

**PERENCANAAN STRUKTUR TAJAN GEMPA
BETON BERTULANG PADA GESENG BUSUNAWA
UNIVERSITAS TEKNOLOGI SUMBAWA**

TUGAS AKHIR

*Disusun Dan Dinyatakan Untuk Memenuhi Persyaratan Menyerahkai Gelar
Sarjana Teknik S-1 Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang*



**Disusun Oleh:
ADE KOSWANDI
NIM 16.21.146**

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

2020

**PERENCANAAN STRUKTUR TAHAN GEMPA
BETON BERTULANG PADA GEDUNG RUSUNAWA
UNIVERSITAS TEKNOLOGI SUMBAWA**

TUGAS AKHIR

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



**Disusun Oleh:
ADE KOSWANDI
NIM 16.21.146**

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

2020

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN STRUKTUR TAHAN GEMPA
BETON BERTULANG PADA GEDUNG RUSUNAWA
UNIVERSITAS TEKNOLOGI SUMBAWA**

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Sipil (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun oleh:

ADE KSWANDI

16.21.146

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

Pembimbing I

Ir. A. Agus Santosa, MT
NIP.Y. 101 8700 155

Pembimbing II

Ir. Ester Priksasari, MT
NIP.Y. 106 9400 265

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**

Ir. I. Wayan Mandra, MT
NIP.Y. 1018700150

**PROGRAM TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN STRUKTUR TAHAN GEMPA
BETON BERTULANG PADA GEDUNG RUSUNAWA
UNIVERSITAS TEKNOLOGI SUMBAWA**

**Tugas Akhir Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 17 Agustus 2020 dan Diterima
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil S-1**

Disusun oleh:

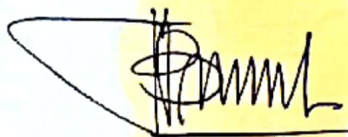
ADE KOSWANDI

16.21.146

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II



Ir. Bambang Wedyantadji, MT
NIP.Y. 101 8500 093

Mohammad Erfan, ST, MT.
NIP.Y. 1031500508

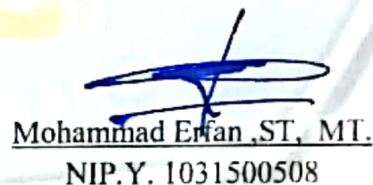
Disahkan oleh

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Sekretaris Program Studi



Ir. I. Wayan Mandra, MT.
NIP.Y. 1018700150



Mohammad Erfan, ST, MT.
NIP.Y. 1031500508

**PROGRAM TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2020**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan skripsi ini. Judul skripsi ini adalah “*Perencanaan Struktur Tahan Gempa Beton Bertulang Pada Gedung Rusunawa Universitas Teknologi Sumbawa*”

Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini untuk memenuhi persyaratan dalam menempuh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Sipil S1 Institut Teknologi Nasional Malang. Semua ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan serta saran – saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Rektor ITN Malang.
2. Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSc selaku Dekan Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan.
3. Ir. I Wayan Mundra, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
4. Ir. Deviany Kartika, MT selaku Kepala Studio Skripsi.
5. Ir. A. Agus Santosa, MT selaku dosen pembimbing I.
6. Ir. Ester Priskasari, MT selaku Dosen Pembimbing II.
7. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan mendukung.
8. Sahabat yang selalu memberikan semangat dan mendukung.

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

Sumbawa ,2020

Penulis

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ade Koswandi
NIM : 16.21.146
Jurusan : Teknik Sipil / S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul :

“PERENCANAAN STRUKTUR TAHAN GEMPA BETON BERTULANG PADA GEDUNG RUSUNAWA UNIVERSITAS TEKNOLOGI SUMBAWA”

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI/TA ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan pasal 70)

Malang, November 2020

Yang Membuat Pernyataan



Ade Koswandi

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala Puji bagi Allah SWT. Untuk yang telah diberikan berupa kesehatan, lalu cinta dan karuniannya. Tidak lupa shalawat dan salam telimpahkan kepada baginda Rasulullah SAW.

Ini kupersembahkan kepada orang – orang yang sangat kusayangi.

Ayahanda dan Ibunda tersayang

Tidak lupa bersyukur pada Allah SWT. Karena telah diturunkan 2 malaikat tak bersayap dalam hidup saya, yaitu kedua orang tua. Idham Majid dan Rusmiati, yang selalu memberi dukungan, semangat, kasih sayang serta do'a disetiap langkah yang kuambil. Karena mereka juga saya akhirnya menyandang gelar sarjana.

Sahabat-sahabatku yang terkasih

- Teman Teman Madani, yang selalu memberikan semangat, dan masukkan-masukkan selama kuliah sampai pengerjaan Tugas Akhir
- Deniar Yuansyah, Prayitno Osmar Dangga, yang sudah menemani, mendukung, membantu selama proses kuliah sampai Tugas Akhir
- Arien_Bobo yang selalu memberikan semangat spiritual untuk melewati semua lika-liku perkuliahan sampai akhirnya lulus

Terimakasih untuk Dosen-dosen

Dosen wali Bapak Nusa Sebayang, Pembimbing 1 dari proposal sampai Tugas Akhir ini Bapak Agus Santosa, dan Pembimbing 2 Ibu Ester Priskasari, Kajur, sekjur, Serta seluruh dosen yang tidak pernah lelah mencurahkan segala ilmu dan memudahkan proses kuliah.

ABSTRAK

Ade Koswandi 16.21.146. "Perencanaan Struktur Tahan Gempa Beton Bertulang Pada Gedung Rusunawa Universitas Teknologi Sumbawa". Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang. Dosen Pembimbing : (I) Ir. A. Agus Santosa, MT. (II) Ir. Ester Priskasari, MT.

Kementerian Negara Perumahan Rakyat Satuan Kerja Penyediaan Perumahan, bermaksud untuk memberikan hunian yang nyaman dan aman bagi mahasiswa, namun keterbatasan tempat menjadi kendala tersendiri, Universitas mempunyai lahan yang cukup luas, maka Universitas Teknologi Sumbawa berinisiatif membangun Rusunawa (Rumah Susun Sederhana Sewa) di area Universitas. Portal dan pondasi sering di aplikasikan pada gedung dari lantai 1 sampai bertingkat tinggi agar bisa menahan beban grafitasi dan beban lateral akibat gempa, portal dan pondasi mempunyai kemampuan menahan momen dan geser, hal ini karena portal dan pondasi menjadi struktur utama untuk suatu gedung.

Untuk meminimalisir kerusakan insfrastuktur serta bertambahnya korban jiwa akibat gempa bangunan pada Gedung Rusunawa Universitas Teknologi Sumbawa didesain menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Rangka dimana komponen struktur dan joint menahan gaya melalui lentur, geser, dan gaya aksial. Beban gempa didesain menggunakan respon spektrum yang mengacu pada SNI 1726 2019. Permodelan dan analisa struktur menggunakan program bantu ETABS 2016 V.16.2.1. Desain penulangan struktur balok, kolom, dan hubungan balok kolom (HBK) berlandaskan SNI 2847 2013.

Dari hasil perhitungan didapat balok B197 dengan dimensi 30/60 diperoleh tulangan longitudinal/lentur tulangan tumpuan kiri : atas 5D19, bawah 4D19 dan tengah 4D16, tulangan lapangan : atas 3D19, bawah 4D19 dan tengah 4D16, tulangan tumpuan kanan : atas 5D19, bawah 4D19 dan tengah 4D16, tulangan geser daerah sendi plastis : $4\phi 10-80$ dan luar sendi plastis : $\phi 10-120$. Kolom C30 dengan dimensi 70/70 dan jumlah tulangan 28 D25, diperoleh tulangan geser daerah sendi plastis : $4\phi 12-60$, daerah luar sendi plastis : $4\phi 12-140$, daerah sambungan kolom : $4\phi 12-100$. Kontrol Desain Kapasitas $\sum M_{nc} \geq 1.2 \sum M_{nb}$ dengan nilai $4434790293,747 \text{ Nmm} > 690757290,029 \text{ Nmm}$, Dari hasil perencanaan balok dan kolom dapat disimpulkan bahwa : Persyaratan "Strong Column Weak Beam" telah terpenuhi. Pada hubungan balok kolom (+) dipasang tulangan geser horizontal $4\phi 12$ dengan 10 lapis tulangan sengkang. Pada penulangan pile cap type 1 : Arah x : Tarik D19-90 dan Tekan D19-200, Arah y : Tarik D19-90 dan Tekan D19-200. Type 2 Arah x : Tarik D19-170 dan Tekan D19-300 Arah y : Tarik D19-170 dan Tekan D19-400. Type 3 Arah x : Tarik D19-100 dan Tekan D19-200, Arah y : Tarik D19-170 dan Tekan D19-400. Pada penulangan Bore pile dengan dimensi Diameter 30 cm diperoleh tulangan pokok 8D16 dan tulangan geser $\phi 10-50$.

Kata kunci : Struktur Tahan Gempa, Sistem Rangka Pemikul Momen, Pondasi Tiang Bor

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Masalah Rumusan	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
2.1. Konsep Struktur Tahan Gempa	4
2.2. Daktilitas Struktur	4
2.3. Pembebanan Struktur.....	5
2.3.1. Beban Mati	5
2.3.2. Beban Hidup	5
2.3.3. Beban Hidup Atap.....	5
2.3.4. Beban Gempa	5
2.4. Parameter Perhitungan Beban Gempa.....	6
2.5. Metode Analitis Beban Gempa	13
2.5.1. Metode Analisa Dinamis (<i>Dynamic Analysis</i>).....	13
2.5.2. Metode Analisis Statik Ekuivalen (<i>Static Equivalent Analysis</i>)	14
2.6. Faktor Redudansi.....	18
2.7. Kombinasi Beban	18

2.8.	Eksentrisitas.....	19
2.8.1.	Eksentrisitas Pusat Massa Terhadap Pusat Rotasi Lantai Tingkat..	19
2.8.2.	Eksentrisitas Rencana.....	19
2.8.3.	Eksentrisitas Tambahan	20
2.9.	Analisis Spektrum Respon Ragam	20
2.9.1.	Jumlah Ragam.....	20
2.9.2.	Skala Nilai untuk Respon Terkombinasi.....	20
2.10.	Simpangan	21
2.11.	Perencanaan Struktur Balok.....	22
2.11.1.	Dimensi Balok.....	22
2.11.2.	Desain Tulangan Longitudinal.....	22
2.11.3.	Desain Tulangan Geser Desain	24
2.11.4.	Terhadap Torsi	27
2.12.	Perencanaan Struktur Kolom.....	28
2.12.1.	Dimensi Kolom	28
2.12.2.	Desain Tulangan Longitudinal.....	28
2.12.3.	Diagram Interaksi Kolom.....	29
2.12.4.	Desain Tulangan Transversal	30
2.13.	Hubungan Balok Kolom / Joint	33
2.14.	Pendetailan Tulangan.....	34
2.14.1.	Penyaluran Batang Tulangan Ulir dan Kawat Ulir Dalam Kondisi Tarik dan Tekan Pada Balok	34
2.14.1.	Penyaluran Kait Standar.....	35
2.14.2.	Sambungan Lewatan Tulangan Kolom.....	36
2.15	Teori Pondasi	37
2.15.1.	Klasifikasi Pondasi.....	39
2.15.2.	Pondasi Dangkal	39
2.15.3.	Pondasi Dalam	41
2.16	Penyelidikan Tanah.....	42
2.16.1.	Uji Penetrasi Standart atau SPT	43
2.16.2.	Korelasi Empiris Yang Sering Digunakan Untuk Hasil Interpolasi Hasil Uji SPT	46
2.17	Pondasi Tiang Bor	46

2.17.1.	Daya Dukung Pondasi Tiang Bor	48
2.17.2.	Daya Dukung Aksial Tunggal.....	48
2.17.3.	Daya Dukung Aksial Kelompok.....	50
2.17.4.	Efisiensi Kelompok Tiang.....	52
2.17.5.	Daya Dukung Lateral Pondasi	56
2.17.6.	Daya Dukung Ultimit Ijin Tiang.....	58
2.18	Perencanaan Pile Cap.....	60
2.18.1.	Control Geser Pons Pilecap.....	61
2.18.2.	Penulangan Pile Cap	61
2.19	Penulangan Tiang Bor	63
2.19.1.	Penulangan Spiral.....	64
BAB III METODOLOGI DAN PERENCANAAN.....		65
3.1.	Data Perencanaan	65
3.2.	Mutu Bahan Yang Digunakan.....	65
3.3.	Bagan Alir	67
3.4.	Perencanaan Dimensi Balok dan Kolom.....	69
3.5.	Beban Yang Bekerja.....	73
3.6.	Perhitungan Beban Mati, Hidup dan Beban Air Tandon	73
3.7.	Kontrol Perilaku Struktur	76
3.7.1.	Eksentrisitas	76
3.7.2.	Kontrol Nilai <i>Base Shear</i> (Gaya Geser Dasar)	77
3.7.3.	Kontrol Partisipasi Massa	78
3.7.4.	Kontrol Simpangan	79
3.8.	Beban Gempa	81
3.9.	Kombinasi Pembebanan	96
BAB IV PERHITUNGAN PENULANGAN STRUKTUR.....		99
4.1.	Perhitungan Balok	99
4.1.1.	Perhitungan Penulangan Pada Kondisi Momen Maksimum.....	99
4.1.2.	Menghitung Mpr Balok.....	115
4.1.3.	Perhitungan Penulangan Geser Balok.....	126
4.1.4.	Perhitungan Penulangan Torsi	133
4.2.	Perhitungan Kolom.....	137
4.2.1.	Perhitungan Penulangan Lentur Kolom.....	137

4.2.2.	Perhitungan Penulangan Geser Kolom	158
4.3.	Kontrol Desain Kapasitas	162
4.4.	Perhitungan Pertemuan Balok-Kolom.....	163
4.5.	Perhitungan Pendetailan Tulangan.....	166
4.6.	Menentukan Interval Beban Pada Pondasi	170
4.7.	Perhitungan Pondasi 1	170
4.8.	Perhitungan Pondasi 2	187
4.9.	Perhitungan Pondasi 3	203
4.10.	Perhitungan Bore Pile.....	218
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	232
5.1.	Kesimpulan.....	232
5.2.	Saran	234
DAFTAR PUSTAKA		235
LAMPIRAN.....		236

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Kategori resiko bangunan	8
Tabel 2. 2. Faktor keutamaan gempa, I_e	9
Tabel 2. 3. Klasifikasi situs	10
Tabel 2. 4. Koefisien situs, F_a	11
Tabel 2. 5. Koefisien situs, F_v	11
Tabel 2. 6. KDS berdasarkan S_{DS}	12
Tabel 2. 7. KDS berdasarkan S_{DI}	12
Tabel 2. 8. Nilai C_t dan X untuk parameter perioda pendekatan	15
Tabel 2. 9 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Perioda Yang Dihitung	16
Tabel 2. 10 faktor R , C_d dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa	16
Tabel 2. 11 koreksi yang di gunakan dalam uji SPT.....	45
Tabel 2. 12 Efisiensi Pemukul uji SPT	45
Tabel 2. 13 Korelasi Relatif (D_r) Tanah Pasir dengan N_{spt}	46
Tabel 2. 14 Kriteria Jenis Perilaku Tiang	58
Tabel 2. 15 Faktor keamanan pondasi dalam menurut Reese dan O'Neill (1989)	59
Tabel 3. 1 Lebar flens efektif (beff) plat 120 mm.....	71
Tabel 3. 2 Lebar flens efektif (beff) plat 100 mm.....	71
Tabel 3. 3 Beban Hidup pada Plat.....	73
Tabel 3. 4 Beban Tandon Air.....	74
Tabel 3. 5 Beban Hidup Plat Lantai	74
Tabel 3. 6 Beban Hidup Plat Lantai roof	75
Tabel 3. 7.Faktor keutamaan gempa, I_e	76
Tabel 3. 8.Rekapitulasi Data uji SPT sampel 1.....	77
Tabel 3. 9.Rekapitulasi Data uji SPT sampel 2.....	77
Tabel 3 .10. Rekapitulasi parameter-parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan beban gempa.....	87
Tabel 3. 11. Rekapitulasi perhitungan Respons Spektrum Rencana.....	88
Tabel 3. 12. Rekapitulasi perhitungan gaya gempa lateral (F)	93
Tabel 3. 13. Base Shear (Gaya Geser Dasar).....	92
Tabel 3. 14. Simpangan akibat gempa statis E_{qx}	94
Tabel 3. 15. Simpangan arah X	94
Tabel 3. 16. Simpangan akibat gempa statis E_{qy}	94

Tabel 3. 17. Simpangan arah Y	94
Tabel 4.1 Nilai Pu	152
Tabel 4.2 Nilai ϕ Pn dan ϕ Mn Perhitungan Kolom	153
Tabel 4.3 Distribusi Frekuensi Beban Vertikal (FZ)	170
Tabel 4.4 Beban yang bekerja pada pondasi	170
Tabel 4.5 Kedalaman dan Nilai SPT 4m s/d 10m	171
Tabel 4.6 Kedalaman dan Nilai SPT	172
Tabel 4.7 Nilai Faktor Keamanan Pondasi Tipe 1	172
Tabel 4.8 Nilai Efisien Kelompok Tiang	174
Tabel 4.9 Korelasi Kepadatan Relatif Tanah Pasir dengan SPT Pondasi Tipe 1	175
Tabel 4.10 Korelasi Nilai SPT dengan berat jenis Pondasi Tipe 1	176
Tabel 4.11 Korelasi Kepadatan Relatif Tanah Pasir dengan SPT Pondasi Tipe 1	177
Tabel 4.12 Kedalaman dan Nilai SPT	187
Tabel 4.13 Kedalaman dan Nilai SPT	187
Tabel 4.14 Nilai Faktor Keamanan Pondasi Tipe 2	187
Tabel 4.15 Nilai Efisien Kelompok Tiang	190
Tabel 4.16 Korelasi Kepadatan Relatif Tanah Pasir dengan SPT Pondasi Tipe 2	191
Tabel 4.17 Korelasi Nilai SPT dengan berat jenis Pondasi Tipe 2	192
Tabel 4.18 Korelasi Kepadatan Relatif Tanah Pasir dengan SPT Pondasi Tipe 2	192
Tabel 4.19 Kedalaman dan Nilai SPT	203
Tabel 4.20 Kedalaman dan Nilai SPT	203
Tabel 4.21 Nilai Faktor Keamanan Pondasi Tipe 3	204
Tabel 4.21 Nilai Efisien Kelompok Tiang	205
Tabel 4.22 Korelasi Kepadatan Relatif Tanah Pasir dengan SPT Pondasi Tipe 3	208
Tabel 4.23 Korelasi Nilai SPT dengan berat jenis Pondasi Tipe 3	208
Tabel 4.24 Korelasi Kepadatan Relatif Tanah Pasir dengan SPT Pondasi Tipe 3	208

Tabel 4.25 : Nilai Pmax	228
Tabel 4.26 : Nilai ϕ Pn dan ϕ Mn Perhitungan	228

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Respon Spektra Percepatan 1 detik (S1) di batuan dasar (SB) (Sumber : SNI 1726 – 2017)	6
Gambar 2. 2 Peta Respon Spektra Percepatan 1 detik (S1) di batuan dasar (SB) (Sumber : SNI 1726 – 2017)	7
Gambar 2. 3 Respons Spektrum Desain (Sumber: SNI 1726 – 2019 Pasal 6.4 hal 23)	14
Gambar 2.4 Penentuan simpangan antar lantai	22
Gambar 2.5 Gambar Skema Gaya Geser Desain	25
Gambar 2.6 Geser Desain Untuk Kolom	30
Gambar 2.7 Tulangan Transversal Pada Kolom	31
Gambar 2.8 Luas Hubungan Balok Kolom (Joint) Efektif	34
Gambar 2.9 Detail Batang Tulangan Untuk Penyaluran Kait Standar.....	35
Gambar 2.10 keruntuhan geser umum, (b) keruntuhan geser local , (c) keruntuhan pentiasi	38
Gambar 2.11 Pondasi Telapak	40
Gambar 2.13 Pondasi Menerus	40
Gambar 2.14 Pondasi Rakit	40
Gambar 2.15 Pondasi Tiang Pancang	41
Gambar 2.16 Pondasi sumuran	42
Gambar 2.17 Pondasi Tiang bor.....	42
Gambar 2.18 Gambar Prosedur pengujian SPT	44
Gambar 2.19 Pelaksanaan Pondasi tiang bor	47
Gambar 3.1 Bagan Alir	68
Gambar 3.2 Denah balok dan kolom.....	69
Gambar 3.3 Balok Struktur B1 dan beff	70
Gambar 3.4 Balok Struktur B2.....	70
Gambar 3.5 Balok Tangki Air.....	70
Gambar 3.8 Kolom Struktur K1	72
Gambar 3.9 Plat beton.....	72
Gambar 3.10 Tandon Air	74
Gambar 3.11 Grafik Respon Spektrum.....	82
Gambar 4.1 Balok T	99
Gambar 4.2 Penampang balok dan diagram tegangan momen negatif tumpuan	

Kiri	101
Gambar 4.3 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif tumpuan	
Kiri	103
Gambar 4.4 Penampang balok dan diagram tegangan momen negatif tumpuan	
kanan	106
Gambar 4.5 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif tumpuan	
Kanan	109
Gambar 4.6 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif lapangan ..	112
Gambar 4.7 Desain gaya geser gempa akibat goyangan gempa ke kiri.....	127
Gambar 4.8 Desain gaya geser gempa akibat goyangan gempa ke kekanan	128
Gambar 4.9 Balok T Terhadap Torsi	133
Gambar 4.10 Desain Tulangan Balok	135
Gambar 4.11 Desain Tulangan Balok Potongan A-A	135
Gambar 4.12 Desain Tulangan Balok Potongan B-B	136
Gambar 4.13 Desain Tulangan Balok Potongan C-C	136
Gambar 4.17 Penampang kolom	137
Gambar 4.18 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi seimbang.....	138
Gambar 4.19 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi seimbang.....	141
Gambar 4.20 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah tarik	144
Gambar 4.21 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah desak	146
Gambar 4.22 Penampang kolom dan diagram tegangan regangan	149
Gambar 4.23 Diagram Interaksi Kolom.....	153
Gambar 4.24 Pengekang kolom	156
Gambar 4.25 Analisa geser dari hubungan balok kolom	158
Gambar 4.26 Luas efektif (A_j) untuk HBK	159
Gambar 4.27 Sambungan Lewatan Kolom	162
Gambar 4.28 Sambungan lewatan pada tulangan tarik dan tekan balok.....	162
Gambar 4.29 pengkait (Penjangkaran) dan Pembengkokan	105
Gambar 4.32 Rencana Pondasi Type 1 dan Grafik SPT	171
Gambar 4.33 Rencana Susunan Pondasi Type 1	173
Gambar 4.34 Efisiensi Kelompok Tiang.....	174
Gambar 4.35 Rencana Dimensi Pilecap Pondasi Type 1 (2 tiang)	174
Gambar 4.36 Hubungan η_h dengan Kepadatan Relatif (D_r) Tanah Pasir Pondasi	

Tipe 1	176
Gambar 4.37 Hubungan antara $\mu/B4.\gamma.Kp$ dan $Hu/Kp.B3.\gamma$ Pondasi Tipe 1	177
Gambar 4.38 Bidang Geser Pons Akibat Kolom Pondasi Tipe 1	178
Gambar 4.39 Skema Pembebanan Arah X Pilecap Pondasi Tipe 1	180
Gambar 4.40 Skema Pembebanan Arah Y Pilecap Pondasi Tipe 1	183
Gambar 4.41 Rencana Pondasi Type 2 dan Grafik SPT	187
Gambar 4.42 Rencana Susunan Pondasi Type 2 (3 tiang)	189
Gambar 4.43 Rencana Dimensi Pilecap Pondasi Type 2 (3 tiang)	190
Gambar 4.44 Rencana Susunan Pondasi Type 2 (3 tiang)	189
Gambar 4.45 Efisiensi Kelompok Tiang.....	189
Gambar 4.46 Rencana Dimensi Pilecap Pondasi Type 2 (3 tiang)	189
Gambar 4.47 Hubungan ηh dengan Kepadatan Relatif (D_r) Tanah Pasir Pondasi Tipe 2	192
Gambar 4.48 Hubungan antara $\mu/B4.\gamma.Kp$ dan $Hu/Kp.B3.\gamma$ Pondasi Tipe 2	193
Gambar 4.49 Bidang Geser Pons Akibat Kolom Pondasi Tipe 2	194
Gambar 4.50 Skema Pembebanan Arah X Pilecap Pondasi Tipe 2.....	197
Gambar 4.51 Skema Pembebanan Arah Y Pilecap Pondasi Tipe 2.....	199
Gambar 4.52 Rencana Pondasi Type 3 dan Grafik SPT	203
Gambar 4.53 Rencana Susunan Pondasi Type 3 (2 tiang).....	205
Gambar 4.54 Efisiensi Kelompok Tiang.....	206
Gambar 4.55 Rencana Dimensi Pilecap Pondasi Type 3 (2 tiang)	205
Gambar 4.56 Hubungan ηh dengan Kepadatan Relatif (D_r) Tanah Pasir Pondasi Tipe 3	208
Gambar 4.57 Hubungan antara $\mu/B4.\gamma.Kp$ dan $Hu/Kp.B3.\gamma$ Pondasi Tipe 3	209
Gambar 4.58 Bidang Geser Pons Akibat Kolom Pondasi Tipe 3	210
Gambar 4.60 Skema Pembebanan Arah X Pilecap Pondasi Tipe 3.....	212
Gambar 4.61 Skema Pembebanan Arah Y Pilecap Pondasi Tipe 3.....	215
Gambar 4.62 Penampang Lingkaran dan Persegi Ekuivalen Pondasi	218
Gambar 4.63 Diagram tegangan dan regangan bore pile kondisi seimbang.....	219
Gambar 4.64 Diagram tegangan dan regangan bore pile kondisi seimbang 1.25 f_y	221
Gambar 4.65 Diagram tegangan dan regangan bore pile kondisi patah tarik	222
Gambar 4.66 Diagram tegangan dan regangan bore pile kondisi patah desak	224

Gambar 4.67 Penampang bore pile dan diagram tegangan regangan	226
Gambar 4.68 Diagram Interaksi bore pile.....	229