

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT TINGGI
MENGUNAKAN SOFTWARE ETABS, SAP2000 DAN SAFE**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Program Strata 1 Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro
Semarang

Disusun oleh :

Abraham Christian NIM : L2A005005
Luhur Subekti NIM : L2A005071

Semarang , Agustus 2009

Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Himawan Indarto, MS
NIP. 131 596 953

Yulita Arni Priastiwi ST., MT.
NIP 132 205 687

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNDIP

Ir. Sri Sangkawati, MS..
NIP. 130 872 030

KATA PENGANTAR

Pertama-tama kami panjatkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan karunia-Nya, kami telah dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "**Perencanaan Struktur Gedung Bertingkat Tinggi Menggunakan Software ETABS, SAP2000 dan SAFE**".

Tugas Akhir merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang untuk menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana (S1). Tugas akhir ini mempunyai bobot sebesar empat satuan Kredit Semester (4 SKS).

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis banyak dibantu oleh berbagai pihak. Dengan penuh rasa hormat, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Sri Sangkawati, MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Ir. Arif Hidayat, CES. MT. selaku Ketua Bidang Pendidikan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Ir. Himawan Indarto, MS. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingannya hingga selesainya Laporan Tugas Akhir ini.
4. Yulita Arni Priastiwati ST, MT. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingannya hingga selesainya Laporan Tugas Akhir ini.
5. Ir. Slamet Hargono, Dipl.Ing, MM. selaku dosen wali (2158) yang telah memberikan motivasi, nasehat, dukungan dan arahan.
6. Ir. Windu Partono, MSc. selaku dosen wali (2160) yang telah memberikan motivasi, nasehat, dukungan dan arahan.
7. Seluruh dosen, staf dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang atas jasa-jasanya selama kami menuntut ilmu.
8. Orang tua dan seluruh keluarga kami yang selalu mendoakan kami, mencurahkan kasih sayang dan perhatiannya serta atas dukungan moral, spiritual dan finansial selama ini.
9. Teman-teman seperjuangan khususnya seluruh mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2005 yang telah banyak membantu kami dan telah banyak melewati berbagai kenangan indah dalam suka dan duka bersama selama ini.

10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu kami baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran sangat diharapkan untuk penyempurnaan Laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan penguasaan ilmu rekayasa sipil di Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro.

Semarang, Agustus 2009

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Tinjauan Umum	I-1
1.2. Latar Belakang	I-1
1.3. Maksud Dan Tujuan.....	I-2
1.4. Batasan Masalah	I-3
1.5. Sistematika Penulisan	I-3
BAB II STUDI PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Umum.....	II-1
2.2. Sistem Struktur	II-2
2.3. Konsep Pemilihan Sistem Struktur	II-16
2.4. Perencanaan Struktur Bangunan.....	II-16
2.4.1 Pembebanan	II-16
2.4.2 Perencanaan Struktur Atas.....	II-30
2.4.2.1 Perencanaan Dinding Inti (Core Wall).....	II-30
2.4.2.2 Perencanaan Pelat	II-31
2.4.2.3 Perencanaan Kolom	II-35
2.4.3 Perencanaan Struktur Bawah	II-46
2.4.3.1 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang	II-47
2.4.3.2 Perencanaan Pile Cap	II-53
2.4.4 Perhitungan Geser Pons.....	II-54
2.4.5 Perhitungan Lendutan Maksimum	II-55
2.4.6 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).....	II-57
2.4.6.1 Komponen Struktur Lentur pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus	II-57
2.4.6.2 Komponen Struktur yang Menerima Kombinasi Lentur dan Beban Aksial	II-60
2.4.6.3 Hubungan Balok dan Kolom	II-64

BAB III METODOLOGI

3.1	Persiapan.....	III-1
3.2	Analisa dan Perhitungan.....	III-1
3.3	Penyajian Laporan dan Format Penggambaran	III-2
3.4	Rencana Anggaran Biaya.....	III-3

BAB IV PERHITUNGAN STRUKTUR

4.1	Tinjauan Umum.....	IV-1
4.2	Kriteria Desain	IV-1
4.3	Analisis Struktur.....	IV-2
4.3.1	Beban Mati (Dead Load).....	IV-2
4.3.2	Beban Hidup (Live Load).....	IV-2
4.3.3	Beban Gempa (Quake Load).....	IV-2
4.3.3.1	Faktor Keutamaan Struktur (I).....	IV-3
4.3.3.2	Faktor Reduksi Gempa	IV-3
4.3.3.3	Penentuan Jenis Tanah	IV-3
4.3.3.4	Penentuan Zona Wilayah Gempa.....	IV-4
4.3.4	Penentuan Massa, Lokasi Titik Berat dan Pusat Kekakuan Tiap Lantai	IV-5
4.3.5	Eksentrisitas Rencana dan Pengaruh P-Delta.....	IV-7
4.3.6	Analisis Spektrum Respon dan Pembatasan Waktu Getar	IV-7
4.3.7	Kontrol Hasil Analisis Struktur.....	IV-11
4.3.7.1	Kontrol Dual System	IV-11
4.3.7.2	Kontrol Partisipasi Massa.....	IV-12
4.3.7.3	Kontrol Nilai Akhir Respons Spektrum	IV-12
4.3.7.4	Kontrol Simpangan Struktur Terhadap Beban Gempa	IV-13
4.4	Perhitungan Struktur Bawah.....	IV-14
4.4.1	Pemilihan Jenis Pondasi.....	IV-14
4.4.2	Rencana Dimensi Tiang.....	IV-14
4.4.3	Kondisi Tanah Dasar	IV-14
4.4.4	Nilai Modulus of Subgrade Reaction (k_{sv})	IV-14
4.4.5	Perhitungan Daya Dukung Tiang Tunggal.....	IV-15
4.4.6	Perhitungan Efisiensi Tiang Pancang.....	IV-25
4.4.7	Pemodelan Struktur Pile Cap & Cek Kapasitas Tiang Pada Pondasi P4	IV-26
4.4.8	Perhitungan Pile Cap.....	IV-28
4.4.9	Perhitungan Geser Pons pada Pile Cap	IV-32

4.4.10	Perhitungan Gaya Horisontal Maksimum pada 1 Tiang Pancang	IV-34
4.5	Perhitungan Pelat Lantai.....	IV-35
4.5.1	Penentuan Tebal Pelat Lantai.....	IV-35
4.5.2	Pembebanan pada Pelat Lantai.....	IV-35
4.5.3	Karakteristik Material Beton	IV-35
4.5.4	Analisis dan Desain Penulangan Pelat Lantai	IV-35
4.6	Perhitungan Kolom	IV-40
4.6.1	Penentuan Dimensi Kolom	IV-40
4.6.2	Karakteristik Material Beton	IV-40
4.6.3	Analisis dan Desain Penulangan Kolom.....	IV-40
4.7	Perhitungan Balok	IV-42
4.7.1	Penentuan Dimensi Balok.....	IV-42
4.7.2	Karakteristik Material Beton	IV-42
4.7.3	Analisis dan Desain Penulangan Balok	IV-42
4.8	Perhitungan Dinding Geser.....	IV-44
4.8.1	Penentuan Tebal Dinding Geser	IV-44
4.8.2	Karakteristik Material Beton	IV-44
4.8.3	Analisis dan Desain Penulangan Dinding Geser	IV-44
4.9	Perhitungan Dinding dan Pelat Basement Bawah.....	IV-47
4.9.1	Penentuan Tebal Dinding dan Pelat Basement.....	IV-47
4.9.2	Pembebanan pada Dinding Basement	IV-47
4.9.3	Pembebanan pada Pelat Basement.....	IV-49
4.9.4	Karakteristik Material Beton	IV-49
4.9.5	Analisis Dinding Basement	IV-50
4.9.6	Perhitungan Tulangan Dinding Basement	IV-51
4.9.7	Analisis dan Desain Penulangan Pelat Basement.....	IV-52
4.9.8	Perhitungan Tulangan Pelat Basement	IV-53
4.10	Perhitungan Ramp Parkir.....	IV-55
4.10.1	Penentuan Tebal Pelat Ramp Parkir	IV-55
4.10.2	Pembebanan pada Pelat Ramp.....	IV-55
4.10.3	Karakteristik Material Beton	IV-55
4.10.4	Analisis dan Desain Penulangan Pelat Ramp	IV-55
4.10.5	Perhitungan Tulangan Pelat Ramp.....	IV-56
4.11	Perhitungan Tangga	IV-58
4.11.1	Pembebanan pada Pelat Lantai Tangga	IV-58
4.11.2	Pemodelan Struktur Tangga.....	IV-58
4.11.3	Analisis dan Desain Penulangan Pelat Tangga.....	IV-58

4.11.4 Perhitungan Tulangan Tangga	IV-59
4.12 Cek Kapasitas Kolom dan Core Wall Terhadap Balok	IV-61
4.12.1 Perhitungan Kapasitas Momen Ultimit Balok.....	IV-61
4.12.2 P – M Rasio Kolom	IV-61
4.12.3 Cek Kapasitas Kolom Terhadap Balok	IV-66
4.12.4 Cek Kapasitas Core Wall Terhadap Balok.....	IV-67
4.13 Perhitungan Tulangan Geser Pada Sendi Plastis Balok.....	IV-69
4.14 Perhitungan Sambungan Kolom dan Balok.....	IV-71
4.14.1 Perhitungan Gaya Dalam.....	IV-72
4.14.2 Kontrol Tegangan Geser Horizontal Minimal	IV-73
4.14.3 Penulangan Geser Horizontal.....	IV-73
4.14.4 Penulangan Geser Vertikal	IV-73

BAB V RENCANA ANGGARAN BIAYA STRUKTUR

5.1 Pekerjaan Persiapan.....	V-1
5.2 Pekerjaan Tanah.....	V-1
5.3 Pekerjaan Pondasi.....	V-1
5.4 Pekerjaan Beton	V-1
5.5 Rekapitulasi RAB Struktur	V-3

BAB VI RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT

6.1 Pekerjaan Struktur	VI-1
6.1.1 Lingkup Pekerjaan	VI-1
6.1.2 Pemeriksaan	VI-1
6.1.3 Shop Drawing dan As Built Drawing.....	VI-1
6.1.4 Persyaratan yang Mengikat	VI-2
6.1.5 Brosur dan Contoh Material	VI-2
6.1.6 Perbedaan Gambar dan Hal – Hal yang Kurang Jelas.....	VI-2
6.1.7 Koordinasi	VI-2
6.1.8 Unsur Pekerjaan yang Disebutkan Kembali	VI-3
6.1.9 Hubungan Kerja	VI-3
6.2 Pekerjaan Tanah.....	VI-3
6.2.1 Lingkup Pekerjaan	VI-3
6.2.2 Pengukuran	VI-3
6.2.3 Keadaan Lapangan / Tapak.....	VI-3
6.2.4 Penggalan	VI-4
6.2.5 Halangan yang Dijumpai Waktu Penggalan.....	VI-4
6.2.6 Penyangga / Penahan Tanah Galian.....	VI-5

6.2.7	Pengawasan Penggalian	VI-5
6.2.8	Penggalian Dibawah Peil yang Sebenarnya.....	VI-6
6.2.9	Lantai Kerja dan Urugan Pasir.....	VI-6
6.2.10	Pengurugan Kembali dan Pematatan	VI-6
6.2.11	Pekerjaan Pengurugan Pasir Alas Pondasi	VI-7
6.3	Pekerjaan Tiang Pancang.....	VI-7
6.3.1	Lingkup Pekerjaan	VI-7
6.3.2	Persyaratan Beton	VI-8
6.3.3	Persyaratan Alat Pancang	VI-9
6.3.4	Keadaan Tanah / Soil Data.....	VI-10
6.3.5	Izin Pelaksanaan Pemancangan dan Kebisingan.....	VI-10
6.3.6	Persyaratan Pemancangan	VI-10
6.3.7	Pile Indicator	VI-12
6.3.8	Pemeriksaan dan Pencatatan Pemancangan.....	VI-13
6.3.9	Pemancangan Ulang (Redriving).....	VI-13
6.3.10	Penghentian Pemancangan.....	VI-14
6.3.11	Toleransi Posisi dan Kemiringan	VI-14
6.3.12	Piling Record.....	VI-15
6.4	Pekerjaan Beton	VI-16
6.4.1	Tinjauan Umum.....	VI-16
6.4.2	Persyaratan Bahan	VI-17
6.4.3	Pembuatan Beton	VI-19
6.4.4	Pekerjaan Bekesting (Cetakan)	VI-22
6.4.5	Pekerjaan Pembesian.....	VI-24
6.4.6	Persiapan Pengecoran	VI-25
6.4.7	Pengecoran dan Perawatan Beton	VI-26

BAB VII PENUTUP

7.1	Kesimpulan	VII-1
7.2	Saran	VII-3

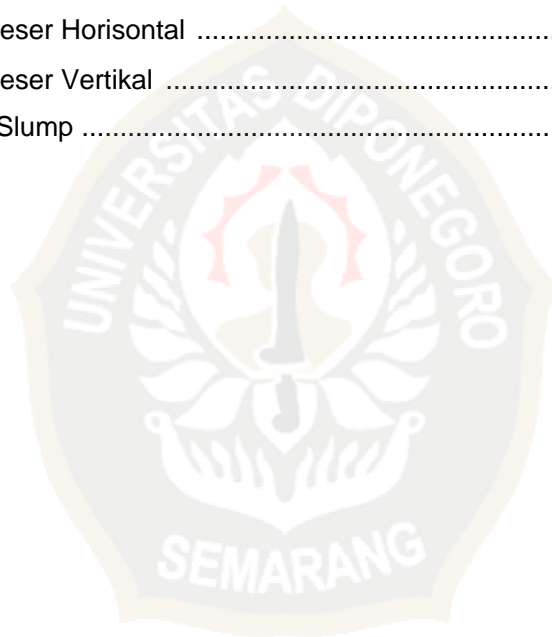
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

2.1. Berat sendiri material konstruksi dan komponen gedung.....	II-17
2.2. Berat sendiri komponen gedung.....	II-18
2.3. Beban Hidup pada Struktur	II-19
2.4. Faktor Keutamaan untuk berbagai gedung dan bangunan	II-21
2.5. Parameter Daktilitas Struktur Gedung.....	II-24
2.6. Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing wilayah gempa Indonesia	II-26
2.7. Koefisien Pembatas Waktu Getar Struktur.....	II-28
2.8. Jenis Tanah berdasarkan SNI Gempa 2002	II-29
2.9. Momen Inersia.....	II-39
2.10. Perkiraan besarnya harga k_{sv} untuk beberapa jenis tanah.....	II-52
2.11. Lendutan izin maksimum.....	II-56
4.1. Jenis Tanah Berdasarkan SNI 03-1726-2002.....	IV-3
4.2. Nilai Hasil Test Penetrasi Standar Rata-Rata.....	IV-4
4.3. Koefisien Gempa untuk Kondisi Tanah Lunak.....	IV-5
4.4. Massa, Titik Pusat Massa, dan Titik Pusat Kekakuan Tiap Lantai	IV-6
4.5. Modal Load Participation Ratios	IV-9
4.6. Periode Getar Struktur	IV-9
4.7. Koefisien Pembatas Waktu Getar Struktur	IV-10
4.8. Nilai Presentase Base Shear SRPM dan Shear Wall	IV-11
4.9. Nilai Base Shear Ragam 1 – 20	IV-12
4.10. Cek Drift Struktur Terhadap Kinerja Batas Layan	IV-13
4.11. Nilai Modulus of Subgrade Reaction (k_{sv})	IV-14
4.12. Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data Pabrik	IV-16
4.13. Perhitungan Beban Pada 1 Tiang Pancang	IV-19
4.14. Tipe dan Dimensi Pile Cap	IV-28
4.15. Input beban untuk perhitungan tulangan Pile Cap 1, 2, 3.....	IV-28
4.16. Input beban untuk perhitungan tulangan Pile Cap 4.....	IV-28
4.17. Luas Tulangan yang dibutuhkan pada Pile Cap	IV-31
4.18. Tulangan yang dipasang pada Pile Cap	IV-32
4.19. Lokasi dan Dimensi Kolom	IV-40
4.20. Luas Tulangan yang dibutuhkan Kolom.....	IV-40

4.21. Tulangan Pokok dan Sengkang kolom	IV-41
4.22. Notasi dan Dimensi Balok.....	IV-42
4.23. Luas Tulangan yang dibutuhkan Balok.....	IV-42
4.24. Tulangan Pokok dan Sengkang Balok	IV-43
4.25. Tulangan yang dibutuhkan pada Shear Wall pier	IV-46
4.26. Tulangan yang terpasang pada Shear Wall pier	IV-46
4.27. Kapasitas Momen Ultimit Balok	IV-61
4.28. Gaya Axial Maksimum pada Kolom	IV-61
4.29. Perhitungan Kapasitas Kolom Terhadap Balok	IV-66
4.30. Gaya Dalam dan Kontrol Tegangan Geser	IV-74
4.31. Tulangan Geser Horisontal	IV-74
4.32. Tulangan Geser Vertikal	IV-75
6.1 Batas Nilai Slump	VI-20



DAFTAR GAMBAR

2.1. Wall-Supported Slab System.....	II-3
2.2. Beam-Supported Slab System	II-4
2.3. Two-way ribbed slab system (Waffle Slab)	II-5
2.4. Flat Plate System	II-5
2.5. Flat Slab System	II-6
2.6. Penggunaan Transfer Girders	II-7
2.7. Penggunaan Suspender.....	II-8
2.8. Lateral Load Resisting System.....	II-9
2.9. Sistem Struktur Rangka Kaku	II-10
2.10. Lentur dari Kolom dan Balok	II-11
2.11. Sistem Struktur Dinding Balok.....	II-11
2.12. Sistem Bangunan Dinding Rangka Geser.....	II-12
2.13. Sistem Rangka Bersendi Dinding Geser	II-13
2.14. Sistem Interaksi Rangka Bersendi-Vierendeel-Dinding Geser.....	II-13
2.15. Interaksi Rangka Kaku-Dinding Geser	II-14
2.16. Sistem Interaksi Dinding Geser-Rangka dengan Belt Truss Kaku	II-15
2.17. Spektrum Respon untuk Masing-masing Daerah Gempa	II-20
2.18. Deformasi elastis dan plastis pada struktur.....	II-22
2.19. Peta kegempaan Indonesia.....	II-27
2.20. Lokasi Tulangan Pada Konstruksi Pelat Dua Arah.....	II-34
2.21. Pengaturan Tulangan pada Pelat.....	II-34
2.22. Jenis-jenis Kolom Beton Bertulang.....	II-35
2.23. Momen Sekunder yang terjadi pada Kolom	II-36
2.24. Panjang Efektif Kolom Tumpuan Jepit dan Sendi	II-37
2.25. Kurva Alinyemen Portal Tak Bergoyang dan Portal Bergoyang.....	II-38
2.26. Jenis-jenis Sengkang Pengikat	II-42
2.27. Penurunan Pada Tiang Pancang	II-50
2.28. Grafik Brooms untuk Tiang Panjang dengan Tanah Kohesif	II-51
2.29. Contoh sengkang tertutup yang dipasang bertumpuk.....	II-59
2.30. Perencanaan geser untuk balok – kolom	II-60
2.31. Contoh Tulangan Transversal pada Kolom.....	II-62

2.32. Hubungan antara Balok dan Kolom.....	II-64
3.1 Diagram Alir Proses Perencanaan Struktur Gedung Bertingkat Tinggi dengan Menggunakan ETABS, SAP2000 dan SAFE	III-2
4.1. Spektrum Respon Gempa Wilayah 2	IV-4
4.2. Titik Pusat Massa dan Pusat Kekakuan Lantai Basement 1	IV-6
4.3. Titik Pusat Massa dan Pusat Kekakuan Lantai 1 – Lantai Atap (Tipikal)	IV-7
4.4. Bentuk Deformasi Struktur Akibat Ragam Getar Pertama (Periode Getar 1 = 2,06 detik)	IV-10
4.5. Bentuk Deformasi Struktur Akibat Ragam Getar Kedua (Periode Getar 2 = 2,04 detik)	IV-11
4.6. Pondasi P1 (2 Tiang Pancang) dan P2 (5 Tiang Pancang).....	IV-17
4.7. Pondasi P3 (9 Tiang Pancang).....	IV-18
4.8. Pemodelan Pondasi P4 (64 Tiang Pancang)	IV-27
4.9. Reaksi Tiang Pancang Pada Pondasi P4 (64 Tiang Pancang)	IV-27
4.10. Luas Tulangan Diperlukan Arah x dan y pada Pile Cap 1	IV-29
4.11. Luas Tulangan Diperlukan Arah x dan y pada Pile Cap 2	IV-29
4.12. Luas Tulangan Diperlukan Arah x dan y pada Pile Cap 3	IV-30
4.13. Luas Tulangan Diperlukan Arah x pada Pile Cap 4	IV-30
4.14. Luas Tulangan Diperlukan Arah y pada Pile Cap 4	IV-31
4.15. Jumlah Tulangan Diperlukan Arah X pada Lantai Basement	IV-36
4.16. Jumlah Tulangan Diperlukan Arah Y pada Lantai Basement	IV-36
4.17. Jumlah Tulangan Diperlukan Arah X pada Lantai Dasar – 15	IV-37
4.18. Jumlah Tulangan Diperlukan Arah Y pada Lantai Dasar – 15	IV-37
4.19. Jumlah Tulangan Diperlukan Arah X pada Lantai Atap.....	IV-38
4.20. Jumlah Tulangan Diperlukan Arah Y pada Lantai Atap.....	IV-38
4.21. Pemodelan Core Wall.....	IV-44
4.22. Desain Tulangan Shear Wall Kanal Kiri	IV-45
4.23. Desain Tulangan Shear Wall Kanal Kanan	IV-45
4.24. Diagram Tegangan Tekanan Tanah dan Air pada Dinding Basement.....	IV-47
4.25. Pemodelan Dinding dan Pelat Basement	IV-49
4.26. Besar Tekanan Tanah dan Tekanan Air pada Dinding Basement	IV-50
4.27. Momen Arah 1-1 dan 2-2 pada Dinding Basement	IV-51
4.28. Momen Pelat Arah 1-1 dan 2-2 pada Pelat Basement Bawah	IV-53
4.29. Pemodelan Ramp Parkir	IV-56
4.30. Momen Arah 1-1 dan 2-2 pada Ramp Parkir	IV-56

4.31. Pemodelan Struktur Tangga.....	IV-58
4.32. Momen Arah 1-1 dan 2-2 pada Tangga	IV-59
4.33. P–M Ratio Core Wall (PM3)	IV-67
4.34. P–M Ratio Core Wall (PM2)	IV-68
4.35. Perhitungan Gaya Geser Desain Ve	IV-69
4.36. Gaya – gaya Pada HBK Tengah	IV-71
4.37. Gaya – gaya Pada HBK Tepi	IV-71

