

TUGAS AKHIR

**KAJIAN STABILITAS DAN PIPING PADA BENDUNG
(STUDI KASUS BENDUNG BORENG DI KABUPATEN LUMAJANG)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember*



DISUSUN OLEH :

MARISKA AMALIA FAISANDRA

2110611091

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

2025

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**KAJIAN STABILITAS DAN PIPING PADA BENDUNG
(STUDI KASUS BENDUNG BORENG DI KABUPATEN LUMAJANG)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember*

Yang Diajukan Oleh:

MARISKA AMALIA FAISANDRA

2110611091

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, S.T., M.T., IPM.
NIDN. 0705047806



Dr. Arief Alihudien, S.T., M.T.
NIDN. 0725097101

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II



Ir. Senki Desta Galuh, S.T., M.T., IPM.
NIDN. 0703129003



Ir. Taufan Abadi, S.T., M.T.
NIDN. 0710096603

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

KAJIAN STABILITAS DAN PIPING PADA BENDUNG (STUDI KASUS BENDUNG BORENG DI KABUPATEN LUMAJANG)

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember*

Disusun Oleh:

MARISKA AMALIA FAISANDRA

2110611091

Telah mempertanggung jawabkan Laporan Tugas Akhirnya pada sidang tanggal
25 Juli 2025 sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, S.T., M.T., IPM.
NIDN. 0705047806

Dosen Pembimbing II



Dr. Arief Alihudien, S.T., M.T.
NIDN. 0725097101

Dosen Penguji I



Ir. Senki Desta Galuh, S.T., M.T., IPM.
NIDN. 0703129003

Dosen Penguji II



Ir. Taufan Abadi, S.T., M.T.
NIDN. 0710096603

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Mulyati, S.T., M.T., IPM.
NIDN. 0010067301

Mengetahui,
Kepala Program Studi Teknik Sipil



Irawati, S.T., M.T.
NIDN. 0702057001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Mariska Amalia Faisandra
NIM : 2110611091
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir yang saya tulis ini benar - benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau karya orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan karya saya sendiri.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Tugas Akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Jember, 15 Agustus 2025
Yang membuat pernyataan



Mariska Amalia Faisandra
NIM : 2110611091

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT Sang Maha Segalanya, atas seluruh curahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya, Iswahyudi dan Mariya Susanti. Terimakasih atas segala kasih sayang yang diberikan dalam membesarkan dan membimbing saya selama ini sehingga saya dapat terus berjuang dalam meraih mimpi dan cita-cita. Kesuksesan dan segala hal baik yang kedepannya akan saya dapatkan adalah karena dan untuk kedua orang tua saya.
2. Bapak Dr. Ir. Muhtar, S.T., M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
3. Ibu Irawati S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, S.T., M.T., IPM., selaku Dosen Pembimbing 1 dan Bapak Dr. Arief Alihudien S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukan beliau, atas segala kesabaran, perhatian, bimbingan, arahan, serta masukan yang tak ternilai selama proses penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini.
5. Saudara saya, Marshaila Verendita, terima kasih tak terhingga atas setiap tawa, keceriaan, dan energi positif yang selalu dihadirkan di rumah. Kehadiranmu menjadi penyejuk di tengah penatnya proses penyelesaian Tugas Akhir ini. Doa dan semangatmu, meskipun terkadang tak terucap langsung, selalu saya rasakan dan menjadi motivasi tersendiri bagi saya.
6. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, Ilham Maghriza. Terimakasih atas dukungan, semangat, serta telah menjadi tempat berkeluh kesah, selalu ada dalam suka maupun duka selama proses penyusunan skripsi ini. Terimakasih atas waktu dan seluruh hal baik yang diberikan selama ini.

7. Sahabat terbaik saya, Bernicha Dwivani Mayanda, Manna Rosana, Yulia Andariana, Sari Dewi Oktavianti Wulandari, Vania Yanuarita Putri Prayoga, yang telah menemani perjalanan suka dan duka sejak semester satu hingga saat ini. Kehadiran, dukungan, dan tawa kalian adalah kekuatan terbesar dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Saya juga ingin menyampaikan apresiasi kepada kalian atas setiap momen tak terlupakan sepanjang perjalanan perkuliahan ini. Kalian merupakan bagian dari setiap kesan dan kenangan berharga yang akan selalu saya ingat. Kehadiran kalian menjadi warna tersendiri dalam setiap lembar perjalanan perkuliahan saya.
8. Tak lupa, saya sampaikan apresiasi kepada sahabat saya, Muhammad Nur Wahudi dan Wahyu Bagus Yuliyanto, yang persahabatannya terjalin melalui Asisten Laboratorium Keairan dan terus terjaga hingga kini. Terima kasih atas dukungan dan kebersamaan kalian yang selalu menyemangati saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Terima kasih kepada seluruh teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2021 di Universitas Muhammadiyah Jember, atas diskusi yang hangat, berbagi referensi, serta dukungan dan semangat yang tiada henti. Kehadiran kalian telah menjadi penyemangat dan pelengkap selama perkuliahan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Akhirnya, ucapan terima kasih yang tulus dan apresiasi setinggi-tingginya saya persembahkan untuk diri sendiri. Untuk setiap langkah yang ditempuh, setiap keringat dan air mata yang jatuh, serta setiap keraguan yang berhasil dilewati. Penyelesaian Tugas Akhir ini bukan sekedar kewajiban akademik, melainkan perjalanan panjang penuh pembelajaran dan pendewasaan. Terima kasih telah tetap berjuang, tidak menyerah, dan percaya pada kemampuan diri sendiri hingga saat ini.

Dengan segenap hati, Tugas Akhir ini saya persembahkan sebagai wujud bukti dan terima kasih atas segala dukungan yang tak terhingga. Semoga ilmu yang saya dapatkan ini menjadi jejak kebaikan dan kebermanfaatan bagi siapapun yang membutuhkan.

MOTTO

“Di balik setiap kesulitan pasti ada kemudahan, dan skripsi ini adalah buktinya.
Allah berfirman : Karena sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”
(QS. Al-Insyirah:6)

“Jangan tinggalkan sholat meskipun kamu bukan orang baik.”
(*Mariska Amalia Faisandra*)

“Allah itu adil, setiap ada kejadian pasti ada hikmahnya. Tidak mungkin Allah
memberikan cobaan tanpa maksud tujuan yang baik. ”
(*Mariska Amalia Faisandra*)

“Percaya diri dan bersikaplah bodo amat.”
(*Mariska Amalia Faisandra*)



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT Sang Maha Segalanya, atas seluruh curahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “KAJIAN STABILITAS DAN PIPING PADA BENDUNG (STUDI KASUS BENDUNG BORENG DI KABUPATEN LUMAJANG)” ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini ditulis dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.

Dalam penyelesaian studi dan penulisan Tugas Akhir ini, penulis banyak memperoleh bantuan baik, pengajaran, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Muhtar, S.T., M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
2. Ibu Irawati S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, S.T., M.T., IPM., selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukan beliau, atas segala kesabaran, perhatian, bimbingan, arahan, serta masukan yang tak ternilai selama proses penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Bapak Dr. Arief Alihudien S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukan beliau, atas segala kesabaran, perhatian, bimbingan, arahan, serta masukan yang tak ternilai selama proses penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh staff Pengajaran Fakultas Teknik yang telah sabar dalam membantu proses penyusunan berkas-berkas yang dibutuhkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Kedua orang tua penulis, Iswahyudi dan Mariya Susanti, untuk beliau berdualah Tugas Akhir ini penulis persembahkan. Terimakasih atas segala kasih sayang yang diberikan dalam membesarkan dan membimbing

penulis selama ini sehingga penulis dapat terus berjuang dalam meraih mimpi dan cita-cita. Kesuksesan dan segala hal baik yang kedepannya akan penulis dapatkan adalah karena dan untuk kedua orang tua penulis.

Sebagai manusia biasa, penulis menyadari penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karenanya atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis memohon maaf dan bersedia menerima kritikan yang membangun dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Jember, 25 Juli 2025

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Bendung.....	7
2.2 Analisis Stabilitas	8
2.3 Gaya-Gaya yang Bekerja pada Bangunan.....	9
2.3.1 Gaya Akibat Berat Bangunan	9
2.3.2 Gaya Akibat Gempa	11
2.3.3 Gaya Akibat Tekanan Lumpur	14
2.3.4 Gaya Akibat Tekanan Air.....	15
2.3.5 Gaya Akibat Tekanan Tanah	18
2.3.6 Gaya Akibat Reaksi Pondasi	20
2.3.7 Gaya Akibat Uplift Pressure.....	22
2.4 Kontrol Stabilitas	26
2.4.1 Stabilitas Terhadap Geser/Gelincir (Sliding).....	26

2.4.2	Stabilitas Terhadap Guling.....	28
2.4.3	Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah.....	28
2.4.4	Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping).....	33
2.5	Perlindungan Terhadap Erosi Bawah Tanah.....	50
2.5.1	Lantai Hulu	51
2.5.2	Dinding Halang (Cut-off).....	52
2.5.3	Alur Pembuang/Filter.....	52
2.5.4	Konstruksi Pelengkap.....	53
2.6	Faktor Keamanan.....	53
2.7	Aplikasi GeoStudio.....	56
2.7.1	Ruang Lingkup Aplikasi Geostudio	56
2.7.2	Model Analisis Geostudio Seep/w.....	58
2.7.3	Kondisi Batas.....	58
2.7.4	Model Material pada Seep/w	61
2.7.5	Konvergensi.....	65
2.7.6	Alasan Memilih Aplikasi Geostudio.....	66
BAB III METODE PENELITIAN.....		70
3.1	Data Umum Proyek.....	70
3.2	Pengumpulan Data.....	71
3.3	Alur Penelitian.....	73
3.3.1	Identifikasi Masalah	74
3.3.2	Studi Literatur	74
3.3.3	Pengumpulan Data	75
3.3.4	Perhitungan Gaya-Gaya yang Bekerja.....	75
3.3.5	Perhitungan Stabilitas Terhadap Geser dan Guling.....	75
3.3.6	Efisiensi Desain Bendung	76
3.3.7	Perhitungan Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah	76
3.3.8	Perhitungan Stabilitas Terhadap Piping	76
3.3.9	Kesimpulan.....	77

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	78
4.1 Metode Kajian	78
4.2 Perhitungan Gaya-Gaya yang Bekerja pada Bendung.....	78
4.2.1 Gaya Akibat Berat Bangunan	79
4.2.2 Gaya Akibat Gempa	83
4.2.3 Gaya Akibat Tekanan Lumpur	85
4.2.4 Gaya Akibat Tekanan Air.....	86
4.2.5 Gaya Akibat Tekanan Tanah	88
4.2.6 Gaya Akibat Uplift Pressure.....	89
4.2.7 Rekapitulasi Gaya-Gaya yang Bekerja.....	92
4.3 Analisis Stabilitas Bendung	93
4.3.1 Stabilitas Terhadap Geser/Gelincir (Sliding).....	93
4.3.2 Stabilitas Terhadap Guling.....	93
4.3.3 Efisiensi Desain Bendung	94
4.3.4 Stabilitas Terhadap Daya Dukung.....	112
4.3.5 Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah.....	133
4.3.6 Gambar Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Hasil Akhir Rekomendasi Desain Berdasarkan Optimasi dan Efisiensi.....	143
BAB V PENUTUP.....	144
5.1 Kesimpulan	144
5.2 Saran.....	144
DAFTAR PUSTAKA	145
LAMPIRAN.....	147

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien Zona Gempa pada Zona A,B,C,D,E,F	13
Tabel 2.2 Periode Ulang dan Percepatan Dasar Gempa (ac).....	13
Tabel 2.3 Harga-Harga Koefisien Tegangan Aktif untuk Dinding Miring.....	19
Tabel 2. 4 Harga-Harga Koefisien Tegangan Pasif untuk Dinding Miring	20
Tabel 2.5 Harga-Harga ϕ^o dan c	20
Tabel 2.6 Harga-Harga ξ	22
Tabel 2.7 Harga-Harga Perkiraan untuk Koefisien Gesekan	27
Tabel 2.8 Daftar Harga S_c dan S_y Sesuai Bentuk Potongan Melintang	29
Tabel 2.9 Harga-Harga Perkiraan Daya Dukung Izin.....	29
Tabel 2.10 Faktor-Faktor Daya Dukung untuk Persamaan Terzaghi (Nilai-	30
Tabel 2.11 Faktor Bentuk, Kedalaman, dan Inklinasi dari Rumus Meyerhof	30
Tabel 2.12 Harga-Harga Minimum Angka Rembesan Lane dan Bligh (CL)	37
Tabel 2.13 Koreksi Kemiringan dari Berbagai Nilai V/H	45
Tabel 2.14 Tekanan Awal dari Masing-Masing Titik A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K, dan L (Lihat Gambar 2.27)	47
Tabel 2.15 Hasil Perhitungan Tinggi Tekanan dibawah Lantai Bangunan Metode Khosla	49
Tabel 2.16 Faktor Keamanan $M_t/M_g \geq F_g$ Terhadap Guling.....	54
Tabel 2.17 Faktor Keamanan Terhadap Gelincir $\bar{r} / r \geq F_s$	55
Tabel 2.18 Parameter model material Saturated-only.....	62
Tabel 2.19 Parameter model material saturated-unsaturated	63
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Berat Tiap Bagian Tubuh Bendung.....	81
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri	82
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Gaya Akibat Gempa	84
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Lumpur.....	85
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Gaya Tekanan Air Kondisi Air Normal	86
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Gaya Tekanan Air Kondisi Air Banjir Secara Horizontal.....	87
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Gaya Tekanan Air Kondisi Air Banjir Secara Vertikal.....	87
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Besar Tekanan Tiap Titik Kondisi Air Normal.....	90
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Gaya Akibat Uplift Pressure Kondisi Air Normal .	91
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Besar Tekanan Tiap Titik Kondisi Air Banjir	91
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Gaya Akibat Uplift Pressure Kondisi Air Banjir .	91
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Gaya-Gaya Horizontal Keadaan Air Normal.....	92
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Gaya-Gaya Vertikal Keadaan Air Normal.....	92
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Gaya-Gaya Horizontal Keadaan Air Banjir	92
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Gaya-Gaya Vertikal Keadaan Air Banjir	93
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Panjang Rayapan yang Terjadi.....	133

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Panjang Rayapan Rencana	135
Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Berat Tiap Bagian Tubuh Bendung.....	96
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri	97
Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Gaya Akibat Gempa	99
Tabel 4. 21 Hasil Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Lumpur	100
Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan Gaya Tekanan Air Kondisi Air Normal	101
Tabel 4. 23 Hasil Perhitungan Gaya Tekanan Air Kondisi Air Banjir Secara Horizontal.....	102
Tabel 4. 24 Hasil Perhitungan Gaya Tekanan Air Kondisi Air Banjir Secara Vertikal.....	102
Tabel 4. 25 Hasil Perhitungan Besar Tekanan Tiap Titik Kondisi Air Normal..	105
Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan Gaya Akibat Uplift Pressure Kondisi Air Normal	106
Tabel 4. 27 Hasil Perhitungan Besar Tekanan Tiap Titik Kondisi Air Banjir	106
Tabel 4. 28 Hasil Perhitungan Gaya Akibat Uplift Pressure Kondisi Air Banjir	106
Tabel 4.29 Rekapitulasi Gaya-Gaya Horizontal Keadaan Air Normal.....	107
Tabel 4. 30 Rekapitulasi Gaya-Gaya Vertikal Keadaan Air Normal.....	107
Tabel 4. 31 Rekapitulasi Gaya-Gaya Horizontal Keadaan Air Banjir	107
Tabel 4. 32 Rekapitulasi Gaya-Gaya Vertikal Keadaan Air Banjir	107
Tabel 4. 33 Hasil Perhitungan Volume Bendung Kondisi Eksisting	109
Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Volume Bendung Efisiensi Desain	110
Tabel 4. 35 Rekap Volume Bendung kondisi Eksisting dan Efisiensi Desain....	111
Tabel 4. 36 Data Standart Penetration Test (SPT).....	114
Tabel 4. 37 Variasi $\eta_H \eta_B \eta_S \eta_R$	116
Tabel 4. 38 Hasil Korelasi NSPT ke N60	116
Tabel 4. 39 Pedoman Kondisi Tanah Pasir Dalam Berbagai Tingkat Kepadatan	117
Tabel 4. 40 Hasil Korelasi NSPT ke γ dry	117
Tabel 4. 41 Hasil Korelasi NSPT ke CN	118
Tabel 4. 42 Hasil Korelasi (N1)60, ϕ' , E	118
Tabel 4. 43 Hasil Perhitungan Pelat dan Mini Pile	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Detail Lantai Hulu Perencanaan.....	4
Gambar 1.2 Detail Lantai Hulu Realisasi	5
Gambar 2. 1 Gaya Akibat Berat Bendung dan Akibat Gempa	9
Gambar 2. 2 Gaya Akibat Tekanan Lumpur.....	14
Gambar 2. 3 Tekanan Air pada Dinding Tegak	16
Gambar 2. 4 Gaya Tekan Air ke Atas	16
Gambar 2. 5 Tekanan Hidrodinamik.....	16
Gambar 2. 6 Gaya Akibat Tekanan Air Normal	17
Gambar 2. 7 Gaya Akibat Tekanan Tanah.....	18
Gambar 2. 8 Tegangan Samping Aktif dan Pasif, (a) Aktif; (b) Pasif	19
Gambar 2. 9 Tekanan (a) Aktif dan (b) Pasif, Menurut Rankine.....	20
Gambar 2. 10 Unsur-Unsur Persamaan Distribusi Tekanan pada Pondasi.....	21
Gambar 2. 11 Gaya Angkat untuk Bangunan yang Dibangun pada Pondasi Buatan	22
Gambar 2. 12 Konstruksi Jaringan Aliran Menggunakan Analog Listrik	23
Gambar 2. 13 Contoh Jaringan Aliran di Bawah Dam Pasangan Batu pada Pasir	24
Gambar 2. 14 Gaya Angkat pada Pondasi Bendung.....	25
Gambar 2. 15 Gaya Akibat Uplift Pressure	25
Gambar 2. 16 Tebal Lantai Kolam Olak.....	28
Gambar 2. 17 Faktor-Faktor Daya Dukung; Beban Garis Dekat Permukaan (dari Capper, 1976)	29
Gambar 2. 18 Metode Menghitung Ukuran Telapak Efektif	32
Gambar 2. 19 Panjang Creep Line Sesuai Metode Bligh.....	33
Gambar 2. 20 Metode Angka Rembesan Lane	37
Gambar 2. 21 Ujung Hilir Bangunan; Sketsa Parameter-Parameter Stabilitas.....	38
Gambar 2. 22 Grafik Khosla's Secara Empiris	40
Gambar 2. 23 Jaringan Aliran Dibawah Bangunan	41
Gambar 2. 24 Seepage Melalui Suatu Lantai.....	41
Gambar 2. 25 Grafik Khosla's Secara Variabel Bebas (Independent)	42
Gambar 2. 26 Lantai Muka dengan 3 Lokasi Sheet Pile dan Pemisahan Lokasi Sheet Pile Secara Tersendiri (Independent) Metode Khosla.....	43
Gambar 2. 27 Tebal Lantai dan Kedalaman Netto Sheet Pile.....	44
Gambar 2. 28 Hydraulic Structures tentang Penggunaan Grafik Khosla.....	45
Gambar 2. 29 Hydraulic Structures tentang Penggunaan Grafik Khosla dengan Asumsi Sheet Pile di Hulu.....	45
Gambar 2. 30 Hydraulic Structures tentang Penggunaan Grafik Khosla dengan Asumsi Sheet Pile di Tengah.....	46
Gambar 2. 31 Penggunaan Grafik Khosla dengan Asumsi Sheet Pile di Hilir	46
Gambar 2. 32 Lantai Hulu.....	51

Gambar 2. 33 Dinding-Dinding Halang di Bawah Lantai Hulu atau Tubuh Bendung.....	52
Gambar 2. 34 Alur Pembuang/ Filter di Bawah Kolam Olak	53
Gambar 2. 35 Contoh Kondisi Batas Total Head VS Volume yang di Terapkan di Bagian Dalam Galian	60
Gambar 2. 36 (a) Kandungan Air Volumetric (b) Fungsi Konduktivitas Hidrolik	63
Gambar 3. 1 Lokasi Bendung Boreng.....	70
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian.....	73
Gambar 4. 1 Potongan Bendung yang Terlemah	79
Gambar 4. 2 Gaya Akibat Berat Sendiri Material Beton K300	79
Gambar 4. 3 Gaya Akibat Berat Sendiri Material Pasangan Batu	80
Gambar 4. 4 Gaya Akibat Tekanan Lumpur	85
Gambar 4.5 Gaya Akibat Tekanan Air Kondisi Air Normal	86
Gambar 4. 6 Gaya Akibat Tekanan Air Kondisi Air Banjir	86
Gambar 4. 7 Gaya Akibat Tekanan Tanah.....	88
Gambar 4. 8 Gaya Akibat Uplift Pressure	89
Gambar 4. 9 Aliran Rayapan.....	133
Gambar 4.10 Aliran Rayapan Rencana.....	135
Gambar 4. 11 Gaya Akibat Berat Sendiri Material Beton K300	94
Gambar 4. 12 Gaya Akibat Berat Sendiri Material Pasangan Batu	95
Gambar 4. 13 Gaya Akibat Tekanan Lumpur.....	100
Gambar 4. 14 Gaya Akibat Tekanan Air Kondisi Air Normal	101
Gambar 4. 15 Gaya Akibat Tekanan Air Kondisi Air Banjir	101
Gambar 4. 16 Gaya Akibat Tekanan Tanah.....	103
Gambar 4. 17 Gaya Akibat Uplift Pressure	104