

**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS MENGGUNAKAN PLAT
LANTAI SISTEM *GRID* PADA GEDUNG LABORATORIUM DAN
PERKULIAHAN BERSAMA UPN “VETERAN” JAWA TIMUR**

Skripsi

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

FAJAR YANUAR ANUGRAH

201710340311222

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS MENGGUNAKAN
PLAT LANTAI SISTEM *GRID* PADA GEDUNG LABORATORIUM
DAN PERKULIAHAN BERSAMA UPN "VETERAN" JAWA
TIMUR

NAMA : FAJAR YANUAR ANUGRAH

NIM : 201710340311222

Pada haritelah diuji oleh tim penguji

1. Dosen penguji I : Ir. Yunan Rusdianto, M.T.

2. Dosen penguji II : Fariz Rizal, S.T., M.T.

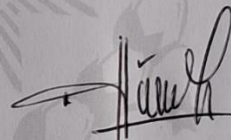
Disetujui oleh

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. Erwin Rommel, M.T.



Aulia Indira Kumalasari, S.T., MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dr. Ir. Sulianto, M.T.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Fajar Yanuar Anugrah

NIM : 201710340311222

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammdiyah Malang

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa: Tugas Akhir dengan judul "PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS MENGGUNAKAN PLAT LANTAI SISTEM *GRID* PADA GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN BERSAMA UPN "VETERAN" JAWA TIMUR" adalah hasil karya saya dan bukan karya orang lain, dan dalam naskah tugas akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan orang lain untuk mendapatkan gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat orang yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain baik sebagian atau seluruhnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.

Malang, ..³⁰.....Oktober 2024



Fajar Yanuar Anugrah

SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI



SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI

Mahasiswa/i atas nama,

Nama : Fajar Yanuar Anugrah


NIM : 201710340311222

Telah dinyatakan memenuhi standar maksimum plagiasi dengan hasil,

BAB 1	8	%	≤ 10%
BAB 2	19	%	≤ 25%
BAB 3	27	%	≤ 35%
BAB 4	11	%	≤ 15%
BAB 5	3	%	≤ 5%
Naskah Publikasi	18	%	≤ 20%



Malang, 22 Oktober 2024


Sandi Wahyudiono, ST., MT



KATA PENGANTAR

Tiada kata yang paling indah selain puji dan rasa syukur kepada Allah SWT, karena atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul " **PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS MENGGUNAKAN PLAT LANTAI SISTEM GRID PADA GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN BERSAMA UPN "VETERAN" JAWA TIMUR** " dengan baik.

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk melengkapi tugas dan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan ridho-Nya, penulis dapat mengerjakan serta menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan baik.
2. Orangtua, keluarga besar, Mbak Putri dan Mas Eko yang telah memberikan banyak dukungan dan doa, baik secara moril maupun materil.
3. Bapak Dr. Ir. Sulianto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.
4. Bapak Ir. Erwin Rommel, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang memberikan arahan, pemahaman, dan saran dalam menyelesaikan skripsi.
5. Ibu Aulia Indira Kumalasari, S.T., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang memberikan arahan, pemahaman, dan saran dalam menyelesaikan skripsi.
6. Seluruh jajaran Dosen dan Staff Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang luar biasa dan bermanfaat bagi kita semua
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil 2017 terutama kelas F yang telah membantu saya dalam penyelesaian tugas akhir ini.

8. Teman-teman Q 30, RE 21, PIS 5, WIKA, HMS, FKMTSI, Loteng Crew, Jamaah Salah Pahamdan Grup Ular

9. Maaf jika ku sering buat susah, Dwi Ajeng Andini. Perempuan terkuat dalam hidupku

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini masih terdapat kekurangan, untuk itu masih dibutuhkan adanya kritik dan saran yang membangun demi sempurnanya skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malng, 23 Oktober 2024

Fajar Yanuar Anugrah



PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS MENGGUNAKAN PLAT LANTAI SISTEM GRID PADA GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN BERSAMA UPN "VETERAN" JAWA TIMUR

Fajar Yanuar A.⁽¹⁾, Ir. Erwin Rommel, M. T.⁽²⁾,
Aulia Indira Kumalasari S. T., M. T.⁽³⁾

Email : fajaryanuar3757@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan Gedung Perkuliahan dan Laboratorium Gabungan UPN "Veteran" Jawa Timur menjadi contoh perencanaan struktur balok grid ini. Sistem balok kisi dipasang menggantikan sistem balok asli di gedung ini. Arah x dan y dari desain rencana balok kisi diasumsikan mempunyai ukuran balok dan persyaratan kekakuan yang sama. Dimensi balok kisi 20/40 dengan $f_c' = 30$ MPa dipertimbangkan untuk panel berukuran 2 m kali 2 m pada pelat dengan bentang 8 m kali 6 m. Pada pelat dengan bentang 5 x 6 meter diusulkan panel berukuran 2,5 m x 2 m dengan dimensi balok kisi 25/40 pada arah memanjang dan 20/40 pada arah melintang, dengan $f_c' = 30$ MPa. Selanjutnya dengan menggunakan kombinasi beban mati, beban hidup, dan beban gempa, dilakukan perhitungan statik struktur portal sesuai SNI yang bersangkutan. Dengan menggunakan aplikasi StaadPro, struktur bangunan dianalisis. Hasilnya menunjukkan total simpangan keluaran sebesar 59,693 mm dengan rasio drift ke arah utama sebesar $0,0014 < 0,0025$. Struktur atas bangunan kemudian mematuhi langkah-langkah keamanan. Balok utama dirancang dengan ukuran 400/700 mm. keduanya 300/550 mm dan 250/450 mm. Kolom direncanakan berukuran 700 x 700 mm dengan tebal dinding geser 200 mm.

Kata kunci : Balok grid; Plat

ABSTRACT

The construction of the UPN "Veteran" East Java Joint Lecture and Laboratory Building is an example of this grid beam structure planning. A lattice beam system was installed to replace the original beam system in this building. The x and y directions of the lattice beam plan design are assumed to have the same beam size and stiffness requirements. The dimensions of a 20/40 lattice beam with $f_c' = 30$ MPa are considered for a 2 m by 2 m panel on a slab with a span of 8 m by 6 m. For slabs with a span of 5 x 6 meters, panels measuring 2.5 m x 2 m are proposed with lattice beam dimensions of 25/40 in the longitudinal direction and 20/40 in the transverse direction, with $f_c' = 30$ MPa. Next, using a combination of dead load, live load and earthquake load, a static calculation of the portal structure is carried out according to the relevant SNI. Using the StaadPro application, the building structure is analyzed. The results show a total output deviation of 59.693 mm with a drift ratio to the main direction of $0.0014 < 0.0025$. The superstructure of the building then complies with safety measures. The main beam is designed with a size of 400/700 mm. both 300/550 mm and 250/450 mm. The column is planned to measure 700 x 700 mm with a shear wall thickness of 200 mm.

Keyword : Grid beam; Plate

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iii
SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	15
1.1 Latar Belakang	15
1.2 Rumusan Masalah	16
1.3 Batasan Masalah.....	16
1.4 Tujuan.....	17
1.5 Manfaat.....	17
BAB 2 LANDASAN TEORI	18
2.1 Pembebanan.....	18
2.1.1 Beban Mati	18
2.1.2 Beban Hidup	19
2.1.3 Beban Kombinasi	20
2.1.4 Beban Gempa	21
2.1.5 Faktor Reduksi Kekuatan (ϕ)	21
2.2 Kekuatan Struktur Beton Bertulang	21
2.3 Perencanaan Struktur.....	23
2.3.1 Pelat.....	23
2.3.2 Balok	27
2.3.3 Kolom.....	31
2.3.4 Struktur Grid	33
2.3.5 Analisa Struktur Grid	37
2.3.6 Perhitungan Beban Gempa.....	43
BAB 3 METODOLOGI.....	59
3.1 Tinjauan Umum.....	59
3.2 Data Dasar Perencanaan	59

3.2.1	Data Umum Bangunan	59
3.2.2	Data Perencanaan Ulang	60
3.2.3	Gambar Perencanaan Ulang	62
3.3	Tahapan Perencanaan	65
3.3.1	Diagram Alir	67
3.3.2	Bagan Alir Perencanaan Pelat	68
3.3.3	Bagan Alir Perencanaan Balok Grid	69
3.3.4	Bagan Alir Perencanaan Balok Induk	70
3.3.5	Bagan Alir Perencanaan Kolom	71
3.3.6	Diagram STAAD PRO	72
3.3.7	Analisa Statika dengan STAAD PRO	73
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	74
4.1	Perencanaan Dimensi	74
4.1.1	Perencanaan Dimensi Balok Atap	74
4.1.2	Perencanaan Dimensi Pelat Atap	76
4.1.3	Perencanaan Dimensi Balok Lantai	87
4.1.4	Perencanaan Dimensi Pelat Lantai	90
4.1.5	Perencanaan Dimensi Kolom	102
4.2	Perataan Beban Struktur	103
4.2.1	Beban Ekuivalen Segitiga	103
4.2.2	Beban Ekuivalen Trapesium	104
4.3	Perencanaan Balok Grid	104
4.3.1	Perhitungan Pembebanan Balok Grid	104
4.3.2	Penulangan Balok Grid Atap G1	109
4.3.3	Penulangan Balok Grid Atap G2	120
4.3.4	Penulangan Balok Grid Lantai G3	123
4.3.5	Penulangan Balok Grid Lantai G4	125
4.4	Perhitungan Pembebanan Balok Induk	128
4.4.1	Pembebanan Balok Induk	128
4.5	Perhitungan Gaya Gempa	130
4.5.1	Perhitungan Berat Masing-Masing Tingkat	130
4.5.2	Berat Total Bangunan	132
4.5.3	Parameter Gempa	133
4.5.4	Gaya Geser Dasar Seismik	137
4.5.5	Distribusi Gaya Gempa	138
4.5.6	Analisa Statika	140

4.5.7	Kontrol Stabilitas Bangunan	143
4.5.8	Simpangan Antar Lantai (Story Drift)	143
4.6	Perencanaan Balok Induk	146
4.6.1	Rekapitulasi Momen Maksimum Balok Induk	146
4.6.2	Penulangan Balok Induk B1 (40/70).....	147
4.6.3	Penulangan Balok Induk B2 (25/45).....	157
4.6.4	Penulangan Balok induk B3 (30/55).....	158
4.7	Perencanaan Kolom.....	160
4.7.1	Perencanaan Tulangan Hubungan Balok Kolom	175
4.7.2	Strong Column Weak Beam.....	179
4.8	Perencanaan Dinding Geser	180
4.8.1	Perhitungan Penulangan Dinding Geser Lantai 1 Arah Memanjang 182	
4.8.2	Pembatas Dinding Struktur Khusus (Boundary Element)	185
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	187
5.1	Kesimpulan.....	187
5.2	Saran.....	188
	DAFTAR PUSTAKA	189
	LAMPIRAN.....	190

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Berat Sendiri Komponen Gedung dan Bahan Bangunan.....	18
Tabel 2.2 Beban Hidup Terpusat Minimum, L_0 dan Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum	19
Tabel 2.3 Kombinasi beban untuk penentuan kuat perlu (U)	20
Tabel 2.4 Faktor reduksi kekuatan (ϕ)	21
Tabel 2.5 Ketebalam minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok diantara tumpuan pada semua sisinya.....	24
Tabel 2.6 Ketebalan minimum pelat dua arah non prategang tanpa balok interior (mm).....	24
Tabel 2.7 Koefisien distribusi momen pelat dua arah untuk bentang ujung.....	25
Tabel 2.8 Nilai X/P untuk balok dengan dukungan bebas	39
Tabel 2.9 Nilai X/P untuk balok dengan dukungan jepit.....	39
Tabel 2.10 Kategori Resiko Gempa	44
Tabel 2.11 Faktor Keutamaan Gempa	46
Tabel 2.12 Klasifikasi Situs	46
Tabel 2.13 Tabel Koefisien Situs (F_a)	48
Tabel 2.14 Koefisien Situs (F_v)	48
Tabel 2.15 Kategori Desain Seismik Berdasarkan parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	49
Tabel 2.16 Kategori Desain Seismik Berdasarkan parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	49
Tabel 2.17 Faktor R, C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa	53
Tabel 4.1 Rekapitulasi dimensi balok atap	76
Tabel 4.2 Rekapitulasi dimensi balok atap grid	76
Tabel 4.3 Penulangan pelat atap grid G1 (2m x 2m)	82
Tabel 4.4 Penulangan pelat atap grid G2 (2,5m x 2m)	86
Tabel 4.5 Rekapitulasi dimensi balok lantai	90
Tabel 4.6 Rekapitulasi dimensi balok lantai grid.....	90
Tabel 4.7 Penulangan pelat atap grid G3 (2m x 2m)	97
Tabel 4.8 Penulangan pelat atap grid G4 (2,5m x 2m)	101
Tabel 4.9 Rekapitulasi Penulangan Pelat	102
Tabel 4.10 Penulangan balok atap grid G1 (8m x 6m)	118
Tabel 4.11 Penulangan balok atap grid G2 (5m x 6m)	122
Tabel 4.12 Penulangan balok lantai grid G3 (8m x 6m).....	124
Tabel 4.13 Penulangan balok lantai grid G4 (5m x 6m).....	127
Tabel 4.14 Berat struktur lantai 1	130
Tabel 4.15 Berat Struktur lantai 2	130
Tabel 4.16 Berat struktur lantai 3-8	131
Tabel 4.17 Berat struktur lantai 9.....	131
Tabel 4.18 Berat struktur lantai atap	132
Tabel 4.19 Berat total bangunan (W).....	132
Tabel 4.20 Kategori Resiko Gempa	133
Tabel 4.21 Faktor Keutamaan Gempa	133
Tabel 4.22 Output dari Aplikasi Desain Spektra Indonesia.....	134
Tabel 4.23 Kategori Desain Seismik Berdasarkan parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	135

Tabel 4.24 Kategori Desain Seismik Berdasarkan parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	135
Tabel 4.25 Faktor R , Cd , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa	136
Tabel 4.26 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	136
Tabel 4.27 Gaya gempa lateral masing – masing lantai.....	139
Tabel 4.28 Distribusi gaya gempa lateral tiap lantai per-portal arah utama	139
Tabel 4.29 Distribusi gaya gempa lateral tiap lantai per-portal arah non-utama	140
Tabel 4.30 Displacement Maximum dari STAAD Pro.....	143
Tabel 4.31 Nilai simpangan maksimum tiap lantai.....	143
Tabel 4.32 Simpangan antar tingkat izin, Δ_a	144
Tabel 4.33 Kontrol simpangan maksimum tiap lantai arah	144
Tabel 4.34 Kontrol simpangan maksimum tiap lantai arah	145
Tabel 4.35 Momen Ultimate Maksimum Balok Induk B1 (40/70).....	146
Tabel 4.36 Momen Ultimate Maksimum Balok Induk B2 (25/45).....	147
Tabel 4.37 Momen Ultimate Maksimum Balok Induk B2 (30/55).....	147
Tabel 4.38 Penulangan Balok Induk B1 40/70 Arah Memanjang	156
Tabel 4.39 Penulangan Balok Induk B2 25/45 Arah Memanjang	157
Tabel 4.40 Penulangan Balok Induk B3 30/55 Arah Melintang.....	158
Tabel 4.41 Rekapitulasi Balok Induk.....	159
Tabel 4.42 Rekapitulasi Perhitungan Perencanaan Kolom K1 70 x 70 cm	172
Tabel 4.43 Rekapitulasi Perhitungan Perencanaan Kolom K1 70 x 70 cm	173
Tabel 4.44 Rekapitulasi Kolom	174
Tabel 4.45 Perhitungan Gaya Momen dan Gaya Geser pada Dinding Geser.....	182
Tabel 4.46 Tulangan vertikal dinding geser.....	183
Tabel 4.47 Tulangan horizontal pada dinding geser	185

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram tegangan regangan pada pelat	26
Gambar 2.2 Balok beton tanpa tulangan	27
Gambar 2.3 Balok beton dengan tulangan	28
Gambar 2.4 Diagram tegangan regangan pada pelat	30
Gambar 2.5 Aturan pemasangan tulangan balok	30
Gambar 2.6 Diagram tegangan regangan pada kolom	32
Gambar 2.7 Sistem Pelat Konvensional dan Sistem Pelat Grid	33
Gambar 2.8 Sistem Grid Persegi	35
Gambar 2.9 Sistem Grid Miring	36
Gambar 2.10 Sistem Grid Majemuk	36
Gambar 2.11 Balok silang pada sistem grid	38
Gambar 2.12 Diagram gaya elemen balok dengan torsi	40
Gambar 2.13 Jumlah P/F untuk elemen timur-barat	42
Gambar 2.14 Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2-detik (redaman kritis 5 %), Parameter gerak tanah S_s	47
Gambar 2.15 Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2-detik (redaman kritis 5%), Parameter gerak tanah S_1	47
Gambar 2.16 Spektrum respons desain	51
Gambar 2.17 Peta transisi periode panjang, T_L , wilayah Indonesia	51
Gambar 2.18 Distribusi beban gempa pada menara	57
Gambar 3.1 Wilayah Studi	59
Gambar 3.2 Denah Balok Lantai 2	62
Gambar 3.3 Denah Balok Lantai 3	62
Gambar 3.4 Denah Balok Lantai 4-9	63
Gambar 3.5 Denah Balok Lantai Atap	63
Gambar 3.6 Portal Memanjang As – 2	64
Gambar 3.7 Portal Melintang As – C	64
Gambar 3.8 Tampak 3 Dimensi	65
Gambar 4.1 Denah Pembalokan Atap	74
Gambar 4.2 Denah Pelat Atap	76
Gambar 4.3 Pelat Atap G1	77
Gambar 4.4 Pelat Atap G2	78
Gambar 4.5 Potongan Memanjang Pelat G1	81
Gambar 4.6 Potongan Memanjang Pelat G2	85
Gambar 4.7 Denah Pembalokan Lantai 2	87
Gambar 4.8 Denah Pembalokan Lantai 3	87
Gambar 4.9 Denah Pembalokan Lantai 4-9	88
Gambar 4.10 Denah Pelat Lantai 2	90
Gambar 4.11 Denah Pelat Lantai 3	91
Gambar 4.12 Denah Pelat Lantai 4-9	91
Gambar 4.13 Pelat Lantai G3	92
Gambar 4.14 Pelat Lantai G4	93
Gambar 4.15 Potongan Memanjang Pelat G3	96
Gambar 4.16 Potongan Memanjang Pelat G4	100
Gambar 4.17 Beban Ekuivalen Segitiga	103

Gambar 4.18	Beban Ekuivalen Trapesium	104
Gambar 4.19	<i>Max Momen</i> pada balok grid atap G1 8m x 6m	109
Gambar 4.20	<i>Max Shear Force</i> balok grid atap G1 8m x 6m.....	110
Gambar 4.21	<i>Max deflection</i> balok grid atap G1 8m x 6m.....	110
Gambar 4.22	Diagram tegangan balok akibat momen negatif	113
Gambar 4.23	Penulangan Daerah Lapangan Balok G1	116
Gambar 4.24	Perencanaan sengkang balok grid atap G1.....	118
Gambar 4.25	<i>Max moment</i> balok grid atap G2 5m x 6m.....	120
Gambar 4.26	<i>Max shear</i> balok grid atap G2 5m x 6m.....	120
Gambar 4.27	<i>Max deflection</i> balok grid atap G2 5m x 6m.....	121
Gambar 4.28	<i>Max moment</i> balok grid lantai G3 8m x 6m.....	123
Gambar 4.29	<i>Max shear</i> balok grid lantai G3 8m x 6m.....	123
Gambar 4.30	<i>Max deflection</i> balok grid lantai G3 8m x 6m.....	124
Gambar 4.31	<i>Max moment</i> balok grid lantai G4 5m x 6m.....	125
Gambar 4.32	<i>Max shear</i> balok grid lantai G4 5m x 6m.....	126
Gambar 4.33	<i>Max deflection</i> balok grid lantai G4 5m x 6m.....	126
Gambar 4.34	Pembebanan Balok Induk	129
Gambar 4.35	Output dari Aplikasi Desain Spektra Indonesia	134
Gambar 4.36	Pemodelan portal pada Staadpro	140
Gambar 4.37	Tampak Depan <i>Deflection</i> pada Staadpro oleh Beban Sendiri ...	141
Gambar 4.38	Tampak Samping <i>Deflection</i> pada Staadpro oleh Beban Sendiri	141
Gambar 4.39	Tampak Depan <i>Bending Moment</i> pada Staadpro oleh Beban Sendiri	142
Gambar 4.40	Tampak Samping <i>Bending Moment</i> pada Staadpro oleh Beban Sendiri	142
Gambar 4.41	Daerah portal yang ditabelkan hasil analisa momen.....	146
Gambar 4.42	Momen Balok Induk B1 (40/70).....	148
Gambar 4.43	Diagram Tegangan Regangan Balok Induk Memanjang	150
Gambar 4.44	Diagram Tegangan Regangan Balok Induk Memanjang	153
Gambar 4.45	Gaya Geser Maximal Akibat Gempa Kiri.....	154
Gambar 4.46	Penulangan Sengkang Balok Induk Memanjang B1 40/70.....	156
Gambar 4.47	Rekapitulasi Momen Lentur dan Gaya Aksial Kolom K1	160
Gambar 4.48	Letak Kolom K1 pada Lantai 1-2.....	162
Gambar 4.49	Grafik nomogram portal bergoyang.....	164
Gambar 4.50	Grafik nomogram portal bergoyang.....	165
Gambar 4.51	Sketsa Penampang Kolom 700/700.....	166
Gambar 4.52	Kondisi Seimbang Kolom.....	167
Gambar 4.53	Sketsa Penulangan Kolom 70 x 70 cm.....	172
Gambar 4.54	Sketsa Tulangan HBK Tengah Kolom 70 cm x 70 cm.....	179
Gambar 4.55	Skema Strong Column Weak Beam.....	179
Gambar 4.56	Pemberian dinding geser pada analisa struktur	180
Gambar 4.57	Gaya pada dinding geser ditinjau satu bagian.....	180
Gambar 4.58	Boundary zone pada bentang 8 m	185
Gambar 4.59	Sketsa penulangan dinding geser	186

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2020. *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727-2020*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung SNI 1726-2019*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2019*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*. Bandung : Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan
- Dipohusodo, Istimawan. 1993. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- H. Asroni, Ali. 2010. *Balok dan Pelat Bertulang*. Yogyakarta : Graha Ilmu. 2010
- Nawy, Edward G. 1998. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung : PT. Refika Aditama.
- Puspantoro, Ign. Benny. 1993. *Teori dan Analisis BALOK GRID*. Yogyakarta : Andi offset.
- Schueller, Wolfgang. 2001. *Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi*. Bandung : PT Refika Aditama.
- Wahyudi, L dan Rahim, A Syahril. 1997. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.