normal.....	9
2.2.2.2 Metode Log Person III.....	10
2.2.3 Analisis Debit Banjir Rencana.....	12
2.3 Analisis Hidrolik	12

2.3.1	Hidrolika di Atas Ambang Pelimpah	13
2.4	Lengkung Kapasitas Waduk.....	14
2.5	Penelusuran Banjir Lewat Waduk (<i>Flood Routing</i>)	15
2.6	Perencanaan Tubuh Bendungan	17
2.7	Bangunan Pelimpah	18
2.7.1	Saluran Peluncur	19
2.7.2	Peredam Energi (Kolam Olak).....	20
2.8	Stabilitas Konstruksi Bangunan Pelimpah	24
2.8.1	Kontrol Guling.....	27
2.8.2	Kontrol Geser.....	27
2.9	Penentuan Lebar Efektif <i>Spillway</i>	29
BAB III METODOLOGI.....		31
3.1	Persiapan	31
3.2	Pengumpulan Data	31
3.3	Analisis Data	31
3.4	Flowchart.....	33
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1	Analisis Curah Hujan	35
4.1.1	Analisis Distribusi Frekuensi.....	37
4.1.1.1	Perhitungan Distribusi Gumbel	42
4.1.1.2	Perhitungan Distribusi Normal	44
4.1.1.3	Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III	46
4.1.1.4	Pemilihan Metode Distribusi	49
4.1.2	Uji Kecocokan	49

4.1.2.1	Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov	49
4.1.2.2	Uji Kecocokan Chi-Kuadrat	52
4.1.3	Perhitungan Curah Hujan Rencana	55
4.1.4	Perhitungan Distribusi Hujan.....	56
4.1.4.1	Perhitungan Rata-Rata Hujan Sampai Jam ke-t.....	56
4.1.4.2	Perhitungan Tinggi Hujan Pada Jam ke-t	57
4.1.4.3	Perhitungan Curah Hujan Efektif	57
4.2.	Analisis Hidrograf Banjir Satuan Sintetik Nakayasu.....	58
4.3.	Lengkung Kapasitas Waduk.....	68
4.4.	Analisis Kapasitas Tampung Waduk	71
4.4.1	Kapasitas Mati (<i>Dead Storage</i>).....	72
4.4.2	Evaporasi Penman Modifikasi	72
4.4.2.1	Proyeksi Kebutuhan Domestik Penduduk	77
4.4.2.2	Kebutuhan Domestik	78
4.4.2.3	Kebutuhan Air Non Domestik	81
4.4.2.4	Kebutuhan Air Irigasi.....	85
4.5.	Debit Andalan.....	87
4.6.	Kapasitas Waduk Efektif	91
4.7.	Penentuan Elevasi Muka Air Tertinggi (HWL).....	93
4.8.	Perhitungan Hidrolis <i>Spillway</i>	95
4.8.1	Koefisien Debit <i>Spillway</i>	95
4.9.	Penelusuran Banjir (<i>Flood Routing</i>)	97
4.10.	Penentuan Tinggi Jagaan	100
4.11	Perencanaan Dimensi Bangunan Pelimpah.....	101

4.11.1	Penampang Mercu Pelimpah	101
4.11.2	Kedalaman Saluran Pelimpah.....	104
4.11.3	Kedalaman Kecepatan Aliran	105
4.11.4	Analisis Hidrolis Mercu Pelimpah.....	106
4.11.5	Saluran Transisi.....	107
4.11.6	Saluran Peluncur	109
4.11.7	Bangunan Peredam Energi.....	111
4.12	Analisis Stabilitas Bangunan Pelimpah	114
4.12.1	Stabilitas Bendung Pada Saat Muka Air Normal.....	119
4.12.2	Stabilitas Bendung Pada Saat Muka Air Banjir	123
BAB V PENUTUP		126
5.1	Kesimpulan	126
5.2	Saran.....	127
DAFTAR PUSTAKA.....		128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Bendungan Bagong	4
Gambar 1.2 Penyebaran Stasiun Curah Hujan Bendungan Bagong	4
Gambar 2.1 Thiessen Polygon.....	8
Gambar 2.2 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	12
Gambar 2.3 Koefisien limpahan dari berbagai tipe bendung.....	13
Gambar 2.4 Kurva Lengkung Kapasitas	15
Gambar 2.5 Bagian-Bagian Bangunan Pelimpah (<i>Spillway</i>)	18
Gambar 2.6 Skema Saluran Peluncur.....	20
Gambar 2.7 Bentuk Kolam Olakan Datar Tipe I.....	21
Gambar 2.8 Bentuk Kolam Olakan Datar Tipe II	22
Gambar 2.9 Bentuk Kolam Olakan Datar Tipe III	22
Gambar 2.10 Bentuk Kolam Olakan Datar Tipe IV	23
Gambar 2.11 Grafik Hubungan Antara Bilangan Froude dengan Nilai $L/D1$	24
Gambar 2.12 Daerah – Daerah Gempa di Indonesia (Tengah)	28
Gambar 2.13 Koefisien Jenis Tanah.....	29
Gambar 2.14 Periode Ulang dan Percepatan Dasar Gempa	29
Gambar 2.15 Lebar Efektif Bendung	30
Gambar 4.1 Penyebaran stasiun curah hujan dan polygon thiessen Bendungan.....	36
Gambar 4.2 Grafik Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu.....	68
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Elevasi, Luas, dan Volume.....	71
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Elevasi, Luas, dan Volume.....	94
Gambar 4.5 Flood Routing Untuk 100 Tahun	100
Gambar 4.6 Penampang Mercu Pelimpah.....	101

Gambar 4.7 Ilustrasi Kedalaman Aliran Mercur Pelimp ah	105
Gambar 4.8 Ilustrasi Saluran Transisi	108
Gambar 4.9 Ilustrasi Aliran Pada Saluran Peluncur	109
Gambar 4.10 Stabilitas Spillway Saat Muka Air Normal Pada Titik I.....	121
Gambar 4.11 Stabilitas Spillway Saat Muka Air Banjir Pada Titik I	125

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2 Nilai K Variabel Gauss	10
Tabel 2.3 Nilai K Distribusi Log Pearson Tipe III	11
Tabel 2.4 Harga-Harga Koefisien Ka dan Kp	30
Tabel 4.1 Luas daerah berpengaruh dan koefisien thiessen	35
Tabel 4.2 Curah Hujan Harian Maksimum Di Stasiun Bendungan	37
Tabel 4.3 Curah Hujan Harian Maksimum Di Stasiun Prambon	38
Tabel 4.4 Curah Hujan Harian Maksimum Di Stasiun Bagong	39
Tabel 4.5 Curah Hujan Harian Maksimum	40
Tabel 4.6 Urutan Curah Hujan Harian Maksimum	41
Tabel 4.7 Perhitungan Analisis Distribusi Gumbel	42
Tabel 4.8 Reduce Mean (Y_n)	43
Tabel 4.9 Reduced Standard Deviation (S_n)	43
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Parameter Periode Ulang Distribusi Gumbel	44
Tabel 4.11 Hasil Distribusi Normal.....	45
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Parameter Periode Ulang Distribusi Normal	46
Tabel 4.13 Hasil Distribusi Log Pearson Tipe III.....	47
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Periode Ulang Distribusi Log Pearson Tipe III	48
Tabel 4.15 Rekapitulasi Pemilihan Jenis Distribusi	49
Tabel 4.16 Uji Kecocokan Smirnov Kolmogorov.....	51
Tabel 4.17 Nilai Derajat Kebebasan.....	52
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat	53
Tabel 4.19 Periode Ulang dari Uji Kecocokan Chi-Kuadrat.....	54

Tabel 4.20 Perhitungan Chi Kuadrat untuk Distribusi Pearson Tipe III	54
Tabel 4.21 Rekapitulasi Uji Kecocokan Chi Kuadrat & Smirnov Kolmogorov	55
Tabel 4.22 Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Pearson Tipe III	56
Tabel 4.23 Intensitas Hujan Rata-Rata Sampai Jam ke-t	57
Tabel 4.24 Persentase Intensitas Tinggi Hujan Rata-Rata pada Jam ke-t	57
Tabel 4.25 Perhitungan Curah Hujan Efektif	58
Tabel 4.26 Perhitungan Curah Hujan Efektif Jam-Jaman	58
Tabel 4.27 Ordinat Hidrograf Kurva naik	60
Tabel 4.28 Ordinat Hidrograf Kurva Turun Tahap 1	60
Tabel 4.29 Ordinat Hidrograf Kurva Turun Tahap 2	61
Tabel 4.30 Ordinat Hidrograf Kurva Turun Tahap 3	61
Tabel 4.31 Hidrograf Banjir Rencana Untuk 2 Tahun	62
Tabel 4.32 Hidrograf Banjir Rencana Untuk 5 Tahun	63
Tabel 4.33 Hidrograf Banjir Rencana Untuk 10 Tahun	64
Tabel 4.34 Hidrograf Banjir Rencana Untuk 25 Tahun	65
Tabel 4.35 Hidrograf Banjir Rencana Untuk 50 Tahun	66
Tabel 4.36 Hidrograf Banjir Rencana Untuk 100 Tahun	67
Tabel 4.37 Hubungan Antara Elevasi, Luas, dan Volume Tampungan	70
Tabel 4.38 Data Klimatologi	73
Tabel 4.39 Perhitungan Evapotranspirasi Potensial	76
Tabel 4.40 Proyeksi Jumlah Penduduk Metode Aritmatik	78
Tabel 4.41 Kebutuhan Air Domestik	80
Tabel 4.42 Fasilitas Kesehatan	81

Tabel 4.43 FasilitasTempat Ibadah	81
Tabel 4.44 Fasilitas Pendidikan.....	81
Tabel 4.45 Air Baku Untuk Hidran Umum	82
Tabel 4.46 Rekap Kebutuhan Air	84
Tabel 4.47 Kebutuhan Air Untuk Pola Tanam Padi Bulan Desember – Maret	86
Tabel 4.48 Kebutuhan Air untuk Pola Tanam (Padi-Padi-Palawija) Bulan April – Juli	86
Tabel 4.49 Kebutuhan Air untuk Pola Tanam (Padi-Padi-Palawija) Bulan Agustus – November.....	87
Tabel 4.50 Debit Andalan Bulan Januari – April	90
Tabel 4.51 Debit Andalan Bulan Mei – Agustus	90
Tabel 4.52 Debit Andalan Bulan September – Desember	91
Tabel 4.53 Neraca Air.....	92
Tabel 4.54 Debit yang Melimpah di atas Spillway	96
Tabel 4.55 Hubungan Antara Storage, Outflow, dan $S + (O/2 \cdot \Delta t)$	98
Tabel 4.56 Flood Routing 100 untuk Tahun.....	99
Tabel 4.57 Koordinat Lengkung Bawah Mercu	104
Tabel 4.58 Perhitungan <i>Uplift</i> Saat Normal	118
Tabel 4.59 Momen Tahan (Berat Sendiri)	119
Tabel 4.60 Momen Guling	119
Tabel 4.61 Perhitungan <i>Uplift</i> Saat Banjir	122
Tabel 4.62 Momen Tahan (Berat Sendiri)	123
Tabel 4.63 Momen Guling	124