

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG BERDASARKAN DATA
SPT PADA ABUTMENT JEMBATAN DI TOL CIPULARANG KM 71

Disusun dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang



Disusun oleh:
RANY CHRISTINA NINGRUM
1921091

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2025



TUGAS AKHIR
PERENCANAAN PONDASI TIANG PANGCANG BERDASARKAN DATA
SPT PADA ABUTMENT JEMBATAN DI TOL CIPULARANG KM 71

Disusun dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang



Disusun oleh:
RANY CHRISTINA NINGRUM
1921091

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

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG BERDASARKAN DATA
SPT PADA ABUTMENT JEMBATAN DI TOL CIPULARANG KM 71**

*Disusun dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

RANY CHRISTINA NINGRUM

NIM. 19.21.091

Telah di setujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan

Pada Tanggal 11 Februari 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Eding Iskak Imananto, MT.
NIP. 1966 0506 199303 1 004



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.
NIP. P. 1030300383

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.
NIP. P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG BERDASARKAN DATA
SPT PADA ABUTMENT JEMBATAN DI TOL CIPULARANG KM 71

Tugas Akhir Telah Dipertahankan Didepan Dosen Penguji Tugas Akhir Jenjang
Strata (S-1) Pada Tanggal 11 Februari-- 2025 Dan Diterima Untuk Memenuhi
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1.

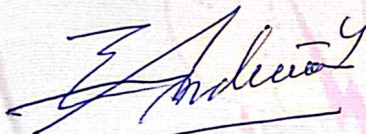
Disusun Oleh:
RANY CHRISTINA NINGRUM
19.21.091

Malang, 7 Mei 2025

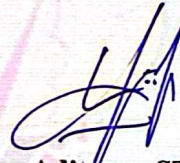
Dosen Pembahas,

Dosen Pembahas I

Dosen Pembahas II



Eri Andrian Yudianto, ST., MT
NIP. P. 1030300380

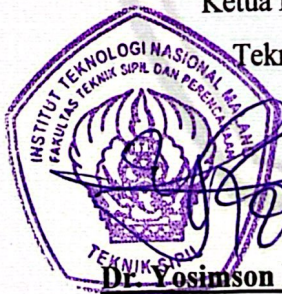


Vega Aditama, ST., MT.
NIP. P. 1031900559

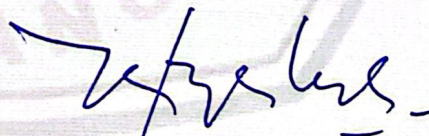
Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi
Teknik Sipil S-1

Sekretaris Program Studi
Teknik Sipil S-1




Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.
NIP. P. 1030300383



Nenny Roostrianawaty, ST., MT.
NIP. P. 1031700533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AHKIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rany Christina Ningrum

Nim : 1921091

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul :

“PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG BERDASARKAN DATA SPT PADA ABUTMENT JEMBATAN DI TOL CIPULARANG KM 71 “

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah Tugas akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah di ajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Penguruan Tinggi,dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di kutip dalam naskah ini di sebutkan dalam sumber kutipan dan daftar Pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Tugas Akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia Tugas akhir ini di gugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) digagalkan, serta di proses sesuai dengan peraturan perundang-undang yang berlaku (UU No 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70)

Malang, 7 Mei 2025

Yang membuat pernyataan



Rany Christina Ningrum

1921091

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa serta berkat dukungan dan doa dari orang-orang terkasih, akhirnya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, dengan hati yang penuh rasa syukur dan bahagia, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Saya sangat bersyukur dan berterimakasih Karena telah diberi kesempatan oleh Tuham karena sudah diberi nikmat, ilmu dan rezeki hingga saat ini sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir saya dengan baik dan lancar dalam dunia kuliah. Walau pun banyak kendala, tapi di jalankan dengan baik
2. Saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada seorang perempuan luar biasa yang telah membesarkan saya dengan penuh kasih sayang, ketulusan, serta pengorbanan, dan yang tak pernah lelah mendoakan saya—yaitu Ibu. Beliau adalah sumber semangat saat saya mulai merasa lelah, penenang di saat kekhawatiran melanda, serta pemberi nasihat yang tidak pernah lelah mendidik saya hingga menjadi seorang pribadi yang lebih baik. Sosok perempuan terkuat, terhebat, dan terbaik yang pernah saya kenal itu adalah Ibu Sudartini, mama saya.
3. Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada seseorang yang selalu mendoakan, memberikan perhatian, dan membentuk saya menjadi perempuan yang kuat serta mandiri sejak kecil hingga sekarang, yaitu ayah kandung saya. Meskipun terkadang beliau marah dan menginginkan permintaannya dipenuhi, beliau adalah sosok yang rajin dan selalu berusaha memenuhi segala kebutuhan saya. Terima kasih, Bapak, atas dukungan yang telah diberikan kepada Rany.
4. Saya mengucapkan terima kasih kepada Mas Andy dan mbak Desy, yang selalu kabarin adiknya, gimana keadaan kuliahnya lancar. Semoga mas Andy dan mbak Desy tetap Bahagia dan bisa ketemu di wisuda rany nanti.
5. Saya mengucpkan terima kasih kepada adik sepupu yang Bernama Fahrul, terima kasih udah bantu mbak rany kerjakan laporanya mbak, dan mbak kerjanya nangis aja, tapi hal membantu itu lah yang meringkan beban mbak rany.

6. Saya mengucapkan terima kasih kepada mbak Lea dan abang Beny yang selalu bantu aku dalam permasalahan baik kuliah atau di luar kuliah, setiap malam kita videocall sampai memberikan dukungan untuk rany baik suka maupun duka. Dan mereka tetap kakakku yang kedua.
7. Saya mengucapkan terima kasih untuk Fikri Arizano S.H, yang menjadi teman hidup saya secara sharing bareng, happy bareng, nangis bareng, marah bareng, sedih barang sampai video call sampai malam dan juga saya senang bisa punya teman hidup untuk teman hidup selamanya. Dan dia rela dengerin semua curhat nangisan aku selama aku tertekan tapi dia selalu ada buat aku. Thanks ya Blue Flower.
8. Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada seorang dosen yang sabar dan selalu cepat tanggap dalam merespons setiap keluhan kesah saya terkait tugas akhir. Beliau selalu bersikap baik dalam segala situasi serta tak henti-hentinya mengingatkan saya untuk berbuat baik dan mendekatkan diri kepada Tuhan. Sosok luar biasa itu adalah Bapak Eding Iskak, dosen wali saya, yang dengan penuh dedikasi membimbing serta berupaya agar mahasiswa bimbingannya dapat menyelesaikan studi dan lulus tepat waktu. Terima kasih, Bapak, atas bimbingan dan kebaikan Anda.
9. Saya mengucapkan terima kasih pada dosen yang sangat baik dan suka senyum beliau adalah pak Yosimson beliau juga ketua kaprodi Teknik sipil, mendidik mahasiswanya dengan sabar dan setulus hati. Terimakasih banyak bapak Yosimson.
10. Saya mengucapkan terima kasih kepada pak Vega dan Ibu Iis yang sudah membantu rany di ruang studio skripsi dengan membantu kelancaran teralisasinya Tugas akhir ini.
11. Saya mengucapkan terima kasih dan merasa bersyukur memiliki teman-teman Teknik Sipil angkatan 2019 yang telah berjuang bersama sejak menjadi mahasiswa baru hingga akhirnya wisuda, meskipun tidak dapat merayakannya bersama. Tahun ini, tantangan akibat pandemi Covid-19 membuat kita tidak bisa bertemu di momen-momen akhir penyusunan tugas akhir. Namun, kita tetap saling mendukung dan menyemangati satu sama lain. Semoga Tasya,

Ani, Tesa, dan Sulis, meskipun kita kini sibuk dengan kesibukan masing-masing, tetap menjadi sahabat yang baik selamanya.

"That day I understood that this heart scares easily. You have to trick it, however big the problem is. Tell your heart "All is Well"

ABSTRAK

PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG BERDASARKAN DATA SPT PADA ABUTMENT JEMBATAN DI TOL CIPULARANG KM 71

Oleh: Rany Christina Ningrum (1921091). Pembimbing I : Ir. Eding Iskak Imananto, MT.
Pembimbing II : Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas
Teknik Sipil dan perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Perencanaan fondasi tiang pancang pada abutment jembatan di Tol Cipularang KM 71 memerlukan analisis yang cermat terhadap daya dukung tanah serta stabilitas struktur. Studi ini menggunakan data hasil investigasi tanah melalui Standard Penetration Test (SPT), hasil uji laboratorium tanah, dan gambar kerja sebagai dasar perencanaan. Analisis pembebanan dilakukan menggunakan perangkat lunak *Robot Structural Analysis Professional 2022* untuk menentukan gaya aksial, gaya geser, dan gaya momen yang bekerja pada struktur. Data ini kemudian digunakan untuk menganalisis kapasitas daya dukung tiang tunggal dan kelompok sesuai dengan SNI 2833:2016 tentang perencanaan jembatan terhadap beban gempa. Selain itu, perhitungan penurunan fondasi dilakukan untuk memastikan bahwa nilai penurunan masih dalam batas aman. Stabilitas abutment dievaluasi berdasarkan faktor keamanan terhadap geseran dan penggulingan, dengan nilai minimum 1,5 sesuai dengan rekomendasi Bowles (1997) dan Hardiyatmo C.H. (2017). Tekanan tanah lateral akibat timbunan di belakang abutment juga diperhitungkan untuk menjaga kestabilan struktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perhitungan beban yang bekerja pada abutment memastikan distribusi gaya yang optimal, sehingga stabilitas struktur jembatan tetap terjaga. Faktor keamanan terhadap tekanan tanah aktif dan vertikal sesuai dengan standar perencanaan, termasuk pengaruh beban gempa dan angin. Dengan demikian, desain abutment yang diusulkan memenuhi kriteria keamanan dan kelayakan teknis untuk digunakan dalam jangka panjang.

Kata kunci: Tiang pancang, abutment jembatan, daya dukung tanah, Standard Penetration Test (SPT), stabilitas struktur.

ABSTRACT

PILE FOUNDATION DESIGN BASED ON SPT DATA ON BRIDGE ABUTMENT ON CIPULARANG TOLL ROAD KM 71

By: Rany Christina Ningrum (1921091). Supervisor I: Ir. Eding Iskak Imananto, MT.
Supervisor II: Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT. Civil Engineering Study Program S-1, Faculty
of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology Malang.

The planning of pile foundations on bridge abutments on the Cipularang KM 71 Toll Road requires careful analysis of the soil bearing capacity and structural stability. This study uses soil investigation data through the Standard Penetration Test (SPT), soil laboratory test results, and working drawings as the basis for planning. Load analysis was carried out using Robot Structural Analysis Professional 2022 software to determine the axial force, shear force, and moment force acting on the structure. This data is then used to analyze the bearing capacity of single and group piles in accordance with SNI 2833:2016 concerning bridge planning against earthquake loads. In addition, foundation settlement calculations are carried out to ensure that the settlement value is still within safe limits. Abutment stability is evaluated based on the safety factor against shear and overturning, with a minimum value of 1.5 according to the recommendations of Bowles (1997) and Hardiyatmo C.H. (2017). Lateral earth pressure due to embankment behind the abutment is also calculated to maintain the stability of the structure. The results of the study indicate that the calculation of the load acting on the abutment ensures optimal force distribution, so that the stability of the bridge structure is maintained. The safety factor against active and vertical earth pressure is in accordance with the planning standards, including the effects of earthquake and wind loads. Thus, the proposed abutment design meets the safety criteria and technical feasibility for long-term use.

Keywords: Pile, bridge abutment, soil bearing capacity, Standard Penetration Test (SPT), structural stability.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa Karena atas berkat bimbingan dan Penyertaan-Nya sehingga Saya dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik. Judul Tugas Akhir ini adalah “ *Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data SPT Pada Abument Jembatan Di Tol Cipularang KM 71*”

Adapun tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini untuk memenuhi pesyaratan melanjutkan Tugas Akhir di program Studi Teknik Sipil S1 Institut Teknologi Nasional Malang. Semua ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan serta sarana – sarana dari berbagai pihak . Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih Kepada :

1. Dr.Debby Budi Susanti,ST., MT Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Yosimson P.Manaha, ST., MT Selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Ir. Eding Iskak Imananto,MT Selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir
4. Dr. Yosimson P.Manaha,ST., MT Selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian Tugas Akhir ini belum sempurna , baik dari segi , materi maupun penyajiannya. Untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan dalam menyempurnakan Tugas Akhir ini .

Malang, 7 Mei 2025



Rany Christina Ningrum

1921091

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Identifikasi Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Studi Terdahulu	6
2.2 Pengertian Fondasi	7
2.3 Klasifikasi Pondasi.....	9
2.4 Pondasi Dangkal.....	9
2.5 Pondasi Dalam.....	9
2.6 Daya Dukung Izin	10
2.7 Pondasi Tiang Pancang	10
2.8 Daya Dukung Izin Tiang Pancang	10
2.9 Daya dukung Tiang Cara Statik	11
2.10 Daya Dukung berdasarkan Uji CPT	15
2.11 Daya Dukung berdasarkan Uji SPT	16
2.12 Daya Dukung Kelompok Tiang	17
2.13 Penurunan Kelompok Tiang.....	23
2.14 Metode Broms	31
2.15 Metode Brinch Hansen.....	35

2.16 Metode Reese & Matlock	36
2.3 Jenis Fondasi Tiang	39
2.17 Pondasi Tiang Bor	40
2.18 Pondasi Tiang Pancang	44
2.19 Pembebanan Struktur	47
2.20 Perencanaan Daya Dukung Tiang	56
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	79
3.1 Deskripsi Penelitian	79
3.2 Data Pendukung	80
3.3 Analisa Data	80
3.4 Bagan Alir Perecanaan	91
BAB 4 PEMBAHASAN	92
4.1 PERENCANAAN <i>ABUTMENT</i> PADA JEMBATAN	92
A. DATA RENCAMA <i>ABUTMENT</i>	95
B. PEMBEBANAN YANG BEKERJA PADA <i>ABUTMENT</i>	96
C. PEMBEBANAN KOMBINASI	114
D. KONTROL UNTUK STABILITAS <i>ABUTMENT</i>	121
E. PERHITUNGAN TIANG PANCANG	135
F. PEMBERSIHAN PILE CAP	141
G. PEMBEBANAN BREAST WALL	148
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	203
5.1 Kesimpulan	203
5.2 Saran	204
DAFTAR PUSTAKA	205
LAMPIRAN	207

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a) Keruntuhan geser umum, (b) keruntuhan geser lokal, (c) keruntuhan penetrasi	9
Gambar 2.2 N_q^* dan N_c^*	12
Tabel 2. 2 Harga K dan δ	13
Gambar 2.3 koefisien λ	13
Gambar 2.4 Harga Rata – Rata C dan Tegangan Vertikal Efektif	14
Gambar 2. 5 Variasi Harga α terhadap Harga C_u	15
Gambar 2.6 Perhitungan Daya Dukung	16
Gambar 2.7 Pembebanan Pondasi Tiap Grup.....	19
Gambar 2. 8 Kelompok Tiang	20
Gambar 2.9 (a) ujung tiang bebas , (b) ujung tiang jepit	31
Gambar 2.10 Keruntuhan tiang pendek.....	32
Gambar 2.11 Reaksi, Momen Lentur Tiang Pendek	32
Gambar 2. 12 Kapasitas Lateral Ultimit.....	33
Gambar 2.13 Keruntuhan Tiang Pendek sehingga Kepala Tiang Terjepit.....	34
Gambar 2.14 Reaksi Tanah dan Momen Lentur Tiang Pendek – Kepala Tiang Terjadi pada Tanah Lempung	34
Gambar 2. 16 Koefisien K_c	35
Gambar 2. 17 Koefisien K_q	35
Gambar 2. 18 Pondasi Tiang dengan Beban Lateral H dan Momen	36
Gambar 2. 19 Koefisien Defleksi ,Momen dan Reaksi Tanah pada Tiang – Kepala Tiang terjepit.....	39
Gambar 2. 20 Fondasi Tiang Bor	41
Gambar 2.21 Proses pengeboran tiang bor pada Jembatan di Tol Cipularang KM71	41
Gambar 2. 22 Contoh gambar fondasi tiang pancang beton pracetak.....	44
Gambar 2. 23 Beban lajur “D”	50
Gambar 2. 24 Peta percepatan puncak pada batuan dasar (PGA) dengan probabilitas kejadian melebihi 7% dalam periode 75 tahun.....	54

Gambar 2. 28 Daya Dukung Ultimate tiang secara kelompok	60
Gambar 2.29 fondasi tiang pancang pilecap rangkap	67
Gambar 2. 30 Diagram tiang pancang balok rangka	69
Gambar 3. 1 Lokasi Proyek Jembatan Penghubung yang berada di Tol Cipularang KM 71	87
Gambar 3. 2 Visualisasi Rencana 3D Jembatan Penghubung yang berada di Jalan Tol Cipularang KM 71	88
Gambar 3. 3 profil As Bullit Drawaing jembatan tol ci[ularang km 71	88
Gambar 3. 4 Tanah jenis clay shale & Retak structural pada pilar	89
Gambar 3. 5 titik penyelidikan tanah di jembatan jalan tol cipularang km71	89
Gambar 3. 6 hasil analisisi Balik SF=1,009	89
Gambar 3. 7 profil pelapisan tanah dan skenario tanah longsor	90
Gambar 3. 8 diagram alir	93
Gambar 4. 1 Tampang Melintang Jembatan	95
Gambar 4. 2 Tampak Memanjang dari Jembatan	95
Gambar 4. 4 Beban yang bekerja di Abutment Jembatan.....	98
Gambar 4. 5 Beban yang terjadi karena adanya Tekanan Vertikal Pada Abutment	100
Gambar 4. 7 Beban Tekanan Tanah	102
Gambar 4. 8 Beban Akibat Rem (BR) Pada Abument.....	104
Gambar 4.9 Beban Angin pada Abutment	105
Gambar 4. 10 Beban Angin Dari Kendaraan.....	109
Gambar 4. 11 Beban Gesekan.....	111
Gambar 4. 12 Beban Akibat Gempa di Abutment	112
Gambar 4. 13 Grafik Koefisien	113
Gambar 4. 14 Stabilitas Guling Memanjang akibat berat sendiri tanah dibelakang	127
Gambar 4. 15 Stabilitas Guling Arah Melintang	132
Gambar 4. 16 Stabilitas geser memanjang	135
Gambar 4. 17 Stabilitas Geser Melintang.....	137
Gambar 4. 18 Dimensi Tiang Pancang	141

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Angka faktor keamanan pondasi dalam	11
Tabel 2. 2 Harga K dan δ	13
Tabel 2. 3 Nilai Gesekan untuk Desain Pondasi Tiang Pancang	16
Tabel 2. 5 Berat Isi Untuk Beban Mati	48
Tabel 2. 6 Faktor Beban untuk Berat Sendiri	49
Tabel 2. 7 Faktor Beban Akibat Tekanan Tanah	49
Tabel 2. 9 Nilai V_0 dan Z_0	52
Tabel 2. 10 level peta gempa	53
Tabel 2. 11 Kombinasi dan Faktor	56
Tabel 2. 12 Korelasi N_{60} dengan C_u	57
Tabel 4. 1 Berat Struktur Atas	98
Tabel 4. 2 Beban mati tabahan pada struktur atas	99
Tabel 4. 4 Gaya dan Momen yang terjadi karena adanya Tekanan Vertikal	100
Tabel 4. 5 Bebang angin dari sudut y	107
Tabel 4. 6 Beban Angin dari sudut X	107
Tabel 4. 7 Gaya Angin Arah Y	110
Tabel 4. 9 Perhitungan Beban Gempa Total Arah Y	114
Tabel 4. 10 Total Beban Gempa Arah X	115
Tabel 4. 11 Pembebanan Kombinasi	117
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Beban Pada Pondasi	117
Tabel 4. 13 Pembebanan Kombinasi Untuk Kontrol Stabilitas	118
Tabel 4. 14 Pembebanan Kombinasi Perencanaan Pondasi	123
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Gaya dan Momen	126
Tabel 4. 16 Perhitungan Momen Untuk Penahan Guling	127
Tabel 4. 17 Momen Kombinasi Penahan Guling Untuk Arah Memanjang	128

Tabel 4. 19 Momen Kombinasi Penahan Guling Arah Melintang.....	132
Tabel 4. 20 Stabilitas Guling Arah Melintang	135
Tabel 4. 21 Stabilitas Geser Arah Memanjang	136
Tabel 4. 22 Stabilitas Geser Arah Melintang	137
Tabel 4. 23 Gaya Aksial.....	142
Tabel 4. 24 Kontrol Gaya Untuk Daya Dukung Aksial Ijin	143