



**ANALISIS *PUSHOVER* STRUKTUR GEDUNG BETON
BERTULANG BERDASARKAN ATC-40 DAN FEMA 440**

(Studi Kasus : Gedung Apartemen 26 Lantai)

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

Nama : Rima Deamas Syafitri

NIM : 41119010009

Pembimbing : Dian Rahmawati, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

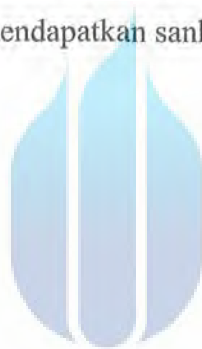
2023

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rima Deamas Syafitri
NIM : 41119010009
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Pushover Struktur Gedung Beton Bertulang Berdasarkan ATC-40 dan FEMA 440 (Studi Kasus : Gedung Apartemen 26 Lantai)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 19 Agustus 2023

METERAI
TEMPEL
410AK/58/44/334

Rima Deamas Syafitri

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rima Deamas Syafitri
NIM : 41119010009
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Pushover Struktur Gedung Beton Bertulang Berdasarkan ATC-40 dan FEMA 440 (Studi Kasus : Gedung Apartemen 26 Lantai)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Dian Rahmawati, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 8822222256



Ketua Penguji : Dr. Resmi Bestari Muin, M.S.
NIDN/NIDK/NIK : 8990650022



Anggota Penguji : Prof. Dr. Ir. Drs. Syafwandi, M.Sc.
NIDN/NIDK/NIK : 0013105601



Jakarta, 19 Agustus 2023


Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil



Sylvia Indriany, S.T., M.T.
NIDN: 0302087103

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa dipanjatkan kehadiran Allah SWT. atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS PUSHOVER STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG BERDASARKAN ATC-40 DAN FEMA 440 (Studi Kasus : Gedung Apartemen 26 Lantai)” ini sebagai syarat untuk menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir dan memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Tugas Akhir dibuat dan disusun berdasarkan hasil pengolahan data yang didapatkan penulis selama melakukan penelitian pada proyek yang dijadikan objek studi kasus dan dapat dipertanggungjawabkan keabsahan isinya. Penulisan dan penelitian Tugas Akhir merupakan salah satu upaya agar mahasiswa dapat mengimplementasikan ilmu yang telah didapatkan saat kegiatan perkuliahan berdasarkan bidang peminatan yang dijadikan fokus dalam pembahasan.

Dalam penyusunan Tugas Akhir, tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi. Namun penulis menyadari bahwa kelancaran dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lain berkat bantuan, dukungan, dorongan dan bimbingan dari dosen pembimbing serta para pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga kendala-kendala yang penulis hadapi dapat teratasi dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah terlibat dalam penyusunan Tugas Akhir ini, diantaranya :

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Kedua orangtua penulis yang senantiasa memberikan dampingan dan dukungan secara moril dan materil, serta doa yang tiada hentinya.
3. Ibu Sylvia Indriany, Ir, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Ibu Dian Rahmawati, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing penulis yang telah memberikan arahan, dukungan, masukan, dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir ini sehingga dapat diselesaikan dengan seluruh rangkaiannya yang baik dan benar.
5. Ibu Yunita Suwandari, S.T., M.M, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan arahan, dukungan, dan masukan bagi penulis.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang sangat berharga bagi penulis.
7. Kak Dina, selaku pembimbing lapangan yang telah membantu dan mengarahkan penulis selama penelitian Tugas Akhir pada proyek yang dijadikan sebagai objek studi kasus.
8. PT. X yang telah memberikan kesempatan belajar kepada penulis untuk melaksanakan penelitian Tugas Akhir pada proyek yang dijadikan sebagai objek studi kasus.

9. Muhammad Krisna Tri Raharjo, selaku sosok spesial bagi penulis yang senantiasa sabar mendampingi di masa senang dan sulit, memberikan dukungan, masukan dan doa, serta semangat kepada penulis selama menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Shanty, Saddam dan 8 Minutes *channel*, selaku sahabat sekaligus mentor penulis yang selalu membantu pengolahan data dan mengajarkan cara mengoperasikan *software* selama penulis menyelesaikan Tugas Akhir.
11. Andini, Dawud, Elisa, Rifky, Roy, Yusuf, selaku sahabat penulis yang senantiasa menemani, memberikan kritikan dan masukan, inspirasi, doa, serta membantu penulis selama menyelesaikan Tugas Akhir.
12. Teknik Sipil Angkatan 2019 dan semua pihak yang terlibat selama penulisan Tugas Akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu namun tidak mengurangi rasa hormat dan terima kasih karena telah ikut andil dalam memberikan ilmu, pengarahan, dan saran kepada penulis selama menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karenanya, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar menjadi lebih baik lagi di masa mendatang. Besar harapan penulis, semoga Tugas Akhir ini dapat menambah wawasan dan memberi manfaat bagi pembaca.

Jakarta, 01 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

COVER HALAMAN	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah	I-3
1.3 Perumusan Masalah.....	I-4
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-4
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-4
1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah.....	I-5
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Konsep Dasar	II-1
2.2 Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Berbasis Kinerja Layan	II-2
2.3 Sistem Struktur Dasar Penahan Beban Lateral.....	II-5
2.3.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus	II-6
2.3.2 Sistem Ganda (<i>Dual System</i>).....	II-7
2.4 Standar Acuan	II-8
2.5 Perancangan Struktur Tahan Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019	II-9

2.5.1	Penentuan Gempa Rencana dan Kategori Gedung	II-9
2.5.2	Desain Respon Spektrum	II-11
2.5.3	Perencanaan Desain Respon Spektrum	II-14
2.5.4	Struktur Pemikul Gaya Seismik	II-16
2.5.5	Perencanaan Desain Respon Spektrum	II-19
2.5.6	Periode Fundamental Pendekatan	II-21
2.6	Perancangan Pembeban Struktur	II-22
2.6.1	Beban Mati	II-22
2.6.2	Beban Hidup	II-23
2.6.3	Beban Gempa	II-24
2.7	Analisa Statik Nonlinear Beban Dorong (<i>Pushover Analysis</i>)	II-24
2.8	Konsep Daktilitas pada Struktur Bangunan	II-28
2.9	Kerangka Berpikir	II-29
2.10	Penelitian Terdahulu	II-31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Metodologi Penelitian	III-1
3.2	Informasi Studi Kasus	III-2
3.3	Prosedur Penelitian	III-2
3.2.1	Pengumpulan Data	III-2
3.2.2	Permodelan Struktur Bangunan	III-3
3.2.3	Perhitungan Pembebanan Gempa dan Gravitasi	III-3
3.2.4	Analisis Struktur dengan <i>Software</i> ETABS	III-3
3.2.5	Cek Desain, Kapasitas Momen dan Geser	III-3
3.2.6	Analisis <i>Pushover</i>	III-4
3.2.7	Analisa Kinerja berdasarkan Acuan ATC-40 dan FEMA 440	III-4
3.2.8	Kesimpulan dan Saran	III-5

BAB IV HASIL DAN ANALISIS	IV-1
4.1 Data Struktur	IV-1
4.1.1 Data Teknis	IV-1
4.1.2 Spesifikasi Material.....	IV-2
4.1.3 Gambar Struktur.....	IV-3
4.2 Permodelan Struktur.....	IV-12
4.2.1 Konfigurasi Kolom.....	IV-13
4.2.2 Konfigurasi Balok	IV-15
4.2.3 Konfigurasi Pelat.....	IV-17
4.2.4 Konfigurasi Dinding Geser (<i>Shear Wall</i>).....	IV-17
4.3 Pembebanan Struktur	IV-17
4.3.1 Beban Mati (Dead Load/DL)	IV-18
4.3.2 Beban Mati Tambahan (<i>Super Imposed Dead Load/SIDL</i>).....	IV-18
4.3.3 Beban Hidup (<i>Live Load/LL</i>)	IV-20
4.3.4 Beban Gempa (<i>Earth Quake/EQ</i>)	IV-21
4.3.5 Kombinasi Pembebanan.....	IV-33
4.4 Analisis Gempa pada Struktur.....	IV-35
4.4.1 Analisa Modal Respon Spektrum.....	IV-36
4.4.2 Analisa Gaya Geser Dasar Gempa Statik Ekuivalen	IV-38
4.4.3 Analisa Statik Beban Dorong (<i>Pushover Analysis</i>)	IV-50
4.5 Pembahasan	IV-63
4.5.1 Hasil Analisa <i>Pushover</i> dan Penilaian Level Kinerja	IV-63
4.5.2 Perbandingan Hasil dengan Penelitian Terdahulu	IV-64
4.5.3 Keterbatasan dan Kendala dari Penelitian.....	IV-64
BAB V PENUTUP	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1

5.2	Saran.....	V-2
	DAFTAR PUSTAKA	Pustaka-1
	LAMPIRAN.....	Lampiran-1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Gabungan Frame dengan Dinding Geser	II-8
Gambar 2. 2 Gerak Tanah Ss dipertimbangkan risiko tertarget (MCER) spektrum 0.2 detik	II-12
Gambar 2.3 Gerak Tanah S_1 dipertimbangkan risiko - tertarget (MCER) spektrum 0.2 detik	II-12
Gambar 2.4 Spektrum Respon Desain	II-15
Gambar 2.5 Spektrum Respon Desain	II-25
Gambar 2.6 Konsep daktilitas pada struktur bangunan.....	II-29
Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian.....	III-1
Gambar 4.8 Denah Struktur Objek Penelitian pada Lantai <i>Ground Floor</i>	IV-3
Gambar 4.9 Denah Struktur Objek Penelitian pada Lantai 2	IV-4
Gambar 4.10 Denah Struktur Objek Penelitian pada Lantai 3 – 5 (Tipikal)....	IV-5
Gambar 4.11 Denah Struktur Objek Penelitian pada Lantai 6 – 10 (Tipikal)..	IV-6
Gambar 4.12 Denah Struktur Objek Penelitian pada Lantai 11 – 18 (Tipikal)	IV-7
Gambar 4.13 Denah Struktur Objek Penelitian pada Lantai 19 – 23 (Tipikal)	IV-8
Gambar 4.14 Denah Struktur Objek Penelitian pada Lantai 24	IV-9
Gambar 4.15 Denah Struktur Objek Penelitian pada Lantai 25 (<i>Roof Top</i>) ..	IV-10
Gambar 4.16 Denah Struktur Objek Penelitian pada Lantai 26 (<i>Top</i>)	IV-11
Gambar 4.17 Permodelan 3D Struktur pada Objek Penelitian.....	IV-12
Gambar 4.18 Grafik Spektrum Respon Desain pada Objek Penelitian.....	IV-23
Gambar 4.19 Parameter Grafik Desain Spektra pada Objek Penelitian.....	IV-23
Gambar 4.20 Simpangan Antar Lantai sumbu X, sumbu Y, dan batas simpangan izin	IV-47
Gambar 4.21 Grafik Pengaruh P-Delta arah sumbu X, sumbu Y , dan batas izin pengaruh P-Delta	IV-50
Gambar 4.22 Label Kolom yang digunakan untuk acuan Analisa.....	IV-51
Gambar 4.23 Input Beban Gravitasi pada <i>Load Case</i>	IV-52
Gambar 4.24 Input Beban PUSH X pada <i>Load Case</i>	IV-53
Gambar 4.25 Input Beban PUSH Y pada <i>Load Case</i>	IV-54
Gambar 4.26 <i>Input</i> Sendi Plastis pada Balok	IV-54
Gambar 4.27 <i>Input</i> Sendi Plastis pada Kolom	IV-55

Gambar 4.28 3D <i>Input</i> Sendi Plastis pada Balok dan Kolom	IV-56
Gambar 4.29 <i>Set Load Case</i> untuk <i>Run Analysis</i>	IV-56
Gambar 4.30 Tingkat plastifikasi pada Sendi Plastis	IV-57
Gambar 4.31 Kurva Pushover arah X	IV-59
Gambar 4.32 Kurva Pushover arah Y	IV-59
Gambar 4.33 Kurva Kinerja Pushover pada FEMA 440 arah sumbu X	IV-61
Gambar 4.34 Kurva Kinerja Pushover pada FEMA 440 arah sumbu Y	IV-62



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban	II-9
Tabel 2.2 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban (Lanjutan).....	II-10
Tabel 2.3 Faktor Keutamaan Gempa, I_e	II-11
Tabel 2.4 Koefisien situs, F_a	II-13
Tabel 2.5 Koefisien situs, F_v	II-14
Tabel 2.6 Kategori desain seismik menurut parameter respons percepatan pada periode pendek.....	II-16
Tabel 2.7 Kategori desain seismik menurut parameter respons percepatan pada periode 1 detik	II-16
Tabel 2.8 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik (pada Sistem Ganda).....	II-17
Tabel 2.9 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik (pada Sistem Ganda) (Lanjutan).....	II-18
Tabel 2.10 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik (pada Sistem Ganda) (Lanjutan).....	II-19
Tabel 2.11 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	II-21
Tabel 2.12 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	II-22
Tabel 2.13 Beban mati per m^2 pada lantai	II-22
Tabel 2.14 Beban mati per m^2 pada lantai atap.....	II-23
Tabel 2.15 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum.....	II-23
Tabel 2.16 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum (Lanjutan).....	II-24
Tabel 2.17 Penelitian terdahulu.....	II-31
Tabel 2.18 Penelitian terdahulu (Lanjutan).....	II-32
Tabel 2.19 Penelitian terdahulu (Lanjutan).....	II-33
Tabel 2.20 Penelitian terdahulu (Lanjutan).....	II-34
Tabel 4.21 Dimensi Penampang Kolom Lantai <i>Ground Floor</i>	IV-13
Tabel 4.22 Dimensi Penampang Kolom Lantai 2 – Lantai 5 (Tipikal).....	IV-13
Tabel 4.23 Dimensi Penampang Kolom Lantai 6 – Lantai 10 (Tipikal).....	IV-13
Tabel 4.24 Dimensi Penampang Kolom Lantai 11 – Lantai 18 (Tipikal).....	IV-14

Tabel 4.25 Dimensi Penampang Kolom Lantai 19 – 23 (Tipikal) dan Lantai 25.	IV-14
Tabel 4.26 Dimensi Penampang Kolom Lantai 24	IV-14
Tabel 4.27 Dimensi Penampang Kolom Lantai 26	IV-14
Tabel 4.28 Dimensi Penampang Balok Lantai <i>Ground Floor</i>	IV-15
Tabel 4.29 Dimensi Penampang Balok Lantai 2.....	IV-15
Tabel 4.30 Dimensi Penampang Balok Lantai 3 – Lantai 23 (Tipikal)	IV-16
Tabel 4.31 Dimensi Penampang Balok Lantai 24.....	IV-16
Tabel 4.32 Dimensi Penampang Balok Lantai 25 (Tipikal)	IV-16
Tabel 4.33 Dimensi Penampang Balok Lantai 26.....	IV-17
Tabel 4.34 Dimensi Penampang Pelat pada Objek Penelitian	IV-17
Tabel 4.35 Dimensi Penampang Pelat pada Objek Penelitian	IV-17
Tabel 4.36 Beban Mati Tambahan (SIDL) per m ² pada Lantai <i>Ground Floor</i> - Lantai 25	IV-19
Tabel 4.37 Beban Mati Tambahan (SIDL) per m ² pada Lantai 26 (Atap).....	IV-19
Tabel 4.38 Beban Mati Tambahan (SIDL) per m ² pada Lantai 26 (Atap).....	IV-20
Tabel 4.39 Beban Hidup (LL) per m ² pada Lantai <i>Ground Floor</i>	IV-20
Tabel 4.40 Beban Hidup (LL) per m ² pada Lantai 2.....	IV-20
Tabel 4.41 Beban Hidup (LL) per m ² pada Lantai 3 – Lantai 25 (Tipikal) ...	IV-21
Tabel 4.42 Nilai Spektra Percepatan.....	IV-25
Tabel 4.43 Nilai Spektra Percepatan (lanjutan)	IV-26
Tabel 4.44 Nilai Spektra Percepatan (lanjutan)	IV-27
Tabel 4.45 Koefisien faktor amplifikasi periode pendek, F_a	IV-28
Tabel 4.46 Koefisien faktor amplifikasi periode 1 detik, F_v	IV-28
Tabel 4.47 Kategori desain seismik menurut parameter respons percepatan pada periode pendek.....	IV-29
Tabel 4.48 Kategori desain seismik menurut parameter respons percepatan pada periode 1 detik	IV-30
Tabel 4.49 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik (pada Sistem Ganda).....	IV-31
Tabel 4.50 Rekapitulasi Parameter Respons Spektra dan Sistem Struktur	IV-31

Tabel 4.51 Rekapitulasi Parameter Respons Spektra dan Sistem Struktur (Lanjutan).....	IV-32
Tabel 4.52 Kombinasi Pembebanan Ultimit	IV-34
Tabel 4.53 Kombinasi Pembebanan Ultimit	IV-34
Tabel 2.54 Kombinasi Pembebanan Ultimit (Lanjutan)	IV-35
Tabel 4.55 Prosedur Analisis yang Diizinkan.....	IV-35
Tabel 4.56 <i>Modal Participating Mass Ratio</i>	IV-36
Tabel 4.57 <i>Modal Participating Mass Ratio</i> (Lanjutan).....	IV-37
Tabel 4.58 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	IV-38
Tabel 4.59 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	IV-39
Tabel 4.60 Rekapitulasi Nilai Periode Fundamental.....	IV-40
Tabel 4.61 Rekapitulasi Nilai Koefisien Respon Seismik	IV-41
Tabel 4.62 Berat Seismik Efektif arah Sumbu X dan Sumbu Y pada setiap Lantai	IV-41
Tabel 4.63 Berat Seismik Efektif arah Sumbu X dan Sumbu Y pada setiap Lantai (Lanjutan).....	IV-42
Tabel 4.64 Distribusi Berat Seismik Efektif (V_i) arah Sumbu X dan Sumbu Y...	IV-44
Tabel 4.65 Pengecekan Gaya Gempa arah Sumbu X dan Sumbu Y	IV-44
Tabel 4.66 Pengecekan Gaya Gempa arah Sumbu X dan Sumbu Y(Lanjutan)....	IV-45
Tabel 4.67 Simpangan antar tingkat izin, Δa	IV-46
Tabel 4.68 Simpangan arah sumbu X dan sumbu Y	IV-46
Tabel 4.69 Simpangan arah sumbu X dan sumbu Y (Lanjutan)	IV-47
Tabel 4.70 Pengaruh P- Delta arah sumbu X dan sumbu Y.....	IV-49
Tabel 4.71 Klasifikasi Tingkat Plastifikasi pada Sendi Plastis	IV-57
Tabel 4.72 <i>Output Pushover</i> arah sumbu X.....	IV-58
Tabel 4.73 <i>Output Pushover</i> arah sumbu X.....	IV-58
Tabel 4.74 Kriteria Tingkat Kinerja Struktur pada ATC-40.....	IV-60
Tabel 4.75 <i>Output</i> Tingkat Kinerja Struktur pada ATC-40	IV-60
Tabel 4.76 Kriteria Tingkat Kinerja Struktur pada FEMA 440	IV-61
Tabel 4.77 <i>Output</i> Kinerja Struktur pada FEMA 440.....	IV-61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Asistensi	Lampiran-1
Lampiran 2. Kartu Asistensi (Lanjutan)	Lampiran-2
Lampiran 3. Denah Elemen Struktur Kolom dan <i>Shearwall</i>	Lampiran-3
Lampiran 4. Denah Elemen Struktur Balok.....	Lampiran-7
Lampiran 5. Denah Elemen Struktur Pelat Lantai	Lampiran-11

