



TUGAS AKHIR (RC18-4803)

**ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING STRUKTUR
GEDUNG APARTEMEN THE CONEXIO LRT
SUPERBLOCK MENGGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X**

ALIFIANDI HANNANTO
NRP. 03111540000114

Dosen Pembimbing I
Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D

Dosen Pembimbing II
Harun Al Rasyid, ST., MT., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020



TUGAS AKHIR (RC18-4803)

**ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING STRUKTUR
GEDUNG APARTEMEN THE CONEXIO LRT
SUPERBLOCK MENGGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X**

ALIFIANDI HANNANTO
NRP. 03111540000114

Dosen Pembimbing I
Prof. Tavio, ST. MT. Ph.D

Dosen Pembimbing II
Harun Al Rasyid, ST., MT., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020



FINAL PROJECT (RC18-4803)

**ANALYSIS AND DESIGN RETROFITTING OF THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK APARTMENT BUILDING
USING MATERIAL CARBON FIBER REINFORCED
POLYMER BASED ON EARTHQUAKE LOADS SNI 1726-
201X**

ALIFIANDI HANNANTO
NRP. 03111540000114

Academic Supervisor I
Prof. Tavio, ST. MT. Ph.D

Academic Supervisor II
Harun Al Rasyid, ST., MT., Ph.D

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering, Planning, and Geo-Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

**ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING STRUKTUR
GEDUNG APARTEMEN THE CONEXIO LRT
SUPERBLOCK MENGGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
ALIFIANDI HANNANTO
NRP. 03111540000114

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Prof. Tavio, ST., Ph.D. (Pembimbing I)
2. Harun Al Rasyid, ST. (Pembimbing II)

**SURABAYA
JANUARI, 2020**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**ANALISIS DAN DESAIN *RETROFITTING*
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE CONEXIO
LRT SUPERBLOCK MENGGUNAKAN MATERIAL
CARBON FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X**

Nama Mahasiswa : Alifiandi Hannanto
NRP : 03111540000114
Jurusan : Teknik Sipil FTSLK-ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Tavio, S.T., M.T., Ph.D.
Harun Al Rasyid, ST., MT., Ph.D

ABSTRAK

Gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock merupakan bangunan konstruksi yang dilaksanakan pada bulan Mei 2018 dan direncanakan selesai pada bulan Mei 2019. Pada perencanaan konstruksi gedung ini masih menggunakan peraturan gempa yang lama yaitu SNI Gempa 03-1726-2012. Saat ini pemerintah telah mengeluarkan peraturan gempa baru yaitu SNI Gempa 1726-201X. Maka dari itu gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock ini perlu dilakukan analisis kembali agar sesuai dengan peraturan gempa yang baru. Kemudian dilakukan perencanaan retrofitting struktur gedung apabila terdapat bagian yang tidak mampu menahan beban yang bekerja dengan menggunakan material Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) baik pada struktur kolom, balok maupun pelat yang diharapkan dapat menambah kekuatan struktur untuk memikul beban-beban yang bekerja.

Pengumpulan data gedung dilakukan untuk menganalisis struktur gedung dan menentukan kekuatan struktur eksisting. Desain struktur eksisting masih menggunakan SNI Gempa 03-1726-2012 untuk mendapatkan kekuatan struktur eksisting. Desain struktur baru menggunakan SNI 1726-201X menjadi data pembanding apakah struktur tersebut masih mampu memikul

beban yang ada atau ternyata membutuhkan perkuatan (retrofitting) pada struktur yang telah di lakukan analisis. Pada struktur yang membutuhkan perkuatan akan dilakukan retrofitting menggunakan material Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP).

Penulis mengharapkan agar analisis kekuatan gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock terhadap pembebanan gempa baru SNI 1726-201X dan perkuatan (retrofitting) menggunakan CFRP dapat dijadikan pertimbangan apabila terdapat bagian yang membutuhkan perkuatan. Analisis yang dilakukan diharapkan mampu menghasilkan output perhitungan yang akurat, dapat dipertanggung-jawabkan, serta gambar design yang rinci dan jelas.

Kata kunci: Retrofitting, SNI 1726-201X, Carbon Fiber Reinforced Polimer (CFRP)

**ANALYSIS AND DESIGN RETROFITTING OF THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK APARTMENT
BUILDING USING MATERIAL CARBON FIBER
REINFORCED POLYMER BASED ON
EARTHQUAKE LOADS SNI 1726-201X**

Name : Alifiandi Hannanto
NRP : 03111540000114
Department : Civil Engineering
Dosen Pembimbing : Prof. Tavio, S.T., M.T., Ph.D.
Harun Al Rasyid, ST., MT., Ph.D

ABSTRACT

The Conexio LRT Superblock Apartment Building is a construction building that was carried out in May 2018 and planned to be completed in May 2019. In the construction planning this building is still using the old earthquake regulations namely SNI 03-1726-2012. At present the government has issued a new earthquake regulation namely SNI 1726-201X. Therefore the The Conexio LRT Superblock Apartment building needs to be re-analyzed to comply with the new earthquake regulations. Then the retrofitting plan of the building is carried out if there are parts that are not able to withstand the load that works by using Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) material both in the column, beam and plate structure which is expected to increase the strength of the structure to carry the work loads.

Building data collection is done to analyze the structure of buildings and determine the strength of existing structures. Existing structure design still uses SNI 03-1726-2012 to get the strength of the existing structure. The new structure design using SNI 1726-201X becomes a comparative data whether the structure is still able to carry the existing burden or in fact it requires retrofitting of the structure that has been analyzed. In structures that require reinforcement retrofitting will be done using Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) material.

The author hopes that the analysis of the strength of The

Conexio LRT Superblock Apartment building on the new SNI 1726-201X earthquake loading and retrofitting using CFRP can be taken into consideration if there are parts that require reinforcement. The analysis conducted is expected to be able to produce an accurate calculation output, can be accounted for, as well as detailed and clear designed.

Keywords: Retrofitting, SNI 1726-201X, Carbon Fiber Reinforced Polimer (CFRP)

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Allah SWT atas limpahan petunjuk dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka kita tidak akan tersesat dan barang siapa yang disesatkan maka kitapun tidak akan mendapatkan petunjuk itu.

Tugas Akhir ini membahas “Analisis dan Design *Retrofitting* Gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock Menggunakan Material *Carbon Fiber Reinforced Polymer* Akibat Pembebanan Gempa SNI 1726-201X”. Dalam Proposal Tugas Akhir ini secara garis besar membahas tentang analisis struktur, balok, kolom dan pelat, serta design retrofitting menggunakan material *CFRP*.

Pada akhir kata, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D. selaku dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
2. Bapak Harun Al Rasyid, ST., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. Wahyu Herijanto, MT. selaku dosen wali.
4. Bapak Umboro Lasminto, ST., M.Sc. selaku Ketua Departemen Teknik Sipil FTSLK – ITS
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pengajar Departemen Teknik Sipil FTSLK – ITS.
6. Bapak Achmad Wahyudi SE., MM., dan Ibu Riana Susanti selaku orang tua penulis yang terus memberikan motivasi dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Nadira Ifti Raisya, ST. selaku kekasih yang selalu mendorong penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Bapak Amir Hamzah selaku mentor penulis yang memberi dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Bapak Dr. Gregorius Rudy Antonio, SE., M.Sc., Ak., CPA., QIA., selaku mentor penulis yang selalu memberi dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

10. Ibu Avril Trokrorahardjo Riady, selaku mentor penulis yang memberikan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Bapak Aimana Ilman Aulia, ST., M.Sc. selaku mentor penulis yang selalu memberikan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Bapak Nanda Satria, Bapak Aulia Faza, Bapak Raihan Muchlis selaku mentor penulis yang selalu memberikan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Danny Triputra Setiamanah, ST., MT. selaku kakak tingkat yang memberi masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
14. Fabian Adiyasa P. ST. selaku teman baik penulis yang membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
15. Faturrahman Doni Irawan, ST. selaku teman baik yang membantu penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
16. Glory Cleopatra Silooy, ST. selaku teman baik yang selalu memberikan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
17. Daniel Herianto Silaen, ST. selaku teman baik yang selalu memberikan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
18. Rae Rizky Juliano, ST. selaku teman baik yang selalu memberikan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
19. Ali Markiswah selaku teman baik yang membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
20. Rekan – rekan mahasiswa serta semua pihak yang telah membantu penyusunan Tugas akhir ini.

Akhirnya, semoga Allah SWT senantiasa menjadikan Tugas Akhir ini sebagai amalan yang ikhlas mengharap kemuliaan ridho-Nya dan memberikan manfaat serta kontribusi yang berarti kepada rekan-rekan semua.

Surabaya, Januari 2020

(Penulis)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.2.1 Permasalahan Umum.....	5
1.2.2 Permasalahan Khusus.....	6
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan.....	7
1.5 Manfaat.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Umum.....	9
2.2 Kolom.....	10
2.3 Balok dan Pelat.....	11
2.4 <i>Fibre Reinforced Polymer</i>	12
2.4.1 Kelebihan Penggunaan FRP.....	12
2.4.2 Kekurangan Penggunaan FRP.....	13
2.4.3 Karbon.....	13
2.4.4 Kaca (<i>Glass</i>).....	14
2.4.5 Aramid.....	14
2.5 Penggunaan FRP yang Ada Di Pasaran.....	15
2.6 Bentuk dan Tipe <i>FRP</i>	18
2.6.1 Balok Yang di Perkuat dengan CFRP Strip (Plate)....	18
2.6.2 Kolom Yang di Perkuat dengan CFRP Strip (Plate) ..	19
2.6.3 Balok Yang di Perkuat dengan CFRP Wrap	20

2.6.4 Kolom Yang di Perkuat dengan CFRP Wrap.....	20
2.7 Aplikasi FRP <i>Jacketing</i>	24
2.7.1 Wet Lay-Up System	24
2.7.2 <i>System Based On Prefabricated</i>	25
2.7.3 <i>Special Automated Wrapping System</i>	26
BAB III METODOLOGI	29
3.1 Diagram Alir Perencanaan	29
3.2 Konfigurasi Bangunan.....	31
3.3 Studi Literatur	31
3.4 Pembebanan Struktur	31
3.4.1 Beban Gravitasi	31
3.4.2 Kombinasi Pembebanan	32
3.4.3 Beban Gempa	33
3.5 Tinjauan Parameter Perhitungan Gempa.....	35
3.5.1 Kategori Resiko Gedung dan Faktor Keutamaan Gempa	35
3.5.1 Kelas Situs.....	38
3.5.1 Parameter Respon Spectral.....	39
3.5.2 Menentukan faktor amplifikasi getaran.....	42
3.5.3 Respon Spektra Desain.....	43
3.5.4 Kategori Desain Seismik	44
3.5.5 Menentukan Sistem Struktur dan Parameter Struktur	45
3.5.6 Sistem Penahan Gaya Seismik	46
3.5.7 Perhitungan Gaya Gempa Dasar (<i>Base Shear</i>).....	46
3.5.8 Perhitungan Koefisiens Respon Gempa	47
3.5.9 Perkiraan T Fundamental	48
3.5.10 Distribusi Beban Gempa Vertikal	49
3.5.1 Distribusi Beban Gempa Horisontal.....	50

3.5.2 Kontrol Drift (Defleksi Bangunan)	50
3.6 Analisis Struktur.....	51
3.7 Perhitungan Kapasitas Elemen Struktur.....	52
3.7.1 Balok	52
3.7.2 Kolom.....	57
3.7.3 Pelat.....	64
3.7.4 Pondasi	64
3.8 Analisis Kapasitas Balok dengan Perkuatan <i>Fiber Reinforced Polymer</i>	68
3.8.1 Perkuatan Lentur	68
3.8.2 Perkuatan Geser.....	71
3.9 Analisis Kapasitas Kolom dengan <i>Fiber Reinforced Polymer</i>	73
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	77
4.1 Umum.....	77
4.2 Permodelan Struktur.....	77
4.2.2 Pembebanan Gravitasi	78
4.2.3 Faktor Keutamaan gempa.....	80
4.2.4 Kelas Situs.....	80
4.2.5 Parameter Respon Spectral.....	80
4.2.6 Parameter Percepatan Spectral Desain	82
4.2.7 Kategori Desain Seismik	83
4.3 Kontrol Permodelan Gedung.....	83
4.3.1 Waktu Getar Alami Fundamental (T).....	83
4.3.2 Kontrol Gaya Geser Dasar (Base Shear)	86
4.3.3 Kontrol Dual System	90
4.3.4 Kontrol Partisipasi Massa.....	91
4.3.5 Kontrol Drift.....	94

4.4 Analisis Struktur Sekunder Eksisting.....	99
4.4.1 Pelat Lantai.....	99
4.4.2 Balok Anak.....	106
4.4.3 Analisis Tangga.....	122
4.5 Analisis Struktur Primer Eksisting.....	129
4.5.1 Analisis Balok Induk.....	129
4.5.2 Analisis Kolom.....	148
4.5.3 Shear Wall.....	171
4.5.4 Perencanaan Pondasi.....	178
4.5.5 Perencanaan Tulangan Tusuk Konde pada Tiang Pancang.....	202
4.6 Desain Perkuatan Struktur Eksisting.....	207
4.6.1 Perkuatan Balok.....	208
4.7 Perencanaan Perkuatan Balok Geser.....	213
4.7.1 Data Material <i>CFRP</i>	213
4.7.2 Data Eksisting Balok.....	213
4.7.3 Perhitungan Perkuatan Balok.....	215
BAB V KESIMPULAN.....	219
5.1 Kesimpulan.....	219
5.2 Saran.....	220
DAFTAR PUSTAKA.....	221

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penggunaan FRP di Dunia	15
Tabel 2.2 FRP Tersedia di pasaran.....	17
Tabel 2.3 Properti dari Material FRP Berbentuk Lembaran (<i>Wrap</i>)	22
Tabel 2.4 Properti dari Material FRP Berbentuk Plate.....	23
Tabel 3.1 Nilai Spektral Diperoleh dari Puskim.pu.go.id	34
Tabel 3.2 Nilai Spektral Diperoleh dari Peta Gempa SNI 1726- 201X.....	34
Tabel 3.3 Kategori Resiko Gedung Apartemen	36
Tabel 3.4 Faktor Keutamaan Gempa.....	38
Tabel 3.5 Kelas Situs.....	38
Tabel 3.6 Koefisien Situs F_a	42
Tabel 3.7 Koefisien Situs F_v	43
Tabel 3.8 Kategori Desain Seismik F_a Periode 0,2 detik.....	44
Tabel 3.9 Kategori Desain Seismik F_v Periode 1 detik.....	45
Tabel 3.10 Faktor R , C_d dan Ω_0 Sistem Penahan Gaya Gempa	46
Tabel 3.11 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang di Hitung.....	49
Tabel 3.12 Nilai Perkiraan Parameter Waktu Getar C_t dan x	49
Tabel 3.13 Faktor empiric F_b dan F_s (Titi dan farsakh, 1999).....	65
Tabel 3.14 Hubungan D_r , ϕ dan N dari pasir (Peek dan Mayerhoof).....	65
Tabel 3.15 Hubungan D_r , ϕ dan N dari pasir (Terzaghi)	66
Tabel 4.1 Rekapitulasi Pembebanan Gravitasi.....	79
Tabel 4.2 Pembebanan Gravitasi pada ETABS.....	80
Tabel 4.3 Koefisien Situs, F_a	82
Tabel 4.4 Koefisien Situs, F_v	82
Tabel 4.5 Nilai parameter pendekatan C_t dan x	83
Tabel 4.6 Koefisien Batas Atas Periode Gedung	84
Tabel 4.7 Modal Periode dan Frekuensi.....	85
Tabel 4.8 Berat Efektif Struktur	88
Tabel 4.9 Reaksi Beban Gempa Arah X dan Y.....	88
Tabel 4.10 Reaksi Beban Gempa Arah X dan Y Setelah Di	

Berikan Faktor Skala	89
Tabel 4.11 Reaksi Perletakan dan Persentase Gaya Geser yang Dipikul akibat Gempa Arah X dan Arah Y	90
Tabel 4.12 Modal Partisipasi Massa.....	91
Tabel 4.13 Modal Partisipasi Massa.....	92
Tabel 4.14 Modal Partisipasi Massa.....	93
Tabel 4.15 Modal Partisipasi Massa.....	94
Tabel 4.16 Batas Simpangan Gedung	95
Tabel 4.17 Gempa Arah X	96
Tabel 4.18 Gempa Arah Y	97
Tabel 4.19 Kontrol dimensi kolom.....	151
Tabel 4.20 Output SpColumn kolom K1 lantai 1 dan lantai 2 arah x.....	157
Tabel 4.21 Output SpColumn kolom K1 lantai 1 dan lantai 2 arah y.....	160
Tabel 4.22 Kontrol gaya geser kolom	165
Tabel 4.23 Kontrol kontribusi nilai V_c	165
Tabel 4.24 Gaya dalam shear wall	173
Tabel 4.25 Hasil output SpColumn Shearwall	177
Tabel 4.26 Beban pada Tipe 1 (Kolom)	179
Tabel 4.27 Kontrol Beban Maksimum Tiang Pancang	184
Tabel 4.28 Perhitungan Jumlah Tiang Pancang Kelompok	
Tabel 4.29 Kontrol Kekuatan Tiang Pancang Terhadap Gaya Lateral.....	188
Tabel 4.30 Kontrol Momen Tiang Pancang	190
Tabel 4.31 Rekapitulasi Pile Cap 1 – 6	201
Tabel 4.32 Rekapitulasi Penulangan Poer Tipe 1 – 6.....	201
Tabel 4.33 Rekapitulasi Dimensi Sloof Tipe 1 – 6	202
Tabel 4.34 Gaya Dalam Perkuatan Balok Induk	215

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tampak Kanan Gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock	5
Gambar 2.1 Serat Karbon	14
Gambar 2.2 Serat Kaca	14
Gambar 2.3 Serat Aramid	15
Gambar 2.4 Pengerjaan FRP Jacketing dengan cara Wet Lay-Up System	25
Gambar 2.5 Pengerjaan FRP dengan Metode Prefabricated Elements	26
Gambar 2.6 Alat Otomatis untuk Jacketing FRP	27
Gambar 3.1 Spektral Percepatan (g)	33
Gambar 3.2 Ss (parameter respon spectral percepatan gempa tepetakan untuk perioda pendek 0.2 detik SNI 1726-2012)	40
Gambar 3.3 Ss (Parameter respon spectral percepatan gempa terpetakan untuk perioda pendek 0.2 detik SNI 1726-201X)	40
Gambar 3.4 S1 (parameter respon spectral percepatan gempa terpetakan untuk perioda 1 detik SNI 1726-2012)	41
Gambar 3.5 S1 (parameter respon spectral percepatan gempa terpetakan untuk perioda 1 detik SNI 1726-201X)	41
Gambar 3.6 Respon Spektra Desain	44
Gambar 3.7 Perhitungan Simpangan Tiap Lantai	51
Gambar 3.8 Penampang terkendali tarik, balance, tekan	52
Gambar 3.9 Diagram tegangan regangan penampang balok	54
Gambar 3.10 Hubungan Balok dan Kolom	58
Gambar 3.11 Diagram Tegangan Regangan Penampang Balok	59
Gambar 3.12 Geser desain unutm balok dan kolom	62
Gambar 3.13 Diagram Regangan Tegangan Untuk Perkuatan Lentur FRP	68
Gambar 3.14 Tegangan internal dan distribusi tekanan untuk penampang persegi (ACI 440.2R-02:23)	70
Gambar 3.15 Perkuatan geser balok	72
Gambar 3.16 Panjang Lebar dan Confinment tertekan sedangkan sudut confinement tertarik	74

Gambar 4.1 Permodelan Struktur Pada ETABS 16.....	78
Gambar 4.2 Ss (Parameter respon spectral percepatan gempa terpetakan untuk perioda pendek 0,2 detik SNI 1726:201X).	81
Gambar 4.3 S1 (Parameter respon spectral percepatan gempa terpetakan untuk perioda panjang 1 detik SNI 1726:201X).	81
Gambar 4.4 Peta Transisi Perioda Panjang, TL, wilayah Indonesia	87
Simpangan Gedung (a) Arah X (b) Arah Y.....	96
Gambar 4.5 Detail Pelat Tipe S1	100
Gambar 4.6 Ilustrasi potongan pelat rencana	100
Gambar 4.7 Penulangan Balok Anak B5.....	106
Gambar 4.8 Denah Pembalokan Lantai Upper Ground elev. +5.00	107
Gambar 4.9 Gambar 4. 1 Momen yang Terjadi Pada Tumpuan B5	107
Gambar 4.10 Momen yang Terjadi Pada Lapangan B5	108
Gambar 4.11 Gaya Geser yang Terjadi pada Lapangan B5	108
Gambar 4.12 Diagram gaya geser balok	115
Gambar 4.13 Gaya geser balok anak akibat kombinasi 1,2D+1L	116
Gambar 4.14 Gaya geser balok anak akibat kombinasi 1,2D+1L	118
Gambar 4.15 Gaya geser lapangan balok anak akibat kombinasi Envelope.....	119
Gambar 4.16 Gaya Torsi maksimum pada balok anak akibat... kombinasi Envelope	121
Gambar 4.17 Penulangan tangga Eksisting	123
Gambar 4.18 Penulangan Tangga Eksisting.....	124
Gambar 4.19 Permodelan Tangga SAP 2000.....	125
Gambar 4.20 Hasil Momen M11 (kgf/m).....	126
Gambar 4.21 Hasil Momen M22 (kgf/m).....	126
Gambar 4.22 Hasil Gaya Geser V13 (kgf/m).....	127
Gambar 4.23 Hasil Gaya Geser V23 (kgf/m).....	127
Gambar 4.24 Denah Pembalokan Lantai Upper Ground elev. +5.00.....	130

Gambar 4.25 Detail Tulangan Eksisting Balok Induk B2	131
Gambar 4.26 Momen Tumpuan yang Terjadi Pada Balok Induk B2	131
Gambar 4.27 Geser Tumpuan yang Terjadi Pada Balok Induk B2	132
Gambar 4.28 Momen Lapangan yang Terjadi Pada Balok Induk B2	132
Gambar 4.29 Geser Lapangan yang Terjadi Pada Balok Induk B2	132
Gambar 4.30 Torsi Maksimum yang Terjadi Pada Balok Induk B2	132
Gambar 4.31 Diagram Gaya Geser Balok	140
Gambar 4.32 Gaya Geser Balok Induk Akibat Kombinasi 1,2D+1L	141
Gambar 4.33 gaya geser balok induk akibat kombinasi 1,2D+1L	143
Tabel 6. 1 Cek nilai V_{sway} dan V_u	144
Gambar 4.34 Gaya Geser Lapangan Balok Anak Akibat Kombinasi Envelope	145
Gambar 4.35 Gaya Torsi maksimum pada balok B2 akibat.....	147
kombinasi Envelope	147
Gambar 4.36 Denah perkuatan kolom.....	148
Gambar 4.37 Detail penulangan kolom K1 lantai 3	149
Gambar 4.38 Gaya Geser Tumpuan yang Terjadi Pada Kolom K1 Lt.UG.....	149
Gambar 4.39 Momen Tumpuan Arah X Pada Kolom K1 Lt.UG	150
Gambar 4.40 Momen Tumpuan Arah Y Pada Kolom K1 Lt.UG	150
Gambar 4.41 Gaya Axial Pada Kolom K1 Lt.UG.....	150
Gambar 4.42 Gaya Geser Tumpuan yang Terjadi Pada Kolom K1 Lt.3	150
Gambar 4.43 Momen Tumpuan Arah X Pada Kolom K1 Lt.3 .	151
Gambar 4.44 Momen Tumpuan Arah Y Pada Kolom K1 Lt.3 .	151
Gambar 4.45 Gaya Axial Pada Kolom K1 Lt.3.....	151

Gambar 4.46 Rasio tulangan kolom K1	153
Gambar 4.47 Detail Penulangan Balok B2A.....	155
Gambar 4.48 Diagram interaksi kolom K1 lantai UG dan lantai 3 arah X.....	157
Gambar 4.49 Diagram interaksi kolom K1 lantai UG dan lantai 3 arah Y	160
Gambar 4.50 Gaya hubungan balok kolom.....	170
Gambar 4.51 Denah shearwall	172
Gambar 4.52 Diagram Interaksi <i>Shear Wall</i> 1	177
Gambar 4.53 Grafik Daya Dukung Ijin Pancang Terhadap Kedalaman.....	182
Gambar 4.54 Group Tiang Pancang	184
Gambar 4.55 Diagram Gaya Lateral Tiang	186
Gambar 4.56 Grafik <i>Immediate Settlement of Isolate Footing</i> ..	187
Gambar 4.57 Grafik <i>Influence value for Laterally Loaded Pile</i>	188
Gambar 4.58 Grafik <i>Influence Value for Laterally Loaded Pile</i>	189
Gambar 4.59 Poer Kolom Tipe 1 (Arah Sumbu X).....	193
Gambar 4.60 Momen positif dan Momen negatif arah X dari ETABS	194
Gambar 4.61 Poer Kolom tipe 1 (Arah Sumbu Y).....	196
Gambar 4.62 Momen positif dan Momen negatif arah Y dari ETABS	196
Gambar 4.63 Diagram Interaksi P-M.....	199
Gambar 4.64 Spesifikasi Penulangan Sloof	200
Gambar 4.65 Diagram Interaksi Kolom Diameter 560 mm	204
Gambar 4.66 Hasil Penulangan Aplikasi SpColumn	205
Gambar 4.67 Perkuatan Balok Lentur.....	213
Gambar 4.68 Detail Eksiting balok	214
Gambar 4.69 Perkuatan Balok Dengan Sika Wrap 231C.....	218
Gambar 4.70 Potongan Perkuatan Geser Balok	218

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana alam gempa bumi merupakan suatu hal yang tidak dapat lepas dari perhatian para *engineer* di Indonesia, khususnya *engineer* Teknik Sipil. Terjadinya gempa bumi yang melanda negara ini telah mengakibatkan banyak kerusakan dan memakan ribuan korban jiwa. Hal ini terjadi karena Indonesia terletak di tengah-tengah daerah cincin Api Pasifik, dan berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik dunia, yaitu lempeng Eurasia dari arah utara, lempeng Indo-Australia dari arah selatan dan lempeng Pasifik dari arah timur. Kemudian Indonesia juga memiliki banyak gunung berapi yang menjadikan Indonesia menempati salah satu daerah yang memiliki tingkat pergerakan seismic yang paling aktif di seluruh dunia. Sebagai contoh kejadian gempa yang melanda Indonesia akhir-akhir ini adalah kejadian gempa di Lombok, Nusa Tenggara Barat yang berkekuatan gempa mencapai 7,0 Skala Richter, dan juga gempa di Palu, Sulawesi Tengah yang berkekuatan gempa mencapai 7,4 Skala Richter. Mengingat frekuensi terjadinya gempa di Indonesia yang tinggi, maka bangunan-bangunan yang ada di Indonesia harus di desain sebagai bangunan yang tahan terhadap gempa.

Pada umumnya gempa sendiri biasa diartikan sebagai beban dinamis yang menimbulkan gaya berubah-ubah. Beban dinamis yang diakibatkan oleh gempa tersebut dapat mengakibatkan kerusakan struktur yang fatal pada bangunan. Oleh karena itu pengetahuan tentang perilaku struktur tahan terhadap gempa sangat diperlukan oleh seorang *civil engineer* dalam mendesain ataupun mengevaluasi kekuatan gempa struktur bangunan yang tahan terhadap resiko gempa.

Dalam menghadapi resiko dari gempa yang intensitasnya cukup tinggi ini perlu dilakukan usaha untuk menanggulangi resiko akibat gempa itu sendiri. Penanggulangan terhadap gempa tidak hanya berfokus pada prakiraan gempa atau evakuasi korban saja. Perlu dilakukan tindakan preventif berupa pembuatan bangunan tahan gempa. Dalam pembuatan bangunan tahan gempa ini tidak dapat dilakukan dengan sembarangan. Perencanaan bangunan yang tahan terhadap gempa memiliki filosofi perencanaan yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Pada gempa kecil, bangunan tidak boleh mengalami kerusakan.
2. Pada gempa sedang, komponen struktur tidak boleh rusak tetapi komponen *non-structural* boleh mengalami kerusakan.
3. Pada gempa kuat, komponen structural boleh mengalami kerusakan, tetapi bangunan tidak boleh mengalami keruntuhan. Hal ini dimaksudkan untuk meminimalisir korban jiwa yang akan terjadi.

Upaya yang telah dilakukan pemerintah dalam usaha untuk memenuhi standar bangunan tahan gempa salah satunya adalah memperbarui peraturan tentang tata cara perhitungan bangunan tahan gempa dari SNI 03-1726-2012 menjadi SNI 1726-201X. Dikarenakan adanya perubahan ini maka dirasa perlu adanya peninjauan perencanaan gedung-gedung di Indonesia terhadap perubahan peraturan mengenai bangunan tahan gempa yang baru.

Adapun usaha yang dapat dilakukan selain tindakan preventif apabila gempa yang terjadi telah mengakibatkan kerusakan struktur adalah dengan melakukan perbaikan (*repair*) dan perkuatan (*Retrofitting*). Usaha-usaha ini bertujuan agar bangunan mampu menahan beban yang akan dipikul dimasa kerja bangunan setelah terjadinya bencana gempa. Ada beberapa jenis *retrofitting* struktur bangunan yang sering digunakan di lapangan, antara lain:

1. *Steel Jacketing*

Yakni dengan cara membungkus elemen stuktur eksisting

dengan besi tulangan tambahan untuk menambah kuat tekan maupun tarik sesuai kebutuhan sehingga mampu menahan momen yang lebih besar (Xiao, Y. and Wu, H., 2003).

2. *Concrete Jacketing*

Prinsip metode ini hampir sama dengan *Steel Jacketing* hanya saja bahan pembungkusnya menggunakan beton (Rony, 2010).

Dari kedua perkuatan tersebut sama-sama memiliki kekurangan yaitu mengakibatkan bertambah besarnya dimensi struktur yang mengalami perkuatan, sehingga ruangan akan menjadi lebih sempit jika dibandingkan dengan dimensi sebelum dilakukan *retrofitting*. Hal ini tentu tidak diinginkan oleh pemilik bangunan. Sebisanya mungkin bangunan tersebut bertambah kuat tetapi tidak mengalami perubahan fisik yang begitu berarti.

Dari permasalahan tersebut penulis mengusulkan perkuatan struktur yang dapat mengatasi persoalan tersebut, yaitu perkuatan struktur dengan menggunakan material *CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer)* dimana perkuatan menggunakan material ini sudah banyak dipakai di negara-negara maju seperti Australia, Hongkong, Qatar, Singapore, United Kingdom.

CFRP adalah aplikasi lanjutan atau perkembangan dari *Fiber Reinforced Polymer*. *Carbon Fiber Reinforced Polymer* dapat digunakan pada konstruksi struktur bangunan yang harus diperbaiki. Teknik perkuatan seperti ini dinilai lebih efisien karena terdapat banyak keuntungan yang dapat diperoleh seperti bobot unit yang kecil, mudah diaplikasikan dan ditangani, biaya instalasi dan pemeliharaan yang rendah. Fungsi perkuatan dengan sistim komposit *CFRP* adalah untuk meningkatkan kekuatan atau memberikan peningkatan kapasitas lentur, geser, aksial dan daktilitas, atau berbagai kombinasi diantaranya. Kerugian yang paling prinsip penggunaan *CFRP* sebagai sistem perkuatan adalah harga material yang relatif lebih mahal. (Meier, 1997). Material *CFRP* memang relatif lebih mahal jika dibandingkan dengan besi dan beton, namun banyak keuntungan yang bisa didapat jika

dibandingkan dengan menggunakan material lain, menurut (Hartono dan Santosa, 2003) diantaranya:

1. Kuat tarik sangat tinggi ($\pm 7 - 10$ kali lebih tinggi dari baja U39)
2. Sangat ringan (density: $1,4 - 2,4 \text{ gr/cm}^2$, 4 - 6 kali lebih ringan dari baja)
3. Pelaksanaan mudah dan cepat
4. Tidak perlu area kerja yang luas
5. Tidak diperlukan join meskipun bentang yang diperekat cukup panjang
6. Tahan terhadap korosi

Walaupun begitu, penggunaan material *CFRP* sebagai alternatif perkuatan struktur beton di Indonesia masih tergolong relatif jarang. Oleh karena itu material ini perlu di analisis lebih dalam untuk membuktikan bahwa hasil perkuatan struktur menggunakan material ini dapat memenuhi peraturan yang berlaku.

Gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock merupakan bangunan konstruksi yang mulai dilaksanakan pada bulan Mei 2018 dan direncanakan selesai pada bulan Mei 2019. Pada perencanaan konstruksi gedung ini masih menggunakan peraturan gempa yang lama yaitu SNI Gempa 03-1726-2012. Saat ini pemerintah telah mengeluarkan peraturan gempa baru yaitu SNI Gempa 1726-201X. Maka dari itu gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock ini perlu dilakukan analisis kembali agar sesuai dengan peraturan gempa yang baru.



Gambar 1.1 Tampak Kanan Gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock
Sumber: (Adhi Persada Property)

Kemudian dilakukan perencanaan *retrofitting* struktur gedung apabila terdapat bagian yang tidak mampu menahan beban yang bekerja dengan menggunakan material *Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)* baik pada struktur kolom, balok maupun pelat yang diharapkan dapat menambah kekuatan struktur untuk memikul beban-beban yang bekerja.

Pedoman peraturan yang digunakan adalah SNI 03-2847-2018 tentang tata cara perhitungan beton untuk bangunan gedung, SNI 03-1726-201X tentang perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung, SNI 03-1727-2013 mengenai pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung serta peraturan tentang desain balok pratekan yang memenuhi syarat bangunan tahan gempa.

1.2 Perumusan Masalah

1.2.1 Permasalahan Umum

Bagaimana analisis kebutuhan retrofitting struktur gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock setelah mendapat

pembebanan gempa baru SNI 1726-201X?

1.2.2 Permasalahan Khusus

1. Bagaimana memodelkan dan menganalisis struktur gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock dengan menggunakan program bantu ETABS?
2. Bagaimana perhitungan dan analisis kapasitas kekuatan struktur sekunder eksisting?
3. Bagaimana perhitungan dan analisis kapasitas kekuatan struktur primer eksisting setelah mendapat pembebanan gempa baru SNI 1726-201X?
4. Bagaimana perhitungan dan analisis kapasitas kekuatan struktur setelah mengalami *retrofitting*?
5. Bagaimana perhitungan pondasi yang sesuai dengan besar beban yang dipikul dan kondisi tanah dilapangan?
6. Bagaimana menuangkan hasil perhitungan dan analisis struktur gedung ke dalam gambar teknik?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini meliputi:

1. Studi kasus yang diambil adalah Gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock, Jakarta, dimana gedung ini dianalisis di Yogyakarta.
2. Perencanaan *retrofitting* hanya meninjau pada bagian balok dan kolom, dan pelat.
3. Perencanaan *retrofitting* tidak memperhitungkan perkuatan pondasi dan struktur bawah lainnya.
4. Tidak meninjau analisis biaya untuk instalasi material, perencanaan sistem utilitas bangunan, instalasi air, mekanikal – elektrik dan manajemen konstruksi di dalam penyelesaian masalah.
5. Tidak meninjau dinding penahan tanah.
6. Tidak meninjau dari segi arsitektural.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang diharapkan dari analisis kekuatan struktur setelah mendapat pembebanan gempa SNI 1726-201X dan perencanaan *retrofitting* struktur gedung ini adalah:

1. Memodelkan dan menganalisis struktur gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock dengan menggunakan program bantu ETABS.
2. Menganalisis kapasitas kekuatan struktur sekunder eksisting.
3. Menganalisis kekuatan struktur setelah mendapat pembebanan gempa SNI 1726-201X.
4. Merencanakan *retrofitting* struktur sehingga struktur mampu menahan beban-beban baru menggunakan material *CFRP*.
5. Merencanakan pondasi sesuai dengan besar beban yang dipikul dan kondisi tanah di lapangan.
6. Menuangkan hasil perencanaan dan perhitungan struktur ke dalam gambar teknik.

1.5 Manfaat

Manfaat Tugas Akhir ini antara lain:

1. Menghasilkan analisis struktur gedung setelah mendapat pembebanan gempa SNI-1726-201X.
2. Menghasilkan analisis *retrofitting* struktur beton bertulang yang dapat digunakan untuk keperluan perencanaan Gedung The Conexio LRT Superblock kedepan.
3. Menjadi acuan untuk mensosialisasikan *retrofitting* struktur bangunan dengan menggunakan material *CFRP* sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Sebagai referensi literatur untuk pengerjaan tugas akhir dengan topik serupa di masa yang akan datang.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Perkembangan teknologi beton pada saat sekarang ini, membuat konstruksi beton semakin banyak dipilih sebagai bahan konstruksi. Konstruksi dari beton banyak memiliki keuntungan selain bahannya sangat mudah diperoleh, juga memiliki beberapa keuntungan antara lain harganya relatif lebih murah, mempunyai kekuatan tekan tinggi, mudah dalam pengangkutan dan pembentukan, serta mudah perawatannya, sehingga banyak bangunan – bangunan yang didirikan memilih konstruksi yang terbuat dari beton sebagai bahan materialnya. (Sianipar, M. T. 2009).

Di dalam sebuah konstruksi perencana perlu memperhatikan faktor-faktor yang dapat menyebabkan kerusakan struktur. Diantara banyaknya penyebab kerusakan struktur, gempa bumi merupakan salah satu penyebab kerusakan yang menjadi perhatian penting oleh para *engineer* Teknik Sipil. Gempa bumi dapat menyebabkan banyak kerusakan pada bangunan, bahkan dapat mengakibatkan keruntuhan. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha dalam rangka mengurangi terjadinya resiko keruntuhan pada bangunan. Salah satu bentuk usaha yang dilakukan pemerintah adalah dengan terus memperbarui peraturan mengenai gempa bumi, dengan memperbarui peraturan tentang tata cara perhitungan bangunan tahan gempa dari SNI 03-1726-2012 menjadi SNI 1726-201X. Hal ini juga mengakibatkan adanya perubahan kekuatan rencana yang dapat dipikul oleh struktur, sehingga perlu adanya peninjauan perencanaan gedung-gedung di Indonesia terhadap perubahan peraturan mengenai bangunan tahan gempa yang baru.

Usaha yang dapat dilakukan *engineer* Teknik Sipil dalam menghadapi resiko gempa selain perencanaan struktur menggunakan peraturan bangunan tahan gempa adalah dengan

melakukan *strengthening* (perkuatan). Perkuatan sendiri adalah suatu pekerjaan yang bertujuan untuk meningkatkan perilaku komponen atau struktur agar menjadi lebih kuat dari sebelumnya. Untuk mempertahankan maupun meningkatkan kekuatan struktur, terutama pada bagian yang menahan beban aksial tekan dan momen lentur, terdapat beberapa cara yang dapat digunakan antara lain:

1. Memperpendek tinggi dari struktur dengan konstruksi tersebut.
2. Memperbesar dimensi pada konstruksi beton.
3. Dengan menambah jumlah tulangan pada kolom dan memperbesar dimensi kolom beton tersebut atau dikenal dengan metode penulangan luar (*Extemally Reinforcement*).
4. Struktur tersebut dapat dibongkar dan diganti dengan baru.
5. Memberikan perkuatan dengan cara penyelubungan (*Jacketing Methods*), dengan *Concrete Jacketing*.
6. Memberikan perkuatan dengan cara penyelubungan (*Jacketing Methods*), dengan *Steel Jackting*.
7. Memberikan perkuatan dengan cara penyelubungan (*Jacketing Methods*), dengan FRP (*Fiber Reinforced Polymer*) salah satunya menggunakan material *Carbon*.

Di antara banyaknya alternatif perkuatan, salah satu perkuatan struktur beton yang sedang ramai di dunia internasional adalah perkuatan menggunakan FRP (*Fiber Reinforced Polymer*). Selain karena ketebalan material yang tipis, FRP juga merupakan jenis material yang ringan, mempunyai kuat tarik yang sangat tinggi (7-10 kali lebih tinggi dari baja), dan mudah dalam pelaksanaan di lapangan. Karena hal inilah FRP sudah mulai digemari sebagai material yang digunakan untuk memperkuat struktur gedung beton bertulang. Elemen struktur beton yang dapat diperkuat dengan FRP adalah balok, pelat, dan kolom beton bertulang.

2.2 Kolom

Kolom adalah batang tekan vertical dari rangka (*frame*)

structural yang memikul beban dari balok (jika ada). Kolom meneruskan beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih rendah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Karena kolom merupakan komponen tekan, maka keruntuhan pada kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan *collapse* (keruntuhan) lantai yang bersangkutan, maupun runtuhnya total seluruh struktur yang ada. Oleh karena itu, dalam merencanakan kolom perlu diwaspadai, yaitu dengan memberikan kekuatan cadangan yang lebih tinggi dari pada yang dilakukan pada balok dan elemen struktur horizontal lainnya, terlebih lagi karena keruntuhan tekan tidak memberikan peringatan awal yang cukup jelas. (Nawy, 1990).

2.3 Balok dan Pelat

Balok adalah elemen struktur bangunan yang kaku dan dirancang untuk menerima dan menyalurkan beban-beban bangunan termasuk pelat menuju struktur kolom. Adapun beban yang bekerja pada struktur baik berupa beban gravitasi, beban gempa dan beban-beban lain akan mengakibatkan adanya lentur dan deformasi pada elemen struktur. Lentur yang terjadi pada balok merupakan akibat dari adanya regangan yang timbul karena beban luar. Apabila bebannya bertambah maka balok akan terjadi deformasi dan regangan tambahan yang dapat mengakibatkan timbulnya retak (*crack*) disepanjang balok. (Prihanantio, J. 2009).

Pelat merupakan elemen struktur berukuran tipis yang terbuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada struktur tersebut. Ketebalan pada pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang/lebar bidangnya. Pelat beton bertulang ini sangat kaku dan arahnya horizontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat ini berfungsi sebagai diafragma/unsure pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal. (Irawan, J. 2016).

2.4 *Fibre Reinforced Polymer*

Fibre Reinforced Polymer (FRP) atau serat yang diperkuat polimer adalah bahan yang sering disebut dengan komposit. Kata komposit berasal dari kata *componere*, yang artinya disatukan. Komposit merupakan material yang dibentuk dari dua atau lebih bagian yang terpisah dengan tahap yang berbeda diantara kedua materialnya. Komposit akan mengacu pada polimer yang berserat. Bahan ini adalah kompositi yang matriks polimernya diperkuat dengan banyak serat yang relatif ringan dan panjang. Bahan komposit banyak ditemukan di peralatan olah raga, pesawat terbang dan industry pesawat ruang angkasa. Meskipun bahan komposit telah sering digunakan dalam indsutri pembangunan, penggunaan dan bahan material itu sendiri dapat dianggap sebagai bahan baru dalam perspektif industry pembangunan (Carolin, A. 2003).

Serat adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Di teknik sipil ada tiga serat yang mendominasi, yaitu serat karbon, gelas, dan aramid. Serat di atas umumnya memiliki kapasitas tegangan yang lebih tinggi dari pada baja biasa dan elastis linear sampai batas putus. (Carolin, A. 2003).

2.4.1 Kelebihan Penggunaan FRP

Kelebihan penggunaan FRP antara lain:

- **Tahan korosi (*corrosion resistance*)**

Material terbuat dari bahan serat carbon dimana tingkat korositasnya sangat rendah.

- **Memiliki kekuatan yang tinggi**

Penelitian terhadap balok yang diberi perkuatan eksternal CFRP yang dibalutkan mengelilingi perimeter balok di tengah bentang, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kapasitas momen dan daktilitas kurvatur yang cukup baik, persentase peningkatan daktilitas kurvatur yang terjadi mencapai rata-rata 265%, sedangkan peningkatan momen sebesar rata-rata

45%. (Tavio, dkk., 2009)

- **Material ringan**

Serat fiber terbuat dari bahan kepadatan rendah dengan kekuatan yang sangat tinggi terhadap rasio berat.

- **Memiliki stabilitas dimensi**

Kemasan cukup panjang, sehingga tidak ada sambungan. Untuk produk SIKA Suplai dalam bentuk roll / gulungan panjang 100 m.

- **Durabilitas yang tinggi**

Serat karbon memiliki sifat kelelahan yang relatif rendah dibandingkan dengan baja, hal ini merupakan sifat carbon memiliki jangka umur yang lama dibandingkan dengan baja.

- **Mudah pemasangannya**

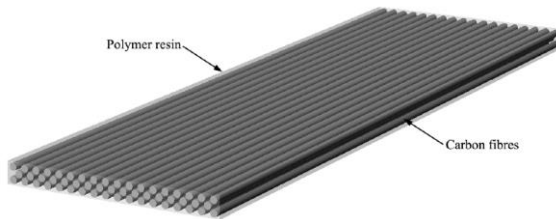
Pemasangan tidak membutuhkan waktu yang lama yaitu dengan pengolesan epoxy ke permukaan fiber dan permukaan struktur, lalu letakkan carbon ke bagian struktur yang diperkuat serta ketebalan yang cukup tipis, pemasangan mudah bila terjadi penyilangan.

2.4.2 Kekurangan Penggunaan FRP

Faktor kekurangan dari material ini adalah tidak tahan apabila terjadi kebakaran, sehingga dalam pelaksanaannya material CFRP harus dilapisi semen yang metupi lapisan CFRP.

2.4.3 Karbon

Serat karbon memiliki modulus elastisitas yang tinggi yaitu berkisar 200-800 Gpa. Batas elongasi 0.3% - 2.5%. Serat karbon tidak menyerap air dan tahan terhadap bahan kimia. Mereka mampu menahan lelah (*fatigue*) dengan sangat baik, tidak menimbulkan korosi dan tidak menunjukkan *creep* atau kendur, memiliki relaksasi yang sedikit dibandingkan dengan baja prategang mutu tinggi. Serat karbon juga bisa sebagai penghantar listrik, oleh karena itu dapat menyebabkan korosi galvanik jika bersentuhan langsung dengan baja (Carolin, A. 2003).



Gambar 2.1 Serat Karbon

(Sumber: <https://www.mdpi.com/2073-4360/7/10/1501/html>)

2.4.4 Kaca (*Glass*)

Serat kaca lebih murah dari pada serat karbon dan serat aramid. Sehingga bahan komposit serat gelas menjadi sangat terkenal di banyak pemasangan, contohnya industry perahu. Modulus elastisitas seratnya berkisar 70-85 Gpa dengan elongasi ultimat 2%-5%. Serat gelas sangat sensitive dengan tengangan korosi pada saat tegangan tinggi dan mempunyai masalah dengan relaksasi. Serat kaca sangat sensitif dengan uap/embun, tetapi dengan pemilihan matriks yang tepat serat dapat terlindungi (Carolin, A. 2003).



Gambar 2.2 Serat Kaca

Sumber: (<http://aeroengineering.co.id/2017/09/material-fiberglass-serat-kaca/>)

2.4.5 Aramid

Aramid adalah singkatan dari *Aromatic Polyamid* (Poliamid

Aromatik). Merk yang terkenal dari serat aramid adalah Kevlar, Twaron, Technora, dan SMV. Modulus elastisitas seratnya adalah 70-200 Gpa dengan pemanjangan/elongasi ultimat 1,5% - 5% tergantung kualitasnya. Aramid memiliki energy patah dan oleh karena itu digunakan sebagai hem dan pakaian anti peluru. Serat aramid sensitif terhadap perubahan suhu, kelembapan, dan radiasi sinar ultraviolet dan oleh karenanya jarang dipakai di dalam konstruksi sipil, terlebih serat aramid memiliki masalah dengan relaksasi dan korosi (Carolin, A. 2003).



Gambar 2.3 Serat Aramid

Sumber: (<https://www.mdpi.com/2079-6439/7/2/11>)

2.5 Penggunaan FRP yang Ada Di Pasaran

Adapun penggunaan FRP yang ada di pasaran merupakan bahan perkuatan yang secara luas telah digunakan diberbagai negara seperti Inggris, Afrika Selatan, Jepang, Swiss dan Perancis untuk digunakan sebagai perkuatan pada gedung dan jembatan. (Sianipar, M. T. 2009).

Tabel 2.1 Penggunaan FRP di Dunia

Negara	Proyek	Jumlah	Kontraktor Utama
Argentina	Metro Red	500m ²	Caputo S. A

Negara	Proyek	Jumlah	Kontraktor Utama
Australia	Boiler House	500m	Kane Constructions
Australia	West end Shopping Mall	180m	AB & MA Cick Pty Ltd
Australia	Te Glen Sopping Centre	300m	Constuction Engineering
Austria	IBM Building	1174m	IBM
Austria	Bregenzerac Bridge	1100m	Hembau Gesmbh
Austria	A10 Tauernautobahn	8500m	Strabag AG
Hongkong	Six bayan Temple	2800m ²	Guangzhou Province No. 1 Construction
Qatar	Qafco Prill tower	3600m	Apollo
Singapore	Main Upgrading Project	5500m ²	Hong Lai Huat Construction
Turkey	Frtolay Turkey	1000m ²	Detay Construction Co
Turkey	PETKIM	2500m	Ken Engineering
UK	Highway M11 Bridge	1400m ²	Balvac
UK	West Burton	1600m ²	Bierrum
UK	Leaden Hall Market	400m ²	Rusview

Sumber: (Sianipar, M. T. 2009)

Tabel 2.2 FRP Tersedia di pasaran

Suplier	Trade name	Type of material
DML Composites	DML Composites	Carbon FRP plate Carbon fibre sheet Glass fibre sheet Aramid fibre sheet
Du Pont de Nemours Int. S.A	Kevlar structural Reinfor- Cement Systems	Aramid fibre tape or sheet Aramid FRP sheet
Exchem	Selfix Cabofibe	Carbon FRP plate Carbon fibre sheet Aramid fibre sheet Glass fibre sheet
Feb MBT	Mbrace Mbrace Kevlar*	Carbon fibre sheet Carbon FRP plate Aramid fibre tape and sheet
Sumitomo Corporation Europa [#]	Replark	Carbon fibre prepreg
SBD	Enforce	Carbon FRP plate Carbon fibre sheet
		Glass fibre sheet Aramid fibre tape and sheet
Sika	Sika CarboDur SikaWrap Hex 230C SikaWrap Hex 100G	Carbon FRP plate Carbon fibre sheet Glass fibre sheet
Toray Europe Ltd.	Torayca UT70	Carbon fibre sheet

* In association with Du Pont.

Sumber: (Sianipar, M. T. 2009)

2.6 Bentuk dan Tipe *FRP*

Bentuk *FRP* yang sering digunakan pada perkuatan struktur adalah:

- Plat / *composite*
- *Fabric / Wrap*

Bentuk plat lebih efektif dan efisien untuk perkuatan lentur baik pada balok maupun plat serta pada dinding; sedangkan bentuk wrap lebih efektif dan efisien untuk perkuatan geser pada balok serta untuk meningkatkan kapasitas beban axial dan geser pada kolom. (Sianipar, M. T. 2009). Yang kemudian didukung dengan penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu:

2.6.1 Balok Yang di Perkuat dengan CFRP Strip (Plate)

Endah Kanti, Pangestuti, Nuroji, dan Antonius (2006) telah melakukan penelitian pada penguatan balok beton bertulang dengan CFRP untuk memperkirakan efektivitas penggunaan CFRP pada struktur beton sebagai bahan penguatan lentur dan penguatan eksternal. Dalam penelitian ini, tiga spesimen diuji. Spesimen pertama adalah balok beton bertulang dengan tulangan baja tunggal (BT), yang digunakan sebagai balok kontrol. Spesimen kedua adalah balok beton bertulang dengan tulangan baja tunggal dan CFRP laminasi (BTF). Spesimen terakhir adalah balok beton dengan CFRP laminasi tanpa batang baja (BF). Balok kedua dan ketiga, CFRP dilaminasi di bagian bawah balok dengan epoksi. Dimensi balok adalah 150/250 mm dengan panjang efektif 1900 mm. Semua balok diuji menggunakan pemuatan empat titik untuk mendapatkan pembengkokan murni di rentang tengah.

Hasil penelitian eksperimental menunjukkan bahwa beban ultimate yang bekerja pada balok yang diperkuat BTF adalah 49% lebih tinggi dari BT; kekakuan balok yang diperkuat BTF adalah 68% lebih tinggi dari BT; dan momen retak dari balok yang diperkuat BTF adalah 50% lebih tinggi dari BT. Namun, deformasi dan keuletan dari balok yang diperkuat BTF masing-masing lebih rendah dari BT 77,6% dan 73%. Meskipun menggunakan CFRP

laminasi pada balok beton (BF) dapat meningkatkan kekakuan 33,3% dan momen retak 50%, tetapi menggunakan CFRP laminasi pada balok beton sebagai penguat eksternal tanpa penguat batang baja (BF) tidak efektif, karena tekanan CFRP hanya 41% dari strain maksimum yang mungkin tercapai. Fenomena kegagalan balok beton dengan CFRP laminasi (BTF dan BF) adalah CFRP de-ikatan sebelumnya yang membuat kinerja maksimum CFRP tidak tercapai.

2.6.2 Kolom Yang di Perkuat dengan CFRP Strip (Plate)

Noorhidana, V. A (2011) telah melakukan penelitian pada penguatan kolom bertulang dengan CFRP. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan perilaku kolom beton bertulang tanpa perkuatan CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) dan kolom dengan perkuatan CFRP dibawah pembebanan tekan konsentris, yang dilakukan secara eksperimental. Benda uji berupa 3 buah kolom beton bertulang yang dibagi menjadi 3 seri, yaitu kolom tanpa perkuatan (kode: K-0), kolom dengan perkuatan CFRP 5 strip (kode: K-5), dan kolom dengan perkuatan CFRP 7 strip (kode: K-7), dengan lebar masing-masing strip adalah 50mm. Dimensi kolom 150mm x 150mm dengan tinggi 600mm. Kuat tekan beton 19,09 MPa, dengan mutu baja tulangan 240 MPa untuk D6 (sengkang) dan D10 (tulangan memanjang). Pengujian kolom dilakukan dengan meletakkan kolom dalam posisi berdiri dengan asumsi tumpuan atas dan bawah adalah sendi, kemudian beban tekan vertikal diberikan secara bertahap dari atas kolom sampai kolom mengalami keruntuhan.

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh beban maksimum kolom beton bertulang tanpa perkuatan FRP (K-01 dan K-02) sebesar 38 ton, sedangkan beban maksimum K-5 dan K-7 secara berurutan adalah 46 ton dan 48 ton, atau meningkat sebesar 21% dan 26% terhadap K-0. Kesimpulannya adalah perkuatan FRP pada kolom beton bertulang dapat meningkatkan kapasitas kolom dalam menahan beban tekan. Semakin rapat CFRP yang terpasang maka peningkatan beban maksimum juga semakin besar.

2.6.3 Balok Yang di Perkuat dengan CFRP Wrap

Antonius dan Prihanantio, J. (2009) telah melakukan penelitian pada penguatan balok beton bertulang. Carbon Wrapping mempunyai beberapa keuntungan antara lain mudah dalam pemasangan, mempunyai kuat tarik yang tinggi (3500 MPa), dan dapat dipasang pada bagian permukaan beton, baja maupun kayu. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan utama untuk mengetahui pengaruh pemasangan Carbon Wrapping pada balok beton bertulang ($f_c' = 30$ MPa) terhadap kapasitas lentur dan daktilitas balok. Di dalam program eksperimen, dibuat sebuah benda uji sebagai balok kontrol (kode BK) dan tiga spesimen lainnya berupa balok dengan variasi pemasangan Carbon Wrapping. Penempatan Carbon Wrapping adalah pada bagian bawah balok di sepanjang bentang, yang pertama dipasang sebesar setengah lebar balok (kode BCW-0,5b), kedua dipasang sebesar lebar balok (kode BCW-b), dan ketiga dipasang menyerupai model "U" (kode BCW-U). Balok diuji dengan sistim pengujian kontrol deformasi dengan model pembebanan 'twopoint load'. Hasil penelitian menunjukkan bahwa momen ultimate yang bekerja pada balok yang diperkuat Carbon Wrapping (kode BCW-0,5b) adalah 72,2% lebih tinggi dari BK, dan momen ultimate yang bekerja pada balok yang diperkuat Carbon Wrapping (kode BCW-b) adalah 91,7% lebih tinggi dari BK.

2.6.4 Kolom Yang di Perkuat dengan CFRP Wrap

Tarigan, J. C. dan Barus, S. (2016) telah melakukan penelitian pada penguatan kolom bertulang dengan CFRP. Kolom memegang peranan penting dari suatu bangunan karena memikul beban aksial, momen lentur, dan gaya geser. Dengan adanya perkembangan teknologi, ditemukanlah material jenis baru yang dapat memperkuat beton tanpa harus mengganti beton lama yang telah mengalami kerusakan yaitu Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP). Dengan adanya teknik perbaikan dengan menggunakan carbon fiber tersebut, maka akan terjadi peningkatan kapasitas kolom beton bertulang setelah perbaikan

sehingga variasi pembebanan yang dilakukan dapat menunjukkan seberapa besar pengaruh carbon tersebut untuk mengembalikan kekuatan kolom seperti pada kekuatan awalnya. Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kolom berpenampang bulat dan kolom berpenampang persegi akibat pengaruh Carbon Fiber terhadap kapasitas aksial ultimate kolom dan kekangan yang diberikan oleh tulangan transversal dan CFRP. Peningkatan kapasitas beban aksial ultimate yang signifikan akan memberikan faktor keamanan yang tinggi pada perencanaan kolom. Selain itu, efek kekangan yang diberikan oleh CFRP dan tulangan transversal akan memberikan ketahanan dari gaya-gaya luar maupun gaya-gaya dalam, serta nilai daktilitas yang tinggi. Dalam tugas akhir ini, penulis membahas mengenai pembebanan aksial sentris pada kolom serta peningkatan kekuatan kolom yang digambarkan dalam bentuk output diagram interaksi.

Dari hasil analisis diperoleh bahwa peningkatan kuat tekan setelah dilapisi dengan CFRP pada kolom bulat adalah sebesar 46,05% sementara pada kolom persegi meningkat sebesar 31,4%. Dan pada pembebanan sentris pada kolom hasil eksperimen diperoleh peningkatan kapasitas aksial sebesar 73,26% pada kolom bulat, dan peningkatan kapasitas aksial sebesar 67,42% pada kolom persegi.

Dengan pertimbangan penelitian di atas maka dalam tugas akhir ini penulis menggunakan perkuatan dengan material CFRP Wrap untuk perkuatan kolom beton bertulang dan material CFRP Strip (Plate) untuk perkuatan balok beton bertulang. Berikut ini merupakan tabulasi dari properti *Carbon Fiber Reinforced Polymer*:

**Tabel 2.3 Properti dari Material FRP Berbentuk Lembaran
(Wrap)**

Trade name	Strength (N/mm²)	Modulus (kN/mm²)	Thickness (mm)	Width (mm)
DML Composites	2100	140	Up to 30	Up to 1400
	1400	360	Up to 30	Up to 1400
Enforce	2200-2500	165	1.2, 1.4, 2.1	10,50,80,9 0,100,120
	2200-2500	210	1.2, 1.4, 2.1	50,80,90,1 00,120,15 0
MBrace LM	>2200	150	1.2, 1.4	50,80,100, 120
MBrace HM	>2200	200	1.4	50,80,100, 120,150,2 00
Selfix Carbofibe S	2800	150	1.2, 1.4	50,80,120
Selfix Carbofibe M	3200	200	1.2, 1.4	50,80,120
Selfix Carbofibe H	1600	280	1.2, 1.4	50,80,120
Sika Carbodur S	3050	165	1.2, 1.4	50,60,80,9 0,100,120, 15
Sika Carbodur M	2900	210	1.4	0
Sika Carbodur H	1450	300	1.4	60,90,100 50

Sumber: (Sianipar, M. T. 2009)

Trade Names	Fibre	Strength (kN/mm ²)	Modulus (kN/mm ²)	Areal Weight (g/m ²)	Effective thickness* (mm ²)	Width (mm)
						5 00
Selfix Carbofi	Glass	1099 ⁺	42 ⁺	432	0.167	150,300
beE	Carbon	1417 ⁺	120 ⁺	300	0.167	150,300
Selfix	Aramid	1086 ⁺	61 ⁺	240	0.167	150,300

Sumber: (Sianipar, M. T. 2009)

2.7 Aplikasi FRP Jacketing

Ada tiga jenis teknik pengerjaan metode *retrofitting* FRP Jacketing yaitu dengan *wet lay-up system*, *system based on prefabricated* dan *special automated wrapping system*.

2.7.1 Wet Lay-Up System

Adalah sebuah teknik instalasi FRP pada bagian yang ingin dilakukan perkuatan. Teknik ini merupakan teknik yang paling banyak digunakan dilapangan karena kemudahan pengerjaannya. Hal terus dilakukan berulang-ulang sampai seluruh bagian kolom terlapiasi oleh FRP jacketing seperti pada gambar 2.1. Adapun langkah pengerjaannya adalah:

- Bersihkan dan haluskan permukaan yang akan dihaluskan dengan menggunakan amplas atau gerinda. Jika terjadi kerusakan pada permukaan, lakukan perataan permukaan dengan menambah mortar.
- Basahi bagian permukaan yang akan diberi perkuatan dengan resin/epoxy dalam arah vertical, lapisan laminasi resin/epoxy (yang dicampur dengan katalis/harder) lapiasi dengan menggunakan roller atau kuas.

- Ikuti lapisan pertama potongan serat. Laminasi resin/epoxy ini kemudian dipasang/dibungkus dengan FRP *Jacketing* hingga meresap. Pada lapisan penguat (FRP) ada udara yang terperangkap dapat dikeluarkan dengan menggunakan rol.
- Terus lakukan hal serupa untuk lapisan berikutnya sampai ketebalan yang diinginkan tercapai.



Gambar 2.4 Pengerjaan FRP Jacketing dengan cara Wet Lay-Up System

(Sumber: <https://www.structuremag.org/?p=8643>)

2.7.2 System Based On Prefabricated

Jenis instalasi ini merupakan pengerjaan yang dilakukan (dicetak) di pabrik, dengan cara mencetak jaket FRP dengan permintaan bentuk kolom yang dibutuhkan. Teknik ini merupakan teknik yang paling cepat pengerjaannya karena sudah dicetak di pabrik dan di lapangan cukup pemasangan saja. Akan tetapi kendala yang sering terjadi adalah ukuran dari cetakan jaket FRP yang didapat dari pabrik terkadang tidak sesuai dengan ukuran di lapangan, sehingga terjadi kelebihan atau kekurangan ukuran di lapangan. Lihat gambar 2.2 untuk melihat teknik pemasangan fabrikasi FRP jacketing.



Gambar 2.5 Pengerjaan FRP dengan Metode Prefabricated Elements
Sumber: (Makhdum, F. 2012)

2.7.3 Special Automated Wrapping System

Teknik instalasi ini merupakan pengerjaan yang melibatkan mesin sebagai alat yang memasang material perkuatannya yang bekerja secara otomatis untuk membungkus jaket FRP. Teknik ini dikembangkan di negara Jepang awal tahun 1990 dan akhir-akhir ini dikembangkan di Amerika. Sistem pengerjaan yang cepat dan mempunyai kualitas control yang baik merupakan keunggulan dari sistem ini. Namun metode ini terbatas pada bentuk dari penampang kolom itu sendiri yang harus berberntuk lingkaran. Gambar 2.3 menunjukkan alat pembungkus otomatis jaket FRP yang digunakan.

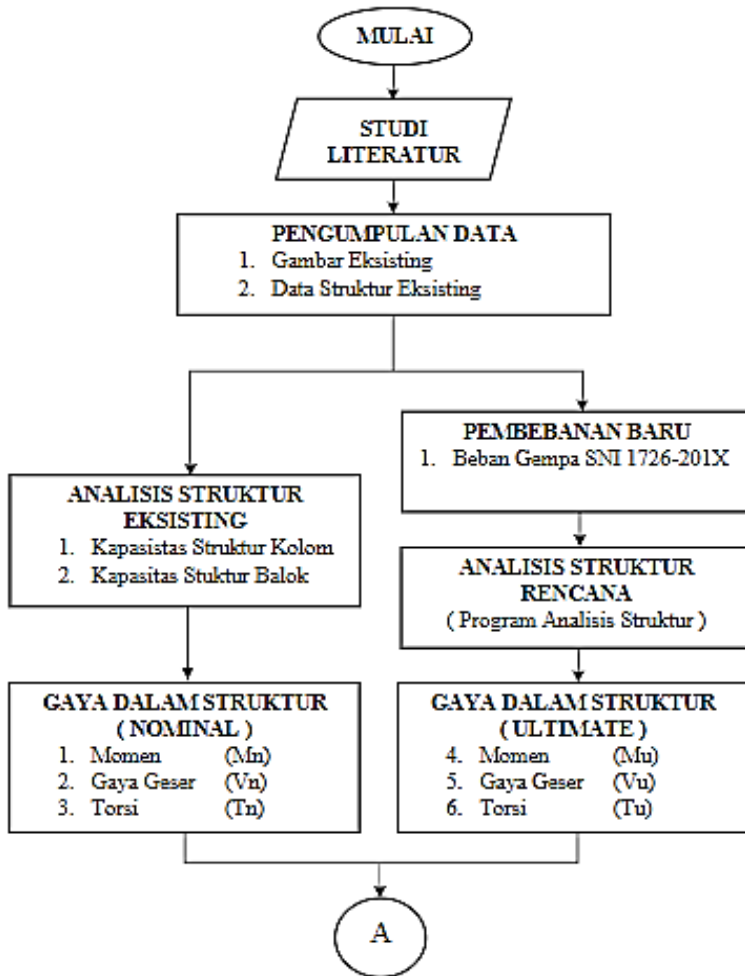


Gambar 2.6 Alat Otomatis untuk Jacketing FRP
Sumber: (Oltean, R., dkk., 2009)

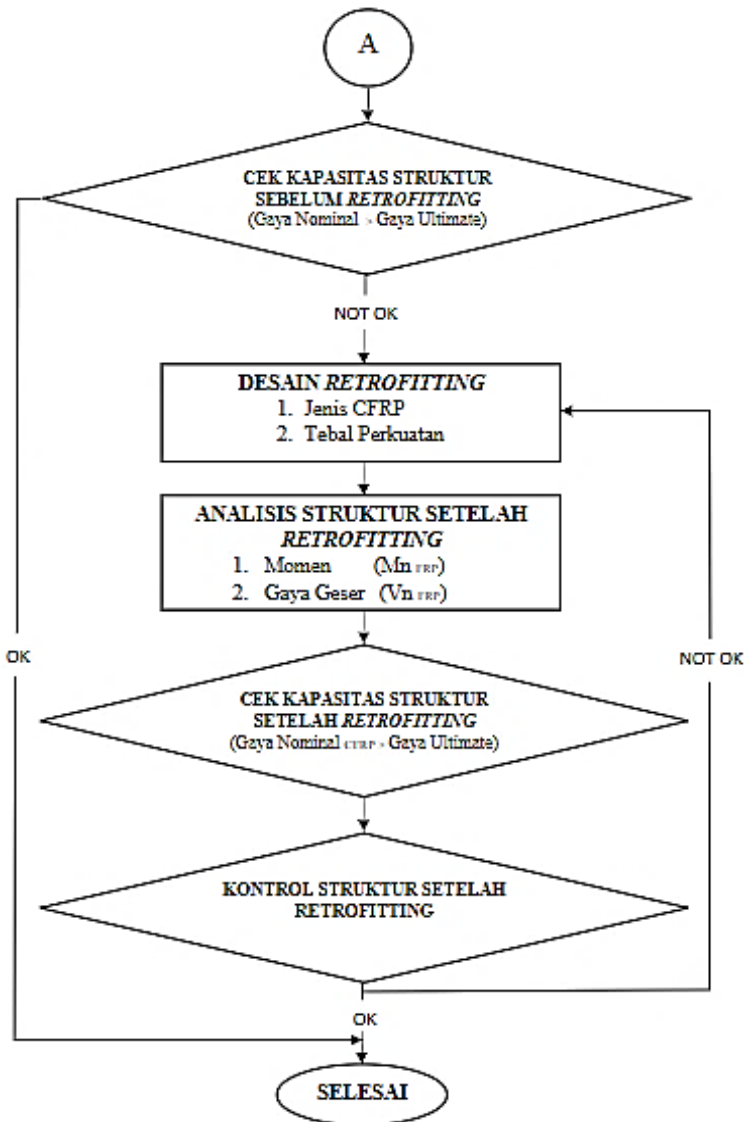
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Perencanaan



Gambar 3.1 Diagram Alir Bagian I



Gambar 3.2 Diagram Alir Bagian II

3.2 Konfigurasi Bangunan

Konfigurasi bangunan terdapat pada data eksisting sebagai berikut:

1. Tipe Bangunan : Gedung Apartemen
2. Nama gedung : Apartemen The Conexio Superblock
3. Lokasi Analisis : Yogyakarta
4. Tinggi Bangunan : 80,8 m (Lt. Dasar – Lt. 27)
5. Dimensi Bangunan : 52 m x 41 m
6. Jumlah Lantai : 27
7. Struktur Bangunan : Beton Bertulang
8. Mutu Beton ($f'c$) : 37.35 MPa atau Setara K 450
(Kolom dan *Shear Wall*)
: 29.05 MPa atau Setara K 350
(Balok dan Pelat)

3.3 Studi Literatur

Literatur yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini bersumber dari beberapa buku, jurnal, dan peraturan. Literatur – literatur yang digunakan dicantumkan pada daftar pustaka.

3.4 Pembebanan Struktur

3.4.1 Beban Gravitasi

Penggunaan beban yang ada mengikuti peraturan yang ada di SNI 1727:2013 dan kombinasi pembebanan menggunakan SNI 1727-2013 pasal 2.3.2 antara lain:

3.4.1.1 Beban Mati

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon,

tangga, dinding partisi tetap, finishing, kulit bangunan gedung dan komponen arsitektural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran. (SNI 1727-2013 Pasal 3.1.1)

3.4.1.2 Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati. (SNI 1727-2013) Pasal 4.1)

3.4.2 Kombinasi Pembebanan

Terdapat beberapa alternatif yang dapat dipakai dalam menentukan kombinasi beban, diantaranya yaitu kombinasi beban layan dan kombinasi beban ultimate (SNI 1726-2012 dan SNI 1726-201X).

3.4.2.1 Kombinasi Beban pada Kondisi Layan:

Pada SNI 1726-2012 dan SNI 1726-201X tercantum kombinasi sebagai berikut:

1. D
2. $D + L$
3. $D + (L_r \text{ atau } R)$
4. $D + 0,75 L + 0,75 (L_r \text{ atau } R)$
5. $D + (0,6W)$
6. $D + 0,75 (0,6W) + 0,75 L + 0,75 (L_r \text{ atau } R)$
7. $0,6 D + 0,6 W$

3.4.2.2 Kombinasi Beban pada Kondisi Ultimate

Pada SNI 1726-2012 Pasal 4.2.2 tercantum beberapa kombinasi seperti berikut:

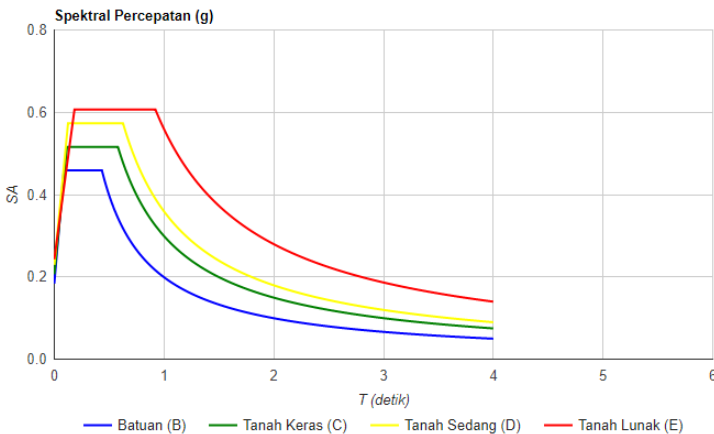
1. $1,4 D$
2. $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
3. $1,2 D + 1,6 (L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$
4. $1,2 D + 1,0 W + 1,0 L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
5. $1,2 D + 1,0 E + 1,0 L$

6. $0,9 D + 1,0 W$

7. $0,9 D + 1,0 E$

3.4.3 Beban Gempa

Perencanaan beban gempa akan dianalisis dengan metode respons spektrum pada tugas akhir ini, perhitungan gaya gempa digunakan analisis dinamik sesuai persyaratan SNI 03-1726-2012 dan juga menggunakan SNI 1726-201X mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Untuk Penggambaran grafik respon spektrum diperoleh dari aplikasi sistem online, dari web yang disediakan oleh Dinas Pekerjaan Umum untuk perencanaan beban gempa (<http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain Spektra Indonesia>) dan dengan hasil bor log diketahui bahwa tanah di daerah ini tergolong tanah lunak. (Hasil bor log terlampir)



Gambar 3.3 Spektral Percepatan (g)

Tabel 3.1 Nilai Spektral Diperoleh dari Puskim.pu.go.id

Variabel	Nilai
PGA (g)	0.359
S _S (g)	0.689
S _I (g)	0.299
C _{RS}	0.999
C _{RI}	0.938
F _{PGA}	1.141
F _A	1.249
F _V	1.803
PSA (g)	0.410
S _{MS} (g)	0.860
S _{MI} (g)	0.538
S _{DS} (g)	0.573
S _{D1} (g)	0.359
T ₀ (detik)	0.125
T _S (detik)	0.626

**Tabel 3.2 Nilai Spektral Diperoleh dari Peta Gempa SNI
1726-201X**

Variabel	Nilai
S _S (g)	1,5
S _I (g)	0,6
F _A	1
F _V	1,7
S _{MS} (g)	1,5
S _{MI} (g)	1,02
S _{DS} (g)	1
S _{D1} (g)	0,68
T ₀ (detik)	0,136
T _S (detik)	0,68

3.5 Tinjauan Parameter Perhitungan Gempa

Lokasi Gedung Gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock yang dibangun adalah di Jakarta. Adapun lokasi analisis Gedung ini dipindahkan ke Yogyakarta untuk mendapatkan gaya gempa yang lebih besar. Ada beberapa tinjauan mengenai perhitungan gempa yang perlu diperhatikan untuk mengetahui kriteria yang paling cocok untuk perhitungan struktur yang tahan gempa. Menurut SNI 1726-2012, gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewat sebesar 2 %.

3.5.1 Kategori Risiko Gedung dan Faktor Keutamaan Gempa

Faktor keutamaan gempa ditentukan dari jenis pemanfaatan gedung sesuai dengan kategori risiko pada peraturan. Kategori risiko untuk gedung apartemen masuk dalam kategori risiko II dengan faktor keutamaan gempa (I_e) 1,0.

Tabel 3.3 Kategori Resiko Gedung Apartemen

Jenis Pemanfaatan	
<p>Gedung dan non Gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan – Fasilitas sementara – Gudang penyimpanan – Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
<p>Semua Gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Perumahan – Rumah took dan rumah kantor – Pasar – Gedung perkantoran – Gedung apartemen/ rumah susun – Pusat perbelanjaan/ mall – Bangunan industry – Fasilitas manufaktur – Pabrik 	II
<p>Gedung dan non Gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bioskop – Gedung pertemuan – Stadion – Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat – Fasilitas penitipan anak – Penjara – Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan non Gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk</p>	III

Jenis Pemanfaatan	
<p>menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari – hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Pusat pembangkit listrik biasa – Fasilitas penanganan air – Fasilitas penanganan limbah – Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan non Gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran</p>	IV
<p>Gedung dan non Gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bangunan – bangunan monumental – Gedung sekolah dan fasilitas Pendidikan – Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat – Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat – Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya – Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat 	IV

Jenis Pemanfaatan	
<ul style="list-style-type: none"> Struktur tambahan (termasuk Menara telekomunikasi, tangka penyimpanan bahan bakar, Menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangka air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat 	
Gedung dan non Gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV	

Tabel 3.4 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,00
III	1,25
IV	1,50

3.5.1 Kelas Situs

Dalam menentukan klasifikasi kelas situs tata cara diatur dalam SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2018 pasal 5.3. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan menentukan nilai N berdasarkan data hasil SPT.

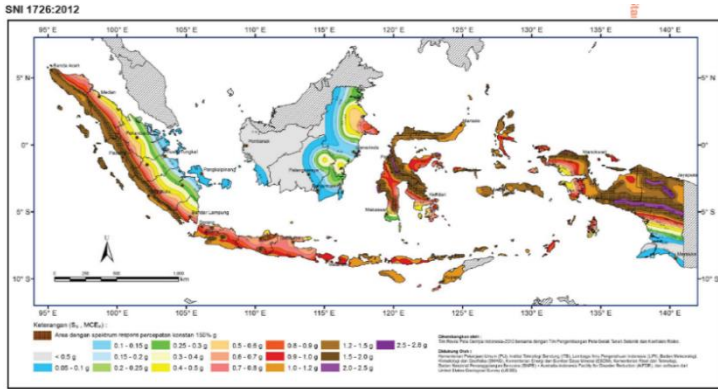
Tabel 3.5 Kelas Situs

Kelas situs	\bar{v}_s (m/detik)	\bar{N} atau \bar{N}_{ch}	\bar{s}_u (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan)	350 sampai 750	>50	≥ 100

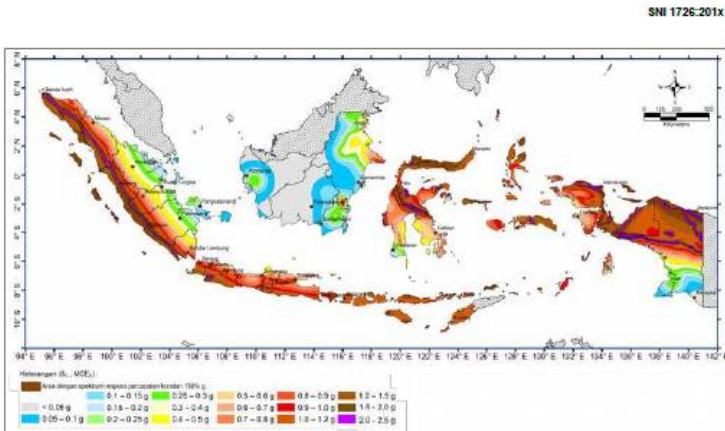
Kelas situs	\bar{v}_s (m/detik)	\bar{N} atau \bar{N}_{ch}	\bar{s}_u (kPa)
batuan lunak)			
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	<175	<15	<50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut: 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$ 2. Kadar air, $w \geq 40\%$ 3. Kuat geser niralir $\bar{s}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan Indeks Plastisitas $PI > 75$) - Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_u < 50$ kPa		

3.5.1 Parameter Respon Spectral

S_s adalah parameter percepatan respons spectral MCE dari peta gempa pada perioda pendek, redaman 5 persen, yang disajikan pada SNI 1726-2012 dan SNI 1726-201X. Nilai S_s diperoleh dari letak bangunan sesuai dengan peta zona Indonesia pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



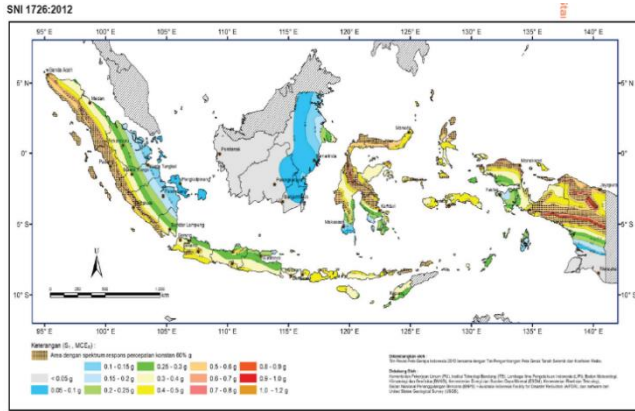
Gambar 3.4 Ss (parameter respon spectral percepatan gempa ditetapkan untuk periode pendek 0.2 detik SNI 1726-2012)



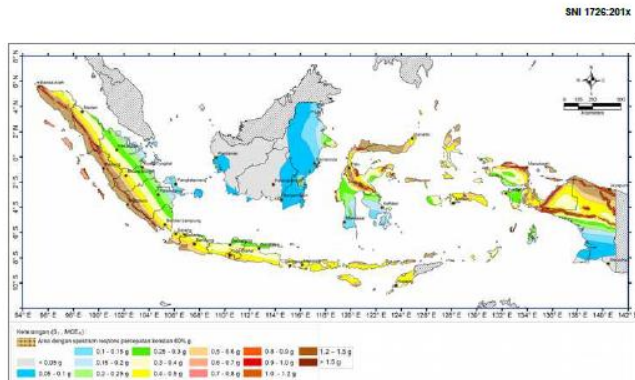
Gambar 3.5 Ss (Parameter respon spectral percepatan gempa ditetapkan untuk periode pendek 0.2 detik SNI 1726-201X)

S1 adalah parameter percepatan respons spectral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5 persen, dan disajikan pada SNI 1726-2012 dan SNI 1726-201X. Nilai S1 diperoleh dari letak bangunan sesuai dengan peta zona gempa Indonesia Gambar 3.4

dan Gambar 3.5.



Gambar 3.6 S1 (parameter respon spectral percepatan gempa terpetakan untuk perioda 1 detik SNI 1726-2012)



Gambar 3.7 S1 (parameter respon spectral percepatan gempa terpetakan untuk perioda 1 detik SNI 1726-201X).

Dalam penentuan respon spectral percepatan gempa MCER di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada perioda 0,2 detik dan perioda 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan getaran perioda

pendek (F_a)an perioda 1 detik (F_v), parameter spektrum respons percepatan perioda pendek (S_M s) dan perioda 1 detik (S_{M1}) yang sesuai dengan pengaruh klasifikasi situs. Dari perhitungan tersebut nantinya akan ditentukan kategori risiko dan sistem penahan gaya seismic untuk perencanaan gedung apartemen.

3.5.2 Menentukan faktor amplifikasi getaran

Untuk menentukan respons spectral percepatan gempa MCER di permukaan tanah, diperlukan faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek (F_a) dan faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda 1 detik (F_v). Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek (F_a) bergantung pada nilai situs terdahulu dan nilai S_s , sementara faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda 1 detik (F_v) bergantung pada kelas situs terdahulu dan nilai S_1 .

Tabel 3.6 Koefisien Situs F_a

Kelas Situs	Parameter respon spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada perioda pendek, $T = 0,2$ detik, S_s				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS^b				

Tabel 3.7 Koefisien Situs Fv

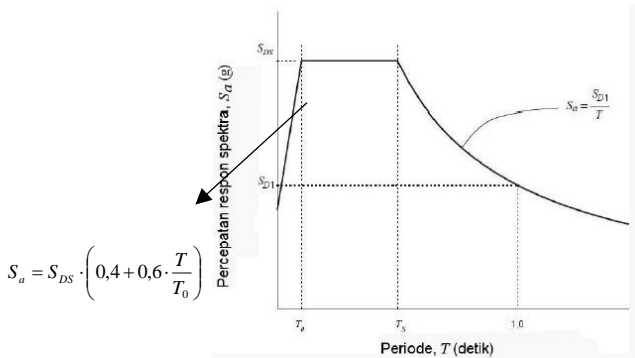
Kelas Situs	Parameter respon spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada perioda pendek, T = 1 detik, S _s				
	S ₁ ≤ 0,1	S ₁ = 0,2	S ₁ = 0,3	S ₁ = 1	S ₁ ≥ 0,5
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS				

Catatan:

1. Untuk nilai – nilai antara S_s dapat dilakukan interpolasi linier
2. S_s = situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respon situs spesifik

3.5.3 Respon Spektra Desain

Dari parameter-parameter yang didapat pada perhitungan sebelumnya, dapat dibuat suatu grafik spectrum percepatan desain yang nantinya akan digunakan dalam desain. Berikut adalah grafik spectrum respon percepatan yang diambil dari sumber SNI 1726-2012 pasal 6.4:



Gambar 3.8 Respon Spektra Desain

Keterangan:

S_{DS} = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek;

S_{D1} = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik;

T = perioda getar fundamental struktur.

T_0 = 0,2 (S_{D1}/S_{DS})

T_S = S_{D1}/S_{DS}

3.5.4 Kategori Desain Seismik

Dari nilai S_{DS} , S_{D1} dan kategori resiko gedung akan didapatkan dua kategori desain seismik. Nilai yang diambil adalah yang paling terbesar dari kedua K_{DS} tersebut. Nilai tersebut didapatkan harus dari nilai dalam Tabel 3.8 dan Tabel 3.9.

Tabel 3.8 Kategori Desain Seismik Fa Perioda 0,2 detik

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 3.9 Kategori Desain Seismik Fv Perioda 1 detik

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

3.5.5 Menentukan Sistem Struktur dan Parameter Struktur

Sistem rangka pemikul momen (SRPM) adalah sistem rangka ruang dimana komponen – komponen struktur balok, kolom, dan sambungan menahan gaya – gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser, dan aksial. SRPM dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB); suatu sistem rangka yang memenuhi ketentuan – ketentuan SNI beton pasal 1 – 20 dan 22, serta Pasal 21.1.2 dan 21.2. sistem rangka ini pada dasarnya memiliki tingkat daktilitas terbatas dan hanya cocok digunakan untuk bangunan yang dikenakan maksimal KDS B
- b. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM); suatu sistem rangka yang selain memenuhi ketentuan – ketentuan untuk rangka pemikul momen biasa juga memenuhi *detailing* pasal 21.1.2 dan 21.1.8 serta 21.3. sistem ini pada dasarnya memiliki tingkat daktilitas sedang dan dapat digunakan untuk bangunan yang dikenakan maksimum KDS C.
- c. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK); Suatu sistem rangka yang selain memenuhi ketentuan – ketentuan untuk rangka pemikul momen biasa juga memenuhi ketentuan – ketentuan pasal 21.1.2 hingga 21.1.8, pasal 21.5 hingga 21.8, serta pasal 21.11 hingga 21.13. Sistem ini memiliki tingkat daktilitas penuh dan harus digunakan untuk bangunan yang dikenakan KDS D, E, dan F.

3.5.6 Sistem Penahan Gaya Seismik

Tabel 3.10 Faktor R, Cd dan Ω_0 Sistem Penahan Gaya Gempa

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat-lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^b	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m) ^c					
				Kategori desain seismik					
				B	C	D ^d	E ^d	F ^e	
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempa yang ditetapkan									
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB	TB
3. Dinding geser beton bertulang khusus	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB	TB
4. Dinding geser beton bertulang biasa	6	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB	TB
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	6	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB	TB
7. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7½	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB	TB
8. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	7	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB	TB
9. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	6	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB	TB
10. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	3	5	TB	TB	TB	TB	TB	TB
11. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	3	3½	TB	TB	TB	TB	TB	TB
12. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB	TB
13. Dinding geser pelat baja khusus	8	2½	6½	TB	TB	TB	TB	TB	TB

Penggunaan elemen beton yang termasuk diafragma tidak fleksibel harus memperhitungkan momen torsi bawaan (M_t) yang merupakan hasil dari eksentrisitas pusat masa ditambah momen torsi tak terduga (M_{ta}) yang diakibatkan oleh perpindahan pusat massa dari lokas iaktual yang diasumsikan pada arah dengan jarak 5% dimensi struktur tegak lurus terhadap gaya gempa.

Jika gempa diterapkan di dua arah orthogonal secara serempak, perpindahan pusat massa sebesar 5% tidak perlu diterapkan ke dua arah secara bersamaan, tetapi diterapkan dalam arah yang pengaruhnya lebih besar.

Sistem struktur yang dipilih harus sesuai dengan Batasan dan memperhatikan koefisien dalam jenis sistem struktur sesuai dengan SNI 1726:2012 pasal 7.2.2.

3.5.7 Perhitungan Gaya Gempa Dasar (*Base Shear*)

Gaya gempa dasar (V), pada arah pembebanan gempa struktur eksisting harus ditentukan berdasarkan pada SNI 1726-

2012 dengan persamaan:

$$V = C_s \times W \quad 3.1$$

Dimana:

C_s = Koefisien respons gempa

W = Berat struktur bangunan yang terdiri dari beban mati dan beban lainnya yang termasuk pada pasal 12.7.2

3.5.8 Perhitungan Koefisiens Respon Gempa

Perhitungan koefisiens respon gempa, C_s harus dihitung berdasarkan:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad 3.2$$

Dimana:

S_{DS} = Percepatan respon spektrum pada periode pendek

R = Faktor modifikasi respon, dalam tabel 12.2-1

I_e = faktor keutamaan gempa sesuai dengan 4.1.2

Tetapi nilai C_s tidak perlu melebihi dari nilai berikut ini (SNI 1726-2012):

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad 3.3$$

Dan pada SNI (1726-201X) nilai C_s tidak perlu melebihi:

$$C_s = \frac{S_{D1} T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad \text{untuk } T > T_L \quad 3.4$$

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad \text{untuk } T \leq T_L \quad 3.5$$

Nilai C_s harus tidak kurang dari:

$$C_s = 0,044S_{DS}I_e \geq 0,01 \quad 3.6$$

Sebagai tambahan untuk struktur yang berloka di daerah dimana S_1 sama dengan atau lebih besar dari 0,6g , maka C_s harus tidak kurang dari :

$$C_s = \frac{0,5S_1}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad 3.7$$

Keterangan:

Dimana I_e dan R sebagaimana didefinisikan dalam 7.8.1.1 dan

S_{D1} = Parameter percepatan spektrum respons desain pada periode sebesar 1,0 detik, seperti yang ditentukan dalam 6.10.4

T = Periode fundamental struktur (detik) yang ditentukan 7.8.2

T_L = Periode peralihan untuk periode panjang yang ditentukan pada peta.

S_1 = Parameter percepatan pucak respon maksimum yang dipetakan yang ditentukan sesuai 6.10.4

3.5.9 Perkiraan T Fundamental

Waktu getar struktur, T , pada arah pembebanan gempa harus ditentukan menggunakan property struktural dan karakteristik deformasi dari komponen pemikul pada analisis, waktu getar fundamental, T , tersebut tidak boleh melebihi koefisien batas maksimum waktu getar (C_u) dari SNI dan perkiraan waktu fundamental (T_a) yang ditentukan berdasarkan pasal 7.8.2.1. Sebagai alternatif untuk menentukan waktu getar fundamental, T , diperbolehkan untuk menggunakan perkiraan waktu getar gedung, T_a , yang ditentukan berdasarkan pasal 7.8.2.1.

Perkiraan waktu getar fundamental (T_a) dalam detik, dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$T_a = C_t h_n^x \quad 3.8$$

Dimana h_n adalah tinggi struktur, dan koefisien C_t dan x ditentukan dalam SNI 1726-2012 pada Table 15 dan SNI 1726-201X pada Tabel 1.

Tabel 3.11 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang di Hitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Tabel 3.12 Nilai Perkiraan Parameter Waktu Getar C_t dan x

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka pemikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 ^a	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 ^a	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 ^a	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 ^a	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488 ^a	0,75

3.5.10 Distribusi Beban Gempa Vertikal

Gaya gempa lateral (F_x) (Kip atau KN) yang terjadi pada tiap tingkat harus ditentukan dengan persamaan:

$$F_x = C_{vx} V \quad 3.9$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad 3.10$$

Dimana:

C_{vx}	= Faktor distribusi vertical
V	= Gaya gempa dasar
w_i dan w_x	= Bagian berat seismic efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x
h_i dan h_x	= Tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x dinyatakan dalam meter (m)
k	= Eksponen yang terkait dengan periode struktur sebagai berikut:

Untuk struktur yang mempunyai periode sebesar 0,5 detik atau kurang, $k = 1$

- Untuk struktur yang mempunyai periode sebesar 2,5 detik atau lebih, $k = 2$

- Untuk struktur yang mempunyai periode antara 0,5 dan 2,5 detik, k harus sebesar 2 atau harus ditentukan dengan interpolasi linear antara 1 dan 2.

3.5.1 Distribusi Beban Gempa Horizontal

Gaya geser pada tiap tingkat lantai (V_x) harus dihitung dengan persamaan (SNI 1726-22012 dan 1726-201X pada pasal 7.8.4):

$$V_x = \sum_{i=x}^n F_i \quad 3.11$$

Keterangan:

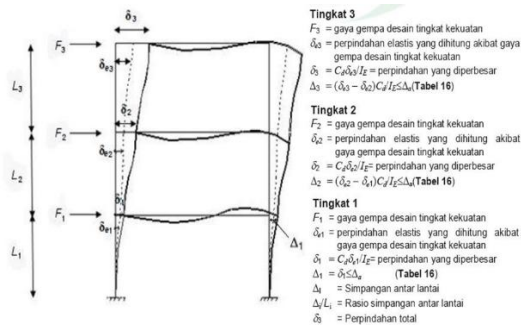
F_i adalah bagian dari geser dasar seismic (V) yang timbul di tingkat i dan dinyatakan dalam kilo newton (kN)

Gaya geser tingkat (V_x) (Kip atau kN) harus dibagikan keberbagai elemen vertical sebagai bagian dari sistem pemikul beban gempa pada tingkat yang ditinjau berdasarkan kekakuan lateral relative dari elemen pemikul vertikal dan diagfragma.

3.5.2 Kontrol Drift (Defleksi Bangunan)

Sesuai SNI 1726-2012 pasal 7.8.6: Defleksi tiap lantai >

Defleksi ijin. Penentuan Simpangan antar lantai tingkat desain harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Apabila pusat massa terletak tidak segaris dalam arah vertikal, diijinkan untuk menghitung defleksi didasar tingkat berdasarkan proyeksi vertika dari pusat massa tingkat di atasnya. Jika desain tegangan ijin digunakan, defleksi harus dihitung menggunakan gaya gempa tingkat kekuatan yang ditetapkan tanpa reduksi untuk desain tegangan ijin.



Gambar 3.9 Perhitungan Simpangan Tiap Lantai

3.6 Analisis Struktur

Analisis struktur dalam perhitungan gedung ini akan dilakukan dengan menggunakan Program Analisis Struktur ETABS 2016. Dari hasil analisis menggunakan program tersebut akan didapat hasil gaya-gaya dalam dari struktur bangunan yang ditinjau. Untuk mengetahui kapasitas struktur eksisting, dilakukan analisis perhitungan kemampuan elemen struktur yaitu balok dan pelat sesuai dengan peraturan yang diberlakukan oleh Badan Standar Nasional, 2013. Mengenai Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013).

3.7 Perhitungan Kapasitas Elemen Struktur

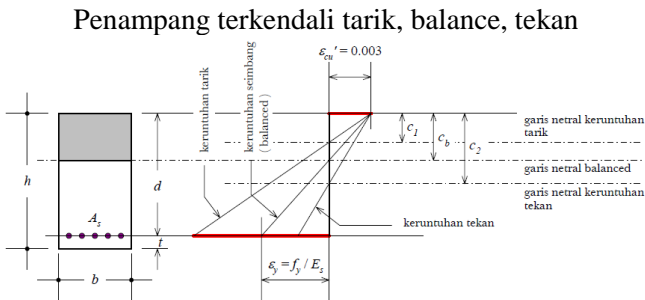
3.7.1 Balok

Balok merupakan salah satu dari elemen struktur yang digunakan untuk memikul beban yang bekerja secara transversal dari panjangnya dan mentransfer beban tersebut ke kolom secara vertikal sebagai penumpu dari balok. Balok merupakan struktur elemen lentur yaitu elemen struktur yang dominan memikul momen lentur, geser dan torsi.

3.7.1.1 Perilaku Penampang Balok

Balok beton polos tanpa tulangan pada umumnya tidak efisien untuk berfungsi sebagai komponen struktur lentur karena kuat tariknya yang jauh lebih kecil dari pada tekannya sehingga mengalami kegagalan tarik. Untuk beton bertulang gaya tarik yang timbul sebagai akibat dari momen lentur yang ditahan oleh tulangan baja, sedangkan beton bekerja menahan gaya tekan (Agus Setiawan, 2016).

Berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 10.3 terdapat tiga macam tipe keruntuhan pada penampang beton dan tulangan baja, antara lain adalah:



Gambar 3.10 Penampang terkendali tarik, balance, tekan

1. Beton sudah runtuh akan tetapi tulangan baja belum leleh, keadaan ini disebut sebagai keruntuhan tekan (*compression failure*), hal ini berarti penampang yang bertulang terlalu kuat

(*over reinforced*) dimana regangan tarik tulangan $\varepsilon_t \leq 0.003$, ketika beton mencapai regangan ultimitnya 0.003.

2. Beton mengalami keruntuhan bersamaan dengan lelehnya baja tulangan, ini disebut keruntuhan seimbang (*balanced failure*), dan ini terjadi pada penampang yang bertulangan seimbang (*balanced reinforced*) dimana $f_y/E_s < \varepsilon_t < 0.005$.
3. Beton belum runtuh tapi baja sudah leleh, keadaan ini disebut keruntuhan tarik (*tension failure*), dan ini terjadi pada penampang yang bertulangan lemah (*under-reinforced*) dimana $\varepsilon_t \geq 0.005$, ketika beton mencapai regangan ultimitnya 0.003.

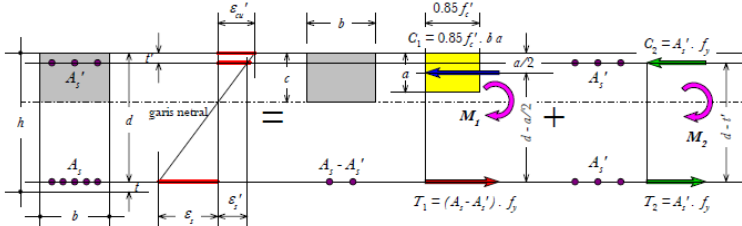
Penampang balok didesain menggunakan tulangan rangkap yaitu kombinasi anatar tulangan tarik (As) pada momen positif dan tulangan tekan (As') pada momen negatif dari suatu penampang balok. Adapun keuntungan dari penggunaan tulangan rangkap antara lain (Setiawan, 2016):

1. Mengurangi lendutan jangka panjang
Fungsi utama tulangan tekan yaitu mengurangi lendutan dalam waktu jangka panjang.
2. Meningkatkan daktilitas penampang
Adanya tulangan tekan akan mengurangi nilai a yaitu tinggi balok mengalami tegangan tekan, dengan berkurangnya nilai a maka regangan tarik akan naik sehingga menghasilkan perilaku beton yang daktail.
3. Menghasilkan keruntuhan tarik
Pemasangan tulangan tekan mencukupi maka akan menghindari keruntuhan tekan, sehingga memungkinkan mengalami kelelahan pada tulangan.
4. Memudahkan fabrikasi
Memudahkan saat pemasangan tulangan geser.

3.7.1.2 Kapasitas Lentur Balok

Pada perencanaan tulangan rangkap pada prinsipnya penampang beton yang tertekan dibuat sekecil mungkin dengan cara membuat posisi garis netral yang letaknya lebih mendekati pada tulangan

tekan (A_s') dengan tetap memperhatikan komponen tulangan tarik (A_s) dan tulangan tekan (A_s''). Berikut ini adalah diagram tegangan-regangan lentur tulangan rangkap:



Gambar 3.11 Diagram tegangan regangan penampang balok

Proses perhitungan cara menganalisis kapasitas struktur lentur lentur eksisiting akibat pertambahan beban, sebagai berikut:

- Sebelum menganalisis harus mengetahui data-data proyek yaitu mutu beton (f_c'), mutu tulangan (f_y), detail penulangan balok di tumpuan dan lapangan.
- Mencari nilai a yaitu tinggi beton yang mengalami tekan menggunakan prinsip kesetimbangan $C = T$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c' b_e} \quad 3.12$$

- Memeriksa apakah tulangan sudah mengalami leleh apa belum leleh.
 - Periksa nilai c

$$c = \frac{a}{\beta_1} \quad 3.13$$

- Syarat leleh apabila,

$$f_s' > f_y \quad 3.14$$

$$f_s' = 600 \left(1 - \frac{d'}{c} \right) \quad 3.15$$

- Syarat belum leleh apabila,

$$f_s < f_y \quad 3.16$$

$$C_c = 0.85 f_c' ab \quad 3.17$$

$$C_s = A_s' [f_s' - 0.85 f_c'] \quad 3.18$$

$$T = A_s f_y = (C_c + C_s) \quad 3.19$$

- Cari nilai c pada kondisi belum leleh

$$A_s f_y = (C_c + C_s) \quad 3.20$$

$$A_s \cdot f_y = 0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b \quad 3.21$$

$$+ A_s' \left[600 \cdot \left(\frac{c - d'}{c} \right) - 0,85 \cdot f_c' \right]$$

$$0 = (0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + (A_s' 600 - 0,85 \cdot f_c' \cdot A_s' - A_s \cdot f_y) c - 600 A_s' d'$$

$$0 = K_1 c^2 + K_2 c + K_3$$

$$c = \frac{-K_2 \pm \sqrt{K_2^2 - 4K_1 K_3}}{2K_1}$$

$$K_1 = 0.85 f_c' \beta_1 b$$

$$K_2 = A_s' (600 - 0.85 f_c') - A_s f_y$$

$$K_3 = -600 A_s' d'$$

Keterangan:

β_1 = Didapat dari SNI 2847-2013 Pasal 10.2.7.3 sebagai berikut:

$$\text{Untuk } f_c' \leq 28 \text{ Mpa} \quad \beta_1 = 0,85$$

$$\text{Untuk } 28 \text{ Mpa} < f_c' < 56 \text{ Mpa} \quad \beta_1 = 0,85 \times 0,05 \frac{f_c' - 28}{7}$$

$$\text{Untuk } f_c' > 56 \text{ Mpa} \quad \beta_1 = 0,65$$

d' = Jarak serat tekan terluar sampai titik berat tulangan tekan (mm)

d' = tebal deking + \emptyset tulangan geser + $\emptyset \frac{1}{2}$ tulangan tekan

- A_s = luas tulangan tarik (mm^2)
 A'_s = luas tulangan tekan (mm^2)
 C_c = gaya tekan beton (N)
 C_s = gaya tekan baja tulangan (N)
 T_s = gaya tarik baja tulangan (N)

d. Menghitung momen kapasitas lentur balok

- Momen nominal sudah leleh

$$\phi M_n = \phi \left[A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right] \quad 3.22$$

- Momen nominal belum leleh

$$\phi M_n = \phi \left[C_c \left(d - \frac{a}{2} \right) + C_s (d - d') \right] \phi \quad 3.23$$

3.7.1.3 Kapasitas Geser Balok

Tulangan geser berfungsi untuk memperkaku penampang beton agar tidak runtuh secara tiba-tiba. Terjadinya keruntuhan geser pada beton merupakan terjadi retak miring hal ini disebabkan akibat tegangan geser yang tinggi pada penampang beton. Berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 11.4.1.1 tulangan geser dipasang tegak lurus terhadap komponen struktur, yang mengikat tulangan utama pada struktur tersebut. Proses perhitungan cara menganalisis kapasitas geser balok eksisting akibat penambahan beban, sebagai berikut:

- a. Kekuatan geser nominal (V_n) merupakan kombinasi antara kekuatan geser yang dipikul oleh beton (V_c) dan kekuatan geser yang dipikul oleh tulangan baja (V_s). Berikut ini adalah persamaan kekuatan geser nominal (V_n):

$$V_n = V_c + V_s \quad 3.24$$

- b. Besarnya nilai kekuatan geser yang dipikul oleh beton (V_c) menurut SNI 2847-2013 yaitu:

$$V_c = 0.17 \lambda \sqrt{f_c'} b_w d \quad 3.25$$

- c. Besarnya nilai kekuatan geser yang dipikul oleh tulangan baja (V_s) menurut SNI 2847-2013 yaitu:

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{V_s} \quad 3.26$$

3.7.2 Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (frame) struktural yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Karena kolom merupakan komponen tekan, maka keruntuhan pada satu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan collapse (runtuh) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh batas total (ultimit total collapse) seluruh strukturnya (Jenefer Teofany Kaontole dkk.,2015).

3.7.2.1 Kapasitas Tulangan Logitudinal Penahan Lentur

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 10.3.6.2 persamaan 10-2 kapasitas beban aksial pada kolom tidak boleh melebihi persamaan berikut ini:

$$\phi P_n = \phi 0.8 [0.85 f_c' (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \quad 3.27$$

Dimana:

$$A_g = b_{kolom} x h_{kolom} \quad 3.28$$

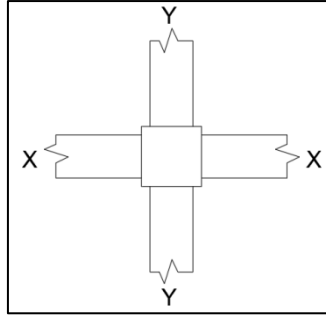
$$A_{st} = n \frac{1}{4} \pi d^2 \quad 3.29$$

3.7.2.2 Cek Strong Coloum Weak Beam

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.2.2 persamaa 21-1, kekuatan kolom harus memenuhi persamaan berikut:

$$\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}$$

3.30



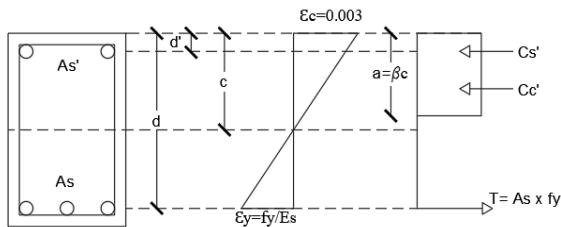
Gambar 3.12 Hubungan Balok dan Kolom

Dimana:

ΣM_{nc} = Jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint.

ΣM_{nb} = Jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint. Pada konstruksi balok-T, bilamana slab dalam kondisi tarik akibat momen-momen di muka joint, tulangan slab dalam lebar slab efektif yang didefinisikan dalam 8.12 harus diasumsikan menyumbang kepada M_{nb} jika tulangan slab disalurkan pada penampang kritis untuk lentur.

- Menentukan nilai M_{nb}^+ dan M_{nb}^-



Gambar 3.13 Diagram Tegangan Regangan Penampang Balok

- a. Menentukan tinggi efektif balok

$$d = h - \text{decing} - \phi_{\text{senggang}} - (1/2 \phi_{\text{tulangan utama}}) \quad 3.31$$

- b. Mencari panjang kesetimbangan balok dan nilai a
Kondisi I ($f_s' < f_y$) → belum leleh

$$f_s' = \left(1 - \frac{d'}{c}\right) 600 \quad 3.32$$

Berdasarkan persamaan kesetimbangan:

$$Cc' + Cs' = \quad 3.33$$

$$0.85 f_c' a b + A_s' f_s' - 0.85 f_c' \quad = A_s f_y \quad 3.34$$

$$0.85 f_c' \beta_1 c b + A_s' \left[600 \left(1 - \frac{d'}{c}\right)\right] - 0.85 f_c' \quad = A_s f_y$$

$$(0.85 f_c' \beta_1 b) c^2 + [(A_s' 600) - (0.85 f_c' A_s')] - (A_s f_y) \quad = 0$$

$$- (600 A_s' d') \quad = 0$$

Jadi:

$$K_1 c^2 + K_2 c - K_3 = 0 \quad 3.35$$

$$= \frac{-K_2 \pm \sqrt{K_2^2 - 4K_1 K_3}}{2K_1}$$

$$a = \beta_1 c$$

Kondisi II ($f_s' > f_y$) → Leleh

$$M_n = \left[(A_s - A_s') f_y \left(1 - \frac{a}{2} \right) + (A_s' f_y (d - d')) \right] \quad 3.36$$

$$a = \frac{(A_s - A_s') f_y}{0.85 f_c' b} \quad 3.37$$

c. Mencari M_{nb}^+ dan M_{nb}^-

Kondisi tekan belum leleh

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) + A_s' f_s' (d - d'') \quad 3.38$$

Kondisi tekan leleh

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) + A_s' f_y (d - d'') \quad 3.39$$

Menentukan nilai M_{nc}

Dari analisis nilai M_{nb}^+ dan M_{nb}^- diambil nilai terbesar diantara potongan X-X dan potongan Y-Y. Nilai ΣMc diperoleh dengan mencari kuat lentur terendah yang dihitung dari gaya aksial terfaktor yang sesuai dengan arah gaya-gaya yang ditinjau. Untuk mencari nilai Mc pada kolom, akan digunakan program bantu Sp Column.

3.7.2.3 Tulangan Confinement

a. Spasi maksimum tulangan *confinement*

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 21.6.4.3 spasi tulangan transversal sepanjang ℓ_0 komponen struktur tidak boleh melebihi yang terkecil dari persyaratan berikut ini:

1. Seperempat dimensi komponen struktur minimum (1/4b)
2. Enam kali diameter batang tulangan longitudinal yang terkecil.
3. $S_o = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3} \right)$ dengan syarat
 - Tidak melebihi 150 mm
 - Tidak perlu kurang dari 100 mm

b. Luas penampang tulangan *confinement*

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 21.6.4.4 luas penampang total tulangan sengkang persegi (A_{sh}) tidak boleh kurang dari:

$$A_{sh} = 0.3 \frac{s b_c f_c'}{f_{yt}} \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] \quad 3.40$$

$$A_{sh} = 0.9 \frac{s b_c f_c'}{f_{yt}} \quad 3.41$$

Dimana:

- S = Spasi tulangan transversal pada arah longitudinal (mm)
 bw = Lebar penampang (mm)
 hc = Dimensi penampang inti kolom dihitung dari sumbu-sumbu tulangan pengekang (mm)
 Ag = Luas bruto penampang (mm²)
 Ach = Luas penampang komponen struktur dari sisi luar ke sisi luar tulangan transversal luas bruto penampang (mm²)
 = (b_w - 2 deking) x (b_w - 2 deking)
 bc = b_w - (2 (deking+1.2d_b))

c. Jarak maksimum tulangan *confinement*

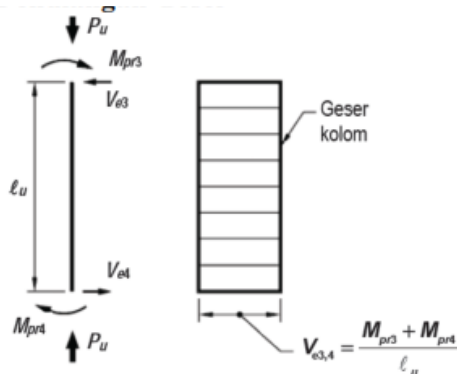
Tulangan transversal yang disyaratkan dalam SNI 03-2847-2013 pasal 21.6.4.2 sampai 21.6.4.4 harus dipasang sepanjang panjang l_o dari setiap muka joint dan pada kedua sisi sebarang penampang dimana pelelehan lentur sepertinya terjadi sebagai akibat dari perpindahan lateral inelastis rangka. Panjang l_o tidak boleh kurang dari persyaratan berikut ini:

1. Tinggi komponen struktur pada muka joint atau pada penampang dimana pelelehan lentur sepertinya terjadi (1/4b)

2. Seperenam bentang bersih komponen struktur ($1/4 \ell_0$)
3. 450 mm

3.7.2.4 Kontrol Tulangan Geser

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 21.6.5.1, gaya geser desain yang digunakan tidak perlu lebih besar dari nilai berikut:



Gambar 3.14 Geser desain untk balok dan kolom

a. Hitung V_{sway}

Nilai V_e tidak boleh kurang dari V_{sway} yang dihitung berdasarkan M_{pr} balok:

$$V_{sway} = \frac{(M_{pr}^{atas} \times DF^{atas}) + (M_{pr}^{bawah} \times DF^{bawah})}{l_n} \quad 3.42$$

Keterangan:

l_n = Bentang bersih

DF = Faktor distribusi momen di bagian atas dan bawah kolom yang didesain.

DF_{atas} = DF_{bawah}
= 0.5

M_{pr} atas dan M_{pr} bawah adalah momen ujung pada kolom dengan

menjumlahkan nilai M_{pr} pada masing-masing balok.

- b. Hitung nilai V_u akibat gaya geser terfaktor dari hasil analisis struktur menggunakan ETABS 16
- c. Cek kontribusi gaya beton dalam menahan gaya geser Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 21.6.5.2 mengenai tulangan transversal gaya pada beton $V_c=0$ bilamana memenuhi persyaratan dibawah ini:
 1. V_e tidak boleh kurang dari V_{sway}
 2. Nilai V_e harus lebih besar dari V_u akibat gaya geser terfaktor hasil analisis struktur.
 3. Gaya tekan aksial terfaktor P_u , termasuk pengaruh gempa harus kurang dari $A_g f_c' / 10$.

Nilai V_c berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.1 yaitu:

$$V_c = 0.17\lambda\sqrt{f_c'}b_wd \quad 3.43$$

Keterangan:

λ = 1, untuk beton normal

b_w = lebar penampang

d = tinggi efektif

- d. Hitung kebutuhan tulangan transversal penahan gaya geser rencana.
 - Cek kebutuhan tulangan geser

$$V_u < \frac{1}{2}\phi V_c \text{ (butuh tulangan geser)}$$
 - Kebutuhan tulangan minimum

$$\frac{V_u}{\phi} < V_c + \frac{1}{3}b_wd \text{ (dipasang tulangan minimum)}$$

3.7.3 Pelat

Pelat merupakan elemen struktur yang menerima beban mati dan beban hidup selanjutnya akan disalurkan ke balok dan kolom sampai ke struktur bawah. Pelat beton mempunyai peranan yang penting pada bangunan gedung bertingkat, baik sebagai pelat lantai dan pelat bordes ataupun pelat dak pada atap.

3.7.3.1 Kapasitas Penampang Pelat

Kapasitas penampang pelat:

$$\text{Mult} = R_n b d^2 \quad 3.44$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) \quad 3.45$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} \quad 3.46$$

Keterangan:

ρ = Rasio tulangan

3.7.4 Pondasi

Pondasi merupakan elemen struktur yang penting hal ini dikarenakan pondasi merupakan penahan beban struktur yang ada di atasnya. Pertambahan jumlah lantai harus mengetahui kapasitas pondasi dimana keadaan pondasi masih kuat atau tidak untuk menerima beban tambahan.

3.7.4.1 Daya Dukung Pondasi

Perhitungan daya dukung tiang pancang antara lain dengan menggunakan hasil tes sondir atau menggunakan tes NSPT.

a. Data Tes Sondir

$$Q_u = Q_b + Q_s = q_b A_b + f A_s \quad 3.47$$

Keterangan:

Q_u = Kapasitas daya dukung aksial ultimit tiang pancang.

Q_b = Kapasitas tahanan di ujung tiang.

Q_s = Kapasitas tahanan kulit.

q_b = Kapasitas daya dukung di ujung tiang persatuan luas.

A_b = Luas di ujung tiang.

A_s = Luas kulit tiang pancang.

f = Satuan tahanan kulit persatuan luas.

Kapasitas ujung persatuan luas (q_b) diperoleh sebagai berikut:

$$q_b = \frac{q_{ca}(base)}{F_b} \quad 3.48$$

Keterangan:

q_{ca} = Perlawanan konus rata-rata 1.5D diatas ujung tiang, 1,5D dibawah ujung tiang.

F_b = Faktor empiric tahanan tiang tergantung pada tipe tiang (lihat tabel 2.15)

Tabel 3.13 Faktor empiric F_b dan F_s (Titi dan farsakh, 1999)

Tipe Tiang Pancang	F_b	F_s
Tiang Bor	3.5	7.0
Baja	1.75	3.5
Beton Pratekan	1.75	3.5

b. Data SPT (Standart Penetration Test)

Pengujian SPT ini unntuk mengetahui kekuatan tanah ditiap lapisannya, yang diperoleh adalah kepadatan relative, sudut geser tanah (ϕ) berdasarkan jumlah pukulan (N) dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3.14 Hubungan Dr , ϕ dan N dari pasir (Peek dan Mayerhoof)

Nilai N	Kepadatan Relatif		Sudut Geser Dalam	
			Peek	Mayerhoof
0 - 4	0.0 – 0.2	Sangat Lepas	<28.5	<30
4 - 10	0.3 – 0.4	Lepas	28.5 – 30	30 - 35

10 - 30	0.4 – 0.6	Sedang	30 - 36	35 - 40
30 – 50	0.6 – 0.8	Padat	36 - 41	40 - 45
> 50	0.8 – 1.0	Sangat Padat	>41	>45

(Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Sosrodarsono, 1983)

Tabel 3.15 Hubungan D_r , ϕ dan N dari pasir (Terzaghi)

Relative Density (D_r)	N
Very soft / sangat lunak	<2
Soft / lunak	2 - 4
Medium / kenyal	4 - 8
Stiff / sangat kenyal	8 - 15
Hard/keras	15 - 30
Padat	>30

(Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Sosrodarsono, 1983)

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad 3.49$$

Keterangan:

Q_u = Daya dukung ultimate tiang

Q_p = Daya dukung ujung tiang

Q_s = Daya dukung selimut tiang

Daya dukung tiang pancang dengan menggunakan data SPT pada tanah kohesif dan tanah non kohesif:

1. Daya dukung ujung tiang pancang pada tanah non kohesif

$$Q_p = 40 N_{SPT} \frac{L_p}{D} A_p \quad 3.50$$

Keterangan:

Q_p = Daya dukung ultimate ujung tiang (kN)

A_p = Luas penampang tiang pancang (m^2)

L_p = Tebal lapisan tanah kumulatif (m)

D = Diameter tiang pancang (m)

2. Tahanan geser selimut tiang pancang pada tanah non-kohefif

$$Q_s = 2 \times N_{SPT} \times p \times Li \quad 3.51$$

Keterangan:

Q_s = Tahanan geser selimut (kN)

Li = Panjang lapisan tanah ke-i (m)

P = Keliling tiang (m)

3. Daya dukung ujung tiang pada tanah kohesif

$$Q_p = 9 C_u A_p \quad 3.52$$

Keterangan:

A_p = Luas penampang tiang (m²)

C_u = Kohesi undrained (kN/m²)

$$= N_{SPT} \times 2/3 \times 10$$

4. Tahanan geser selimut tiang pada tanah kohesif

$$Q_s = \alpha C_u \times p \quad 3.53$$

Keterangan:

α = Koefisien adhesi antara tanah dan tiang

Li = Panjang lapisan tanah ke-i (m)

P = Keliling tiang (m)

3.7.4.2 Daya Dukung dalam kelompok

Daya dukung kelompok merupakan jumlah seluruh daya dukung satu tiang dengan dikalikan efisiensi satu tiang.

$$Q_{g(u)} = \mu \Sigma Q_u \quad 3.54$$

Keterangan:

$Q_{g(u)}$ = Daya Dukung Tiang Dalam Kelompok

μ = Efisiensi tiang

ΣQ_u = Daya Dukung Satu Tiang x Jumlah Tiang

Nilai efisiensi dapat dihitung dengan cara:

$$\mu = 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right] \quad 3.55$$

Keterangan:

μ = Efisiensi tiang

n_1 = Jumlah tiang arah sumbu x

n_2 = Jumlah tiang arah sumbu y

θ = $\tan^{-1}(D/d)$

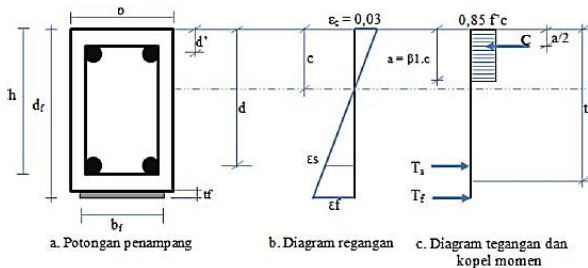
D = Diameter tiang

d = Jarak antar tiang

3.8 Analisis Kapasitas Balok dengan Perkuatan *Fiber Reinforced Polymer*

3.8.1 Perkuatan Lentur

Kapasitas lentur balok didasarkan pada ACI 440.2R-08 Desain dan Konstruksi Perkuatan Eksternal dengan FRP untuk Beton Bertulang.



Gambar 3.15 Diagram Regangan Tegangan Untuk Perkuatan Lentur FRP

3.8.1.2 Kestimbangan Gaya

$$C = T$$

$$C_c + C_s = T_1 + T_2$$

- C_c = Gaya tekan pada beton
 C_s = Gaya tekan pada baja tulangan tekan
 T_1 = Gaya tarik pada baja tulangan tarik
 T_2 = Gaya tarik pada FRP

3.8.1.3 Momen Nominal

$$\phi Mn = \phi(M_{ns} + \psi_f M_{nf}) \quad 3.56$$

Dimana:

$$M_{ns} = A_s f_s \left(d - \frac{\beta_1 c}{2} \right) \quad 3.57$$

$$M_{nf} = A_f f_{fe} \left(d_f - \frac{\beta_1 c}{2} \right) \quad 3.58$$

$$f_{fe} = E_f \varepsilon_{fe} \quad 3.59$$

$$\varepsilon_{fe} = 0,003 \left(\frac{d_f - c}{c} \right) - \varepsilon_{bi} \quad 3.60$$

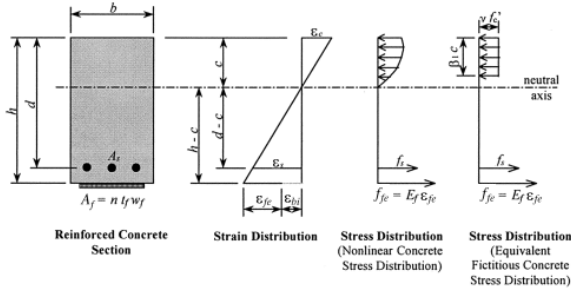
$$\varepsilon_{bi} = \frac{M_{DL}(d_f - kd)}{I_{cr} E_c} \quad 3.61$$

$$I_{cr} = \frac{E_s}{E_c} \left(A_s + \frac{P_u}{f_y} \frac{h}{2d} \right) (d - c)^2 + \frac{I_w c^3}{3} \quad 3.62$$

Keterangan:

- M_{ns} = Momen nominal tulangan
 M_{nf} = Momen nominal FRP
 A_f = Luasan FRP
 f_{fe} = Tegangan efektif FRP
 d_f = Tinggi efektif FRP
 ψ_f = Faktor reduksi untuk FRP (0.85)

Untuk perkuatan lentur dengan FRP, perhitungan desain mengacu pada ACI committee 440.2R-02. Dalam medesain kekuatan lentur diperlukan factor reduksi (Φ) terhadap momen yang terjadi.



Gambar 3.16 Tegangan internal dan distribusi tekanan untuk penampang persegi (ACI 440.2R-02:23)

Perhitungan kapasitas kekuatan lentur disajikan dalam rumus-rumus berikut:

$$\phi Mn \geq Mu \quad 3.63$$

Untuk melindungi kemampuan lekatan *FRP* diberikan persamaan untuk menghitung koefisien lekatan (*Km*) yaitu:

$$Km = \frac{1}{60 \epsilon fu} \left(1 - \frac{n Ef tf}{360.000} \right) \leq 0.90; \text{ untuk } (n Ef tf) \leq 180000 \quad 3.64$$

Dengan mengasumsikan bahwa nilai regangan maksimum pada beton sebesar 0.003 maka regangan efektif yang terjadi pada perkuatan *FRP* dapat dihitung dengan persamaan:

$$\epsilon fe = \epsilon cu \left(\frac{h-c}{c} \right) - \epsilon bi \leq Km \epsilon fu \quad 3.65$$

Setelah mendapatkan nilai regangan pada *FRP*, nilai tegangan pada *FRP*, nilai tegangan pada *FRP* dapat dihitung dengan persamaan:

$$ffe = Ef \epsilon fe \quad 3.66$$

Dengan menggunakan nilai regangan baja tulangan, maka nilai tegangan pada tulangan dapat dihitung. Setelah diketahui nilai regangan dan tegangan pada tulangan dan *FRP*, posisi garis nertal dapat dicek berdasarkan gaya dalam yang terjadi dengan

menggunakan persamaan

$$\varepsilon_s = (\varepsilon_{fe} + \varepsilon_{bi}) + \frac{d-c}{h-c} \quad 3.67$$

$$f_s = E_s \varepsilon_s < f_y \quad 3.68$$

$$C = \frac{A_s f_s + A_f f_{fe}}{\gamma f_c \beta_1 b} \quad 3.69$$

Kapasitas momen nominal perkuatan lentur dengan menggunakan FRP dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini. Untuk perkuatan lentur ACI committee 440 merekomendasikan nilai factor reduksi untuk FRP (ψ_f) sebesar 0.85

$$M_n = A_s f_s \left(d - \frac{\beta_1 c}{2} \right) + \psi_f A_f f_{fe} \left(h - \frac{\beta_1 c}{2} \right) \quad 3.70$$

Keterangan:

M_n = Kekuatan Nominal Momen

K_m = Koefisien lekatan untuk lentur

ε_{fu} = Regangan putus desain perkuatan FRP (mm/mm)

ε_f = Tingkat regangan dalam perkuatan FRP (mm/mm)

t_f = Tebal satu lapis perkuatan FRP (mm)

ε_{fe} = Regangan efektif perkuatan FRP (mm/mm)

ε_{cu} = Regangan maksimal beton yang dapat digunakan (mm/mm)

ε_{bi} = Regangan pada saat pemasangan FRP (mm/mm)

f_{fe} = Tegangan pada FRP (Mpa)

E_f = Modulus elastisitas FRP (Mpa)

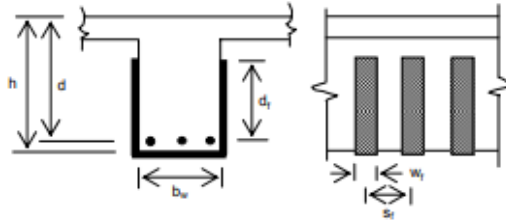
ε_s = Regangan baja tulangan (mm/mm)

f_s = Tegangan pada baja tulangan (Mpa)

f_y = Tegangan leleh baja tulangan (Mpa)

3.8.2 Perkuatan Geser

Berdasarkan ACI 440 2R 44 kuat geser nominal V_n merupakan gabungan konstruksi beton (V_c), tulangan geser (V_s), dan FRP (V_f).



Gambar 3.17 Perkuatan geser balok

- Gaya Nominal

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s + \psi_f V_f) \quad 3.71$$

Keterangan:

$$V_f = \frac{A_{fv} f_{fe} (\sin\alpha + \cos\alpha) d_{fv}}{s_f} \quad 3.72$$

$$f_{fe} = \varepsilon_{fe} E_f \phi P_n = \phi 0.8 \left[0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \right] \quad 3.73$$

- Regangan rencana

$$\varepsilon_{fe} = 0.004 \leq 0.75 \varepsilon_{fu} \quad 3.74$$

$$\varepsilon_{fe} = k_v \varepsilon_{fu} \leq 0.004 \quad 3.75$$

$$k_v = \frac{k_1 k_2 L_e}{468 \varepsilon_{fu}} \quad 3.76$$

$$k_v = \frac{k_1 k_2 L_e}{11900 \varepsilon_{fu}} \quad 3.77$$

$$k_1 = \left(\frac{f'_c}{4000} \right)^{2/3} \quad 3.78$$

$$k_2 = \left(\frac{d_{fv} - L_e}{d_{fv}} \right) \quad 3.79$$

$$L_e = \frac{2500}{(n_t f_f)^{0.58}} \quad 3.80$$

$$L_e = \frac{23300}{(n_t f_f)^{0.58}} \quad 3.81$$

- Batasan maksimum perkuatan geser

$$V_s + V_f \leq 0.66\sqrt{f_c'}b_wd \quad 3.82$$

3.9 Analisis Kapasitas Kolom dengan *Fiber Reinforced Polymer*

Bagian struktur beton akan mengalami reduksi saat memikul beban aksial yang besar, karena regangan pada beton mencapai batas ultimate 0,003. Untuk menghindari terjadinya deformasi lateral yang dapat mengakibatkan reduksi pada beton maka digunakan *CFRP* sebagai bahan yang dapat menahan gaya regangan tersebut. Selain mampu menambah kekuatan menahan gaya regangan pada kolom beton, bahan ini juga mampu melakukan ikatan terhadap kolom beton tersebut, sehingga akan membuat kolom beton dan *CFRP* akan menjadi linier dan bertambah kaku.

Pada area beton yang terlindungi oleh *CFRP* dapat bertambah kekuatan tekannya terhadap beban yang akan dipikul. Rumus yang digunakan dalam perhitungan kekuatan *CFRP* adalah:

$$F_{cc}' = f_c' [1 + k_e (k_c - 1)] \quad 3.83$$

Dimana k_e adalah rasio area efektif yang terlindungi sedang k_c adalah faktor penambahan kekuatan beton.

$$k_e = \frac{[bh - (4r_2 - \pi r_2)]^{-1} \left(\frac{1}{3}(b - 2r_2)^2 \right)^{-1/3} (h - 2r_2)}{bh - 4r - \pi r} \quad 3.84$$

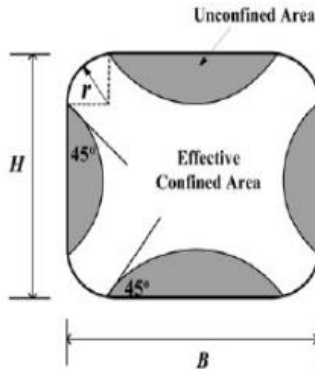
$$k_c = \alpha_1 \alpha_2$$

Dimana b dan h dimensi sisi luar potongan melintang kolom, dan r adalah radius pada keliling sudut, α_1 adalah faktor penambah kekuatan beton terhadap tegangan triaxial pada batas tegangan. Dan α_2 adalah faktor reduksi terhadap penjumlahan untuk beberapa deviasi.

$$\alpha_1 = 1.2591.8 \sqrt{1 + 7.94 \frac{F_1}{f_{c'}}} - 1.6 \frac{F_1}{f_{c'}} - 1 \quad 3.85$$

$$\alpha_2 = \left[1.4 \frac{f_1}{F_1} - 0.6 \left(\frac{f_1}{F_1} \right)^2 - 0.8 \right] \sqrt{\frac{F_1}{f_{c'}}} + 1 \quad 3.86$$

Dimana F_1 dan f_1 adalah maksimum dan minimum yang mengikat tegangan lateral. Penahan tegangan lateral pada jaket FRP $f_{l,j}$ dapat dihitung pada sumbu x dan y pada potongan melintang, yang terlihat pada gambar. Perilaku pengekangan eksternal untuk kolom persegi berbeda dibanding kolom bulat. Pada kolom persegi efektifitas pengekangan akan jauh berkurang jika dibandingkan dengan kolom bulat. Pada gambar 3.2 menunjukkan bentuk dari bagian yang terkekang untuk dimensi $B \times H$ dan jari-jari sudut r . Daerah tidak terkekang umumnya diwakili oleh empat parabola (fungsi kuadrat) dengan kemiringan awal adalah 45 derajat



Gambar 3.18 Panjang Lebar dan Confinment tertekan sedangkan sudut confinement tertarik.

$$f_{l,jx} = 2 \frac{t_j}{h} f_j \quad 3.87$$

$$f_{l,jy} = 2 \frac{t_j}{b} f_j \quad 3.88$$

Dimana t_j adalah ketebalan pada jaket FRP dan f_j adalah tegangan pada sisi dalam jaket FRP, yang dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$f_j = E_j \varepsilon_t \quad 3.89$$

Dimana ε_t adalah regangan pada potongan melintang pada FRP. Untuk mencari nilai dari F_l sama halnya mencari nilai dari f_l yang merupakan tegangan lateralnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

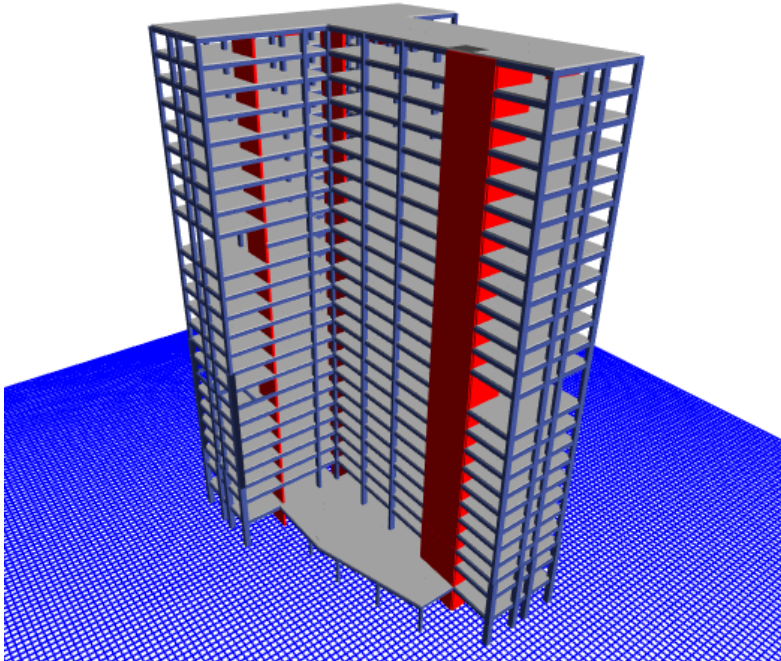
PEMBEBANAN DAN ANALISIS STRUKTUR

4.1 Umum

Di dalam proses analisis suatu gedung bertingkat, perlu dilakukannya permodelan gedung terlebih dahulu, dengan tujuan untuk mendapatkan gaya-gaya dalam struktur yang selanjutnya akan di analisis perelemennya. Dari data eksisting yang telah didapat yaitu berupa Gambar *for* Construction, penulis menuangkan gambar tersebut menjadi permodelan yang dimodelkan semirip mungkin dengan gedung eksisting. Gedung tersebut akan memiliki dimensi elemen yang sama dengan gedung eksisting, dan juga diberi pembebanan gravitasi maupun pembebanan gempa sesuai dengan peraturan Pembebanan pada SNI 1727:2013, PPIUG 1983 dan SNI 2847:2013. Untuk pembebanan gempa, gedung eksisting yang telah direncanakan mengacu kepada SNI 1726:2012, namun pada analisis yang dilakukan, penulis mengacu kepada SNI 1726:201X, yang di dalamnya terdapat ketentuan dan persyaratan perhitungan beban gempa yang baru.

4.2 Permodelan Struktur

Permodelan struktur gedung memiliki total 27 Lantai dengan tinggi total gedung ± 80.8 m. Pada awal permulaan, permodelan gedung berlokasi di Jakarta. Kemudian Permodelan Gedung dilakukan di Yogyakarta untuk mendapatkan beban gempa yang lebih besar. Berikut adalah gambar permodelan struktur pada program bantu ETABS 16.



Gambar 4.1 Permodelan Struktur Pada ETABS 16

4.2.2 Pembebanan Gravitasi

Pembebanan Gravitasi berupa beban mati dan beban hidup yang bekerja pada gedung. Beban mati dan hidup yang dipehitungkan berupa:

- Beban Mati (PPIUG 1983)
 - Berat sendiri beton bertulang : 24 KN/m³
 - Adukan finishing : 0,21 KN/m²
 - Tegel : 0,24 KN/m²
 - Bata ringan (Hebel) : 0,55 KN/m²
 - Plafond : 0,11 KN/m²

- Pengantung : 0,07 KN/m²
- Plumbing + ducting : 0,25 KN/m
- Beban Hidup (SNI 1727 : 2013)
 - Lantai Atap : 0,96 KN/m²
 - Lantai Apartement : 1,92 KN/m²
 - Lantai Parkir : 1,92 KN/m²
 - Koridor : 4,79 KN/m²

Dari analisis yang telah dilakukan, berikut adalah rekapitulasi pembebanan gravitasi pada gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock, adalah sebesar:

Tabel 4.1 Rekapitulasi Pembebanan Gravitasi
PERHITUNGAN MANUAL PEMBEBANAN
STRUKTUR

Super Dead	Dinding	33204,34275	kN
	Pelat	25923,14998	kN
Dead	Balok	53575,455	kN
	Pelat	102535,1925	kN
	Kolom	38775,072	kN
	Shear Wall	34966,2	kN
Live	pelat	59812,93765	kN
Manual		348792,3499	kN

Dari perhitungan manual tersebut didapatkan total beban gedung (1D +1L) adalah sebesar **348.792,349 kN**.

Pembebanan yang diinputkan pada ETABS haruslah mendekati yang telah di hitung secara manual sehingga pembebanan pada ETABS dapat dikatakan benar. Berikut adalah pembebanan gravitasi yang didapatkan dari ETABS.

Tabel 4.2 Pembebanan Gravitasi pada ETABS

Load Case/Combo	FX	FY	FZ
	kN	kN	kN
1D + 1L	0	0	345729,3819

Didapat total beban gravitasi pada ETABS (1D+1L) adalah sebesar **345.729,381 kN**.

Didapatkan hasil sebagai berikut:

$$W_{\text{total}} \text{ ETABS} = 345.729,381 \text{ kN}$$

$$W_{\text{total}} \text{ Manual} = 348.792,349 \text{ kN}$$

Selisih perhitungan manual dengan SAP = **0,885 %**

Sehingga dapat dikatakan bahwa pembebanan gravitasi pada ETABS sudah **Benar**.

4.2.3 Faktor Keutamaan gempa

Faktor keutamaan gempa seperti yang telah ditentukan di dalam SNI 1726:201X pasal 4.2.1 Tabel 3 dan Tabel 4, jenis pemanfaatan gedung sesuai dengan kategori resiko untuk gedung apartemen masuk dalam kategori resiko II dengan faktor keutamaan gempa (*I*) **1,0**.

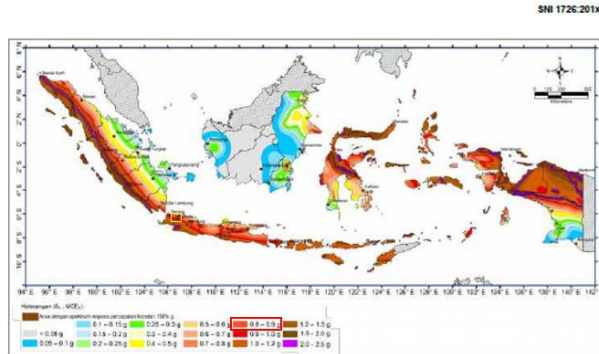
4.2.4 Kelas Situs

Sesuai dengan SNI 1726:201X pasal 5.3 kelas situs ditentukan berdasarkan data tanah yang didapat dari proses pengumpulan data. Pada proyek pembangunan gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock didapatkan nilai *N* (tes *N*_{spt}) sampai kedalaman 40 meter lebih kecil dari 15 jadi dapat dikatakan tanah termasuk dalam kelas situs **SE** (Tanah Lunak).

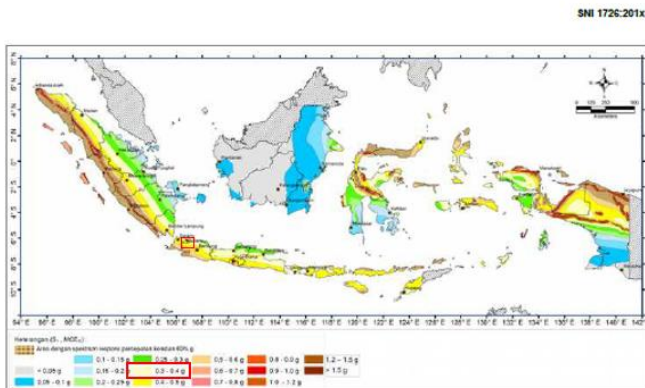
4.2.5 Parameter Respon Spectral

Sesuai dengan peta gempa yang didapat dari SNI 1726:201X, didapat parameter respon spectral seperti pada gambar

dibawah ini:



Gambar 4.2 Ss (Parameter respon spektral percepatan gempa terpetakan untuk perioda pendek 0,2 detik SNI 1726:201X).



Gambar 4.3 S1 (Parameter respon spektral percepatan gempa terpetakan untuk perioda panjang 1 detik SNI 1726:201X).

Ss, Gempa Maksimum yang dipertimbangkan resiko tersesuaian (MCE_R). Parameter gerak tanah, untuk percepatan respons spektral 0,2 detik dalam g, (5% redaman kritis), Kelas situs SE. Dari gambar 4.2 untuk daerah Jakarta didapatkan nilai Ss sebesar = **0.9** g.

S1, Gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tersesuaian (MCE_R) parameter gerak tanah, untuk percepatan respons spektral

1 detik dalam g (5% redaman kritis), kelas situs SE. Dari gambar 4.3 untuk wilayah Jakarta $S_1 = 0,4$ g.

4.2.6 Parameter Percepatan Spectral Desain

Parameter percepatan spektra disain untuk periode pendek 0,2 detik (S_{DS}) dan periode 1 detik (S_{D1}) yang ditentukan sesuai SNI 1726:201X pasal 6.2 adalah sebagai berikut:

$$S_{MS} = F_a S_s$$

$$S_{M1} = F_v S_1$$

Dimana nilai F_a dan F_v ditentukan sesuai dengan Tabel dibawah ini:

Tabel 4.3 Koefisien Situs, F_a

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T = 0.2$ detik, S_s					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS ^(b)					

Tabel 4.4 Koefisien Situs, F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode 1 detik, S_1					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS ^(b)					

Dari tabel di atas dapat diperoleh:

$$S_{MS} = F_a S_s = 1,1 \times 0,9 = 0,99$$

$$S_{M1} = F_v S_1 = 2,4 \times 0,4 = 0,96$$

Dimana,

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} = \frac{2}{3} \times 0,99 = 0,66$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} = \frac{2}{3} \times 0,96 = 0,64$$

Untuk perioda pendek 0.2 detik (S_s) sebesar 0,9 g dan parameter respon spectral percepatan gempa terpetakan untuk perioda 1 detik (S_1) sebesar 0,4 g dengan kelas situs SE didapatkan daerah Jakarta memiliki S_{DS} sebesar **0,66** dan S_{D1} sebesar **0,64**.

4.2.7 Kategori Desain Seismik

Seperti yang telah di bahas pada subab 4.2.6, kategori desain seismik dibagi berdasarkan tabel 4.3 dan tabel 4.4 untuk S_{DS} sebesar **0,66** dan S_{D1} sebesar **0,64** dan sesuai dengan 1726:201X pasal 6.5 kategori resiko II kategori desain seismik tergolong kategori E. Untuk kategori E tipe struktur menggunakan Sistem Ganda yaitu Dinding Geser Beton Bertulang Khusus dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

4.3 Kontrol Permodelan Gedung

4.3.1 Waktu Getar Alami Fundamental (T)

Dalam penentuan nilai waktu getar alami fundamental perlu digunakan persamaan yang diambil dari SNI 1726:201X pasal 7.8.2.1, dimana nilai C_t dan x ditentukan di dalam Tabel 18,

Tabel 4.5 Nilai parameter pendekatan C_t dan x

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 ^a	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 ^a	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 ^a	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 ^a	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488 ^a	0,75

tipe struktur system rangka pemikul momen menggunakan nilai parameter periode yang termasuk dalam semua system struktur lainnya, dimana nilai C_t adalah 0,488, nilai x digunakan 0,75 dengan ketinggian gedung 80,8 m.

$$T_a = C_t \times h_n^x$$

$$T_a = 0,488 \times 80,8^{0,75}$$

$$T_a = 1,315 \text{ dt}$$

Dimana:

T_a = periode fundamental pendekatan

C_t = koefisien pendekatan

h_n = ketinggian struktur

Tabel 4.6 Koefisien Batas Atas Periode Gedung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Perhitungan waktu getar alami fundamental batas atas dapat menggunakan rumusan berikut:

$$T = C_u \times T_a$$

$$T = 1,4 \times 1,315 \text{ dt}$$

$$T = 1,8412 dt$$

Periode fundamental struktur, T, apabila periode dihitung menggunakan analisis computer yang telah diberi kombinasi gaya gempa dinamik, T tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung (C_u)

$$T < C_u \times T_a$$

Nilai T didapat dari permodelan ETABS yang telah diinput gaya gempa dinamik.

Tabel 4.7 Modal Periode dan Frekuensi

Case	Mode	Period	Frequency	Circular Frequency	Eigenvalue
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad ² /sec ²
Modal	1	3,967	0,252	1,5839	2,5088
Modal	2	3,662	0,273	1,7156	2,9434
Modal	3	2,896	0,345	2,1695	4,7069
Modal	4	1,175	0,851	5,3496	28,6185
Modal	5	0,995	1,005	6,3122	39,8444
Modal	6	0,71	1,408	8,8477	78,2822
Modal	7	0,576	1,737	10,9131	119,0965
Modal	8	0,462	2,167	13,614	185,3422
Modal	9	0,344	2,905	18,2517	333,123
Modal	10	0,316	3,164	19,8778	395,1263
Modal	11	0,27	3,707	23,2904	542,4446
Modal	12	0,227	4,411	27,7149	768,1145

Periode fundamental struktur terbesar yang didapat dari analisis ETABS = 3,967 dt

Berdasarkan SNI 1726-201X pasal 7.9.1.4.1 apabila periode struktur melebihi batasan maka:

- Jika $T_c > C_u \times T_a$ maka digunakan $T = C_u \times T_a$

- Jika $T_a < T_c < C_u \times T_a$ maka digunakan $T = T_c$
 - Jika $T_c < T_a$ maka digunakan $T = T_a$
- $$T_{a\ ETABS} > C_u \times T_a$$
- $$3,967\ dt > 1,8412\ dt$$

Sehingga periode fundamental struktur terbesar yang digunakan adalah sebesar nilai $C_u \times T_a$ yaitu $1,8412\ dt$

4.3.2 Kontrol Gaya Geser Dasar (Base Shear)

Koefisien respons seismik, C_s , harus ditentukan sesuai dengan SNI 1726:2012 pasal 7.8.1.1, dan nilai R yang dipakai untuk R sistem ganda dengan Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen Khusus dan Dinding Geser Beton Bertulang Khusus = 7. (SNI 1726:201X Tabel 12)

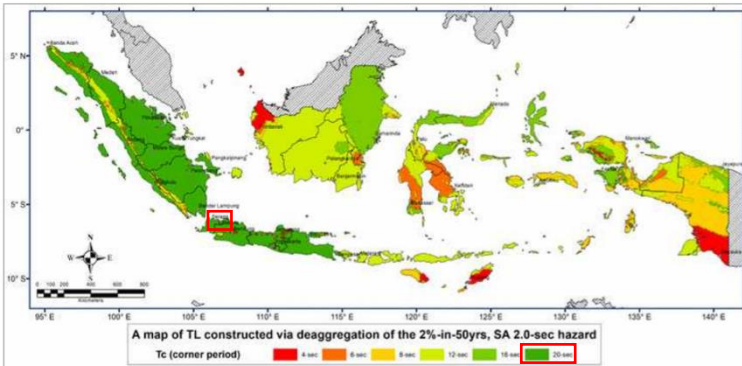
$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_0}\right)} ; S_{DS} = 0,66 ; I_0 = 1 ; R = 7$$

$$C_s = \frac{0,66}{\left(\frac{7}{1}\right)} = 0,0942$$

nilai C_s tidak perlu melebihi perhitungan dibawah ini, untuk Untuk nilai ($T \leq TL$)

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \cdot \left(\frac{R}{I_0}\right)}$$

Dimana nilai TL ditentukan dari peta transisi perioda panjang, sesuai dengan gambar dibawah ini:



Gambar 4.4 Peta Transisi Perioda Panjang, TL, wilayah Indonesia

Sehingga penentuan nilai C_s maksimum seperti perhitungan seperti dibawah ini:

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \cdot \left(\frac{R}{I_0}\right)} ; S_{D1} = 0,64 ; I_0 = 1 ; R = 7 ; T = 1,8412 dt$$

$$C_s = \frac{0,64}{1,8412 \cdot \left(\frac{7}{1}\right)} = 0,04965$$

Dan nilai C_s harus tidak kurang dari

$$C_s = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \geq 0,01$$

$$C_s = 0,044 \times 0,66 \times 1$$

$$C_s = 0,029$$

Maka nilai C_s diambil **0,029**

Untuk perhitungan gempa faktor reduksi beban hidup untuk bangunan apartemen sebesar 0,5, dengan asumsi setengah penghuni apartemen telah meninggalkan gedung ketika gempa terjadi, sehingga didapatkan berat seismic efektif bangunan (W) sebagai berikut:

Tabel 4.8 Berat Efektif Struktur

Load Case/Combo	FZ
	kN
1D + 0,5L	301.804,25

Gaya geser yang telah didapatkan dari perhitungan di atas akan didistribusikan secara vertikal ke masing-masing lantai sesuai dengan SNI 1726:201X Pasal 7.8.1.

$$C_s = 0,029$$

$$W = 301.804,25 \text{ KN}$$

$$V = C_s \times W$$

$$V = 0,029 \times 301.804,25 \text{ KN}$$

$$V = 8764,395 \text{ KN}$$

Jika kombinasi respons untuk geser dasar hasil analisis ragam (V_t) kurang dari 100% persen dari geser dasar yang dihitung melalui metode statik ekuivalen (V), maka gaya harus dikalikan dengan 100% V/V_t (SNI 1726:201X Pasal 7.9.1.4.1). Dari hasil analisa struktur menggunakan program bantu ETABS didapatkan gaya geser dasar ragam (V_t) sebagai berikut :

Tabel 4.9 Reaksi Beban Gempa Arah X dan Y

Load Case / Combo	FX (kN)	FY (kN)
Gempa X	6396,356	1536,1848
Gempa Y	1536,185	5316,3581

$$V = 8764,395 \text{ KN}$$

$$V_{xt} = 6396,356 \text{ KN}$$

$$V_{yt} = 5316,358 \text{ KN}$$

Maka untuk arah x,

$$\begin{aligned}
 V_{xt} &> 100\% V \\
 6396,356 \text{ KN} &> 100\% \times 8764,395 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$6396,356 \text{ KN} > 8764,395 \text{ KN} \dots \text{"NOT OK"}$$

Maka untuk arah y,

$$V_{yt} > 100\% V$$

$$5316,358 \text{ KN} > 100\% \times 6095,70 \text{ KN}$$

$$5316,358 \text{ KN} > 8764,395 \text{ KN} \dots \text{"NOT OK"}$$

Oleh karena itu, untuk memenuhi persyaratan SNI 1726:201X Pasal 7.9.1.4.1, maka gaya geser tingkat nominal akibat gempa rencana struktur gedung hasil analisis harus dikalikan dengan faktor skala $100\% V/V_t$

Arah x :

$$\frac{100\% \cdot V}{V_{xt}} = \frac{8764,395}{6396,356} = 1,37$$

Arah y :

$$\frac{100\% \cdot V}{V_{yt}} = \frac{8764,395}{5316,358} = 1,648$$

Setelah didapatkan faktor skala untuk masing-masing arah pembebanan, selanjutnya dilakukan analisis ulang struktur dengan mengalikan skala faktor yang diperoleh di atas pada *scale factor* untuk *Define Respons Spectra*. Kemudian dilakukan running ulang pada program analisis. Hasil dari running ulang tersebut adalah :

Tabel 4.10 Reaksi Beban Gempa Arah X dan Y Setelah Di Berikan Faktor Skala

Load Case / Combo	FX (kN)	FY (kN)
Gempa X	8764,4239	2104,9133
Gempa Y	2532,5105	8764,3961

$$V = \mathbf{8764,395 \text{ KN}}$$

$$V_{xt} = \mathbf{8764,4239 \text{ KN}}$$

$$V_{yt} = \mathbf{8764,3961 \text{ KN}}$$

Maka untuk arah x,

$$\begin{aligned}
 V_{xt} &> 100\% V \\
 8764,4239 \text{ KN} &> 100\% \times 8764,395 \text{ KN} \\
 8764,4239 \text{ KN} &> 8764,395 \text{ KN} \dots \text{"OK"}
 \end{aligned}$$

Maka untuk arah y,

$$\begin{aligned}
 V_{yt} &> 100\% V \\
 8764,3961 \text{ KN} &> 100\% \times 8764,395 \text{ KN} \\
 8764,3961 \text{ KN} &> 8764,395 \text{ KN} \dots \text{"OK"}
 \end{aligned}$$

Ternyata hasil dari running ulang tersebut sudah memenuhi persyaratan SNI 1726:201X Pasal 7.9.1.4.1. Selanjutnya geser dasar ragam hasil running ulang tersebut akan digunakan sebagai beban gempa desain.

4.3.3 Kontrol Dual System

Untuk memastikan gedung memenuhi persyaratan *dual system* Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) harus memikul minimum 25% dari beban geser nominal total yang bekerja dalam arah kerja beban gempa tersebut. Berikut total reaksi perletakan SRPM dan shearwall

Tabel 4.11 Reaksi Perletakan dan Persentase Gaya Geser yang Dipikul akibat Gempa Arah X dan Arah Y

Pemikul Gaya Geser	Gempa X		Gempa Y	
	KN	%	KN	%
<i>Shear Wall</i>	7469,205	74,72%	8737,765	74,89%
SRPM	1220,2147	25,28 %	1358,8908	25,11%
Total	4743,3141	100%	5139,366	100%

Dari hasil perhitungan diatas, dapat dilihat bahwa persentase total dari SRPM memiliki nilai lebih besar dari 25%, sehingga konfigurasi struktur gedung telah memenuhi syarat sebagai struktur dual system.

4.3.4 Kontrol Partisipasi Massa

Sesuai dengan SNI 1726:201X pasal 7.9.1.1, Perhitungan respons dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa dalam menghasilkan respon total sekurang kurangnya adalah 100% yang ditinjau melalui permodelan struktur.

Tabel 4.12 Modal Partisipasi Massa

Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	Sum UX	Sum UY
Modal	1	3,01	0,776	0,002	0,776	0,002
Modal	2	2,732	0,002	0,762	0,779	0,765
Modal	3	2,494	0,004	0,002	0,783	0,767
Modal	4	0,943	0,123	0,001	0,905	0,768
Modal	5	0,844	0,002	0,115	0,907	0,883
Modal	6	0,719	0,001	0,011	0,908	0,893
Modal	7	0,515	0,034	0,000	0,942	0,894
Modal	8	0,437	0,000	0,035	0,943	0,929
Modal	9	0,353	0,012	0,002	0,955	0,931
Modal	10	0,349	0,004	0,003	0,959	0,934
Modal	11	0,271	0,000	0,017	0,959	0,951
Modal	12	0,261	0,009	0,000	0,968	0,951
Modal	13	0,214	0,000	0,003	0,968	0,954
Modal	14	0,205	0,006	0,000	0,974	0,954
Modal	15	0,185	0,000	0,011	0,974	0,965
Modal	16	0,166	0,005	0,000	0,979	0,965
Modal	17	0,144	0,000	0,001	0,979	0,966
Modal	18	0,137	0,004	0,000	0,983	0,966
Modal	19	0,135	0,000	0,008	0,983	0,974
Modal	20	0,116	0,004	0,000	0,986	0,974

Modal	21	0,105	0,000	0,001	0,987	0,975
-------	----	-------	-------	-------	-------	-------

Tabel 4.13 Modal Partisipasi Massa

Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	Sum UX	Sum UY
Modal	23	0,1	0,003	0,000	0,990	0,981
Modal	24	0,087	0,003	0,000	0,993	0,981
Modal	25	0,083	0,000	0,002	0,993	0,983
Modal	26	0,079	0,000	0,003	0,993	0,986
Modal	27	0,077	0,002	0,000	0,995	0,986
Modal	28	0,069	0,000	0,002	0,995	0,988
Modal	29	0,068	0,001	0,000	0,996	0,988
Modal	30	0,062	0,000	0,001	0,996	0,989
Modal	31	0,061	0,000	0,000	0,996	0,989
Modal	32	0,06	0,001	0,000	0,996	0,989
Modal	33	0,058	0,000	0,002	0,996	0,991
Modal	34	0,054	0,000	0,000	0,997	0,991
Modal	35	0,052	0,000	0,000	0,997	0,991
Modal	36	0,051	0,000	0,001	0,997	0,992
Modal	37	0,05	0,000	0,002	0,997	0,993
Modal	38	0,049	0,000	0,000	0,997	0,993
Modal	39	0,045	0,000	0,000	0,997	0,993
Modal	40	0,044	0,000	0,000	0,997	0,994
Modal	41	0,044	0,000	0,000	0,997	0,994
Modal	42	0,043	0,000	0,001	0,997	0,995
Modal	43	0,04	0,001	0,000	0,998	0,995
Modal	44	0,04	0,000	0,000	0,998	0,995
Modal	45	0,039	0,000	0,000	0,998	0,995
Modal	46	0,037	0,000	0,001	0,998	0,996
Modal	47	0,037	0,000	0,000	0,998	0,996

Modal	48	0,037	0,000	0,000	0,998	0,996
-------	----	-------	-------	-------	-------	-------

Tabel 4.14 Modal Partisipasi Massa

Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	Sum UX	Sum UY
Modal	49	0,035	0,000	0,000	0,998	0,996
Modal	50	0,034	0,000	0,000	0,998	0,996
Modal	50	0,034	0,000	0,000	0,998	0,996
Modal	51	0,033	0,000	0,001	0,998	0,997
Modal	52	0,032	0,000	0,000	0,998	0,997
Modal	53	0,032	0,000	0,000	0,998	0,997
Modal	54	0,03	0,000	0,000	0,998	0,997
Modal	55	0,029	0,000	0,000	0,998	0,997
Modal	56	0,029	0,000	0,000	0,998	0,997
Modal	57	0,029	0,000	0,000	0,998	0,997
Modal	58	0,028	0,000	0,000	0,998	0,997
Modal	59	0,027	0,000	0,000	0,998	0,997
Modal	60	0,027	0,000	0,000	0,998	0,997
Modal	61	0,026	0,000	0,001	0,998	0,998
Modal	62	0,026	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	63	0,025	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	64	0,024	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	65	0,024	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	66	0,024	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	67	0,024	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	67	0,024	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	68	0,023	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	69	0,022	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	70	0,022	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	71	0,021	0,000	0,000	0,998	0,998

Modal	72	0,021	0,000	0,000	0,998	0,998
-------	----	-------	-------	-------	-------	-------

Tabel 4.15 Modal Partisipasi Massa

Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	Sum UX	Sum UY
Modal	73	0,02	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	74	0,02	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	75	0,02	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	76	0,02	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	77	0,018	0,000	0,000	0,998	0,998
Modal	78	0,018	0,001	0,000	0,999	0,998
Modal	79	0,018	0,000	0,000	0,999	0,998
Modal	80	0,017	0,000	0,000	0,999	0,998
Modal	81	0,016	0,000	0,000	0,999	0,998
Modal	82	0,016	0,000	0,000	0,999	0,998
Modal	83	0,016	0,000	0,000	0,999	0,998
Modal	84	0,016	0,000	0,000	0,999	0,998
Modal	85	0,015	0,000	0,000	0,999	0,998
Modal	86	0,015	0,000	0,000	0,999	0,998
Modal	87	0,014	0,000	0,000	0,999	0,998

Dari tabel diatas didapatkan bahwa dalam penjumlahan respon ragam menghasilkan respon total telah mencapai 100% untuk arah X dan arah Y pada modal ke-87.

4.3.5 Kontrol Drift

Kinerja batas layan struktur gedung sangat ditentukan oleh simpangan antar tingkat akibat pengaruh gempa rencana. Dimaksudkan untuk menjaga kenyamanan penghuni, mencegah kerusakan non-struktur, membatasi peretakan beton yang berlebihan.

Nilai dari simpangan antar lantai ini dihitung dengan aplikasi program bantu struktur yang selanjutnya batasan

simpangan dinyatakan dengan perumusan seperti berikut ini:

Untuk kontrol drift pada SNI 1726:201X pasal 7.8.6, dirumuskan sebagai berikut:

$$\delta_x = \frac{C_d \cdot \delta_{XE}}{I}$$

Dimana:

δ_x = defleksi pada lantai ke-x

C_d = faktor pembesaran defleksi (=5.5) (SNI Tabel 12)

I = faktor keutamaan gedung (= 1)

Untuk batas simpangan antar tingkat ditentukan sesuai dengan SNI 1726:201X pasal 7.12.1, seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.16 Batas Simpangan Gedung

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat.	0,025 h_{xx} ^c	0,020 h_{xx}	0,015 h_{xx}
Struktur dinding geser kantilever batu bata ^d	0,010 h_{xx}	0,010 h_{xx}	0,010 h_{xx}
Struktur dinding geser batu bata lainnya	0,007 h_{xx}	0,007 h_{xx}	0,007 h_{xx}
Semua struktur lainnya	0,020 h_{xx}	0,015 h_{xx}	0,010 h_{xx}

Untuk sistem struktur rangka pemikul momen khusus (dual system), drift dibatasi sebesar:

$$\Delta = 0.020.hsx$$

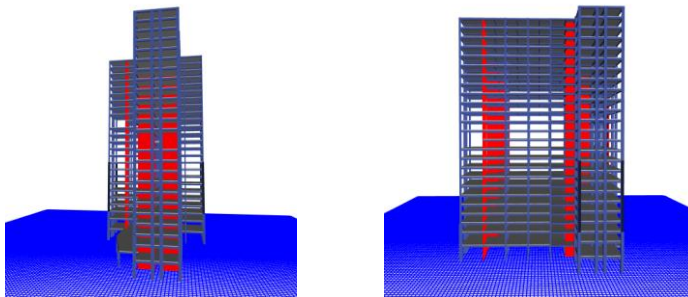
$$= 0.020 \times 4500$$

$$= 90 \text{ mm (Lantai 1)}$$

$$\Delta = 0.020.hsx$$

$$= 0.020 \times 3100$$

$$= 62 \text{ mm (Lantai 3 – 27 & Atap)}$$



(a)

(b)

Simpangan Gedung (a) Arah X (b) Arah Y

Tabel 4.17 Gempa Arah X

Story	Tinggi Lantai (m)	Displacement X (mm)	δx (mm)	Pembesaran δx (mm)	δ ijin (mm)	Ket
Atap	3,1	182,699	5,679	31,2345	62	OK
27	3,1	177,02	5,924	32,582	62	OK
26	3,1	171,096	6,108	33,594	62	OK
25	3,1	164,988	6,328	34,804	62	OK
24	3,1	158,66	6,565	36,1075	62	OK
23	3,1	152,095	6,806	37,433	62	OK
22	3,1	145,289	7,043	38,7365	62	OK
21	3,1	138,246	7,269	39,9795	62	OK
20	3,1	130,977	7,489	41,1895	62	OK
19	3,1	123,488	7,69	42,295	62	OK
18	3,1	115,798	7,878	43,329	62	OK
17	3,1	107,92	8,052	44,286	62	OK
16	3,1	99,868	8,225	45,2375	62	OK
15	3,1	91,643	8,343	45,8865	62	OK

Tabel 4.18 Gempa Arah X

Story	Tinggi Lantai (m)	Displacement X (mm)	δx (mm)	Pembesaran δx (mm)	δ ijin (mm)	Ket
14	3,1	83,3	8,408	46,244	62	OK
12	3,1	74,892	8,454	46,497	62	OK
11	3,1	66,438	8,453	46,4915	62	OK
10	3,1	57,985	8,388	46,134	62	OK
9	3,1	49,597	8,248	45,364	62	OK
8	3,1	41,349	8,012	44,066	62	OK
7	3,1	33,337	7,67	42,185	62	OK
6	3,1	25,667	7,124	39,182	62	OK
5	3,1	18,543	6,405	35,2275	62	OK
3	3,1	12,138	7,768	42,724	62	OK
UG	4,5	4,37	4,37	24,035	90	OK

Tabel 4.19 Gempa Arah Y

Story	Tinggi Lantai (m)	Displacement Y (mm)	δx (mm)	Pembesaran δy (mm)	δ ijin (mm)	Ket
Atap	3,1	207,713	4,917	27,0435	62	OK
27	3,1	202,796	5,464	30,052	62	OK
26	3,1	197,332	5,778	31,779	62	OK
25	3,1	191,554	6,145	33,7975	62	OK
24	3,1	185,409	6,547	36,0085	62	OK
23	3,1	178,862	6,965	38,3075	62	OK
22	3,1	171,897	7,383	40,6065	62	OK
21	3,1	164,514	7,786	42,823	62	OK

Tabel 4.20 Gempa Arah Y

Story	Tinggi Lantai (m)	Displacement Y (mm)	δx (mm)	Pembesaran δy (mm)	δ ijin (mm)	Ket
20	3,1	156,728	8,204	45,122	62	OK
19	3,1	148,524	8,564	47,102	62	OK
18	3,1	139,96	8,873	48,8015	62	OK
17	3,1	131,087	9,193	50,5615	62	OK
16	3,1	121,894	9,49	52,195	62	OK
15	3,1	112,404	9,754	53,647	62	OK
14	3,1	102,65	9,977	54,8735	62	OK
12	3,1	92,673	10,13	55,759	62	OK
11	3,1	82,535	10,22	56,21	62	OK
10	3,1	72,315	10,19	56,056	62	OK
9	3,1	62,123	10,08	55,462	62	OK
8	3,1	52,039	9,886	54,373	62	OK
7	3,1	42,153	9,542	52,481	62	OK
6	3,1	32,611	9,001	49,5055	62	OK
5	3,1	23,61	8,143	44,7865	62	OK
3	3,1	15,467	9,921	54,5655	62	OK
UG	4,5	5,546	5,546	30,503	90	OK

Simpangan yang terjadi didapat dari hasil program bantu ETABS. Berdasarkan persyaratan besarnya kinerja layan yang terjadi pada SNI 1726:201X pasal 7.9.1.3, yaitu:

$$\Delta n = \frac{(\delta 2 - \delta 1)Cd}{I} < \Delta a$$

Sehingga berdasarkan simpangan yang terjadi searah sumbu X dan Sumbu Y memenuhi persyaratan.

4.4 Analisis Struktur Sekunder Eksisting

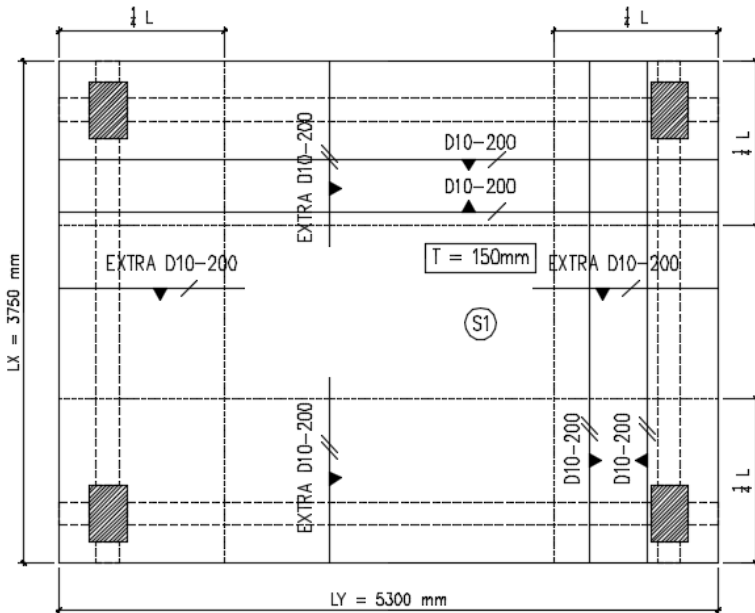
Analisa struktur sekunder eksisting yang dilakukan ini meliputi pelat lantai dan balok anak.

4.4.1 Pelat Lantai

Struktur plat lantai yang dihitung pada bab ini merupakan plat yang dikelilingi oleh balok. Plat ini digunakan pada lantai 2 hingga lantai atap.

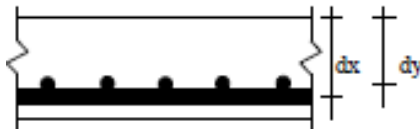
4.4.1.1 Data Eksisting

Tipe plat	= Plat S1	
Fc (K-350)	= 29,05	Mpa
Fy (BJTD)	= 400	Mpa
Fy (BJTP)	= 240	Mpa
Tebal decking	= 40	mm
Diameter sengkang	= 10	mm
Tebal plat lantai	= 150	mm
Panjang	= 5300	mm
Lebar	= 3750	mm



Gambar 4.5 Detail Pelat Tipe S1

$$\begin{aligned}
 L_x &= 375 \text{ cm} - (1/2 b\{B5\} + 1/2 \{B5\}) \\
 &= 375 \text{ cm} - (1/2 \times 30 \text{ cm} + 1/2 \times 30 \text{ cm}) \\
 &= 345 \text{ cm} = 3,45 \text{ m} \\
 L_y &= 530 \text{ cm} - (1/2 b\{B6\} + 1/2 b\{B6\}) \\
 &= 530 \text{ cm} - (1/2 \times 30 \text{ cm} + 1/2 \times 30 \text{ cm}) \\
 &= 500 \text{ cm} = 5,0 \text{ m} \\
 L_y/L_x &= 500 \text{ cm} / 345 \text{ cm} \\
 &= 1,45 < 2,00 \text{ (2 arah)}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.6 Ilustrasi potongan pelat rencana

$$\begin{aligned} dx &= t_{\text{pelat}} - \text{cover} - (D_{\text{tul.bawah}}/2) \\ &= 150 - 40 - (10/2) \\ &= 105 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dy &= t_{\text{pelat}} - \text{cover} - D_{\text{tul.bawah}} - (D_{\text{tul.atas}}/2) \\ &= 150 - 40 - 10 - (10/2) \\ &= 95 \text{ mm} \end{aligned}$$

4.4.1.2 Pembebanan Pelat

Beban yang bekerja pada pelat lantai juga terdiri dari 2 jenis beban, yaitu beban mati (qD) dan beban hidup (qL). Pelat lantai menerima beban hidup berupa beban ruang hunian 1 keluarga dan koridor.

- **Beban Mati**

Pelat lantai	= 0.15 x 2400 = 360 kg/m ²	
Penggantung	= 7 kg/m ²	
Plafond	= 11 kg/m ²	
Spesi (t = 2 cm)	= 21 x 2	= 42 kg/m ²
Tegel (t = 1 cm)		= 24 kg/m ²
Ducting & Plumbing		= 25 kg/m ² +
	qDT	= 469 kg/m ²
- **Beban Hidup**

qLT	= 192 kg/m ² (Hunian 1 keluarga)
qLT	= 479 kg/m ² (Koridor)
- **Kombinasi**

Lantai hunian (qu)	= 1,2 qDT + 1,6 qLT
	= 870 kg/m ²
Lantai koridor (qu)	= 1329,2 kg/m ²

4.4.1.3 Perhitungan Momen Ultimate Pelat

Dengan menggunakan koefisien momen PBI 1971 pasal 13.3 dapat dihitung momen ultimate yang bekerja pada pelat dengan menggunakan persamaan momen dibawah ini. Dari perhitungan

4.4.1.1 didapat $L_y/L_x = 1.45$ dibulatkan $L_y/L_x = 1.5$ yang setelahnya dicari nilai konstanta pengali dari PBI 1971 pada tabel 13.3.1 untuk dicari momen ultimate yang bekerja pada pelat.

$$M_{lx} = 0.001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot X$$

$$M_{tx} = -0.001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot X$$

$$M_{ly} = 0.001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot X$$

$$M_{ty} = -0.001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot X$$

Dimana:

M_{lx} = Momen lapangan arah x

M_{ly} = Momen lapangan arah y

M_{tx} = Momen tumpuan arah x

M_{ty} = Momen tumpuan arah y

X = Nilai konstanta dari perbandingan L_y/L_x

a) Perhitungan momen tumpuan & lapangan arah X

- Pelat terjepit penuh

$$M_{ulx} (+) = X_1 = 36$$

$$M_{ultx} (-) = X_2 = 76 \text{ (PBI Tabel 13.3.1)}$$

- $M_{lx} = 0.001 \times q_u \times L_x^2 \times X$
 $= 0.001 \times 870 \times 3,45^2 \times 36$
 $= 372,7863 \text{ kg.m}$
 $= 3.727.863 \text{ N.mm}$

- $M_{tx} = 0.001 \times q_u \times L_x^2 \times X$
 $= 0.001 \times 870 \times 3,45^2 \times 76$
 $= 786,99 \text{ kg.m}$
 $= 7.869.933 \text{ N.mm}$

b) Perhitungan penulangan tumpuan & lapangan arah Y

- Pelat terjepit penuh

$$M_{uly} (+) = X_1 = 17$$

$$\text{Mutu (-)} = X2 = 57 \text{ (PBI Tabel 13.3.1)}$$

- $Mly = 0.001 \times qu \times Ly^2 \times X$
 $= 0.001 \times 870 \times 5,0^2 \times 17$
 $= 369,75 \text{ kg.m}$
 $= 3.697.500 \text{ N.mm}$
- $Mty = 0.001 \times qu \times Ly^2 \times X$
 $= 0.001 \times 870 \times 5,0^2 \times 57$
 $= 1239,75 \text{ kg.m}$
 $= 12.397.500 \text{ N.mm}$

4.4.1.4 Analisis Penulangan

Untuk memastikan kapasitas pelat eksisting mampu memikul gaya ultimate yang terjadi, maka perlu dilakukan analisis penulangan pelat terhadap gaya yang terjadi, dengan faktor reduksi kekuatan lentur untuk perhitungan momen nominal pelat adalah sebesar 0,9 sesuai dengan pasal 9.3.2 SNI 2847:2013.

a) Perhitungan Penulangan Tumpuan Pelat Arah X

Uraian	Pelat
Tebal (mm)	150
Lebar "b" (mm)	1000
Cover beton (mm)	40
Tebal efektif "dx" (mm)	105
Momen Ultimate Tumpuan X (N.mm/m')	7.869.933
Penulangan + (Tulangan Ekstra)	Ø10-100
Ast terpasang (mm ² /m')	785,39
fy (N/mm ²)	400
a = [(Ast.fy) / (0,85fc'.b)] (mm)	12,73

Momen Nominal = $0,9 \cdot Ast \cdot fy \cdot (d-a/2)$ (N.mm/m')	24.790.576
Cek ($\emptyset Mn > Mu$)	(OK)

Dari analisis di atas, dapat disimpulkan tulangan pelat arah X yang terpasang $\emptyset 10 - 100$ mampu menahan gaya yang terjadi.

b) Perhitungan Penulangan Lapangan Pelat Arah X

Uraian	Pelat
Tebal (mm)	150
Lebar "b" (mm)	1000
Cover beton (mm)	40
Tebal efektif "dx" (mm)	105
Momen Ultimate lapangan X (n.mm/m')	3.727.863
Penulangan	$\emptyset 10-200$
Ast terpasang (mm ² /m')	392,7
fy (N/mm ²)	400
$a = [(Ast \cdot fy) / (0,85fc' \cdot b)]$ (mm)	6,36
Momen Nominal = $0,9 \cdot Ast \cdot fy \cdot (d-a/2)$ (N.mm/m')	12.794.989
Cek ($\emptyset Mn > Mu$)	(OK)

Dari analisis di atas, dapat disimpulkan tulangan pelat arah X yang terpasang $\emptyset 10 - 200$ mampu menahan gaya yang terjadi.

c) Perhitungan Penulangan Tumpuan Pelat Arah Y

Uraian	Pelat
Tebal (mm)	150
Lebar "b" (mm)	1000
Cover beton (mm)	40
Tebal efektif "dy" (mm)	95

Uraian	Pelat
Momen Ultimate Tumpuan Y (N.mm/m')	12.397.500
Penulangan + (Tulangan Ekstra)	Ø10-100
Ast terpasang (mm ² /m')	785,39
fy (N/mm ²)	400
$a = [(Ast \cdot fy) / (0,85fc' \cdot b)]$ (mm)	12,73
Momen Nominal = $0,9 \cdot Ast \cdot fy \cdot (d-a/2)$ (N.mm/m')	24.790.576
Cek ($\phi M_n > M_u$)	(OK)

Dari analisis di atas, dapat disimpulkan tulangan pelat arah Y yang terpasang Ø10 – 100 mampu menahan gaya yang terjadi.

d) Perhitungan Penulangan Lapangan Pelat Arah Y




Uraian	Pelat
Tebal (mm)	150
Lebar "b" (mm)	1000
Cover beton (mm)	40
Tebal efektif "dy" (mm)	95
Momen Ultimate lapangan X (n.mm/m')	3.697.500
Penulangan	Ø10-200
Ast terpasang (mm ² /m')	392,7
fy (N/mm ²)	400
$a = [(Ast \cdot fy) / (0,85fc' \cdot b)]$ (mm)	6,36
Momen Nominal = $0,9 \cdot Ast \cdot fy \cdot (d-a/2)$ (N.mm/m')	12.794.989
Cek ($\phi M_n > M_u$)	(OK)

Dari analisis di atas, dapat disimpulkan tulangan pelat arah X yang terpasang Ø10 – 200 mampu menahan gaya yang terjadi.

4.4.2 Balok Anak

Balok anak merupakan sistem struktur sekunder yang direncanakan menerima beban mati dan beban hidup dengan kombinasi pembebanan yang sesuai dengan SNI 2847-2013 pasal 9.2.1 yaitu : 1,2 DL + 1,6 LL. Untuk balok anak yang ditinjau, diambil balok anak yang mengalami gaya terbesar.

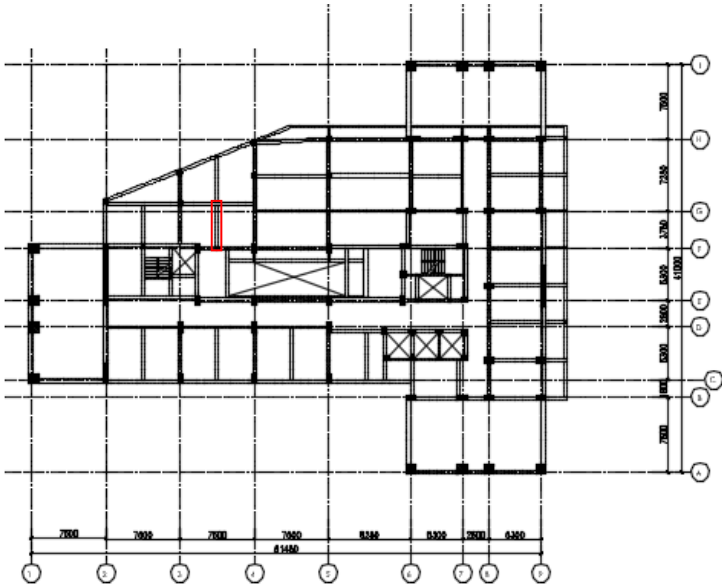
4.4.2.1 Data Eksisting

B5		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
300 x 550	300 x 550	300 x 550
6 D 22	2 D 22	6 D 22
2 D 22	5 D 22	2 D 22
D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100
2 D 10	2 D 10	2 D 10

Gambar 4.7 Penulangan Balok Anak B5

Tipe balok anak	= B5 (As 12 Joint G-Q)
Fc (K-350)	= 29,05 Mpa
Fy (BJTD)	= 400 Mpa
Fy (BJTP)	= 240 Mpa
Tebal decking	= 40 mm
Diameter sengkang	= 10 mm

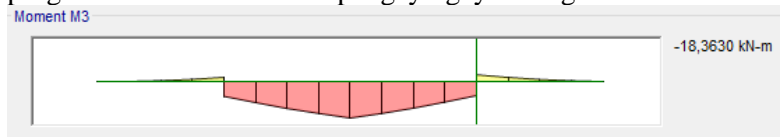
Jarak tulangan lapis	= 25	mm
Bentang	= 7500	mm
Lebar Balok	= 300	mm
Tinggi Balok	= 550	mm



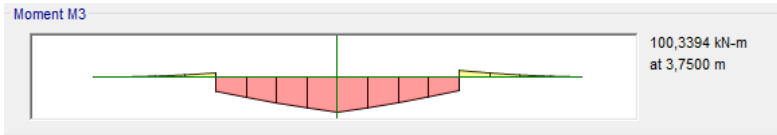
Gambar 4.8 Denah Pembalokan Lantai Upper Ground elev. +5.00

4.4.2.2 Gaya Dalam

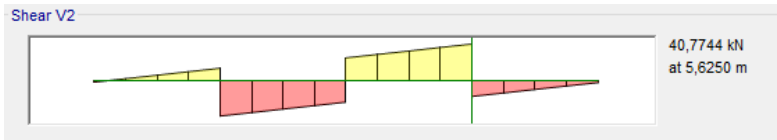
Dari permodelan gedung yang telah dilakukan pada program bantu ETABS didapat gaya-gaya sebagai berikut:



Gambar 4.9 Gambar 4. 1 Momen yang Terjadi Pada Tumpuan B5
Momen Tumpuan = 18,363 kN.m (Kombinasi 1,2D+1,6L)



Gambar 4.10 Momen yang Terjadi Pada Lapangan B5
Momen Lapangan = 100,3394 kN.m (Kombinasi 1,2D+1,6L)



Gambar 4.11 Gaya Geser yang Terjadi pada Lapangan B5
Gaya Geser Lapangan = 40,7744 kN (Kombinasi 1,2D+1,6L)

4.4.2.3 Analisis Penulangan Tumpuan

Berdasarkan data eksisting untuk balok anak B5, tulangan lentur terpasang sisi atas 6D22 dan sisi bawah 2D22, berikut ini adalah perhitungan momen nominal pada tumpuan:

$$\begin{aligned} A_s \text{ atas} &= n \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= 6 \frac{1}{4} \pi (22)^2 \\ &= 2279,64 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s' \text{ bawah} &= n \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= 2 \frac{1}{4} \pi (22)^2 \\ &= 759,88 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Mencari tebal efektif:

Dari data yang diperoleh digunakan dua lapis tulangan lentur

terpasang sisi atas 6D22 sehingga spasi bersih antar tulangan diambil 25mm.

$$\begin{aligned}d &= h - (\text{decking} + D \text{ lentur} + \phi \text{ geser} + 25/2) \\ &= 550 - (40 + 22 + 10 + 12,5) \\ &= 465,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}d' &= \frac{\left(4x \left(40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 22\right)\right) + \left(2x \left(40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 22\right)\right)}{6} \\ &= 61 \text{ mm}\end{aligned}$$

Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$\begin{aligned}\beta_1 &= 0,85 - (0,05 \times (f_c' - 28) / 7) \\ &= 0,85 - (0,05 \times (29,05 - 28) / 7) \\ &= 0,8425\end{aligned}$$

Mecrai garis netral:

$$T_s = (C_c + C_s)$$

$$\begin{aligned}A_s \cdot f_y &= 0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b + A_s' \left[600 \cdot \left(\frac{c - d'}{c} \right) - 0,85 \cdot f_c' \right] \\ 0 &= (0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + (A_s' 600 - 0,85 \cdot f_c' \cdot A_s' - A_s \cdot f_y) c \\ &\quad - 600 A_s' d'\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}K_1 c^2 + K_2 c + K_3 \\ c &= \frac{-K_2 \pm \sqrt{K_2^2 - 4K_1 K_3}}{2K_1}\end{aligned}$$

$$K_1 = 0,85 f_c' \beta_1 b$$

$$K_2 = A_s' (600 - 0,85 f_c') - A_s f_y$$

$$K_3 = -600 A_s' d'$$

Maka:

$$\begin{aligned}K_1 &= 0,85 f_c' \beta_1 b \\ &= 0,85 \cdot 29,05 \cdot 0,85 \cdot 300 \\ &= 6296,59\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}K_2 &= A_s' (600 - 0,85 f_c') - A_s f_y \\ &= 759,88 (600 - 0,85 \cdot 29,05) - 2279,64 \cdot 400\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= -474691,34 \\
 K_3 &= -600A'_s d' \\
 &= -600 \cdot 759,88 \cdot 61 \\
 &= -27811608
 \end{aligned}$$

Maka nilai c:

$$= \frac{-(-474691,34) \pm \sqrt{(-474691,34)^2 - 6296,59 \cdot (-27811608)}}{2 \cdot 6503}$$

$$c_1 = 114,86 \text{ mm}$$

$$c_2 = -38,80 \text{ mm}$$

Jadi nilai c diambil yang positif, $c = 114,86 \text{ mm}$, sehingga didapat nilai :

$$\begin{aligned}
 a &= \beta \cdot c \\
 &= 0,8425 \cdot 114,86 \\
 &= 96,77 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_s' &= 600 \left(\frac{c-d'}{c} \right) \\
 &= 600 \left(\frac{114,86-61}{114,86} \right) \\
 &= 281,345 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Kontrol kelelahan : $f_s' < f_y \rightarrow$ Belum mengalami leleh

Menghitung nilai C_c dan C_s :

$$\begin{aligned}
 C_c &= 0,85f_c'ab \\
 &= 0,85 \cdot 29,05 \cdot 96,77 \cdot 300 \\
 &= 716831 \text{ N} = 716,83 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s &= A_s' \left[600 \left(\frac{c-d'}{c} \right) - 0,85f_c' \right] \\
 &= 759,88 \left[600 \left(\frac{114,86-61}{114,86} \right) - 0,85 \cdot 29,05 \right] \\
 &= 159025 \text{ N} = 159,025 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Regangan Tarik:

$$\begin{aligned}
 \epsilon_t &= 0,003 \times \left(\frac{d-c}{c} \right) \\
 &= 0,003 \times \left(\frac{465,5-145,99}{145,99} \right) \\
 &= 0,0065 > 0,005 ;
 \end{aligned}$$

(Dipakai $\emptyset = 0,9$) SNI 2847:2013 Pasal 9.3.2.2

Maka momen nominal:

$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi \left[C_c \left(d - \frac{a}{2} \right) + C_s (d - d') \right] \\ &= 0,9 \left[716,83 \left(465,5 - \frac{96,77}{2} \right) + 159,025 (465,5 - 61) \right] \\ &= 326,99 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned}\phi M_n &\geq M_u \\ 326,99 \text{ kNm} &> 18,363 \text{ kN.m (OK)}\end{aligned}$$

4.4.2.4 Kontrol Pengaruh Balok T

Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 8.12 untuk konstruksi balok T, sesuai dengan persyaratan adalah sebagai berikut:

- $L_n = 5300 - (0,5 \times 300) - (0,5 \times 300) = 5000 \text{ mm}$

Lebar efektif balok T, b_e , yang diambil dari nilai terkecil antara:

- $B_w + 2 (L_n/2) = 400 + 2(5000/2) = 5400 \text{ mm}$
- $B_w + 2 (8t_f) = 400 + (8 \times 150) = 1600 \text{ mm}$
- $L/4 = 5000/4 = 1250 \text{ mm}$

Diambil $b_e = 1250 \text{ mm}$

- $a = \frac{A_{st} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b_e}$

$$= \frac{2279,64 \times 400}{0,85 \times 29,05 \times 1250}$$

$$= 29,54 \text{ mm}$$

- $c = \frac{a}{\beta_1}$

$$= \frac{29,54}{0,8425}$$

$$= 35,065 \text{ mm}$$

Kontrol:

$$c \leq T_f$$

$$35,06 \text{ mm} < 150 \text{ mm} \text{ (Balok T palsu)}$$

Perhitungan dapat dilakukan seperti penampang balok persegi.

4.4.2.5 Analisis Tulangan Lentur Lapangan

Berdasarkan data eksisting untuk balok anak B5, tulangan lentur terpasang sisi atas 2D22 dan sisi bawah 5D22, berikut ini gaya dalam hasil ETABS:

$$\begin{aligned} A_s \text{ atas} &= n \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= 2 \frac{1}{4} \pi (22)^2 \\ &= 759,88 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s' \text{ bawah} &= n \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= 5 \frac{1}{4} \pi (22)^2 \\ &= 1899,7 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Mencari tebal efektif:

$$d = h - (\text{decking} + \phi \text{ geser} + \frac{1}{2} D \text{ lentur})$$

$$= 550 - (40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 22)$$

$$= 489 \text{ mm}$$

$$d' = \frac{(4 \times (40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 22)) + (2 \times (40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 22))}{6}$$

$$= 61 \text{ mm}$$

Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$\beta_1 = 0,85 - (0,05 \times (f'c' - 28) / 7)$$

$$= 0,85 - (0,05 \times (29,05 - 28) / 7)$$

$$= 0,8425$$

Mecrai garis netral:

$$T_s = (C_c + C_s)$$

$$A_s \cdot f_y = 0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b + A'_s \left[600 \cdot \left(\frac{c - d'}{c} \right) - 0,85 \cdot f'_c \right]$$

$$0 = (0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1 \cdot b)c^2 + (A'_s 600 - 0,85 \cdot f'_c \cdot A_s) c - 600 A'_s d'$$

$$K_1 c^2 + K_2 c + K_3$$

$$c = \frac{-K_2 \pm \sqrt{K_2^2 - 4K_1 K_3}}{2K_1}$$

$$K_1 = 0,85 f'_c \beta_1 b$$

$$K_2 = A'_s (600 - 0,85 f'_c) - A_s f_y$$

$$K_3 = -600 A'_s d'$$

Maka:

$$K_1 = 0,85 f'_c \beta_1 b$$

$$= 0,85 \cdot 29,05 \cdot 0,85 \cdot 300$$

$$= 6296,59$$

$$K_2 = A'_s (600 - 0,85 f'_c) - A_s f_y$$

$$= 759,88 (600 - 0,85 \cdot 29,05) - 2279,64 \cdot 400$$

$$= -322715,34$$

$$K_3 = -600 A'_s d'$$

$$= -600 \cdot 759,88 \cdot 61$$

$$= -27811608$$

Maka nilai c:

$$= \frac{-(-474691,34) \pm \sqrt{(-474691,34)^2 - 6296,59 \cdot (-27811608)}}{2 \cdot 6503}$$

$$c_1 = 97,44 \text{ mm}$$

$$c_2 = -45,73 \text{ mm}$$

Jadi nilai c diambil yang positif, $c = 97,44 \text{ mm}$, sehingga didapat nilai :

$$a = \beta \cdot c$$

$$= 0,8425 \cdot 97,44$$

$$= 82,09 \text{ mm}$$

$$f'_s = 600 \left(\frac{c - d'}{c} \right)$$

$$= 600 \left(\frac{97,44-61}{97,44} \right)$$

$$= 224,39 \text{ Mpa}$$

Kontrol kelelahan : $f_s' < f_y \rightarrow$ Belum mengalami leleh
Menghitung nilai C_c dan C_s :

$$C_c = 0,85f_c'ab$$

$$= 0,85 \cdot 29,05 \cdot 82,09 \cdot 300$$

$$= 608134 \text{ N} = 608,134 \text{ kN}$$

$$C_s = A_s' \left[600 \left(\frac{c-d'}{c} \right) - 0,85f_c' \right]$$

$$= 759,88 \left[600 \left(\frac{97,44-61}{97,44} \right) - 0,85 \cdot 29,05 \right]$$

$$= 151745 \text{ N} = 151,745 \text{ kN}$$

Regangan Tarik:

$$\epsilon_t = 0,003 x \left(\frac{d-c}{c} \right)$$

$$= 0,003 x \left(\frac{465,5-97,44}{145,99} \right)$$

$$= 0,012 > 0,005 ;$$

(Dipakai $\phi = 0,9$) SNI 2847:2013 Pasal 9.3.2.2

Maka momen nominal:

$$\phi M_n = \phi \left[C_c \left(d - \frac{a}{2} \right) + C_s (d - d') \right]$$

$$= 0,9 \left[608,14 \left(465,5 - \frac{82,09}{2} \right) + 151,745 (465,5 - 61) \right]$$

$$= 287,558 \text{ kNm}$$

Kontrol:

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$287,558 \text{ kNm} > 18,363 \text{ kN.m (OK)}$$

4.4.2.6 Analisis Tulangan Geser

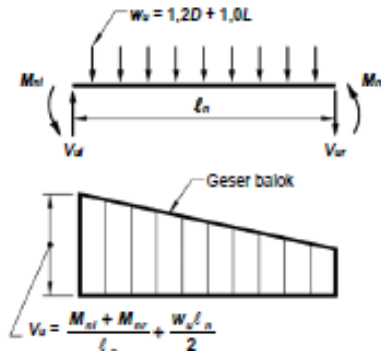
Gaya geser yang dipakai dalam perhitungan adalah gaya geser terfaktor, yang didapat dari perhitungan menggunakan

program bantu ETABS, sesuai dengan gambar 4.9 di atas V_u yang digunakan adalah sebesar:

$$V_u' = 40,7744 \text{ kN}$$

4.4.2.6.1 Daerah Tumpuan

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.6.2.2 gaya geser atau tulangan transversal harus ditinjau pada ujung-ujungnya (M_{pr}), maka momen ujung kanan akan bekerja sama dengan momen ujung kiri. Momen ujung (M_{pr}) berdasarkan tegangan tarik baja sebesar $1,25 f_y$.



Gambar 4.12 Diagram gaya geser balok

Menghitung momen ujung (M_{pr}) akibat goyang ke kiri:

Momen ujung tumpuan kiri negatif (M_{pr-1})

$M_{pr-1} \rightarrow$ Tulangan sisi atas 6D22 (2279,64 mm²)

$$a_{pr-1} = \frac{A_s 1,25 f_y}{0,85 f_c' b}$$

$$a_{pr-1} = \frac{2279,64 \cdot 1,25 \cdot 400}{0,85 \cdot 29 \cdot 0,300}$$

$$a_{pr-1} = 153,87 \text{ mm}$$

$$M_{pr-1} = 1,25 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right)$$

$$M_{pr-1} = 1.25 \times 2279,64 \times 400 \times \left(489 - \frac{153,87}{2}\right)$$

$$M_{pr-1} = 469,68 \text{ kNm}$$

Momen ujung tumpuan kanan positif (Mpr-4) Mpr-4 → Tulangan sisi bawah 2D22 (759,88 mm²)

$$a_{pr-4} = \frac{A_s 1,25 f_y}{0,85 f_c' b}$$

$$a_{pr-4} = \frac{759,88 \cdot 1,25 \cdot 400}{0,85 \cdot 29,05 \cdot 300}$$

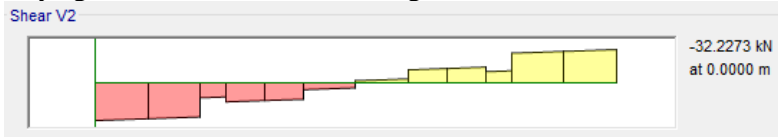
$$a_{pr-4} = 51,289 \text{ mm}$$

$$M_{pr-4} = 1.25 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a_{pr-1}}{2}\right)$$

$$M_{pr-4} = 1.25 \times 759,88 \times 400 \times \left(489 - \frac{51,289}{2}\right)$$

$$M_{pr-4} = 176,05 \text{ kNm}$$

Gaya geser terfaktor akibat beban gravitasi kombinasi 1,2D+1L:



Gambar 4.13 Gaya geser balok anak akibat kombinasi 1,2D+1L

$$V_u = \frac{W_u l_n}{2} = 32,22 \text{ kN}$$

Gaya geser akibat goyang ke kiri sebagai berikut ini:

$$V_{sway} = \frac{M_{pr-1} + M_{pr-4}}{l_n}$$

$$V_{sway} = \frac{469,68 + 176,05}{4,5}$$

$$V_{sway} = 145,11 \text{ kN}$$

Gaya geser akibat goyangan pada ujung-ujung balok:

$$V_{u1} = V_{\text{sway}} \pm V_u$$

$$V_{u1} = 145,11 + 32,22 = 177,33 \text{ kN}$$

$$V_{u2} = V_{\text{sway}} \pm V_u$$

$$V_{u2} = 145,11 - 32,22 = 112,89 \text{ kN}$$

Menghitung momen ujung (M_{pr}) akibat goyang ke kanan:

Momen ujung tumpuan kanan negatif (M_{pr-2})

M_{pr-2} → Tulangan sisi atas 6D22 (2279,64 mm²)

$$a_{\text{pr-2}} = \frac{A_s 1,25 f_y}{0,85 f_c' b}$$

$$a_{\text{pr-2}} = \frac{2279,64 \cdot 1,25 \cdot 400}{0,85 \cdot 29,05 \cdot 300}$$

$$a_{\text{pr-2}} = 153,87 \text{ mm}$$

$$M_{\text{pr-2}} = 1,25 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a_{\text{pr-2}}}{2} \right)$$

$$M_{\text{pr-2}} = 1,25 \times 2279,64 \times 400 \times \left(489 - \frac{153,87}{2} \right)$$

$$M_{\text{pr-2}} = 469,68 \text{ kNm}$$

Momen ujung tumpuan kiri positif (M_{pr-3}) M_{pr-3} → Tulangan sisi bawah 2D22 (759,88 mm²)

$$a_{\text{pr-3}} = \frac{A_s 1,25 f_y}{0,85 f_c' b}$$

$$a_{\text{pr-3}} = \frac{759,88 \cdot 1,25 \cdot 400}{0,85 \cdot 29,05 \cdot 300}$$

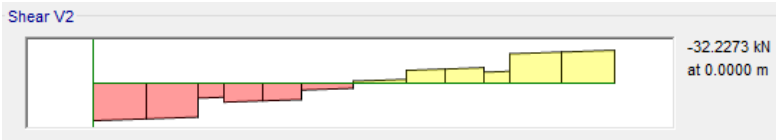
$$a_{\text{pr-3}} = 51,289 \text{ mm}$$

$$M_{\text{pr-3}} = 1,25 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a_{\text{pr-3}}}{2} \right)$$

$$M_{\text{pr-3}} = 1,25 \times 759,88 \times 400 \times \left(489 - \frac{51,289}{2} \right)$$

$$M_{\text{pr-3}} = 176,05 \text{ kNm}$$

Gaya geser terfaktor akibat beban gravitasi kombinasi 1,2D+1L:



Gambar 4.14 Gaya geser balok anak akibat kombinasi 1,2D+1L

$$V_u = \frac{W_u l_n}{2} = 32,22 \text{ kN}$$

Gaya geser akibat goyang ke kiri sebagai berikut ini:

$$V_{\text{sway}} = \frac{M_{\text{pr-1}} + M_{\text{pr-4}}}{l_n}$$

$$V_{\text{sway}} = \frac{469,68 + 176,05}{4,5}$$

$$V_{\text{sway}} = 145,11 \text{ kN}$$

Gaya geser akibat goyangan pada ujung-ujung balok:

$$V_{u2} = V_{\text{sway}} \pm V_u$$

$$V_{u2} = 145,11 + 32,22 = 177,33 \text{ kN}$$

$$V_{u3} = V_{\text{sway}} \pm V_u$$

$$V_{u3} = 145,11 - 32,22 = 112,89 \text{ kN}$$

Tulangan geser terpasang pada tumpuan 2D10-100

$$A_v = n \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A_v = 4 \frac{1}{4} \pi 10^2$$

$$A_v = 157 \text{ mm}^2$$

$$d = h - (\text{decking} + \phi \text{ geser} + \frac{1}{2} D \text{ lentur})$$

$$= 489 \text{ mm}$$

Kuat geser pada beton:

$$V_c = 0,17 \lambda \sqrt{f_c'} b_w d$$

$$= 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{29,05} \cdot 300 \cdot 489$$

$$= 134,41 \text{ kN}$$

Kuat geser tulangan:

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$$

$$= \frac{157 \cdot 240 \cdot 489}{100}$$

$$= 184,42 \text{ kN}$$

Kuat geser nominal:

$$\phi V_n = \phi (V_c + V_s)$$

$$= 0,75 (134,41 + 184,42)$$

$$= 239,13 \text{ kN}$$

Kontrol:

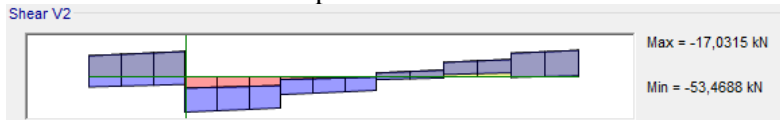
$$\phi V_n \geq V_u$$

$$239,13 \text{ kN} \geq 177,33 \text{ kN} \dots (\text{OK})$$

4.4.2.6.2 Daerah Lapangan

Gaya geser yang ditinjau pada daerah lapangan setelah daerah sendi plastis yaitu setelah 2h dari muka kolom. Berdasarkan data eksisting untuk balok B1, tulangan geser lapangan terpasang 2D10-150:

Hasil analisa ETABS didapat nilai V_u maksimum:



Gambar 4.15 Gaya geser lapangan balok anak akibat kombinasi Envelope

$$V_u = 53,468 \text{ kN}$$

Tulangan pasang:

$$A_v = n \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$= 2 \frac{1}{4} \pi 10^2$$

$$\begin{aligned}
 &= 157 \text{ mm}^2 \\
 y &= \frac{\left(3(40 + 10 + \frac{1}{2} 22)\right) + \left(2(40 + 10 + \frac{1}{2} 22)\right)}{3 + 2} \\
 y &= 61 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= h - y \\
 &= 550 - 61 \text{ mm} \\
 &= 489 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kuat geser pada beton:

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0,17\lambda\sqrt{f_c'}b_wd \\
 &= 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{29,05} \cdot 300 \cdot 489 \\
 &= 134,41 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Kuat geser tulangan:

$$\begin{aligned}
 V_s &= \frac{A_v f_y d}{S} \\
 &= \frac{157 \cdot 240 \cdot 389}{150} \\
 &= 122,95 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Kuat geser nominal:

$$\begin{aligned}
 \phi V_n &= \phi(V_c + V_s) \\
 &= 0,75(134,41 + 122,95) \\
 &= 193,03 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned}
 \phi V_n &\geq V_u \\
 193,03 \text{ kN} &\geq 53,468 \text{ kN} \dots (\text{OK})
 \end{aligned}$$

4.4.2.7 Analisis Tulangan Puntir

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 11.5.1 persyaratan pengaruh puntir dapat diabaikan jika:

$$T_U \leq T_{U_{\min}}$$

$$T_U \leq \phi \times 0.083 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \times \left(\frac{A_{CP}^2}{P_{CP}} \right)$$

Dimana:

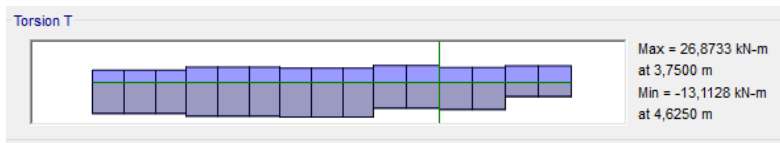
A_{CP} = Luas penampang keseluruhan

P_{CP} = Keliling penampang keseluruhan

λ = 1 (untuk beton normal)

ϕ = 0.75 (Faktor reduksi beban torsi)

Dari analisis yang dilakukan melalui program bantu, didapat gaya puntir dari hasil permodelan Etabs menggunakan kombinasi Envelope:



Gambar 4.16 Gaya Torsi maksimum pada balok anak akibat kombinasi Envelope

$$T_u = 26,8733 \text{ kNm}$$

Luas penampang A :

$$A_{cp} = b \times h = 300 \times 550 = 165000 \text{ mm}^2$$

Keliling penampang:

$$P_{cp} = 2(b+h) = 2(300+550) = 1700 \text{ mm}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} T_n &= 0.75 \times 0.083 \times 1 \times \sqrt{29,05} \times \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \\ &= 0.75 \times 0.083 \times 1 \times \sqrt{29,05} \times \left(\frac{165000^2}{1700} \right) \\ &= 31899445 \text{ Nmm} \\ &= 31,89 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Kontrol:

$$T_u < T_n$$

$$26,8733 \text{ kNm} < 31,89 \text{ kNm} \text{ (Torsi diabaikan)}$$

4.4.3 Analisis Tangga

Spesifikasi teknik untuk pelat tangga dan pelat bordes yang ditinjau kekuatan struktur eksistingnya adalah sebagai berikut:

4.4.3.1 Data Eksisting

F_c	= 30	Mpa
$F_y \geq D13$	= 400	Mpa
$F_y < D13$	= 240	Mpa
Tebal decking	= 20	mm
Diameter sengkang	= 10	mm

Pelat tangga dan bordes yang ditinjau dalam perhitungan ini adalah tipe I, berikut ini adalah spesifikasi pelat tangga dan bordes:

4.4.3.2 Data Eksisting

Berikut ini adalah data eksisting pelat tangga dan bordes

tipe I:

Tinggi lantai	= 310	cm
Lebar injakan (i)	= 30	cm
Tinggi injakan (t)	= 15	cm
Jumlah tanjakan (nt)	= 11	
Jumlah injakan (ni)	= 10	
Elevasi bordes	= 155	cm
Tebal pelat bordes	= 15	cm
Tebal pelat tangga	= 15	cm
Lebar bordes	= 265	cm
Panjang bordes	= 200	cm
Lebar tangga	= 132,5	cm
Panjang Horizontal Tangga	= 330	mm
Panjang total	= 530	cm
Kemiringan tangga	= arc tan (155/330)	
	= 25,159	°

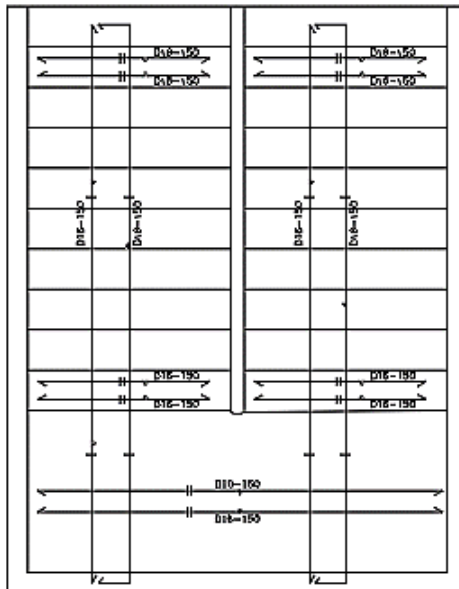
Cek Syarat:

$$25^{\circ} \leq \alpha \leq 40^{\circ}$$

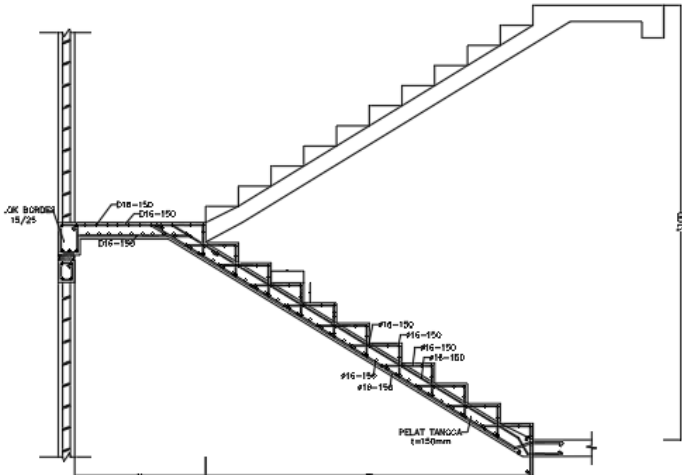
$$25^{\circ} \leq 25,159^{\circ} \leq 40^{\circ} \text{ (OK)}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal rata-rata (t')} &= i \times \sin \alpha \\ &= 30 \times \sin 25,159 \\ &= 22 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal total (t}_{\text{eff}}) &= t_p + \frac{t'}{2} \\ &= 15 + \frac{22}{2} \\ &= 26 \text{ cm} \end{aligned}$$



Gambar 4.17 Penulangan tangga Eksisting



Gambar 4.18 Penulangan Tangga Eksisting

4.4.3.3 Pembebanan Pelat Tangga dan Bordes

Pelat tangga dan bordes menerima beban kombinasi ultimate dari beban mati dan beban hidup.

a. Pembebanan Tangga

Beban Mati

$$\begin{aligned} \text{Keramik} &= (24 \text{ Kg/m}^2 \times 0,30 \text{ m} \times 1,325 \text{ m} \times 10) + \\ & (24 \text{ Kg/m}^2 \times 0,15 \text{ m} \times 1,325 \text{ m} \times 11) \\ &= 147,87 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Spesi (2 cm)} &= (2 \times 21 \text{ Kg/m}^2 \times 0,30 \text{ m} \times 1,325 \text{ m} \times 10) \\ &+ (2 \times 21 \text{ Kg/m}^2 \times 0,15 \text{ m} \times 1,325 \text{ m} \times 11) \\ &= 258,77 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\text{Railing} = 50 \text{ Kg/m} \times 3,30 \text{ m} = 165 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Trap Beton} &= 2400 \times 0,5 \times 0,15 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times 1,325 \text{ m} \\ &\times 10 \\ &= 528,768 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\text{Total Beban} = 1100,41 \text{ Kg}$$

$$\text{Luas Plat Tangga} = 1,325 \text{ m} \times 3,30 \text{ m} = 3,96 \text{ m}^2$$

$$\text{Beban Uniform} = (1100,41 \text{ Kg} / 3,96 \text{ m}^2) = 277,88 \text{ Kg/m}^2$$

Beban Hidup

Beban hidup tangga = 479 Kg/m²

b. Pembebanan Bordes

Beban Mati

Keramik = 24 Kg/m²

Spesi (2 cm) = 2 x 21 Kg/m² = 42 Kg/m²

Railing = (50 Kg/m x 0.2 m) : (2,65 m x 2 m)
= 1,887 Kg/m²

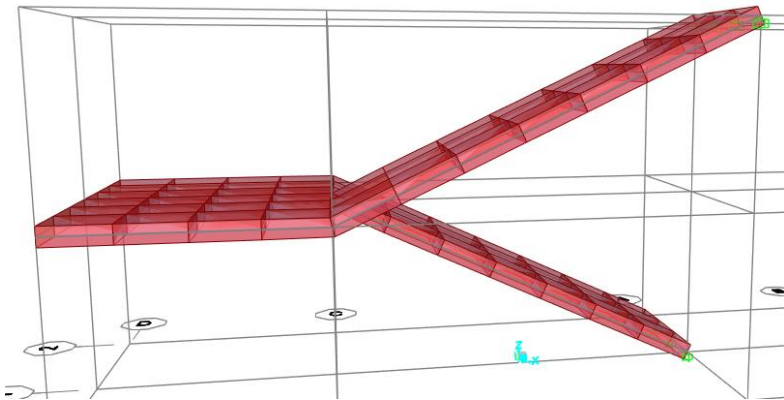
Berat uniform = 67,887 Kg/m²

Beban Hidup

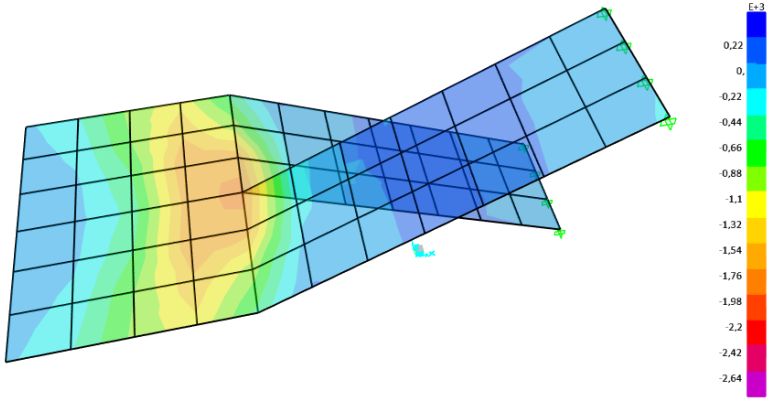
Beban hidup tangga = 479 Kg/m²

4.4.3.4 Permodelan Pelat Tangga dan Bordes

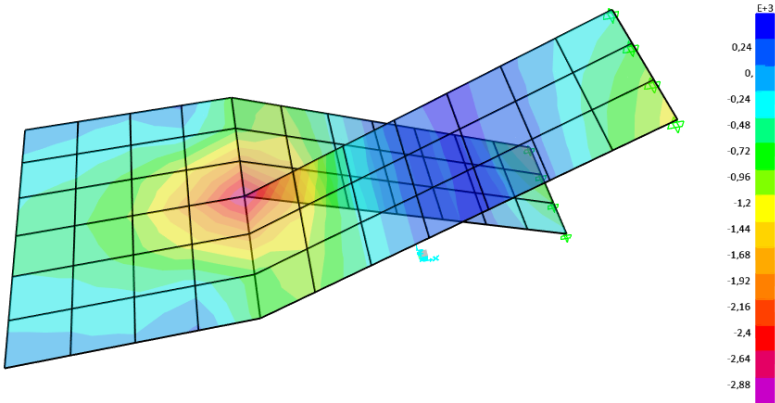
Permodelan pelat tangga dan bordes menggunakan program bantu SAP 2000, dengan ilustrasi sebagai berikut ini:



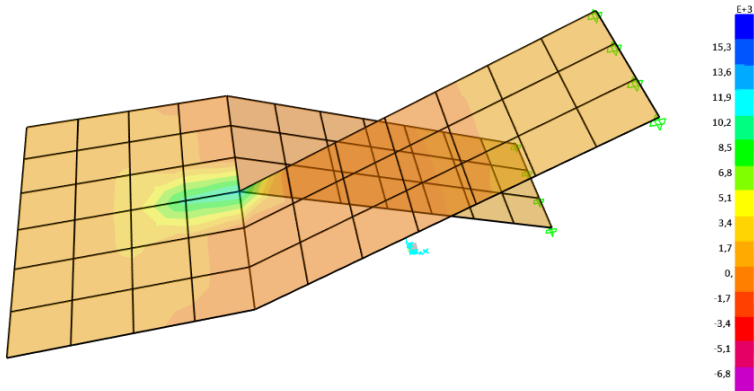
Gambar 4.19 Permodelan Tangga SAP 2000



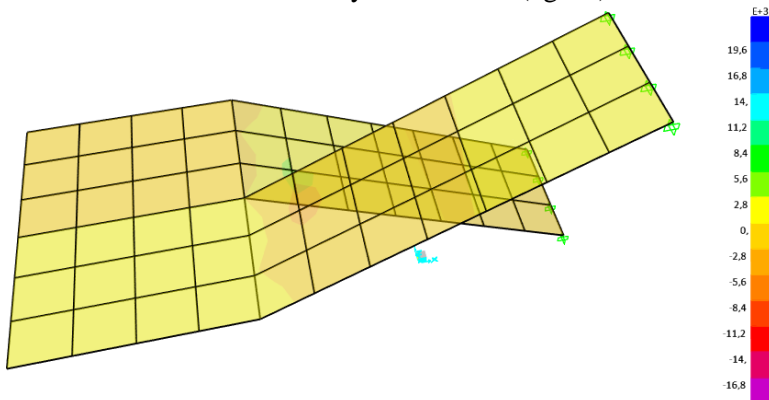
Gambar 4.20 Hasil Momen M11 (kgf/m)



Gambar 4.21 Hasil Momen M22 (kgf/m)



Gambar 4.22 Hasil Gaya Geser V13 (kgf/m)



Gambar 4.23 Hasil Gaya Geser V23 (kgf/m)

4.4.3.5 Permodelan Pelat Tangga dan Bordes

Hasil permodelan pelat tangga dan bordes menggunakan program bantu SAP 2000, berikut ini adalah momen-momen yang terjadi:

Mu pelat tangga memajang	= 14,91 kN.m/m
Mu pelat tangga melintang	= 9,286 kN.m/m
Mu pelat bordes memajang	= 9,287 kN.m/m
Mu pelat bordes melintang	= 3,909 kN.m/m

4.4.3.6 Kapasitas Pelat Tangga dan Bordes

Tulangan pelat tangga dan bordes dipasang pada arah memanjang dan arah melintang, dengan tulangan pasang D16-150, Maka,

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \pi 16^2 \frac{1000}{s} \\ &= \frac{1}{4} \pi 16^2 \frac{1000}{150} \\ &= 1340,41 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tinggi efektif:

$$d = 150 - 20 \text{ mm} - 16 \text{ mm} - \frac{16 \text{ mm}}{2}$$

$$d = 106 \text{ mm}$$

Tinggi tegangan persegi ekuivalen

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s f_y}{0,85 f'_c b} \\ &= \frac{1340,41 \cdot 400}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000} \\ &= 21,026 \text{ mm} \end{aligned}$$

Momen nominal:

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,9 \cdot 1340,41 \cdot 400 \cdot \left(106 - \frac{21,026}{2} \right) \\ &= 46077022,68 \text{ Nmm/m} \\ &= 46,077 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Kontrol:

$$\phi M_n \geq M_u$$

- Tangga memanjang
46,077 kN.m \geq 17,419 kN.m (Ok)
- Tangga melintang

- 46,077 kN.m \geq 2,415 kN.m (Ok)
- Mu pelat bordes memajang
46,077 kN.m \geq 2,883 kN.m (Ok)
- Mu pelat bordes melintang
46,077 kN.m \geq 1,506 kN.m (Ok)

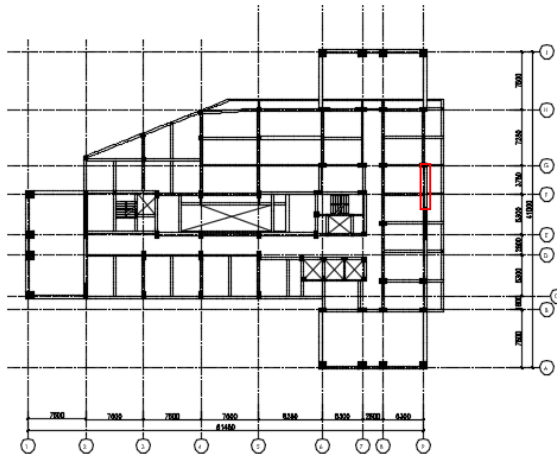
4.5 Analisis Struktur Primer Eksisting

Analisis struktur eksisting dilakukan untuk mengetahui kemampuan struktur eksisting dalam memikul beban-beban yang terjadi pada bangunan eksisting.

4.5.1 Analisis Balok Induk

Pada gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock terdapat 24 jenis balok yang digunakan, yaitu:

B1	= 500 x 550 mm ²	B3	= 350 x 750 mm ²
B2	= 400 x 650 mm ²	B3A	= 350 x 750 mm ²
B2A	= 400 x 600 mm ²	B3B	= 350 x 750 mm ²
B2B	= 400 x 600 mm ²	B4	= 300 x 600 mm ²
B2C	= 400 x 600 mm ²	B4A	= 300 x 600 mm ²
B5	= 300 x 550 mm ²	B8A	= 250 x 450 mm ²
B5A	= 300 x 550 mm ²	B8B	= 250 x 450 mm ²
B5B	= 300 x 550 mm ²	B9	= 250 x 450 mm ²
B6	= 300 x 500 mm ²	B9A	= 250 x 450 mm ²
B7	= 250 x 450 mm ²	B9B	= 250 x 400 mm ²
B7A	= 250 x 450 mm ²	BT	= 500 x 200 mm ²

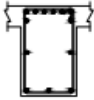
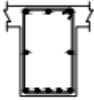



Gambar 4.24 Denah Pembalokan Lantai Upper Ground elev. +5.00

4.5.1.2 Data Eksisting

Berikut adalah data eksisting salah satu balok yang dianalisis menggunakan program bantu ETABS, dan dibawah ini adalah denah pembalokan pada lantai upperground beserta balok yang di analisis

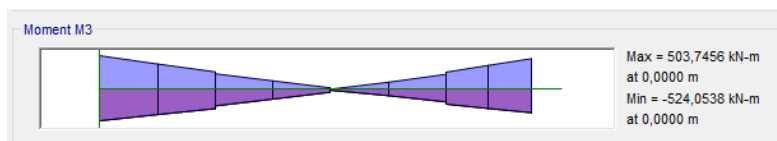
Tipe Balok	= B2 (As O, joint 11-12),
f'_c	= K350 (29,05 Mpa)
f_y (Tulangan Ulir)	= 400 Mpa
f_y (Tulangan Polos)	= 240 Mpa
Bentang	= 5300 Mpa
Lebar balok	= 400 mm
Tinggi balok	= 600 mm
Tebal decking	= 40 mm
Diameter tul lentur	= 22 mm
Diameter sengkang	= 10 mm
Jarak tulangan lapis	= 25 mm
Lebar kolom	= 950 mm
Tinggi kolom	= 500 mm
Tebal pelat lantai	= 150 mm

B2		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
400 x 650	400 x 650	400 x 650
8 D 22	3 D 22	8 D 22
3 D 22	5 D 22	3 D 22
D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100
2 D 10	2 D 10	2 D 10

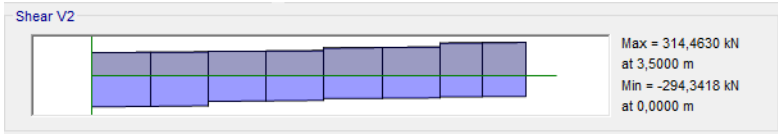
Gambar 4.25 Detail Tulangan Eksisting Balok Induk B2

4.5.1.3 Gaya Dalam Balok

Adapun gaya dalam yang diperoleh adalah dengan menggunakan kombinasi beban metode ultimate sesuai dengan SNI 1726:201X pasal 4.2.2.1, dimana gaya yang diambil adalah gaya yang terbesar dari kombinasi beban envelope.

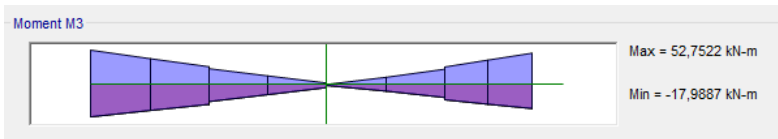


Gambar 4.26 Momen Tumpuan yang Terjadi Pada Balok Induk B2
Momen tumpuan tarik = 524,0538 kN-m (kombinasi envelope)
Momen tumpuan tekan = 503,7456 kN-m (kombinasi envelope)



Gambar 4.27 Geser Tumpuan yang Terjadi Pada Balok Induk B2

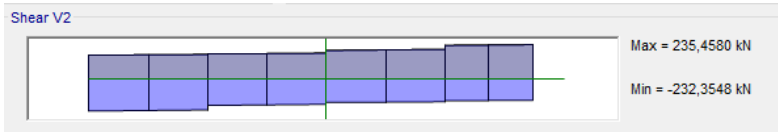
Geser tumpuan maksimum = 314,4630 kN (kombinasi envelope)



Gambar 4.28 Momen Lapangan yang Terjadi Pada Balok Induk B2

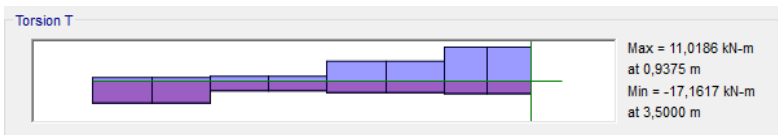
Momen lapangan tarik = 17,9887 kN-m (kombinasi envelope)

Momen lapangan tekan = 52,7522 kN-m (kombinasi envelope)



Gambar 4.29 Geser Lapangan yang Terjadi Pada Balok Induk B2

Geser lapangan maksimum = 235,4580 kN (kombinasi envelope)



Gambar 4.30 Torsi Maksimum yang Terjadi Pada Balok Induk B2

Gaya torsi maksimum = 17,1617 kN (kombinasi envelope)

4.5.1.4 Cek Syarat Komponen Struktur Penahan Gempa

Untuk komponen struktur lentur rangka momen khusus perlu di periksa kembali terhadap persyaratan dimensi penampang

SRPMK sesuai SNI 2847:2013 pasal 21.5.1:

a. $L_n > 4d$

- L_n = Bentang bersih balok dari muka kolom ke muka kolom
ukuran kolom pendukung balok B2 adalah $400 \times 650 \text{ mm}^2$.
- $L_n = 5300 - 400 = 4900 \text{ mm}$
- Menggunakan 2 lapis tulangan simetris
 $d = 650\text{mm} - 40\text{mm} - 10\text{mm} - 22\text{mm} - (25\text{mm}/2) = 565,5 \text{ mm}$
 $4d = 4 \times 565,5 \text{ mm} = 2262 \text{ mm}$
 $L_n = 5100 \text{ mm} > 4d = 2262 \text{ mm} \quad \text{(OK)}$

b. $b_w > 0,3h$ atau 250 mm

- b_w = lebar penampang
- $b_w = 400 \text{ mm} > 250 \text{ mm} \quad \text{(OK)}$
- $0,3h = 0,3 \times 650 = 195 \text{ mm} < b_w = 400 \text{ mm} \quad \text{(OK)}$

c. Lebar penampang, b_w , tidak boleh melebihi lebar kolom pendukung ditambah jarak pada tiap sisi kolom yang sama atau lebih kecil dari nilai terkecil antara lebar kolom atau $\frac{3}{4}$ kali tinggi kolom. Ukuran kolom pendukung balok B2 adalah $950 \times 500 \text{ mm}^2$, maka:

- $b_w = 400 \text{ mm} < 500 + 2 \left(\frac{3}{4} \times 500\right) = 1250 \text{ mm} \quad \text{(OK)}$

4.5.1.5 Analisis Kebutuhan Tulangan Longitudinal Daerah Tumpuan

Berdasarkan data yang sudah diperoleh terpasang pada sisi atas 8D22 dan sisi bawah 3D22, berikut adalah perhitungan momen nominal balok pada tumpuan:

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ atas} &= n \frac{1}{4} \pi d^2 \\
 &= 8 \frac{1}{4} \pi (22)^2 \\
 &= 3039,52 \text{ mm}^2 \\
 A_s' \text{ bawah} &= n \frac{1}{4} \pi d^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 3 \frac{1}{4} \pi (22)^2 \\
 &= 1139,82 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Mencari tebal efektif:

Dari data yang diperoleh digunakan dua lapis tulangan lentur terpasang sisi atas 8D22 sehingga spasi bersih antar tulangan diambil 25mm.

$$\begin{aligned}
 d &= h - (\text{decking} + D \text{ lentur} + \phi \text{ geser} + 25/2) \\
 &= 550 - (40 + 22 + 10 + 12,5) \\
 &= 465,5 \text{ mm} \\
 d' &= \frac{\left(6 \times \left(40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 22\right)\right) + \left(2 \times \left(40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 22\right)\right)}{2} \\
 &= 61 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$\begin{aligned}
 \beta_1 &= 0,85 - (0,05 \times (f_c' - 28) / 7) \\
 &= 0,85 - (0,05 \times (29,05 - 28) / 7) \\
 &= 0,8425
 \end{aligned}$$

Mencari garis netral:

$$T_s = (C_c + C_s)$$

$$\begin{aligned}
 A_s \cdot f_y &= 0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b + A_s' \left[600 \cdot \left(\frac{c - d'}{c} \right) - 0,85 \cdot f_c' \right] \\
 0 &= (0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + (A_s' 600 - 0,85 \cdot f_c' \cdot A_s' - A_s \cdot f_y) c - 600 A_s' d'
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &K_1 c^2 + K_2 c + K_3 \\
 c &= \frac{-K_2 \pm \sqrt{K_2^2 - 4K_1 K_3}}{2K_1}
 \end{aligned}$$

$$K_1 = 0,85 f_c' \beta_1 b$$

$$K_2 = A_s' (600 - 0,85 f_c') - A_s f_y$$

$$K_3 = -600 A_s' d'$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 K_1 &= 0,85 f_c' \beta_1 b \\
 &= 0,85 \cdot 29,05 \cdot 0,8425 \cdot 400
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 8321,37 \\
 K_2 &= A_s'(600 - 0,85f_c') - A_s f_y \\
 &= 1139,82 (600 - 0,85 \cdot 29,05) - 3039,52 \cdot 400 \\
 &= -560061,01 \\
 K_3 &= -600A_s'd' \\
 &= -600 \cdot 1139,82 \cdot 61 \\
 &= -41717412
 \end{aligned}$$

Maka nilai c:

$$c = \frac{-560061 \pm \sqrt{(-560061)^2 - 4 \cdot 8321,4 \cdot (-41717412)}}{2 \cdot 8321,37}$$

$$c_1 = 112,05 \text{ mm}$$

$$c_2 = -44,74 \text{ mm}$$

Jadi nilai c diambil yang positif, $c = 112,05 \text{ mm}$, sehingga didapat nilai :

$$\begin{aligned}
 a &= \beta \cdot c \\
 &= 0,8425 \cdot 112,05 \\
 &= 94,39 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_s' &= 600 \left(\frac{c-d'}{c} \right) \\
 &= 600 \left(\frac{112,05-61}{112,05} \right) \\
 &= 273,35 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Kontrol kelelahan: $f_s' < f_y \rightarrow$ Belum mengalami leleh.

Menghitung nilai C_c dan C_s :

$$\begin{aligned}
 C_c &= 0,85f_c'ab \\
 &= 0,85 \cdot 29,05 \cdot 94,39 \cdot 400 \\
 &= 932383 \text{ N} = 932,38 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s &= A_s' \left[600 \left(\frac{c-d'}{c} \right) - 0,85f_c' \right] \\
 &= 1139,82 \left[600 \left(\frac{114,86-61}{114,86} \right) - 0,85 \cdot 29,05 \right] \\
 &= 283,43 \text{ N} = 283,43 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Regangan Tarik:

$$\begin{aligned}
 \epsilon_t &= 0,003 \times \left(\frac{d-c}{c} \right) \\
 &= 0,003 \times \left(\frac{465,5-112,05}{112,05} \right)
 \end{aligned}$$

$= 0,0121 > 0,005$;
 (Dipakai $\phi = 0,9$) SNI 2847:2013 Pasal 9.3.2.2

Maka momen nominal:

$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi \left[C_c \left(d - \frac{a}{2} \right) + C_s (d - d') \right] \\ &= 0,9 \left[932,38 \left(465,5 - \frac{94,39}{2} \right) + 283,43 (465,5 - 61) \right] \\ &= 563,18 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned}\phi M_n &\geq M_u \\ 563,18 \text{ kNm} &> 524,0538 \text{ kN.m (OK)}\end{aligned}$$

4.5.1.6 Analisis Kebutuhan Tulangan Longitudinal Daerah Lapangan

Berdasarkan data yang sudah diperoleh terpasang pada sisi atas 3D22 dan sisi bawah 5D22, berikut adalah perhitungan momen nominal balok pada tumpuan:

$$\begin{aligned}A_s' \text{ atas} &= n \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= 3 \frac{1}{4} \pi (22)^2 \\ &= 1139,82 \text{ mm}^2 \\ A_s \text{ bawah} &= n \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= 5 \frac{1}{4} \pi (22)^2 \\ &= 1899,7 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Mencari tebal efektif:

$$\begin{aligned}d &= h - (\text{decking} + D \text{ lentur} + \phi \text{ geser}) \\ &= 550 - (40 + 22 + 10) \\ &= 589 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$d' = \frac{\left(6 \times \left(40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 22\right)\right) + \left(2 \times \left(40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 22\right)\right)}{2}$$

$$= 61 \text{ mm}$$

Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$\beta_1 = 0,85 - (0,05 \times (f_c' - 28) / 7)$$

$$= 0,85 - (0,05 \times (29,05 - 28) / 7)$$

$$= 0,8425$$

Mencari garis netral:

$$T_s = (C_c + C_s)$$

$$A_s \cdot f_y = 0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b + A_s' \left[600 \cdot \left(\frac{c - d'}{c} \right) - 0,85 \cdot f_c' \right]$$

$$0 = (0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot b)c^2 + (A_s'600 - 0,85 \cdot f_c' \cdot A_s')c - 600A_s'd'$$

$$K_1c^2 + K_2c + K_3$$

$$c = \frac{-K_2 \pm \sqrt{K_2^2 - 4K_1K_3}}{2K_1}$$

$$K_1 = 0,85 f_c' \beta_1 b$$

$$K_2 = A_s'(600 - 0,85f_c') - A_s f_y$$

$$K_3 = -600A_s'd'$$

Maka:

$$K_1 = 0,85 f_c' \beta_1 b$$

$$= 0,85 \cdot 29,05 \cdot 0,8425 \cdot 400$$

$$= 8321,37$$

$$K_2 = A_s'(600 - 0,85f_c') - A_s f_y$$

$$= 1139,82 (600 - 0,85 \cdot 29,05) - 1899,7 \cdot 400$$

$$= -104133,01$$

$$K_3 = -600A_s'd'$$

$$= -600 \cdot 1139,82 \cdot 61$$

$$= -41717412$$

Maka nilai c:

$$c = \frac{-104133 \pm \sqrt{(-104133)^2 - 4 \cdot 8321,4 \cdot (-41717412)}}{2 \cdot 8321,4}$$

$$c_1 = 77,34 \text{ mm}$$

$$c_2 = -64,82 \text{ mm}$$

Jadi nilai c diambil yang positif, $c = 77,34 \text{ mm}$, sehingga didapat nilai :

$$\begin{aligned} a &= \beta \cdot c \\ &= 0,8425 \cdot 112,05 \\ &= 65,156 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_s' &= 600 \left(\frac{c-d'}{c} \right) \\ &= 600 \left(\frac{77,34-61}{77,34} \right) \\ &= 126,75 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Kontrol kelelahan: $f_s' < f_y \rightarrow$ Belum mengalami leleh.

Menghitung nilai C_c dan C_s :

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 f_c' a b \\ &= 0,85 \cdot 29,05 \cdot 65,156 \cdot 400 \\ &= 643554 \text{ N} = 643,554 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= A_s' \left[600 \left(\frac{c-d'}{c} \right) - 0,85 f_c' \right] \\ &= 1139,82 \left[600 \left(\frac{77,34-61}{77,34} \right) - 0,85 \cdot 29,05 \right] \\ &= 116326 \text{ N} = 116,33 \text{ kN} \end{aligned}$$

Regangan Tarik:

$$\begin{aligned} \epsilon_t &= 0,003 \times \left(\frac{d-c}{c} \right) \\ &= 0,003 \times \left(\frac{465,5-112,05}{112,05} \right) \\ &= 0,0121 > 0,005 ; \end{aligned}$$

(Dipakai $\emptyset = 0,9$) SNI 2847:2013 Pasal 9.3.2.2

Maka momen nominal:

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \left[C_c \left(d - \frac{a}{2} \right) + C_s (d - d') \right] \\ &= 0,9 \left[932,38 \left(465,5 - \frac{94,39}{2} \right) + 283,43 (465,5 - 61) \right] \\ &= 337,557 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Kontrol:

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$377,557 \text{ kNm} > 524,0538 \text{ kN.m (NOT OK)}$$

Tulangan 3D22 tidak mencukupi untuk menahan lentur tumpuan tertekan. Oleh karena itu balok membutuhkan perkuatan lentur.

4.5.1.7 Kontrol Pengaruh Balok T Daerah Lapangan

Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 8.12 untuk konstruksi balok T, sesuai dengan persyaratan adalah sebagai berikut:

- $L_n = 5300 - 900 = 4400 \text{ mm}$

Lebar efektif balok T, b_e , yang diambil dari nilai terkecil antara:

- $B_w + 2(L_n/2) = 400 + 2(4400/2) = 4400 \text{ mm}$
- $B_w + 2(8t_f) = 400 + (8 \times 150) = 1600 \text{ mm}$
- $L/4 = 4800/4 = 1200 \text{ mm}$

Diambil $b_e = 1200 \text{ mm}$

- $a = \frac{A_{st} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b_e}$

$$= \frac{1139,82 \times 400}{0,85 \times 29,05 \times 1200}$$

$$= 15,387 \text{ mm}$$
- $c = \frac{a}{\beta_1}$

$$= \frac{15,387}{0,8425}$$

$$= 18,26 \text{ mm}$$

Kontrol:

$$c \leq T_f$$

$$18,26 \text{ mm} < 150 \text{ mm (Balok T palsu)}$$

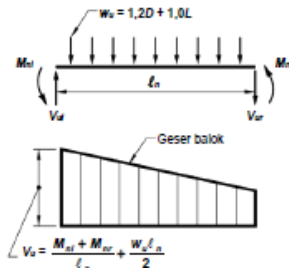
Perhitungan dapat dilakukan seperti penampang balok persegi.

4.5.1.8 Geser Balok Induk

Kapasitas geser nominal balok (V_n) sebagian disumbangkan oleh kuat beton (V_c) dan sebagian disumbangkan oleh kuat geser tulangan (V_s). Kapasitas geser balok dibagi menjadi dua daerah yaitu daerah tumpuan dan daerah lapangan, untuk daerah tumpuan dengan panjang $2h$ (1600 mm), sedangkan untuk daerah lapangan ditarik garis sejauh $2h$ (1600 mm) untuk kuat geser maksimum.

4.5.1.8.1 Daerah Tumpuan

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.6.2.2 gaya geser atau tulangan transversal harus ditinjau pada ujung-ujungnya (M_{pr}), maka momen ujung kanan akan bekerja sama dengan momen ujung kiri. Momen ujung (M_{pr}) berdasarkan tegangan tarik baja sebesar $1,25 f_y$.



Gambar 4.31 Diagram Gaya Geser Balok

Menghitung momen ujung (M_{pr}) akibat goyang ke kiri:

a. Momen ujung tumpuan kiri negatif (M_{pr-1})

Menentukan lebar efektif

$M_{pr-1} \rightarrow$ Tulangan sisi atas 8D22 (3039,52 mm²)

$$a_{pr-1} = \frac{A_s 1,25 f_y}{0,85 f_c' b}$$

$$a_{pr-1} = \frac{3039,52 \times 1,25 \times 400}{0,85 \times 29,05 \times 400}$$

$$a_{pr-1} = 153,86 \text{ mm}$$

$$M_{pr-1} = 1,25 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right)$$

$$M_{pr-1} = 3039,52 \times 1,25 \times 400 \times \left(515,5 - \frac{153,86}{2} \right)$$

$$M_{pr-1} = 778,22 \text{ kNm}$$

b. Momen ujung tumpuan kanan positif (Mpr-4)

Mpr-4 → Tulangan sisi bawah 3D22 (1139,82 mm²)

$$a_{pr-4} = \frac{A_s 1,25 f_y}{0,85 f_c' b}$$

$$a_{pr-4} = \frac{1139,82 \cdot 1,25 \cdot 400}{0,85 \cdot 29,05 \cdot 400}$$

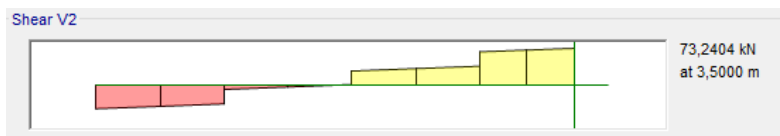
$$a_{pr-4} = 57,70 \text{ mm}$$

$$M_{pr-4} = 1,25 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right)$$

$$M_{pr-4} = 1,25 \times 1139,82 \times 400 \times \left(737,5 - \frac{57,70}{2} \right)$$

$$M_{pr-4} = 319,24 \text{ kNm}$$

Gaya geser terfaktor akibat beban gravitasi kombinasi 1,2D+1L:



Gambar 4.32 Gaya Geser Balok Induk Akibat Kombinasi 1,2D+1L

$$V_u = \frac{W_u l_n}{2} = 73,24 \text{ kN}$$

Gaya geser akibat goyang ke kiri sebagai berikut ini:

$$V_{sway} = \frac{M_{pr-1} + M_{pr-4}}{l_n}$$

$$V_{\text{sway}} = \frac{778,22 + 319,24}{7,3}$$

$$V_{\text{sway}} = 150,33 \text{ kN}$$

c. Gaya geser akibat goyangan pada ujung-ujung balok:

$$V_{u1} = V_{\text{sway}} \pm V_u$$

$$V_{u1} = 150,33 + 73,24 = 217,87 \text{ kN}$$

$$V_{u2} = V_{\text{sway}} \pm V_u$$

$$V_{e3} = 150,33 - 73,24 = 82,79 \text{ kN}$$

d. Menghitung momen ujung (Mpr) akibat goyang ke kanan:

Momen ujung tumpuan kiri negatif (Mpr-2)

Mpr-2 → Tulangan sisi atas 8D22 (3039,52 mm²)

$$a_{\text{pr-2}} = \frac{A_s 1,25 f_y}{0,85 f_c' b}$$

$$a_{\text{pr-2}} = \frac{3039,52 \times 1,25 \times 400}{0,85 \times 29,05 \times 400}$$

$$a_{\text{pr-2}} = 153,86 \text{ mm}$$

$$M_{\text{pr-2}} = 1,25 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a_{\text{pr-1}}}{2} \right)$$

$$M_{\text{pr-2}} = 3039,52 \times 1,25 \times 400 \times \left(515,5 - \frac{153,86}{2} \right)$$

$$M_{\text{pr-2}} = 778,22 \text{ kNm}$$

Momen ujung tumpuan kanan positif (Mpr-3)

Mpr-3 → Tulangan sisi bawah 3D22 (1139,82 mm²)

$$a_{\text{pr-3}} = \frac{A_s 1,25 f_y}{0,85 f_c' b}$$

$$a_{\text{pr-3}} = \frac{1139,82 \times 1,25 \times 400}{0,85 \times 29,05 \times 400}$$

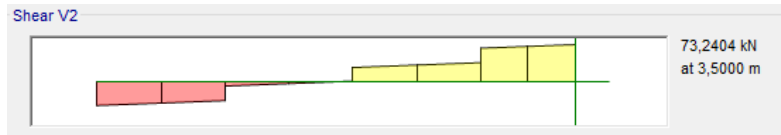
$$a_{\text{pr-3}} = 57,70 \text{ mm}$$

$$M_{pr-3} = 1.25 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right)$$

$$M_{pr-3} = 1.25 \times 1139,82 \times 400 \times \left(737,5 - \frac{57,70}{2} \right)$$

$$M_{pr-3} = 319,24 \text{ kNm}$$

Gaya geser terfaktor akibat beban gravitasi kombinasi 1,2D+1L:



Gambar 4.33 gaya geser balok induk akibat kombinasi 1,2D+1L

$$V_u = \frac{W_u l_n}{2} = 73,24 \text{ kN}$$

Gaya geser akibat goyang ke kiri sebagai berikut ini:

$$V_{sway} = \frac{M_{pr-2} + M_{pr-3}}{l_n}$$

$$V_{sway} = \frac{778,22 + 319,24}{7,3}$$

$$V_{sway} = 150,33 \text{ kN}$$

Gaya geser akibat goyangan pada ujung-ujung balok:

$$V_{u2} = V_{sway} \pm V_u$$

$$V_{u2} = 150,33 + 73,24 = 217,87 \text{ kN}$$

$$V_{u3} = V_{sway} \pm V_u$$

$$V_{e3} = 150,33 - 73,24 = 82,79 \text{ kN}$$

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.5.4.2 untuk arah sendi plastis sepanjang $2h$ dari muka tumpuandalam menahan geser mengasumsikan $V_c = 0$ maka:

- Gaya geser yang ditumbulkan gempa harus melebihi setengah kuat geser perlu maksimum:

Tabel 6. 1 Cek nilai Vsway dan Vu

Arah gempa	V sway	Tump. Kiri		Ket	Tump. Kanan		Ket
		Ve	0.5 Ve		Ve	0.5 Ve	
		kN	kN		kN	kN	
Kiri	150,3	217,87	108,94	OK	82,79	41,395	OK
Kanan	150,3	82,79	41,395	OK	217,87	108,94	OK

- Gaya aksial terfaktor (Pu) termasuk pengaruh kurang dari $\frac{A_g f_c'}{20}$

$$P_u < \frac{A_g f_c'}{20}$$

$$15,66 \text{ kN} < \frac{(400 \times 650) \cdot 29,05}{20}$$

$$64,228 \text{ kN} < 377,65 \text{ kN} \quad (\text{Ok})$$

Syarat memnuhi niali $V_c = 0$

Tulangan geser terpasang pada tumpuan 2D10-100

$$A_v = n \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A_v = 2 \frac{1}{4} \pi 10^2$$

$$A_v = 157,14 \text{ mm}^2$$

Dari data yang diperoleh digunakan dua lapis tulangan lentur terpasang sisi atas 8D22 sehingga spasi bersih antar tulangan diambil 25mm.

$$\begin{aligned} d &= h - (\text{decking} + D \text{ lentur} + \phi \text{ geser} + 25/2) \\ &= 650 - (40 + 22 + 10 + 12,5) \\ &= 565,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kuat geser pada beton:

$$V_c = 0$$

Kuat geser tulangan:

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_v f_y d}{s} \\ &= \frac{157,14 \cdot 240 \cdot 565,5}{100} \\ &= 222,14 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat geser nominal:

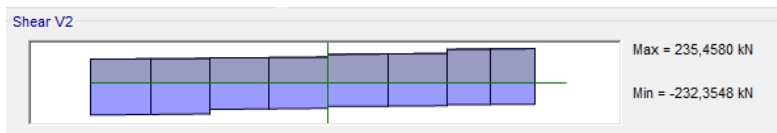
$$\begin{aligned} \phi V_n &= \phi(V_c + V_s) \\ &= 0,75(0 + 222,14) \\ &= 167 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned} \phi V_n &\geq V_u \\ 167 \text{ kN} &\geq 314,46 \text{ kN} \quad \text{(NOT OK)} \end{aligned}$$

2. Daerah Lapangan

Gaya geser yang ditinjau pada daerah lapangan setelah daerah sendi plastis yaitu setelah 2h dari muka kolom. Berdasarkan data eksisting untuk balok B2, tulangan geser lapangan terpasang 2D10-150: Hasil analisa ETABS didapat nilai V_u maksimum:



Gambar 4.34 Gaya Geser Lapangan Balok Anak Akibat Kombinasi Envelope

$$V_u = 235,46 \text{ kN}$$

Tulangan pasang:

$$A_v = n \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$\begin{aligned}
 &= 2 \frac{1}{4} \pi 10^2 \\
 &= 157,14 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= h - (\text{decking} + \frac{1}{2} D \text{ lentur} + \phi \text{ geser}) \\
 &= 650 - (40 + \frac{1}{2} 22 + 10) \\
 &= 589 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kuat geser pada beton:

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0,17 \lambda \sqrt{f'_c} b_w d \\
 &= 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{29,05} \cdot 400 \cdot 589 \\
 &= 215,87 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Kuat geser tulangan:

$$\begin{aligned}
 V_s &= \frac{A_v f_y d}{s} \\
 &= \frac{157,14 \cdot 240 \cdot 589}{150} \\
 &= 148,09 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Kuat geser nominal:

$$\begin{aligned}
 \phi V_n &= \phi (V_c + V_s) \\
 &= 0,75 (215,87 + 148,09) \\
 &= 273 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned}
 \phi V_n &\geq V_u \\
 273 \text{ kN} &\geq 235,46 \text{ kN} \quad \text{(OK)}
 \end{aligned}$$

4.5.1.9 Analisis Tulangan Puntir

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 11.5.1 persyaratan pengaruh puntir dapat diabaikan jika:

$$T_U \leq T_{U_{\min}}$$

$$T_U \leq \phi \times 0.083 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \times \left(\frac{A_{CP}^2}{P_{CP}} \right)$$

Dimana:

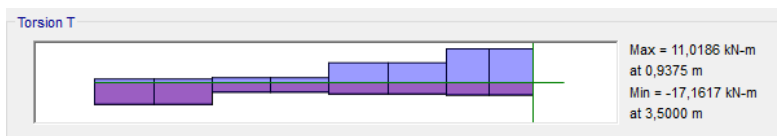
A_{CP} = Luas penampang keseluruhan

P_{CP} = Keliling penampang keseluruhan

λ = 1 (untuk beton normal)

ϕ = 0.75 (Faktor reduksi beban torsi)

Dari analisis yang dilakukan melalui program bantu, didapat gaya puntir dari hasil permodelan Etabs menggunakan kombinasi Envelope:



Gambar 4.35 Gaya Torsi maksimum pada balok B2 akibat kombinasi Envelope

$$T_u = 17,1617 \text{ kNm}$$

Luas penampang A:

$$A_{cp} = b \times h = 400 \times 650 = 260000 \text{ mm}^2$$

Keliling penampang:

$$P_{cp} = 2(b+h) = 2(400+650) = 2100 \text{ mm}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} T_n &= 0.75 \times 0.083 \times 1 \times \sqrt{29,05} \times \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \\ &= 0.75 \times 0.083 \times 1 \times \sqrt{29,05} \left(\frac{260000^2}{2100} \right) \\ &= 62819108 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$= 62,82 \text{ kNm}$$

Kontrol:

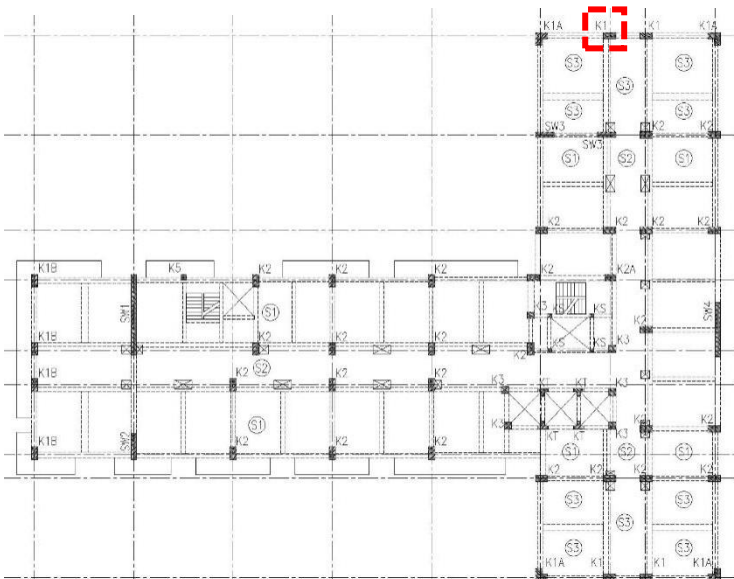
$$T_u < T_n$$

$$17,1617 \text{ kNm} < 62,82 \text{ kNm} \text{ (Torsi diabaikan)}$$

4.5.2 Analisis Kolom

4.5.2.1 Kolom

Perhitungan kapasitas penampang kolom, dengan program bantu ETABS dan SP Column. Kapasitas kolom dibandingkan dengan gaya aksial dan momen lentur dari hasil permodelan ETABS. Pada perhitungan ini meninjau elemen kolom K1 pada lantai UG yang:

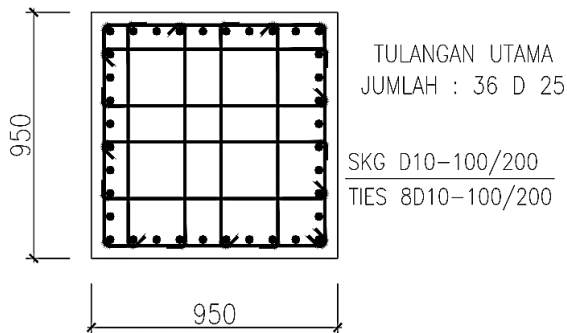


Gambar 4.36 Denah perkuatan kolom

4.5.2.2 Data eksisting

Berikut ini adalah data eksisting kolom jenis K1 pada lantai UG-17:

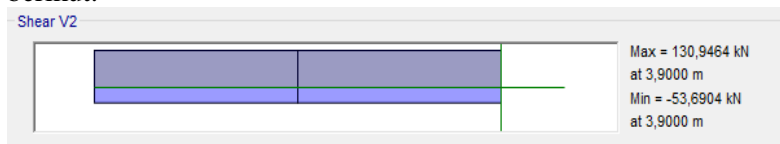
Nama kolom	= K1
f_c'	= 37,35 Mpa
f_y lentur	= 400 Mpa
f_y geser	= 240 Mpa
Panjang kolom	= 3100 mm
Panjang kolom	= 950 mm
Lebar kolom	= 950 mm
Diameter tulangan lentur	= 25 mm
Diameter tulangan geser	= 10 mm
Diameter tulangan torsi	= 10 mm
Tebal decking	= 40 mm



Gambar 4.37 Detail penulangan kolom K1 lantai 3

4.5.2.3 Gaya Dalam

Untuk mengetahui gaya pada kolom menggunakan program bantu ETABS, berikut ini adalah hasil permodelan struktur eksisting didapatkan gaya kombinasi ENVELOPE sebagai berikut:



Gambar 4.38 Gaya Geser Tumpuan yang Terjadi Pada Kolom K1

Lt.UG

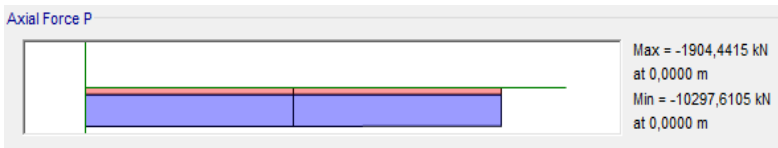
Geser tumpuan max = 130,947 kN-m (kombinasi envelope)
 Geser tumpuan min = -53,6901 kN-m (kombinasi envelope)



Gambar 4.39 Momen Tumpuan Arah X Pada Kolom K1 Lt.UG
 Momen tumpuan max = 644,784 kN-m (kombinasi envelope)
 Momen tumpuan min = -480,037kN-m (kombinasi envelope)

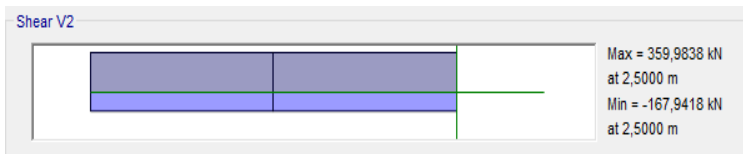


Gambar 4.40 Momen Tumpuan Arah Y Pada Kolom K1 Lt.UG
 Momen tumpuan max = 581,3015 kN-m (kombinasi envelope)
 Momen tumpuan min = -566,231 kN-m (kombinasi envelope)



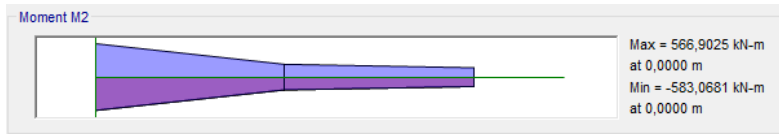
Gambar 4.41 Gaya Axial Pada Kolom K1 Lt.UG

Gaya Axial Max = -1904,442 kN-m (kombinasi envelope)
 Gaya Axial Min = -10297,62 kN-m (kombinasi envelope)



Gambar 4.42 Gaya Geser Tumpuan yang Terjadi Pada Kolom K1 Lt.3

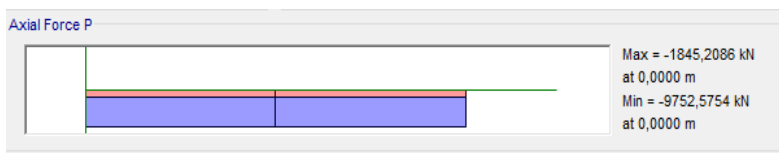
Geser tumpuan max = 359,984 kN-m (kombinasi envelope)
 Geser tumpuan min = -167,942 kN-m (kombinasi envelope)



Gambar 4.43 Momen Tumpuan Arah X Pada Kolom K1 Lt.3
 Momen tumpuan max = 566,9025 kN-m (kombinasi envelope)
 Momen tumpuan min = -583,068 kN-m (kombinasi envelope)



Gambar 4.44 Momen Tumpuan Arah Y Pada Kolom K1 Lt.3
 Momen tumpuan max = 705,9938 kN-m (kombinasi envelope)
 Momen tumpuan min = -441,687 kN-m (kombinasi envelope)



Gambar 4.45 Gaya Axial Pada Kolom K1 Lt.3
 Gaya Axial Max = -1845,201 kN-m (kombinasi envelope)
 Gaya Axial Min = -9752,575 kN-m (kombinasi envelope)

4.5.2.4 Kontrol struktur penahan gempa

4.5.2.4.1 Cek kontrol struktur gempa Cek dimensi

Kontrol penahan gaya gempa dan penahan gaya aksial berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.6.1 sebagai berikut:

$$P_u > \frac{A_g f_c'}{10}$$

Tabel 4.21 Kontrol dimensi kolom

Kolom K1

$10297,62 \text{ kN} > \frac{(950 \cdot 950) \cdot 37,35}{10}$ $10297,62 \text{ kN} > 3370,84 \text{ kN} \dots (\text{OK})$

4.5.2.4.2 Penampang kolom

Kontrol penampang dimensi kolom berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.6.1.1 dimensi penampang terpendek lebih dari 300 mm:

Lebar kolom:

$$b_{\min} = 300 \text{ mm}$$

$$b > b_{\min}$$

$$950 \text{ mm} > 300 \text{ mm} \dots (\text{OK})$$

Panjang kolom:

$$h_{\min} = 300 \text{ mm}$$

$$h > h_{\min}$$

$$950 \text{ mm} > 300 \text{ mm} \dots (\text{OK})$$

4.5.2.4.3 Rasio dimensi

Kontrol rasio penampang dimensi kolom berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.6.1.2 rasio dimensi penampang terpendek terhadap dimensi tegak lurus lebih dari 0,4:

$$\frac{b}{h} > 0,4$$

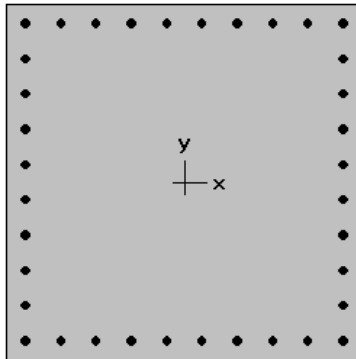
$$\frac{950}{950} > 0,4$$

$$1,0 > 0,4 \dots (\text{OK})$$

4.5.2.4.4 Perhitungan Kapasitas Aksial dan Lentur Kolom

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.6.3.1 tulangan lentur (A_{st}) tidak boleh kurang dari 0.01 A_g atau lebih dari 0,06 A_g . Tulangan longitudinal pada kolom K1 yaitu 36D25, dengan program bantu SP Column mampu mengetahui tulangan tersebut menahan gaya lentur dan gaya aksial yang digambarkan melalui diagram interaksi:

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{A_s}{b \cdot h} \\ &= \frac{36 \left(\frac{1}{4}\pi 25^2\right)}{950 \cdot 950} \\ &= 0,0203 \\ &= 2,03\%\end{aligned}$$



950 x 950 mm
2.03% reinf.

Gambar 4.46 Rasio tulangan kolom K1

Syarat $A_{st \text{ min}} \leq A_{st \text{ pasang}} \leq A_{st \text{ maks}}$

$$\begin{aligned}A_{st \text{ min}} &= 0,01 A_g \\ &= 0,01 (950 \cdot 950) \\ &= 9025 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{st \text{ maks}} &= 0,06 A_g \\ &= 0,06 (950 \cdot 950) \\ &= 54150 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{st \text{ pasang}} &= 36 \left(\frac{1}{4}\pi 25^2\right) \\ &= 17662,5 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Dari persyaratan tulangan longitudinal terpasang sudah memenuhi.

4.5.2.5 Strong Column Weak Beam

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.6.2.2 kekuatan kolom harus memenuhi nilai berikut ini:

$$\sum M_c \geq 1.2 \sum M_g$$

Dimana:

$\sum M_c$ = Jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint. Kekuatan lentur kolom harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kekuatan lentur terendah.

$\sum M_b$ = Jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di mukamuka joint.

4.5.2.6 Struktur Eksisting

Untuk struktur eksisting beban ditinjau kolom tiap jenisnya, sama seperti dengan hasil output gaya yang tertera pada pembahasan 4.5.2.3.

4.5.2.6.1 Arah X

Pada arah X terdapat dua balok yang sama yaitu balok tipe B2 dengan tulangan tumpuan atas (9D22) dan tulangan tumpuan bawah (3D22).

Menentukan nilai $\sum Mn_b$

Momen diujung pada balok harus mempertimbangkan pelat lantai yang cor secara monolid dengan balok. Sehingga berdasarkan SNI 28472013 pasal 13.2.4 mencari lebar efektif palat lantai yang sebagai berikut:

B2A		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
400 x 600	400 x 600	400 x 600
9 D 22	2 D 22	9 D 22
3 D 22	5 D 22	3 D 22
D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100
2 D 10	2 D 10	2 D 10

Gambar 4.47 Detail Penulangan Balok B2A

Balok B2A

$$\begin{aligned}
 bw &= 400 \text{ mm} \\
 hw &= 600 \text{ mm} \\
 hf &= 150 \text{ mm} \\
 hb &= 600 - 150 = 450 \text{ mm} \\
 bw+2hb &= 400 + (2 \times 450) = 1300 \text{ mm} \\
 bw+8hf &= 400 + (8 \times 150) = 1240 \text{ mm} \\
 \text{Sehingga, lebar efektif } b_{\text{eff}} &\text{ yaitu } 1300 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Balok Tumpuan Kanan (-)

Luas tulangan bagian atas

$$\begin{aligned}
 \text{As Balok} &= 9D22 &= 3039,52 \text{ mm}^2 \\
 \text{As Pelat} &= D10-100 &= 785,714 \text{ mm}^2 \\
 \text{As Total} &= 3039,5 + 785,72 &= 3825,21 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$y = \frac{(3039,5 \times (40 + 10 + 22/2)) + (785,72 \times (150 + 20 + 10/2)) + (785,72 \times (150 + 10/2))}{3825,21}$$

$$y = 116,25 \text{ mm}$$

$$d = 600 - 116,25 = 483,75 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{As \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{3825,21 \times 400}{0,85 \times 29,05 \times 1300} = 47,66 \text{ mm} \\
 Mb^- &= As \cdot f_y \cdot (d - 0,5a) \\
 &= 3825,21 \times 400 \times (483,75 - 0,5 \times 47,66) \\
 &= 703,71 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Balok Tumpuan Kiri (+)

Luas tulangan bagian bawah

$$As \text{ Balok} = 3D22 = 1140,40 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 d &= h - \text{deking} - \phi \text{ sengkang} - \frac{1}{2} D \text{ tul. Lentur} \\
 &= 600 - 40 - 10 - 11 \\
 &= 539 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$a = \frac{As \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1140,40 \times 400}{0,85 \times 29,05 \times 400} = 46,184 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 Mb^+ &= As \cdot f_y \cdot (d - 0,5a) \\
 &= 1140,40 \times 400 \times (539 - 0,5 \times 46,184) \\
 &= 235,34 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma Mb &= Mb^- + Mb^+ \\
 &= 939,047 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

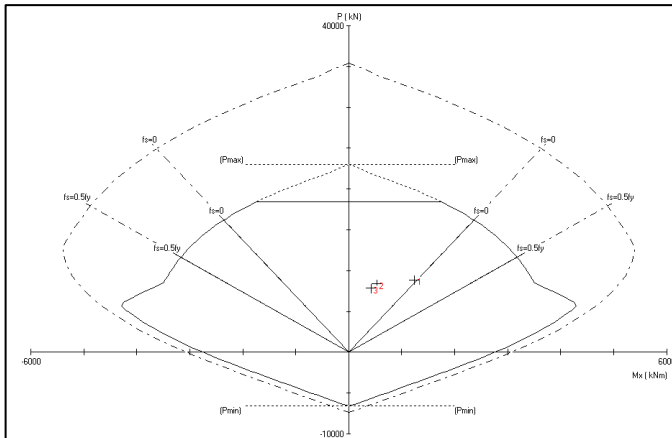
Menentukan nilai ΣMn_c

Nilai Mn_c di dapat melalui program bantu spColumn dari diagram interaksi P-M antara kolom yang ditinjau (kolom K1 lantai UG) dan kolom di atasnya (Kolom K1 lantai 3).

Berikut ini adalah nilai Mn_c :

$$\text{Pu kolom ditinjau (K1-I7)} = 10297,62 \text{ kN}$$

$$\text{Pu kolom atas (K1-I7)} = 9752,575 \text{ kN}$$



Gambar 4.48 Diagram interaksi kolom K1 lantai UG dan lantai 3 arah X

Dari diagram interaksi didapat output momen nominal sebagai berikut:

Tabel 4.22 Output SpColumn kolom K1 lantai 1 dan lantai 2 arah x

No	P_u	M_{ux}	ϕM_{nx}	$\phi M_n / M_u$
	kN	kNm	kNm	
1	10297,62	525.00	3514.32	6.694
2	9752,575	419.00	3704.47	8.841

Dari tabel diatas didapat nilai M_{nc} kolom yang ditinjau dan M_{nc} kolom diatasnya yaitu:

$$M_{nc} \text{ kolom tinjau} = 3514,32 \text{ kNm}$$

$$M_{nc} \text{ kolom atas} = 3704,47 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_c &= \frac{M_c \text{ kolom tinjau}}{\phi} + \frac{M_c \text{ kolom atas}}{\phi} \\ &= \frac{3514,32}{0,65} + \frac{3704,47}{0,65} \\ &= 11105,83 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Kontrol

$$\begin{aligned}\Sigma M_c &\geq 1,2 \Sigma M_b \\ 11105,83 \text{ kNm} &\geq 1,2 \times 939,047 \text{ kNm} \\ 11105,83 \text{ kNm} &\geq 1126,86 \text{ kNm (OK)}\end{aligned}$$

4.5.2.6.2 Arah Y

Pada arah Y terdapat dua balok yang sama yaitu balok tipe B2A dengan tulangan tumpuan atas (9D22) dan tulangan tumpuan bawah (3D22).

Menentukan nilai ΣM_n

Momen diujung pada balok harus mempertimbangkan pelat lantai yang cor secara monolid dengan balok. Sehingga berdasarkan SNI 28472013 pasal 13.2.4 mencari lebar efektif palat lantai yang sebagai berikut:

Balok B2A

$$\begin{aligned}b_w &= 400 \text{ mm} \\ h_w &= 600 \text{ mm} \\ h_f &= 150 \text{ mm} \\ h_b &= 600 - 150 = 450 \text{ mm} \\ b_w + 2h_b &= 400 + (2 \times 450) = 1300 \text{ mm} \\ b_w + 8h_f &= 400 + (8 \times 150) = 1240 \text{ mm} \\ \text{Sehingga, lebar efektif } b_{\text{eff}} &\text{ yaitu } 1300 \text{ mm}\end{aligned}$$

Balok Tumpuan Kanan (-)

Luas tulangan bagian atas

$$\begin{aligned}\text{As Balok} = 9D22 &= 3039,52 \text{ mm}^2 \\ \text{As Pelat} = D10-100 &= 785,714 \text{ mm}^2 \\ \text{As Total} = 3039,5 + 785,72 &= 3825,21 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$y = \frac{(3039,5 \times (40 + 10 + 22/2)) + (785,72 \times (150 + 20 + 10/2)) + (785,72 \times (150 + 10/2))}{3825,21}$$

$$\begin{aligned}y &= 116,25 \text{ mm} \\ d &= 600 - 116,25 = 483,75 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b} = \frac{3825,21 \times 400}{0,85 \times 29,05 \times 1300} = 47,66 \text{ mm} \\
 Mb^- &= As \cdot fy \cdot (d - 0,5a) \\
 &= 3825,21 \times 400 \times (483,75 - 0,5 \times 47,66) \\
 &= 703,71 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Balok Tumpuan Kiri (+)

Luas tulangan bagian bawah

$$As \text{ Balok} = 3D22 = 1140,40 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 d &= h - \text{deking} - \phi \text{ sengkang} - \frac{1}{2} D \text{ tul. Lentur} \\
 &= 600 - 40 - 10 - 11 \\
 &= 539 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b} = \frac{1140,40 \times 400}{0,85 \times 29,05 \times 400} = 46,184 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 Mb^+ &= As \cdot fy \cdot (d - 0,5a) \\
 &= 1140,40 \times 400 \times (539 - 0,5 \times 46,184) \\
 &= 235,34 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

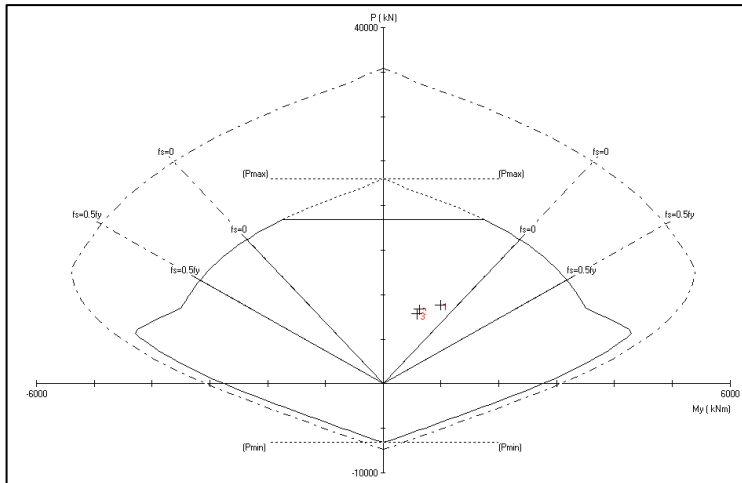
$$\begin{aligned}
 \Sigma Mb &= Mb^- + Mb^+ \\
 &= 939,047 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Menentukan nilai ΣMn_c

Nilai Mn_c di dapat melalui program bantu spColumn dari diagram interaksi P-M antara kolom yang ditinjau (kolom K1 lantai UG) dan kolom di atasnya (Kolom K1 lantai 3). Berikut ini adalah nilai Mn_c :

$$Pu \text{ kolom ditinjau (K1-I7)} = 10297,62 \text{ kN}$$

$$Pu \text{ kolom atas (K1-I7)} = 9752,575 \text{ kN}$$



Gambar 4.49 Diagram interaksi kolom K1 lantai UG dan lantai 3 arah Y

Dari diagram interaksi didapat output momen nominal sebagai berikut:

Tabel 4.23 Output SpColumn kolom K1 lantai 1 dan lantai 2 arah y

No	P_u kN	M_{uy} kNm	ϕM_{ny} kNm	$\phi M_n / M_u$
1	10297,62	622.00	3514.32	5.650
2	9752,575	587.00	3704.37	6.311

Dari tabel diatas didapat nilai M_{nc} kolom yang ditinjau dan M_{nc} kolom diatasnya yaitu:

M_{nc} kolom tinjau = 3514.32 kNm

M_{nc} kolom atas = 3704.37 kNm

$$\begin{aligned} \Sigma M_c &= \frac{M_c \text{ kolom tinjau}}{\phi} + \frac{M_c \text{ kolom atas}}{\phi} \\ &= \frac{3514.32}{0,75} + \frac{3704.37}{0,75} \\ &= 9624,92 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Kontrol

$$\begin{aligned}\Sigma M_c &\geq 1,2 \Sigma M_b \\ 9624,92 \text{ kNm} &\geq 1,2 \times 939,047 \text{ kNm} \\ 9624,92 \text{ kNm} &\geq 1126,86 \text{ kNm (OK)}\end{aligned}$$

4.5.2.7 Tulangan Confinement**4.5.2.7.1 Luas Tulangan Confinement**

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.6.4.4 luas penampang hoops tidak kurang dari salah satu yang terbesar persamaan berikut:

$$A_{sh} = 0,3 \left(\frac{s \cdot bc \cdot fc'}{fyt} \right) \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right)$$

$$A_{sh} = \frac{0,09 \cdot s \cdot bc \cdot fc'}{fyt}$$

Dimana:

$$\begin{aligned}bc &= bw - 2 \left(\text{decking} + \frac{1}{2} db \right) \\ &= 950 - 2 \left(40 + \frac{1}{2} 10 \right) \\ &= 860 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}H_c &= hw - 2 \left(\text{decking} + \frac{1}{2} db \right) \\ &= 950 - 2 \left(40 + \frac{1}{2} 10 \right) \\ &= 860 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{ch} &= (bw - 2 \times \text{decking}) \times (hw - 2 \times \text{decking}) \\ &= (950 - 2 \times 40) \times (950 - 2 \times 40) \\ &= 756900 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{A_{sh}}{s} &= 0,3 \left(\frac{860 \cdot 37,35}{240} \right) \left(\frac{902500}{756900} - 1 \right) \\ &= 4,64 \text{ mm}^2/\text{mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{A_{sh}}{s} &= \frac{0,09 \cdot 860 \cdot 37,35}{240} \\ &= 7,23 \text{ mm}^2/\text{mm}\end{aligned}$$

Jadi diambil nilai terbesar yaitu 7,23 mm²/mm. Untuk tulangan

sengkang terpasang 10 D10 – 100:

$$\begin{aligned} A_s &= 10 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 \\ &= 785,39 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{sh} &= 6,86 \times 100 \\ &= 686,25 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned} A_s &\geq A_{sh} \\ 785,39 \text{ mm}^2 &\geq 686,25 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

4.5.2.7.2 Daerah Pemasangan Tulangan *Confinement*

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.6.4.1 tulangan sengkang persegi (hoop) sepanjang ℓ_0 pada ujung-ujung kolom, tidak boleh kurang dari nilai terbesar persamaan berikut ini:

1. Tinggi komponen struktur pada muka balok kolom

$$\ell_0 = 950 \text{ mm}$$

2. 1/6 bentang bersih komponen struktur

$$\ell_0 = \frac{1}{6} 4350 \text{ mm} = 725 \text{ mm}$$

3. $\ell_0 = 450 \text{ mm}$

Sehingga panjang pemasangan tulangan confinement tidak boleh lebih dari 950 mm.

4.5.2.7.3 Spasi Tulangan *Confinement*

Berdasarkan SNI 2847 pasal 21.6.4.3 spasi tulangan transversal sepanjang ℓ_0 tidak boleh melebihi yang lebih kecil dari:

1. $\frac{1}{4}$ dimensi terkecil komponen struktur

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{4} \cdot 950 \text{ mm} \\ &= 237,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Enam kali diameter tulangan memanjang (6db)

$$\begin{aligned} S &= 6 \cdot 22 \text{ mm} \\ &= 132 \text{ mm} \end{aligned}$$

3. S_0 berdasarkan persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned}
 S_0 &= 100 + \frac{350-hx}{3} \\
 &= 100 + \frac{350 - \left(\frac{950 - (2x(40 + (0,5x10)))}{3}\right)}{3} \\
 &= 121,11 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Spasi tulangan confinement diambil yang terkecil yaitu 121,11 mm. Tulanga terpasang yaitu 10D10 – 100, sehingga:

$$\begin{aligned}
 S \text{ pasang} &\leq S \\
 100 \text{ mm} &\leq 121,11 \text{ mm} \quad (\text{Ok})
 \end{aligned}$$

4.5.2.8 Kuat Geser Kolom

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.6.5.1, gaya geser desain yang digunakan tidak perlu lebih besar dari nilai berikut:

- Nilai V_e ditentukan oleh gaya-gaya yang dihasilkan dari joint (Mpr) pada setiap ujung-ujung komponen struktur yang berhubungan dengan beban aksial terfaktor.
- V_e tidak boleh kurang dari geser terfaktor yang didapat dari analisa struktur.

Dari ketentuan berikut maka perhitungan gaya geser, sebagai berikut:

4.5.2.8.1 Menentukan nilai V_e

Berikut ini adalah persamaan gaya geser V_e , dengan faktor distribusi DF untuk sisi atas dan sisi bawah diambil sama dengan 0,75 (terkaku 3 sisi).

$$V_e = \frac{\sum M_{\text{prb atas}} \times DF_{\text{atas}} + \sum M_{\text{prb bawah}} \times DF_{\text{bawah}}}{l_u}$$

$\sum M_{\text{prb atas}}$ dan $\sum M_{\text{prb bawah}}$ yaitu penjumlahan kuat lentur balok pada hubungan balok kolom diujung atas dan bawah dari kolom yang ditinjau, adapun balok B2A. Adapun perhitungan Mpr balok B2A adalah sebagai berikut:

- Momen ujung tumpuan kiri negatif (Mpr-1)

Menentukam lebar efektif

Mpr-1 → Tulangan sisi atas 9D22 (3419,46 mm²)

$$a_{pr-1} = \frac{A_s 1,25 f_y}{0,85 f_c' b}$$

$$a_{pr-1} = \frac{3419,46 \times 1,25 \times 400}{0,85 \times 29,05 \times 400}$$

$$a_{pr-1} = 173,10 \text{ mm}$$

$$M_{pr-1} = 1,25 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right)$$

$$M_{pr-1} = 3419,46 \times 1,25 \times 400 \times \left(539 - \frac{173,10}{2} \right)$$

$$M_{pr-1} = 773,56 \text{ kNm}$$

- Momen ujung tumpuan kanan positif (Mpr-4)

Mpr-4 → Tulangan sisi bawah 3D22 (1139,82 mm²)

$$a_{pr-4} = \frac{A_s 1,25 f_y}{0,85 f_c' b}$$

$$a_{pr-4} = \frac{1139,82 \times 1,25 \times 400}{0,85 \times 29,05 \times 400}$$

$$a_{pr-4} = 57,70 \text{ mm}$$

$$M_{pr-4} = 1,25 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right)$$

$$M_{pr-4} = 1,25 \times 1139,82 \times 400 \times \left(539 - \frac{57,70}{2} \right)$$

$$M_{pr-4} = 290,739 \text{ kNm}$$

$$M_{pr}^- = 773,56 \text{ kNm}$$

$$M_{pr}^+ = 290,74 \text{ kNm}$$

Balok pada kedua lantai adalah sama, sehingga:

$$\Sigma M_{prb \text{ atas}} = \Sigma M_{prb \text{ bawah}} = 773,56 + 290,74 = 1064,3 \text{ kNm}$$

Maka:

$$V_e = \frac{1064,3 \times 0,75 + 1064,3 \times 0,75}{3,1}$$

$$V_e = 1055,72 \text{ Kn}$$

Dari hasil analisa struktur melalui program bantu ETABS 16 gaya geser terfaktor V_u didapat sebesar $V_u = 391,77 \text{ kN}$.

Kontrol gaya geser:

Tabel 4.24 Kontrol gaya geser kolom

Gaya Geser Kolom	
V_e	$\geq V_u$
1055,72 kN	$\geq 391,77 \text{ kN}$

4.5.2.8.2 Kontribusi Beton pada Gaya Geser V_c

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.6.5.2 kondisi $V_c = 0$, jika memnuhi syarat beriku ini:

Tabel 4.25 Kontrol kontribusi nilai V_c

Kontribusi nilai V_c	
<ul style="list-style-type: none"> • Nilai V_e lebih besar dari $\frac{1}{2} V_u$ 	
V_e	$\geq \frac{1}{2} V_u$
1055,72 kN	$\geq 159,88 \text{ kN}$
(Ok)	
<ul style="list-style-type: none"> • Gaya aksila tidak melebihi $0,05 A_g f_c'$ 	
P_u	$\leq \frac{A_g f_c'}{10}$
10297,62 kN	$\leq 3370,84 \text{ kN}$
(No ok)	

Jadi V_c boleh diperhitungkan dalam kebutuhan tulangan geser kolom, berikut ini adalah nilai V_c

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{37,35} \cdot 950.887,5$$

$$V_c = 858,79 \text{ kN}$$

4.5.2.8.3 Kebutuhan Tulangan Transversal

Menghitung kebutuhan tulangan transversal untuk menahan gaya rencana, berikut ini cek kebutuhan tulangan transversal:

Syarat 1

$$\frac{V_u}{\phi} < \frac{1}{2} V_c$$

$$\frac{391,77}{0,75} < \frac{1}{2} 858,79$$

$$522,36 \text{ kN} < 429,39 \text{ kN} \quad (\text{No ok})$$

Syarat 2

$$\frac{V_u}{\phi} < V_c + \frac{1}{3} b_w d$$

$$\frac{391,77}{0,75} < 858,79 + \frac{1}{3} \cdot 950 \cdot 887,5$$

$$653,44 \text{ kN} < 858,79 + 281,04 \text{ kN}$$

$$653,44 \text{ kN} < 1139,83 \text{ kN} \quad (\text{Ok})$$

Jadi dipasang geser minimum, cek kebutuhan tulangan minimum sebagai berikut:

$$A_{v \text{ min}} = \frac{b_w S}{3 f_y}$$

$$A_{v \text{ min}} = \frac{950 \cdot 100}{3 \cdot 240}$$

$$A_{v \text{ min}} = 131,91 \text{ mm}^2$$

Tulangan geser yang terpasang 10D10-100

$$A_{v \text{ pasang}} = 10 \cdot \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A_v \text{ pasang} = 10 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 10^2$$

$$A_v \text{ pasang} = 785,39 \text{ mm}^2$$

Kontrol:

$$A_v \text{ pasang} \geq A_v \text{ min}$$

$$785,39 \text{ mm}^2 \geq 131,91 \text{ mm}^2 \quad (\text{Ok})$$

Cek nilai V_s

$$V_s \text{ min} = \frac{1}{3} b w d$$

$$V_s \text{ min} = \frac{1}{3} 950 \cdot 887,5$$

$$V_s \text{ min} = 281.042 \text{ kN}$$

$$V_s \text{ pasang} = \frac{A_v f_y d}{s}$$

$$V_s \text{ pasang} = \frac{785,39 \cdot 240 \cdot 887,5}{100}$$

$$V_s \text{ pasang} = 1694,18 \text{ kN}$$

Kontrol:

$$V_s \text{ min} \leq V_s \text{ pasang}$$

$$131,91 \text{ mm}^2 \leq 1694,18 \text{ kN} \quad (\text{OK})$$

4.5.2.9 Hubungan Balok Kolom

Daerah pertemuan antara elemen struktur kolom dan balok disebut hubungan balok kolom (HBK), dimana pertemuan daerah harus didetailkan dengan baik. Berikut ini adalah beberapa langkah pengecekan:

4.5.2.9.1 Cek Syarat Joint Tulangan Longitudinal

Dimensi kolom yang sejajar terhadap tulangan longitudinal tidak

boleh kurang dari 20 kali diameter tulangan longitudinal terbesar balok:

20 db	$\leq b$ kolom	
20.22	≤ 950	
440 mm	≤ 950 mm	(OK)
20 db	$\leq h$ kolom	
20 .22	≤ 950	
440 mm	≤ 900 mm	(OK)

4.5.2.9.2 Luas Efektif Joint (Aj)

Aj merupakan perkalian pertemuan kolom dan balok yaitu tinggi joint dikali dengan lebar joint efektif. Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.7.4.1

$$\begin{aligned} \text{Lebar balok (b)} &= 400 \text{ mm} \\ \text{Tinggi kolom (h)} &= 950 \text{ mm} \\ x &= \frac{950 \text{ mm} - 400 \text{ mm}}{2} \\ &= 275 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dimensi joint:

$$\text{Tinggi joint} = 950 \text{ mm}$$

Lebar joint efektif merupakan nilai yang terkecil diantara persamaan berikut:

$$\bullet b + h = 400 + 950 = 1350 \text{ mm}$$

$$\bullet b + 2x = 400 + 2 \cdot 275 = 950 \text{ mm}$$

$$\text{Sehingga lebar joint} = 950 \text{ mm}$$

Luas joint:

$$A_j = \text{lebar joint} \times \text{tinggi joint}$$

$$A_j = 950 \text{ mm} \times 950 \text{ mm} = 902500 \text{ mm}^2$$

4.5.2.9.3 Tulangan Transversal Untuk Confinement

Berdasarkan SNI 2847 2013 tulangan confinement yang dibutuhkan setidaknya setengahnya tulangan confinement yang dibutuhkan diujung kolom.

Dari perhitungan subab tulangan confinement nilai $\frac{A_{sh}}{s}$ didapat:

- 4,64 mm²/mm
- 7,23 mm²/mm

Jadi nilai yang maksimum $\frac{A_{sh}}{s} = 7,23 \text{ mm}^2/\text{mm}$

$$\frac{A_{sh}}{s} \text{ joint} = \frac{1}{2} \frac{A_{sh}}{s}$$

$$\frac{A_{sh}}{s} \text{ joint} = \frac{1}{2} \cdot 7,23 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\frac{A_{sh}}{s} \text{ joint} = 3,615 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Tulangan transversal terpasang 10D10-100

$$A_s = n \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A_s = 10 \frac{1}{4} \pi 10^2$$

$$A_s = 785,39 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh} = 3,615 \times 100$$

$$A_{sh} = 361,5 \text{ mm}^2$$

Kontrol:

$$A_s > A_{sh}$$

$$785,39 \text{ mm}^2 > 361,5 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

4.5.2.9.4 Gaya Geser Pada Joint

Berikut ini langkah menghitung geser pada hubungan balok kolom:

Menghitung Me

Balok pada joint dengan momen sebagai berikut:

$$M_{pr}^- = 773,56 \text{ kNm}$$

$$M_{pr}^+ = 290,74 \text{ kNm}$$

Dikarenakan kekakuan kolom atas dan kekakuan kolom bawah sama, maka nilai $DF=0,5$. Sehingga:

$$M_e = \frac{1}{2} (773,56 + 290,74)$$

$$M_e = 532,15 \text{ kNm}$$

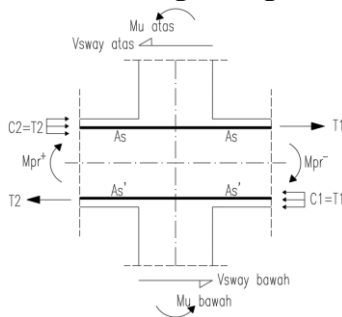
Mementukan Geser Kolom

$$V_{\text{sway}} = \frac{M_e + M_e}{l_u}$$

$$V_{\text{sway}} = \frac{532,15 + 532,15}{3,1}$$

$$V_{\text{sway}} = 343,33 \text{ kN}$$

Menentukan Gaya Pada Tulangn Longitudinal



Gambar 4.50 Gaya hubungan balok kolom

- Gaya **tarik** pada tulangan balok bagian **kiri** (9D22):

$$A_s = 9 \frac{1}{4} \pi 22^2$$

$$A_s = 3419,46 \text{ mm}^2$$

Maka:

$$T_1 = 1,25 A_s f_y$$

$$T_1 = 1,25 \cdot 3429,46 \cdot 400$$

$$T_1 = 1709,73 \text{ kN}$$

- Gaya **tekan** pada tulangan balok kearah **kiri**:
 $C_1 = T_1 = 1709,73 \text{ kN}$
- Gaya **tarik** pada tulangan balok bagian **kanan** (3D22):

$$A_s = 3 \frac{1}{4} \pi 22^2$$

$$A_s = 1139,82 \text{ mm}^2$$
Maka:
 $T_2 = 1,25 A_s f_y$
 $T_2 = 1,25 \cdot 1139,82 \cdot 400$
 $T_2 = 569,91 \text{ kN}$
- Gaya **tekan** pada tulangan balok kearah **kanan**:
 $C_2 = T_2 = 569,91 \text{ Kn}$

Menentukan Gaya Geser Pada Joint

$$V_j = V_{\text{sway}} - T_1 - C_2$$

$$V_j = 343,33 - 1709,73 - 569,91$$

$$V_j = 1936,31 \text{ Kn}$$

Kuat Geser Nominal Joint

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.7.4.1 kuat geser nominal pada joint yang dikekang keempat sisinya adalah:

$$V_n = 1,2 \sqrt{f_c' A_j}$$

$$V_n = 1,2 \sqrt{37,35 \cdot 902500}$$

$$V_n = 6618,71 \text{ kN}$$

Kontrol

$$\phi V_n \geq V_j$$

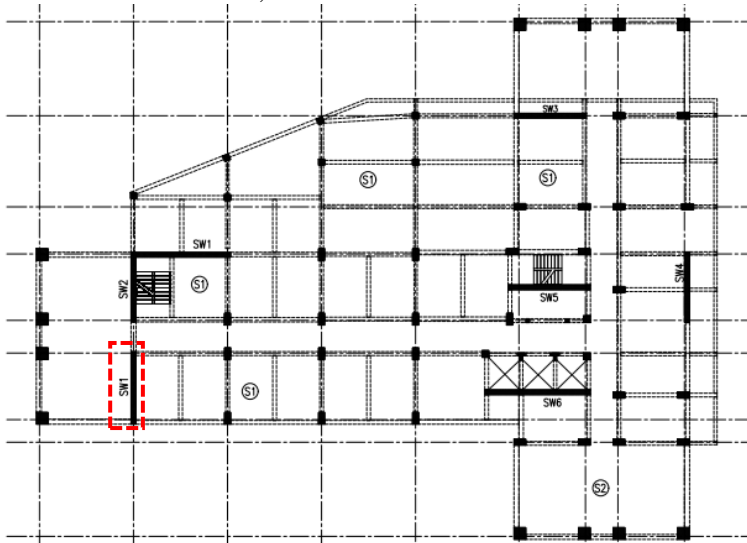
$$0,75 \cdot 4964,04 \text{ kN} \geq 1936,31 \text{ kN}$$

$$4964,04 \text{ kN} \geq 1936,31 \text{ kN} \quad (\text{OK})$$

4.5.3 Shear Wall

Bangunan ini di desain dengan *dual sytem* dimana terdapat *shear wall* jenis *frame* dengan dua tipe *frame wall* yang dibedakan

berdasarkan tata letak, berikut ini adalah denah *shear wall*:



Gambar 4.51 Denah shearwall

Berikut ini akan dibahas satu tipe shear wall yaitu shear wall SW1-B' pada bagian kiri bangunan.

4.5.3.2 Data Eksisting

Berikut ini adalah data eksisting *shear wall* jenis SW 1-B sebagai berikut:

Tipe shear wall	= SW 1-B
f_c'	= 37,35 Mpa
f_y	= 400 Mpa
Lebar dinding (l_w)	= 5300 mm
Tebal dinding (t_w)	= 400 mm
Tinggi dinding	= 80800 mm
Tinggi Lantai (h_w)	= 5000 mm (<i>Ground Floor</i>)
Tulangan Longitudinal	= D36-100
Tulangan pasang	= D16-100 (Dua lapis)

4.5.3.3 Gaya Dalam

Dari program bantu ETABS 16 didapat gaya dalam pada dinding geser dari *pier force* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.26 Gaya dalam shear wall

	Nama Shear Wall	Pu	Vu	Mux	Muy
		kN	kN	kNm	kNm
ShearWall 1	SW 1-B	29364,04	3543,33	335,01	52028,5

4.5.3.4 Kontrol Ketebalan

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.9.4.4. kuat geser nominal segmen tiap dinding tidak boleh lebih besar dari pada persamaan berikut ini:

$$0,83 A_{cw} \sqrt{f_c'}$$

Dimana:

$$A_{cw} = 0,8 \times h_w \times t_w$$

$$A_{cw} = 0,8 \times 5000 \times 400$$

$$A_{cw} = 1600000 \text{ mm}^2$$

$$0,83 A_{cw} \sqrt{f_c'}$$

$$0,83 \cdot 1600000 \sqrt{37,35} = 8116,025 \text{ kN}$$

Kontrol:

$$0,83 A_{cw} \sqrt{f_c'} > V_u$$

$$8116,025 \text{ kN} > 3543,33 \text{ kN (Ketebalan Cukup)}$$

4.5.3.5 Tulangan Vertikal dan Tulangan Horizontal

a. Rasio tulangan

Berdasarkan 2847 2013 pasal 21.9.2.1 syarat tulangan minimum tidak boleh kurang dari 0,0025 kecuali nilai V_u tidak melebihi persamaan berikut ini:

$$0,083 A_{cv} \lambda \sqrt{f_c'}$$

Dimana:

$$A_{cv} = Lw \times tw$$

$$A_{cv} = 5300 \times 400$$

$$A_{cv} = 2120000 \text{ mm}^2$$

$$0,083 A_{cv} \lambda \sqrt{f_c'}$$

$$0,083 \cdot 2120000 \cdot 1 \cdot \sqrt{37,35} = 1075,37 \text{ kN}$$

Kontrol:

$$0,083 A_{cv} \lambda \sqrt{f_c'} < V_u$$

$$1075,37 \text{ kN} < 3543,33 \text{ kN (Ok)}$$

Rasio tulangan terpasang tulangan vertikal dan horizontal lebih dari rasio minimum (0,0025).

4.5.3.5.1 Kebutuhan Dua Lapis Tulangan

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.9.2.2 tulangan vertikal dan horizontal dipasang dua lapis tulangan apabila gaya geser yang bekerja pada dinding melebihi persamaan berikut ini:

$$0,17 A_{cv} \lambda \sqrt{f_c'}$$

$$0,17 \cdot 2120000 \cdot 1 \cdot \sqrt{37,35} = 2202,57 \text{ kN}$$

Tulangan pasang dua lapis D16-100

Kontrol:

$$0,17 A_{cv} \lambda \sqrt{f_c'} < V_u$$

$$3112,63 \text{ kN} < 3543,33 \text{ kN (Dua lapis tulangan)}$$

4.5.3.6 Kuat Geser Dinding

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.9.4.1 kuat geser nominal dinding struktural dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$V_n = A_{cv} \left(\alpha_c \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} + \rho_t \cdot f_y \right)$$

Dengan:

$$\alpha_c = 0,25 \text{ untuk } \frac{h_w}{l_w} \leq 1,5$$

$$= 0,17 \text{ untuk } \frac{h_w}{l_w} > 2,0$$

Nilai variatif antara 1,5 – 2 dengan interpolasi.

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{5000}{5300} = 0,94$$

Sehingga nilai $\alpha_c = 0,25$

Tulangan transversal yang terpasang 216-100, rasio tulangan transversal terpasang adalah:

$$\rho_t = \frac{A_s}{s \times t}$$

$$\rho_t = \frac{2 \times 201 \text{ mm}^2}{100 \times 400}$$

$$\rho_t = 0,0114$$

Kuat geser nominal,

$$V_n = A_{cv} \left(\alpha_c \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} + \rho_t \cdot f_y \right)$$

$$V_n = 2120000 \cdot \left(0,25 \cdot 1 \cdot \sqrt{37,35} + 0,0114 \cdot 400 \right)$$

$$V_n = 12930,505 \text{ kN}$$

Maka,

$$\phi V_n = 0,75 \times 12930,51 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 9697,88 \text{ kN}$$

Kontrol:

$$\phi V_n > V_u$$

$$9697,88 \text{ kN} > 3543,33 \text{ kN (OK)}$$

Tulangan Confinement Pada Dinding Geser

Tulangan terpasang D16 – 150, maka spasi maksimum di tentukan berdasarkan syarat berikut:

1. $\frac{1}{4}$ dimensi terkecil komponen struktur

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{4} \cdot 100 \text{ mm} \\ &= 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Enam kali diameter tulangan memanjang (6db)

$$\begin{aligned} S &= 6 \cdot 16 \text{ mm} \\ &= 96 \text{ mm} \end{aligned}$$

3. S_0 berdasarkan persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned} S_0 &= 100 + \frac{350-hx}{3} \\ &= 100 + \frac{350 - \left(\frac{400 - (2x(40 + (0,5x16)))}{3} \right)}{3} \\ &= 183 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned} S_{\text{pasang}} &< S \\ 100 \text{ mm} &< 183 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan D16 spasi 100 mm, confinement yang dibutuhkan yaitu:

$$A_{\text{sh}} = 0,3 \left(\frac{s \cdot bc \cdot fc'}{fyt} \right) \left(\frac{A_g}{A_{\text{ch}}} - 1 \right)$$

$$A_{\text{sh}} = \frac{0,09 \cdot s \cdot bc \cdot fc'}{fyt}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} bc &= bw - 2 \left(\text{decking} + \frac{1}{2} db \right) \\ &= 400 - 2 \left(40 + \frac{1}{2} 16 \right) \\ &= 304 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{sh}} &= \frac{0,09 \cdot 100 \cdot 304 \cdot 30}{400} \\ &= 255,474 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Untuk tulangan sengkang terpasang 2 D16 – 100:

$$\begin{aligned} A_s &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 402,124 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

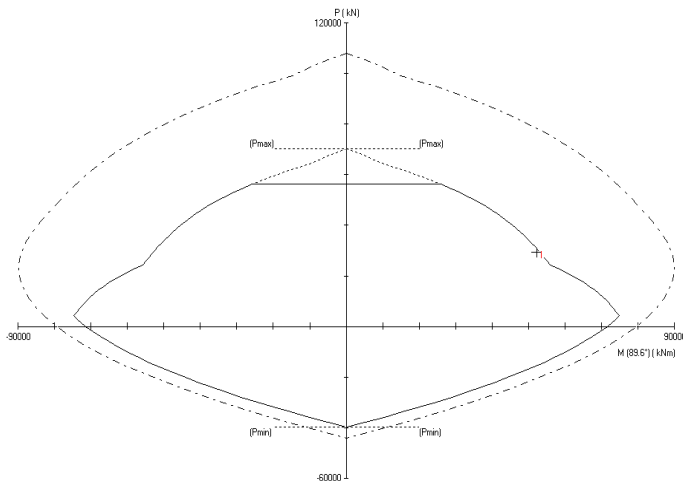
Kontrol:

$$\begin{aligned} A_s &\geq A_{sh} \\ 402,124 \text{ mm}^2 &\geq 255,474 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

4.5.3.7 Kapasitas Penahan Aksial Lentur

kapasitas shear wall dalam menahan gaya aksial dan momen yang terjadi, dalam hal ini digunakan program bantu Sp Column sebagai berikut:

4.5.3.7.1 Shear Wall Struktur Eksisiting



Gambar 4.52 Diagram Interaksi *Shear Wall 1*

Tabel 4.27 Hasil output SpColumn Shearwall

Arah	P_u	M_u	ϕM_n	$\phi M_n / M_u$
	kN	kNm	kNm	
X	29364	335,01	342,19	1,021
Y	29364	52028,53	53146,47	1,021

didapatkan M_n sebesar 53146,47 kNm

$M_u < \phi M_n$

52028,53 kNm < 53146,47 kNm (OK)

Berdasarkan diagram interaksi bahwa *shear wall* mampu menahan beban aksial lentur yang terjadi.

4.5.4 Perencanaan Pondasi

4.5.4.1 Umum

Perencanaan pondasi merupakan perencanaan struktur bawah bangunan. Pondasi pada umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah dan berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah. Pondasi pada gedung ini direncanakan memakai pondasi tiang pancang jenis prestressed concrete spun pile produk dari PT. WIKA (Wijaya Karya) Beton. Pada bab perencanaan pondasi pembahasan meliputi perencanaan jumlah tiang pancang yang dibutuhkan dan perencanaan poer (pile cap).

4.5.4.2 Beban Struktur

Beban struktur menentukan bagaimana perencanaan pondasi yang akan dilakukan. Beban struktur disalurkan melalui kolom kemudian ke tiang pancang. Beban yang bekerja pada pondasi dihitung menggunakan metoda tegangan ijin. Kombinasi beban-beban dibawah ini adalah kombinasi beban untuk menghitung tiang pancang dengan desain tegangan ijin.

- 1D
- D + L
- D + 0,75L
- D + 0,7E
- D + 0,75L + 0,75 (0,7E)
- 0,6D + 0,7E

Tabel 4.28 Beban pada Tipe 1 (Kolom)

Kombinasi Beban	Hx (ton)	Hy (ton)	P (ton)	Mx (ton.m)	My (ton.m)
1D+1L	0,01	0,39	800,08	1,17	0,30
1 D + 0,75 L + 0,525 RSX	1,69	0,60	780,86	7,62	7,09
1 D + 0,75 L + 0,525 RSY	0,49	3,41	801,46	23,24	1,64
1 D + 0,75 L	0,01	0,41	753,45	1,18	0,29
1 D + 0,7 RSX	2,23	0,89	650,13	9,81	9,58
1 D + 0,7 RSY	0,63	4,64	677,60	30,63	2,31
1D	0,03	0,45	613,59	1,23	0,26
0,6 D + 0,7 RSX	2,25	1,07	404,70	9,32	9,68
0,6 D + 0,7 RSY	0,64	4,82	432,16	30,14	2,42
ENVELOPE ULTIMATE	2,25	4,82	801,46	30,63	9,68

Dari kombinasi beban di atas dilakukan control dari masing-masing kombinasi untuk menentukan perhitungan jumlah tiang pancang, defleksi dan momen yang terjadi pada reaksi perletakan.

Output dari joint reaction ini kemudian dipilih sesuai kombinasi maksimum yang paling menentukan dalam perhitungan P_{ijin} 1 tiang. Berikut ini adalah output dari joint reaction pada pondasi.

4.5.4.3 Spesifikasi Tiang Pancang

Pada perencanaan pondasi gedung ini, digunakan pondasi tiang pancang jenis *Prestressed Concrete Spun Piles* Produk dari PT. Wijaya Karya Beton.

1. Tiang pancang beton pracetak (*precast concrete pile*) dengan bentuk penampang bulat.
2. Mutu beton tiang pancang $F_c' = 52$ Mpa

Berikut ini, spesifikasi tiang pancang yang akan digunakan,

- Diameter tiang : 600 mm
- Tebal tiang : 120 mm
- Klasifikasi : C
- *Concrete cross section* : 2564 cm²
- Berat : 641 kg/m

- Panjang : 6 – 24 m
- *Bending moment crack* : 65 t.m
- *Bending momen ultimate* : 130 t.m
- *Allowable axial load* : 368,2 ton

4.5.4.4 Data Tanah

Data tanah diperlukan untuk merencanakan pondasi yang sesuai dengan jenis dan kemampuan daya dukung tanah tersebut. Data tanah didapatkan melalui penyelidikan tanah pada lokasi dimana struktur tersebut akan dibangun.

4.5.4.5 Daya Dukung

4.5.4.5.1 Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal

Daya dukung pada pondasi tiang pancang ditentukan oleh dua hal, yaitu daya dukung perlawanan tanah dari unsur dasar tiang pondasi (Q_p) dan daya dukung tanah dari unsur lekatan lateral tanah (Q_s). Sehingga daya dukung total dari tanah dapat dirumuskan:

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

Disamping peninjauan berdasarkan kekuatan tanah tempat pondasi tiang pancang di tanam, daya dukung suatu tiang juga harus ditinjau berdasarkan kekuatan bahan tiang pancang tersebut. Hasil daya dukung yang menentukan yang dipakai sebagai daya dukung ijin tiang. Perhitungan daya dukung dapat ditinjau dari dua keadaan, yaitu :

1. Daya dukung tiang pancang tunggal yang berdiri sendiri
2. Daya dukung tiang pancang dalam kelompok.

Daya dukung SPT dari lapangan tidak dapat langsung digunakan untuk perencanaan tiang pancang. Harus dilakukan koreksi terlebih dahulu terhadap data SPT asli. Metode perhitungan menggunakan cara dari *Terzaghi Bazaraa* 1960, adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Koreksi terhadap muka air tanah

Khusus untuk tanah berpasir halus, pasir berlanau, dan pasir berlempung, yang berada dibawah muka air tanah dan hanya bila $N > 15$:

$$a. \quad N_1 = 15 + \frac{1}{2}(N-15)$$

$$b. \quad N_1 = 0.6 N$$

Kemudian pilih harga N_1 yang terkecil

2. Koreksi terhadap Overburden

Dari harga N_1 dikoreksi lagi untuk pengaruh tekanan tanah vertikal

$$N_2 = 4N_1 / (1 + 0.4 P_o) \text{ untuk } P_o < 7.5 \text{ ton}$$

$$N_2 = 4N_1 / (3.25 + 0.1 P_o) \text{ untuk } P_o > 7.5 \text{ ton}$$

Perhitungan daya dukung tiang pancang ini dilakukan berdasarkan hasil uji *Standard Penetration Test* (SPT) dengan kedalaman 30 m.

- $Q_u = Q_p + Q_s$
- $Q_p = q_p \cdot A_p$

Dimana :

N_p = Harga rata-rata SPT di sekitar 4D di atas hingga 8D di bawah dasar tiang pondasi (terlampir)

K = Koefisien karakteristik tanah
 = 12 t/m², untuk tanah lempung
 = 20 t/m², untuk tanah lanau berlempung
 = 25 t/m², untuk tanah lanau berpasir
 = 40 t/m², untuk tanah pasir
 = 40 t/m², untuk lempung sangat kaku (Poulos, H.G)

A_p = Luas penampang dasar tiang
 = $\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,45^2 = 0,158 \text{ m}^2$

q_p = tegangan di ujung tiang

Q_s = $q_s \cdot A_s$
 = $\left(\frac{N_s}{3} + 1 \right) \cdot A_s$

Dimana :

q_s = tegangan akibat lekatan lateral dalam t/m²

N_s = harga rata-rata sepanjang tiang yang tertanam, dengan batasan : $3 \leq N \leq 50$

As = keliling x panjang tiang yang terbenam

Daya dukung ijin dari satu tiang pancang yang berdiri sendiri adalah daya dukung tiang total dibagi dengan suatu angka keamanan.

$$P_{\text{ijin 1 tiang}} = Q_u$$

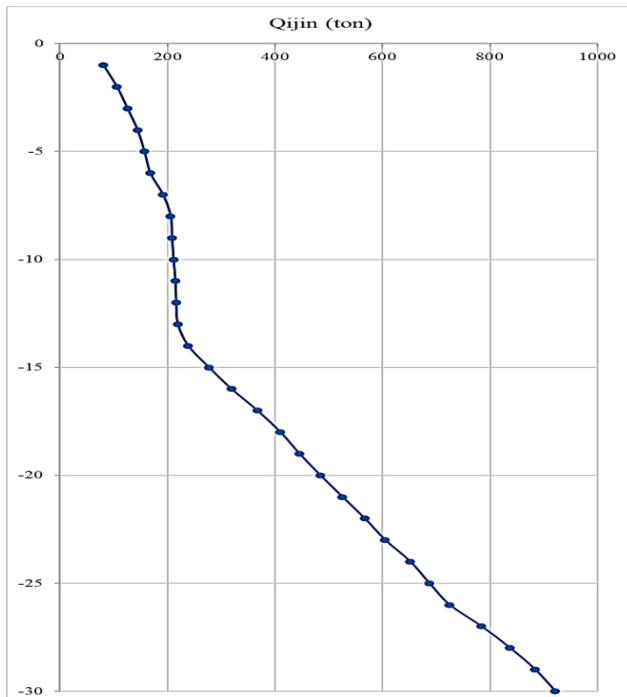
Dimana : Q_u = Allowable Axial Load

Perhitungan daya dukung tiang pancang terdapat pada lampiran. Sehingga diambil kedalaman tiang pancang sebagai berikut :

Beban ijin aksial 1 tiang = 368,17 ton

Pada kedalaman 24 m daya dukung tanah = 241,53 ton

Maka panjang tiang yang digunakan = 24 m.



Gambar 4.53 Grafik Daya Dukung Ijin Pancang Terhadap Kedalaman

4.5.4.5.2 Pengaturan Jarak Antar Tiang Pancang

Untuk mengetahui jumlah tiang pancang yang dibutuhkan dalam satu kolom adalah dengan membagi beban aksial dan daya dukung ijin satu tiang.

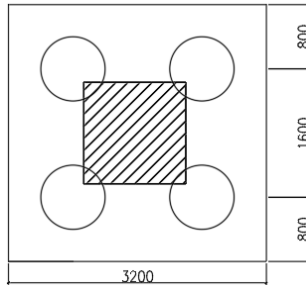
Terdapat beberapa tipe susunan tiang pancang berdasarkan satu berat kolom yang dipikulnya. Jumlah tiang pancang direncanakan jarak nya sesuai dengan yang diijinkan. Tebal poer yang direncanakan pada tiang pancang group sebesar 1 meter.

- Jarak antar tiang :
 - $2 D \leq S \leq 2,5 D$
 - $2 \times 80 \leq S \leq 2,5 \times 80$
 - $1600 \text{ mm} \leq S \leq 2000 \text{ mm}$
 - Digunakan jarak antar tiang = 1600 mm
- Jarak tepi tiang pancang :
 - $1 D \leq S1 \leq 1,5 D$
 - $1 \times 80 \leq S1 \leq 1,5 \times 80$
 - $80 \text{ cm} \leq S1 \leq 120 \text{ cm}$
 - Digunakan jarak tiang ke tepi = 800 mm
- Jumlah tiang pancang dalam satu poer
 - m (arah X) = 2 buah
 - n (arah Y) = 2 buah
 - Jumlat tiang pancang grup = m x n
 - = 2 x 2 = 4 buah

4.5.4.5.3 Kontrol Beban Maksimum 1 Tiang Pancang

Beban maksimum yang bekerja pada satu tiang dalam tiang kelompok dihitung berdasarkan gaya aksial dan momen yang bekerja pada tiang. Momen pada tiang dapat menyebabkan gaya tekan atau tarik pada tiang, namun yang diperhitungkan hanya gaya tekan karena gaya tarik dianggap lebih kecil dari beban gravitasi struktur, sehingga berlaku persamaan:

$$P_{max} = \frac{P}{n} + \frac{M_y \cdot X_{max}}{\Sigma X^2} + \frac{M_x \cdot Y_{max}}{\Sigma Y^2} \leq P_{ijin \text{ tanah}} (1 \text{ tiang})$$



Gambar 4.54 Group Tiang Pancang

Kontrol ini dilakukan pada tiap jenis susunan tiang pancang. Sebelumnya terlebih dahulu ditentukan jumlah tiang pancang dalam group dengan cara coba-coba dan sesuai dengan besar pile cap. Untuk beberapa contoh perhitungan dilakukan perhitungan dengan menggunakan group tiang pancang dengan kombinasi beban 1D + 1L.

$$P = 800,08 \text{ ton}$$

$$N = 4 \text{ tiang}$$

$$M_x = M_x + (H_y \times t_{poer}) = 1,17 + (0,39 \times 1,5) = 1,752 \text{ t.m}$$

$$M_y = M_y + (H_x \times t_{poer}) = 0,30 + (0,29 \times 1,5) = 0,304 \text{ t.m}$$

$$X_{max} = 0,8 \text{ m}$$

$$Y_{max} = 0,8 \text{ m}$$

$$\Sigma x^2 = 2 \times 1,2^2 = 2,56 \text{ m}$$

$$\Sigma y^2 = 2 \times 1,2^2 = 2,56 \text{ m}$$

$$P_{max} = \frac{800,08}{4} + \frac{1,752 \times 0,8}{2,56} + \frac{0,304 \times 0,8}{2,56} = 200,66 \text{ t} \leq 241,53 \text{ t}$$

$200,66 \text{ t} \leq 241,53 \text{ t}$ (1 tiang) (OK)

Tabel 4.29 Kontrol Beban Maksimum Tiang Pancang

Kombinasi Beban	n	P (ton)	P _{in} (ton)	M _x (t.m)	y _{max} (m)	M _x y _{max}	Σy ²	M _y (t.m)	x _{max} (m)	M _y x _{max}	Σx ²	P _{max} (ton)	P _{ijin} tanah (ton)	P _{max} < P _{ijin}
1D+1L	4	800,08	200,02	1,752	0,8	1,40	2,56	0,3038	0,8	0,24	2,56	200,66	241,53	OK
1 D + 0,75 L + 0,525 RSX	4	780,86	195,22	8,52	0,8	6,82	2,56	9,62	0,8	7,70	2,56	200,89	241,53	OK
1 D + 0,75 L + 0,525 RSY	4	801,46	200,37	28,35	0,8	22,68	2,56	2,37	0,8	1,90	2,56	209,97	241,53	OK
1 D + 0,75 L	4	753,45	188,36	1,79	0,8	1,43	2,56	0,30	0,8	0,24	2,56	189,02	241,53	OK
1 D + 0,7 RSX	4	650,13	162,53	11,15	0,8	8,92	2,56	12,93	0,8	10,34	2,56	170,06	241,53	OK
1 D + 0,7 RSY	4	677,60	169,40	37,59	0,8	30,07	2,56	3,26	0,8	2,61	2,56	182,16	241,53	OK
1D	4	613,59	153,40	1,91	0,8	1,53	2,56	0,31	0,8	0,25	2,56	154,09	241,53	OK
0,6 D + 0,7 RSX	4	404,70	101,17	10,93	0,8	8,74	2,56	13,05	0,8	10,44	2,56	108,67	241,53	OK
0,6 D + 0,7 RSY	4	432,16	108,04	37,37	0,8	29,90	2,56	3,38	0,8	2,70	2,56	120,78	241,53	OK

4.5.4.5.4 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok

Perhitungan daya dukung tiang pancang kelompok untuk daya dukung pondasi kelompok harus dikoreksi terlebih dahulu dengan koefisien efisiensi (η) menurut Seiler-Keeney Formula.

$$\eta = \left(1 - \frac{36 \times S}{(75 \times S^2 - 7)} \times \left(\frac{m+n-2}{m+n-1} \right) \right) + \frac{0,3}{m+n}$$

Dimana :

D = diameter tiang pancang

S = jarak antar tiang pancang

m = jumlah baris tiang pancang dalam group

n = jumlah kolom tiang pancang dalam group

$$Q_L (\text{group}) = Q_L (1 \text{ tiang}) \times n \times \eta$$

Dimana Q_L (group) harus lebih besar dari P yang terjadi seperti perhitungan pada kombinasi 1 DL + 1 LL.

$$\eta = \left(1 - \frac{36 \times 1,6}{(75 \times 1,6^2 - 7)} \times \left(\frac{2+2-2}{2+2-1} \right) \right) + \frac{0,3}{2+2} = 0,867$$

Pada kombinasi beban 1D + 1L,

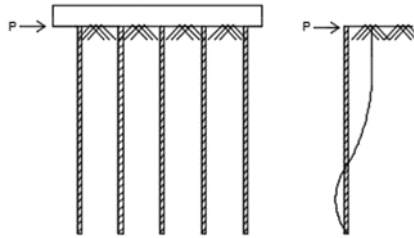
$$\begin{aligned} Q_L \text{ grup} &= Q_L (1 \text{ tiang}) \times n \times \eta \\ &= 241,53 \times 4 \times 0,867 \\ &= 838,044 \text{ ton} \end{aligned}$$

P_{\max} grup yang terjadi = $200,66 \times 4 = 802,65 \text{ ton} < Q_L \text{ grup (OK)}$

Tabel 4.30 Perhitungan Jumlah Tiang Pancang Kelompok

Kombinasi Beban	P ijin tanah (ton)	n	Q1 grup (ton)	Pmax grup (ton)	Q1 grup > Pijin
1D+1L	241,53	4	1019,25	802,65	OK
1 D + 0,75 L + 0,525 RSX	241,53	4	1019,25	803,55	OK
1 D + 0,75 L + 0,525 RSY	241,53	4	1019,25	839,87	OK
1 D + 0,75 L	241,53	4	1019,25	756,07	OK
1 D + 0,7 RSX	241,53	4	1019,25	680,23	OK
1 D + 0,7 RSY	241,53	4	1019,25	728,66	OK
1D	241,53	4	1019,25	616,35	OK
0,6 D + 0,7 RSX	241,53	4	1019,25	434,68	OK
0,6 D + 0,7 RSY	241,53	4	1019,25	483,10	OK

4.5.4.5 Kontrol Kekuatan Tiang Terhadap Gaya Lateral



Gambar 4.55 Diagram Gaya Lateral Tiang

Gaya lateral yang bekerja pada tiang dapat menyebabkan terjadinya defleksi dan momen. Oleh karena itu harus dilakukan kontrol terhadap defleksi yang terjadi pada tiang.

Kontrol defleksi tiang :

$$\delta = Fd \left(\frac{PT^3}{EI} \right) \leq 2.5 \text{ cm}$$

δ = defleksi yang terjadi

Fd = koefisien defleksi (dilihat pada grafik)

P = Gaya lateral 1 tiang

T = *Relative stiffnes Factor*

Perhitungan pada Kombinasi 1 D + 1 L

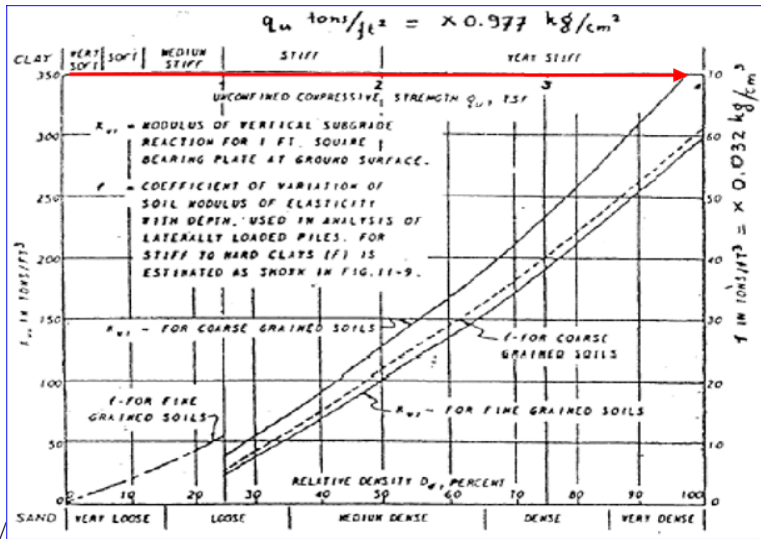
Jumlah tiang = 4

Hmax = 0,39 ton

Hmax 1 tiang = 0,39 ton / 4 buah = 0,098 ton

Cu = 0,72 kg/cm²

qu = $2 \times Cu = 2 \times \frac{0,72}{0,977} = 1,47 \frac{t}{ft^3}$



Gambar 4.56 Grafik Immediate Settlement of Isolate Footing

Dari grafik *Immediate Settlement of Isolate Footing* maka didapatkan:

$$f = 10 \text{ t/ft}^3 = 0,32 \text{ kg/cm}^3$$

$$E_c = 4700\sqrt{fc} = 338921,82 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = \frac{1}{64} \times \frac{22}{7} \times (800 - (800 - 2 \times 120))^4$$

$$= 16286,02 \text{ cm}^4$$

$$T = \left(\frac{EI}{f}\right)^{\frac{1}{5}} = \left(\frac{338921,82 \times 16286,02}{2,24}\right)^{\frac{1}{5}}$$

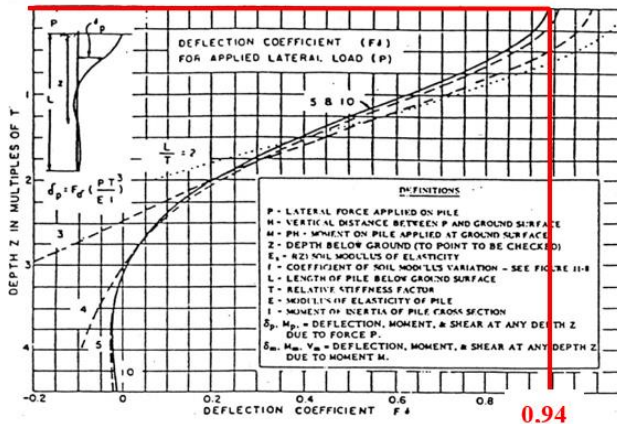
$$= 75,57 \text{ cm}$$

Fd(deflection coefficient)

$$L = 24 \text{ m} = 2400 \text{ cm (kedalaman tiang pancang)}$$

$$T = 75,57 \text{ cm}$$

$$L/T = 23,55$$



Gambar 4.57 Grafik Influence value for Laterally Loaded Pile

Dari grafik Influence Value for Laterally Loaded Pile maka didapatkan $F_d = 0.94$

$$\delta = F_d \left(\frac{H_{max} T^3}{EI} \right) \leq 2.5 \text{ cm}$$

$$\delta = 0.94 \left(\frac{0.098 \times 75,57^3}{338921,82 \times 16286,02} \right) \leq 2,5 \text{ cm}$$

$$\delta = 0,01 \text{ cm} \leq 2,5 \text{ cm (OK)}$$

Tabel 4.31 Kontrol Kekuatan Tiang Pancang Terhadap Gaya Lateral

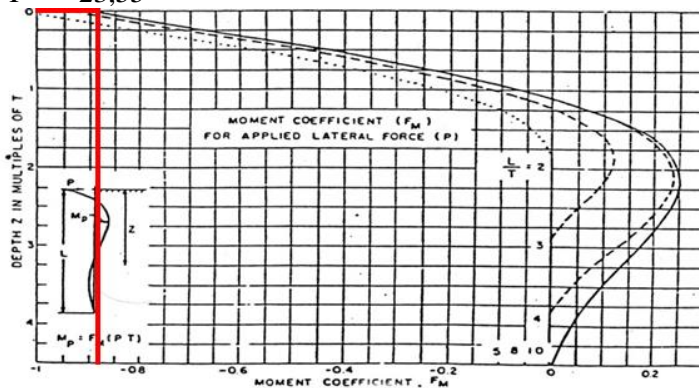
Kombinasi Beban	n	Hx (ton)	Hy (ton)	H max (ton)	δ (cm)	δ < 2.5 cm	Mmax (t.m)	Mcr (t.m)	Mmax < Mcr
1D+1L	4	0,00	0,39	0,098	0,01	OK	0,065	32,5	OK
1 D + 0,75 L + 0,525 RSX	4	1,69	0,60	0,42	0,03	OK	0,280	32,5	OK
1 D + 0,75 L + 0,525 RSY	4	0,49	3,41	0,85	0,06	OK	0,567	32,5	OK
1 D + 0,75 L	4	0,01	0,41	0,10	0,01	OK	0,068	32,5	OK
1 D + 0,7 RSX	4	2,23	0,89	0,56	0,04	OK	0,371	32,5	OK
1 D + 0,7 RSY	4	0,63	4,64	1,16	0,09	OK	0,771	32,5	OK
1D	4	0,03	0,45	0,11	0,01	OK	0,075	32,5	OK
0,6 D + 0,7 RSX	4	2,25	1,07	0,56	0,04	OK	0,373	32,5	OK
0,6 D + 0,7 RSY	4	0,64	4,82	1,20	0,09	OK	0,801	32,5	OK

4.5.4.5.6 Kontrol Tiang Pancang Terhadap Momen Crack

$$M_{crack} = 65 / 2$$

$$= 32,5 \text{ tm (tabel spesifikasi tiang pancang / (SF=2))}$$

$$L/T = 23,55$$



Gambar 4.58 Grafik *Influence Value for Laterally Loaded Pile*
 Dari grafik *Influence Value for Laterally Loaded Pile* maka
 didapatkan $F_m = 0.88$

$$M = F_m(PT) \leq M_{\text{banding crack}}$$

$$M = 0,88 \times (0,3 \times 75,57) \leq 32,5 \text{ tm}$$

$$M = 0,117 \text{ tm (OK)}$$

Tabel 4.32 Kontrol Momen Tiang Pancang

Kombinasi Beban	Hx (ton)	Hy (ton)	H max (ton)	e	f (m)	Mmax (t.m)	Mer (t.m)	Mmax < Mer
1D+1L	0,0012825	0,39027	0,10	0	0,0019	0,117	32,5	OK
1 D + 0,75 L + 0,525 RSX	1,68652	0,60198	0,42163	0	0,0081	0,508	32,5	OK
1 D + 0,75 L + 0,525 RSY	0,48539	3,41209	0,853023	0	0,0165	1,031	32,5	OK
1 D + 0,75 L	0,01204	0,40606	0,101515	0	0,0020	0,122	32,5	OK
1 D + 0,7 RSX	2,23199	0,89061	0,557998	0	0,0108	0,673	32,5	OK
1 D + 0,7 RSY	0,63049	4,63742	1,159355	0	0,0224	1,404	32,5	OK
1D	0,03275	0,45344	0,11336	0	0,0022	0,136	32,5	OK
0,6 D + 0,7 RSX	2,24509	1,07198	0,561273	0	0,0108	0,677	32,5	OK
0,6 D + 0,7 RSY	0,64359	4,8188	1,2047	0	0,0232	1,460	32,5	OK

4.5.4.6 Perencanaan Poer Pada Kolom

Poer direncanakan terhadap gaya geser ponds pada penampang kritis dan penulangan akibat momen lentur.

Data-data perancangan poer

- P_u = 801,46 ton
- P_{max} (1 tiang) = 209,97 ton
- Jumlah tiang pancang = 4 buah
- Dimensi poer = 3,2 x 3,2 x 1 m
- Ukuran kolom = 0,95 x 0,95 m
- Mutu beton (f_c') = 40 MPa
- Mutu baja (f_y) = 400 MPa
- Diameter tulangan = 29 mm
- Selimut beton = 60 mm
- λ = 1 (beton normal)
- α_s = 20 (kolom sudut)
- Tinggi efektif (d)

$$d_x = 1500 - 60 - \frac{1}{2} 29 = 1425,5 \text{ mm}$$

$$d_y = 1500 - 60 - \frac{1}{2} 29 - 29 = 1396,5 \text{ mm}$$

4.5.4.6.1 Kontrol Geser Pons

- Akibat Kolom

Poer harus mampu menyebarkan beban dari kolom ke pondasi, sehingga perlu dilakukan kontrol kekuatan geser pons untuk memastikan bahwa kekuatan geser nominal beton harus lebih besar dari geser pons yang terjadi. Perencanaan geser pons pada poer tersebut berdasarkan ketentuan SNI 2847-2013 Pasal 11.11.2.1.

Untuk pondasi tapak non-prategang (V_c) ditentukan berdasarkan SNI 2847:2012 pasal 11.11.2.1 nilai yang terkecil dari persamaan berikut:

$$V_{c1} = 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'c} \times b_o \times d$$

$$V_{c2} = 0,083 \times \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2 \right) \lambda \sqrt{f'c} \times b_o \times d$$

$$V_{c3} = 0,333 \lambda \sqrt{f'c} \times b_o \times d$$

dimana :

α_s = 20 untuk kolom sudut, 30 untuk kolom tepi, 40 untuk kolom interior

β = rasio sisi terpanjang terhadap sisi terpendek
= $3200/3200 = 1$

b_o = Keliling penampang kritis
= $2 (b_{kolom} + d) + 2 (h_{kolom} + d)$
= $2 (950 + 1396,5) + 2 (950 + 1396,5)$
= 9386 mm

$$\begin{aligned} V_{c1} &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'c} \times b_o \times d \\ &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{1} \right) 1. \sqrt{40} \times 9386 \times 1396,5 \\ &= 42.278.703,57 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{c2} &= 0,083 \times \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2 \right) \lambda \sqrt{f'c} \times b_o \times d \\ &= 0,083 \times \left(\frac{20 \cdot 1396,5}{9386} + 2 \right) 1. \sqrt{40} \times 9386 \times 1396,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 34.236.117,45 \text{ N} \\
 V_{c3} &= 0,333\lambda\sqrt{f'c} \times b_o \times d \\
 &= 0,333.1.\sqrt{40} \times 9386 \times 1396,5 \\
 &= 27.605.506,45 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Dari ketiga nilai V_c diatas diambil nilai terkecil, maka kapasitas penampang dalam memikul geser adalah $27.605.506,45 \text{ N} = 2.760.551 \text{ kg}$

$$\begin{aligned}
 \phi V_c &= 0,75 \times 2.760.551 = 12.070.412 \text{ kg} \\
 &= 2.070,41 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\phi V_c = 2.070,41 \text{ ton} > P_u - P_{pile}$$

$$\begin{aligned}
 \phi V_c &= 2.070,41 \text{ ton} > 801,46 - (209,97 \times 1) \\
 &= 2.070,41 \text{ ton} > 591,50 \text{ ton (OK)}
 \end{aligned}$$

Sehingga ketebalan dan ukuran poer memenuhi syarat terhadap geser pons akibat kolom.

- Akibat Pancang

$$\begin{aligned}
 \beta &= \text{rasio sisi terpanjang terhadap sisi terpendek} \\
 &= 3200/3200 = 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b_o &= (0,25 \times \pi \times (800 + 1425,5)) \\
 &= 1747,90 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{c1} &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \lambda \sqrt{f'c} \times b_o \times d \\
 &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{1}\right) 1.\sqrt{40} \times 1747,90 \times 1396,5 \\
 &= 8.036.832 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{c2} &= 0,083 \times \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2\right) \lambda \sqrt{f'c} \times b_o \times d \\
 &= 0,083 \times \left(\frac{20.1425,5}{1425,5} + 2\right) 1.\sqrt{40} \times 1747,90 \times 1396,5 \\
 &= 23.949.922 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{c3} &= 0,333\lambda\sqrt{f'c} \times b_o \times d \\
 &= 0,333.1.\sqrt{40} \times 1747,90 \times 1396,5
 \end{aligned}$$

$$= 5.247.578 \text{ N}$$

Dari ketiga nilai V_c diatas diambil nilai terkecil, maka kapasitas penampang dalam memikul geser adalah $5.247.578 \text{ N} = 524.758 \text{ kg}$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,75 \times 524.758 = 393.568 \text{ Kg} \\ &= 394 \text{ ton} \end{aligned}$$

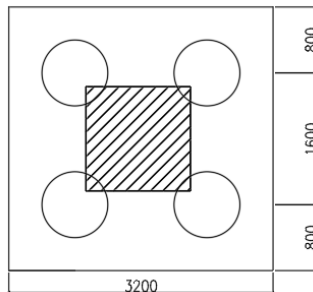
$$\begin{aligned} \phi V_c &= 394 \text{ ton} > P_{\max} \\ &= 394 \text{ ton} > 209.97 \text{ ton (OK)} \end{aligned}$$

Sehingga ketebalan dan ukuran poer memenuhi syarat terhadap geser pons akibat pancang.

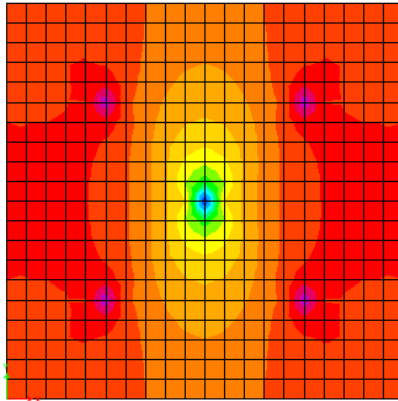
4.5.4.6.2 Penulangan Poer

Untuk penulangan lentur, *poer* dianalisis tiga dimensi menggunakan program bantu ETABS dengan perletakan jepit pada kolom. Sedangkan beban yang bekerja adalah beban terpusat di tiang kolom yang menyebabkan reaksi pada tanah dan berat sendiri poer. Perhitungan gaya dalam pada poer didapat dengan teori mekanika statis tertentu.

1. Penulangan Arah X



Gambar 4.59 Poer Kolom Tipe 1 (Arah Sumbu X)



Gambar 4.60 Momen positif dan Momen negatif arah X dari ETABS

didapat momen ultimate dari ETABS :

$$\text{Mu positif} = 4.576,023 \text{ kN.m} = 4.576.023.000 \text{ N. mm}$$

$$\text{Mu negatif} = -63,092 \text{ kN.m} = -63.092.000 \text{ N.mm}$$

$$P_{\max} = 209,97 \text{ ton}$$

$$q = 2,4 \text{ t/m}^2 \times 3,2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 11,52 \text{ ton/m}$$

$$q_u = 11,52 \text{ ton/m} \times 1,2 = 13,824 \text{ ton/m}$$

Momen yang bekerja :

$$x = (\text{lebar pile cap arah x} - \text{lebar kolom})/2$$

$$= (3200-950)/2$$

$$= 1125 \text{ mm}$$

$$= 1,125 \text{ m}$$

$$\text{Mu} = 2P_{\max} a - \frac{1}{2} q_u x$$

$$= (2 \times 209,97 \times 1,2) - (\frac{1}{2} \times 13,824 \times (1,125)^2)$$

$$= 499,54 \text{ t.m}$$

$$= 4.995.464.580 \text{ N.mm}$$

Ambil Mu dari perhitungan:

$$d_x = 1500 - 60 - \frac{1}{2} 29 = 1425,5 \text{ mm}$$

$$d_y = 1500 - 60 - \frac{1}{2} 29 - 29 = 1396,5 \text{ mm}$$

- Mencari ρ min

$$\rho_{\min} = \frac{0,25 \times \sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{0,25 \times \sqrt{40}}{400} = 0,00395$$

tidak lebih kecil dari

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

digunakan $\rho_{\min} = 0,00395$

- Menentukan Harga m

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 11,764$$

$$Rn = \frac{Mn}{b d_x^2} = \frac{4.576.023.000}{3200 \times 1425,5^2} = 0,782$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,764} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,764 \times 0,782}{400}} \right) = 0,00198 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\min} \rightarrow \rho = 0,00395$$

- Tulangan tarik yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d_x \\ &= 0,0077 \times 1000 \times 1425,5 = 5634,78 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan Tulangan D29 ($A_s = 660,7857 \text{ mm}^2$)

$$\text{Jumlah tulangan Perlu} = \frac{5634,78}{660,7857} = 9 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan terpasang} = \frac{1000}{9} = 111,11 \text{ mm} \approx 111 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan tarik D29–100 mm

$$\begin{aligned} A_s &= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \right) \frac{1000}{100} \\ &= 6607,86 \text{ mm}^2 > 5634,78 \text{ mm}^2 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

- Tulangan tekan yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{2} \times \rho \times b \times d_x \\ &= \frac{1}{2} \times 0,0077 \times 1000 \times 1425,5 = 2817,39 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan Tulangan D22 ($A_s = 380,133 \text{ mm}^2$)

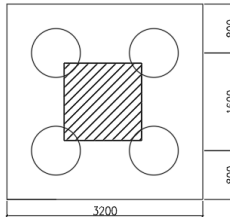
$$\text{Jumlah tulangan Perlu} = \frac{2817,39}{380,133} = 8 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan terpasang} = \frac{1000}{8} = 125 \text{ mm}$$

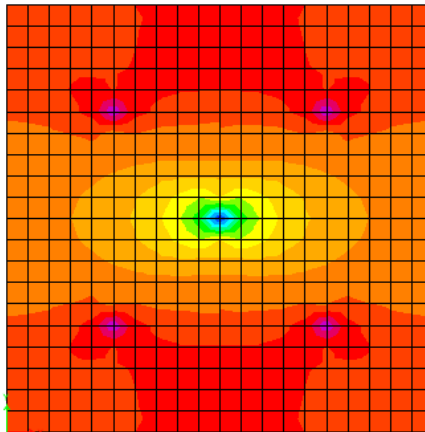
Digunakan tulangan tekan D22–100 mm

$$\begin{aligned} A_s &= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \right) \frac{1000}{100} \\ &= 3802,857 \text{ mm}^2 > 2817,39 \text{ mm}^2 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

2. Penulangan Arah Y



Gambar 4.61 Poer Kolom tipe 1 (Arah Sumbu Y)



Gambar 4.62 Momen positif dan Momen negatif arah Y dari ETABS

didapat momen ultimate dari ETABS :

$$\text{Mu positif} = 4.576,023 \text{ kN.m} = 4.576.023.000 \text{ N. mm}$$

$$\text{Mu negatif} = -63,092 \text{ kN.m} = -63.092.000 \text{ N.mm}$$

$$P_{\max} = 209,97 \text{ ton}$$

$$q = 2,4 \text{ t/m}^2 \times 3,2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 11,52 \text{ ton/m}$$

$$qu = 11,52 \text{ ton/m} \times 1,2 = 13,824 \text{ ton/m}$$

Momen yang bekerja :

$$x = (\text{lebar pile cap arah } x - \text{lebar kolom})/2$$

$$= (3200-950)/2$$

$$= 1125 \text{ mm}$$

$$= 1,125 \text{ m}$$

$$\text{Mu} = 2P_{\max} a - \frac{1}{2} qu x$$

$$= (2 \times 209,97 \times 1,2) - (\frac{1}{2} \times 13,824 \times (1,125)^2)$$

$$= 499,54 \text{ t.m}$$

$$= 4.995.464.580 \text{ N.mm}$$

Ambil Mu dari perhitungan:

$$d_x = 1500 - 60 - \frac{1}{2} 29 = 1425,5 \text{ mm}$$

$$d_y = 1500 - 60 - \frac{1}{2} 29 - 29 = 1396,5 \text{ mm}$$

- Mencari ρ_{\min}

$$\rho_{\min} = \frac{0,25 \times \sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{0,25 \times \sqrt{40}}{400} = 0,00395$$

tidak lebih kecil dari

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

digunakan $\rho_{\min} = 0,00395$

- Menentukan Harga m

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 40} = 11,764$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd_x^2} = \frac{4.576.023.000}{3200 \times 1396,5^2} = 0,916$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,764} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,764 \times 0,916}{400}} \right) = 0,00232$$

$$\rho < \rho_{\min} \rightarrow \rho = 0,00395$$

- Tulangan tarik yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d_x \\ &= 0,0077 \times 1000 \times 1425,5 = 5634,78 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan Tulangan D29 ($A_s = 660,7857 \text{ mm}^2$)

$$\text{Jumlah tulangan Perlu} = \frac{5634,78}{660,7857} = 9 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan terpasang} = \frac{1000}{9} = 111,11 \text{ mm} \approx 111 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan tarik D29–100 mm

$$\begin{aligned} A_s &= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \right) \frac{1000}{100} \\ &= 6607,86 \text{ mm}^2 > 5634,78 \text{ mm}^2 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

- Tulangan tekan yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{2} \times \rho \times b \times d_x \\ &= \frac{1}{2} \times 0,0077 \times 1000 \times 1425,5 = 2817,39 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan Tulangan D22 ($A_s = 380,133 \text{ mm}^2$)

$$\text{Jumlah tulangan Perlu} = \frac{2817,39}{380,133} = 8 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan terpasang} = \frac{1000}{8} = 125 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan tekan D22–100 mm

$$\begin{aligned} A_s &= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \right) \frac{1000}{100} \\ &= 3802,857 \text{ mm}^2 > 2817,39 \text{ mm}^2 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

4.5.4.7 Perencanaan Sloof

Struktur sloof digunakan untuk membuat penurunan secara bersamaan pada pondasi atau sebagai pengaku yang menghubungkan antar pondasi yang satu dengan yang lainnya. Adapun beban-beban yang ditimpakan ke sloof meliputi berat sloof sendiri, beban aksial tekan atau tarik yang berasal dari 10% beban aksial kolom.

Dimensi sloof:

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$A_g = 120000 \text{ mm}^2$$

Mutu bahan:

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

Selimut beton = 40 mm

Tulangan utama = D19

Tulangan Senggang = D13

$$d = 400 - (40 + 13 + \frac{1}{2} \cdot 19) = 340,5 \text{ mm}$$

Penulangan sloof didasarkan atas kondisi pembebanan dimana beban yang diterima adalah beban aksial dan lentur sehingga penulangannya diidealisasikan seperti penulangan pada kolom.

Adapun beban sloof adalah

Berat sendiri sloof

$$qu = 1,4 \times 0,3 \times 0,6 \times 2400 = 604,8 \text{ kg/m}$$

$$= 6,048 \text{ kN/m}$$

Panjang sloof = 4,3 m

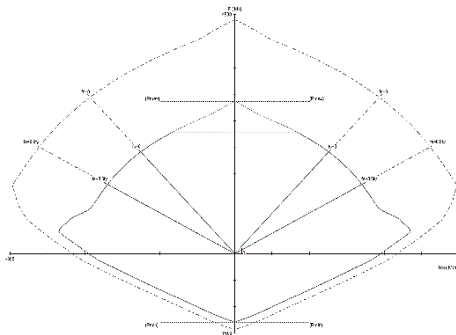
$$Mu_{\text{tump}} = \frac{1}{8} qu \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 6,048 \times 4,3^2 \text{ kgm}$$

$$= 13,97 \text{ kNm}$$

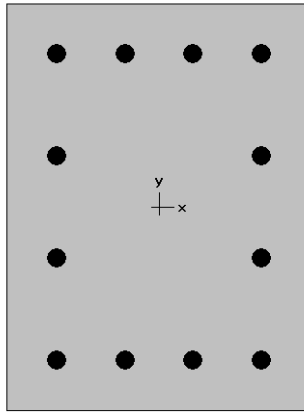
Lalu menggunakan program SPCol dengan memasukkan beban:

$$P = 10\% P_u = 10\% \cdot 495,45 \text{ kN} = 49,545 \text{ kN}$$

$$M = 9,31 \text{ kNm}$$



Gambar 4.63 Diagram Interaksi P-M



300 x 400 mm
2.84% reinf.

MATERIAL:

=====
f'c = 30 MPa
Ec = 25743 MPa
fc = 25.5 MPa
Beta1 = 0.83245
fy = 420 MPa
Es = 200000 MPa

SECTION:

=====
Ag = 120000 mm²
Ix = 1.6e+009 mm⁴
Iy = 9e+008 mm⁴
Xo = 0 mm
Yo = 0 mm

REINFORCEMENT:

=====
12 #19 bars @ 2.840%
As = 3408 mm²
Confinement: Tied
Clear Cover = 40.00 mm

Gambar 4.64 Spesifikasi Penulangan Sloof

Penulangan Geser Sloof

$$V_u = \frac{1}{2} q_u \times L = \frac{1}{2} \times 4,032 \times 4,3 = 8,668 \text{ kN}$$

$$d' = 400 - 40 - 10 - 19/2 = 340,5 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{b_w \times d \times \sqrt{f_c'}}{6} = \frac{300 \times 340,5 \times \sqrt{30}}{6} = 93.250 \text{ N}$$

$$= 69,937 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 93,250 = 70 \text{ kN} > V_u = 8,668 \text{ kN (OK)}$$

Sehingga tulangan geser tidak diperlukan

Jadi dipasang tulangan geser min

Smaks = $d/2$ atau 300 mm

$d/2 = 340,5/2 = 170,25$ mm

$$Av \text{ min} = \frac{bw \times s}{3fy} = \frac{300 \times 170,25}{3 \times 420} = 157,07 \text{ mm}^2$$

Dipasang Sengkang 2D10-150 mm

Tabel 4.33 Rekapitulasi Pile Cap 1 – 6

Tipe Pondasi	Tebal	Jarak Antar Tiang		Jumlah Tiang		Ukuran Pile Cap	
	Poer (mm)	Min (mm)	Max (mm)	Arah X	Arah Y	P (mm)	L (mm)
TIPE 1	1500	1600	2000	2	2	3200	3200
TIPE 2	1500	1600	2000	2	4	3200	6400
TIPE 3	1500	1600	2000	3	4	4800	6400
TIPE 4	1500	1600	2000	3	6	4800	9600
TIPE 5	1500	1600	2000	6	10	9600	16000
TIPE 6	1500	1600	2000	8	7	12800	11200

Tabel 4.34 Rekapitulasi Penulangan Poer Tipe 1 – 6

Tipe Pondasi	Diameter Tulangan	Selimit Beton	Penulangan Poer X	Penulangan Poer Y
TIPE 1	29	60	D29-100	D29-100
TIPE 2	29	60	D29-125	D29-125
TIPE 3	29	60	D29-125	D29-125
TIPE 4	29	60	D29-125	D29-125
TIPE 5	29	60	D29-125	D29-125
TIPE 6	29	60	D29-125	D29-125

Tabel 4.35 Rekapitulasi Dimensi Sloof Tipe 1 – 6

Tipe Pondasi	Dimensi Sloof		Tulangan Sloof		S pakai (mm)
	b (mm)	h (mm)	Utama	Senggang	
TIPE 1	300	400	19	10	150
TIPE 2	300	400	19	10	150
TIPE 3	300	400	19	10	150
TIPE 4	300	400	19	10	150
TIPE 5	300	400	19	10	150
TIPE 6	300	400	19	10	150

4.5.5 Perencanaan Tulangan Tusuk Konde pada Tiang Pancang

Dalam perencanaan tulangan tusuk konde, tiang pancang diasumsikan sebagai kolom. Sehingga perhitungan terkait kebutuhan tulangan longitudinal, tulangan transversal, dan panjang penyaluran disesuaikan dengan perhitungan pada perencanaan struktur kolom. Berikut merupakan spesifikasi dan pembebanan pada kolom:

$$\text{Diameter kolom} = 800 - 2 \times 120 = 560 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal decking (d')} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Mutu tulangan (f}_y\text{)} = 420 \text{ Mpa}$$

$$\text{Mutu beton (f}'_c\text{)} = 40 \text{ Mpa}$$

4.5.5.1 Kontrol Dimensi Kolom

Berdasarkan hasil perhitungan ETABS diperoleh beban aksial dan momen dari semua kombinasi beban yang bekerja pada kolom:

$$P_u : 2263,32 \text{ kN}$$

$$V_u : 205,95 \text{ kN}$$

$$M_u : 140,91 \text{ kNm}$$

Menurut SNI 2847:2013 Pasal 21.6.1 jika komponen struktur SRPMK menahan gaya tekan aksial terfaktor akibat sembarang

kombinasi ialah sebesar $\geq Ag \times \frac{f'c}{10}$, maka komponen struktur rangka ini harus juga memenuhi kondisi- kondisi sebagai berikut :

- Dimensi penampang terpendek tidak boleh kurang dari 300 mm.

$$560 \text{ mm} > 300 \text{ mm}$$

- Rasio dimensi besar dari 0.4
Rasio $b/h = 560/560 = 1 > 0.4$
- Kontrol:

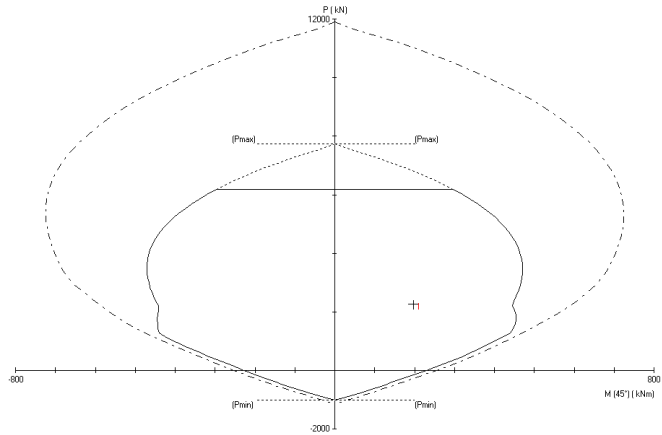
$$P_u \geq Ag \times \frac{f'c}{10}$$

$$2263,32 \text{ kN} \geq \pi \times \left(\frac{560}{2}\right)^2 \times \frac{1}{1000} \times \frac{52}{10}$$

$$2263,32 \geq 1280,80 \text{ kN (OK)}$$

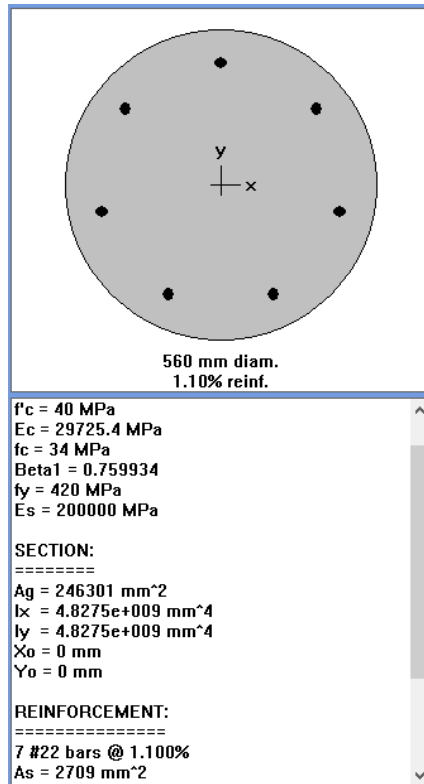
4.5.5.2 Penulangan Longitudinal Kolom

Dari beban aksial dan momen yang terjadi, kemudian dilakukan perhitungan penulangan memanjang kolom menggunakan program bantu spColumn, didapatkan diagram interaksi antara aksial dan momen pada kolom, yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.65 Diagram Interaksi Kolom Diameter 560 mm

Dari hasil spColumn Design diatas, didapatkan tulangan longitudinal yang dapat dipakai adalah **7D22**.



Gambar 4.66 Hasil Penulangan Aplikasi SpColumn

$$\phi M_n = 315,23 \text{ kNm} > M_u = 140,91 \text{ kNm} \text{ (OK)}$$

4.5.5.3 Kontrol rasio tulangan longitudinal pada kolom

Tulangan memanjang, A_{st} , tidak boleh kurang dari 0.01 A_g atau lebih dari 0.06 A_g .

$$A_{st} = 2660,93 \text{ mm}^2$$

$$A_g = 246400 \text{ mm}^2$$

Dari diagram interaksi yang dibuat oleh program spColumn diperoleh Tulangan longitudinal: 7D22, dengan rasio

tulangan = 1,1 %.

$$0,01A_g < A_s < 0,06 A_g$$

$$2464 \text{ mm}^2 < 2660,93 \text{ mm}^2 < 14784 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

4.5.5.4 Kontrol kapasitas beban aksial kolom terhadap beban aksial terfaktor

Menurut SNI 2847:2013 Pasal 10.3.6.1: kapasitas beban aksial kolom tidak boleh kurang dari beban aksial terfaktor hasil analisa struktur.

$$\phi P_n = 0,85 \phi (0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y (A_{st}))$$

Dimana:

$$P_u = 2263,32 \text{ KN}$$

$$\phi = 0,7$$

$$A_g = \frac{1}{4} \times \pi \times (560)^2 = 246400 \text{ mm}^2$$

$$A_{st} = 7 \frac{1}{4} \pi 22^2 = 2660,93 \text{ mm}^2$$

Sehingga:

$$\phi P_n = 0,85 \times 0,7 (0,85 \times 40 (246400 - 2660,93) + 420 (2660,93))$$

$$\phi P_n = 6048431,98 \text{ N}$$

$$\phi P_n = 6048,43 \text{ kN} > P_u = 2263,32 \text{ kN (OK)}$$

4.5.5.5 Kontrol gaya tekan terhadap gaya geser rencana

Gaya geser rencana, V_e , untuk menentukan kebutuhan tulangan geser kolom menurut SNI 2847:2013 pasal 21.6.5.1.

$$F_s = 1,25 \times F_y = 1,25 \times 420 = 525 \text{ Mpa}$$

$$L_n = 5 \times d = 5 \times 560 = 2.240 \text{ mm}$$

$$M_{pr} = 274,05 \text{ kNm}$$

$$V_{ex} = \frac{2 \times M_{pr}}{L_n} = \frac{2 \times 274,05}{2.240} = 244,68 \text{ kN}$$

$$V_{ex} = 244,68 \text{ kN} > V_u = 205,95 \text{ kN (OK)}$$

4.5.5.6 Perhitungan tulangan geser

Diketahui tinggi bersih dari kolom, $L_n = 5 \times 560 = 2240$ mm dan tulangan sengkang menggunakan diameter 19 mm.

Syarat sengkang spiral $25 \text{ mm} \leq s \leq 75 \text{ mm}$.

$$D_c = 560 - 2 \times 50 - 19 = 441 \text{ mm}$$

$$A_{ch} = \frac{1}{4} \times \pi \times D_c^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 441^2 = 152745,02 \text{ mm}^2$$

ρ harus memenuhi persyaratan di SNI 2847:2013 pasal 21.6.4.4, pasal 10.9.3 dan , diambil nilai yang terbesar dari rumus berikut ini:

$$\rho_s = 0,12 \times \left(\frac{f_c'}{f_{yt}} \right)$$

$$= 0,12 \times \left(\frac{40}{420} \right)$$

$$= 0,0114$$

$$\rho_s = 0,45 \times \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \times \frac{f_c'}{f_{yt}}$$

$$= 0,45 \times \left(\frac{246400}{152745,02} - 1 \right) \times \frac{40}{420}$$

$$= 0,026 \text{ (menentukan)}$$

$$A_{s \text{ perlu}} = \rho_s \times A_g$$

$$= 0,026 \times 246400$$

$$= 6474,82 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{\frac{\pi}{4} \times d_b^2 \times 1000}{A_{s \text{ perlu}}}$$

$$= \frac{\frac{\pi}{4} \times 19^2 \times 1000}{6474,82}$$

$$= 43,79 \text{ mm}$$

Didapat tulangan sengkang D19 – 40 mm.

4.6 Desain Perkuatan Struktur Eksisting

Dari hasil perhitungan dan analisa struktur diatas terdapat elemen balok dan kolom yang mengalami kekurangan kapasitas. Sehingga perlu dilakukan suatu perkuatan terhadap elemen tersebut. Metode perkuatan yang digunakan adalah dengan menggunakan CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) yang dapat dipergunakan untuk perkuatan lentur dan perkuatan geser.

4.6.1 Perkuatan Balok

Contoh perhitungan perkuatan balok menggunakan balok tipe B1 yang terletak di lantai 2 (dua) yang membutuhkan perkuatan Lentur.

4.6.1.1 Perhitungan Perkuatan Lentur

- Material Perkuatan:

Nama Bahan	= SIKA Carbodur S1012
Type	= CFRP Laminat Tape
Lebar	= 100 mm
Tebal(t_f)	= 1,2 mm
Luasan FRP (A_f)	= 120 mm ²
Tensile Strength (F_{fu*})	= 2800 Mpa
Regangan Putus (ϵ_{fu*})	= 1,7 %
Modulus Elastisitas(E_f)	= 165000 Mpa
Faktor Reduksi (C_E)	= 0,95 (Tabel 9.1 ACI 440.2R-08)

- Data eksisting balok yang dilakukan perkuatan:

Data Eksisting	= B1
f'_c	= 29,05 Mpa
Bentang	= 5300 mm
Lebar Balok	= 500 mm
Tinggi Balok	= 550 mm
Diameter Tul. Lentur	= 9D22
Diameter Tul. Sengkang	= Ø 10
d	= 515,5 mm
Decking	= 40 mm
As Lentur Tarik	= 2552 mm ²
Momen Nominal	= 321,92 kNm
Momen Ultimate	= 365,79 kNm

B1		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
500 x 550	500 x 550	500 x 550
4 D 25	3 D 25	4 D 25
2 D 25	9 D 25	2 D 25
D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100
2 D 10	2 D 10	2 D 10

Gambar 4.67 Detail Eksiting balok B1

Balok ini membutuhkan kekuatan lentur karena Momen nominal ($\emptyset M_n$) dari tulangan balok terpasang tidak cukup untuk menahan Momen ultimate (M_u) dari beban terfaktor. Perkuatan lentur bisa terpenuhi apabila:

Maka $\emptyset M_n$ di desain dengan menjumlahkan M_n dari tulangan dengan M_n dari perkuatan (M_{nf}) yang diakalikan dengan faktor reduksi ψ_f .

$$M_u < \emptyset M_n$$

$$M_u < \emptyset \cdot M_{ns} + \psi_f \cdot M_{nf}$$

$$M_u - \emptyset M_{ns} < \psi_f \cdot M_{nf}$$

$$365,79 - 321,92 \leq \psi_f \cdot A_f \cdot f_f e \cdot \left(h - \frac{\beta_1 \cdot c}{2} \right)$$

$$48,87 \text{ kNm} = \psi_f \cdot A_f \cdot f_f e \cdot \left(h - \frac{\beta_1 \cdot c}{2} \right)$$

4.6.1.2 Perhitungan Desain Material

Desain kuat tarik ultimate FRP (f_{fu}) harus direduksi akibat pengaruh lingkungan.

$$\begin{aligned} F_{fu} &= C_E \times F_{fu*} \\ &= 0,95 \times 2800 \\ &= 2660 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Desain regangan putus FRP (ϵ_{fu}) juga harus direduksi.

$$\begin{aligned} \epsilon_{fu*} &= C_E \times \epsilon_{fu*} \\ &= 0,95 \times 0,017 \\ &= 0,0162 \text{ mm/mm} \end{aligned}$$

Mencari panjang ikatan efektif (L_e):

$$\begin{aligned} L_e &= \frac{23300}{(n \cdot t_f \cdot E_f)^{0,58}} \\ L_e &= \frac{23300}{(1 \cdot 1,2 \cdot 234000)^{0,58}} \\ L_e &= 58,24 \text{ mm} \end{aligned}$$

Mencari nilai k_1 :

$$\begin{aligned} k_1 &= \left(\frac{f_c'}{27} \right)^{\frac{2}{3}} \\ k_1 &= \left(\frac{29,05}{27} \right)^{\frac{2}{3}} \\ k_1 &= 1,049 \end{aligned}$$

Mencari nilai k_2 :

$$\begin{aligned} k_2 &= \left(\frac{d_{fv} - L_e}{d_{fv}} \right) \\ k_2 &= \left(\frac{550,6 - 58,24}{550,6} \right) \\ k_2 &= 0,89 \end{aligned}$$

Mencari nilai k:

$$k = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot L_e}{11900 \cdot \epsilon_{fu}} \leq 0,75$$

$$k = \frac{1,49 \cdot 0,89 \cdot 58,24}{11900 \cdot 0,0171} \leq 0,75$$

$$k = 0,379 \leq 0,75$$

$$k = 0,379$$

Perhitungan regangan beton saat pemasangan FRP, dimana beban yang bekerja adalah beban mati struktur dan beban mati tambahan pada struktur yang diperoleh dari hasil permodelan dimana M_{DL} adalah 47,38 kN.m.

$$\begin{aligned} \epsilon_{bi} &= \frac{M_{DL} \cdot (d_f - K_d)}{I_{cr} \cdot E_c} \\ &= \frac{47,38 \cdot (450 - 0,379)}{2911 \cdot 10^6 \cdot 25742} \\ &= 0,000252 \end{aligned}$$

Perhitungan regangan dimana debonding akan terjadi.

$$\begin{aligned} \epsilon_{fd} &\leq 0,9 \cdot \epsilon_{fu} \\ 0,41 \sqrt{\frac{f'_c}{E_f \cdot t_f}} &\leq 0,9 \times 0,0162 \\ 0,41 \sqrt{\frac{29,05}{165000 \times 1,2}} &\leq 0,0145 \\ 0,0050468 &\leq 0,0145 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

Perhitungan regangan efektif pada FRP.

$$\begin{aligned} \epsilon_{fe} &\leq \epsilon_{fd} \\ \epsilon_{cu} \times \left(\frac{d_f - c}{c}\right) - \epsilon_{bi} &\leq \epsilon_{fd} \end{aligned}$$

Dimana:

c = jarak antara serat tekan terjauh dengan sumbu netral

$$= 129,4 \text{ mm}$$

ϵ_{cu} = regangan maksimum yang bisa dimanfaatkan pada serat tekan beton beton terluar (0,003)

$$\begin{aligned}\epsilon_{fe} &= \epsilon_{cu} \times \left(\frac{d_f - c}{c}\right) - \epsilon_{bi} \\ &= 0,003 \times \left(\frac{550,6 - 129,40}{129,40}\right) - 0,000252 \\ &= 0,012309\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\epsilon_{fe} &\leq \epsilon_{fd} \\ 0,012309 &\leq 0,0050468 \text{ (NOT OK)}\end{aligned}$$

Maka,

$$\epsilon_{fe} = \epsilon_{fd} = 0,0050468$$

Perhitungan Tegangan Efektif FRP

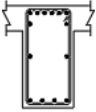
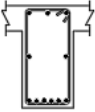
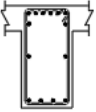
$$\begin{aligned}F_{fe} &= E_f \cdot \epsilon_{fe} \\ &= 165000 \times 0,0050468 \\ &= 832,71 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Jumlah FRP yang di butuhkan:

$$\begin{aligned}48870000 \text{ Nmm} &= \psi_f \cdot A_f \cdot f_{fe} \cdot \left(h - \frac{\beta_1 \cdot c}{2}\right) \\ 48870000 \text{ Nmm} &= 0,85 \cdot A_f \cdot 833 \left(550 - \frac{0,85 \cdot 129,40}{2}\right) \\ A_f &= \frac{48870000}{350488,2903} \\ &= 139,43 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\frac{A_f \text{ Perlu}}{A_f \text{ 1 CFRP}} = \frac{139,43 \text{ mm}^2}{120 \text{ mm}^2} = 1,16 = 2 \text{ strip}$$

Nama balok	= B4B (As 9 F-G)
f_c'	= 29,05 Mpa
$f_{ylentur}$	= 400 Mpa
f_{ygeser}	= 240 Mpa
Panjang bentang	= 3750 mm
Tinggi balok	= 600 mm
Lebar balok	= 400 mm
Diameter tulangan lentur	= 22 mm
Diameter tulangan geser	= 10 mm
Diameter tulangan torsi	= 10 mm
Tebal decking	= 40 mm
Tinggi manfaat (d)	= 539 mm
(d')	= 61 mm

B4B		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
300 x 600	300 x 600	300 x 600
8 D 22	3 D 22	8 D 22
4 D 22	6 D 22	4 D 22
D10 – 100	D10 – 150	D10 – 100
2 D 10	2 D 10	2 D 10

Gambar 4.69 Detail Eksiting balok B4B

4.7.3 Perhitungan Perkuatan Balok

Berikut ini adalah hasil rekapitulasi balok geser yang membutuhkan perkuatan struktur:

Tabel 4.36 Gaya Dalam Perkuatan Balok Induk

Lt.	Jenis Balok		ϕV_n	Vu Etabs	Kontrol
			KN	KN	$\phi V_n > V_u$
GF	B4B	Lapangan	187,3503	306,601	Not Ok
GF	B4B	Tumpuan	263,5803	314,463	Not Ok

Perhitungan perkuatan geser balok menggunakan perumusan yang didapat dari ACI Committee 440-2R-17 dengan persamaan 11.4.1b sampai dengan 11.4.2.1e:

Tegangan ultimate CFRP (f_{fu}):

$$\begin{aligned} f_{fu} &= CE \cdot f_{fu} * \\ &= 0,95 \cdot 4800 \\ &= 4560 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Regangan ultimate CFRP (ϵ_{fu}):

$$\begin{aligned} \epsilon_{fu} &= CE \cdot \epsilon_{fu} * \\ &= 0,95 \cdot 0,018 \\ &= 0,0171 \end{aligned}$$

Mencari panjang ikatan efektif (L_e):

$$\begin{aligned} L_e &= \frac{23300}{(n \cdot t_f \cdot E_f)^{0,58}} \\ L_e &= \frac{23300}{(1 \cdot 1,2 \cdot 234000)^{0,58}} \\ L_e &= 58,24 \text{ mm} \end{aligned}$$

Mencari nilai k_1 :

$$k_1 = \left(\frac{f'_c}{27} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$k_1 = \left(\frac{29,05}{27} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$k_1 = 1,049$$

Mencari nilai k_2 :

$$k_2 = \left(\frac{d_{fv} - L_e}{d_{fv}} \right)$$

$$k_2 = \left(\frac{600,6 - 58,24}{600,6} \right)$$

$$k_2 = 0,90$$

Mencari nilai k_v :

$$k_v = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot L_e}{11900 \cdot \varepsilon_{fu}} \leq 0,75$$

$$k_v = \frac{1,49 \cdot 0,90 \cdot 58,24}{11900 \cdot 0,0171} \leq 0,75$$

$$k_v = 0,38 \leq 0,75$$

$$k_v = 0,38$$

Regangan efektif CFRP (ε_{fe}):

$$\varepsilon_{fe} = k_v \cdot \varepsilon_{fu} \leq 0,004$$

$$\varepsilon_{fe} = 0,38 \cdot 0,0171 \leq 0,004$$

$$\varepsilon_{fe} = 0,0065 \leq 0,004 \text{ (No ok)}$$

berdasarkan ACI Committee 440-2R-17 persamaan 11.4.1.2a nilai Regangan efektif CFRP (ε_{fe}) tidak boleh melebihi 0,004 sehingga diambil:

$$\varepsilon_{fe} = 0,004$$

Direncanakan perkuatan geser balok menggunakan:

$$\alpha = 90^\circ$$

$$n = 2 \text{ lapis}$$

$$s_f = 250 \text{ mm}$$

Luas CFRP (A_{fv}):

$$A_{fv} = 2 \cdot n \cdot t_f \cdot w_f$$

$$A_{fv} = 2 \cdot 2 \cdot 0,131 \cdot 500$$

$$A_{fv} = 262 \text{ mm}^2$$

Tegangan efektif CFRP (f_{fe}):

$$f_{fe} = E_f \cdot \varepsilon_{fe}$$

$$f_{fe} = 234000 \cdot 0,004$$

$$f_{fe} = 936 \text{ MPa}$$

Gaya geser CFRP (V_f):

$$V_f = \frac{A_{fv} \cdot f_{fe} \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha) \cdot d_{fv}}{s_f}$$

$$V_f = \frac{262 \cdot 936 \cdot (\sin 90 + \cos 90) \cdot 389}{250}$$

$$V_f = 381,58 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = \phi (V_{n_s} + \Psi_f V_f)$$

$$\phi V_n = 0,75 (187,35 + 0,85 \cdot 381,58)$$

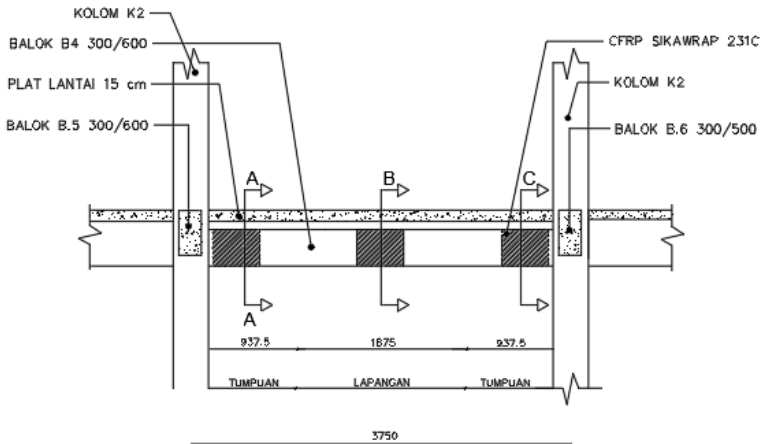
$$\phi V_n = 383,77 \text{ kN}$$

Kontrol:

$$\phi V_n > V_u$$

$$383,77 \text{ kN} > 314,463 \text{ kN (OK)}$$

Berikut ini adalah perkuatan geser balok dengan sika wrap 231C:



Gambar 4.70 Perkuatan Balok Dengan Sika Wrap 231C

	B4B		
POSISI BALOK	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN			
DIMENSI	300 x 600	300 x 600	300 x 600
TULANGAN ATAS	8 D 22	3 D 22	8 D 22
TULANGAN BAWAH	4 D 22	6 D 22	4 D 22
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100
PEMINGGANG	2 D 10	2 D 10	2 D 10
PERKUATAN GESER	SIKAWRAP T231C	SIKAWRAP T231C	SIKAWRAP T231C

Gambar 4.71 Potongan Perkuatan Geser Balok

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis pada bab – bab sebelumnya, didapat kesimpulan sesuai dengan tugas Tugas Akhir sebagai berikut:

1. Analisis struktur menggunakan program bantu ETABS 16.
2. Dari hasil analisis pada Bab IV, didapatkan bahwa struktur pelat dan tangga masih mampu menahan beban berdasarkan SNI 1727-2013 dan PPIUG 1983.
3. Dari hasil analisis pada Bab IV didapatkan balok yang membutuhkan perkuatan dapat terpenuhi perkuatannya dengan menggunakan *CFRP* yang dihitung berdasarkan ketentuan dari peraturan yang berlaku. Dan diketahui juga jumlah lapis *CFRP* yang dibutuhkan tiap-tiap elemen.
4. Dari hasil analisis pada Bab IV dapat disimpulkan bahwa pada kondisi eksisting, dimana elemen struktur dihitung dan menerima beban berdasarkan peraturan diketahui:
 - a. Beberapa balok (lampiran) membutuhkan perkuatan lentur dan geser karena tulangan tidak mampu menahan gaya dari beban-beban yang berkerja sesuai dengan peraturan (SNI 1727-2013 dan SNI 1726- 201X).
 - b. Semua kolom struktur (lampiran) tidak membutuhkan perkuatan karena tulangan masih mampu menahan gaya dari beban-beban yang bekerja sesuai dengan peraturan (SNI 1727-2013 dan SNI 1726-201X).
 - c. Dinding geser tidak membutuhkan perkuatan, karena tulangan masih mampu menahan gaya dari beban-beban yang berkerja sesuai dengan peraturan baru (SNI 1726-201X.)
5. Pondasi direncanakan dengan pondasi dalam sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan menerima beban melalui poer

6. Hasil analisis struktur yang telah dilakukan pada Gedung Apartemen The Conexio LRT Superblock dituangkan pada gambar teknik yang tertera pada lampiran.

5.2 Saran

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dapat diambil beberapa saran untuk kemajuan penulis Tugas Akhir, diantaranya:

- a. Pada saat melakukan analisis, ketelitian adalah salah satu hal yang sangat penting untuk diperhatikan agar bisa meminimalisir terjadinya kesalahan.
- b. Perlu peningkatan konsep tentang perkuatan dengan material *CFRP* mengingat masih sedikit penggunaannya di Indonesia.
- c. *CFRP* sangat efisien dan mudah dalam pengerjaannya, untuk itu disarankan supaya menggunakan *CFRP* untuk mengatasi masalah perkuatan struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 440. 2017. **Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures** (ACI 440.2R-17), American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich., 45 hal.
- Alhrdaji, T. 2015. **Strengthening of Concrete Structures Using FRP Composites**, < URL: <https://www.structuremag.org/?p=8643> >.
- Antonius, Endah K.P., Nuroji. 2017. **Pengaruh Penggunaan Carbon Fiber Reinforced Plate Terhadap Perilaku Lentur Struktur Balok Beton Bertulang**. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Antonius dan Prihanantio, J. 2009. **Kapasitas Lentur Dan Daktilitas Balok Beton Bertulang Yang Dipasang Carbon Wrapping**. Universitas Tarumanagara, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. **Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung**. SNI 1726:2012. Jakarta: BSNI.
- Badan Standardisasi Nasional. 201X. **Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung**. SNI 1726:201X. Jakarta: BSNI.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. **Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain**. SNI 1727:2013. Jakarta: BSNI.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. **Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung**. SNI 2847:2013. Jakarta: BSNI.
- Barus, S., Tarigan J. 2014. **Analisis Perbandingan Kolom Beton Bertulang Berbentuk Bulat Dan Persegi Menggunakan Carbon Fiber Wrap Terhadap Variasi Pembebanan Aksial (Eksperimen)**. Universitas Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara.
- Carolin, A. 2003. **Carbon Fibre Reinforced Polymers for**

- Strengthening of Structural Elements.*** Luleå University of Technology.
- Cozmanciuc, C., Oltean, R., dan Munteanu, V., ***Strengthening Techniques of RC Columns Using Fiber Reinforced Polymer Materials.*** Bul. Inst. Polytechnic, Iasi, S. Constr., Archit, LV (LIX).
- Hartono. 2003. ***Perkuatan Struktur Beton dengan FRP, Proceeding Advances on Concrete Technology and Structures.*** Universitas Andalas Padang, Padang.
- Ilhami, Irawan, J., Noor, M. 2016. ***Perbaikan Struktur Pelat Lantai Bangunan Pasar Tanjung Kabupaten Tabalong. Jurnal Poros Teknik Vol.8. No.1.***
- Kandekar, S.B., Talikoti, R.S., 2019. ***Strength and Durability Study of Concrete Structures Using Aramid-Fiber-Reinforced Polymer.***, <URL:<https://www.mdpi.com/2079-6439/7/2/11>>.
- Kaontole, J.T. 2015. ***Evaluasi Kapasitas Kolom Beton Bertulang Yang Diperkuat Dengan Metode Concrete Jacketing.*** Jurnal Sipil Statik Vol.3.
- Liu, Y., Schlaich, M., dan Zwingmann, B. 2015. ***Carbon Fiber Reinforced Polymer for Cable Structures,*** < URL:<https://www.mdpi.com/20734360/7/10/1501/htm> >.
- Makhdum, F. 2012. ***Cutting Forces in Ultrasonically Assisted Drilling of Carbon Fiber Reinforced Plastics.*** *Journal of Physics: Convergence Series, Vol.382.*
- Meier, U. 1997. “*Repair Using Advanced Composites*”. ***Proceeding of International Conference Composite Construction. Conventional and Innovative,*** Austria.
- Nawy, Edward, G. 1990. ***Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar.*** Bandung: PT. Eresco.
- Noorhidana, V.A. 2011. ***Perilaku Kolom Dengan Perkuatan Cfrp Terhadap Beban Aksial Tekan Konsentris.*** Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Purwono, R., Rosyidah, A., dan Tavio. 2009. ***Peningkatan Daya Dukung dan Daktilitas Balok Beton Bertulang Dengan***

- Menggunakan Perkuatan CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*)**. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Sianipar. 2009. **Analisa Kolom Beton Bertulang Yang Diperkuat Dengan *Carbon Fiber Reinforced Polymer***. Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Wiratama, C. 2017. **Material *Fiber Glass* (Serat Kaca)**, < URL: <http://aeroengineering.co.id/2017/09/material-fiberglass-serat-kaca/> >.
- Xiao, Y. dan Wu, H. 2003. ***Retrofit of Reinforced Concrete Columns Using Partially Stiffened Steel Jackets***. Journal of structural Engineering, ASCE, Vol.129.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN
(Evaluasi Struktur)



REFURBISHMENT STRUCTURAL STRENGTHENING WITH SIKA SYSTEMS

SIKA PROVIDES FULLY COMPREHENSIVE SOLUTIONS WITH COMPLETE SYSTEM FOR ALL KINDS OF STRUCTURAL STRENGTHENING AND IMPROVEMENT. WHETHER INCREASING THE BENDING, SHEAR OR IMPACT RESISTANCE. TESTED AND PROVEN SIKA SYSTEMS ARE AVAILABLE FOR USE ON REINFORCED CONCRETE, WOOD, AND MASONRY LOAD-BEARING STRUCTURES.

SIKA STRENGTHENING SYSTEMS

Sika® CarboDur® System

It consists of Sika® CarboDur® CFRP Plates and Rods, together with the structural epoxy resin based adhesives Sikadur®-30. Mostly used for flexural strengthening of dynamic and static loaded structures such as bridges, buildings or factories. This simple, tested and well proven, highly durable system has outstanding performance.

SikaWrap® Fabric Strengthening System

It consists of woven or stitched, unidirectional, carbon fibre fabrics SikaWrap® and Sikadur® impregnating resins. Sikadur®-330 or Sikadur®-300. The installation is extremely flexible and accommodating of different surface planes and geometry, making this a very multi functional material for many applications including confinement, shear, seismic upgrading and weak substrate strengthening.

Product	Tensile strength (MPa)	E-modulus (MPa)	Strain at failure (%)	Thickness (mm)	Width/Diameter (mm)
Sika® CarboDur® - Plate					
S-512	2,800	160,000	> 1.7	1.2	50
S-812	2,800	160,000	> 1.7	1.2	80
S-1012	2,800	160,000	> 1.7	1.2	100

Sika® CarboDur® - Rod					
BC 8	3,100	148,000	> 1.7	-	Ø8
BC 10	3,100	148,000	> 1.7	-	Ø10

SikaWrap® - Fabric					
231C	4,800	234,000	> 1.8	0.131	500
301C	4,900	230,000	> 1.7	0.167	500
600C	3,800	235,000	> 1.43	0.331	500

Product	Tensile E-modulus (MPa)	Tensile strength (MPa)	Adhesive strength on concrete (MPa)
---------	-------------------------	------------------------	-------------------------------------

Epoxy adhesive for Sika® CarboDur® Plate and Rod			
Sikadur®-30	11,200	26	> 4

Epoxy adhesive for Sika® Wrap Fabric			
Sikadur®-330	4,500	30	> 4
Sikadur®-300	3,500	45	> 4

FLEXURAL STRENGTHENING

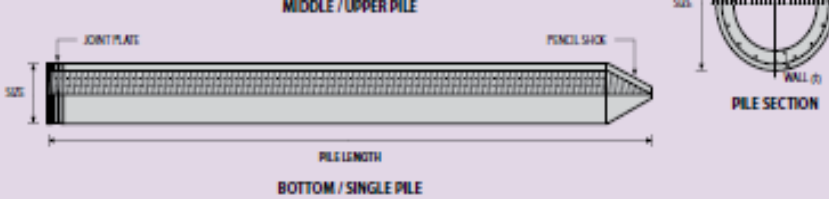


SHEAR STRENGTHENING



CONFINEMENT STRENGTHENING





PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm^2)

Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section (cm ²)	Section Inertia (cm ⁴)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile ** (m)
						Crack * (ton.m)	Break (ton.m)			
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75	72.60	23.11	6-12
					A3	3.00	4.50	70.75	29.86	6-13
					B	3.50	6.30	67.50	41.96	6-14
					C	4.00	8.00	65.40	49.66	6-15
350	65	581.98	62,162.74	145	A1	3.50	5.25	93.10	30.74	6-13
					A3	4.20	6.30	89.50	37.50	6-14
					B	5.00	9.00	86.40	49.93	6-15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6-16
400	75	765.76	106,488.95	191	A2	5.50	8.25	121.10	38.62	6-14
					A3	6.50	9.75	117.60	45.51	6-15
					B	7.50	13.50	114.40	70.27	6-16
					C	9.00	18.00	111.50	80.94	6-17
450	80	929.91	166,570.38	232	A1	7.50	11.25	149.50	39.28	6-14
					A2	8.50	12.75	145.80	53.39	6-15
					A3	10.00	15.00	143.80	66.57	6-16
					B	11.00	19.80	139.10	78.84	6-17
					C	12.50	25.00	134.90	100.45	6-18
500	90	1,159.25	255,324.30	290	A1	10.50	15.75	185.30	54.56	6-15
					A2	12.50	18.75	181.70	68.49	6-16
					A3	14.00	21.00	178.20	88.00	6-17
					B	15.00	27.00	174.90	94.13	6-18
					C	17.00	34.00	169.00	122.04	6-19
600	100	1,570.80	510,508.81	393	A1	17.00	25.50	252.70	70.52	6-16
					A2	19.00	28.50	249.00	77.68	6-17
					A3	22.00	33.00	243.20	104.94	6-18
					B	25.00	45.00	238.30	131.10	6-19
					C	29.00	58.00	229.50	163.67	6-20
800	120	2,563.54	1,527,869.60	641	A1	40.00	60.00	415.00	119.34	6-20
					A2	46.00	69.00	406.10	151.02	6-21
					A3	51.00	76.50	399.17	171.18	6-22
					B	55.00	99.00	388.61	215.80	6-23
					C	65.00	130.00	368.17	290.82	6-24
1000 ***	140	3,782.48	3,589,571.20	946	A1	75.00	112.50	613.52	169.81	6-22
					A2	82.00	123.00	601.27	215.16	6-23
					A3	93.00	139.50	589.66	258.19	6-24
					B	105.00	189.00	575.33	311.26	6-24
					C	120.00	240.00	555.23	385.70	6-24
1200 ***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	A1	120.00	180.00	802.80	221.30	6-24
					A2	130.00	195.00	794.50	252.10	6-24
					A3	145.00	217.50	778.60	311.00	6-24
					B	170.00	306.00	751.90	409.60	6-24
					C	200.00	400.00	721.50	522.20	6-24

Note: * - Crack Moment Based on BS 4433:1987 (Prestressed Concrete Pipes)

Unit Conversion : 1 ton = 9.8060 kN

HIT-RE 500 V3 Epoxy Adhesive Anchoring System 3.2.4

3.2.4.1 Product description

The new Hilti HIT-RE 500 V3 Adhesive Anchoring System is an injectable two-component epoxy adhesive. The two components are kept separate by means of a dual-cylinder foil pack attached to a manifold.

The two components combine and react when dispensed through a static mixing nozzle attached to the manifold.

HIT-RE 500 V3 Adhesive Anchoring System may be used with continuously threaded rod, Hilti HIS-N and HIS-RN internally-threaded inserts or deformed reinforcing bar installed in cracked or uncracked concrete. The primary components of the Hilti Adhesive Anchoring System are:

- HIT-RE 500 V3 adhesive packaged in foil packs
- Adhesive mixing and dispensing equipment
- Equipment for hole cleaning and adhesive injection

Product Features

- Superior bond performance in both cracked and uncracked concrete
- Seismic qualified in accordance with ICC-ES Acceptance Criteria AC308 and ACI 355.4
- Use in diamond cored holes with roughening tool for cracked and uncracked concrete in all seismic zones
- Use underwater up to 50 m
- Meets requirements of ASTM C881-14, Type I, II, IV, and V, Grade 3, Class A, B, and C except linear shrinkage
- Meets requirements of AASHTO specification M235, Type I, II, IV, and V, Grade 3, Class A, B, and C except linear shrinkage

- Mixing tube provides proper mixing, eliminates measuring errors and minimizes waste
- Contains no styrene and virtually odorless
- Extended installation temperature range from -5°C to 40°C
- Excellent weathering resistance and resistant to elevated temperature.

Hilti HIT-RE 500 V3 Adhesive can be installed using two cleaning options:

1. Traditional cleaning methods comprised of steel wire brushes and air nozzles,
2. Self-cleaning methods using the Hilti TE-CD or TE-YD hollow carbide drill bits used in conjunction of a Hilti vacuum cleaner that will remove drilling dust, automatically cleaning the hole.

Elements that are suitable for use with this system are as follows: threaded steel rods, Hilti HIS-(R)N steel internally threaded inserts, and steel reinforcing bars.

Hilti HIT-RE 500 V3 is approved for use with the Hilti HIT TE-YRT Roughening Tool. The tool is used for hole preparation in conjunction with holes core drilled with a diamond core bit to allow diamond coring in cracked and uncracked concrete in all seismic zones.

3.2.4.1 Product description

3.2.4.2 Material specifications

3.2.4.3 Technical data

3.2.4.4 Installation instructions

3.2.4.5 Ordering information



Listings/Approvals

ICC-ES (International Code Council)
ESR-3814

NSF/ANSI Std 61

certification for use of HIT-RE 500 V3 in potable water

City of Los Angeles

Research Report No. 26028



Independent Code Evaluation

IBC®/IRC® 2015

(ICC-ES AC308/ACI 355.4)

IBC®/IRC® 2012

(ICC-ES AC308/ACI 355.4)

IBC®/IRC® 2009

(ICC-ES AC308)

IBC®/IRC® 2006

(ICC-ES AC308)

Abu Dhabi International Building Code (ADIBC) 2013

FBC 2014 w/ HVHZ



The Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) Green

Building Rating system™ is the nationally accepted benchmark for the design, construction, and operation of high performance green buildings.

Department of Transportation

Contact Hilti to get a current list of State Departments of Transportation that have added HIT-RE 500 V3 to their qualified product listing.

3.2.4 HIT-RE 500 V3 Epoxy Adhesive Anchoring System

Guide Specifications

Master Format Section:

Previous 2004 Format

03250 03 16 00 Concrete Anchors

Related Sections:

03200 03 20 00 Concrete Reinforcing

05050 05 50 00 Metal Fabrications

05120 05 10 00 Structural Metal Framing

Injectable adhesive shall be used for installation of all reinforcing steel dowels or threaded anchor rods and inserts into existing concrete. Adhesive shall be furnished in side-by-side refill packs which keep component A and component B separate. Side-by-side packs shall be designed to compress

during use to minimize waste volume. Side-by-side packs shall also be designed to accept static mixing nozzle which thoroughly blends component A and component B and allows injection directly into drilled hole. Only injection tools and static mixing nozzles as recommended by manufacturer shall be used. Manufacturer's instructions shall be followed. Injection adhesive shall be formulated to include resin and hardener to provide optimal curing speed as well as high strength and stiffness. Typical curing time at 20°C shall be approximately 6.5 hours.

Injection adhesive shall be HIT-RE 500 V3, as furnished by Hilti.

Anchor rods shall be end stamped to show the grade of steel and overall rod length. Anchor rods shall be manufactured to meet the following requirements:

- HIT-V-5.8 carbon steel
- HIT-V-8.8 high strength carbon steel anchor
- HIT-V-R Stainless steel meeting the requirements of ISO 3506-1
- HIT-V-HCR manufacturered from EN 10088 with a minimum tensile strength of 800 MPa and a minimum yield strength of 640 MPa

Special order HIT-V Rods may vary from standard product.

Nuts and washers of other grades and styles having specified proof load strength greater than the specified grade and style are also suitable. Nuts must have specified proof load strength equal to or greater than the minimum tensile strength of the specified threaded rod.

3.2.4.2 Material specifications

Table 1 - Material properties of fully cured HIT-RE 500 V3

Bond Strength ASTM C882M-13A ¹ 2 day cure 14 day cure	10.8 MPa 11.7 MPa
Compressive Strength ASTM D695-10 ¹	82.7 MPa
Compressive Modulus ASTM D695-10 ¹	2,600 MPa
Tensile Strength 7 day ASTM D638-14	49.3 MPa
Elongation at break ASTM D638-14	1.1%
Heat Deflection Temperature ASTM D648-07	50°C
Absorption ASTM D570-98	0.18%
Linear Coefficient of Shrinkage on Cure ASTM D2566-86	0.008

¹ Minimum values obtained as the result of tests at 2°C, 10°C, 24°C and 43°C.

Material specifications for HIT-V threaded rods and HIS-N inserts are listed in section 3.2.8.

3.2.4.3 Technical data

The following document is a supplement to the Hilti North American Product Technical Guide, Volume 2: Anchor Fastening Technical Guide, Edition 16. Specific sections in this supplement will refer to the aforementioned document.

Please refer to the publication in its entirety for complete details on this product including data development, product specifications, general suitability, installation, corrosion and spacing and edge distance guidelines.

To consult directly with a team member regarding our anchor fastening products, contact Hilti's team of technical support specialists on the following mail address ae.technicalsupport@hilti.com.

3.2.4.3.1 ACI 318-14 Chapter 17 design

The load values contained in this section are Hilti Simplified Design Tables. The load tables in this section were developed using the strength design parameters and variables of ESR-3814 and the equations within ACI 318-14 Chapter 17. For a detailed explanation of the Hilti Simplified Design Tables, refer to Section 3.1.8. Data tables from ESR-3814 are not contained in this section, but can be found at www.icc-es.org or at www.hilti.ae.

HIT-RE 500 V3 Epoxy Adhesive Anchoring System 3.2.4

3.2.4.3.1 HIT-RE 500 V3 adhesive with deformed reinforcing bars (Rebar)



Figure 1 - Rebar installed with HIT-RE 500 V3 adhesive

Cracked or uncracked concrete	Permissible drilling methods	Permissible concrete conditions
<p>Cracked and uncracked concrete</p>	<p>Hammer drilling with carbide-tipped drill bit</p>	Dry concrete Water-saturated concrete Water-filled holes Submerged (underwater)
	Hilti TE-CD or TE-YD hollow drill bit and VC 20/40 vacuum Diamond core drill bit with Hilti TE-YRT roughening tool	Dry concrete Water-saturated concrete
<p>Uncracked concrete</p>	Diamond core drill bit	Dry concrete Water-saturated concrete

Figure 2 - Rebar installed with HIT-RE 500 V3 adhesive

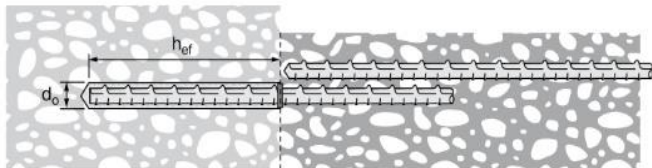


Table 2 - Specifications for rebar installed with HIT-RE 500 V3 adhesive

Setting information	Symbol	Units	Rebar size								
			10	12	14	16	20	25	28	30	32
Nominal bit diameter	d_o	mm	14	16	18	20	25	32	35	37	40
Effective embedment	minimum	$h_{ef,min}$	60	70	80	80	90	100	112	120	128
	maximum	$h_{ef,max}$	200	240	280	320	400	500	560	600	640
Minimum concrete member thickness	h_{min}	mm	$h_{ef} + 30$			$h_{ef} + 2d_o$					
Minimum edge distance ¹	c_{min}	mm	50	60	70	80	100	125	140	150	160
Minimum anchor spacing	s_{min}	mm	50	60	70	80	100	125	140	150	160

¹ Edge distance of 44mm is permitted provided the rebar remains un-torqued.

Note: The installation specifications in table 2 above and the data in tables 3 through 7 pertain to the use of Hilti HIT-RE 500 V3 with rebar designed as a post-installed anchor using the provisions of ACI 318-14 Chapter 17. For the use of Hilti HIT-RE 500 V3 with rebar for typical development calculations according to ACI 318-14 Chapter 25 (formerly ACI 318-11 Chapter 12), refer to section 3.1.8.14 for the design method and table 20 in section 3.2.4.3.8.

3.2.4 HIT-RE 500 V3 Epoxy Adhesive Anchoring System

Table 3 - Hilti HIT-RE 500 V3 adhesive design strength with concrete / bond failure for metric rebar
in uncracked concrete^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,11}

Nominal rebar diameter mm	Effective embedment mm	Tension — ϕN_n				Shear — ϕV_n			
		$f'_c = 25$ MPa kN	$f'_c = 30$ MPa kN	$f'_c = 40$ MPa kN	$f'_c = 50$ MPa kN	$f'_c = 25$ MPa kN	$f'_c = 30$ MPa kN	$f'_c = 40$ MPa kN	$f'_c = 50$ MPa kN
10	60	15.1	16.5	18.5	19.5	16.3	17.8	19.9	21.0
	90	24.6	25.8	27.7	29.3	53.0	55.5	59.6	63.1
	120	32.8	34.4	36.9	39.0	70.7	74.0	79.5	84.1
	200	54.7	57.3	61.5	65.1	117.8	123.3	132.5	140.1
12	70	19.0	20.9	24.1	26.9	41.0	44.9	51.9	58.0
	108	35.2	36.8	39.5	41.8	75.7	79.3	85.2	90.1
	144	46.9	49.1	52.7	55.8	101.0	105.7	113.6	120.1
	240	78.1	81.8	87.9	92.9	168.3	176.1	189.3	200.1
14	80	23.3	25.5	29.4	32.9	50.1	54.9	63.4	70.8
	126	46.0	49.7	53.4	56.4	99.0	107.0	115.0	121.6
	168	63.3	66.2	71.2	75.3	136.3	142.7	153.3	162.1
	280	105.5	110.4	118.6	125.4	227.2	237.8	255.5	270.2
16	80	23.3	25.5	29.4	32.9	50.1	54.9	63.4	70.8
	144	56.2	61.5	68.6	72.5	121.0	132.5	147.7	156.1
	192	81.3	85.1	91.4	96.7	175.1	183.2	196.9	208.2
	320	135.5	141.8	152.4	161.1	291.8	305.4	328.1	347.0
20	90	27.7	30.4	35.1	39.2	58.8	65.5	75.6	84.5
	180	78.5	86.0	99.3	111.0	169.0	185.2	213.8	239.1
	240	120.8	130.7	140.4	148.5	260.3	281.4	302.4	319.8
	400	208.1	217.8	234.0	247.4	448.2	469.1	504.0	532.9
25	100	32.5	35.6	41.1	46.0	70.0	76.7	88.5	99.0
	225	109.7	120.2	138.7	155.1	236.3	258.8	298.8	334.1
	300	168.9	185.0	213.6	228.0	363.7	398.4	460.1	491.0
	500	319.5	334.4	359.3	380.0	688.2	720.3	774.0	818.4
28 ¹⁰	112	38.5	42.2	48.7	54.5	83.0	90.9	105.0	117.3
	252	130.0	142.4	164.5	183.9	280.0	306.8	354.2	396.0
	336	200.2	219.3	253.2	281.0	431.1	472.3	545.3	605.1
	560	393.8	412.1	442.9	468.3	848.1	887.6	953.8	1,008.6
30	120	42.7	46.8	54.0	60.4	92.0	100.8	116.4	130.1
	270	144.2	158.0	182.4	203.9	310.6	340.2	392.8	439.2
	360	222.0	243.2	280.8	313.9	478.1	523.8	604.8	676.2
	600	448.0	468.9	503.8	532.7	964.9	1,009.9	1,085.2	1,147.5
32	128	47.1	51.6	59.5	66.6	101.4	111.0	128.2	143.4
	288	158.8	174.0	200.9	224.6	342.1	374.8	432.8	483.8
	384	244.6	267.9	309.3	345.9	526.7	577.0	666.3	744.9
	640	505.1	528.7	568.1	600.7	1,087.9	1,138.7	1,223.6	1,293.8

1 See Section 3.1.8 for explanation on development of load values.

2 See Section 3.1.8.6 to convert design strength value to ASD value.

3 Linear interpolation between embedment depths and concrete compressive strengths is not permitted.

4 Tabular values represent a single anchor without reductions for edge distance, anchor spacing, or concrete thickness. Shaded cells indicate that bond strength is the controlling failure mode. Compare to the steel values in Table 7. The lesser of the values is to be used for the design.

5 Data is for temperature range A: Max. short term temperature = 55°C, max. long term temperature = 43°C.

For temperature range B: Max. short term temperature = 80°C, max. long term temperature = 43°C multiply above values by 0.69.

Short term elevated concrete temperatures are those that occur over brief intervals, e.g., as a result of diurnal cycling. Long term concrete temperatures are roughly constant over significant periods of time.

6 Tabular values are for dry concrete and water-saturated concrete conditions.

For water-filled drilled holes multiply design strength by 0.51.

For submerged (under water) applications multiply design strength by 0.45.

7 Tabular values are for short term loads only. For sustained loads including overhead use, see Section 3.1.8.8.

8 Tabular values are for normal-weight concrete only. For lightweight concrete multiply design strength by λ_a as follows:

For sand-lightweight, $\lambda_a = 0.51$. For all-lightweight, $\lambda_a = 0.45$.

9 Tabular values are for holes drilled in concrete with carbide tipped hammer drill bit. For diamond core drilling, except as indicated in note 10, multiply above values by 0.55. Diamond core drilling is not permitted for the water-filled or under-water (submerged) applications.

10 Diamond core drilling with the Hilti TE-YRT Roughening Tool is permitted for 28 mm rebar in dry and water-saturated concrete. See Table 5

11 Tabular values are for static loads only. Seismic design is not permitted for uncracked concrete.

HIT-RE 500 V3 Epoxy Adhesive Anchoring System 3.2.4

Table 4 - Hilti HIT-RE 500 V3 adhesive design strength with concrete / bond failure for metric rebar in cracked concrete^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,11}

Nominal rebar diameter mm	Effective embedment mm	Tension — ϕN_n				Shear — ϕV_n			
		$f'_c = 25$ MPa kN	$f'_c = 30$ MPa kN	$f'_c = 40$ MPa kN	$f'_c = 50$ MPa kN	$f'_c = 25$ MPa kN	$f'_c = 30$ MPa kN	$f'_c = 40$ MPa kN	$f'_c = 50$ MPa kN
10	60	10.7	11.7	12.9	13.4	11.5	12.7	13.9	14.4
	90	18.1	18.6	19.4	20.1	38.9	40.0	41.8	43.2
	120	24.1	24.8	25.9	26.7	51.9	53.4	55.7	57.6
	200	40.2	41.3	43.1	44.6	86.5	88.9	92.8	96.0
12	70	13.5	14.8	17.1	18.9	29.1	31.9	36.8	40.8
	108	25.9	27.0	28.2	29.2	55.8	58.2	60.8	62.9
	144	35.1	36.1	37.6	38.9	75.6	77.7	81.1	83.8
	240	58.5	60.1	62.7	64.9	125.9	129.4	135.1	139.7
14	80	16.5	18.1	20.9	23.4	35.6	39.0	45.0	50.3
	126	32.6	35.8	38.8	40.2	70.3	77.0	83.7	86.5
	168	48.3	49.6	51.8	53.5	103.9	106.8	111.5	115.3
	280	80.4	82.7	86.3	89.2	173.2	178.0	185.9	192.2
16	80	16.5	18.1	20.9	23.4	35.6	39.0	45.0	50.3
	144	39.9	43.7	50.4	53.0	85.9	94.1	108.6	114.2
	192	61.4	65.5	68.3	70.7	132.2	141.0	147.2	152.2
	320	106.2	109.1	113.9	117.8	228.7	235.0	245.4	253.7
20	90	19.7	21.6	24.9	27.9	42.4	46.5	53.7	60.0
	180	55.7	61.0	70.5	78.8	120.0	131.5	151.8	169.7
	240	85.8	94.0	107.9	111.6	184.8	202.4	232.4	240.3
	400	167.6	172.3	179.8	186.0	361.0	371.0	387.4	400.5
25	100	23.1	25.3	29.2	32.6	49.7	54.4	62.9	70.3
	225	77.9	85.3	98.5	110.1	167.7	183.7	212.2	237.2
	300	119.9	131.3	151.7	169.6	258.2	282.9	326.7	365.2
	500	258.0	271.9	283.9	293.6	555.7	585.7	611.5	632.3
28 ¹⁰	112	27.4	30.0	34.6	38.7	58.9	64.5	74.5	83.3
	252	92.3	101.1	116.8	130.5	198.8	217.8	251.5	281.2
	336	142.1	155.7	179.8	201.0	306.1	335.3	387.2	432.9
	560	305.8	335.0	352.5	364.5	658.6	721.5	759.2	785.1
30	120	30.3	33.2	38.4	42.9	65.3	71.6	82.6	92.4
	270	102.4	112.1	129.5	144.8	220.5	241.5	278.9	311.8
	360	157.6	172.7	199.4	222.9	339.5	371.9	429.4	480.1
	600	339.1	371.5	396.3	409.8	730.4	800.2	853.6	882.7
32	128	33.4	36.6	42.3	47.3	72.0	78.8	91.0	101.8
	288	112.8	123.5	142.7	159.5	242.9	266.1	307.3	343.5
	384	173.6	190.2	219.6	245.6	374.0	409.7	473.1	528.9
	640	373.6	409.3	441.4	456.4	804.7	881.5	950.8	983.1

1 See Section 3.1.8 for explanation on development of load values.

2 See Section 3.1.8.6 to convert design strength value to ASD value.

3 Linear interpolation between embedment depths and concrete compressive strengths is not permitted.

4 Tabular values represent a single anchor without reductions for edge distance, anchor spacing, or concrete thickness. Shaded cells indicate that bond strength is the controlling failure mode. Compare to the steel values in table 7. The lesser of the values is to be used for the design.

5 Data is for temperature range A: Max. short term temperature = 55°C, max. long term temperature = 43°C.

For temperature range B: Max. short term temperature = 80°C, max. long term temperature = 43°C multiply above values by 0.69.

Short term elevated concrete temperatures are those that occur over brief intervals, e.g., as a result of diurnal cycling. Long term concrete temperatures are roughly constant over significant periods of time.

6 Tabular values are for dry concrete and water-saturated concrete conditions.

For water-filled drilled holes multiply design strength by 0.51.

For submerged (under water) applications multiply design strength by 0.45.

7 Tabular values are for short term loads only. For sustained loads including overhead use, see Section 3.1.8.8.

8 Tabular values are for normal-weight concrete only. For lightweight concrete multiply design strength by λ_a as follows:

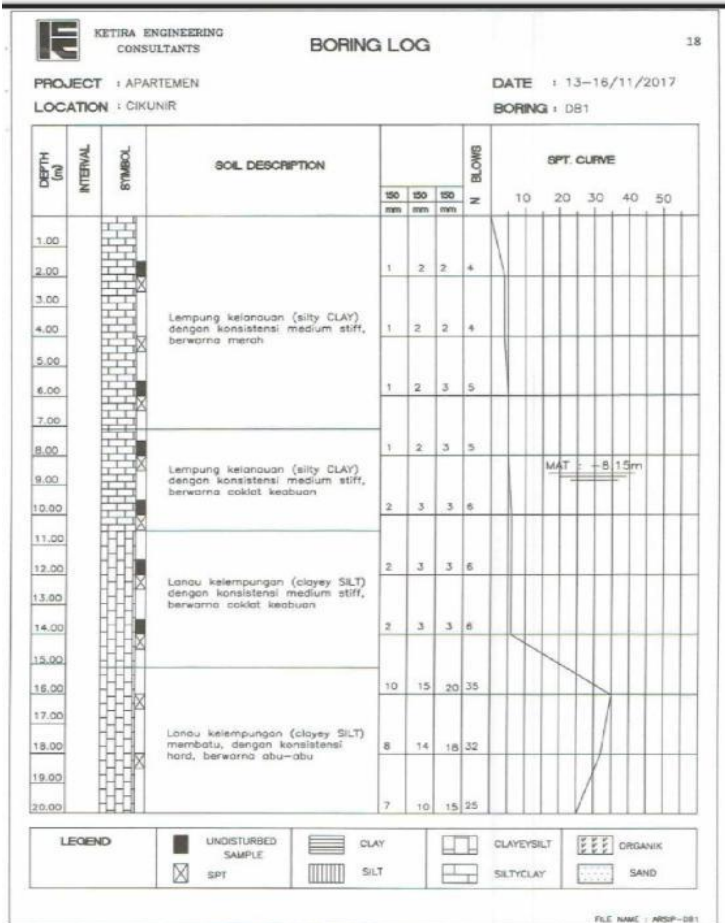
For sand-lightweight, $\lambda_a = 0.51$. For all-lightweight, $\lambda_a = 0.45$.

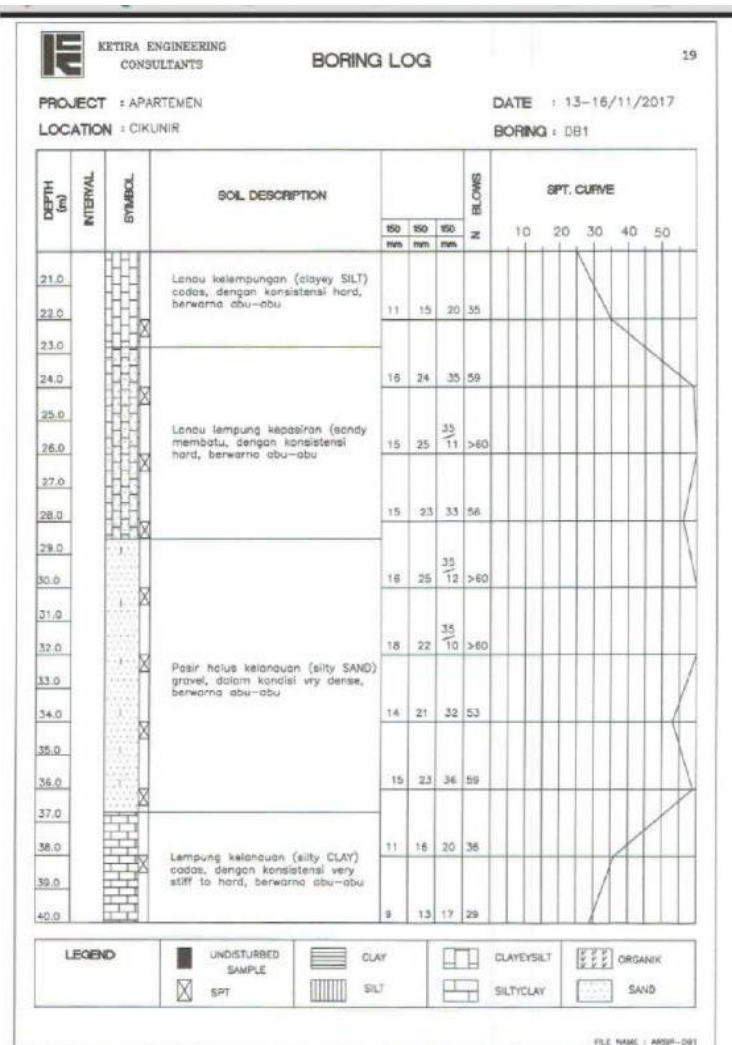
9 Tabular values are for holes drilled in concrete with carbide tipped hammer drill bit. Diamond core drilling is not permitted in cracked concrete except as indicated in note 10.

10 Diamond core drilling with the Hilti TE-YRT Roughening Tool is permitted for 28 mm rebar in dry and water-saturated concrete. See Table 6

11 Tabular values are for static loads only. For seismic loads, multiply cracked concrete tabular values in tension and shear by $\alpha_{sc} = 0.68$. See section 3.1.8.7 for additional information on seismic applications.

DATA BORING LOG





Rekapitulasi Geser Balok

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
1	B1	GF	Lapangan	259.4336	289.972	Not Ok	1	250
2	B2A	GF	Lapangan	187.3503	306.601	Not Ok	2	250
3	B2A	GF	Tumpuan	263.5803	314.463	Not Ok	2	250
4	B2C	GF	Tumpuan	152.46	208.495	Not Ok	1	500
5	B2C	GF	Lapangan	249.8004	270.990	Not Ok	1	250
6	B2C	GF	Tumpuan	152.46	275.707	Not Ok	2	250
7	B2C	GF	Tumpuan	152.46	159.058	Not Ok	1	500
8	B2C	GF	Tumpuan	152.46	195.756	Not Ok	1	500
9	B2C	GF	Tumpuan	152.46	182.022	Not Ok	1	500
10	B2C	GF	Tumpuan	152.46	197.429	Not Ok	1	500
11	B5B	GF	Lapangan	169.9708	188.869	Not Ok	1	250
12	B5B	GF	Lapangan	169.9708	275.611	Not Ok	2	250
13	B5B	GF	Tumpuan	239.1294	313.083	Not Ok	2	250
14	B5B	GF	Lapangan	169.9708	192.935	Not Ok	1	250
15	B5B	GF	Lapangan	169.9708	177.000	Not Ok	1	500
16	B7A	GF	Lapangan	122.7856	131.491	Not Ok	1	250
17	B7A	GF	Lapangan	122.7856	129.977	Not Ok	1	250
18	B7A	GF	Lapangan	122.7856	133.907	Not Ok	1	250
19	B9	GF	Lapangan	140.7251	170.005	Not Ok	1	250
20	B9B	GF	Lapangan	107.1242	107.924	Not Ok	1	500
21	B9B	GF	Lapangan	107.1242	121.726	Not Ok	1	250
22	B9B	GF	Lapangan	107.1242	167.014	Not Ok	2	250
23	B9B	GF	Tumpuan	155.4928	163.751	Not Ok	1	250
24	B1	LT UG	Lapangan	259.4336	325.955	Not Ok	1	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
25	B1	LT UG	Tumpuan	305.3979	331.773	Not Ok	1	500
26	B1	LT UG	Lapangan	259.4336	309.700	Not Ok	1	250
27	B1	LT UG	Tumpuan	305.3979	318.678	Not Ok	1	500
28	B2A	LT UG	Lapangan	187.3503	388.762	Not Ok	3	250
29	B2A	LT UG	Tumpuan	263.5803	396.624	Not Ok	2	250
30	B2C	LT UG	Tumpuan	152.46	161.009	Not Ok	1	500
31	B2C	LT UG	Tumpuan	152.46	160.910	Not Ok	1	500
32	B2C	LT UG	Lapangan	249.8004	329.591	Not Ok	1	250
33	B2C	LT UG	Tumpuan	152.46	331.592	Not Ok	2	250
34	B2C	LT UG	Tumpuan	152.46	162.269	Not Ok	1	500
35	B2C	LT UG	Tumpuan	152.46	174.653	Not Ok	1	500
36	B2C	LT UG	Tumpuan	152.46	245.593	Not Ok	1	250
37	B2C	LT UG	Tumpuan	152.46	156.941	Not Ok	1	500
38	B2C	LT UG	Tumpuan	152.46	162.265	Not Ok	1	500
39	B2C	LT UG	Lapangan	249.8004	258.505	Not Ok	1	500
40	B2C	LT UG	Tumpuan	152.46	260.506	Not Ok	2	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
41	B3B	LT UG	Tumpuan	194.8886	207.657	Not Ok	1	500
42	B4B	LT UG	Lapangan	187.3503	208.493	Not Ok	1	250
43	B4B	LT UG	Lapangan	187.3503	209.307	Not Ok	1	250
44	B5B	LT UG	Lapangan	169.9708	435.289	Not Ok	2	100
45	B5B	LT UG	Tumpuan	239.1294	330.681	Not Ok	2	250
46	B5B	LT UG	Lapangan	169.9708	182.460	Not Ok	1	250
47	B5B	LT UG	Lapangan	169.9708	172.385	Not Ok	1	500
48	B5B	LT UG	Lapangan	169.9708	207.686	Not Ok	1	250
49	B7A	LT UG	Lapangan	122.7856	128.451	Not Ok	1	250
50	B7A	LT UG	Lapangan	122.7856	141.689	Not Ok	1	250
51	B7A	LT UG	Lapangan	122.7856	123.545	Not Ok	1	500
52	B9	LT UG	Lapangan	140.7251	170.005	Not Ok	1	250
53	B9B	LT UG	Lapangan	107.1242	134.873	Not Ok	1	250
54	B9B	LT UG	Lapangan	107.1242	74.151	Not Ok	1	500
55	B9B	LT UG	Lapangan	107.1242	99.173	Not Ok	1	500
56	B9B	LT UG	Lapangan	107.1242	158.419	Not Ok	2	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
57	B9B	LT UG	Tumpuan	155.4928	161.924	Not Ok	1	250
58	B9B	LT UG	Lapangan	107.1242	230.186	Not Ok	3	250
59	B9B	LT UG	Tumpuan	155.4928	363.708	Not Ok	2	100
60	B9B	LT UG	Lapangan	107.1242	54.666	Not Ok	1	500
61	B1	LT 3	Lapangan	259.4336	343.002	Not Ok	1	250
62	B1	LT 3	Tumpuan	305.3979	348.820	Not Ok	1	250
63	B1	LT 3	Lapangan	259.4336	340.485	Not Ok	1	250
64	B1	LT 3	Tumpuan	305.3979	349.463	Not Ok	1	250
65	B2A	LT 3	Lapangan	187.3503	422.054	Not Ok	3	250
66	B2A	LT 3	Tumpuan	263.5803	429.916	Not Ok	3	250
67	B2C	LT 3	Tumpuan	152.46	152.572	Not Ok	1	500
68	B2C	LT 3	Tumpuan	152.46	167.227	Not Ok	1	500
69	B2C	LT 3	Tumpuan	152.46	165.513	Not Ok	1	500
70	B2C	LT 3	Lapangan	249.8004	342.547	Not Ok	2	250
71	B2C	LT 3	Tumpuan	152.46	344.548	Not Ok	2	250
72	B2C	LT 3	Tumpuan	152.46	167.772	Not Ok	1	500
73	B2C	LT 3	Tumpuan	152.46	157.858	Not Ok	1	500
74	B2C	LT 3	Tumpuan	152.46	184.955	Not Ok	1	500
75	B2C	LT 3	Lapangan	249.8004	254.595	Not Ok	1	500
76	B2C	LT 3	Tumpuan	152.46	256.596	Not Ok	1	250
77	B2C	LT 3	Tumpuan	152.46	162.032	Not Ok	1	500
78	B2C	LT 3	Tumpuan	152.46	167.116	Not Ok	1	500
79	B2C	LT 3	Lapangan	249.8004	272.778	Not Ok	1	250
80	B2C	LT 3	Tumpuan	152.46	274.779	Not Ok	2	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
81	B3B	LT 3	Tumpuan	194.8886	221.455	Not Ok	1	500
82	B4B	LT 3	Lapangan	187.3503	236.821	Not Ok	1	250
83	B4B	LT 3	Lapangan	187.3503	235.038	Not Ok	1	250
84	B4B	LT 3	Tumpuan	263.5803	284.954	Not Ok	1	250
85	B5B	LT 3	Lapangan	169.9708	446.274	Not Ok	2	100
86	B5B	LT 3	Tumpuan	239.1294	356.157	Not Ok	2	250
87	B5B	LT 3	Lapangan	169.9708	206.221	Not Ok	1	250
88	B5B	LT 3	Lapangan	169.9708	189.854	Not Ok	1	250
89	B5B	LT 3	Lapangan	169.9708	236.700	Not Ok	2	250
90	B5B	LT 3	Tumpuan	239.1294	244.562	Not Ok	1	500
91	B7A	LT 3	Lapangan	122.7856	137.637	Not Ok	1	250
92	B7A	LT 3	Lapangan	122.7856	147.496	Not Ok	1	250
93	B7A	LT 3	Lapangan	122.7856	127.643	Not Ok	1	250
94	B7A	LT 3	Lapangan	122.7856	130.953	Not Ok	1	250
95	B9B	LT 3	Lapangan	107.1242	110.310	Not Ok	1	500
96	B9B	LT 3	Lapangan	107.1242	142.240	Not Ok	2	250
97	B9B	LT 3	Lapangan	107.1242	110.061	Not Ok	1	500
98	B9B	LT 3	Lapangan	107.1242	168.431	Not Ok	2	250
99	B9B	LT 3	Tumpuan	155.4928	171.937	Not Ok	1	250
100	B9B	LT 3	Lapangan	107.1242	245.040	Not Ok	3	250
101	B9B	LT 3	Tumpuan	155.4928	379.931	Not Ok	2	100
102	B1	LT 5	Lapangan	259.4336	346.569	Not Ok	1	250
103	B1	LT 5	Tumpuan	305.3979	352.387	Not Ok	1	250
104	B1	LT 5	Lapangan	259.4336	352.975	Not Ok	1	250
105	B1	LT 5	Tumpuan	305.3979	361.953	Not Ok	1	250
106	B2A	LT 5	Lapangan	187.3503	439.381	Not Ok	3	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
107	B2A	LT 5	Tumpuan	263.5803	447.242	Not Ok	3	250
108	B2C	LT 5	Tumpuan	152.46	158.484	Not Ok	1	500
109	B2C	LT 5	Tumpuan	152.46	173.017	Not Ok	1	500
110	B2C	LT 5	Tumpuan	152.46	171.825	Not Ok	1	500
111	B2C	LT 5	Lapangan	249.8004	338.971	Not Ok	2	250
112	B2C	LT 5	Tumpuan	152.46	340.972	Not Ok	2	250
113	B2C	LT 5	Tumpuan	152.46	174.195	Not Ok	1	500
114	B2C	LT 5	Tumpuan	152.46	169.122	Not Ok	1	500
115	B2C	LT 5	Lapangan	249.8004	250.932	Not Ok	1	500
116	B2C	LT 5	Tumpuan	152.46	252.934	Not Ok	1	250
117	B2C	LT 5	Tumpuan	152.46	165.347	Not Ok	1	500
118	B2C	LT 5	Tumpuan	152.46	169.917	Not Ok	1	500
119	B2C	LT 5	Tumpuan	152.46	157.850	Not Ok	1	500
120	B2C	LT 5	Lapangan	249.8004	276.803	Not Ok	1	250
121	B2C	LT 5	Tumpuan	152.46	278.804	Not Ok	2	250
122	B3B	LT 5	Tumpuan	194.8886	228.937	Not Ok	1	500
123	B4B	LT 5	Lapangan	187.3503	249.371	Not Ok	2	250
124	B4B	LT 5	Lapangan	187.3503	253.913	Not Ok	2	250
125	B4B	LT 5	Tumpuan	263.5803	304.650	Not Ok	1	250
126	B5B	LT 5	Lapangan	169.9708	441.455	Not Ok	2	100
127	B5B	LT 5	Tumpuan	239.1294	365.229	Not Ok	2	250
128	B5B	LT 5	Lapangan	169.9708	218.273	Not Ok	1	250
129	B5B	LT 5	Lapangan	169.9708	203.921	Not Ok	1	250
130	B5B	LT 5	Lapangan	169.9708	179.324	Not Ok	1	250
131	B5B	LT 5	Lapangan	169.9708	170.712	Not Ok	1	500
132	B5B	LT 5	Lapangan	169.9708	251.638	Not Ok	2	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
133	B5B	LT 5	Tumpuan	239.1294	259.500	Not Ok	1	250
134	B7A	LT 5	Lapangan	122.7856	144.116	Not Ok	1	250
135	B7A	LT 5	Lapangan	122.7856	152.466	Not Ok	1	250
136	B7A	LT 5	Lapangan	122.7856	130.268	Not Ok	1	250
137	B7A	LT 5	Lapangan	122.7856	137.532	Not Ok	1	250
138	B9B	LT 5	Lapangan	107.1242	122.631	Not Ok	1	250
139	B9B	LT 5	Lapangan	107.1242	146.004	Not Ok	2	250
140	B9B	LT 5	Lapangan	107.1242	118.751	Not Ok	1	250
141	B9B	LT 5	Lapangan	107.1242	173.881	Not Ok	2	250
142	B9B	LT 5	Tumpuan	155.4928	177.386	Not Ok	2	250
143	B9B	LT 5	Lapangan	107.1242	250.190	Not Ok	3	250
144	B9B	LT 5	Tumpuan	155.4928	383.397	Not Ok	2	100
145	B1	LT 6	Lapangan	259.4336	346.569	Not Ok	1	250
146	B1	LT 6	Tumpuan	305.3979	350.338	Not Ok	1	250
147	B1	LT 6	Lapangan	259.4336	352.975	Not Ok	1	250
148	B1	LT 6	Tumpuan	305.3979	368.167	Not Ok	1	250
149	B2A	LT 6	Lapangan	187.3503	439.381	Not Ok	3	250
150	B2A	LT 6	Tumpuan	263.5803	454.330	Not Ok	3	250
151	B2C	LT 6	Tumpuan	152.46	162.351	Not Ok	1	500
152	B2C	LT 6	Tumpuan	152.46	182.120	Not Ok	1	500
153	B2C	LT 6	Tumpuan	152.46	176.968	Not Ok	1	500
154	B2C	LT 6	Lapangan	249.8004	338.971	Not Ok	2	250
155	B2C	LT 6	Tumpuan	152.46	338.089	Not Ok	2	250
156	B2C	LT 6	Tumpuan	152.46	180.189	Not Ok	1	500
157	B2C	LT 6	Tumpuan	152.46	164.512	Not Ok	1	500
158	B2C	LT 6	Lapangan	249.8004	250.932	Not Ok	1	500

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
159	B2C	LT 6	Tumpuan	152.46	250.171	Not Ok	1	250
160	B2C	LT 6	Tumpuan	152.46	167.126	Not Ok	1	500
161	B2C	LT 6	Tumpuan	152.46	171.502	Not Ok	1	500
162	B2C	LT 6	Tumpuan	152.46	165.553	Not Ok	1	500
163	B2C	LT 6	Lapangan	249.8004	276.803	Not Ok	1	250
164	B2C	LT 6	Tumpuan	152.46	284.167	Not Ok	2	250
165	B2C	LT 6	Tumpuan	152.46	154.348	Not Ok	1	500
166	B3B	LT 6	Tumpuan	194.8886	233.502	Not Ok	1	500
167	B4B	LT 6	Lapangan	187.3503	249.371	Not Ok	2	250
168	B4B	LT 6	Tumpuan	263.5803	266.921	Not Ok	1	500
169	B4B	LT 6	Lapangan	187.3503	253.913	Not Ok	2	250
170	B4B	LT 6	Tumpuan	263.5803	318.586	Not Ok	2	250
171	B5B	LT 6	Lapangan	169.9708	441.455	Not Ok	2	100
172	B5B	LT 6	Tumpuan	239.1294	364.280	Not Ok	2	250
173	B5B	LT 6	Lapangan	169.9708	218.273	Not Ok	1	250
174	B5B	LT 6	Lapangan	169.9708	203.921	Not Ok	1	250
175	B5B	LT 6	Lapangan	169.9708	179.324	Not Ok	1	250
176	B5B	LT 6	Lapangan	169.9708	170.712	Not Ok	1	500
177	B5B	LT 6	Lapangan	169.9708	251.638	Not Ok	2	250
178	B5B	LT 6	Tumpuan	239.1294	270.733	Not Ok	1	250
179	B7A	LT 6	Lapangan	122.7856	144.116	Not Ok	1	250
180	B7A	LT 6	Lapangan	122.7856	152.466	Not Ok	1	250
181	B7A	LT 6	Lapangan	122.7856	130.268	Not Ok	1	250
182	B7A	LT 6	Lapangan	122.7856	137.532	Not Ok	1	250
183	B9B	LT 6	Lapangan	107.1242	122.631	Not Ok	1	250
184	B9B	LT 6	Lapangan	107.1242	146.004	Not Ok	2	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
185	B9B	LT 6	Lapangan	107.1242	118.751	Not Ok	1	250
186	B9B	LT 6	Lapangan	107.1242	173.881	Not Ok	2	250
187	B9B	LT 6	Tumpuan	155.4928	179.546	Not Ok	2	250
188	B9B	LT 6	Lapangan	107.1242	250.190	Not Ok	3	250
189	B9B	LT 6	Tumpuan	155.4928	383.056	Not Ok	2	100
190	B1	LT 7	Lapangan	259.4336	344.520	Not Ok	1	250
191	B1	LT 7	Tumpuan	305.3979	342.358	Not Ok	1	250
192	B1	LT 7	Lapangan	259.4336	359.189	Not Ok	1	250
193	B1	LT 7	Tumpuan	305.3979	368.455	Not Ok	1	250
194	B2A	LT 7	Lapangan	187.3503	446.468	Not Ok	3	250
195	B2A	LT 7	Tumpuan	263.5803	454.881	Not Ok	3	250
196	B2C	LT 7	Tumpuan	152.46	165.104	Not Ok	1	500
197	B2C	LT 7	Tumpuan	152.46	187.397	Not Ok	1	500
198	B2C	LT 7	Tumpuan	152.46	180.265	Not Ok	1	500
199	B2C	LT 7	Lapangan	249.8004	336.087	Not Ok	2	250
200	B2C	LT 7	Tumpuan	152.46	324.852	Not Ok	2	250
201	B2C	LT 7	Tumpuan	152.46	184.091	Not Ok	1	500
202	B2C	LT 7	Tumpuan	152.46	155.863	Not Ok	1	500
203	B2C	LT 7	Tumpuan	152.46	242.146	Not Ok	1	250
204	B2C	LT 7	Tumpuan	152.46	167.967	Not Ok	1	500
205	B2C	LT 7	Tumpuan	152.46	172.093	Not Ok	1	500
206	B2C	LT 7	Tumpuan	152.46	169.979	Not Ok	1	500
207	B2C	LT 7	Lapangan	249.8004	282.166	Not Ok	1	250
208	B2C	LT 7	Tumpuan	152.46	279.571	Not Ok	2	250
209	B2C	LT 7	Tumpuan	152.46	157.603	Not Ok	1	500
210	B3B	LT 7	Tumpuan	194.8886	235.002	Not Ok	1	500

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
211	B4B	LT 7	Lapangan	187.3503	258.672	Not Ok	2	250
212	B4B	LT 7	Tumpuan	263.5803	272.683	Not Ok	1	250
213	B4B	LT 7	Lapangan	187.3503	267.214	Not Ok	2	250
214	B4B	LT 7	Tumpuan	263.5803	328.842	Not Ok	2	250
215	B5B	LT 7	Lapangan	169.9708	426.247	Not Ok	2	100
216	B5B	LT 7	Tumpuan	239.1294	362.284	Not Ok	2	250
217	B5B	LT 7	Lapangan	169.9708	228.218	Not Ok	2	250
218	B5B	LT 7	Tumpuan	239.1294	240.505	Not Ok	1	500
219	B5B	LT 7	Lapangan	169.9708	215.628	Not Ok	1	250
220	B5B	LT 7	Lapangan	169.9708	187.225	Not Ok	1	250
221	B5B	LT 7	Lapangan	169.9708	178.987	Not Ok	1	250
222	B5B	LT 7	Lapangan	169.9708	173.244	Not Ok	1	500
223	B5B	LT 7	Lapangan	169.9708	262.871	Not Ok	2	250
224	B5B	LT 7	Tumpuan	239.1294	277.731	Not Ok	1	250
225	B7A	LT 7	Lapangan	122.7856	149.030	Not Ok	1	250
226	B7A	LT 7	Lapangan	122.7856	155.773	Not Ok	1	250
227	B7A	LT 7	Lapangan	122.7856	132.722	Not Ok	1	250
228	B7A	LT 7	Lapangan	122.7856	142.915	Not Ok	1	250
229	B9B	LT 7	Lapangan	107.1242	132.418	Not Ok	1	250
230	B9B	LT 7	Lapangan	107.1242	147.089	Not Ok	2	250
231	B9B	LT 7	Lapangan	107.1242	123.788	Not Ok	1	250
232	B9B	LT 7	Lapangan	107.1242	176.041	Not Ok	2	250
233	B9B	LT 7	Tumpuan	155.4928	179.627	Not Ok	2	250
234	B9B	LT 7	Lapangan	107.1242	251.836	Not Ok	3	250
235	B9B	LT 7	Tumpuan	155.4928	380.045	Not Ok	2	100
236	B1	LT 8	Lapangan	259.4336	338.293	Not Ok	1	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
237	B1	LT 8	Tumpuan	305.3979	335.154	Not Ok	1	500
238	B1	LT 8	Lapangan	259.4336	359.477	Not Ok	1	250
239	B1	LT 8	Tumpuan	305.3979	365.713	Not Ok	1	250
240	B2A	LT 8	Lapangan	187.3503	447.019	Not Ok	3	250
241	B2A	LT 8	Tumpuan	263.5803	449.558	Not Ok	3	250
242	B2C	LT 8	Tumpuan	152.46	166.964	Not Ok	1	500
243	B2C	LT 8	Tumpuan	152.46	191.501	Not Ok	1	500
244	B2C	LT 8	Tumpuan	152.46	181.580	Not Ok	1	500
245	B2C	LT 8	Lapangan	249.8004	322.851	Not Ok	1	250
246	B2C	LT 8	Tumpuan	152.46	309.558	Not Ok	2	250
247	B2C	LT 8	Tumpuan	152.46	185.973	Not Ok	1	500
248	B2C	LT 8	Tumpuan	152.46	230.706	Not Ok	1	250
249	B2C	LT 8	Tumpuan	152.46	168.366	Not Ok	1	500
250	B2C	LT 8	Tumpuan	152.46	172.236	Not Ok	1	500
251	B2C	LT 8	Tumpuan	152.46	172.977	Not Ok	1	500
252	B2C	LT 8	Lapangan	249.8004	277.570	Not Ok	1	250
253	B2C	LT 8	Tumpuan	152.46	272.817	Not Ok	2	250
254	B2C	LT 8	Tumpuan	152.46	158.975	Not Ok	1	500
255	B3B	LT 8	Tumpuan	194.8886	234.928	Not Ok	1	500
256	B4B	LT 8	Lapangan	187.3503	264.434	Not Ok	2	250
257	B4B	LT 8	Tumpuan	263.5803	276.348	Not Ok	1	250
258	B4B	LT 8	Lapangan	187.3503	276.960	Not Ok	2	250
259	B4B	LT 8	Tumpuan	263.5803	335.496	Not Ok	2	250
260	B5B	LT 8	Lapangan	169.9708	408.274	Not Ok	3	250
261	B5B	LT 8	Tumpuan	239.1294	357.728	Not Ok	2	250
262	B5B	LT 8	Lapangan	169.9708	235.311	Not Ok	2	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
263	B5B	LT 8	Tumpuan	239.1294	244.477	Not Ok	1	500
264	B5B	LT 8	Lapangan	169.9708	225.299	Not Ok	1	250
265	B5B	LT 8	Tumpuan	239.1294	245.635	Not Ok	1	500
266	B5B	LT 8	Lapangan	169.9708	193.706	Not Ok	1	250
267	B5B	LT 8	Lapangan	169.9708	185.597	Not Ok	1	250
268	B5B	LT 8	Lapangan	169.9708	178.403	Not Ok	1	250
269	B5B	LT 8	Lapangan	169.9708	269.869	Not Ok	2	250
270	B5B	LT 8	Tumpuan	239.1294	283.045	Not Ok	2	250
271	B5B	LT 8	Tumpuan	239.1294	242.096	Not Ok	1	500
272	B7A	LT 8	Lapangan	122.7856	152.117	Not Ok	1	250
273	B7A	LT 8	Lapangan	122.7856	157.169	Not Ok	1	250
274	B7A	LT 8	Lapangan	122.7856	134.296	Not Ok	1	250
275	B7A	LT 8	Lapangan	122.7856	146.286	Not Ok	1	250
276	B9B	LT 8	Lapangan	107.1242	139.164	Not Ok	1	250
277	B9B	LT 8	Lapangan	107.1242	146.146	Not Ok	2	250
278	B9B	LT 8	Lapangan	107.1242	126.676	Not Ok	1	250
279	B9B	LT 8	Lapangan	107.1242	176.122	Not Ok	2	250
280	B9B	LT 8	Tumpuan	155.4928	178.600	Not Ok	2	250
281	B9B	LT 8	Lapangan	107.1242	250.401	Not Ok	3	250
282	B9B	LT 8	Tumpuan	155.4928	376.163	Not Ok	2	100
283	B1	LT 9	Lapangan	259.4336	331.727	Not Ok	1	250
284	B1	LT 9	Tumpuan	305.3979	327.910	Not Ok	1	500
285	B1	LT 9	Lapangan	259.4336	356.735	Not Ok	1	250
286	B1	LT 9	Tumpuan	305.3979	359.463	Not Ok	1	250
287	B2A	LT 9	Lapangan	187.3503	441.696	Not Ok	3	250
288	B2A	LT 9	Tumpuan	263.5803	342.666	Not Ok	2	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
289	B2C	LT 9	Tumpuan	152.46	168.184	Not Ok	1	500
290	B2C	LT 9	Tumpuan	152.46	194.713	Not Ok	1	500
291	B2C	LT 9	Lapangan	249.8004	307.271	Not Ok	1	250
292	B2C	LT 9	Tumpuan	152.46	296.273	Not Ok	2	250
293	B2C	LT 9	Tumpuan	152.46	249.193	Not Ok	1	250
294	B2C	LT 9	Tumpuan	152.46	168.161	Not Ok	1	500
295	B2C	LT 9	Tumpuan	152.46	172.394	Not Ok	1	500
296	B2C	LT 9	Tumpuan	152.46	175.173	Not Ok	1	500
297	B2C	LT 9	Lapangan	249.8004	270.815	Not Ok	1	250
298	B2C	LT 9	Tumpuan	152.46	265.323	Not Ok	2	250
299	B2C	LT 9	Tumpuan	152.46	159.942	Not Ok	1	500
300	B3B	LT 9	Tumpuan	194.8886	233.373	Not Ok	1	500
301	B4B	LT 9	Lapangan	187.3503	268.100	Not Ok	2	250
302	B4B	LT 9	Tumpuan	263.5803	279.995	Not Ok	1	250
303	B4B	LT 9	Lapangan	187.3503	283.199	Not Ok	2	250
304	B4B	LT 9	Tumpuan	263.5803	268.632	Not Ok	1	500
305	B5B	LT 9	Lapangan	169.9708	391.383	Not Ok	3	250
306	B5B	LT 9	Tumpuan	239.1294	348.501	Not Ok	2	250
307	B5B	LT 9	Lapangan	169.9708	239.701	Not Ok	2	250
308	B5B	LT 9	Tumpuan	239.1294	246.329	Not Ok	1	500
309	B5B	LT 9	Lapangan	169.9708	233.583	Not Ok	2	250
310	B5B	LT 9	Tumpuan	239.1294	249.078	Not Ok	1	250
311	B5B	LT 9	Lapangan	169.9708	199.012	Not Ok	1	250
312	B5B	LT 9	Lapangan	169.9708	191.108	Not Ok	1	250
313	B5B	LT 9	Lapangan	169.9708	181.627	Not Ok	1	250
314	B5B	LT 9	Lapangan	169.9708	275.184	Not Ok	2	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
315	B5B	LT 9	Tumpuan	239.1294	283.910	Not Ok	2	250
316	B5B	LT 9	Tumpuan	239.1294	245.698	Not Ok	1	500
317	B7A	LT 9	Lapangan	122.7856	154.364	Not Ok	1	250
318	B7A	LT 9	Lapangan	122.7856	157.857	Not Ok	1	250
319	B7A	LT 9	Lapangan	122.7856	134.375	Not Ok	1	250
320	B7A	LT 9	Lapangan	122.7856	148.856	Not Ok	1	250
321	B9B	LT 9	Lapangan	107.1242	144.009	Not Ok	2	250
322	B9B	LT 9	Lapangan	107.1242	144.209	Not Ok	2	250
323	B9B	LT 9	Lapangan	107.1242	128.263	Not Ok	1	250
324	B9B	LT 9	Lapangan	107.1242	175.095	Not Ok	2	250
325	B9B	LT 9	Tumpuan	155.4928	177.149	Not Ok	2	250
326	B9B	LT 9	Lapangan	107.1242	246.992	Not Ok	3	250
327	B9B	LT 9	Tumpuan	155.4928	375.060	Not Ok	2	100
328	B1	LT 10	Lapangan	259.4336	324.482	Not Ok	1	250
329	B1	LT 10	Tumpuan	305.3979	395.112	Not Ok	2	250
330	B1	LT 10	Lapangan	259.4336	350.485	Not Ok	1	250
331	B1	LT 10	Tumpuan	305.3979	361.339	Not Ok	1	250
332	B2C	LT 10	Tumpuan	152.46	168.792	Not Ok	1	500
333	B2C	LT 10	Tumpuan	152.46	195.036	Not Ok	1	500
334	B2C	LT 10	Tumpuan	152.46	186.272	Not Ok	1	500
335	B2C	LT 10	Lapangan	249.8004	293.986	Not Ok	1	250
336	B2C	LT 10	Tumpuan	152.46	283.867	Not Ok	2	250
337	B2C	LT 10	Tumpuan	152.46	190.761	Not Ok	1	500
338	B2C	LT 10	Tumpuan	152.46	214.321	Not Ok	1	250
339	B2C	LT 10	Tumpuan	152.46	170.580	Not Ok	1	500
340	B2C	LT 10	Tumpuan	152.46	174.388	Not Ok	1	500

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
341	B2C	LT 10	Tumpuan	152.46	176.631	Not Ok	1	500
342	B2C	LT 10	Lapangan	249.8004	263.321	Not Ok	1	250
343	B2C	LT 10	Tumpuan	152.46	257.253	Not Ok	1	250
344	B2C	LT 10	Tumpuan	152.46	160.317	Not Ok	1	500
345	B3B	LT 10	Tumpuan	194.8886	231.511	Not Ok	1	500
346	B4A	LT 10	Lapangan	187.3503	336.091	Not Ok	2	250
347	B4A	LT 10	Tumpuan	263.5803	337.304	Not Ok	2	250
348	B4B	LT 10	Lapangan	187.3503	271.746	Not Ok	2	250
349	B4B	LT 10	Tumpuan	263.5803	281.403	Not Ok	1	250
350	B4B	LT 10	Lapangan	187.3503	221.433	Not Ok	1	250
351	B4B	LT 10	Tumpuan	263.5803	265.536	Not Ok	1	500
352	B5B	LT 10	Lapangan	169.9708	374.683	Not Ok	3	250
353	B5B	LT 10	Tumpuan	239.1294	345.715	Not Ok	2	250
354	B5B	LT 10	Lapangan	169.9708	242.179	Not Ok	2	250
355	B5B	LT 10	Tumpuan	239.1294	250.983	Not Ok	1	250
356	B5B	LT 10	Lapangan	169.9708	237.026	Not Ok	2	250
357	B5B	LT 10	Lapangan	169.9708	204.377	Not Ok	1	250
358	B5B	LT 10	Lapangan	169.9708	188.179	Not Ok	1	250
359	B5B	LT 10	Lapangan	169.9708	185.876	Not Ok	1	250
360	B5B	LT 10	Lapangan	169.9708	276.048	Not Ok	2	250
361	B5B	LT 10	Tumpuan	239.1294	248.957	Not Ok	1	250
362	B7A	LT 10	Lapangan	122.7856	155.839	Not Ok	1	250
363	B7A	LT 10	Lapangan	122.7856	157.902	Not Ok	1	250
364	B7A	LT 10	Lapangan	122.7856	134.059	Not Ok	1	250
365	B7A	LT 10	Lapangan	122.7856	150.903	Not Ok	1	250
366	B9B	LT 10	Lapangan	107.1242	147.061	Not Ok	2	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
367	B9B	LT 10	Tumpuan	155.4928	157.073	Not Ok	1	500
368	B9B	LT 10	Lapangan	107.1242	142.236	Not Ok	2	250
369	B9B	LT 10	Lapangan	107.1242	129.212	Not Ok	1	250
370	B9B	LT 10	Lapangan	107.1242	173.644	Not Ok	2	250
371	B9B	LT 10	Tumpuan	155.4928	174.916	Not Ok	1	250
372	B9B	LT 10	Lapangan	107.1242	242.628	Not Ok	3	250
373	B9B	LT 10	Tumpuan	155.4928	369.249	Not Ok	2	100
374	B1	LT 11	Lapangan	259.4336	390.622	Not Ok	2	250
375	B1	LT 11	Tumpuan	305.3979	381.894	Not Ok	1	250
376	B1	LT 11	Lapangan	259.4336	352.361	Not Ok	1	250
377	B1	LT 11	Tumpuan	305.3979	344.484	Not Ok	1	250
378	B2C	LT 11	Tumpuan	152.46	169.156	Not Ok	1	500
379	B2C	LT 11	Tumpuan	152.46	202.078	Not Ok	1	500
380	B2C	LT 11	Tumpuan	152.46	188.107	Not Ok	1	500
381	B2C	LT 11	Lapangan	249.8004	281.580	Not Ok	1	250
382	B2C	LT 11	Tumpuan	152.46	268.503	Not Ok	2	250
383	B2C	LT 11	Tumpuan	152.46	193.240	Not Ok	1	500
384	B2C	LT 11	Tumpuan	152.46	153.062	Not Ok	1	500
385	B2C	LT 11	Tumpuan	152.46	205.963	Not Ok	1	500
386	B2C	LT 11	Tumpuan	152.46	169.188	Not Ok	1	500
387	B2C	LT 11	Tumpuan	152.46	172.874	Not Ok	1	500
388	B2C	LT 11	Tumpuan	152.46	178.049	Not Ok	1	500
389	B2C	LT 11	Lapangan	249.8004	255.251	Not Ok	1	500
390	B2C	LT 11	Tumpuan	152.46	251.444	Not Ok	1	250
391	B2C	LT 11	Tumpuan	152.46	160.647	Not Ok	1	500
392	B3B	LT 11	Tumpuan	194.8886	227.421	Not Ok	1	500

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
393	B4A	LT 11	Lapangan	187.3503	330.729	Not Ok	2	250
394	B4A	LT 11	Tumpuan	263.5803	326.103	Not Ok	2	250
395	B4B	LT 11	Lapangan	187.3503	273.154	Not Ok	2	250
396	B4B	LT 11	Tumpuan	263.5803	277.747	Not Ok	1	250
397	B4B	LT 11	Lapangan	187.3503	218.460	Not Ok	1	250
398	B4B	LT 11	Tumpuan	263.5803	266.070	Not Ok	1	500
399	B5B	LT 11	Lapangan	169.9708	362.819	Not Ok	3	250
400	B5B	LT 11	Tumpuan	239.1294	337.250	Not Ok	2	250
401	B5B	LT 11	Lapangan	169.9708	246.093	Not Ok	2	250
402	B5B	LT 11	Tumpuan	239.1294	248.742	Not Ok	1	250
403	B5B	LT 11	Lapangan	169.9708	226.522	Not Ok	1	250
404	B5B	LT 11	Tumpuan	239.1294	242.045	Not Ok	1	500
405	B5B	LT 11	Lapangan	169.9708	188.261	Not Ok	1	250
406	B5B	LT 11	Lapangan	169.9708	185.746	Not Ok	1	250
407	B5B	LT 11	Lapangan	169.9708	189.466	Not Ok	1	250
408	B5B	LT 11	Lapangan	169.9708	182.439	Not Ok	1	250
409	B5B	LT 11	Tumpuan	239.1294	251.200	Not Ok	1	250
410	B9B	LT 11	Lapangan	107.1242	148.776	Not Ok	2	250
411	B9B	LT 11	Tumpuan	155.4928	157.296	Not Ok	1	500
412	B9B	LT 11	Lapangan	107.1242	138.582	Not Ok	1	250
413	B9B	LT 11	Lapangan	107.1242	128.957	Not Ok	1	250
414	B9B	LT 11	Lapangan	107.1242	171.411	Not Ok	2	250
415	B9B	LT 11	Tumpuan	155.4928	171.951	Not Ok	1	250
416	B9B	LT 11	Lapangan	107.1242	237.133	Not Ok	3	250
417	B9B	LT 11	Tumpuan	155.4928	362.595	Not Ok	2	100
418	B1	LT 12	Lapangan	259.4336	377.405	Not Ok	2	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
419	B1	LT 12	Tumpuan	305.3979	365.788	Not Ok	1	250
420	B1	LT 12	Lapangan	259.4336	335.506	Not Ok	1	250
421	B1	LT 12	Tumpuan	305.3979	331.969	Not Ok	1	500
422	B2C	LT 12	Tumpuan	152.46	168.585	Not Ok	1	500
423	B2C	LT 12	Tumpuan	152.46	200.114	Not Ok	1	500
424	B2C	LT 12	Tumpuan	152.46	185.592	Not Ok	1	500
425	B2C	LT 12	Lapangan	249.8004	266.216	Not Ok	1	250
426	B2C	LT 12	Tumpuan	152.46	254.283	Not Ok	1	250
427	B2C	LT 12	Tumpuan	152.46	190.997	Not Ok	1	500
428	B2C	LT 12	Tumpuan	152.46	195.889	Not Ok	1	500
429	B2C	LT 12	Tumpuan	152.46	167.732	Not Ok	1	500
430	B2C	LT 12	Tumpuan	152.46	171.197	Not Ok	1	500
431	B2C	LT 12	Tumpuan	152.46	176.695	Not Ok	1	500
432	B2C	LT 12	Tumpuan	152.46	235.217	Not Ok	1	250
433	B2C	LT 12	Tumpuan	152.46	158.755	Not Ok	1	500
434	B3B	LT 12	Tumpuan	194.8886	205.426	Not Ok	1	500
435	B4A	LT 12	Lapangan	187.3503	320.362	Not Ok	2	250
436	B4A	LT 12	Tumpuan	263.5803	312.571	Not Ok	2	250
437	B4B	LT 12	Lapangan	187.3503	269.499	Not Ok	2	250
438	B4B	LT 12	Tumpuan	263.5803	272.678	Not Ok	1	250
439	B4B	LT 12	Lapangan	187.3503	218.839	Not Ok	1	250
440	B4B	LT 12	Tumpuan	263.5803	265.354	Not Ok	1	500
441	B5B	LT 12	Lapangan	169.9708	345.449	Not Ok	3	250
442	B5B	LT 12	Tumpuan	239.1294	328.413	Not Ok	2	250
443	B5B	LT 12	Lapangan	169.9708	243.854	Not Ok	2	250
444	B5B	LT 12	Tumpuan	239.1294	243.791	Not Ok	1	500

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
445	B5B	LT 12	Lapangan	169.9708	229.994	Not Ok	2	250
446	B5B	LT 12	Tumpuan	239.1294	245.522	Not Ok	1	500
447	B5B	LT 12	Lapangan	169.9708	190.199	Not Ok	1	250
448	B5B	LT 12	Lapangan	169.9708	187.562	Not Ok	1	250
449	B5B	LT 12	Lapangan	169.9708	187.686	Not Ok	1	250
450	B5B	LT 12	Lapangan	169.9708	179.784	Not Ok	1	250
451	B5B	LT 12	Tumpuan	239.1294	252.962	Not Ok	1	250
452	B9B	LT 12	Lapangan	107.1242	148.999	Not Ok	2	250
453	B9B	LT 12	Tumpuan	155.4928	157.563	Not Ok	1	500
454	B9B	LT 12	Lapangan	107.1242	135.387	Not Ok	1	250
455	B9B	LT 12	Lapangan	107.1242	127.566	Not Ok	1	250
456	B9B	LT 12	Lapangan	107.1242	168.446	Not Ok	2	250
457	B9B	LT 12	Tumpuan	155.4928	168.431	Not Ok	1	250
458	B9B	LT 12	Lapangan	107.1242	230.232	Not Ok	3	250
459	B9B	LT 12	Tumpuan	155.4928	355.802	Not Ok	2	100
460	B1	LT 14	Lapangan	259.4336	361.299	Not Ok	2	250
461	B1	LT 14	Tumpuan	305.3979	350.094	Not Ok	1	250
462	B1	LT 14	Lapangan	259.4336	322.991	Not Ok	1	250
463	B1	LT 14	Tumpuan	305.3979	318.000	Not Ok	1	500
464	B2C	LT 14	Tumpuan	152.46	196.199	Not Ok	1	500
465	B2C	LT 14	Tumpuan	152.46	183.281	Not Ok	1	500
466	B2C	LT 14	Lapangan	249.8004	251.996	Not Ok	1	500
467	B2C	LT 14	Tumpuan	152.46	241.597	Not Ok	1	250
468	B2C	LT 14	Tumpuan	152.46	188.608	Not Ok	1	500
469	B2C	LT 14	Tumpuan	152.46	187.511	Not Ok	1	500
470	B2C	LT 14	Tumpuan	152.46	166.466	Not Ok	1	500

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
471	B2C	LT 14	Tumpuan	152.46	169.607	Not Ok	1	500
472	B3B	LT 14	Tumpuan	194.8886	225.381	Not Ok	1	500
473	B4A	LT 14	Lapangan	187.3503	308.541	Not Ok	2	250
474	B4A	LT 14	Tumpuan	263.5803	300.801	Not Ok	1	250
475	B4B	LT 14	Lapangan	187.3503	264.430	Not Ok	2	250
476	B4B	LT 14	Tumpuan	263.5803	270.200	Not Ok	1	500
477	B4B	LT 14	Lapangan	187.3503	217.997	Not Ok	1	250
478	B4B	LT 14	Tumpuan	263.5803	264.549	Not Ok	1	500
479	B5B	LT 14	Lapangan	169.9708	327.811	Not Ok	3	250
480	B5B	LT 14	Tumpuan	239.1294	319.113	Not Ok	2	250
481	B5B	LT 14	Lapangan	169.9708	239.404	Not Ok	2	250
482	B5B	LT 14	Lapangan	169.9708	233.470	Not Ok	2	250
483	B5B	LT 14	Tumpuan	239.1294	248.998	Not Ok	1	250
484	B5B	LT 14	Lapangan	169.9708	191.789	Not Ok	1	250
485	B5B	LT 14	Lapangan	169.9708	189.075	Not Ok	1	250
486	B5B	LT 14	Lapangan	169.9708	185.715	Not Ok	1	250
487	B5B	LT 14	Lapangan	169.9708	178.572	Not Ok	1	250
488	B5B	LT 14	Tumpuan	239.1294	256.318	Not Ok	1	250
489	B9B	LT 14	Lapangan	107.1242	149.266	Not Ok	2	250
490	B9B	LT 14	Tumpuan	155.4928	157.900	Not Ok	1	250
491	B9B	LT 14	Lapangan	107.1242	131.474	Not Ok	1	250
492	B9B	LT 14	Lapangan	107.1242	125.631	Not Ok	1	250
493	B9B	LT 14	Lapangan	107.1242	164.925	Not Ok	2	250
494	B9B	LT 14	Tumpuan	155.4928	164.599	Not Ok	1	250
495	B9B	LT 14	Lapangan	107.1242	222.320	Not Ok	3	250
496	B9B	LT 14	Tumpuan	155.4928	348.823	Not Ok	2	100

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
497	B1	LT 15	Lapangan	259.4336	345.605	Not Ok	1	250
498	B1	LT 15	Tumpuan	305.3979	334.199	Not Ok	1	500
499	B1	LT 15	Lapangan	259.4336	309.022	Not Ok	1	250
500	B2C	LT 15	Tumpuan	152.46	167.639	Not Ok	1	500
501	B2C	LT 15	Tumpuan	152.46	192.195	Not Ok	1	500
502	B2C	LT 15	Tumpuan	152.46	180.629	Not Ok	1	500
503	B2C	LT 15	Tumpuan	152.46	227.895	Not Ok	1	250
504	B2C	LT 15	Tumpuan	152.46	185.888	Not Ok	1	500
505	B2C	LT 15	Tumpuan	152.46	179.298	Not Ok	1	500
506	B2C	LT 15	Tumpuan	152.46	164.888	Not Ok	1	500
507	B2C	LT 15	Tumpuan	152.46	167.740	Not Ok	1	500
508	B2C	LT 15	Tumpuan	152.46	176.524	Not Ok	1	500
509	B2C	LT 15	Tumpuan	152.46	218.813	Not Ok	1	250
510	B2C	LT 15	Tumpuan	152.46	156.987	Not Ok	1	500
511	B3B	LT 15	Tumpuan	194.8886	213.033	Not Ok	1	500
512	B4A	LT 15	Lapangan	187.3503	296.928	Not Ok	2	250
513	B4A	LT 15	Tumpuan	263.5803	288.093	Not Ok	1	250
514	B4B	LT 15	Lapangan	187.3503	261.951	Not Ok	2	250
515	B4B	LT 15	Tumpuan	263.5803	266.332	Not Ok	1	500
516	B4B	LT 15	Lapangan	187.3503	217.093	Not Ok	1	250
517	B5B	LT 15	Lapangan	169.9708	310.936	Not Ok	2	250
518	B5B	LT 15	Tumpuan	239.1294	308.953	Not Ok	2	250
519	B5B	LT 15	Lapangan	169.9708	235.333	Not Ok	2	250
520	B5B	LT 15	Lapangan	169.9708	236.946	Not Ok	2	250
521	B5B	LT 15	Tumpuan	239.1294	251.501	Not Ok	1	250
522	B5B	LT 15	Lapangan	169.9708	193.770	Not Ok	1	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
523	B5B	LT 15	Lapangan	169.9708	191.059	Not Ok	1	250
524	B5B	LT 15	Lapangan	169.9708	185.034	Not Ok	1	250
525	B5B	LT 15	Lapangan	169.9708	176.441	Not Ok	1	500
526	B5B	LT 15	Tumpuan	239.1294	256.625	Not Ok	1	250
527	B9B	LT 15	Lapangan	107.1242	149.603	Not Ok	2	250
528	B9B	LT 15	Tumpuan	155.4928	157.396	Not Ok	1	500
529	B9B	LT 15	Lapangan	107.1242	127.493	Not Ok	1	250
530	B9B	LT 15	Lapangan	107.1242	123.055	Not Ok	1	250
531	B9B	LT 15	Lapangan	107.1242	161.094	Not Ok	2	250
532	B9B	LT 15	Tumpuan	155.4928	160.510	Not Ok	1	250
533	B9B	LT 15	Lapangan	107.1242	214.830	Not Ok	3	250
534	B9B	LT 15	Tumpuan	155.4928	341.562	Not Ok	3	250
535	B1	LT 16	Lapangan	259.4336	329.709	Not Ok	1	250
536	B1	LT 16	Tumpuan	305.3979	318.241	Not Ok	1	500
537	B1	LT 16	Lapangan	259.4336	294.503	Not Ok	1	250
538	B2C	LT 16	Tumpuan	152.46	167.292	Not Ok	1	500
539	B2C	LT 16	Tumpuan	152.46	188.160	Not Ok	1	500
540	B2C	LT 16	Tumpuan	152.46	178.595	Not Ok	1	500
541	B2C	LT 16	Tumpuan	152.46	215.108	Not Ok	1	250
542	B2C	LT 16	Tumpuan	152.46	183.749	Not Ok	1	500
543	B2C	LT 16	Tumpuan	152.46	173.805	Not Ok	1	500
544	B2C	LT 16	Tumpuan	152.46	163.120	Not Ok	1	500
545	B2C	LT 16	Tumpuan	152.46	165.695	Not Ok	1	500
546	B2C	LT 16	Tumpuan	152.46	177.760	Not Ok	1	500
547	B2C	LT 16	Tumpuan	152.46	218.762	Not Ok	1	250
548	B2C	LT 16	Tumpuan	152.46	157.175	Not Ok	1	500

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
549	B3B	LT 16	Tumpuan	194.8886	209.144	Not Ok	1	500
550	B4A	LT 16	Lapangan	187.3503	284.220	Not Ok	2	250
551	B4A	LT 16	Tumpuan	263.5803	274.908	Not Ok	1	250
552	B4B	LT 16	Lapangan	187.3503	258.083	Not Ok	2	250
553	B4B	LT 16	Lapangan	187.3503	215.172	Not Ok	1	250
554	B5B	LT 16	Lapangan	169.9708	297.015	Not Ok	2	250
555	B5B	LT 16	Tumpuan	239.1294	298.284	Not Ok	2	250
556	B5B	LT 16	Lapangan	169.9708	229.969	Not Ok	2	250
557	B5B	LT 16	Lapangan	169.9708	239.449	Not Ok	2	250
558	B5B	LT 16	Tumpuan	239.1294	253.424	Not Ok	1	250
559	B5B	LT 16	Lapangan	169.9708	195.017	Not Ok	1	250
560	B5B	LT 16	Lapangan	169.9708	192.135	Not Ok	1	250
561	B5B	LT 16	Lapangan	169.9708	183.352	Not Ok	1	250
562	B5B	LT 16	Lapangan	169.9708	173.536	Not Ok	1	500
563	B5B	LT 16	Tumpuan	239.1294	257.544	Not Ok	1	250
564	B9B	LT 16	Lapangan	107.1242	149.099	Not Ok	2	250
565	B9B	LT 16	Tumpuan	155.4928	156.370	Not Ok	1	500
566	B9B	LT 16	Lapangan	107.1242	123.298	Not Ok	1	250
567	B9B	LT 16	Lapangan	107.1242	119.960	Not Ok	1	250
568	B9B	LT 16	Lapangan	107.1242	157.005	Not Ok	2	250
569	B9B	LT 16	Tumpuan	155.4928	156.388	Not Ok	1	500
570	B9B	LT 16	Lapangan	107.1242	207.254	Not Ok	3	250
571	B9B	LT 16	Tumpuan	155.4928	334.072	Not Ok	3	250
572	B1	LT 17	Lapangan	259.4336	313.751	Not Ok	1	250
573	B1	LT 17	Lapangan	259.4336	279.775	Not Ok	1	250
574	B2C	LT 17	Tumpuan	152.46	166.198	Not Ok	1	500

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
575	B2C	LT 17	Tumpuan	152.46	184.583	Not Ok	1	500
576	B2C	LT 17	Tumpuan	152.46	173.500	Not Ok	1	500
577	B2C	LT 17	Tumpuan	152.46	204.735	Not Ok	1	500
578	B2C	LT 17	Tumpuan	152.46	178.412	Not Ok	1	500
579	B2C	LT 17	Tumpuan	152.46	160.442	Not Ok	1	500
580	B2C	LT 17	Tumpuan	152.46	161.377	Not Ok	1	500
581	B2C	LT 17	Tumpuan	152.46	163.667	Not Ok	1	500
582	B2C	LT 17	Tumpuan	152.46	176.575	Not Ok	1	500
583	B2C	LT 17	Tumpuan	152.46	209.182	Not Ok	1	500
584	B2C	LT 17	Tumpuan	152.46	155.427	Not Ok	1	500
585	B3B	LT 17	Tumpuan	194.8886	204.255	Not Ok	1	500
586	B4A	LT 17	Lapangan	187.3503	271.035	Not Ok	2	250
587	B4B	LT 17	Lapangan	187.3503	253.659	Not Ok	2	250
588	B4B	LT 17	Lapangan	187.3503	212.590	Not Ok	1	250
589	B5B	LT 17	Lapangan	169.9708	286.346	Not Ok	2	250
590	B5B	LT 17	Tumpuan	239.1294	288.217	Not Ok	2	250
591	B5B	LT 17	Lapangan	169.9708	223.919	Not Ok	1	250
592	B5B	LT 17	Lapangan	169.9708	241.372	Not Ok	2	250
593	B5B	LT 17	Tumpuan	239.1294	255.028	Not Ok	1	250
594	B5B	LT 17	Lapangan	169.9708	195.930	Not Ok	1	250
595	B5B	LT 17	Lapangan	169.9708	192.815	Not Ok	1	250
596	B5B	LT 17	Lapangan	169.9708	181.213	Not Ok	1	250
597	B5B	LT 17	Lapangan	169.9708	170.061	Not Ok	1	500
598	B5B	LT 17	Tumpuan	239.1294	258.002	Not Ok	1	250
599	B9B	LT 17	Lapangan	107.1242	148.073	Not Ok	2	250
600	B9B	LT 17	Lapangan	107.1242	119.187	Not Ok	1	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
601	B9B	LT 17	Lapangan	107.1242	116.544	Not Ok	1	250
602	B9B	LT 17	Lapangan	107.1242	152.883	Not Ok	2	250
603	B9B	LT 17	Lapangan	107.1242	199.604	Not Ok	2	250
604	B9B	LT 17	Tumpuan	155.4928	327.086	Not Ok	3	250
605	B1	LT 18	Lapangan	259.4336	298.787	Not Ok	1	250
606	B1	LT 18	Lapangan	259.4336	265.873	Not Ok	1	500
607	B2C	LT 18	Tumpuan	152.46	165.031	Not Ok	1	500
608	B2C	LT 18	Tumpuan	152.46	180.600	Not Ok	1	500
609	B2C	LT 18	Tumpuan	152.46	192.667	Not Ok	1	500
610	B2C	LT 18	Tumpuan	152.46	159.272	Not Ok	1	500
611	B2C	LT 18	Tumpuan	152.46	161.818	Not Ok	1	500
612	B2C	LT 18	Tumpuan	152.46	175.234	Not Ok	1	500
613	B2C	LT 18	Tumpuan	152.46	200.397	Not Ok	1	500
614	B2C	LT 18	Tumpuan	152.46	153.595	Not Ok	1	500
615	B3B	LT 18	Tumpuan	194.8886	199.449	Not Ok	1	500
616	B4A	LT 18	Lapangan	187.3503	258.387	Not Ok	2	250
617	B4B	LT 18	Lapangan	187.3503	249.226	Not Ok	2	250
618	B4B	LT 18	Lapangan	187.3503	209.697	Not Ok	1	250
619	B5B	LT 18	Lapangan	169.9708	276.279	Not Ok	2	250
620	B5B	LT 18	Tumpuan	239.1294	272.542	Not Ok	1	250
621	B5B	LT 18	Lapangan	169.9708	217.511	Not Ok	1	250
622	B5B	LT 18	Lapangan	169.9708	242.976	Not Ok	2	250
623	B5B	LT 18	Tumpuan	239.1294	256.074	Not Ok	1	250
624	B5B	LT 18	Lapangan	169.9708	196.489	Not Ok	1	250
625	B5B	LT 18	Lapangan	169.9708	193.225	Not Ok	1	250
626	B5B	LT 18	Lapangan	169.9708	178.933	Not Ok	1	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
627	B5B	LT 18	Tumpuan	239.1294	257.959	Not Ok	1	250
628	B9B	LT 18	Lapangan	107.1242	146.845	Not Ok	2	250
629	B9B	LT 18	Lapangan	107.1242	115.565	Not Ok	1	250
630	B9B	LT 18	Lapangan	107.1242	113.246	Not Ok	1	250
631	B9B	LT 18	Lapangan	107.1242	149.118	Not Ok	2	250
632	B9B	LT 18	Lapangan	107.1242	192.317	Not Ok	2	250
633	B9B	LT 18	Tumpuan	155.4928	323.460	Not Ok	3	250
634	B1	LT 19	Lapangan	259.4336	284.284	Not Ok	1	250
635	B2C	LT 19	Tumpuan	152.46	163.572	Not Ok	1	500
636	B2C	LT 19	Tumpuan	152.46	176.737	Not Ok	1	500
637	B2C	LT 19	Tumpuan	152.46	167.573	Not Ok	1	500
638	B2C	LT 19	Tumpuan	152.46	181.022	Not Ok	1	500
639	B2C	LT 19	Tumpuan	152.46	172.139	Not Ok	1	500
640	B2C	LT 19	Tumpuan	152.46	157.205	Not Ok	1	500
641	B2C	LT 19	Tumpuan	152.46	159.033	Not Ok	1	500
642	B2C	LT 19	Tumpuan	152.46	173.784	Not Ok	1	500
643	B2C	LT 19	Tumpuan	152.46	191.569	Not Ok	1	500
644	B4A	LT 19	Lapangan	187.3503	245.272	Not Ok	1	250
645	B4B	LT 19	Lapangan	187.3503	244.428	Not Ok	1	250
646	B4B	LT 19	Lapangan	187.3503	206.049	Not Ok	1	250
647	B5B	LT 19	Lapangan	169.9708	260.604	Not Ok	2	250
648	B5B	LT 19	Tumpuan	239.1294	265.793	Not Ok	1	250
649	B5B	LT 19	Lapangan	169.9708	211.242	Not Ok	1	250
650	B5B	LT 19	Lapangan	169.9708	244.022	Not Ok	2	250
651	B5B	LT 19	Tumpuan	239.1294	256.337	Not Ok	1	250
652	B5B	LT 19	Lapangan	169.9708	197.907	Not Ok	1	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
653	B5B	LT 19	Lapangan	169.9708	193.290	Not Ok	1	250
654	B5B	LT 19	Lapangan	169.9708	176.291	Not Ok	1	500
655	B5B	LT 19	Tumpuan	239.1294	257.354	Not Ok	1	250
656	B9B	LT 19	Lapangan	107.1242	145.043	Not Ok	2	250
657	B9B	LT 19	Lapangan	107.1242	112.359	Not Ok	1	250
658	B9B	LT 19	Lapangan	107.1242	109.945	Not Ok	1	500
659	B9B	LT 19	Lapangan	107.1242	145.794	Not Ok	2	250
660	B9B	LT 19	Lapangan	107.1242	185.561	Not Ok	2	250
661	B9B	LT 19	Tumpuan	155.4928	310.760	Not Ok	3	250
662	B1	LT 20	Lapangan	259.4336	268.992	Not Ok	1	500
663	B2C	LT 20	Tumpuan	152.46	161.979	Not Ok	1	500
664	B2C	LT 20	Tumpuan	152.46	173.635	Not Ok	1	500
665	B2C	LT 20	Tumpuan	152.46	167.214	Not Ok	1	500
666	B2C	LT 20	Tumpuan	152.46	173.076	Not Ok	1	500
667	B2C	LT 20	Tumpuan	152.46	171.672	Not Ok	1	500
668	B2C	LT 20	Tumpuan	152.46	154.722	Not Ok	1	500
669	B2C	LT 20	Tumpuan	152.46	156.636	Not Ok	1	500
670	B2C	LT 20	Tumpuan	152.46	172.443	Not Ok	1	500
671	B2C	LT 20	Tumpuan	152.46	185.433	Not Ok	1	500
672	B4A	LT 20	Lapangan	187.3503	231.052	Not Ok	1	250
673	B4B	LT 20	Lapangan	187.3503	238.013	Not Ok	1	250
674	B4B	LT 20	Lapangan	187.3503	201.599	Not Ok	1	250
675	B5B	LT 20	Lapangan	169.9708	253.855	Not Ok	2	250
676	B5B	LT 20	Tumpuan	239.1294	253.457	Not Ok	1	250
677	B5B	LT 20	Lapangan	169.9708	202.809	Not Ok	1	250
678	B5B	LT 20	Lapangan	169.9708	244.285	Not Ok	2	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
679	B5B	LT 20	Tumpuan	239.1294	256.108	Not Ok	1	250
680	B5B	LT 20	Lapangan	169.9708	196.546	Not Ok	1	250
681	B5B	LT 20	Lapangan	169.9708	192.832	Not Ok	1	250
682	B5B	LT 20	Lapangan	169.9708	172.651	Not Ok	1	500
683	B5B	LT 20	Tumpuan	239.1294	256.124	Not Ok	1	250
684	B9B	LT 20	Lapangan	107.1242	142.642	Not Ok	2	250
685	B9B	LT 20	Lapangan	107.1242	108.128	Not Ok	1	500
686	B9B	LT 20	Lapangan	107.1242	140.698	Not Ok	2	250
687	B9B	LT 20	Lapangan	107.1242	177.460	Not Ok	2	250
688	B9B	LT 20	Tumpuan	155.4928	213.241	Not Ok	2	250
689	B2C	LT 21	Tumpuan	152.46	160.220	Not Ok	1	500
690	B2C	LT 21	Tumpuan	152.46	170.138	Not Ok	1	500
691	B2C	LT 21	Tumpuan	152.46	163.667	Not Ok	1	500
692	B2C	LT 21	Tumpuan	152.46	165.019	Not Ok	1	500
693	B2C	LT 21	Tumpuan	152.46	167.920	Not Ok	1	500
694	B2C	LT 21	Tumpuan	152.46	154.049	Not Ok	1	500
695	B2C	LT 21	Tumpuan	152.46	170.744	Not Ok	1	500
696	B2C	LT 21	Tumpuan	152.46	178.788	Not Ok	1	500
697	B4B	LT 21	Lapangan	187.3503	231.442	Not Ok	1	250
698	B4B	LT 21	Lapangan	187.3503	196.409	Not Ok	1	250
699	B4B	LT 21	Lapangan	187.3503	216.361	Not Ok	1	250
700	B5B	LT 21	Lapangan	169.9708	241.519	Not Ok	2	250
701	B5B	LT 21	Tumpuan	239.1294	241.404	Not Ok	1	500
702	B5B	LT 21	Lapangan	169.9708	194.565	Not Ok	1	250
703	B5B	LT 21	Lapangan	169.9708	244.056	Not Ok	2	250
704	B5B	LT 21	Tumpuan	239.1294	255.448	Not Ok	1	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
705	B5B	LT 21	Lapangan	169.9708	196.016	Not Ok	1	250
706	B5B	LT 21	Lapangan	169.9708	192.343	Not Ok	1	250
707	B5B	LT 21	Tumpuan	239.1294	255.032	Not Ok	1	250
708	B9B	LT 21	Tumpuan	155.4928	206.452	Not Ok	2	250
709	B2C	LT 22	Tumpuan	152.46	158.256	Not Ok	1	500
710	B2C	LT 22	Tumpuan	152.46	166.550	Not Ok	1	500
711	B2C	LT 22	Tumpuan	152.46	160.756	Not Ok	1	500
712	B2C	LT 22	Tumpuan	152.46	156.837	Not Ok	1	500
713	B2C	LT 22	Tumpuan	152.46	164.819	Not Ok	1	500
714	B2C	LT 22	Tumpuan	152.46	168.784	Not Ok	1	500
715	B2C	LT 22	Tumpuan	152.46	171.804	Not Ok	1	500
716	B4B	LT 22	Lapangan	187.3503	224.504	Not Ok	1	250
717	B4B	LT 22	Lapangan	187.3503	190.883	Not Ok	1	500
718	B4B	LT 22	Lapangan	187.3503	202.264	Not Ok	1	250
719	B5B	LT 22	Lapangan	169.9708	229.466	Not Ok	2	250
720	B5B	LT 22	Lapangan	169.9708	185.921	Not Ok	1	250
721	B5B	LT 22	Lapangan	169.9708	243.396	Not Ok	2	250
722	B5B	LT 22	Tumpuan	239.1294	254.279	Not Ok	1	250
723	B5B	LT 22	Lapangan	169.9708	195.055	Not Ok	1	250
724	B5B	LT 22	Lapangan	169.9708	191.196	Not Ok	1	250
725	B5B	LT 22	Tumpuan	239.1294	253.713	Not Ok	1	250
726	B9B	LT 22	Tumpuan	155.4928	200.812	Not Ok	2	250
727	B2C	LT 23	Tumpuan	152.46	156.131	Not Ok	1	500
728	B2C	LT 23	Tumpuan	152.46	162.815	Not Ok	1	500
729	B2C	LT 23	Tumpuan	152.46	157.716	Not Ok	1	500
730	B2C	LT 23	Tumpuan	152.46	161.575	Not Ok	1	500

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
731	B2C	LT 23	Tumpuan	152.46	166.565	Not Ok	1	500
732	B2C	LT 23	Tumpuan	152.46	164.233	Not Ok	1	500
733	B4B	LT 23	Lapangan	187.3503	216.906	Not Ok	1	250
734	B4B	LT 23	Lapangan	187.3503	187.921	Not Ok	1	500
735	B5B	LT 23	Lapangan	169.9708	216.919	Not Ok	1	250
736	B5B	LT 23	Lapangan	169.9708	176.738	Not Ok	1	500
737	B5B	LT 23	Lapangan	169.9708	242.227	Not Ok	2	250
738	B5B	LT 23	Tumpuan	239.1294	252.691	Not Ok	1	250
739	B5B	LT 23	Lapangan	169.9708	193.727	Not Ok	1	250
740	B5B	LT 23	Lapangan	169.9708	189.670	Not Ok	1	250
741	B5B	LT 23	Tumpuan	239.1294	252.341	Not Ok	1	250
742	B9B	LT 23	Tumpuan	155.4928	194.379	Not Ok	2	250
743	B2C	LT 24	Tumpuan	152.46	153.884	Not Ok	1	500
744	B2C	LT 24	Tumpuan	152.46	158.956	Not Ok	1	500
745	B2C	LT 24	Tumpuan	152.46	154.778	Not Ok	1	500
746	B2C	LT 24	Tumpuan	152.46	158.425	Not Ok	1	500
747	B2C	LT 24	Tumpuan	152.46	164.187	Not Ok	1	500
748	B2C	LT 24	Tumpuan	152.46	156.190	Not Ok	1	500
749	B4B	LT 24	Lapangan	187.3503	208.881	Not Ok	1	250
750	B5B	LT 24	Lapangan	169.9708	204.035	Not Ok	1	250
751	B5B	LT 24	Lapangan	169.9708	240.639	Not Ok	2	250
752	B5B	LT 24	Tumpuan	239.1294	250.786	Not Ok	1	250
753	B5B	LT 24	Lapangan	169.9708	192.074	Not Ok	1	250
754	B5B	LT 24	Lapangan	169.9708	187.821	Not Ok	1	250
755	B5B	LT 24	Tumpuan	239.1294	251.141	Not Ok	1	250
756	B9B	LT 24	Tumpuan	155.4928	187.776	Not Ok	2	250

No	Jenis Balok			ϕV_n	V_u Etabs	Kontrol	PASANG CFRP	
				kN	kN	$\phi V_n > V_u$ Etabs	Lapis	Spasi (mm)
757	B2C	LT 25	Tumpuan	152.46	155.117	Not Ok	1	500
758	B2C	LT 25	Tumpuan	152.46	155.369	Not Ok	1	500
759	B2C	LT 25	Tumpuan	152.46	161.746	Not Ok	1	500
760	B4B	LT 25	Lapangan	187.3503	200.671	Not Ok	1	250
761	B5B	LT 25	Lapangan	169.9708	190.841	Not Ok	1	250
762	B5B	LT 25	Lapangan	169.9708	238.734	Not Ok	2	250
763	B5B	LT 25	Tumpuan	239.1294	248.643	Not Ok	1	250
764	B5B	LT 25	Lapangan	169.9708	190.183	Not Ok	1	250
765	B5B	LT 25	Lapangan	169.9708	185.769	Not Ok	1	250
766	B5B	LT 25	Tumpuan	239.1294	249.417	Not Ok	1	250
767	B9B	LT 25	Tumpuan	155.4928	180.656	Not Ok	2	250
768	B2C	LT 26	Tumpuan	152.46	152.811	Not Ok	1	500
769	B2C	LT 26	Tumpuan	152.46	159.721	Not Ok	1	500
770	B4B	LT 26	Lapangan	187.3503	191.925	Not Ok	1	500
771	B5B	LT 26	Lapangan	169.9708	177.632	Not Ok	1	250
772	B5B	LT 26	Lapangan	169.9708	236.591	Not Ok	2	250
773	B5B	LT 26	Tumpuan	239.1294	246.691	Not Ok	1	500
774	B5B	LT 26	Lapangan	169.9708	188.126	Not Ok	1	250
775	B5B	LT 26	Lapangan	169.9708	183.490	Not Ok	1	250
776	B5B	LT 26	Tumpuan	239.1294	250.831	Not Ok	1	250
777	B9B	LT 26	Tumpuan	155.4928	176.582	Not Ok	1	250
778	B5B	ATAP	Lapangan	169.9708	200.313	Not Ok	1	250

Rekapitulasi Momen Balok

No	Jenis Balok			Mn	Mu	Kontrol	CFRP	
				KN-m	KN-m	$\phi M_n > \mu E_t a b s$	Lapis	Pasang
1	GF	B1	Tumpuan	321.93	365.80	Not Ok	1	1
2	GF	B4B	Lapangan	273.71	311.31	Not Ok	1	1
3	GF	B4B	Tumpuan	337.82	503.75	Not Ok	1	3
4	GF	B9B	Tumpuan	112.07	132.15	Not Ok	1	1
5	GF	B9B	Tumpuan	112.07	113.20	Not Ok	1	1
6	GF	B9B	Tumpuan	112.07	116.33	Not Ok	1	1
7	GF	B9B	Tumpuan	112.07	152.67	Not Ok	1	1
8	GF	B9B	Tumpuan	112.07	204.23	Not Ok	1	2
9	GF	B9B	Lapangan	82.56	91.82	Not Ok	1	1
10	LT UG	B1	Tumpuan	321.93	420.04	Not Ok	1	2
11	LT UG	B1	Tumpuan	321.93	324.75	Not Ok	1	1
12	LT UG	B4B	Tumpuan	337.82	492.76	Not Ok	1	3
13	LT UG	B4B	Lapangan	273.71	385.51	Not Ok	1	2
14	LT UG	B4B	Tumpuan	337.82	696.90	Not Ok	2	6
15	LT UG	B5B	Tumpuan	246.36	272.34	Not Ok	1	1
16	LT UG	B9B	Tumpuan	112.07	135.86	Not Ok	1	1
17	LT UG	B9B	Tumpuan	112.07	170.21	Not Ok	1	1
18	LT UG	B9B	Lapangan	82.56	67.98	Not Ok	1	1
19	LT UG	B9B	Tumpuan	112.07	139.52	Not Ok	1	1
20	LT UG	B9B	Lapangan	82.56	57.69	Not Ok	1	1
21	LT UG	B9B	Tumpuan	112.07	162.09	Not Ok	1	1
22	LT UG	B9B	Lapangan	82.56	63.76	Not Ok	1	1
23	LT UG	B9B	Tumpuan	112.07	202.79	Not Ok	1	2
24	LT UG	B9B	Lapangan	82.56	72.52	Not Ok	1	1
25	LT UG	B9B	Tumpuan	112.07	249.26	Not Ok	1	4

No	Jenis Balok			Mn	Mu	Kontrol	CFRP	
				KN-m	KN-m	$\phi M_n > M_u$ Etabs	Lapis	Pasang
26	LT UG	B9B	Lapangan	82.56	23.04	Not Ok	1	1
27	LT UG	BT	Lapangan	62.50	10.13	Not Ok	1	1
28	LT UG	BT	Lapangan	62.50	3.73	Not Ok	1	1
29	LT UG	BT	Lapangan	62.50	4.80	Not Ok	1	1
30	LT UG	BT	Lapangan	62.50	5.95	Not Ok	1	1
31	LT UG	BT	Lapangan	62.50	5.70	Not Ok	1	1
32	LT 3	B1	Tumpuan	321.93	447.04	Not Ok	1	2
33	LT 3	B1	Tumpuan	321.93	324.75	Not Ok	1	1
34	LT 3	B1	Tumpuan	321.93	354.97	Not Ok	1	1
35	LT 3	B4B	Lapangan	273.71	291.82	Not Ok	1	1
36	LT 3	B4B	Tumpuan	337.82	553.70	Not Ok	2	3
37	LT 3	B4B	Lapangan	273.71	416.94	Not Ok	1	2
38	LT 3	B4B	Tumpuan	358.59	765.54	Not Ok	3	6
39	LT 3	B5B	Tumpuan	246.36	248.38	Not Ok	1	1
40	LT 3	B5B	Tumpuan	246.36	314.86	Not Ok	1	1
41	LT 3	B9B	Tumpuan	112.07	148.00	Not Ok	1	1
42	LT 3	B9B	Tumpuan	112.07	179.52	Not Ok	1	1
43	LT 3	B9B	Tumpuan	112.07	147.95	Not Ok	1	1
44	LT 3	B9B	Tumpuan	112.07	176.45	Not Ok	1	1
45	LT 3	B9B	Tumpuan	112.07	215.84	Not Ok	1	3
46	LT 3	B9B	Tumpuan	112.07	265.04	Not Ok	2	3
47	LT 5	B1	Tumpuan	321.93	458.36	Not Ok	1	3
48	LT 5	B1	Tumpuan	321.93	343.51	Not Ok	1	1
49	LT 5	B1	Tumpuan	321.93	378.32	Not Ok	1	1
50	LT 5	B4B	Lapangan	273.71	316.06	Not Ok	1	1
51	LT 5	B4B	Tumpuan	337.82	597.61	Not Ok	2	4

No	Jenis Balok			Mn	Mu	Kontrol	CFRP	
				KN-m	KN-m	$\phi M_n > \mu E_t$	Lapis	Pasang
52	LT 5	B4B	Lapangan	273.71	437.88	Not Ok	1	3
53	LT 5	B4B	Tumpuan	337.82	698.44	Not Ok	3	5
54	LT 5	B5B	Tumpuan	246.36	270.57	Not Ok	1	1
55	LT 5	B5B	Tumpuan	246.36	251.15	Not Ok	1	1
56	LT 5	B5B	Tumpuan	246.36	252.06	Not Ok	1	1
57	LT 5	B5B	Tumpuan	246.36	340.87	Not Ok	1	2
58	LT 5	B5B	Tumpuan	246.36	251.21	Not Ok	1	1
59	LT 5	B9B	Tumpuan	112.07	156.50	Not Ok	1	1
60	LT 5	B9B	Tumpuan	112.07	184.57	Not Ok	1	2
61	LT 5	B9B	Tumpuan	112.07	153.30	Not Ok	1	1
62	LT 5	B9B	Tumpuan	112.07	186.54	Not Ok	1	2
63	LT 5	B9B	Tumpuan	112.07	223.28	Not Ok	1	3
64	LT 5	B9B	Lapangan	82.56	86.67	Not Ok	1	1
65	LT 5	B9B	Tumpuan	112.07	270.90	Not Ok	2	3
66	LT 6	B1	Tumpuan	321.93	466.13	Not Ok	1	3
67	LT 6	B1	Tumpuan	321.93	353.08	Not Ok	1	1
68	LT 6	B1	Tumpuan	321.93	395.54	Not Ok	1	1
69	LT 6	B4B	Lapangan	273.71	316.06	Not Ok	1	1
70	LT 6	B4B	Tumpuan	337.82	625.81	Not Ok	2	4
71	LT 6	B4B	Lapangan	273.71	437.88	Not Ok	1	3
72	LT 6	B4B	Tumpuan	337.82	713.23	Not Ok	3	5
73	LT 6	B5B	Tumpuan	246.36	283.76	Not Ok	1	1
74	LT 6	B5B	Tumpuan	246.36	264.19	Not Ok	1	1
75	LT 6	B5B	Tumpuan	246.36	247.19	Not Ok	1	1
76	LT 6	B5B	Tumpuan	246.36	272.07	Not Ok	1	1
77	LT 6	B5B	Tumpuan	246.36	359.51	Not Ok	1	2

No	Jenis Balok			Mn	Mu	Kontrol	CFRP	
				KN-m	KN-m	$\phi M_n > M_u$ Etabs	Lapis	Pasang
78	LT 6	B5B	Tumpuan	246.36	260.00	Not Ok	1	1
79	LT 6	B9B	Tumpuan	112.07	162.93	Not Ok	1	1
80	LT 6	B9B	Tumpuan	112.07	185.96	Not Ok	1	2
81	LT 6	B9B	Tumpuan	112.07	155.43	Not Ok	1	1
82	LT 6	B9B	Tumpuan	112.07	192.45	Not Ok	1	2
83	LT 6	B9B	Tumpuan	112.07	226.20	Not Ok	1	3
84	LT 6	B9B	Lapangan	82.56	86.67	Not Ok	1	1
85	LT 6	B9B	Tumpuan	112.07	272.52	Not Ok	2	3
86	LT 7	B1	Tumpuan	321.93	464.16	Not Ok	1	3
87	LT 7	B1	Tumpuan	321.93	356.70	Not Ok	1	1
88	LT 7	B1	Tumpuan	321.93	403.30	Not Ok	1	1
89	LT 7	B4B	Lapangan	273.71	333.02	Not Ok	1	1
90	LT 7	B4B	Tumpuan	337.82	644.27	Not Ok	2	5
91	LT 7	B4B	Lapangan	273.71	448.94	Not Ok	1	3
92	LT 7	B4B	Tumpuan	337.82	688.79	Not Ok	3	4
93	LT 7	B5B	Tumpuan	246.36	291.33	Not Ok	1	1
94	LT 7	B5B	Tumpuan	246.36	273.29	Not Ok	1	1
95	LT 7	B5B	Tumpuan	246.36	255.96	Not Ok	1	1
96	LT 7	B5B	Tumpuan	246.36	288.12	Not Ok	1	1
97	LT 7	B5B	Tumpuan	246.36	371.08	Not Ok	1	2
98	LT 7	B5B	Tumpuan	246.36	265.98	Not Ok	1	1
99	LT 7	B7A	Tumpuan	105.88	107.28	Not Ok	1	1
100	LT 7	B7A	Lapangan	105.89	113.68	Not Ok	1	1
101	LT 7	B9B	Tumpuan	112.07	166.41	Not Ok	1	1
102	LT 7	B9B	Tumpuan	112.07	184.68	Not Ok	1	2
103	LT 7	B9B	Tumpuan	112.07	155.57	Not Ok	1	1

No	Jenis Balok			Mn	Mu	Kontrol	CFRP	
				KN-m	KN-m	$\phi M_n > M_u$ Etabs	Lapis	Pasang
104	LT 7	B9B	Tumpuan	112.07	195.72	Not Ok	1	2
105	LT 7	B9B	Tumpuan	112.07	226.37	Not Ok	1	3
106	LT 7	B9B	Lapangan	82.56	91.28	Not Ok	1	1
107	LT 7	B9B	Tumpuan	112.07	270.84	Not Ok	2	3
108	LT 8	B1	Tumpuan	321.93	455.94	Not Ok	1	3
109	LT 8	B1	Tumpuan	321.93	356.94	Not Ok	1	1
110	LT 8	B1	Tumpuan	321.93	405.81	Not Ok	1	1
111	LT 8	B4B	Lapangan	273.71	345.57	Not Ok	1	1
112	LT 8	B4B	Tumpuan	337.82	654.35	Not Ok	2	5
113	LT 8	B4B	Lapangan	273.71	458.41	Not Ok	1	4
114	LT 8	B4B	Tumpuan	337.82	721.83	Not Ok	3	5
115	LT 8	B5B	Tumpuan	246.36	295.28	Not Ok	1	1
116	LT 8	B5B	Tumpuan	246.36	279.42	Not Ok	1	1
117	LT 8	B5B	Tumpuan	246.36	261.63	Not Ok	1	1
118	LT 8	B5B	Tumpuan	246.36	298.00	Not Ok	1	1
119	LT 8	B5B	Tumpuan	246.36	380.89	Not Ok	1	3
120	LT 8	B5B	Tumpuan	246.36	269.64	Not Ok	1	1
121	LT 8	B7A	Tumpuan	105.88	110.56	Not Ok	1	1
122	LT 8	B7A	Lapangan	105.89	121.40	Not Ok	1	1
123	LT 8	B9B	Tumpuan	112.07	168.08	Not Ok	1	1
124	LT 8	B9B	Tumpuan	112.07	182.05	Not Ok	1	1
125	LT 8	B9B	Lapangan	82.56	82.87	Not Ok	1	1
126	LT 8	B9B	Tumpuan	112.07	154.35	Not Ok	1	1
127	LT 8	B9B	Tumpuan	112.07	197.54	Not Ok	1	2
128	LT 8	B9B	Tumpuan	112.07	225.02	Not Ok	1	3
129	LT 8	B9B	Lapangan	82.56	93.75	Not Ok	1	1

No	Jenis Balok			Mn	Mu	Kontrol	CFRP	
				KN-m	KN-m	$\phi M_n > \mu E_t$	Lapis	Pasang
130	LT 8	B9B	Tumpuan	112.07	266.97	Not Ok	2	3
131	LT 9	B1	Tumpuan	321.93	446.79	Not Ok	1	2
132	LT 9	B1	Tumpuan	321.93	355.12	Not Ok	1	1
133	LT 9	B1	Tumpuan	321.93	401.65	Not Ok	1	1
134	LT 9	B4B	Lapangan	273.71	352.48	Not Ok	1	1
135	LT 9	B4B	Tumpuan	337.82	501.61	Not Ok	1	3
136	LT 9	B4B	Lapangan	273.71	461.71	Not Ok	1	4
137	LT 9	B4B	Tumpuan	337.82	632.29	Not Ok	2	5
138	LT 9	B5B	Tumpuan	246.36	296.65	Not Ok	1	1
139	LT 9	B5B	Tumpuan	246.36	284.02	Not Ok	1	1
140	LT 9	B5B	Tumpuan	246.36	248.61	Not Ok	1	1
141	LT 9	B5B	Tumpuan	246.36	267.62	Not Ok	1	1
142	LT 9	B5B	Tumpuan	246.36	317.23	Not Ok	1	1
143	LT 9	B5B	Tumpuan	246.36	268.90	Not Ok	1	1
144	LT 9	B5B	Tumpuan	246.36	380.04	Not Ok	1	3
145	LT 9	B5B	Tumpuan	246.36	271.04	Not Ok	1	1
146	LT 9	B7A	Tumpuan	105.88	112.77	Not Ok	1	1
147	LT 9	B7A	Lapangan	105.89	128.72	Not Ok	1	1
148	LT 9	B7A	Lapangan	105.89	109.39	Not Ok	1	1
149	LT 9	B9B	Tumpuan	112.07	168.16	Not Ok	1	1
150	LT 9	B9B	Tumpuan	112.07	179.41	Not Ok	1	1
151	LT 9	B9B	Lapangan	82.56	83.82	Not Ok	1	1
152	LT 9	B9B	Tumpuan	112.07	152.23	Not Ok	1	1
153	LT 9	B9B	Tumpuan	112.07	198.70	Not Ok	1	2
154	LT 9	B9B	Tumpuan	112.07	223.13	Not Ok	1	3
155	LT 9	B9B	Lapangan	82.56	94.73	Not Ok	1	1

No	Jenis Balok			Mn	Mu	Kontrol	CFRP	
				KN-m	KN-m	$\phi M_n > \mu E_t$	Lapis	Pasang
156	LT 9	B9B	Tumpuan	112.07	261.94	Not Ok	2	3
157	LT 10	B1	Tumpuan	321.93	520.08	Not Ok	2	3
158	LT 10	B1	Tumpuan	321.93	354.07	Not Ok	1	1
159	LT 10	B1	Tumpuan	321.93	410.52	Not Ok	1	1
160	LT 10	B4B	Lapangan	273.71	276.08	Not Ok	1	1
161	LT 10	B4B	Tumpuan	337.82	500.39	Not Ok	1	3
162	LT 10	B4B	Lapangan	273.71	364.08	Not Ok	1	1
163	LT 10	B4B	Tumpuan	337.82	626.40	Not Ok	2	4
164	LT 10	B5B	Tumpuan	246.36	295.20	Not Ok	1	1
165	LT 10	B5B	Tumpuan	246.36	286.97	Not Ok	1	1
166	LT 10	B5B	Tumpuan	246.36	278.77	Not Ok	1	1
167	LT 10	B5B	Tumpuan	246.36	272.88	Not Ok	1	1
168	LT 10	B7A	Lapangan	105.89	133.37	Not Ok	1	1
169	LT 10	B7A	Lapangan	105.89	109.86	Not Ok	1	1
170	LT 10	B9B	Tumpuan	112.07	167.22	Not Ok	1	1
171	LT 10	B9B	Tumpuan	112.07	174.70	Not Ok	1	1
172	LT 10	B9B	Lapangan	82.56	84.37	Not Ok	1	1
173	LT 10	B9B	Tumpuan	112.07	149.58	Not Ok	1	1
174	LT 10	B9B	Tumpuan	112.07	198.46	Not Ok	1	2
175	LT 10	B9B	Tumpuan	112.07	220.17	Not Ok	1	3
176	LT 10	B9B	Lapangan	82.56	94.74	Not Ok	1	1
177	LT 10	B9B	Tumpuan	112.07	255.73	Not Ok	2	3
178	LT 11	B1	Tumpuan	321.93	503.05	Not Ok	1	4
179	LT 11	B1	Tumpuan	321.93	345.61	Not Ok	1	1
180	LT 11	B1	Tumpuan	321.93	393.57	Not Ok	1	1
181	LT 11	B4B	Lapangan	273.71	279.42	Not Ok	1	1

No	Jenis Balok			Mn	Mu	Kontrol	CFRP	
				KN-m	KN-m	$\phi M_n > M_u$ Etabs	Lapis	Pasang
182	LT 11	B4B	Tumpuan	337.82	496.71	Not Ok	1	3
183	LT 11	B4B	Lapangan	273.71	375.78	Not Ok	1	2
184	LT 11	B4B	Tumpuan	337.82	608.25	Not Ok	2	4
185	LT 11	B5B	Tumpuan	246.36	291.46	Not Ok	1	1
186	LT 11	B5B	Tumpuan	246.36	283.77	Not Ok	1	1
187	LT 11	B5B	Tumpuan	246.36	273.89	Not Ok	1	1
188	LT 11	B5B	Tumpuan	246.36	274.62	Not Ok	1	1
189	LT 11	B9B	Tumpuan	112.07	164.81	Not Ok	1	1
190	LT 11	B9B	Tumpuan	112.07	170.45	Not Ok	1	1
191	LT 11	B9B	Lapangan	82.56	85.40	Not Ok	1	1
192	LT 11	B9B	Tumpuan	112.07	144.40	Not Ok	1	1
193	LT 11	B9B	Tumpuan	112.07	196.82	Not Ok	1	2
194	LT 11	B9B	Tumpuan	112.07	216.23	Not Ok	1	3
195	LT 11	B9B	Lapangan	82.56	93.88	Not Ok	1	1
196	LT 11	B9B	Tumpuan	112.07	248.25	Not Ok	1	4
197	LT 12	B1	Tumpuan	321.93	481.71	Not Ok	1	4
198	LT 12	B1	Tumpuan	321.93	333.55	Not Ok	1	1
199	LT 12	B1	Tumpuan	321.93	384.46	Not Ok	1	1
200	LT 12	B4B	Lapangan	273.71	279.08	Not Ok	1	1
201	LT 12	B4B	Tumpuan	337.82	488.74	Not Ok	1	3
202	LT 12	B4B	Lapangan	273.71	367.15	Not Ok	1	1
203	LT 12	B4B	Tumpuan	337.82	585.61	Not Ok	2	3
204	LT 12	B5B	Tumpuan	246.36	286.40	Not Ok	1	1
205	LT 12	B5B	Tumpuan	246.36	279.61	Not Ok	1	1
206	LT 12	B5B	Tumpuan	246.36	269.58	Not Ok	1	1
207	LT 12	B5B	Tumpuan	246.36	274.88	Not Ok	1	1

No	Jenis Balok			Mn	Mu	Kontrol	CFRP	
				KN-m	KN-m	$\phi M_n > \mu E_t$	Lapis	Pasang
208	LT 12	B9B	Tumpuan	112.07	161.26	Not Ok	1	1
209	LT 12	B9B	Tumpuan	112.07	165.22	Not Ok	1	1
210	LT 12	B9B	Lapangan	82.56	86.22	Not Ok	1	1
211	LT 12	B9B	Tumpuan	112.07	139.36	Not Ok	1	1
212	LT 12	B9B	Tumpuan	112.07	194.42	Not Ok	1	2
213	LT 12	B9B	Tumpuan	112.07	211.53	Not Ok	1	3
214	LT 12	B9B	Lapangan	82.56	91.78	Not Ok	1	1
215	LT 12	B9B	Tumpuan	112.07	239.85	Not Ok	1	4
216	LT 14	B1	Tumpuan	321.93	463.06	Not Ok	1	3
217	LT 14	B1	Tumpuan	321.93	371.63	Not Ok	1	1
218	LT 14	B4B	Lapangan	273.71	276.74	Not Ok	1	1
219	LT 14	B4B	Tumpuan	337.82	479.89	Not Ok	1	2
220	LT 14	B4B	Lapangan	273.71	358.75	Not Ok	1	1
221	LT 14	B4B	Tumpuan	337.82	565.14	Not Ok	2	3
222	LT 14	B5B	Tumpuan	246.36	280.01	Not Ok	1	1
223	LT 14	B5B	Tumpuan	246.36	277.33	Not Ok	1	1
224	LT 14	B5B	Tumpuan	246.36	267.17	Not Ok	1	1
225	LT 14	B5B	Tumpuan	246.36	275.02	Not Ok	1	1
226	LT 14	B9B	Tumpuan	112.07	157.77	Not Ok	1	1
227	LT 14	B9B	Tumpuan	112.07	159.84	Not Ok	1	1
228	LT 14	B9B	Lapangan	82.56	85.48	Not Ok	1	1
229	LT 14	B9B	Tumpuan	112.07	134.08	Not Ok	1	1
230	LT 14	B9B	Tumpuan	112.07	191.22	Not Ok	1	2
231	LT 14	B9B	Tumpuan	112.07	206.39	Not Ok	1	2
232	LT 14	B9B	Lapangan	82.56	89.34	Not Ok	1	1
233	LT 14	B9B	Tumpuan	112.07	231.65	Not Ok	1	3

No	Jenis Balok			Mn	Mu	Kontrol	CFRP	
				KN-m	KN-m	$\phi M_n > \mu E_t$	Lapis	Pasang
234	LT 15	B1	Tumpuan	321.93	453.19	Not Ok	1	3
235	LT 15	B1	Tumpuan	321.93	357.66	Not Ok	1	1
236	LT 15	B4B	Lapangan	273.71	275.35	Not Ok	1	1
237	LT 15	B4B	Tumpuan	337.82	468.65	Not Ok	1	2
238	LT 15	B4B	Lapangan	273.71	351.99	Not Ok	1	1
239	LT 15	B4B	Tumpuan	337.82	550.98	Not Ok	2	3
240	LT 15	B5B	Tumpuan	246.36	272.39	Not Ok	1	1
241	LT 15	B5B	Tumpuan	246.36	272.99	Not Ok	1	1
242	LT 15	B5B	Tumpuan	246.36	263.00	Not Ok	1	1
243	LT 15	B5B	Tumpuan	246.36	272.44	Not Ok	1	1
244	LT 15	B9B	Tumpuan	112.07	153.79	Not Ok	1	1
245	LT 15	B9B	Tumpuan	112.07	154.23	Not Ok	1	1
246	LT 15	B9B	Lapangan	82.56	84.16	Not Ok	1	1
247	LT 15	B9B	Tumpuan	112.07	128.58	Not Ok	1	1
248	LT 15	B9B	Tumpuan	112.07	187.40	Not Ok	1	2
249	LT 15	B9B	Tumpuan	112.07	200.92	Not Ok	1	2
250	LT 15	B9B	Lapangan	82.56	87.05	Not Ok	1	1
251	LT 15	B9B	Tumpuan	112.07	223.26	Not Ok	1	3
252	LT 16	B1	Tumpuan	321.93	441.36	Not Ok	1	2
253	LT 16	B1	Tumpuan	321.93	342.62	Not Ok	1	1
254	LT 16	B4B	Tumpuan	337.82	455.88	Not Ok	1	2
255	LT 16	B4B	Lapangan	273.71	343.34	Not Ok	1	1
256	LT 16	B4B	Tumpuan	337.82	535.12	Not Ok	1	4
257	LT 16	B5B	Tumpuan	246.36	264.59	Not Ok	1	1
258	LT 16	B5B	Tumpuan	246.36	267.53	Not Ok	1	1
259	LT 16	B5B	Tumpuan	246.36	257.96	Not Ok	1	1

No	Jenis Balok			Mn	Mu	Kontrol	CFRP	
				KN-m	KN-m	$\phi M_n > M_u$ Etabs	Lapis	Pasang
260	LT 16	B5B	Tumpuan	246.36	269.40	Not Ok	1	1
261	LT 16	B9B	Tumpuan	112.07	149.48	Not Ok	1	1
262	LT 16	B9B	Tumpuan	112.07	148.70	Not Ok	1	1
263	LT 16	B9B	Lapangan	82.56	82.63	Not Ok	1	1
264	LT 16	B9B	Tumpuan	112.07	123.10	Not Ok	1	1
265	LT 16	B9B	Tumpuan	112.07	183.15	Not Ok	1	2
266	LT 16	B9B	Tumpuan	112.07	195.38	Not Ok	1	2
267	LT 16	B9B	Lapangan	82.56	84.39	Not Ok	1	1
268	LT 16	B9B	Tumpuan	112.07	215.30	Not Ok	1	3
269	LT 17	B1	Tumpuan	321.93	429.90	Not Ok	1	2
270	LT 17	B1	Tumpuan	321.93	328.33	Not Ok	1	1
271	LT 17	B4B	Tumpuan	337.82	442.64	Not Ok	1	2
272	LT 17	B4B	Lapangan	273.71	333.66	Not Ok	1	1
273	LT 17	B4B	Tumpuan	337.82	520.38	Not Ok	1	4
274	LT 17	B5B	Tumpuan	246.36	257.16	Not Ok	1	1
275	LT 17	B5B	Tumpuan	246.36	262.12	Not Ok	1	1
276	LT 17	B5B	Tumpuan	246.36	252.74	Not Ok	1	1
277	LT 17	B5B	Tumpuan	246.36	266.10	Not Ok	1	1
278	LT 17	B9B	Tumpuan	112.07	145.25	Not Ok	1	1
279	LT 17	B9B	Tumpuan	112.07	143.83	Not Ok	1	1
280	LT 17	B9B	Tumpuan	112.07	118.99	Not Ok	1	1
281	LT 17	B9B	Tumpuan	112.07	179.11	Not Ok	1	1
282	LT 17	B9B	Tumpuan	112.07	190.32	Not Ok	1	2
283	LT 17	B9B	Tumpuan	112.07	207.87	Not Ok	1	2
284	LT 18	B1	Tumpuan	321.93	418.03	Not Ok	1	2
285	LT 18	B4B	Tumpuan	337.82	427.95	Not Ok	1	1

No	Jenis Balok			Mn	Mu	Kontrol	CFRP	
				KN-m	KN-m	$\phi M_n > M_u$ Etabs	Lapis	Pasang
286	LT 18	B4B	Lapangan	273.71	324.81	Not Ok	1	1
287	LT 18	B4B	Tumpuan	337.82	502.06	Not Ok	1	3
288	LT 18	B5B	Tumpuan	246.36	249.05	Not Ok	1	1
289	LT 18	B5B	Tumpuan	246.36	255.43	Not Ok	1	1
290	LT 18	B5B	Tumpuan	246.36	247.00	Not Ok	1	1
291	LT 18	B5B	Tumpuan	246.36	261.99	Not Ok	1	1
292	LT 18	B9B	Tumpuan	112.07	140.67	Not Ok	1	1
293	LT 18	B9B	Tumpuan	112.07	139.53	Not Ok	1	1
294	LT 18	B9B	Tumpuan	112.07	116.23	Not Ok	1	1
295	LT 18	B9B	Tumpuan	112.07	175.12	Not Ok	1	1
296	LT 18	B9B	Tumpuan	112.07	185.86	Not Ok	1	2
297	LT 18	B9B	Tumpuan	112.07	200.85	Not Ok	1	2
298	LT 19	B1	Tumpuan	321.93	404.81	Not Ok	1	1
299	LT 19	B4B	Tumpuan	337.82	410.40	Not Ok	1	1
300	LT 19	B4B	Lapangan	273.71	313.43	Not Ok	1	1
301	LT 19	B4B	Tumpuan	337.82	484.06	Not Ok	1	2
302	LT 19	B5B	Tumpuan	246.36	247.46	Not Ok	1	1
303	LT 19	B5B	Tumpuan	246.36	256.65	Not Ok	1	1
304	LT 19	B9B	Tumpuan	112.07	135.60	Not Ok	1	1
305	LT 19	B9B	Tumpuan	112.07	133.84	Not Ok	1	1
306	LT 19	B9B	Tumpuan	112.07	112.38	Not Ok	1	1
307	LT 19	B9B	Tumpuan	112.07	169.01	Not Ok	1	1
308	LT 19	B9B	Tumpuan	112.07	178.95	Not Ok	1	1
309	LT 19	B9B	Tumpuan	112.07	192.23	Not Ok	1	2
310	LT 20	B1	Tumpuan	321.93	390.16	Not Ok	1	1
311	LT 20	B4B	Tumpuan	337.82	391.24	Not Ok	1	1

No	Jenis Balok			Mn	Mu	Kontrol	CFRP	
				KN-m	KN-m	$\phi M_n > M_u$ Etabs	Lapis	Pasang
312	LT 20	B4B	Lapangan	273.71	302.84	Not Ok	1	1
313	LT 20	B4B	Tumpuan	337.82	462.45	Not Ok	1	2
314	LT 20	B5B	Tumpuan	246.36	251.93	Not Ok	1	1
315	LT 20	B9B	Tumpuan	112.07	112.45	Not Ok	1	1
316	LT 21	B1	Tumpuan	321.93	375.51	Not Ok	1	1
317	LT 21	B4B	Tumpuan	337.82	373.73	Not Ok	1	1
318	LT 21	B4B	Lapangan	273.71	289.72	Not Ok	1	1
319	LT 21	B4B	Tumpuan	337.82	442.22	Not Ok	1	1
320	LT 22	B1	Tumpuan	321.93	359.45	Not Ok	1	1
321	LT 22	B4B	Tumpuan	337.82	356.75	Not Ok	1	1
322	LT 22	B4B	Lapangan	273.71	277.56	Not Ok	1	1
323	LT 22	B4B	Tumpuan	337.82	420.82	Not Ok	1	1
324	LT 23	B1	Tumpuan	321.93	342.17	Not Ok	1	1
325	LT 23	B4B	Tumpuan	337.82	338.77	Not Ok	1	1
326	LT 23	B4B	Tumpuan	337.82	398.74	Not Ok	1	1
327	LT 24	B1	Tumpuan	321.93	323.99	Not Ok	1	1
328	LT 24	B4B	Tumpuan	337.82	376.27	Not Ok	1	1
329	LT 25	B4B	Tumpuan	337.82	352.26	Not Ok	1	1

Rekapitulasi Analisis Kolom

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
GF	K1B	25316.85	7923.35	1871.28	265.17	OK	2347.6	303.77	OK
LT UG	K1B	25316.85	7507.90	2294.76	265.17	OK	1936.9	303.77	OK
LT 3	K1B	25316.85	7149.72	2469.88	265.17	OK	1763.0	303.77	OK
LT 5	K1B 5 - 18	14503.34	6821.42	1226.56	265.17	OK	508.2	303.77	OK
LT 6	K1B 5 - 18	14503.34	6525.14	1172.26	265.17	OK	571.9	303.77	OK
LT7	K1B 5 - 18	14503.34	6213.40	1172.3	265.17	OK	594.1	303.77	OK
LT 8	K1B 5 - 18	14503.34	5895.95	1151.09	265.17	OK	623.4	303.77	OK
LT 9	K1B 5 - 18	14503.34	5574.32	1156.91	265.17	OK	637.4	303.77	OK
LT 10	K1B 5 - 18	14503.34	5248.93	1159.08	265.17	OK	651.6	303.77	OK
LT 11	K1B 5 - 18	14503.34	4920.60	1167.14	265.17	OK	660.1	303.77	OK
LT 12	K1B 5 - 18	14503.34	4589.13	1150.53	265.17	OK	678.8	303.77	OK
LT 14	K1B 5 - 18	14503.34	4258.66	1209.38	265.17	OK	658.2	303.77	OK
LT 15	K1B 5 - 18	14503.34	4212.72	1587.56	265.17	OK	433.6	303.77	OK
LT 16	K1B 5 - 18	14503.34	3878.69	1114.82	265.17	OK	715.1	303.77	OK
LT 17	K1B 5 - 18	14503.34	3541.47	1170.04	265.17	OK	708.5	303.77	OK
LT 18	K1B 5 - 18	14503.34	3204.86	1171.48	265.17	OK	740.1	303.77	OK
LT 19	K1B 19 - 27	12890.26	2869.21	1168.24	265.17	OK	768.5	303.72	OK
LT 20	K1B 19 - 27	12890.26	2537.66	1195.54	265.17	OK	774.7	303.72	OK
LT 21	K1B 19 - 27	12890.26	2207.80	1192.4	265.17	OK	793.6	303.72	OK
LT 22	K1B 19 - 27	12890.26	1880.20	1187.36	265.17	OK	805.9	303.72	OK
LT 23	K1B 19 - 27	12890.26	1555.34	1179.67	265.17	OK	816.4	303.72	OK
LT 24	K1B 19 - 27	12890.26	1233.59	1162.68	265.17	OK	826.5	303.72	OK
LT 25	K1B 19 - 27	12890.26	915.08	1134.56	265.17	OK	840.1	303.72	OK
LT 26	K1B 19 - 27	12890.26	600.06	1136.5	265.17	OK	833.1	303.72	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
ATAP	K1B 19 - 27	12890.26	287.16	1066.01	265.17	OK	859.0	303.72	OK
GF	K1	25316.85	239.00	1995.12	259.87	OK	1898.7	303.77	OK
LT UG	K1	25316.85	255.93	1334.65	275.78	OK	2526.0	303.77	OK
LT 3	K1	25316.85	391.77	1859.69	264.74	OK	2170.5	303.77	OK
LT 5	K1 5 - 7	14503.34	303.17	1066.01	242.34	OK	859.0	303.72	OK
LT 6	K1 5 - 7	14503.34	320.61	1066.01	248.30	OK	859.0	303.72	OK
LT7	K1 5 - 7	14503.34	310.82	1066.01	245.90	OK	859.0	303.72	OK
LT 8	K1 8 - 18	12890.26	277.38	674.45	245.90	OK	442.5	303.67	OK
LT 9	K1 8 - 18	12890.26	269.00	758.72	245.90	OK	475.8	303.67	OK
LT 10	K1 8 - 18	12890.26	248.86	674.45	238.04	OK	442.5	303.67	OK
LT 11	K1 8 - 18	12890.26	351.41	758.72	238.04	OK	475.8	303.67	OK
LT 12	K1 8 - 18	12890.26	343.51	781.43	230.99	OK	523.3	303.67	OK
LT 14	K1 8 - 18	12890.26	333.21	811.18	242.90	OK	554.6	303.90	OK
LT 15	K1 8 - 18	12890.26	320.44	830.36	322.01	OK	580.0	303.90	OK
LT 16	K1 8 - 18	12890.26	303.77	831.55	332.37	OK	604.3	303.81	OK
LT 17	K1 8 - 18	12890.26	291.68	833.98	311.18	OK	620.6	303.81	OK
LT 18	K1 8 - 18	12890.26	288.75	840	321.24	OK	630.0	303.81	OK
LT 19	K1 19 - 27	12058.40	258.85	611.98	326.28	OK	755.2	303.77	OK
LT 20	K1 19 - 27	12058.40	256.94	619.62	354.81	OK	749.9	303.72	OK
LT 21	K1 19 - 27	12058.40	246.09	643.65	354.81	OK	766.3	303.72	OK
LT 22	K1 19 - 27	12058.40	235.82	666.08	301.14	OK	779.3	303.67	OK
LT 23	K1 19 - 27	12058.40	224.91	678.49	301.14	OK	783.1	303.67	OK
LT 24	K1 19 - 27	12058.40	212.74	683.69	281.92	OK	781.9	303.67	OK
LT 25	K1 19 - 27	12058.40	200.45	689.51	265.17	OK	761.0	303.67	OK
LT 26	K1 19 - 27	12058.40	182.19	677.63	259.87	OK	760.9	303.67	OK
ATAP	K1 19 - 27	12058.40	227.88	678.15	275.78	OK	689.6	303.67	OK
GF	K1	25316.85	239.00	678.15	275.78	OK	689.6	303.77	OK
LT UG	K1	25316.85	255.93	678.15	275.78	OK	689.6	303.77	OK
LT 3	K1	25316.85	391.77	678.15	275.78	OK	689.6	303.77	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT 5	K1 5 - 7	14503.34	303.17	678.15	275.78	OK	689.6	303.77	OK
LT 6	K1 5 - 7	14503.34	320.61	678.15	275.78	OK	689.6	303.77	OK
LT7	K1 5 - 7	14503.34	310.82	678.15	275.78	OK	689.6	303.77	OK
LT 8	K1 8 - 18	12890.26	277.38	678.15	275.78	OK	689.6	303.72	OK
LT 9	K1 8 - 18	12890.26	269.00	678.15	275.78	OK	689.6	303.72	OK
LT 10	K1 8 - 18	12890.26	248.86	678.15	275.78	OK	689.6	303.72	OK
LT 11	K1 8 - 18	12890.26	351.41	678.15	275.78	OK	689.6	303.72	OK
LT 12	K1 8 - 18	12890.26	343.51	678.15	275.78	OK	689.6	303.72	OK
LT 14	K1 8 - 18	12890.26	333.21	678.15	275.78	OK	689.6	303.72	OK
LT 15	K1 8 - 18	12890.26	320.44	678.15	275.78	OK	689.6	303.72	OK
LT 16	K1 8 - 18	12890.26	303.77	678.15	275.78	OK	689.6	303.72	OK
LT 17	K1 8 - 18	12890.26	291.68	678.15	275.78	OK	689.6	303.72	OK
LT 18	K1 8 - 18	12890.26	288.75	678.15	275.78	OK	689.6	303.72	OK
LT 19	K1 19 - 27	12058.40	258.85	678.15	275.78	OK	689.6	303.67	OK
LT 20	K1 19 - 27	12058.40	256.94	678.15	275.78	OK	689.6	303.67	OK
LT 21	K1 19 - 27	12058.40	246.09	678.15	275.78	OK	689.6	303.67	OK
LT 22	K1 19 - 27	12058.40	235.82	678.15	275.78	OK	689.6	303.67	OK
LT 23	K1 19 - 27	12058.40	224.91	678.15	275.78	OK	689.6	303.67	OK
LT 24	K1 19 - 27	12058.40	212.74	678.15	275.78	OK	689.6	303.67	OK
LT 25	K1 19 - 27	12058.40	200.45	678.15	275.78	OK	689.6	303.67	OK
LT 26	K1 19 - 27	12058.40	182.19	678.15	275.78	OK	689.6	303.67	OK
ATAP	K1 19 - 27	12058.40	227.88	678.15	275.78	OK	689.6	303.67	OK
GF	K1	25316.85	251.65	1953.43	275.78	OK	2008.3	303.77	OK
LT UG	K1	25316.85	226.69	1351.61	275.78	OK	2574.9	303.77	OK
LT 3	K1	25316.85	409.17	1964.48	275.78	OK	2120.6	303.77	OK
LT 5	K1 5 - 7	14503.34	328.74	390.95	275.78	OK	818.4	303.77	OK
LT 6	K1 5 - 7	14503.34	367.01	459.19	275.78	OK	659.9	303.77	OK
LT7	K1 5 - 7	14503.34	373.73	517.08	275.78	OK	732.7	303.77	OK
LT 8	K1 8 - 18	12890.26	350.20	422	275.78	OK	523.6	303.72	OK
LT 9	K1 8 - 18	12890.26	356.72	478.47	275.78	OK	565.5	303.72	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT 10	K1 8 - 18	12890.26	348.42	531.84	275.78	OK	577.4	303.72	OK
LT 11	K1 8 - 18	12890.26	242.79	417.11	275.78	OK	946.1	303.72	OK
LT 12	K1 8 - 18	12890.26	231.50	445.19	275.78	OK	986.6	303.72	OK
LT 14	K1 8 - 18	12890.26	227.41	473.98	275.78	OK	1010.2	303.72	OK
LT 15	K1 8 - 18	12890.26	218.61	502.75	275.78	OK	1016.2	303.72	OK
LT 16	K1 8 - 18	12890.26	205.63	527.45	275.78	OK	1005.3	303.72	OK
LT 17	K1 8 - 18	12890.26	197.51	539.28	275.78	OK	1010.3	303.72	OK
LT 18	K1 8 - 18	12890.26	194.44	557.34	275.78	OK	992.7	303.72	OK
LT 19	K1 19 - 27	12058.40	173.28	545.59	275.78	OK	888.4	303.67	OK
LT 20	K1 19 - 27	12058.40	170.35	541.6	275.78	OK	903.5	303.67	OK
LT 21	K1 19 - 27	12058.40	161.98	566.13	275.78	OK	902.7	303.67	OK
LT 22	K1 19 - 27	12058.40	153.01	592.13	275.78	OK	910.5	303.67	OK
LT 23	K1 19 - 27	12058.40	143.13	611.69	275.78	OK	901.3	303.67	OK
LT 24	K1 19 - 27	12058.40	132.14	628.77	275.78	OK	883.4	303.67	OK
LT 25	K1 19 - 27	12058.40	118.26	647.97	275.78	OK	841.1	303.67	OK
LT 26	K1 19 - 27	12058.40	110.21	637.65	275.78	OK	845.4	303.67	OK
ATAP	K1 19 - 27	12058.40	107.36	725.61	275.78	OK	546.6	303.67	OK
GF	K1	25316.85	264.39	1654.97	275.78	OK	2830.9	303.77	OK
LT UG	K1A	25316.85	96.05	3142.87	275.78	OK	1364.4	303.77	OK
LT 3	K1A	25316.85	191.89	1908.57	275.78	OK	2647.5	303.77	OK
LT 5	K1 A 5-11	14325.40	68.59	721.37	275.78	OK	1030.5	303.47	OK
LT 6	K1 A 5-11	14325.40	91.35	721.52	275.78	OK	1038.2	303.47	OK
LT7	K1 A 5-11	14325.40	94.56	698.47	275.78	OK	1062.7	303.47	OK
LT 8	K1 A 5-11	14325.40	99.22	676.71	275.78	OK	1095.8	303.47	OK
LT 9	K1 A 5-11	14325.40	103.10	653.89	275.78	OK	1148.8	303.47	OK
LT 10	K1 A 5-11	14325.40	86.56	698.85	275.78	OK	1118.2	303.47	OK
LT 11	K1 A 5-11	14325.40	63.09	659.57	275.78	OK	1181.5	303.47	OK
LT 12	K1A 12 - 18	12890.26	101.91	721.5	275.78	OK	711.9	303.72	OK
LT 14	K1A 12 - 18	12890.26	80.95	788.67	275.78	OK	596.5	303.72	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT 15	K1A 12 - 18	12890.26	86.46	797.86	275.78	OK	607.3	303.72	OK
LT 16	K1A 12 - 18	12890.26	84.66	810.61	275.78	OK	601.7	303.72	OK
LT 17	K1A 12 - 18	12890.26	99.50	826.99	275.78	OK	587.3	303.72	OK
LT 18	K1A 12 - 18	12890.26	34.72	814.84	275.78	OK	631.2	303.72	OK
LT 19	K1A 19 - 27	12058.40	38.55	610.92	275.78	OK	903.1	303.67	OK
LT 20	K1A 19 - 27	12058.40	100.71	821.9	275.78	OK	512.8	303.67	OK
LT 21	K1A 19 - 27	12058.40	88.65	814.42	275.78	OK	531.6	303.67	OK
LT 22	K1A 19 - 27	12058.40	90.41	826.41	275.78	OK	508.2	303.67	OK
LT 23	K1A 19 - 27	12058.40	88.66	827.15	275.78	OK	504.4	303.67	OK
LT 24	K1A 19 - 27	12058.40	86.90	812.68	275.78	OK	509.2	303.67	OK
LT 25	K1A 19 - 27	12058.40	83.93	785.41	275.78	OK	499.3	303.67	OK
LT 26	K1A 19 - 27	12058.40	81.89	746.58	275.78	OK	508.1	303.67	OK
ATAP	K1A 19 - 27	12058.40	103.78	655.55	275.78	OK	687.2	303.67	OK
GF	K1A	25316.85	202.70	1064.95	275.78	OK	945.5	303.77	OK
LT UG	K1A	25316.85	61.57	1212.95	275.78	OK	776.2	303.77	OK
LT 3	K1A	25316.85	156.07	1186.17	275.78	OK	844.5	303.77	OK
LT 5	K1 A 5-11	14325.40	58.23	1035.39	275.78	OK	708.4	303.47	OK
LT 6	K1 A 5-11	14325.40	80.59	1066.31	275.78	OK	683.4	303.47	OK
LT7	K1 A 5-11	14325.40	79.34	1093.67	275.78	OK	659.6	303.47	OK
LT 8	K1 A 5-11	14325.40	81.98	1130.73	275.78	OK	634.1	303.47	OK
LT 9	K1 A 5-11	14325.40	80.05	1179.55	275.78	OK	622.5	303.47	OK
LT 10	K1 A 5-11	14325.40	88.51	1074.3	275.78	OK	744.4	303.47	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT 11	K1 A 5-11	14325.40	66.53	1219.29	275.78	OK	626.9	303.47	OK
LT 12	K1A 12 - 18	12890.26	124.46	795.48	275.78	OK	554.7	303.72	OK
LT 14	K1A 12 - 18	12890.26	90.81	810.03	275.78	OK	560.0	303.72	OK
LT 15	K1A 12 - 18	12890.26	93.68	826.75	275.78	OK	552.9	303.72	OK
LT 16	K1A 12 - 18	12890.26	86.40	832.1	275.78	OK	563.7	303.72	OK
LT 17	K1A 12 - 18	12890.26	94.57	838.59	275.78	OK	572.7	303.72	OK
LT 18	K1A 12 - 18	12890.26	33.15	812.91	275.78	OK	638.7	303.72	OK
LT 19	K1A 19 - 27	12058.40	32.60	573.62	275.78	OK	974.1	303.67	OK
LT 20	K1A 19 - 27	12058.40	83.96	820.61	275.78	OK	517.5	303.67	OK
LT 21	K1A 19 - 27	12058.40	70.89	791.6	275.78	OK	575.2	303.67	OK
LT 22	K1A 19 - 27	12058.40	69.61	801.54	275.78	OK	554.5	303.67	OK
LT 23	K1A 19 - 27	12058.40	66.21	799.04	275.78	OK	556.1	303.67	OK
LT 24	K1A 19 - 27	12058.40	63.39	789.19	275.78	OK	543.8	303.67	OK
LT 25	K1A 19 - 27	12058.40	58.95	773.41	275.78	OK	513.3	303.67	OK
LT 26	K1A 19 - 27	12058.40	60.59	728.15	275.78	OK	551.2	303.67	OK
ATAP	K1A 19 - 27	12058.40	67.55	662.39	275.78	OK	656.1	303.67	OK
GF	K1	25316.85	208.62	1704.7	275.78	OK	2327.1	303.77	OK
LT UG	K1	25316.85	178.95	2145.86	275.78	OK	1944.5	303.77	OK
LT 3	K1	25316.85	309.05	2342.34	275.78	OK	1793.6	303.77	OK
LT 5	K1 5 - 7	14503.34	247.94	390.62	275.78	OK	590.7	303.77	OK
LT 6	K1 5 - 7	14503.34	268.52	506.62	275.78	OK	493.1	303.77	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT7	K1 5 - 7	14503.34	276.57	559.75	275.78	OK	558.1	303.77	OK
LT 8	K1 8 - 18	12890.26	267.60	525.76	275.78	OK	445.1	303.72	OK
LT 9	K1 8 - 18	12890.26	229.94	564.96	275.78	OK	523.0	303.72	OK
LT 10	K1 8 - 18	12890.26	225.82	524.03	275.78	OK	726.5	303.72	OK
LT 11	K1 8 - 18	12890.26	267.14	665.76	275.78	OK	448.0	303.72	OK
LT 12	K1 8 - 18	12890.26	254.95	681.72	275.78	OK	523.6	303.72	OK
LT 14	K1 8 - 18	12890.26	247.27	709.89	275.78	OK	526.3	303.72	OK
LT 15	K1 8 - 18	12890.26	239.79	725.66	275.78	OK	542.5	303.72	OK
LT 16	K1 8 - 18	12890.26	225.64	742.58	275.78	OK	535.4	303.72	OK
LT 17	K1 8 - 18	12890.26	249.28	728.5	275.78	OK	606.3	303.72	OK
LT 18	K1 8 - 18	12890.26	81.41	771.25	275.78	OK	515.4	303.72	OK
LT 19	K1 19 - 27	12058.40	80.26	301.39	275.78	OK	1283.1	303.67	OK
LT 20	K1 19 - 27	12058.40	224.02	714.51	275.78	OK	586.2	303.67	OK
LT 21	K1 19 - 27	12058.40	189.13	700.45	275.78	OK	683.6	303.67	OK
LT 22	K1 19 - 27	12058.40	187.34	714.37	275.78	OK	697.7	303.67	OK
LT 23	K1 19 - 27	12058.40	179.23	714.11	275.78	OK	720.0	303.67	OK
LT 24	K1 19 - 27	12058.40	171.57	712.49	275.78	OK	724.7	303.67	OK
LT 25	K1 19 - 27	12058.40	164.25	703.82	275.78	OK	732.0	303.67	OK
LT 26	K1 19 - 27	12058.40	151.90	698.47	275.78	OK	708.3	303.67	OK
ATAP	K1 19 - 27	12058.40	201.62	647.05	275.78	OK	770.0	303.67	OK
GF	K1	25316.85	220.72	1637.74	275.78	OK	2446.1	303.77	OK
LT UG	K1	25316.85	147.43	2183.57	275.78	OK	1966.9	303.77	OK
LT 3	K1	25316.85	288.10	2319.93	275.78	OK	1863.2	303.77	OK
LT 5	K1 5 - 7	14503.34	219.78	519.2	275.78	OK	809.9	303.77	OK
LT 6	K1 5 - 7	14503.34	223.90	616.03	275.78	OK	690.1	303.77	OK
LT7	K1 5 - 7	14503.34	221.34	640.94	275.78	OK	774.5	303.77	OK
LT 8	K1 8 - 18	12890.26	201.12	542.14	275.78	OK	603.5	303.72	OK
LT 9	K1 8 - 18	12890.26	174.70	553.6	275.78	OK	691.1	303.72	OK
LT 10	K1 8 - 18	12890.26	161.70	517.59	275.78	OK	815.2	303.72	OK
LT 11	K1 8 - 18	12890.26	169.84	619.42	275.78	OK	668.0	303.72	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT 12	K1 8 - 18	12890.26	159.78	621.28	275.78	OK	732.1	303.72	OK
LT 14	K1 8 - 18	12890.26	157.04	645.2	275.78	OK	731.2	303.72	OK
LT 15	K1 8 - 18	12890.26	153.07	660.97	275.78	OK	735.3	303.72	OK
LT 16	K1 8 - 18	12890.26	145.08	672.42	275.78	OK	738.4	303.72	OK
LT 17	K1 8 - 18	12890.26	159.65	683.1	275.78	OK	732.9	303.72	OK
LT 18	K1 8 - 18	12890.26	53.31	686.1	275.78	OK	736.9	303.72	OK
LT 19	K1 19 - 27	12058.40	52.29	526.01	275.78	OK	931.2	303.67	OK
LT 20	K1 19 - 27	12058.40	142.97	668.79	275.78	OK	670.6	303.67	OK
LT 21	K1 19 - 27	12058.40	121.21	682.53	275.78	OK	707.4	303.67	OK
LT 22	K1 19 - 27	12058.40	118.32	705.04	275.78	OK	707.5	303.67	OK
LT 23	K1 19 - 27	12058.40	111.53	716.33	275.78	OK	711.0	303.67	OK
LT 24	K1 19 - 27	12058.40	104.69	724.09	275.78	OK	704.4	303.67	OK
LT 25	K1 19 - 27	12058.40	96.02	727.82	275.78	OK	689.8	303.67	OK
LT 26	K1 19 - 27	12058.40	90.78	723.71	275.78	OK	662.6	303.67	OK
ATAP	K1 19 - 27	12058.40	96.70	691.71	275.78	OK	647.1	303.67	OK
GF	K2 UG - 11	14503.34	131.72	359.95	275.78	OK	785.3	303.77	OK
LT UG	K2 UG - 11	14503.34	116.57	437.98	275.78	OK	596.8	303.77	OK
LT 3	K2 UG - 11	14503.34	231.19	550.14	275.78	OK	430.0	303.77	OK
LT 5	K2 UG - 11	14503.34	249.08	596.38	275.78	OK	470.7	303.77	OK
LT 6	K2 UG - 11	14503.34	261.88	645.41	275.78	OK	489.0	303.77	OK
LT7	K2 UG - 11	14503.34	267.30	690.51	275.78	OK	502.3	303.77	OK
LT 8	K2 UG - 11	14503.34	273.08	728.8	275.78	OK	524.2	303.77	OK
LT 9	K2 UG - 11	14503.34	278.21	764.32	275.78	OK	539.9	303.77	OK
LT 10	K2 UG - 11	14503.34	274.13	797.62	275.78	OK	543.9	303.77	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT 11	K2 UG - 11	14503.34	247.19	779.31	275.78	OK	701.4	303.77	OK
LT 12	K2 12 - 27	12839.62	216.95	669.9	275.78	OK	557.5	303.67	OK
LT 14	K2 12 - 27	12839.62	232.08	677.9	275.78	OK	612.6	303.67	OK
LT 15	K2 12 - 27	12839.62	227.00	697	275.78	OK	617.7	303.67	OK
LT 16	K2 12 - 27	12839.62	222.29	710.69	275.78	OK	628.2	303.67	OK
LT 17	K2 12 - 27	12839.62	219.29	718.35	275.78	OK	642.7	303.67	OK
LT 18	K2 12 - 27	12839.62	216.07	726.13	275.78	OK	646.8	303.67	OK
LT 19	K2 12 - 27	12839.62	212.06	731.87	275.78	OK	654.8	303.67	OK
LT 20	K2 12 - 27	12839.62	204.32	756.5	275.78	OK	687.6	303.67	OK
LT 21	K2 12 - 27	12839.62	198.52	776.5	275.78	OK	705.5	303.67	OK
LT 22	K2 12 - 27	12839.62	191.73	788.01	275.78	OK	723.1	303.67	OK
LT 23	K2 12 - 27	12839.62	184.40	795.43	275.78	OK	735.7	303.67	OK
LT 24	K2 12 - 27	12839.62	175.93	798.99	275.78	OK	745.2	303.67	OK
LT 25	K2 12 - 27	12839.62	169.20	795.21	275.78	OK	756.5	303.67	OK
LT 26	K2 12 - 27	12839.62	151.51	791.39	275.78	OK	747.6	303.67	OK
ATAP	K2 12 - 27	12839.62	216.07	768.92	275.78	OK	737.9	303.67	OK
GF	K2 UG - 11	14503.34	98.84	564.18	275.78	OK	933.9	303.77	OK
LT UG	K2 UG - 11	14503.34	60.21	766.5	275.78	OK	454.8	303.77	OK
LT 3	K2 UG - 11	14503.34	44.63	786.14	275.78	OK	484.1	303.77	OK
LT 5	K2 UG - 11	14503.34	65.77	819.72	275.78	OK	453.3	303.77	OK
LT 6	K2 UG - 11	14503.34	66.83	842.09	275.78	OK	448.4	303.77	OK
LT7	K2 UG - 11	14503.34	67.16	864.32	275.78	OK	433.0	303.77	OK
LT 8	K2 UG - 11	14503.34	69.95	882.75	275.78	OK	431.6	303.77	OK
LT 9	K2 UG - 11	14503.34	70.18	896.54	275.78	OK	447.4	303.77	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT 10	K2 UG - 11	14503.34	68.08	900.8	275.78	OK	496.9	303.77	OK
LT 11	K2 UG - 11	14503.34	151.91	949.14	275.78	OK	327.0	303.77	OK
LT 12	K2 12 - 27	12839.62	135.01	825.7	275.78	OK	272.2	303.67	OK
LT 14	K2 12 - 27	12839.62	146.78	837.7	275.78	OK	278.0	303.67	OK
LT 15	K2 12 - 27	12839.62	145.98	845.15	275.78	OK	295.5	303.67	OK
LT 16	K2 12 - 27	12839.62	144.96	852.98	275.78	OK	304.9	303.67	OK
LT 17	K2 12 - 27	12839.62	145.69	870.68	275.78	OK	318.4	303.67	OK
LT 18	K2 12 - 27	12839.62	145.86	906	275.78	OK	338.2	303.67	OK
LT 19	K2 12 - 27	12839.62	145.74	928.69	275.78	OK	362.0	303.67	OK
LT 20	K2 12 - 27	12839.62	143.84	943.64	275.78	OK	381.3	303.67	OK
LT 21	K2 12 - 27	12839.62	143.47	955.23	275.78	OK	398.0	303.67	OK
LT 22	K2 12 - 27	12839.62	141.40	955.84	275.78	OK	414.1	303.67	OK
LT 23	K2 12 - 27	12839.62	139.41	950.42	275.78	OK	429.1	303.67	OK
LT 24	K2 12 - 27	12839.62	136.49	944.84	275.78	OK	441.1	303.67	OK
LT 25	K2 12 - 27	12839.62	134.91	930.88	275.78	OK	455.1	303.67	OK
LT 26	K2 12 - 27	12839.62	124.64	905.07	275.78	OK	413.9	303.67	OK
ATAP	K2 12 - 27	12839.62	184.68	783.94	275.78	OK	687.3	303.67	OK
GF	K2 UG - 11	14503.34	93.94	425.99	275.78	OK	1029.7	303.77	OK
LT UG	K2 UG - 11	14503.34	68.40	597.44	275.78	OK	741.9	303.77	OK
LT 3	K2 UG - 11	14503.34	100.80	673.17	275.78	OK	619.5	303.77	OK
LT 5	K2 UG - 11	14503.34	92.71	717.85	275.78	OK	586.5	303.77	OK
LT 6	K2 UG - 11	14503.34	119.84	721.41	275.78	OK	682.8	303.77	OK
LT7	K2 UG - 11	14503.34	111.36	784.21	275.78	OK	569.9	303.77	OK
LT 8	K2 UG - 11	14503.34	111.45	813.92	275.78	OK	556.7	303.77	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT 9	K2 UG - 11	14503.34	116.15	820.99	275.78	OK	608.7	303.77	OK
LT 10	K2 UG - 11	14503.34	105.07	846.04	275.78	OK	596.6	303.77	OK
LT 11	K2 UG - 11	14503.34	100.48	850.66	275.78	OK	633.1	303.77	OK
LT 12	K2 12 - 27	12839.62	90.35	733.83	275.78	OK	508.7	303.67	OK
LT 14	K2 12 - 27	12839.62	98.15	746.87	275.78	OK	517.1	303.67	OK
LT 15	K2 12 - 27	12839.62	97.17	748.91	275.78	OK	547.1	303.67	OK
LT 16	K2 12 - 27	12839.62	94.10	751.22	275.78	OK	568.1	303.67	OK
LT 17	K2 12 - 27	12839.62	94.78	757.84	275.78	OK	572.0	303.67	OK
LT 18	K2 12 - 27	12839.62	94.41	765.42	275.78	OK	588.8	303.67	OK
LT 19	K2 12 - 27	12839.62	94.14	786	275.78	OK	625.7	303.67	OK
LT 20	K2 12 - 27	12839.62	91.95	805.02	275.78	OK	641.8	303.67	OK
LT 21	K2 12 - 27	12839.62	91.62	812.32	275.78	OK	664.6	303.67	OK
LT 22	K2 12 - 27	12839.62	89.91	818.76	275.78	OK	682.3	303.67	OK
LT 23	K2 12 - 27	12839.62	88.35	817.38	275.78	OK	699.7	303.67	OK
LT 24	K2 12 - 27	12839.62	86.51	817.07	275.78	OK	713.3	303.67	OK
LT 25	K2 12 - 27	12839.62	83.94	818.57	275.78	OK	710.3	303.67	OK
LT 26	K2 12 - 27	12839.62	85.93	782.7	275.78	OK	755.0	303.67	OK
ATAP	K2 12 - 27	12839.62	106.51	748.6	275.78	OK	785.8	303.67	OK
GF	K2 UG - 11	14503.34	118.71	428.93	275.78	OK	821.1	303.77	OK
LT UG	K2 UG - 11	14503.34	101.20	502.61	275.78	OK	662.1	303.77	OK
LT 3	K2 UG - 11	14503.34	173.09	537.87	275.78	OK	455.2	303.77	OK
LT 5	K2 UG - 11	14503.34	202.37	535.81	275.78	OK	463.3	303.77	OK
LT 6	K2 UG - 11	14503.34	207.48	607.02	275.78	OK	519.2	303.77	OK
LT7	K2 UG - 11	14503.34	211.93	664.89	275.78	OK	563.7	303.77	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT 8	K2 UG - 11	14503.34	215.74	711.43	275.78	OK	603.2	303.77	OK
LT 9	K2 UG - 11	14503.34	217.13	748.15	275.78	OK	638.9	303.77	OK
LT 10	K2 UG - 11	14503.34	213.20	777.46	275.78	OK	663.0	303.77	OK
LT 11	K2 UG - 11	14503.34	210.86	805.17	275.78	OK	671.3	303.77	OK
LT 12	K2 12 - 27	12839.62	186.09	694.81	275.78	OK	542.4	303.67	OK
LT 14	K2 12 - 27	12839.62	199.16	702.45	275.78	OK	590.8	303.67	OK
LT 15	K2 12 - 27	12839.62	195.15	720.03	275.78	OK	594.6	303.67	OK
LT 16	K2 12 - 27	12839.62	192.03	731.27	275.78	OK	602.5	303.67	OK
LT 17	K2 12 - 27	12839.62	189.61	737.1	275.78	OK	613.9	303.67	OK
LT 18	K2 12 - 27	12839.62	187.18	740.97	275.78	OK	623.9	303.67	OK
LT 19	K2 12 - 27	12839.62	184.48	760.62	275.78	OK	655.6	303.67	OK
LT 20	K2 12 - 27	12839.62	179.85	789.47	275.78	OK	662.4	303.67	OK
LT 21	K2 12 - 27	12839.62	176.29	799.72	275.78	OK	684.7	303.67	OK
LT 22	K2 12 - 27	12839.62	170.98	810.59	275.78	OK	696.4	303.67	OK
LT 23	K2 12 - 27	12839.62	165.40	813.65	275.78	OK	706.7	303.67	OK
LT 24	K2 12 - 27	12839.62	158.67	816.37	275.78	OK	714.7	303.67	OK
LT 25	K2 12 - 27	12839.62	153.28	812.41	275.78	OK	721.4	303.67	OK
LT 26	K2 12 - 27	12839.62	138.87	800.41	275.78	OK	714.3	303.67	OK
ATAP	K2 12 - 27	12839.62	192.62	711.86	275.78	OK	879.8	303.67	OK
GF	K2 UG - 11	14503.34	93.76	407.01	275.78	OK	718.6	303.77	OK
LT UG	K2 UG - 11	14503.34	72.61	530.91	275.78	OK	555.1	303.77	OK
LT 3	K2 UG - 11	14503.34	140.92	533.01	275.78	OK	739.3	303.77	OK
LT 5	K2 UG - 11	14503.34	152.24	585.61	275.78	OK	726.7	303.77	OK
LT 6	K2 UG - 11	14503.34	160.06	625.01	275.78	OK	746.5	303.77	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT7	K2 UG - 11	14503.34	165.07	660.35	275.78	OK	765.8	303.77	OK
LT 8	K2 UG - 11	14503.34	168.97	690.76	275.78	OK	788.4	303.77	OK
LT 9	K2 UG - 11	14503.34	174.07	719.23	275.78	OK	799.4	303.77	OK
LT 10	K2 UG - 11	14503.34	169.33	746.76	275.78	OK	796.2	303.77	OK
LT 11	K2 UG - 11	14503.34	174.19	759.15	275.78	OK	830.1	303.77	OK
LT 12	K2 12 - 27	12839.62	153.02	652.51	275.78	OK	659.7	303.67	OK
LT 14	K2 12 - 27	12839.62	162.14	651.07	275.78	OK	710.5	303.67	OK
LT 15	K2 12 - 27	12839.62	157.94	665.84	275.78	OK	718.6	303.67	OK
LT 16	K2 12 - 27	12839.62	154.73	674.86	275.78	OK	729.8	303.67	OK
LT 17	K2 12 - 27	12839.62	151.33	675.97	275.78	OK	749.9	303.67	OK
LT 18	K2 12 - 27	12839.62	150.45	695.54	275.78	OK	727.8	303.67	OK
LT 19	K2 12 - 27	12839.62	147.09	701.7	275.78	OK	747.3	303.67	OK
LT 20	K2 12 - 27	12839.62	140.36	734.62	275.78	OK	756.0	303.67	OK
LT 21	K2 12 - 27	12839.62	137.01	753.28	275.78	OK	766.0	303.67	OK
LT 22	K2 12 - 27	12839.62	131.59	769.34	275.78	OK	769.3	303.67	OK
LT 23	K2 12 - 27	12839.62	126.15	782.34	275.78	OK	764.9	303.67	OK
LT 24	K2 12 - 27	12839.62	120.00	791.12	275.78	OK	761.8	303.67	OK
LT 25	K2 12 - 27	12839.62	114.13	797.08	275.78	OK	751.5	303.67	OK
LT 26	K2 12 - 27	12839.62	104.81	782.57	275.78	OK	758.0	303.67	OK
ATAP	K2 12 - 27	12839.62	139.33	835.78	275.78	OK	553.6	303.67	OK
GF	K2 UG - 11	14503.34	84.02	407.01	275.78	OK	718.6	303.77	OK
LT UG	K2 UG - 11	14503.34	50.61	530.91	275.78	OK	555.1	303.77	OK
LT 3	K2 UG - 11	14503.34	112.74	533.01	275.78	OK	739.3	303.77	OK
LT 5	K2 UG - 11	14503.34	114.21	585.61	275.78	OK	726.7	303.77	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT 6	K2 UG - 11	14503.34	119.57	625.01	275.78	OK	746.5	303.77	OK
LT7	K2 UG - 11	14503.34	122.59	660.35	275.78	OK	765.8	303.77	OK
LT 8	K2 UG - 11	14503.34	126.34	690.76	275.78	OK	788.4	303.77	OK
LT 9	K2 UG - 11	14503.34	130.28	719.23	275.78	OK	799.4	303.77	OK
LT 10	K2 UG - 11	14503.34	128.27	746.76	275.78	OK	796.2	303.77	OK
LT 11	K2 UG - 11	14503.34	135.78	759.15	275.78	OK	830.1	303.77	OK
LT 12	K2 12 - 27	12839.62	122.15	795.39	275.78	OK	252.3	303.67	OK
LT 14	K2 12 - 27	12839.62	131.98	815.34	275.78	OK	265.2	303.67	OK
LT 15	K2 12 - 27	12839.62	131.54	828.69	275.78	OK	289.5	303.67	OK
LT 16	K2 12 - 27	12839.62	131.95	839.23	275.78	OK	309.2	303.67	OK
LT 17	K2 12 - 27	12839.62	131.78	846.81	275.78	OK	327.5	303.67	OK
LT 18	K2 12 - 27	12839.62	133.87	867.84	275.78	OK	352.1	303.67	OK
LT 19	K2 12 - 27	12839.62	134.04	898.66	275.78	OK	392.5	303.67	OK
LT 20	K2 12 - 27	12839.62	131.47	916.61	275.78	OK	421.7	303.67	OK
LT 21	K2 12 - 27	12839.62	132.07	929.43	275.78	OK	438.8	303.67	OK
LT 22	K2 12 - 27	12839.62	130.46	936.58	275.78	OK	454.0	303.67	OK
LT 23	K2 12 - 27	12839.62	129.15	936.42	275.78	OK	468.2	303.67	OK
LT 24	K2 12 - 27	12839.62	126.88	934.83	275.78	OK	481.2	303.67	OK
LT 25	K2 12 - 27	12839.62	126.25	924.76	275.78	OK	490.4	303.67	OK
LT 26	K2 12 - 27	12839.62	115.91	896.29	275.78	OK	467.5	303.67	OK
ATAP	K2 12 - 27	12839.62	177.14	832.54	275.78	OK	555.8	303.67	OK
GF	K2 UG - 11	14503.34	151.15	380.96	275.78	OK	853.4	303.77	OK
LT UG	K2 UG - 11	14503.34	136.79	386.96	275.78	OK	840.2	303.77	OK
LT 3	K2 UG - 11	14503.34	144.83	483.38	275.78	OK	594.6	303.77	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT 5	K2 UG - 11	14503.34	177.21	465.36	275.78	OK	656.4	303.77	OK
LT 6	K2 UG - 11	14503.34	177.54	533.4	275.78	OK	729.2	303.77	OK
LT7	K2 UG - 11	14503.34	180.50	586.44	275.78	OK	796.8	303.77	OK
LT 8	K2 UG - 11	14503.34	192.05	620.5	275.78	OK	869.6	303.77	OK
LT 9	K2 UG - 11	14503.34	144.82	678.03	275.78	OK	855.2	303.77	OK
LT 10	K2 UG - 11	14503.34	138.57	769.23	275.78	OK	626.1	303.77	OK
LT 11	K2 UG - 11	14503.34	191.71	676.13	275.78	OK	996.7	303.77	OK
LT 12	K2 12 - 27	12839.62	157.38	595.47	275.78	OK	753.2	303.67	OK
LT 14	K2 12 - 27	12839.62	166.02	588.12	275.78	OK	829.9	303.67	OK
LT 15	K2 12 - 27	12839.62	159.51	601.03	275.78	OK	847.4	303.67	OK
LT 16	K2 12 - 27	12839.62	153.38	606.59	275.78	OK	867.9	303.67	OK
LT 17	K2 12 - 27	12839.62	155.05	626.88	275.78	OK	849.0	303.67	OK
LT 18	K2 12 - 27	12839.62	117.63	596.77	275.78	OK	925.4	303.67	OK
LT 19	K2 12 - 27	12839.62	112.69	720.71	275.78	OK	680.7	303.67	OK
LT 20	K2 12 - 27	12839.62	139.59	607.7	275.78	OK	968.1	303.67	OK
LT 21	K2 12 - 27	12839.62	127.70	644.75	275.78	OK	956.8	303.67	OK
LT 22	K2 12 - 27	12839.62	122.40	653.11	275.78	OK	982.7	303.67	OK
LT 23	K2 12 - 27	12839.62	115.39	661.55	275.78	OK	990.7	303.67	OK
LT 24	K2 12 - 27	12839.62	108.23	667.02	275.78	OK	993.9	303.67	OK
LT 25	K2 12 - 27	12839.62	100.65	666.35	275.78	OK	994.4	303.67	OK
LT 26	K2 12 - 27	12839.62	92.72	655.6	275.78	OK	1005.8	303.67	OK
ATAP	K2 12 - 27	12839.62	115.79	754.09	275.78	OK	774.4	303.67	OK
GF	K2 UG - 11	14503.34	95.03	425.7	275.78	OK	666.8	303.77	OK
LT UG	K2 UG - 11	14503.34	77.18	513.83	275.78	OK	360.9	303.77	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT 3	K2 UG - 11	14503.34	146.10	589.2	275.78	OK	245.6	303.77	OK
LT 5	K2 UG - 11	14503.34	152.70	637.1	275.78	OK	301.4	303.77	OK
LT 6	K2 UG - 11	14503.34	157.59	690.05	275.78	OK	847.4	303.77	OK
LT7	K2 UG - 11	14503.34	159.41	736.61	275.78	OK	774.4	303.77	OK
LT 8	K2 UG - 11	14503.34	171.58	776.99	275.78	OK	319.5	303.77	OK
LT 9	K2 UG - 11	14503.34	132.79	817.85	275.78	OK	303.2	303.77	OK
LT 10	K2 UG - 11	14503.34	125.82	831.78	275.78	OK	370.7	303.77	OK
LT 11	K2 UG - 11	14503.34	172.73	802.28	275.78	OK	608.6	303.77	OK
LT 12	K2 12 - 27	12839.62	146.47	694.47	275.78	OK	460.1	303.67	OK
LT 14	K2 12 - 27	12839.62	158.26	715.62	275.78	OK	481.0	303.67	OK
LT 15	K2 12 - 27	12839.62	156.27	729.13	275.78	OK	509.8	303.67	OK
LT 16	K2 12 - 27	12839.62	154.03	744.01	275.78	OK	524.0	303.67	OK
LT 17	K2 12 - 27	12839.62	161.16	753.72	275.78	OK	540.1	303.67	OK
LT 18	K2 12 - 27	12839.62	121.68	812.8	275.78	OK	416.5	303.67	OK
LT 19	K2 12 - 27	12839.62	120.68	736.72	275.78	OK	627.2	303.67	OK
LT 20	K2 12 - 27	12839.62	157.40	772.96	275.78	OK	596.8	303.67	OK
LT 21	K2 12 - 27	12839.62	148.10	785.47	275.78	OK	657.9	303.67	OK
LT 22	K2 12 - 27	12839.62	147.34	798.99	275.78	OK	682.5	303.67	OK
LT 23	K2 12 - 27	12839.62	144.57	807.41	275.78	OK	703.2	303.67	OK
LT 24	K2 12 - 27	12839.62	141.42	808.57	275.78	OK	718.2	303.67	OK
LT 25	K2 12 - 27	12839.62	139.82	805.48	275.78	OK	736.0	303.67	OK
LT 26	K2 12 - 27	12839.62	129.02	808.39	275.78	OK	724.9	303.67	OK
ATAP	K2 12 - 27	12839.62	188.37	759.04	275.78	OK	770.5	303.67	OK
GF	K2 UG - 11	14503.34	105.28	438.68	275.78	OK	874.1	303.77	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT UG	K2 UG - 11	14503.34	82.65	587.86	275.78	OK	614.7	303.77	OK
LT 3	K2 UG - 11	14503.34	129.37	659.13	275.78	OK	549.7	303.77	OK
LT 5	K2 UG - 11	14503.34	138.76	696.82	275.78	OK	571.9	303.77	OK
LT 6	K2 UG - 11	14503.34	143.49	739.9	275.78	OK	556.2	303.77	OK
LT7	K2 UG - 11	14503.34	144.30	773.65	275.78	OK	556.7	303.77	OK
LT 8	K2 UG - 11	14503.34	144.05	802.83	275.78	OK	554.8	303.77	OK
LT 9	K2 UG - 11	14503.34	146.02	825.42	275.78	OK	563.0	303.77	OK
LT 10	K2 UG - 11	14503.34	135.47	850.64	275.78	OK	557.5	303.77	OK
LT 11	K2 UG - 11	14503.34	132.13	891.65	275.78	OK	491.4	303.77	OK
LT 12	K2 12 - 27	12839.62	114.31	769.46	275.78	OK	394.3	303.67	OK
LT 14	K2 12 - 27	12839.62	118.79	781.83	275.78	OK	412.6	303.67	OK
LT 15	K2 12 - 27	12839.62	114.19	796.59	275.78	OK	414.0	303.67	OK
LT 16	K2 12 - 27	12839.62	110.07	809.43	275.78	OK	413.6	303.67	OK
LT 17	K2 12 - 27	12839.62	106.14	818.73	275.78	OK	417.1	303.67	OK
LT 18	K2 12 - 27	12839.62	104.64	841.44	275.78	OK	423.9	303.67	OK
LT 19	K2 12 - 27	12839.62	101.43	881.2	275.78	OK	435.5	303.67	OK
LT 20	K2 12 - 27	12839.62	95.60	914.33	275.78	OK	424.3	303.67	OK
LT 21	K2 12 - 27	12839.62	93.11	931.3	275.78	OK	431.3	303.67	OK
LT 22	K2 12 - 27	12839.62	88.86	951.81	275.78	OK	419.4	303.67	OK
LT 23	K2 12 - 27	12839.62	84.86	953.29	275.78	OK	422.3	303.67	OK
LT 24	K2 12 - 27	12839.62	80.60	950.59	275.78	OK	425.4	303.67	OK
LT 25	K2 12 - 27	12839.62	75.73	940.71	275.78	OK	412.7	303.67	OK
LT 26	K2 12 - 27	12839.62	71.51	906.78	275.78	OK	417.8	303.67	OK
ATAP	K2 12 - 27	12839.62	94.01	857.49	275.78	OK	433.2	303.67	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
GF	K2 UG - 11	14503.34	102.01	453.88	275.78	OK	934.8	303.77	OK
LT UG	K2 UG - 11	14503.34	39.61	664.38	275.78	OK	557.9	303.77	OK
LT 3	K2 UG - 11	14503.34	20.90	717.2	275.78	OK	519.9	303.77	OK
LT 5	K2 UG - 11	14503.34	39.11	760.61	275.78	OK	499.7	303.77	OK
LT 6	K2 UG - 11	14503.34	35.40	807.52	275.78	OK	457.9	303.77	OK
LT7	K2 UG - 11	14503.34	35.94	839.69	275.78	OK	444.8	303.77	OK
LT 8	K2 UG - 11	14503.34	35.84	865.87	275.78	OK	440.6	303.77	OK
LT 9	K2 UG - 11	14503.34	38.27	890.2	275.78	OK	432.5	303.77	OK
LT 10	K2 UG - 11	14503.34	29.77	905.4	275.78	OK	455.6	303.77	OK
LT 11	K2 UG - 11	14503.34	21.26	880.38	275.78	OK	592.7	303.77	OK
LT 12	K2 12 - 27	12839.62	19.81	776.49	275.78	OK	437.5	303.67	OK
LT 14	K2 12 - 27	12839.62	20.02	785.25	275.78	OK	449.8	303.67	OK
LT 15	K2 12 - 27	12839.62	19.52	795.59	275.78	OK	451.3	303.67	OK
LT 16	K2 12 - 27	12839.62	17.96	803.43	275.78	OK	455.2	303.67	OK
LT 17	K2 12 - 27	12839.62	16.68	815.34	275.78	OK	471.8	303.67	OK
LT 18	K2 12 - 27	12839.62	17.70	844.53	275.78	OK	494.5	303.67	OK
LT 19	K2 12 - 27	12839.62	17.09	867.45	275.78	OK	506.4	303.67	OK
LT 20	K2 12 - 27	12839.62	13.99	884.23	275.78	OK	512.5	303.67	OK
LT 21	K2 12 - 27	12839.62	14.33	892.53	275.78	OK	528.1	303.67	OK
LT 22	K2 12 - 27	12839.62	12.77	906.93	275.78	OK	519.8	303.67	OK
LT 23	K2 12 - 27	12839.62	11.46	922.03	275.78	OK	510.3	303.67	OK
LT 24	K2 12 - 27	12839.62	10.44	929.21	275.78	OK	501.3	303.67	OK
LT 25	K2 12 - 27	12839.62	6.46	925.73	275.78	OK	478.6	303.67	OK
LT 26	K2 12 - 27	12839.62	13.57	892.45	275.78	OK	479.5	303.67	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
ATAP	K2 12 - 27	12839.62	2.68	872.17	275.78	OK	328.1	303.67	OK
GF	K2A UG - 5	14503.34	108.55	535.07	275.78	OK	901.9	303.77	OK
LT UG	K2A UG - 5	14503.34	98.06	714.41	275.78	OK	506.6	303.77	OK
LT 3	K2A UG - 5	14503.34	170.46	771.87	275.78	OK	461.1	303.77	OK
LT 5	K2A UG - 5	14503.34	182.89	798.04	275.78	OK	498.3	303.77	OK
LT 6	K2A 6 - 27	12839.62	155.07	846.13	275.78	OK	428.8	303.67	OK
LT 7	K2A 6 - 27	12839.62	157.92	870.16	275.78	OK	436.0	303.67	OK
LT 8	K2A 6 - 27	12839.62	153.92	890.98	275.78	OK	439.6	303.67	OK
LT 9	K2A 6 - 27	12839.62	149.54	908.7	275.78	OK	438.1	303.67	OK
LT 10	K2A 6 - 27	12839.62	144.04	924.75	275.78	OK	434.2	303.67	OK
LT 11	K2A 6 - 27	12839.62	138.03	938.72	275.78	OK	429.4	303.67	OK
LT 12	K2A 6 - 27	12839.62	134.13	813.99	275.78	OK	371.6	303.67	OK
LT 14	K2A 6 - 27	12839.62	129.70	822.29	275.78	OK	379.2	303.67	OK
LT 15	K2A 6 - 27	12839.62	124.59	832.27	275.78	OK	377.6	303.67	OK
LT 16	K2A 6 - 27	12839.62	118.24	844.33	275.78	OK	377.2	303.67	OK
LT 17	K2A 6 - 27	12839.62	113.20	871.87	275.78	OK	394.6	303.67	OK
LT 18	K2A 6 - 27	12839.62	109.67	898.38	275.78	OK	410.2	303.67	OK
LT 19	K2A 6 - 27	12839.62	105.18	916.77	275.78	OK	417.7	303.67	OK
LT 20	K2A 6 - 27	12839.62	98.76	931.86	275.78	OK	422.3	303.67	OK
LT 21	K2A 6 - 27	12839.62	94.98	940.96	275.78	OK	434.8	303.67	OK
LT 22	K2A 6 - 27	12839.62	89.44	947.83	275.78	OK	433.9	303.67	OK
LT 23	K2A 6 - 27	12839.62	83.93	949.31	275.78	OK	431.5	303.67	OK
LT 24	K2A 6 - 27	12839.62	78.05	949.04	275.78	OK	424.0	303.67	OK
LT 25	K2A 6 - 27	12839.62	70.82	939.93	275.78	OK	407.0	303.67	OK
LT 26	K2A 6 - 27	12839.62	67.48	910.7	275.78	OK	392.9	303.67	OK
ATAP	K2A 6 - 27	12839.62	68.74	869.09	275.78	OK	387.6	303.67	OK
GF	K2 UG - 11	14503.34	130.89	396.73	275.78	OK	714.1	303.77	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT UG	K2 UG - 11	14503.34	109.73	588.8	275.78	OK	345.2	303.77	OK
LT 3	K2 UG - 11	14503.34	133.26	660.26	275.78	OK	305.1	303.77	OK
LT 5	K2 UG - 11	14503.34	151.03	715.19	275.78	OK	325.8	303.77	OK
LT 6	K2 UG - 11	14503.34	152.35	767.23	275.78	OK	306.9	303.77	OK
LT7	K2 UG - 11	14503.34	151.96	810.25	275.78	OK	304.0	303.77	OK
LT 8	K2 UG - 11	14503.34	153.07	846.31	275.78	OK	305.9	303.77	OK
LT 9	K2 UG - 11	14503.34	150.73	877.73	275.78	OK	438.1	303.77	OK
LT 10	K2 UG - 11	14503.34	159.65	902.09	275.78	OK	434.2	303.77	OK
LT 11	K2 12 - 27	12839.62	137.00	923.7	275.78	OK	429.4	303.67	OK
LT 12	K2 12 - 27	12839.62	144.08	801.34	275.78	OK	371.6	303.67	OK
LT 14	K2 12 - 27	12839.62	141.23	820.09	275.78	OK	379.2	303.67	OK
LT 15	K2 12 - 27	12839.62	139.69	834.59	275.78	OK	377.6	303.67	OK
LT 16	K2 12 - 27	12839.62	136.12	844.41	275.78	OK	377.2	303.67	OK
LT 17	K2 12 - 27	12839.62	133.61	852.05	275.78	OK	394.6	303.67	OK
LT 18	K2 12 - 27	12839.62	132.68	886.65	275.78	OK	410.2	303.67	OK
LT 19	K2 12 - 27	12839.62	130.39	915.12	275.78	OK	384.2	303.67	OK
LT 20	K2 12 - 27	12839.62	125.68	930.02	275.78	OK	407.7	303.67	OK
LT 21	K2 12 - 27	12839.62	123.68	940.38	275.78	OK	426.2	303.67	OK
LT 22	K2 12 - 27	12839.62	119.88	939.36	275.78	OK	451.5	303.67	OK
LT 23	K2 12 - 27	12839.62	116.08	935.4	275.78	OK	471.6	303.67	OK
LT 24	K2 12 - 27	12839.62	111.77	929.97	275.78	OK	498.8	303.67	OK
LT 25	K2 12 - 27	12839.62	106.79	919.14	275.78	OK	518.7	303.67	OK
LT 26	K2 12 - 27	12839.62	101.76	887.75	275.78	OK	523.9	303.67	OK
ATAP	K2 12 - 27	12839.62	125.27	792.16	275.78	OK	667.5	303.67	OK
GF	K3 UG - 6	10560.31	35.97	831.48	275.78	OK	447.5	303.21	OK

REKAPITULASI				Arah X			Arah Y		
LANTAI	TYPE	ϕP_n	Pu	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket	ΣM_{nc}	1,2 ΣM_{nb}	Ket
		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm	
LT UG	K3 UG - 6	10560.31	110.45	477.91	275.78	OK	1397.2	303.21	OK
LT 3	K3 UG - 6	10560.31	132.40	688.68	275.78	OK	1021.8	303.21	OK
LT 5	K3 UG - 6	10560.31	149.21	633.34	275.78	OK	1183.7	303.21	OK
LT 6	K3 UG - 6	10560.31	155.03	636.98	275.78	OK	1208.5	303.21	OK
LT7	K3 7 - 27	8997.86	159.07	627.62	275.78	OK	1255.2	303.21	OK
LT 8	K3 7 - 27	8997.86	160.91	619.41	275.78	OK	1292.3	303.21	OK
LT 9	K3 7 - 27	8997.86	161.90	607.51	275.78	OK	1332.9	303.21	OK
LT 10	K3 7 - 27	8997.86	164.27	592.68	275.78	OK	1375.2	303.21	OK
LT 11	K3 7 - 27	8997.86	77.97	989.23	275.78	OK	506.2	303.21	OK
LT 12	K3 7 - 27	8997.86	73.89	844.02	275.78	OK	424.9	303.21	OK
LT 14	K3 7 - 27	8997.86	71.14	868.73	275.78	OK	438.8	303.21	OK
LT 15	K3 7 - 27	8997.86	68.11	888.82	275.78	OK	444.4	303.21	OK
LT 16	K3 7 - 27	8997.86	63.94	904.32	275.78	OK	445.8	303.21	OK
LT 17	K3 7 - 27	8997.86	60.99	914.92	275.78	OK	450.8	303.21	OK
LT 18	K3 7 - 27	8997.86	58.26	925.52	275.78	OK	452.6	303.21	OK
LT 19	K3 7 - 27	8997.86	55.49	934.01	275.78	OK	454.7	303.21	OK
LT 20	K3 7 - 27	8997.86	51.37	937.08	275.78	OK	459.3	303.21	OK
LT 21	K3 7 - 27	8997.86	47.97	938.88	275.78	OK	461.6	303.21	OK
LT 22	K3 7 - 27	8997.86	44.84	941.67	275.78	OK	460.7	303.21	OK
LT 23	K3 7 - 27	8997.86	41.43	939.27	275.78	OK	454.8	303.21	OK
LT 24	K3 7 - 27	8997.86	37.82	932.46	275.78	OK	446.3	303.21	OK
LT 25	K3 7 - 27	8997.86	33.60	914.48	275.78	OK	430.1	303.21	OK
LT 26	K3 7 - 27	8997.86	30.69	888.25	275.78	OK	397.9	303.21	OK
ATAP	K3 7 - 27	8997.86	28.47	849.43	275.78	OK	452.7	303.21	OK

Rekapitulasi

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
GF	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.23	6.66	OK!	OK!
UG	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.84	5.92	OK!	OK!
LT 3	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.84	5.92	OK!	OK!
LT 5	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.84	5.93	OK!	OK!
LT 6	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.82	5.94	OK!	OK!
LT7	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.82	5.95	OK!	OK!
LT 8	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.84	5.95	OK!	OK!
LT 9	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.85	6.06	OK!	OK!
LT 10	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.59	6.54	OK!	OK!
LT 11	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.60	6.56	OK!	OK!
LT 12	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.62	6.57	OK!	OK!
LT 14	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.63	6.59	OK!	OK!
LT 15	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.64	6.60	OK!	OK!
LT 16	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.64	6.62	OK!	OK!
LT 17	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.65	6.62	OK!	OK!
LT 18	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.66	6.74	OK!	OK!
LT 19	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.66	6.64	OK!	OK!
LT 20	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.67	6.65	OK!	OK!
LT 21	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.67	6.66	OK!	OK!
LT 22	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.68	6.66	OK!	OK!
LT 23	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.68	6.67	OK!	OK!
LT 24	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.68	6.67	OK!	OK!
LT 25	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.69	6.68	OK!	OK!
LT 26	As 1-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.68	6.66	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
ATAP	As 1'-1' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.49	5.58	OK!	OK!
GF	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.31	5.05	OK!	OK!
UG	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.28	5.06	OK!	OK!
LT 3	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.26	5.08	OK!	OK!
LT 5	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.22	5.10	OK!	OK!
LT 6	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.25	5.13	OK!	OK!
LT7	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.24	5.15	OK!	OK!
LT 8	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.22	5.17	OK!	OK!
LT 9	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.20	5.19	OK!	OK!
LT 10	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.36	5.99	OK!	OK!
LT 11	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.35	6.01	OK!	OK!
LT 12	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.28	6.02	OK!	OK!
LT 14	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.63	6.03	OK!	OK!
LT 15	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.25	6.05	OK!	OK!
LT 16	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.27	6.06	OK!	OK!
LT 17	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.25	6.07	OK!	OK!
LT 18	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.23	6.08	OK!	OK!
LT 19	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.22	6.08	OK!	OK!
LT 20	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.21	6.09	OK!	OK!
LT 21	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.20	6.10	OK!	OK!
LT 22	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.19	6.10	OK!	OK!
LT 23	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.18	6.10	OK!	OK!
LT 24	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.17	6.11	OK!	OK!
LT 25	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.17	6.11	OK!	OK!
LT 26	As 1'-2 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.18	6.11	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
ATAP	As 1'-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.96	5.05	OK!	OK!
GF	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.31	5.52	OK!	OK!
UG	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.02	5.52	OK!	OK!
LT 3	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.01	5.53	OK!	OK!
LT 5	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.01	5.56	OK!	OK!
LT 6	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.02	5.57	OK!	OK!
LT7	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.02	5.59	OK!	OK!
LT 8	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.03	5.62	OK!	OK!
LT 9	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.06	5.64	OK!	OK!
LT 10	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.85	6.57	OK!	OK!
LT 11	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.88	6.59	OK!	OK!
LT 12	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.90	6.61	OK!	OK!
LT 14	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.95	6.63	OK!	OK!
LT 15	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.96	6.64	OK!	OK!
LT 16	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.99	6.66	OK!	OK!
LT 17	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.01	6.67	OK!	OK!
LT 18	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.03	6.68	OK!	OK!
LT 19	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.05	6.69	OK!	OK!
LT 20	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.06	6.70	OK!	OK!
LT 21	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.08	6.71	OK!	OK!
LT 22	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.09	6.71	OK!	OK!
LT 23	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.10	6.72	OK!	OK!
LT 24	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.10	6.72	OK!	OK!
LT 25	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.10	6.73	OK!	OK!
LT 26	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.15	6.73	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
ATAP	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.67	5.55	OK!	OK!
ATAP	As 2-2' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.37	5.24	OK!	OK!
GF	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.87	8.34	OK!	OK!
UG	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.81	8.13	OK!	OK!
LT 3	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.41	7.67	OK!	OK!
LT 5	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.95	7.29	OK!	OK!
LT 6	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	8.49	7.16	OK!	OK!
LT7	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	8.94	7.26	OK!	OK!
LT 8	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	9.42	7.36	OK!	OK!
LT 9	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	9.87	7.45	OK!	OK!
LT 10	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.85	6.57	OK!	OK!
LT 11	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.88	6.59	OK!	OK!
LT 12	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.90	6.61	OK!	OK!
LT 14	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.95	6.63	OK!	OK!
LT 15	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.96	6.64	OK!	OK!
LT 16	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.99	6.66	OK!	OK!
LT 17	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.01	6.67	OK!	OK!
LT 18	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.03	6.68	OK!	OK!
LT 19	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.22	6.08	OK!	OK!
LT 20	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.21	6.09	OK!	OK!
LT 21	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.20	6.10	OK!	OK!
LT 22	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.19	6.10	OK!	OK!
LT 23	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.18	6.10	OK!	OK!
LT 24	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.17	6.11	OK!	OK!
LT 25	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.17	6.11	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 26	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.18	6.11	OK!	OK!
ATAP	As 2'-3 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.96	5.05	OK!	OK!
GF	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.77	4.83	OK!	OK!
UG	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.35	5.14	OK!	OK!
LT 3	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.33	5.15	OK!	OK!
LT 5	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.32	5.15	OK!	OK!
LT 6	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.32	5.16	OK!	OK!
LT7	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.31	5.16	OK!	OK!
LT 8	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.30	5.17	OK!	OK!
LT 9	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.31	5.16	OK!	OK!
LT 10	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.30	5.22	OK!	OK!
LT 11	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.30	5.21	OK!	OK!
LT 12	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.30	5.21	OK!	OK!
LT 14	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.30	5.22	OK!	OK!
LT 15	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.30	5.24	OK!	OK!
LT 16	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.29	5.25	OK!	OK!
LT 17	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.29	5.26	OK!	OK!
LT 18	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.29	5.27	OK!	OK!
LT 19	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.29	5.28	OK!	OK!
LT 20	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.28	5.29	OK!	OK!
LT 21	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.28	5.29	OK!	OK!
LT 22	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.28	5.30	OK!	OK!
LT 23	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.28	5.31	OK!	OK!
LT 24	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.28	5.31	OK!	OK!
LT 25	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.28	5.31	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 26	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.27	5.35	OK!	OK!
ATAP	As 3-3' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	4.29	4.10	OK!	OK!
GF	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	4.81	5.71	OK!	OK!
UG	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	4.60	5.15	OK!	OK!
LT 3	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	4.59	5.25	OK!	OK!
LT 5	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	4.60	5.33	OK!	OK!
LT 6	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	4.60	5.40	OK!	OK!
LT7	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	4.61	5.46	OK!	OK!
LT 8	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	4.61	5.51	OK!	OK!
LT 9	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	4.81	5.77	OK!	OK!
LT 10	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.39	5.96	OK!	OK!
LT 11	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.40	5.99	OK!	OK!
LT 12	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.41	6.02	OK!	OK!
LT 14	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.42	6.05	OK!	OK!
LT 15	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.43	6.08	OK!	OK!
LT 16	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.44	6.10	OK!	OK!
LT 17	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.44	6.12	OK!	OK!
LT 18	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.45	6.13	OK!	OK!
LT 19	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.46	6.16	OK!	OK!
LT 20	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.46	6.17	OK!	OK!
LT 21	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.46	6.18	OK!	OK!
LT 22	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.47	6.19	OK!	OK!
LT 23	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.47	6.20	OK!	OK!
LT 24	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.47	6.20	OK!	OK!
LT 25	As 3'-4 As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.47	6.20	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 26	As 3'-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	5.48	6.22	OK!	OK!
ATAP	As 3'-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	4.78	5.26	OK!	OK!
GF	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	4.81	5.71	OK!	OK!
UG	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.70	5.81	OK!	OK!
LT 3	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.74	5.80	OK!	OK!
LT 5	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.77	5.83	OK!	OK!
LT 6	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.77	5.85	OK!	OK!
LT7	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.78	5.88	OK!	OK!
LT 8	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.80	5.90	OK!	OK!
LT 9	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.81	5.91	OK!	OK!
LT 10	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.62	6.28	OK!	OK!
LT 11	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.64	6.31	OK!	OK!
LT 12	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.71	6.30	OK!	OK!
LT 14	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.65	6.37	OK!	OK!
LT 15	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.68	6.40	OK!	OK!
LT 16	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.69	6.42	OK!	OK!
LT 17	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.70	6.44	OK!	OK!
LT 18	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.70	6.46	OK!	OK!
LT 19	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.71	6.48	OK!	OK!
LT 20	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.72	6.48	OK!	OK!
LT 21	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.73	6.49	OK!	OK!
LT 22	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.73	6.50	OK!	OK!
LT 23	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.74	6.51	OK!	OK!
LT 24	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.74	6.52	OK!	OK!
LT 25	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.75	6.53	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 26	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	7.71	6.54	OK!	OK!
ATAP	As 4-4' As C-D	5000	3450	12.32	10.99	6.38	5.48	OK!	OK!
GF	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	5.77	4.83	OK!	OK!
UG	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	7.85	6.15	OK!	OK!
LT 3	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.11	6.31	OK!	OK!
LT 5	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.31	6.91	OK!	OK!
LT 6	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.48	7.54	OK!	OK!
LT7	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.58	8.02	OK!	OK!
LT 8	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.65	8.33	OK!	OK!
LT 9	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.71	8.57	OK!	OK!
LT 10	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.29	8.04	OK!	OK!
LT 11	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.31	8.02	OK!	OK!
LT 12	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.33	7.96	OK!	OK!
LT 14	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.36	7.88	OK!	OK!
LT 15	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.36	7.76	OK!	OK!
LT 16	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.35	7.60	OK!	OK!
LT 17	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.33	7.43	OK!	OK!
LT 18	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.29	7.25	OK!	OK!
LT 19	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.23	7.21	OK!	OK!
LT 20	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.16	7.17	OK!	OK!
LT 21	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.09	7.14	OK!	OK!
LT 22	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.03	7.10	OK!	OK!
LT 23	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	7.97	7.07	OK!	OK!
LT 24	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	7.90	7.03	OK!	OK!
LT 25	As 4'-5 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	7.83	6.99	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 26	As 4'-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	7.74	6.93	OK!	OK!
ATAP	As 4'-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	6.82	6.20	OK!	OK!
GF	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	5.77	4.83	OK!	OK!
UG	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.24	8.00	OK!	OK!
LT 3	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.47	9.05	OK!	OK!
LT 5	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.60	10.20	OK!	OK!
LT 6	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.76	7.54	OK!	OK!
LT7	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.87	8.02	OK!	OK!
LT 8	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.92	8.33	OK!	OK!
LT 9	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.95	8.57	OK!	OK!
LT 10	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.66	8.04	OK!	OK!
LT 11	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.66	10.90	OK!	OK!
LT 12	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.65	10.79	OK!	OK!
LT 14	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.55	10.48	OK!	OK!
LT 15	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.61	10.41	OK!	OK!
LT 16	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.57	10.11	OK!	OK!
LT 17	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.54	9.80	OK!	OK!
LT 18	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.50	9.47	OK!	OK!
LT 19	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.45	9.06	OK!	OK!
LT 20	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.41	8.58	OK!	OK!
LT 21	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.35	8.12	OK!	OK!
LT 22	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.29	7.72	OK!	OK!
LT 23	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.23	7.31	OK!	OK!
LT 24	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.19	7.19	OK!	OK!
LT 25	As 5-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.15	7.15	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 26	As 5'-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.10	7.07	OK!	OK!
ATAP	As 5'-5' As E-F	5000	3450	12.32	10.99	6.74	6.14	OK!	OK!
GF	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	4.81	5.71	OK!	OK!
UG	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.15	7.58	OK!	OK!
LT 3	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.32	8.69	OK!	OK!
LT 5	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.44	9.79	OK!	OK!
LT 6	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.52	10.63	OK!	OK!
LT7	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.56	8.33	OK!	OK!
LT 8	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.60	8.57	OK!	OK!
LT 9	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.62	8.04	OK!	OK!
LT 10	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.39	10.35	OK!	OK!
LT 11	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.39	10.31	OK!	OK!
LT 12	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.39	10.23	OK!	OK!
LT 14	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.42	10.08	OK!	OK!
LT 15	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.40	9.91	OK!	OK!
LT 16	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.40	9.65	OK!	OK!
LT 17	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.39	9.39	OK!	OK!
LT 18	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.37	9.09	OK!	OK!
LT 19	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.35	8.72	OK!	OK!
LT 20	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.32	8.28	OK!	OK!
LT 21	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.28	7.85	OK!	OK!
LT 22	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.24	7.39	OK!	OK!
LT 23	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.19	7.16	OK!	OK!
LT 24	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.15	7.11	OK!	OK!
LT 25	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.09	7.07	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 26	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.07	7.00	OK!	OK!
ATAP	As 5'-6 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	6.71	6.11	OK!	OK!
GF	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	7.73	6.68	OK!	OK!
UG	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	7.74	8.97	OK!	OK!
LT 3	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	7.95	10.15	OK!	OK!
LT 5	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.11	10.99	OK!	OK!
LT 6	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.21	10.56	OK!	OK!
LT7	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.27	10.87	OK!	OK!
LT 8	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.34	10.10	OK!	OK!
LT 9	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.39	10.25	OK!	OK!
LT 10	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.52	10.67	OK!	OK!
LT 11	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.58	10.51	OK!	OK!
LT 12	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.64	10.37	OK!	OK!
LT 14	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.70	10.28	OK!	OK!
LT 15	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.75	10.98	OK!	OK!
LT 16	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.77	10.71	OK!	OK!
LT 17	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.78	10.45	OK!	OK!
LT 18	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.78	10.16	OK!	OK!
LT 19	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.76	9.77	OK!	OK!
LT 20	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.77	9.43	OK!	OK!
LT 21	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.72	9.01	OK!	OK!
LT 22	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.65	8.57	OK!	OK!
LT 23	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.57	8.12	OK!	OK!
LT 24	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.49	7.65	OK!	OK!
LT 25	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.37	7.29	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 26	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.38	7.18	OK!	OK!
ATAP	As 6-7 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	7.08	6.23	OK!	OK!
GF	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.54	7.41	OK!	OK!
UG	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	9.60	9.11	OK!	OK!
LT 3	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	10.54	10.38	OK!	OK!
LT 5	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	11.32	10.11	OK!	OK!
LT 6	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	11.61	10.63	OK!	OK!
LT7	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	11.79	10.75	OK!	OK!
LT 8	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	11.84	10.67	OK!	OK!
LT 9	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	11.78	10.45	OK!	OK!
LT 10	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	11.58	10.14	OK!	OK!
LT 11	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	11.34	10.52	OK!	OK!
LT 12	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	11.09	10.90	OK!	OK!
LT 14	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	10.80	10.25	OK!	OK!
LT 15	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	10.51	10.57	OK!	OK!
LT 16	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	10.19	10.88	OK!	OK!
LT 17	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	9.87	10.24	OK!	OK!
LT 18	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	9.76	10.66	OK!	OK!
LT 19	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	9.72	10.09	OK!	OK!
LT 20	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	9.42	10.57	OK!	OK!
LT 21	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	9.36	10.05	OK!	OK!
LT 22	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	9.30	10.54	OK!	OK!
LT 23	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	9.23	10.96	OK!	OK!
LT 24	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	9.15	10.35	OK!	OK!
LT 25	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	9.09	9.72	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 26	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	8.98	9.11	OK!	OK!
ATAP	As 8-9 As E-F	5000	3450	12.32	10.99	7.87	8.42	OK!	OK!
GF	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	4.58	9.35	OK!	OK!
UG	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	4.96	10.58	OK!	OK!
LT 3	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.16	10.78	OK!	OK!
LT 5	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.53	10.98	OK!	OK!
LT 6	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.89	10.79	OK!	OK!
LT7	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	6.13	10.35	OK!	OK!
LT 8	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	6.29	10.72	OK!	OK!
LT 9	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	6.34	10.98	OK!	OK!
LT 10	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.81	10.11	OK!	OK!
LT 11	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.69	10.90	OK!	OK!
LT 12	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.59	10.59	OK!	OK!
LT 14	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.60	10.37	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 15	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.59	10.03	OK!	OK!
LT 16	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.55	10.67	OK!	OK!
LT 17	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.53	9.32	OK!	OK!
LT 18	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.38	8.90	OK!	OK!
LT 19	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.40	9.36	OK!	OK!
LT 20	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.30	10.75	OK!	OK!
LT 21	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.21	8.15	OK!	OK!
LT 22	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.10	10.49	OK!	OK!
LT 23	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	4.97	8.80	OK!	OK!
LT 24	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	4.84	9.09	OK!	OK!
LT 25	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	4.71	10.34	OK!	OK!
LT 26	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	4.65	10.89	OK!	OK!
ATAP	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	4.28	7.44	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	ϕ Mnx (kN)	ϕ Mny (kN)	ϕ Mux (kN)	ϕ Muy (kN)	Arah X	Arah Y
GF	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	4.87	7.89	OK!	OK!
UG	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.07	7.10	OK!	OK!
LT 3	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.11	7.68	OK!	OK!
LT 5	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.21	8.08	OK!	OK!
LT 6	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.43	8.37	OK!	OK!
LT7	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.59	8.58	OK!	OK!
LT 8	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.72	8.82	OK!	OK!
LT 9	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.67	9.14	OK!	OK!
LT 10	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	6.08	9.32	OK!	OK!
LT 11	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	6.08	9.29	OK!	OK!
LT 12	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	6.06	9.28	OK!	OK!
LT 14	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	6.06	9.27	OK!	OK!
LT 15	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	6.05	9.23	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 16	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	6.05	9.17	OK!	OK!
LT 17	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	6.04	9.10	OK!	OK!
LT 18	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	6.04	9.02	OK!	OK!
LT 19	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	6.01	8.88	OK!	OK!
LT 20	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	6.00	8.74	OK!	OK!
LT 21	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.98	8.59	OK!	OK!
LT 22	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.96	8.41	OK!	OK!
LT 23	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.94	8.23	OK!	OK!
LT 24	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.92	8.04	OK!	OK!
LT 25	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.91	7.85	OK!	OK!
LT 26	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.88	7.63	OK!	OK!
ATAP	As 8-9 ; As A-A'	5000	3450	12.32	10.99	5.06	6.49	OK!	OK!
GF	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	4.24	9.18	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
UG	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	4.65	8.45	OK!	OK!
LT 3	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	4.69	8.92	OK!	OK!
LT 5	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	4.74	9.22	OK!	OK!
LT 6	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	4.79	9.43	OK!	OK!
LT7	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	4.82	9.58	OK!	OK!
LT 8	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	4.83	9.62	OK!	OK!
LT 9	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.11	10.19	OK!	OK!
LT 10	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.44	9.73	OK!	OK!
LT 11	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.45	9.77	OK!	OK!
LT 12	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.45	9.72	OK!	OK!
LT 14	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.44	9.67	OK!	OK!
LT 15	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.43	9.58	OK!	OK!
LT 16	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.42	9.52	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 17	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.40	9.33	OK!	OK!
LT 18	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.48	9.43	OK!	OK!
LT 19	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.37	9.08	OK!	OK!
LT 20	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.37	9.02	OK!	OK!
LT 21	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.35	8.84	OK!	OK!
LT 22	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.33	8.67	OK!	OK!
LT 23	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.31	8.49	OK!	OK!
LT 24	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.29	8.31	OK!	OK!
LT 25	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.27	8.24	OK!	OK!
LT 26	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	5.24	8.12	OK!	OK!
ATAP	As 8-9 ; As A'-B	5000	3450	12.32	10.99	4.45	6.73	OK!	OK!
GF	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	5.00	8.25	OK!	OK!
UG	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	5.35	8.06	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 3	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	5.73	8.44	OK!	OK!
LT 5	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	6.43	8.93	OK!	OK!
LT 6	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	7.07	9.30	OK!	OK!
LT7	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	7.61	9.61	OK!	OK!
LT 8	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	7.94	9.74	OK!	OK!
LT 9	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	9.32	10.54	OK!	OK!
LT 10	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	7.47	10.45	OK!	OK!
LT 11	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	7.58	10.53	OK!	OK!
LT 12	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	7.51	10.50	OK!	OK!
LT 14	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	7.53	10.51	OK!	OK!
LT 15	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	7.48	10.47	OK!	OK!
LT 16	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	7.42	10.46	OK!	OK!
LT 17	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	7.26	10.17	OK!	OK!
LT 18	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	8.71	10.39	OK!	OK!
LT 19	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	6.98	9.94	OK!	OK!
LT 20	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	6.87	9.98	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 21	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	6.64	9.76	OK!	OK!
LT 22	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	6.53	9.57	OK!	OK!
LT 23	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	6.51	9.42	OK!	OK!
LT 24	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	6.49	9.30	OK!	OK!
LT 25	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	6.46	9.18	OK!	OK!
LT 26	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	6.43	9.09	OK!	OK!
ATAP	As 8-9 ; As F-G	5000	3450	12.32	10.99	5.66	7.69	OK!	OK!
GF	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	4.85	7.30	OK!	OK!
UG	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	5.27	7.52	OK!	OK!
LT 3	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	5.69	8.14	OK!	OK!
LT 5	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	6.45	8.54	OK!	OK!
LT 6	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.11	8.83	OK!	OK!
LT7	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.64	9.05	OK!	OK!
LT 8	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.99	9.20	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 9	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	8.96	9.40	OK!	OK!
LT 10	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.29	9.77	OK!	OK!
LT 11	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.34	9.74	OK!	OK!
LT 12	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.37	9.73	OK!	OK!
LT 14	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.48	9.77	OK!	OK!
LT 15	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.53	9.74	OK!	OK!
LT 16	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.56	9.69	OK!	OK!
LT 17	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.56	9.55	OK!	OK!
LT 18	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.69	9.77	OK!	OK!
LT 19	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.47	9.26	OK!	OK!
LT 20	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.38	9.11	OK!	OK!
LT 21	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.25	8.86	OK!	OK!
LT 22	As 8-9 ; As G-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.14	8.60	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	øMnx (kN)	øMny (kN)	øMux (kN)	øMuy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 23	As 8-9 ; As G'-G'	5000	3450	12.32	10.99	7.07	8.38	OK!	OK!
LT 24	As 8-9 ; As G'-G'	5000	3450	12.32	10.99	6.99	8.28	OK!	OK!
LT 25	As 8-9 ; As G'-G'	5000	3450	12.32	10.99	6.90	8.19	OK!	OK!
LT 26	As 8-9 ; As G'-G'	5000	3450	12.32	10.99	6.83	8.06	OK!	OK!
ATAP	As 8-9 ; As G'-G'	5000	3450	12.32	10.99	6.13	6.97	OK!	OK!
GF	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	7.05	9.57	OK!	OK!
UG	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.83	9.99	OK!	OK!
LT 3	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	9.39	9.27	OK!	OK!
LT 5	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.44	8.66	OK!	OK!
LT 6	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.00	9.35	OK!	OK!
LT7	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.27	9.60	OK!	OK!
LT 8	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.35	8.50	OK!	OK!
LT 9	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.30	9.86	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	ϕ Mnx (kN)	ϕ Mny (kN)	ϕ Mux (kN)	ϕ Muy (kN)	Arah X	Arah Y
LT 10	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.25	9.57	OK!	OK!
LT 11	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.94	9.79	OK!	OK!
LT 12	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.11	9.82	OK!	OK!
LT 14	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.33	8.82	OK!	OK!
LT 15	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.44	8.78	OK!	OK!
LT 16	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.50	9.89	OK!	OK!
LT 17	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	9.55	10.05	OK!	OK!
LT 18	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	9.43	10.10	OK!	OK!
LT 19	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.41	10.12	OK!	OK!
LT 20	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.22	10.03	OK!	OK!
LT 21	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.01	10.01	OK!	OK!
LT 22	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.74	10.95	OK!	OK!
LT 23	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.46	9.90	OK!	OK!

PELAT LANTAI		LY	LX	Mn (KN)		Mu (KN)		Cek Kapasitas	
		(mm)	(mm)	ϕM_{nx} (kN)	ϕM_{ny} (kN)	ϕM_{ux} (kN)	ϕM_{uy} (kN)	Arah X	Arah Y
LT 24	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	12.18	9.83	OK!	OK!
LT 25	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	11.87	9.70	OK!	OK!
LT 26	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	11.63	9.73	OK!	OK!
ATAP	As 8-9 ; As G'-H	5000	3450	12.32	10.99	10.41	7.17	OK!	OK!



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

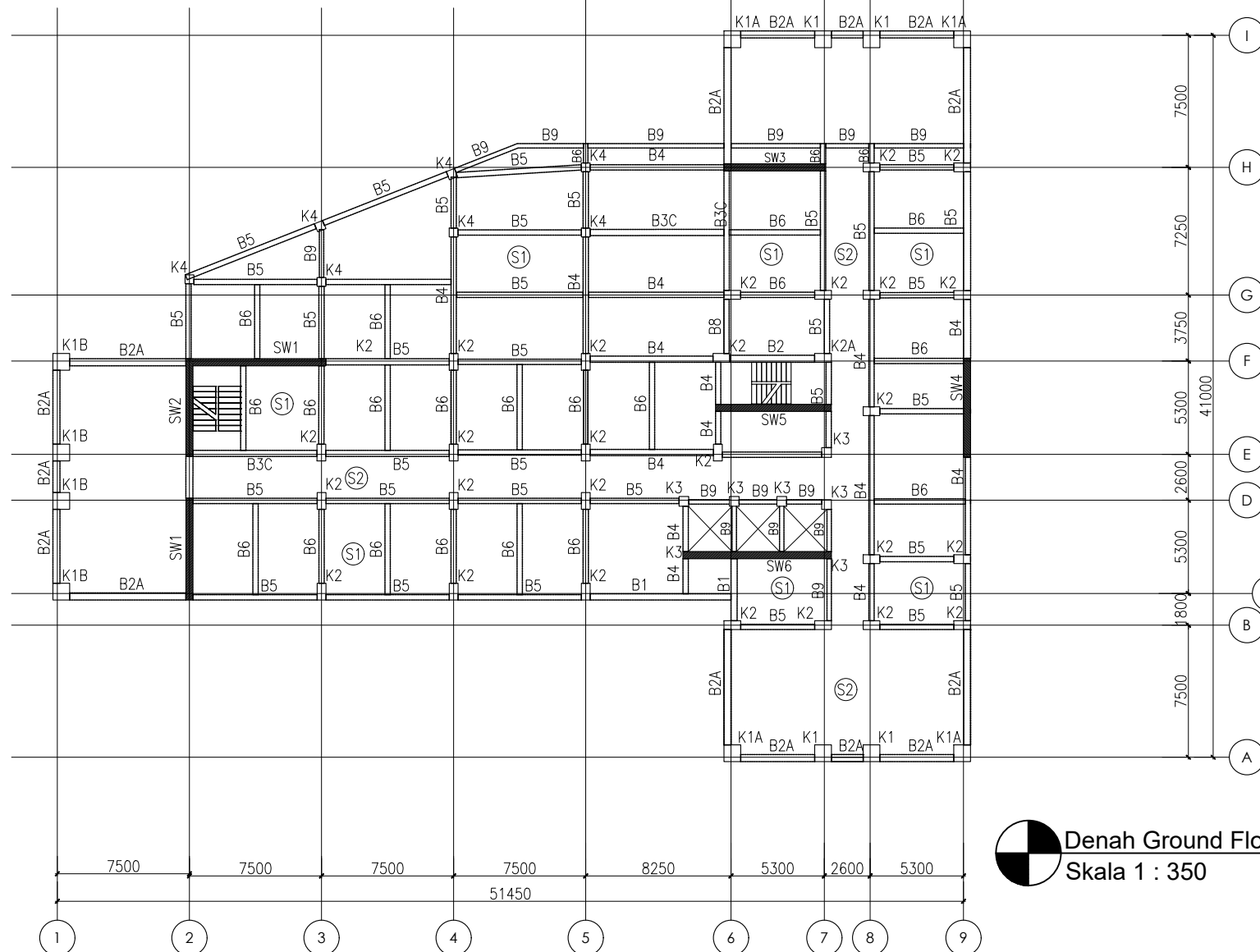
03111540000114

JUDUL GAMBAR

Lantai Ground Floor

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

1	1 : 350	STR
---	---------	-----



Denah Ground Floor
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Lantai UG - 10

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
2	1 : 350	STR





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

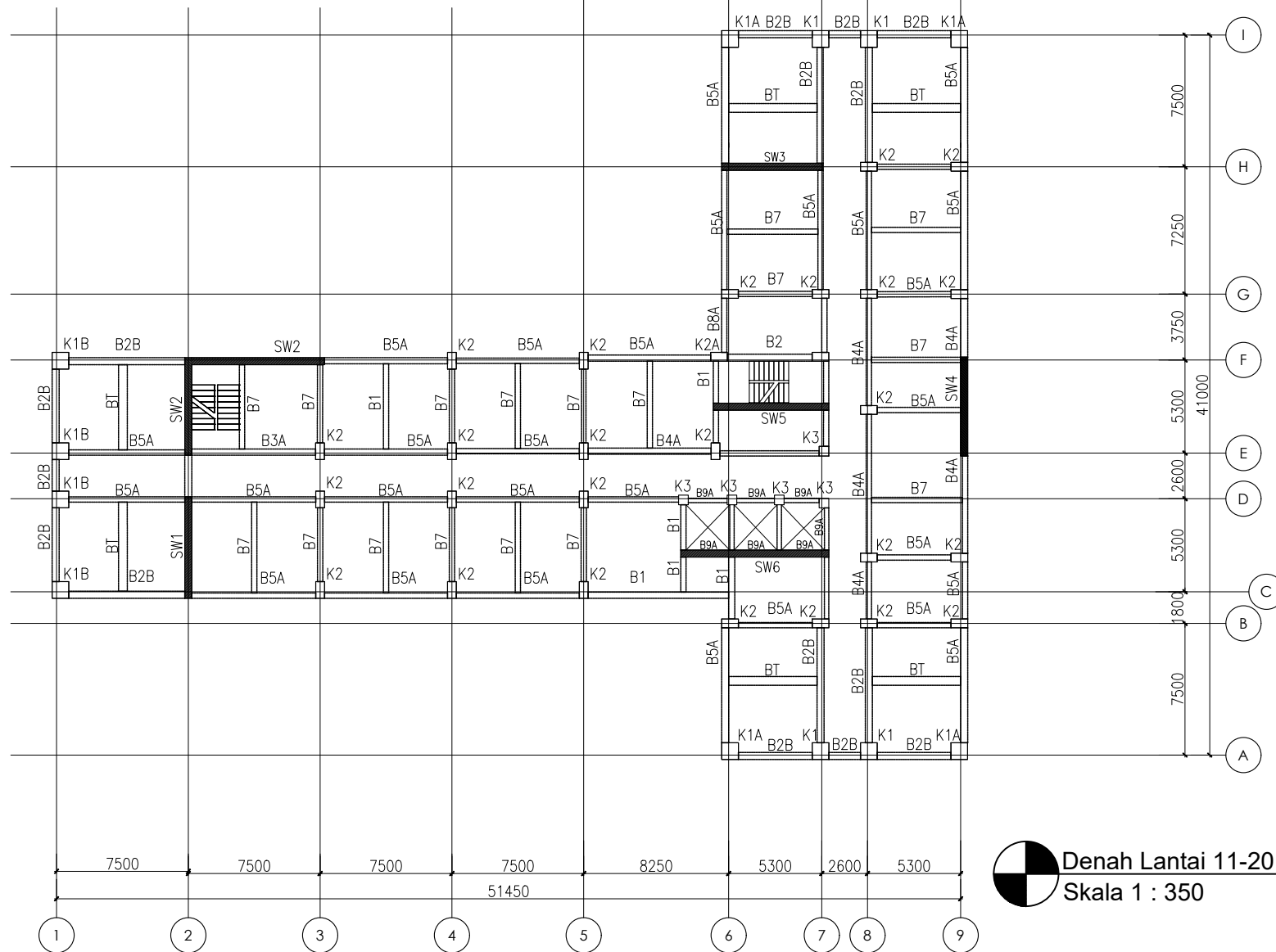
NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Lantai 11-20

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
3	1 : 350	STR



Denah Lantai 11-20
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

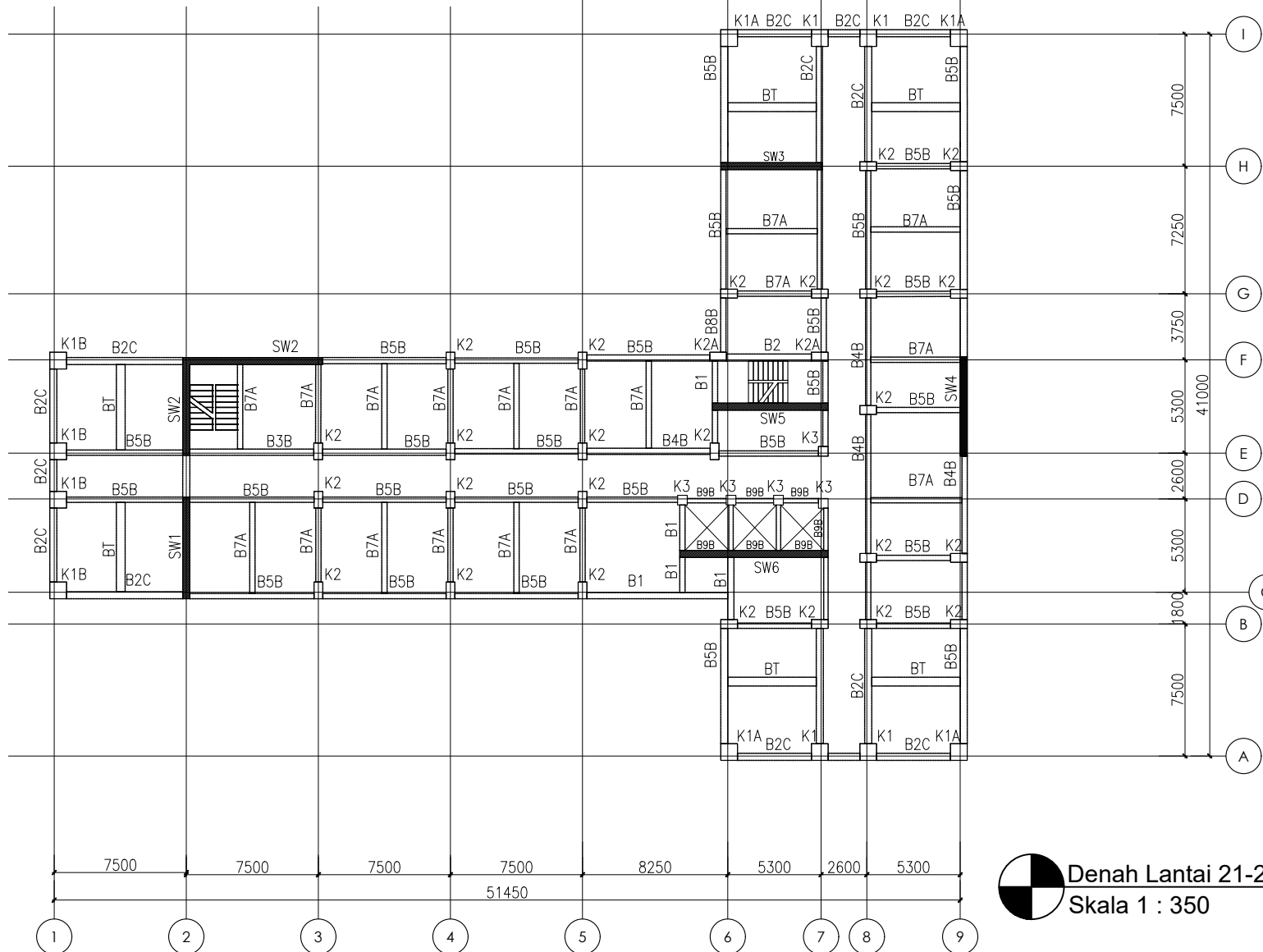
NRP

03111540000114

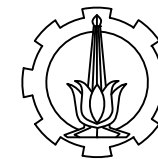
JUDUL GAMBAR

Lantai 21-27

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
4	1 : 350	STR



Denah Lantai 21-27
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

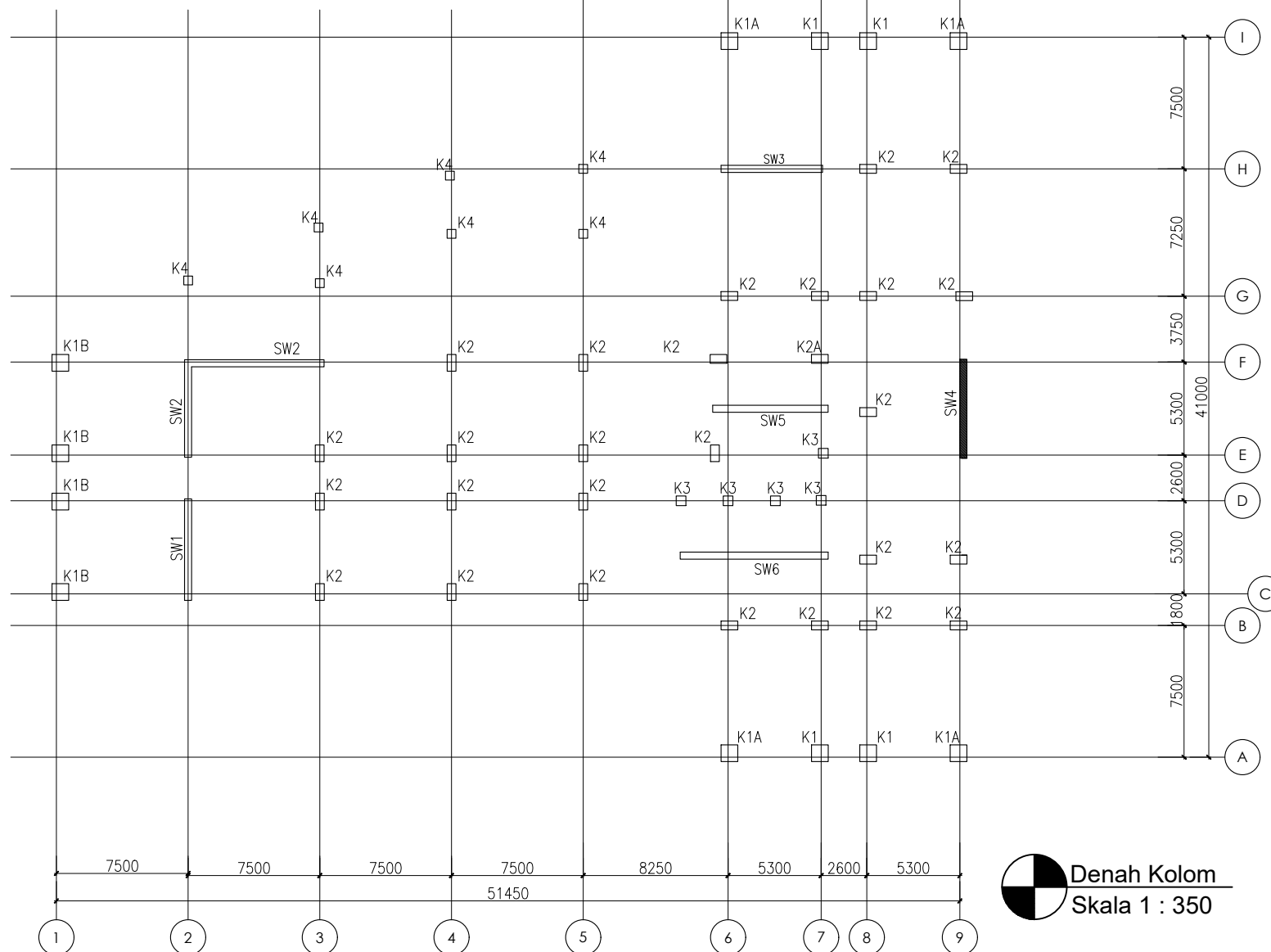
NRP

03111540000114

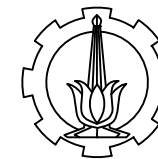
JUDUL GAMBAR

Denah Lantai Kolom

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
5	1 : 350	STR



Denah Kolom
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

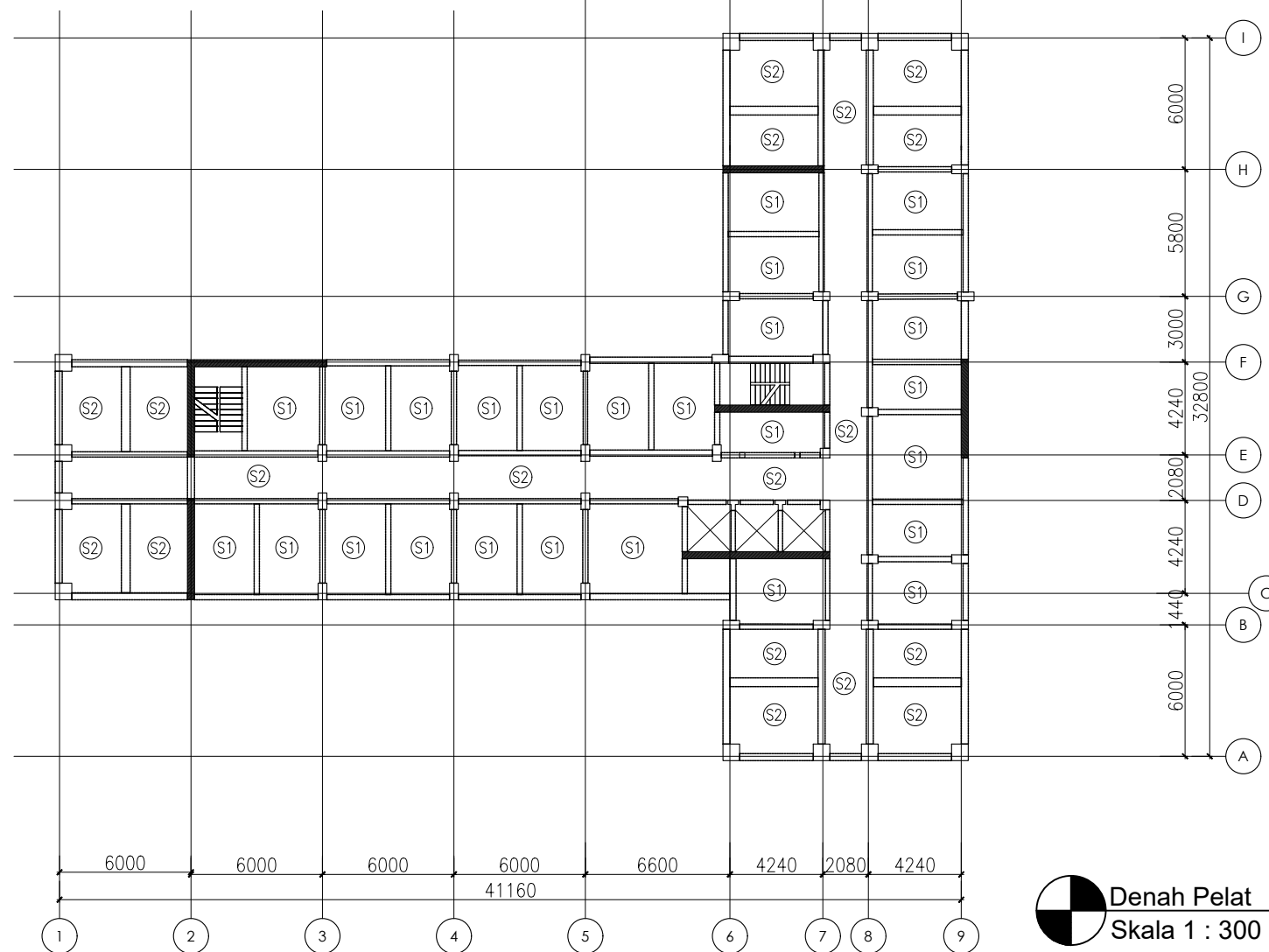
NRP

03111540000114

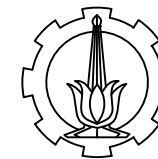
JUDUL GAMBAR

Denah Lantai Pelat

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
6	1 : 300	STR



Denah Pelat
Skala 1 : 300



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

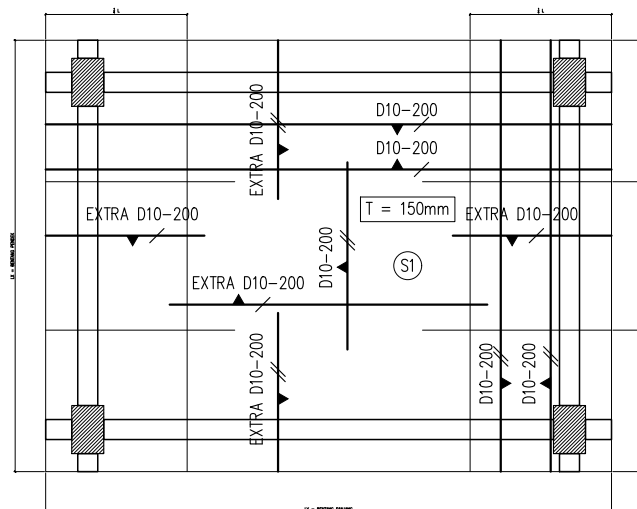
NRP


03111540000114

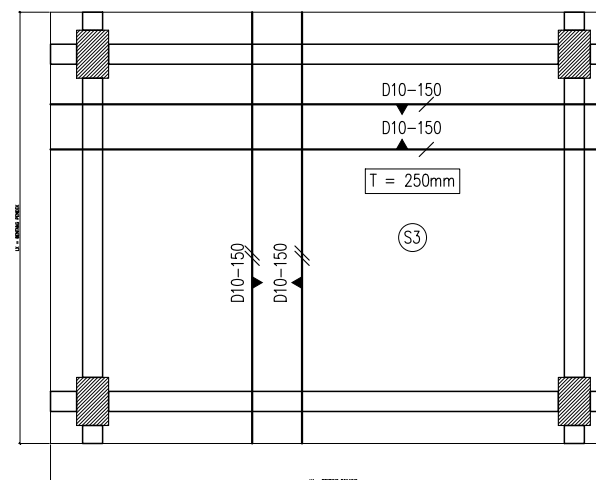
JUDUL GAMBAR


Detail Penulangan Pelat

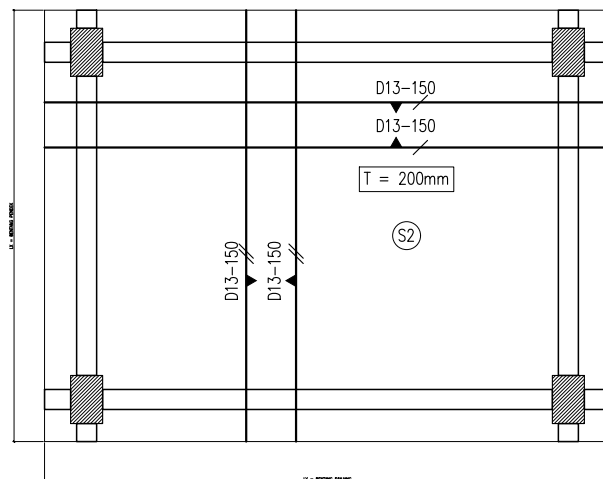
NO. GMB	SKALA	KODE GMB
7	1 : 300	STR




 Detail Penulangan Pelat S1
Skala 1 : 300

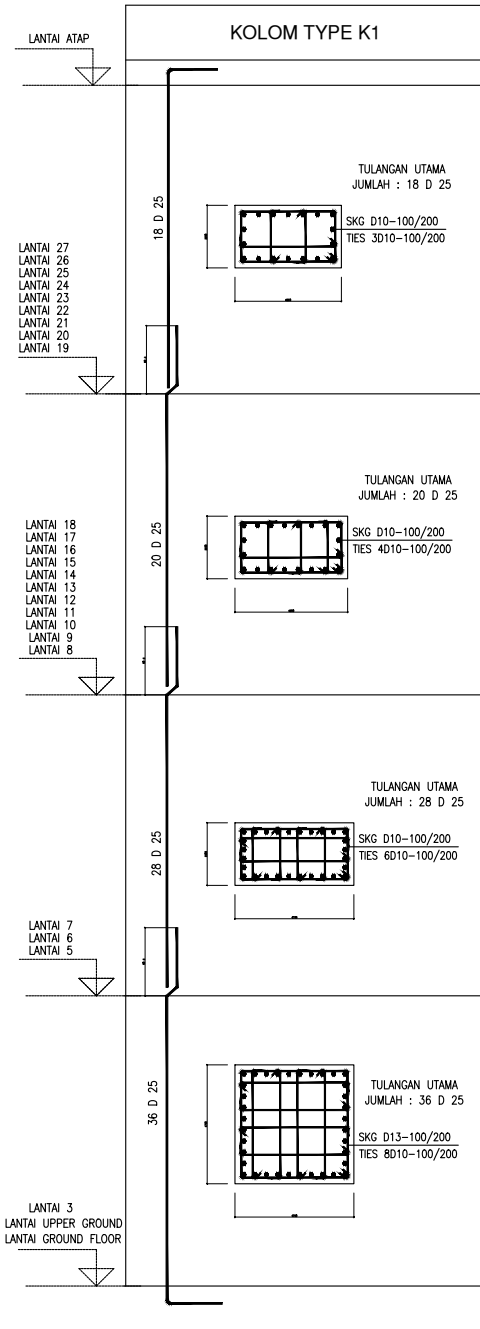


 Detail Penulangan Pelat S3
Skala 1 : 300

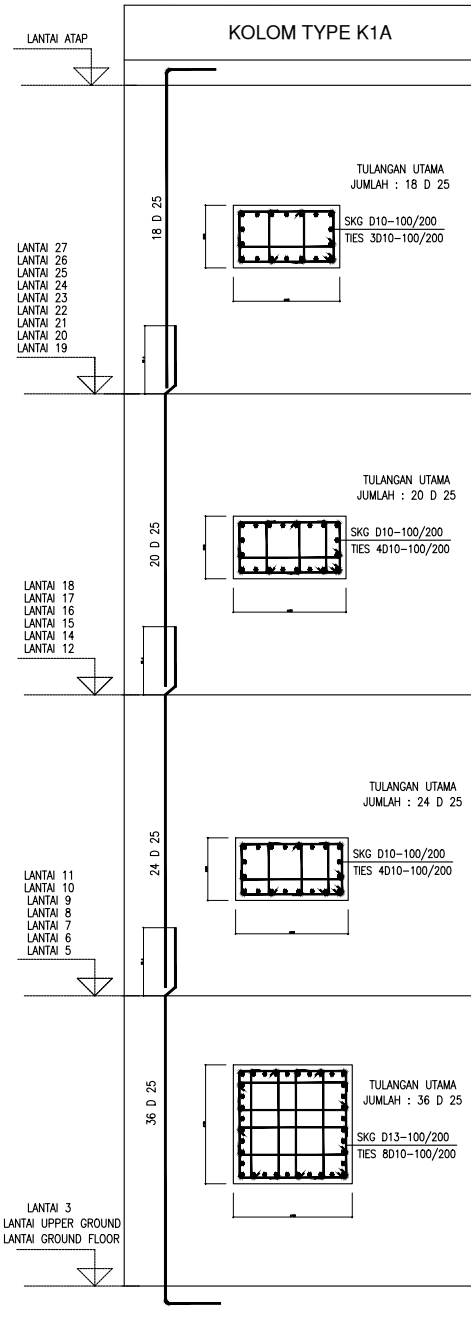


 Detail Penulangan Pelat S2
Skala 1 : 300

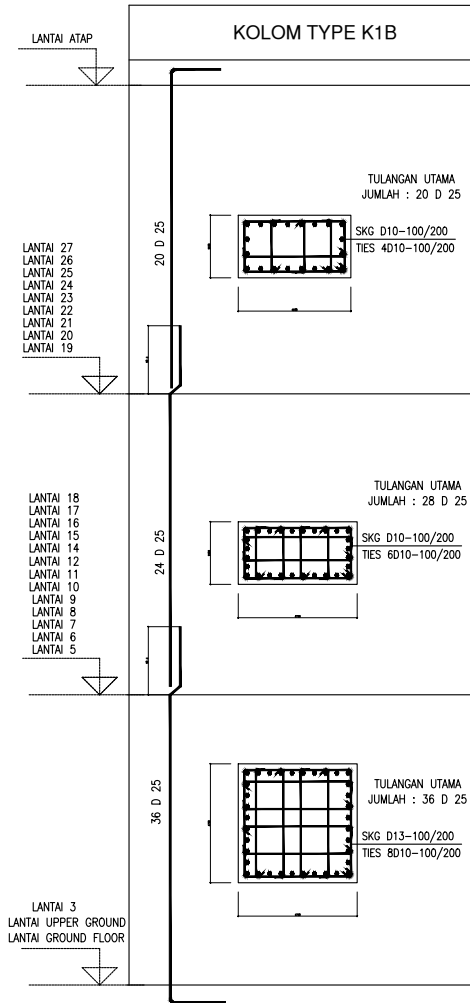
DETAIL KOLOM




DETAIL KOLOM



DETAIL KOLOM



 **Detail Penulangan Kolom**
Skala 1 : 300



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Detail Penulangan Kolom

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
8	1 : 300	STR



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

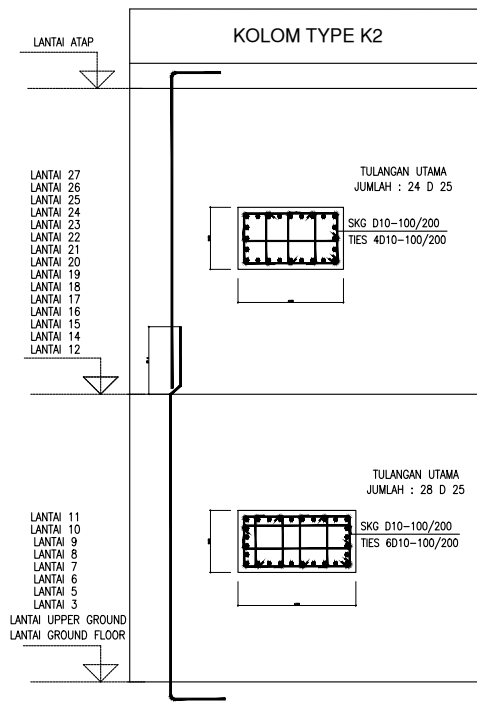
03111540000114

JUDUL GAMBAR

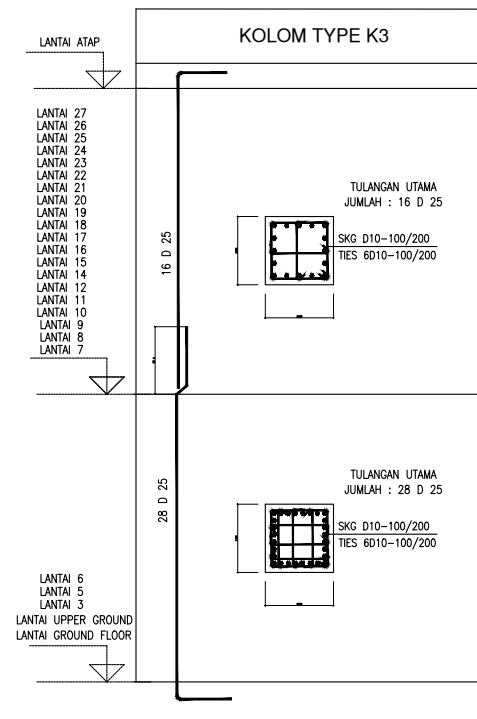
Detail Penulangan Kolom

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
9	1 : 300	STR

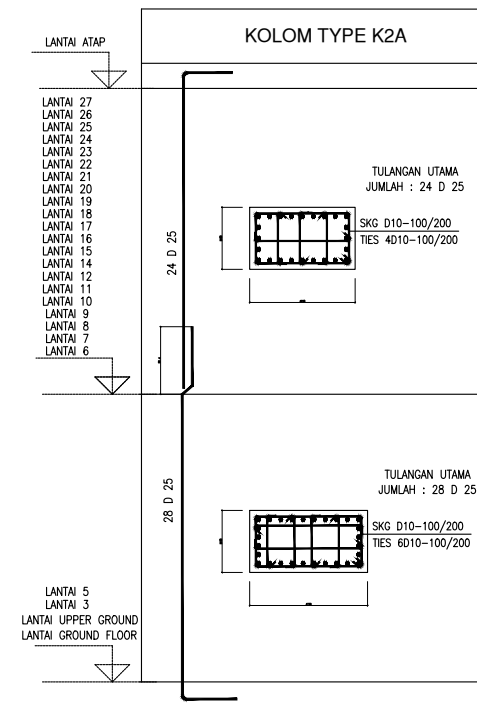
DETAIL KOLOM



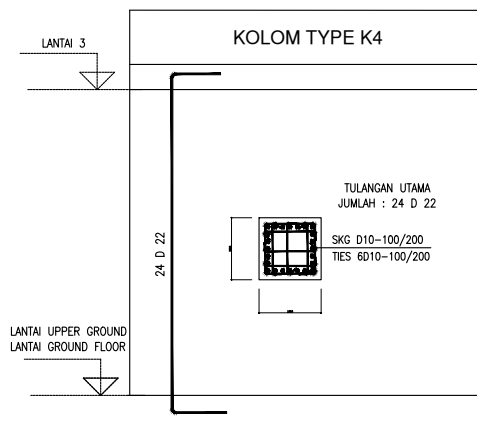
DETAIL KOLOM



DETAIL KOLOM



DETAIL KOLOM



Detail Penulangan Kolom

Skala 1 : 300



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

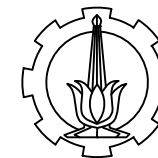
Detail Penulangan Balok

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
10	1 : 300	STR

PENULANGAN BALOK

TYPE BALOK	B1			B2			B2A			B2B			B2C		
POSISI BALOK	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN															
DIMENSI	500 x 550	500 x 550	500 x 550	400 x 650	400 x 650	400 x 650	400 x 600	400 x 600	400 x 600	400 x 600	400 x 600	400 x 600	400 x 600	400 x 600	400 x 600
TULANGAN ATAS	4 D 25	3 D 25	4 D 25	8 D 22	3 D 22	8 D 22	9 D 22	2 D 22	9 D 22	7 D 22	3 D 22	7 D 22	6 D 22	2 D 22	6 D 22
TULANGAN BAWAH	2 D 25	9 D 25	2 D 25	3 D 22	5 D 22	3 D 22	3 D 22	5 D 22	3 D 22	5 D 22	3 D 22	3 D 22	3 D 22	4 D 22	3 D 22
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100
PEMINGGANG	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
TYPE BALOK	B2D			B2E			B3			B3A			B3B		
POSISI BALOK	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN															
DIMENSI	400 x 650	400 x 650	400 x 650	400 x 650	400 x 650	400 x 650	350 x 750	350 x 750	350 x 750	350 x 750	350 x 750	350 x 750	350 x 750	350 x 750	350 x 750
TULANGAN ATAS	6 D 22	6 D 22	6 D 22	5 D 22	3 D 22	5 D 22	7 D 22	3 D 22	7 D 22	7 D 22	3 D 22	7 D 22	7 D 22	3 D 22	7 D 22
TULANGAN BAWAH	4 D 22	4 D 22	4 D 22	3 D 22	6 D 22	3 D 22	3 D 22	5 D 22	3 D 22	5 D 22	5 D 22	3 D 22	3 D 22	5 D 22	3 D 22
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100
PEMINGGANG	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
TYPE BALOK	B4			B4A			B4B			B4C			B5		
POSISI BALOK	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN															
DIMENSI	300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 550	300 x 550	300 x 550
TULANGAN ATAS	8 D 22	3 D 22	8 D 22	8 D 22	3 D 22	8 D 22	5 D 22	2 D 22	5 D 22	4 D 19	2 D 19	4 D 19	6 D 22	2 D 22	6 D 22
TULANGAN BAWAH	4 D 22	6 D 22	4 D 22	4 D 22	6 D 22	4 D 22	2 D 22	4 D 22	2 D 22	2 D 19	6 D 19	2 D 19	2 D 22	5 D 22	2 D 22
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100
PEMINGGANG	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	-	-	-	2 D 10	2 D 10	2 D 10

Detail Penulangan Balok
Skala 1 : 300



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Detail Penulangan Balok

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
11	1 : 300	STR

TYPE BALOK	B5A			B5B			B6			B6A			B7		
POSISI BALOK	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN															
DIMENSI	300 x 550	300 x 550	300 x 550	300 x 550	300 x 550	300 x 550	300 x 500	300 x 500	300 x 500	300 x 500	300 x 500	300 x 500	250 x 450	250 x 450	250 x 450
TULANGAN ATAS	7 D 22	2 D 22	7 D 22	4 D 22	3 D 22	4 D 22	4 D 22	2 D 22	4 D 22	4 D 19	2 D 19	4 D 19	6 D 16	2 D 16	6 D 16
TULANGAN BAWAH	2 D 22	5 D 22	2 D 22	2 D 22	6 D 22	2 D 22	2 D 22	4 D 22	2 D 22	2 D 19	4 D 19	2 D 19	3 D 16	4 D 16	3 D 16
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 150	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100
PEMINGGANG	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	-	-	-	2 D 10	2 D 10	2 D 10
TYPE BALOK	B7A			B8			B8A			B8B			B9		
POSISI BALOK	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN															
DIMENSI	250 x 450	250 x 450	250 x 450	250 x 500	250 x 500	250 x 500	250 x 500	250 x 500	250 x 500	250 x 500	250 x 500	250 x 500	250 x 450	250 x 450	250 x 450
TULANGAN ATAS	4 D 16	2 D 16	4 D 16	5 D 22	2 D 22	5 D 22	5 D 22	2 D 22	5 D 22	5 D 22	2 D 22	5 D 22	5 D 19	2 D 19	5 D 19
TULANGAN BAWAH	3 D 16	4 D 16	3 D 16	2 D 22	4 D 22	2 D 22	2 D 22	4 D 22	2 D 22	2 D 22	3 D 22	2 D 22	2 D 19	3 D 19	2 D 19
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100
PEMINGGANG	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
TYPE BALOK	B9A			B9B			BT			B10					
POSISI BALOK	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN			
POTONGAN															
DIMENSI	250 x 450	250 x 450	250 x 450	200 x 400	200 x 400	200 x 400	500 x 200	500 x 200	500 x 200	200 x 400	200 x 400	200 x 400			
TULANGAN ATAS	5 D 19	2 D 19	5 D 19	5 D 16	2 D 16	5 D 16	5 D 19	5 D 19	5 D 19	4 D 16	2 D 16	4 D 16			
TULANGAN BAWAH	2 D 19	4 D 19	2 D 19	2 D 16	3 D 16	2 D 16	5 D 19	5 D 19	5 D 19	2 D 16	4 D 16	2 D 16			
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 150	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100			
PEMINGGANG	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	-	-	-	-	-	-			

Detail Penulangan Balok
Skala 1 : 300



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

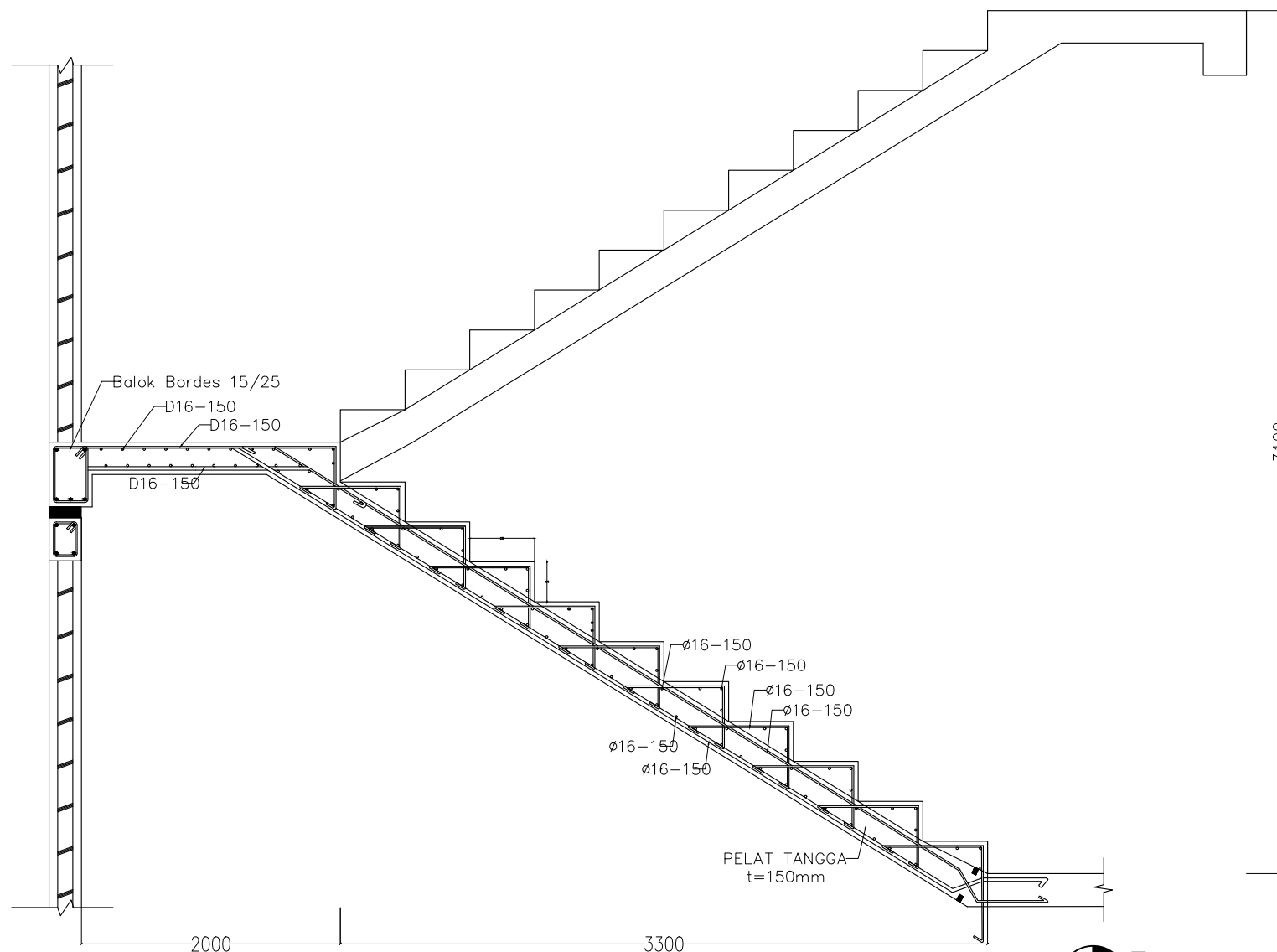
NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Tangga

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
12	1 : 175	STR



Tangga
Skala 1 : 175



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

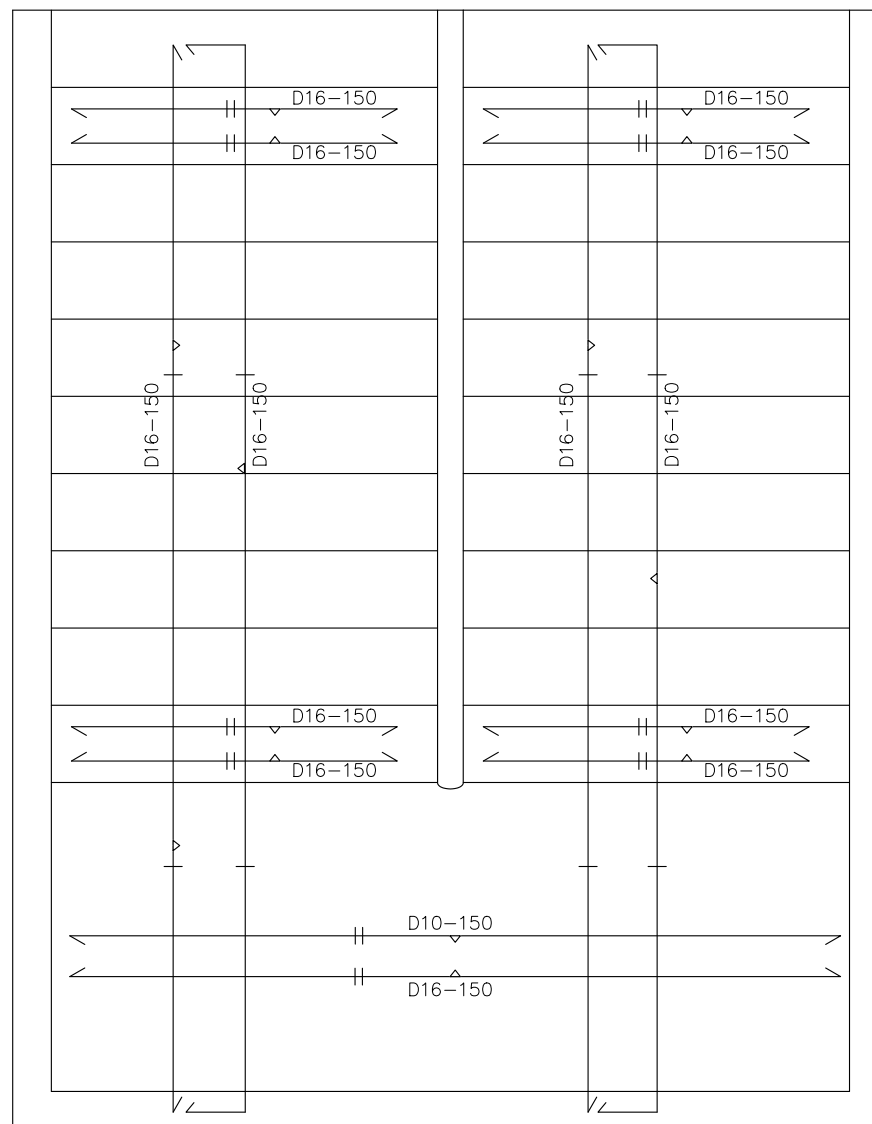
NRP


03111540000114

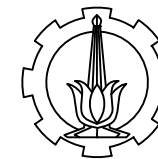
JUDUL GAMBAR

Detail Penulangan Tangga

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
13	1 : 175	STR



 Detail Penulangan Tangga
Skala 1 : 175



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

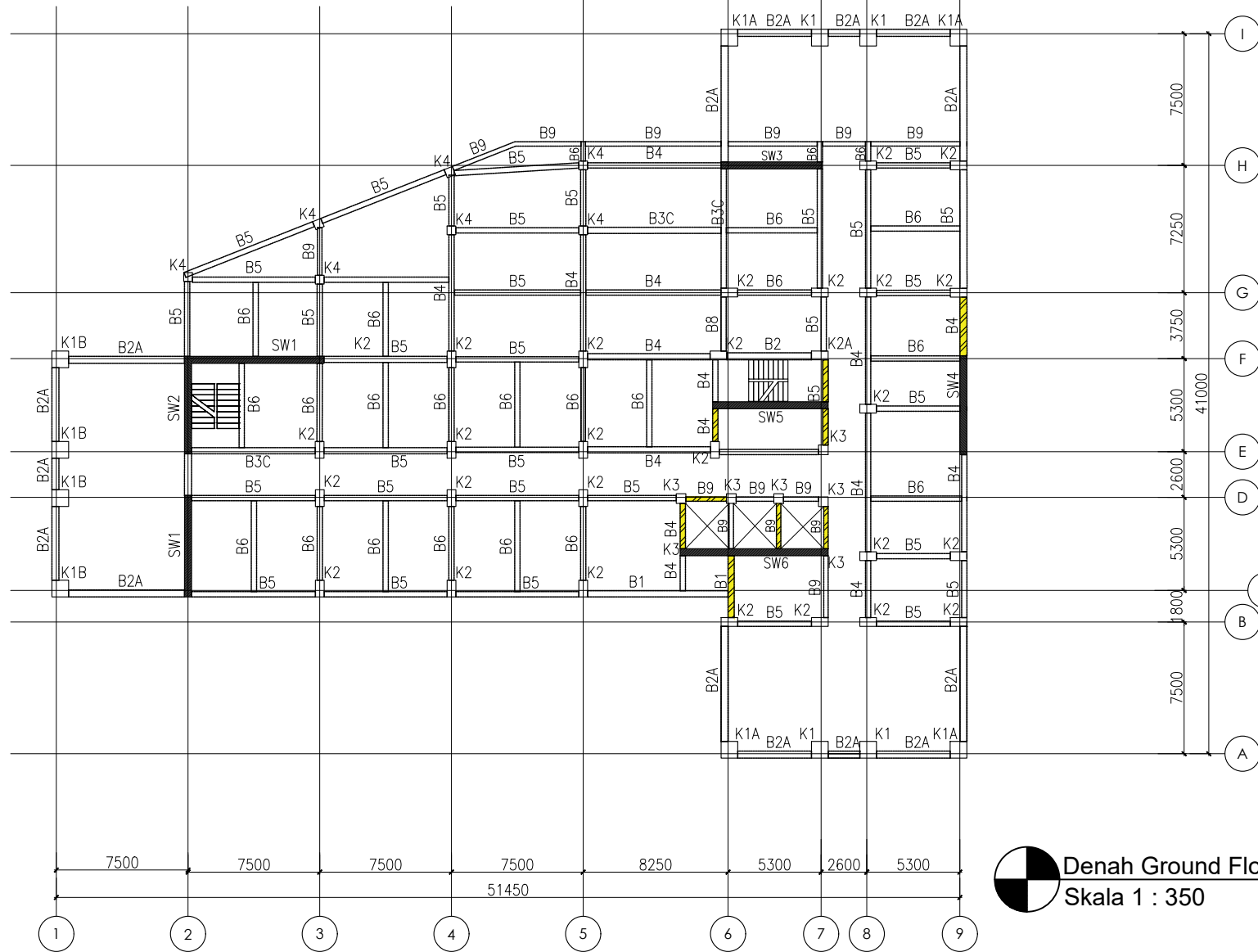
NRP


03111540000114

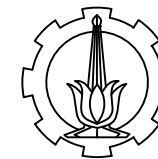
JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
14	1 : 350	STR



 Denah Ground Floor
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

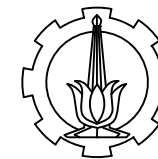
JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
15	1 : 350	STR



Denah UG
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

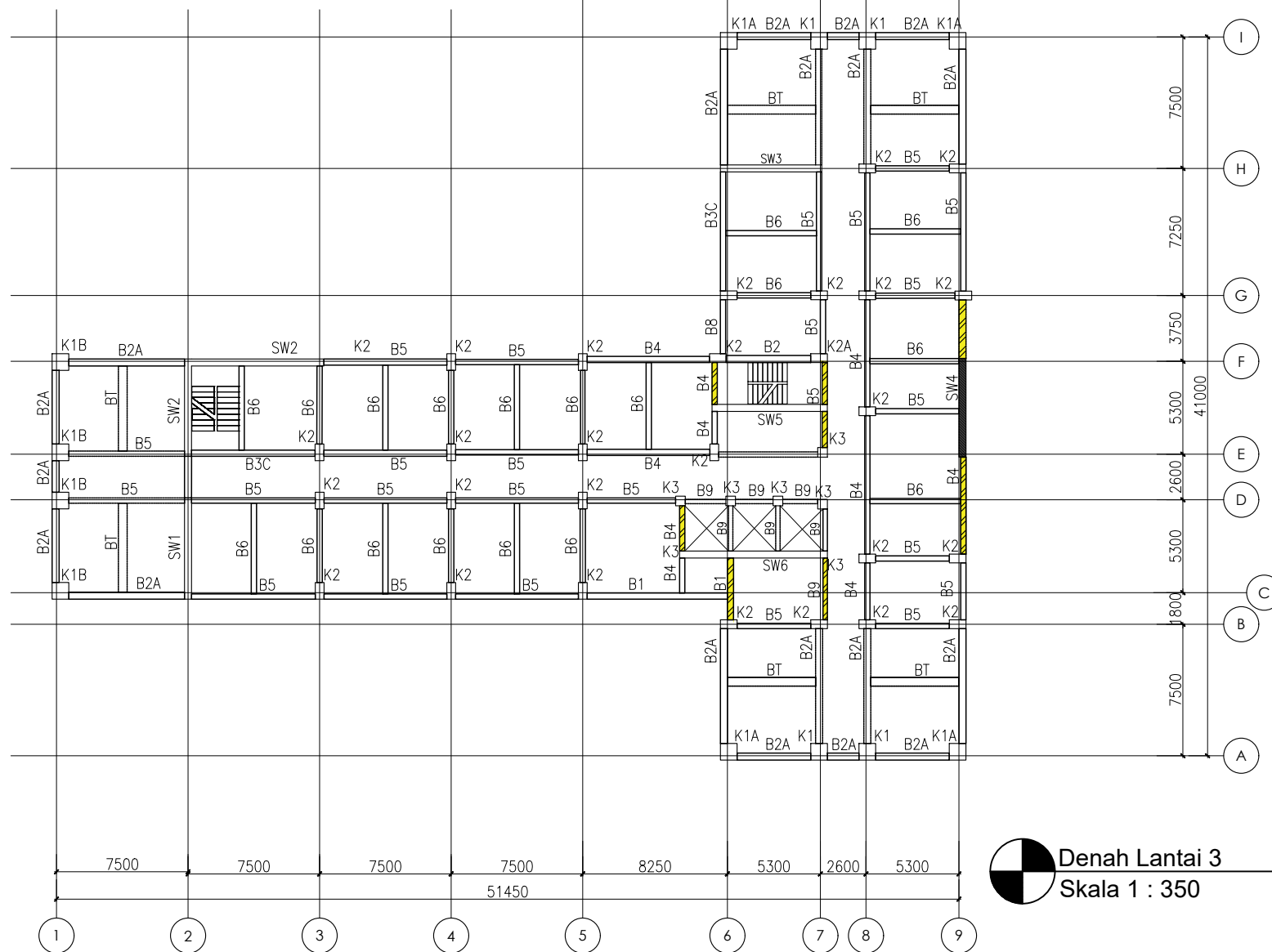
NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
16	1 : 350	STR



Denah Lantai 3
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

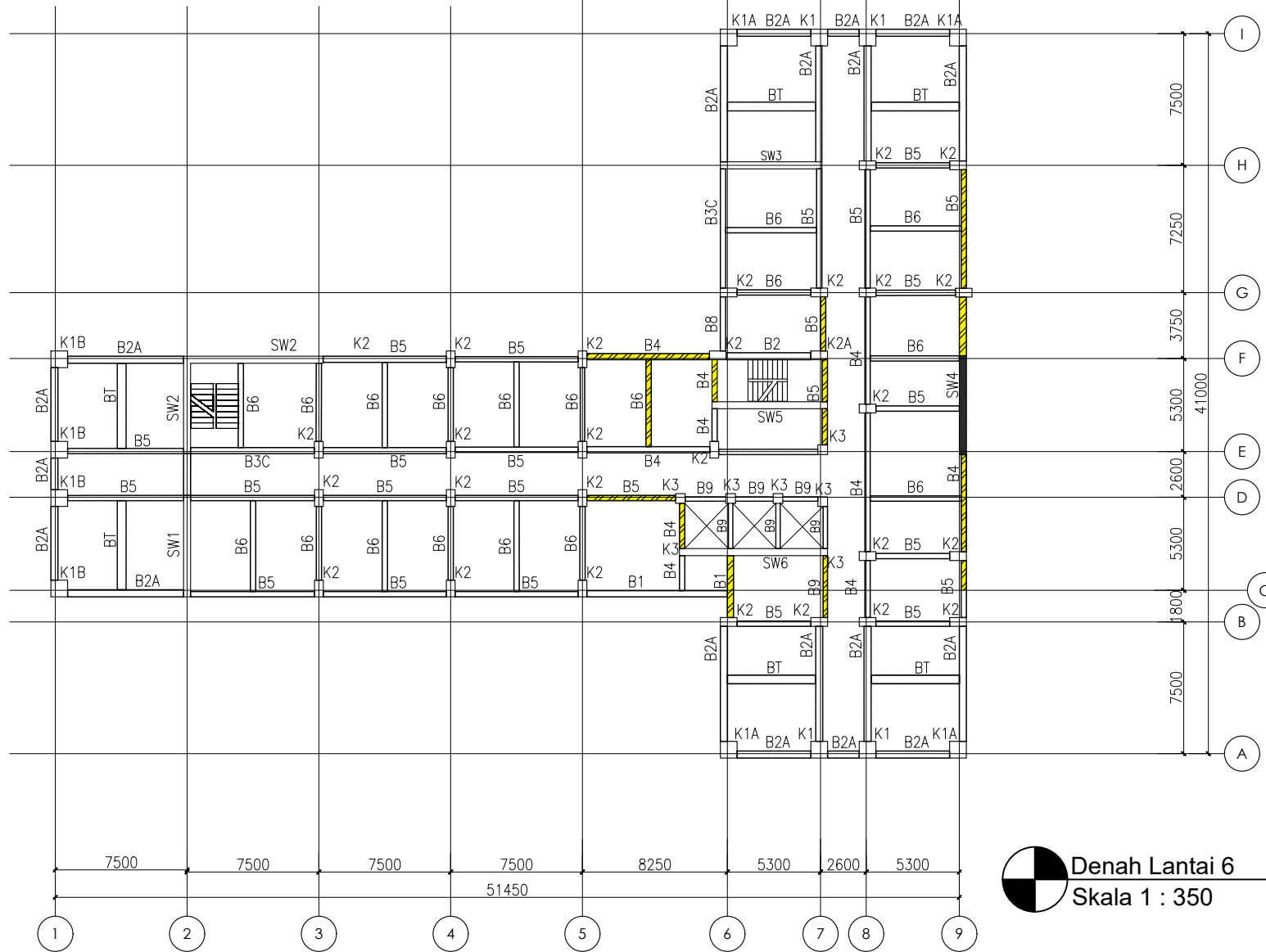
NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
18	1 : 350	STR



Denah Lantai 6
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

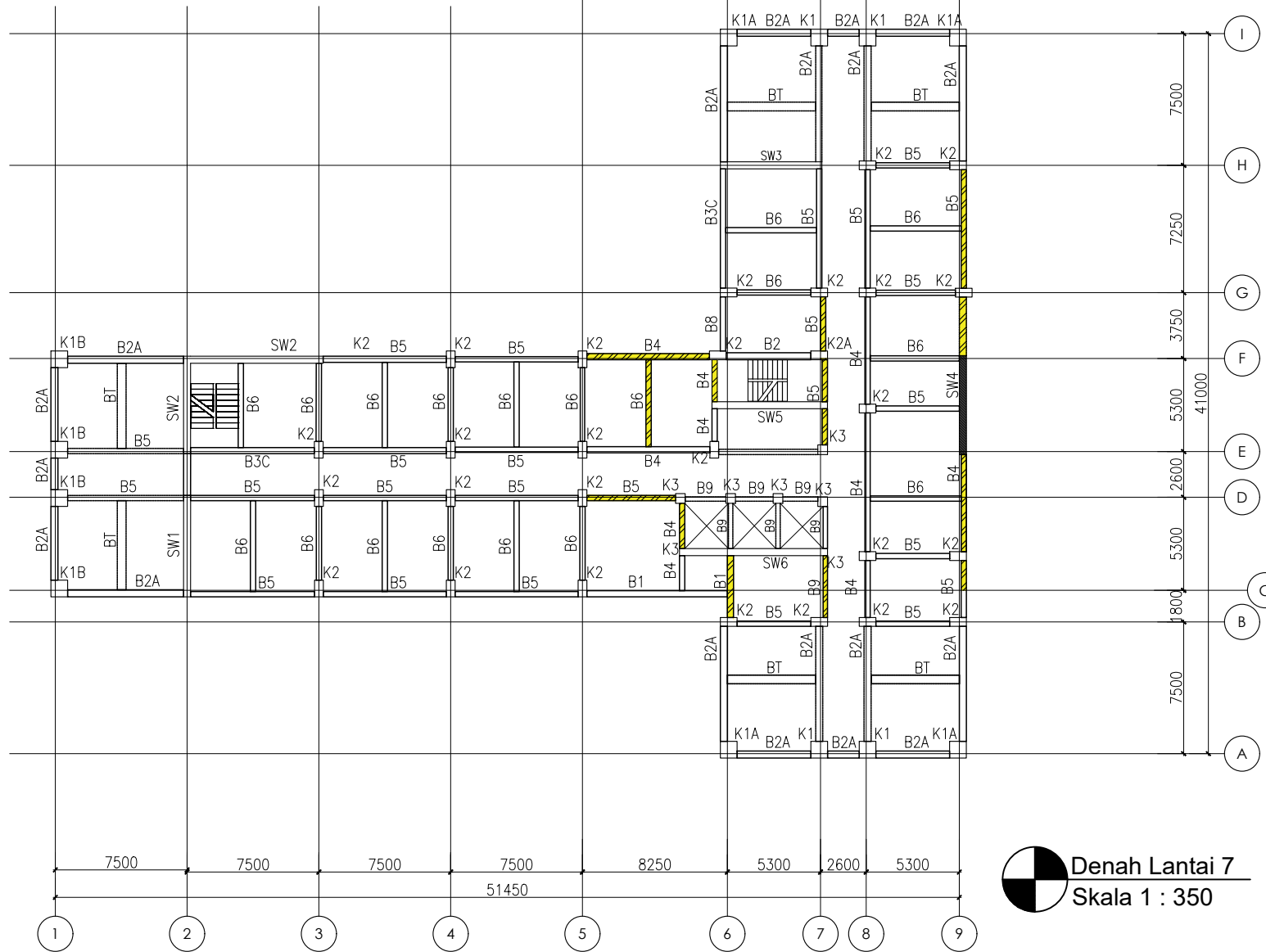
NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
19	1 : 350	STR



Denah Lantai 7
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

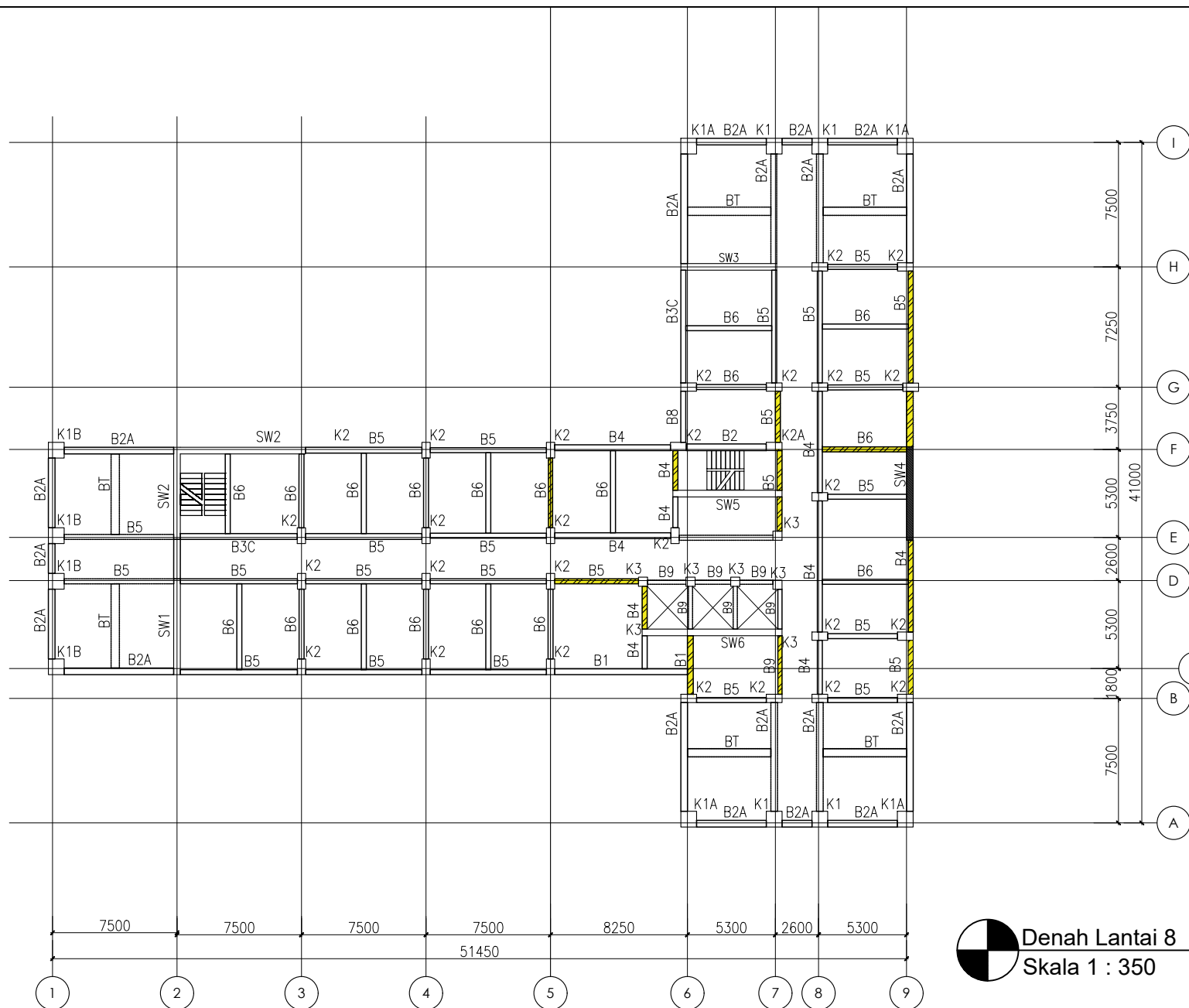
NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
20	1 : 350	STR





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

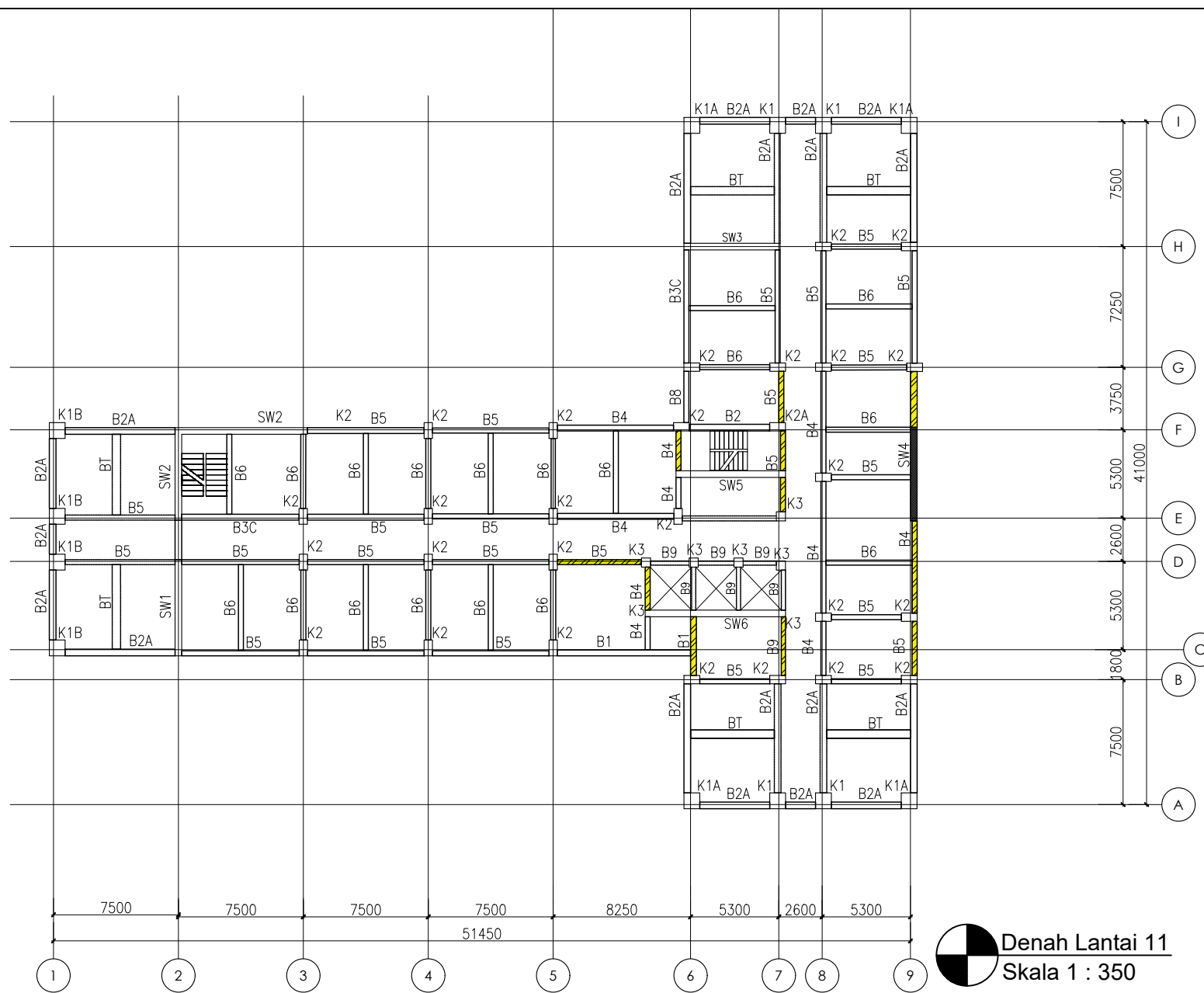
NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
23	1 : 350	STR





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

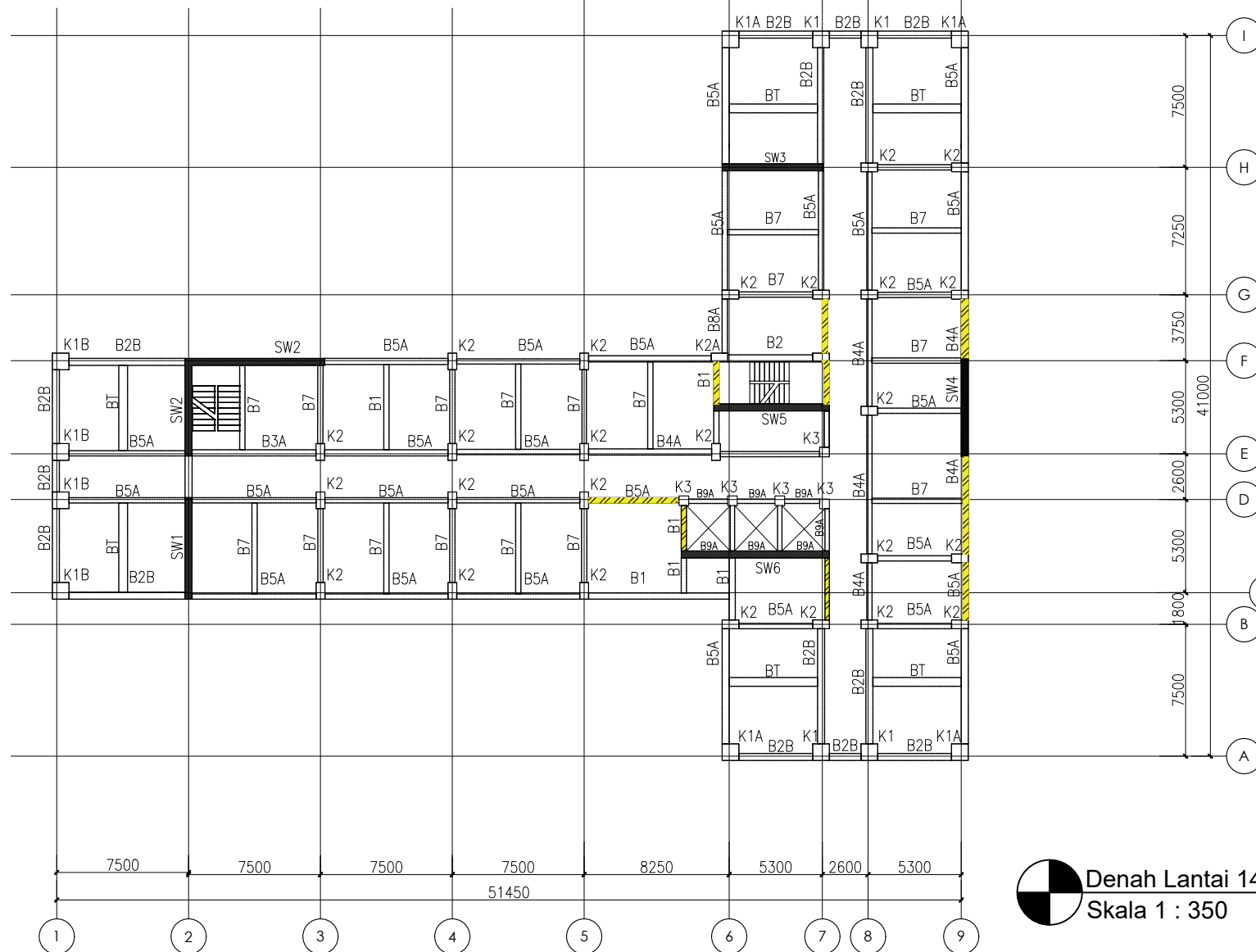
NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
25	1 : 350	STR



Denah Lantai 14
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

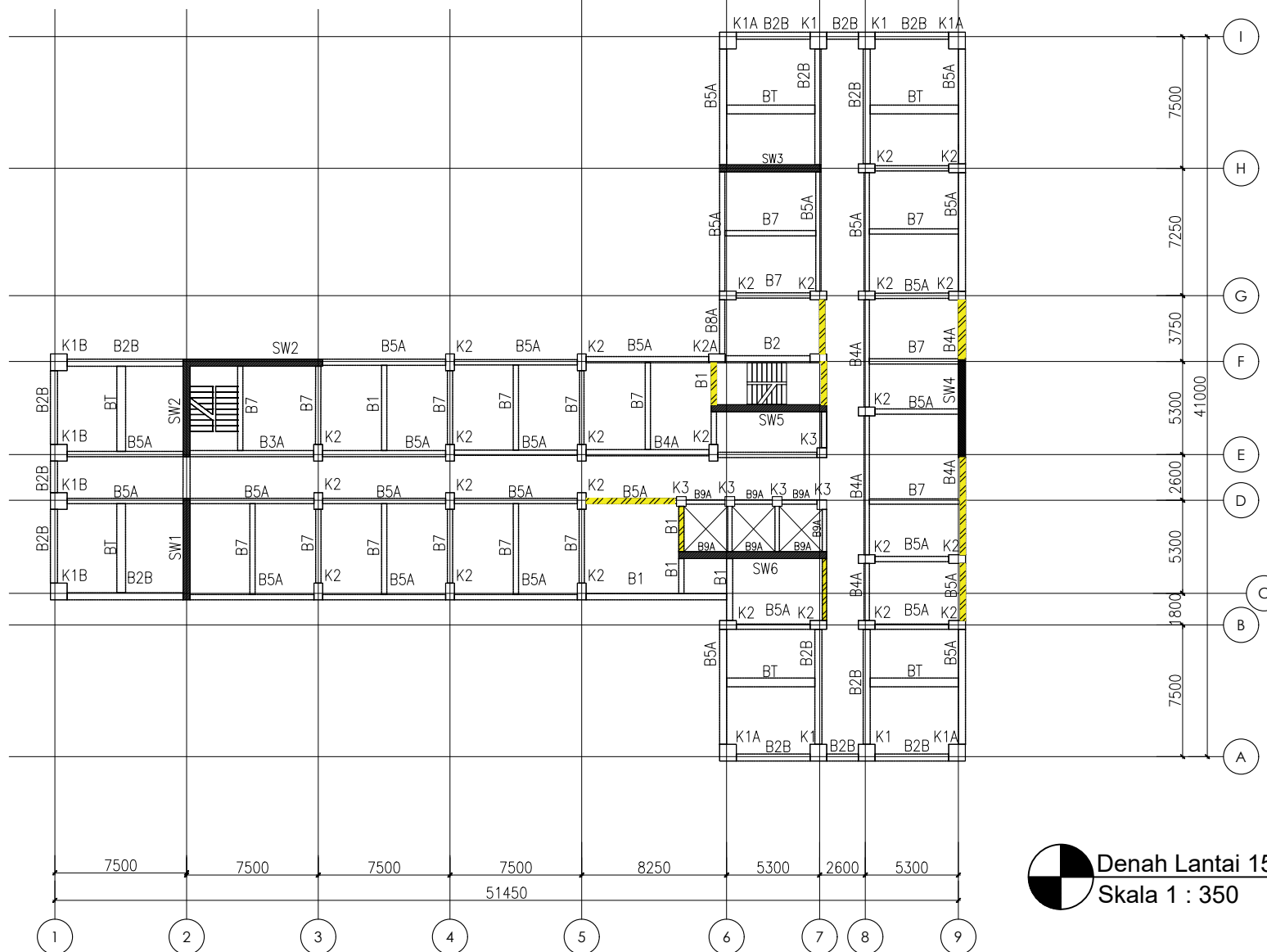
03111540000114


JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

26	1 : 350	STR
----	---------	-----



 Denah Lantai 15
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

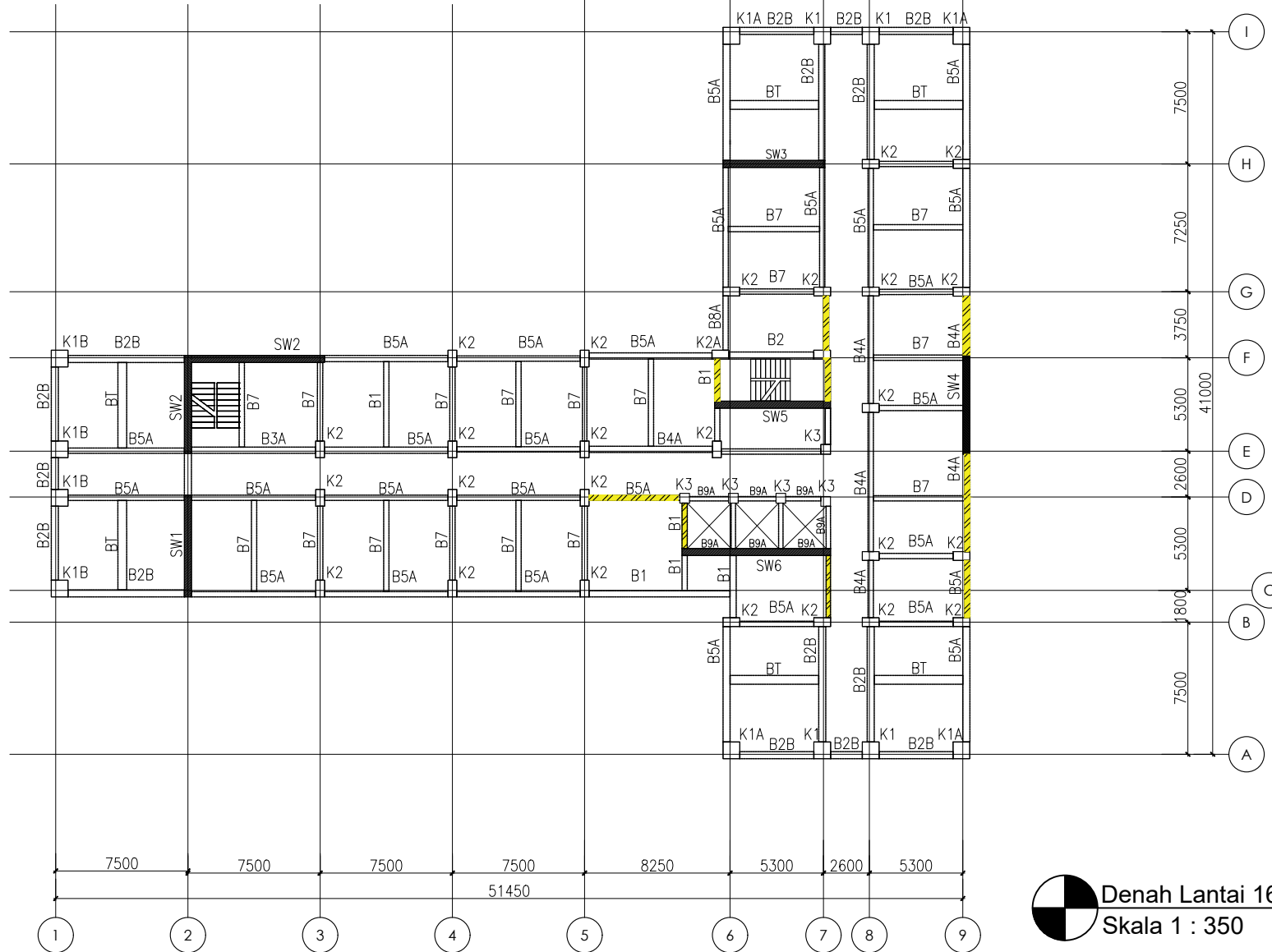
NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
27	1 : 350	STR



Denah Lantai 16
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

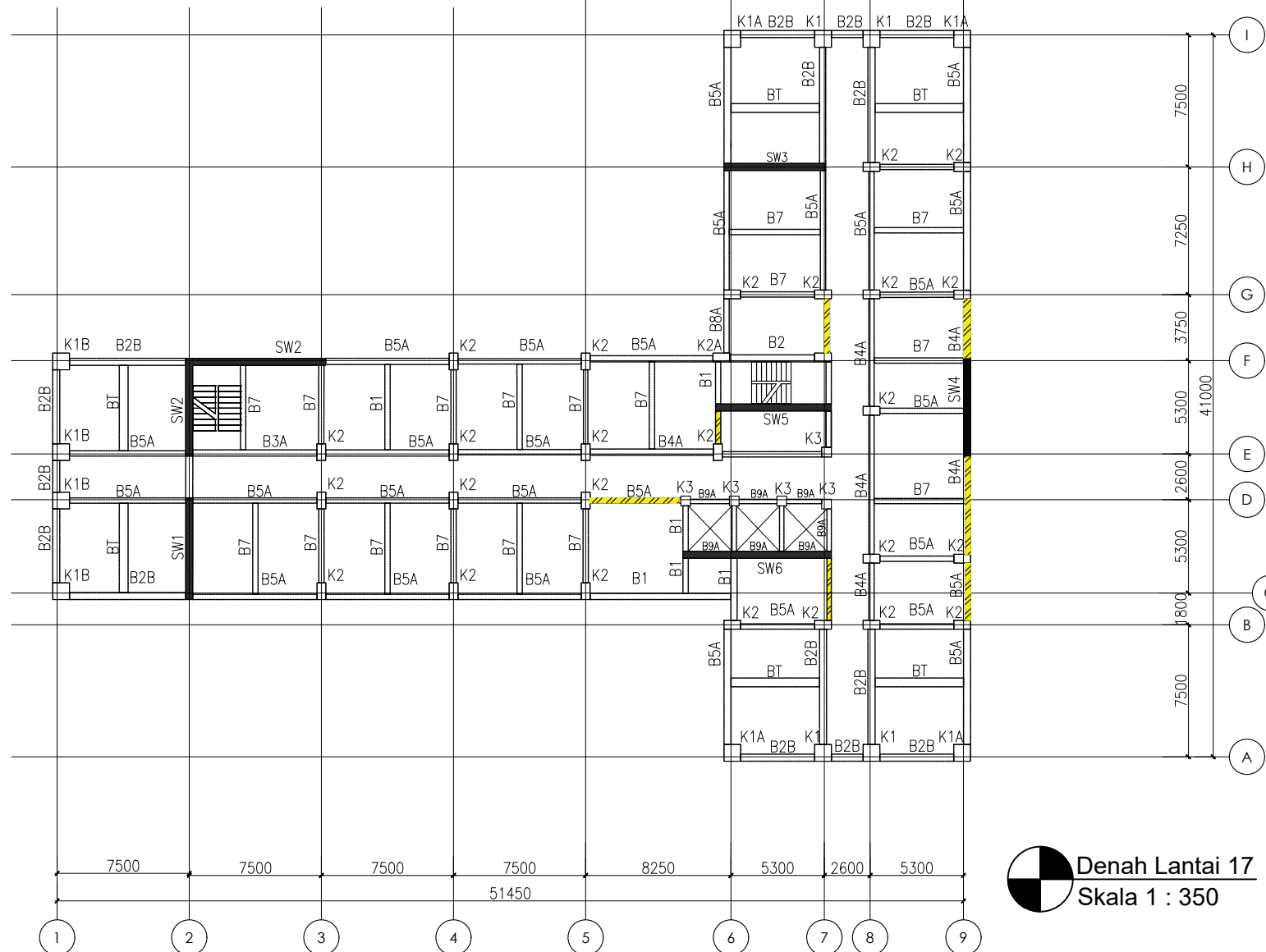
NRP

03111540000114

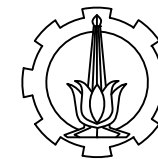
JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
28	1 : 350	STR



Denah Lantai 17
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

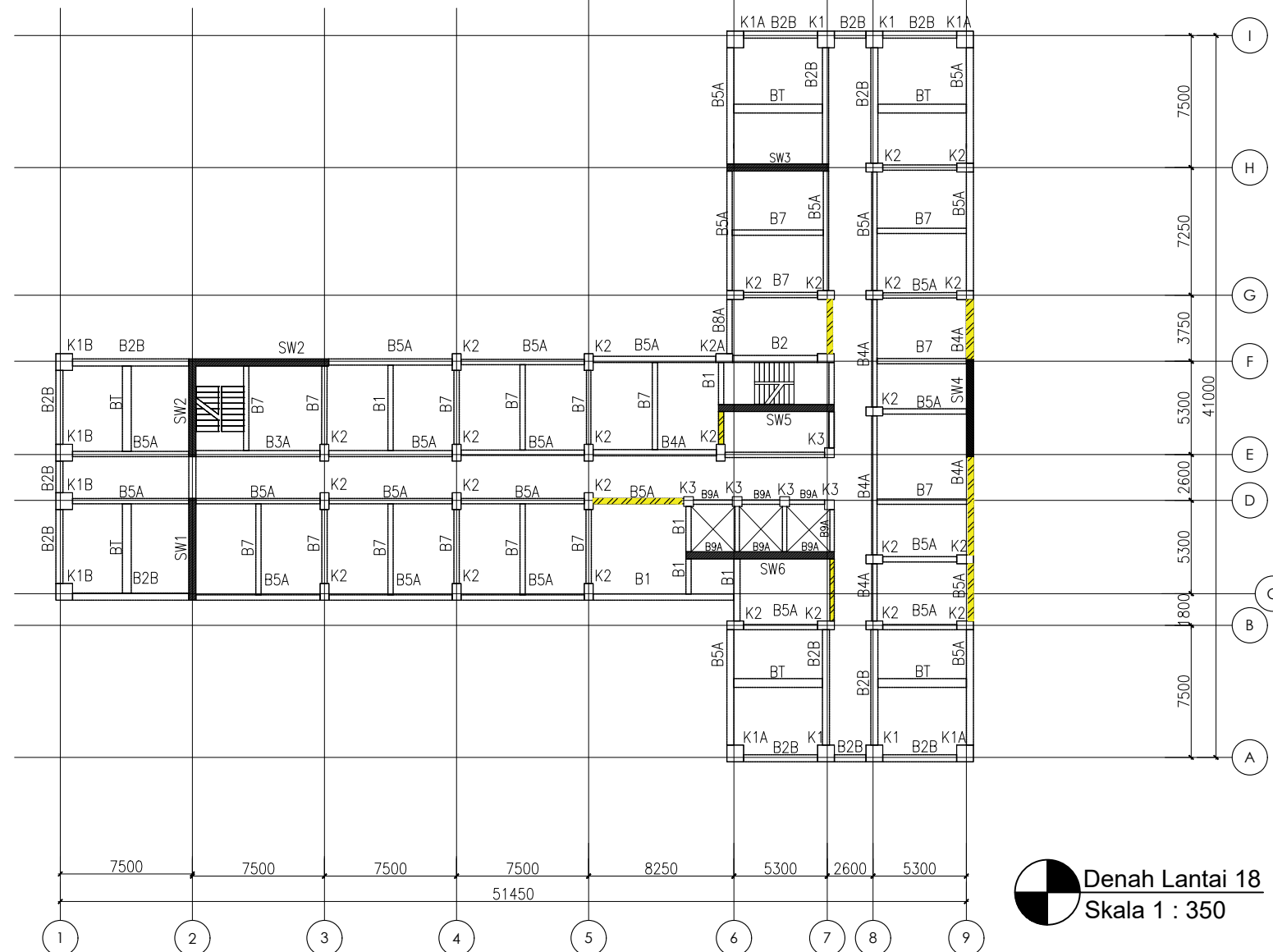
NRP

03111540000114

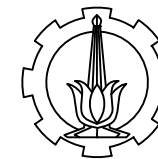
JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
29	1 : 350	STR



Denah Lantai 18
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

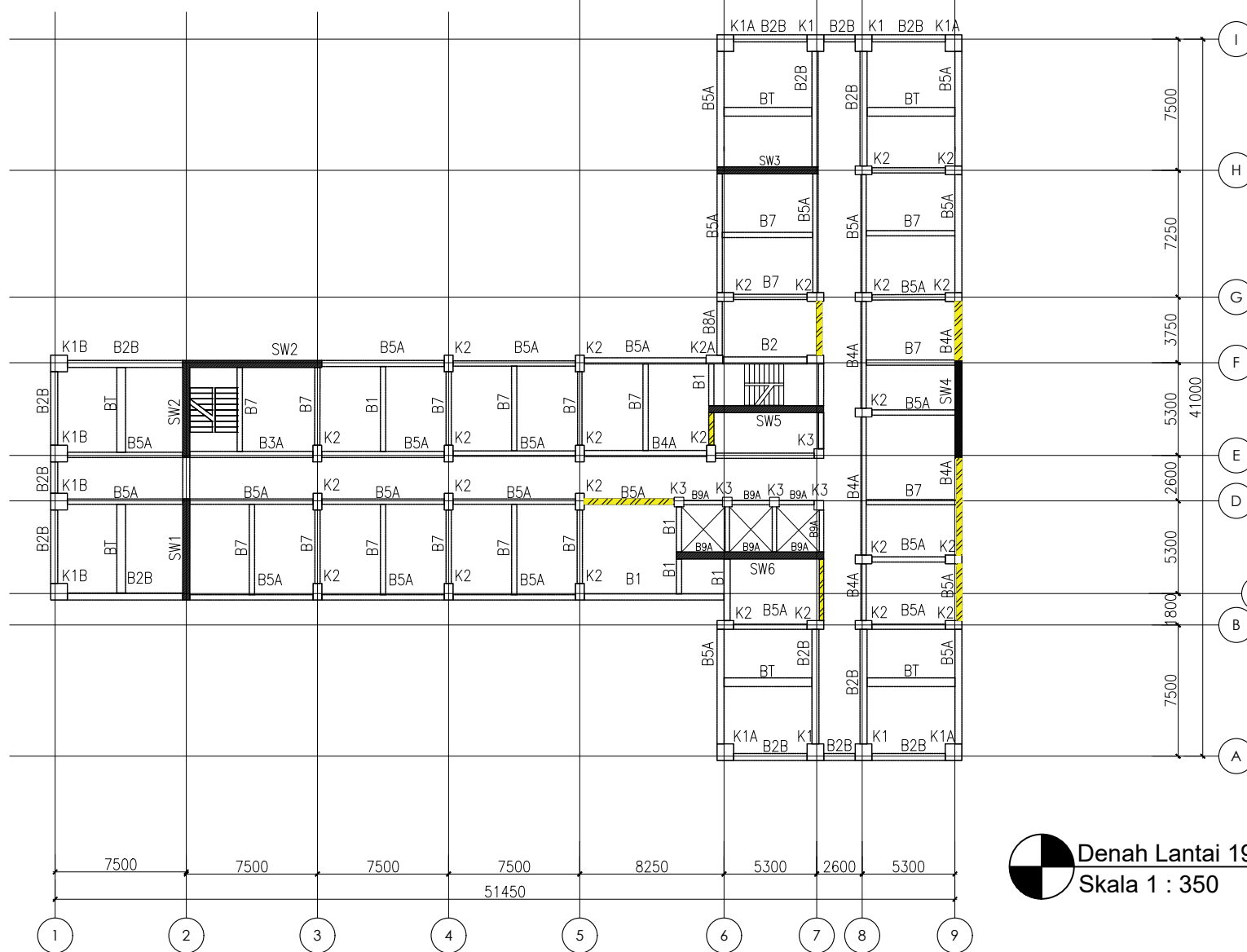
NRP


03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
30	1 : 350	STR



 Denah Lantai 19
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

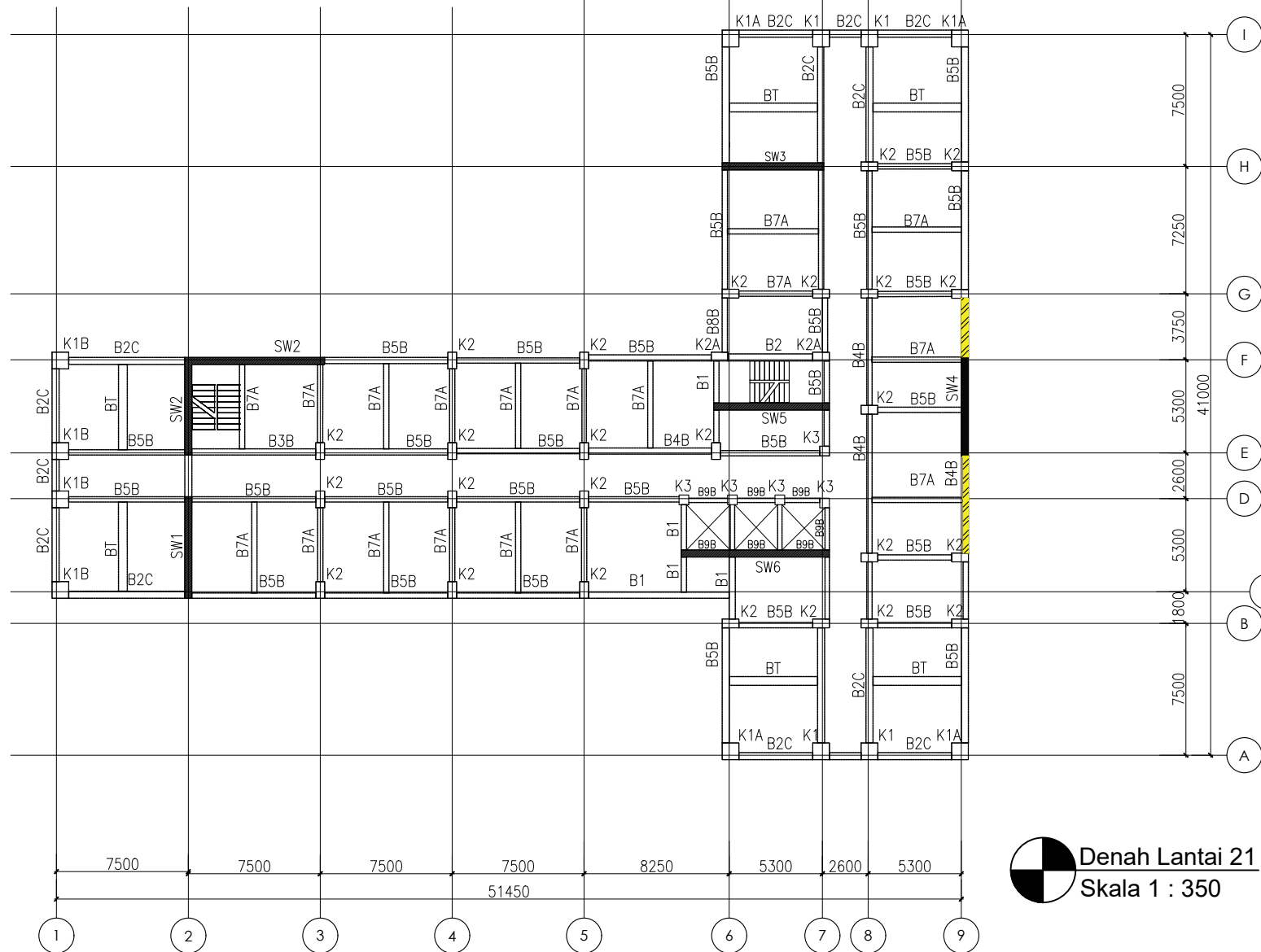
03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
32	1 : 350	STR

Denah Lantai 21
Skala 1 : 350





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

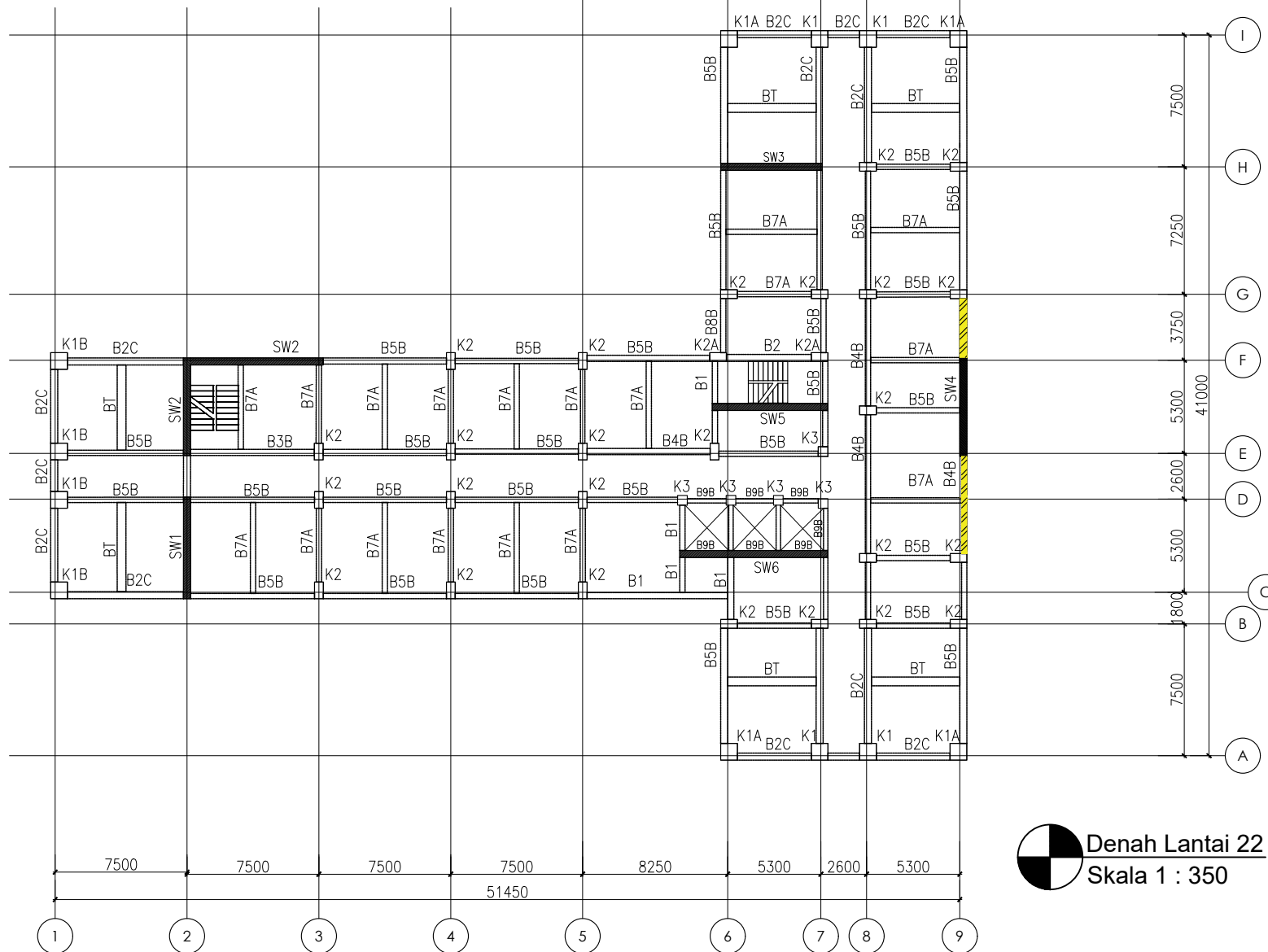
03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

33	1 : 350	STR
----	---------	-----





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

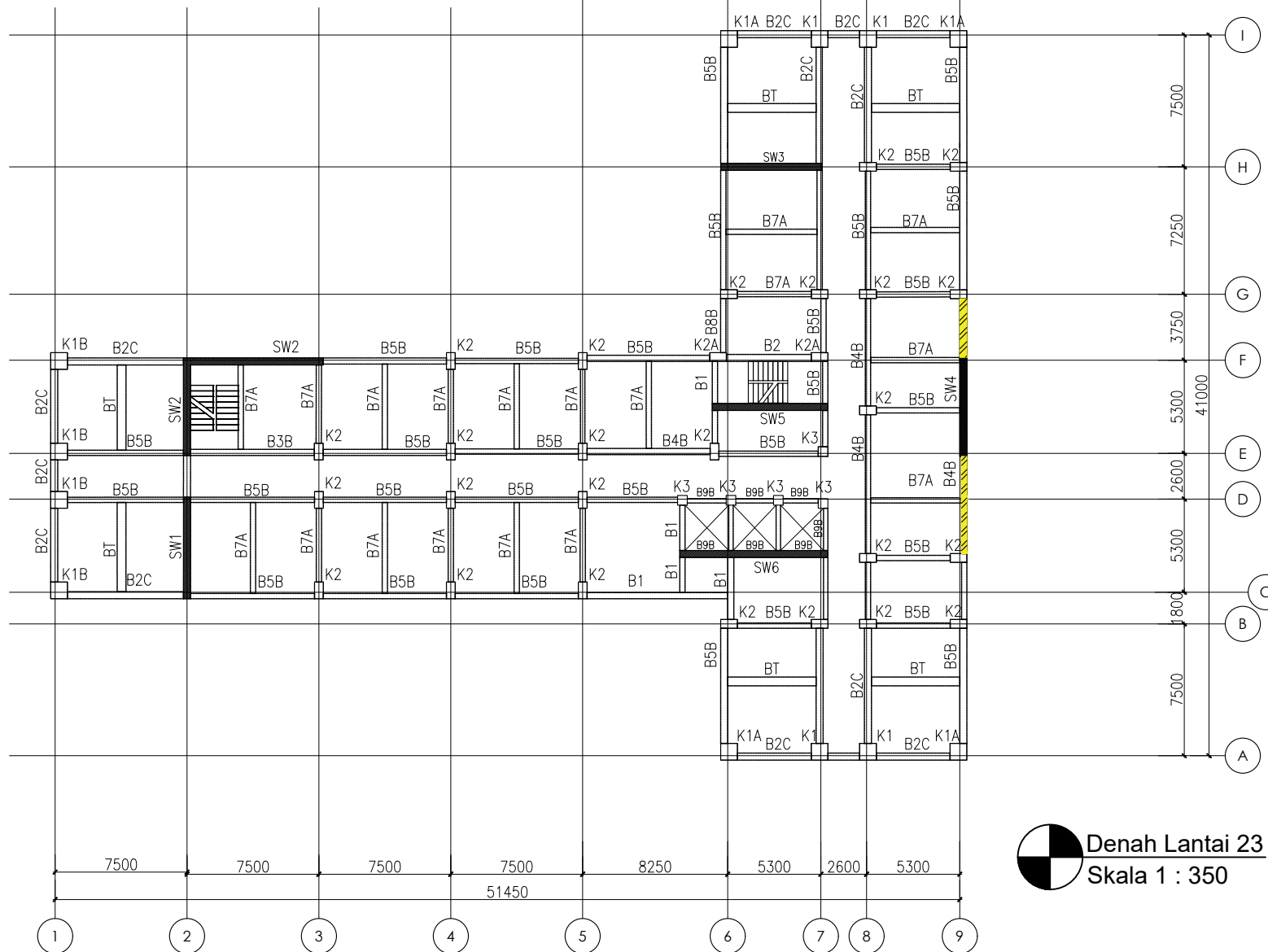
03111540000114


JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

34	1 : 350	STR
----	---------	-----



 Denah Lantai 23
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP


03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

35	1 : 350	STR
----	---------	-----

 Denah Lantai 24
Skala 1 : 350





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

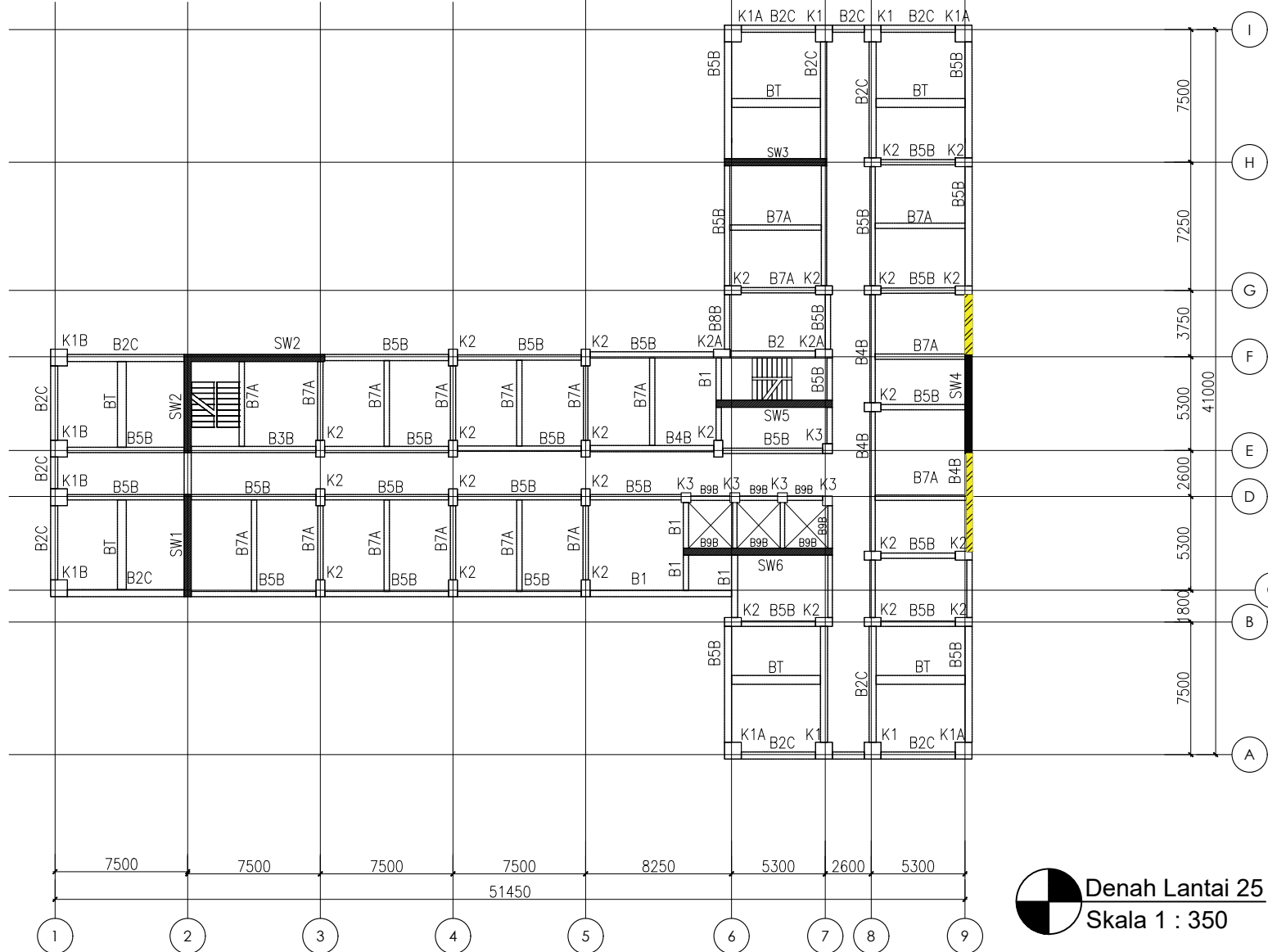
JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Lentur

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

36	1 : 350	STR
----	---------	-----

Denah Lantai 25
Skala 1 : 350





DOSEN PEMBIMBING

Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

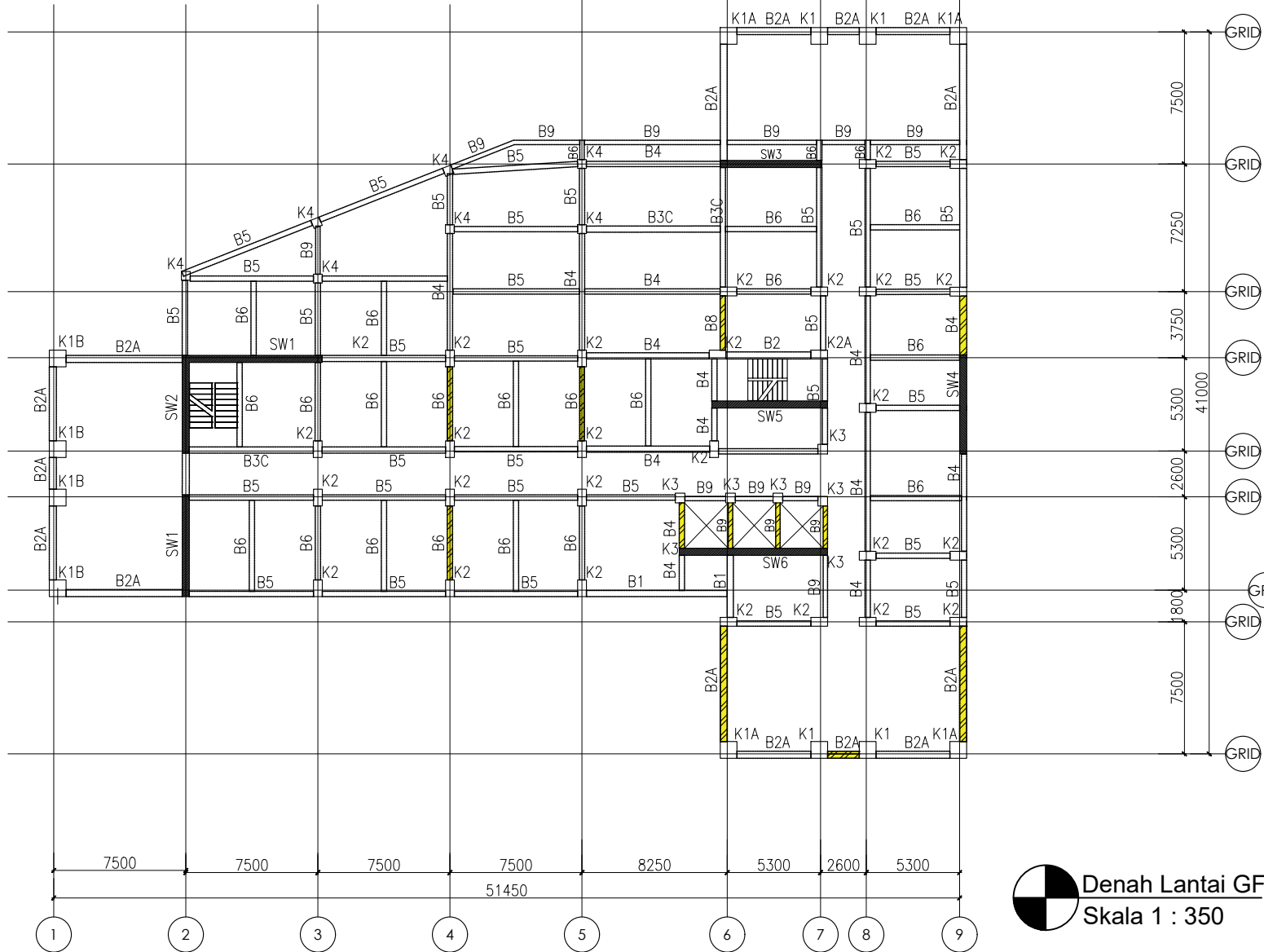
03111540000114


JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

37	1 : 350	STR
----	---------	-----



 Denah Lantai GF
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

38	1 : 350	STR
----	---------	-----

Denah Lantai 3
Skala 1 : 350





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

39	1 : 350	STR
----	---------	-----





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

40	1 : 350	STR
----	---------	-----

Denah Lantai 6
Skala 1 : 350





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

41	1 : 350	STR
----	---------	-----



Denah Lantai 7
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

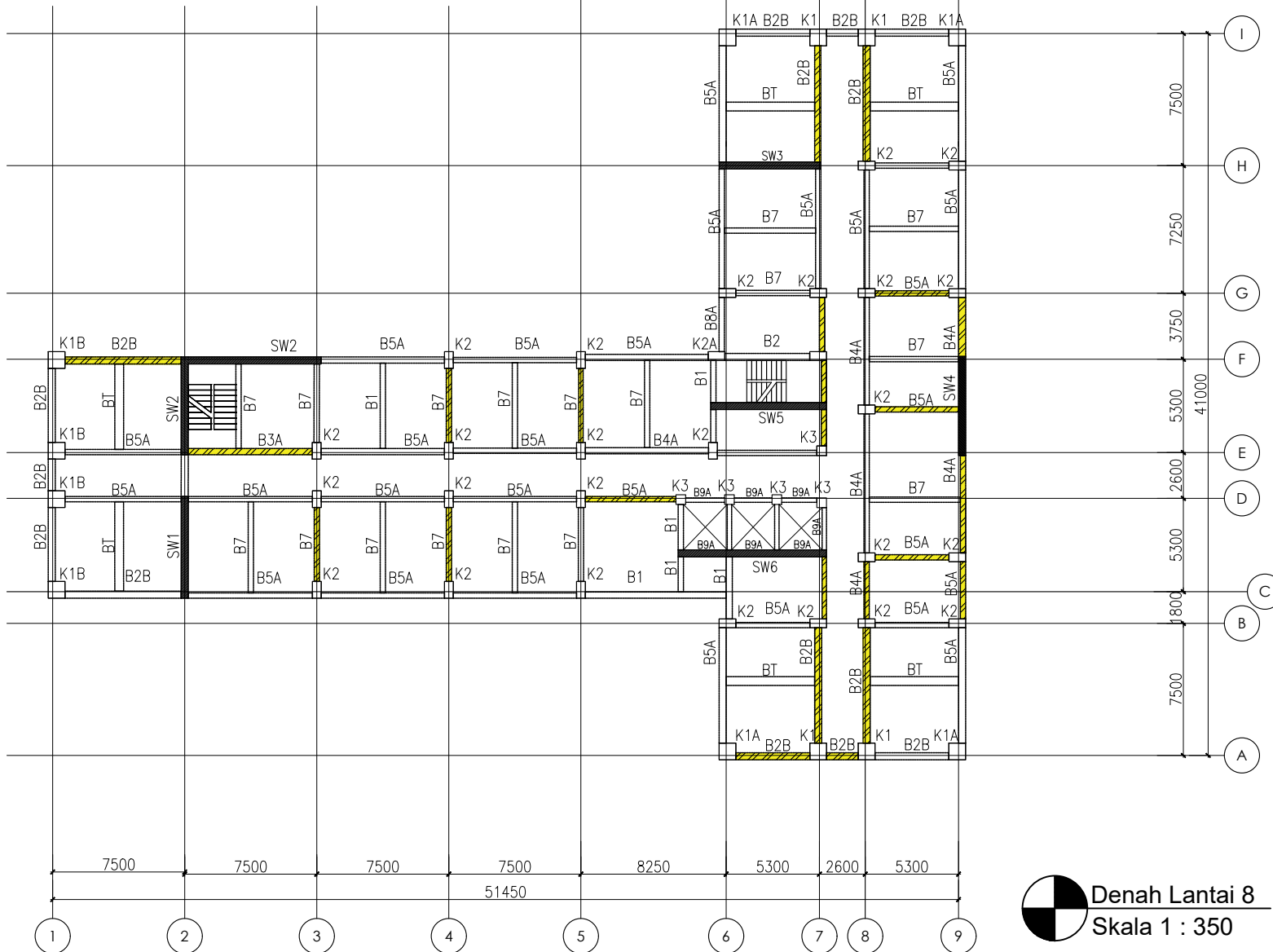
03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

42	1 : 350	STR
----	---------	-----



Denah Lantai 8
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

43	1 : 350	STR
----	---------	-----





DOSEN PEMBIMBING

Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP


03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

44	1 : 350	STR
----	---------	-----

 Denah Lantai 10
Skala 1 : 350





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

45	1 : 350	STR
----	---------	-----



Denah Lantai 11
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP


03111540000114

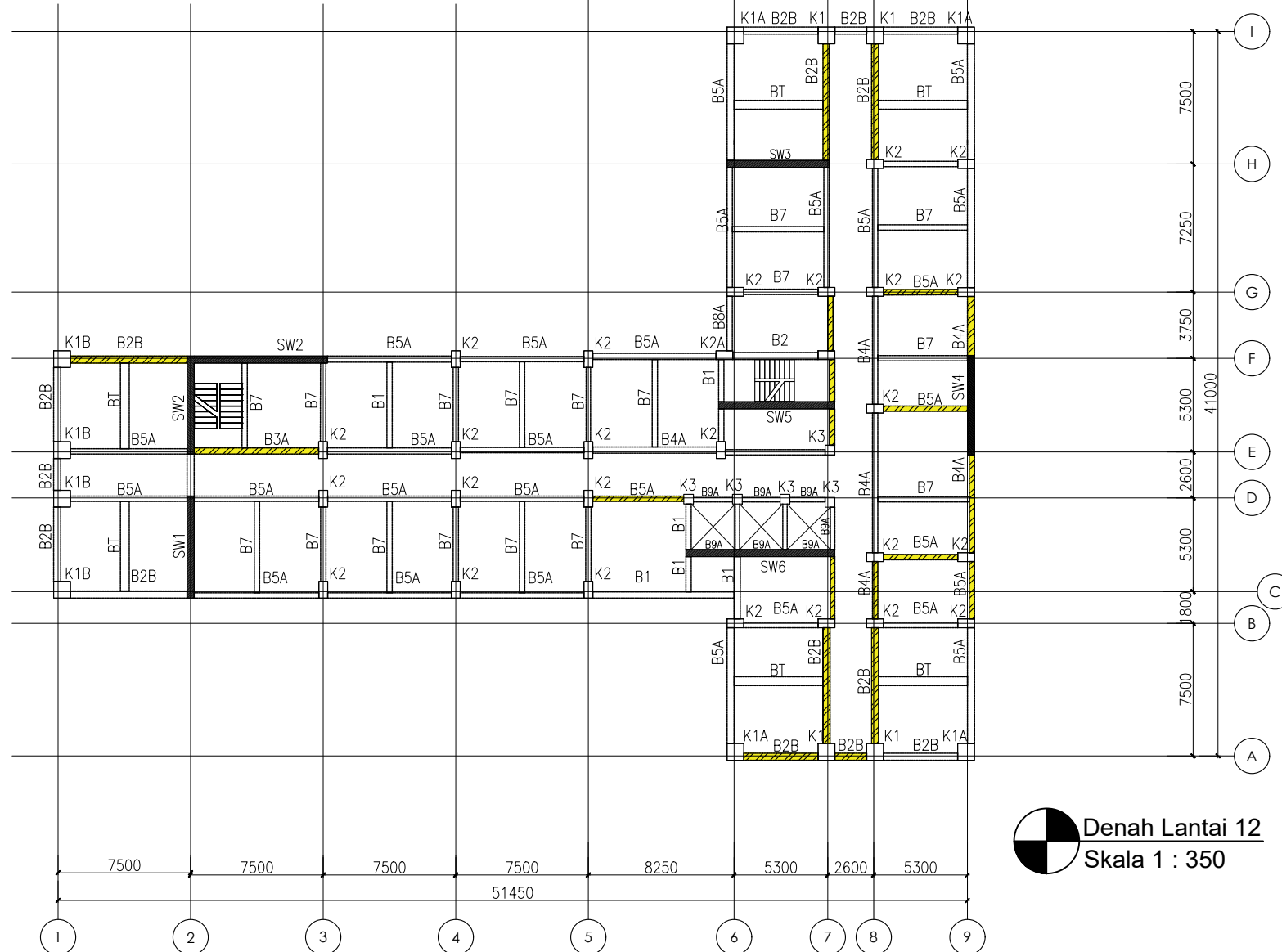
JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

46	1 : 350	STR
----	---------	-----

 Denah Lantai 12
Skala 1 : 350





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114


JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

47	1 : 350	STR
----	---------	-----



 Denah Lantai 13
Skala 1 : 350



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

48	1 : 350	STR
----	---------	-----





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

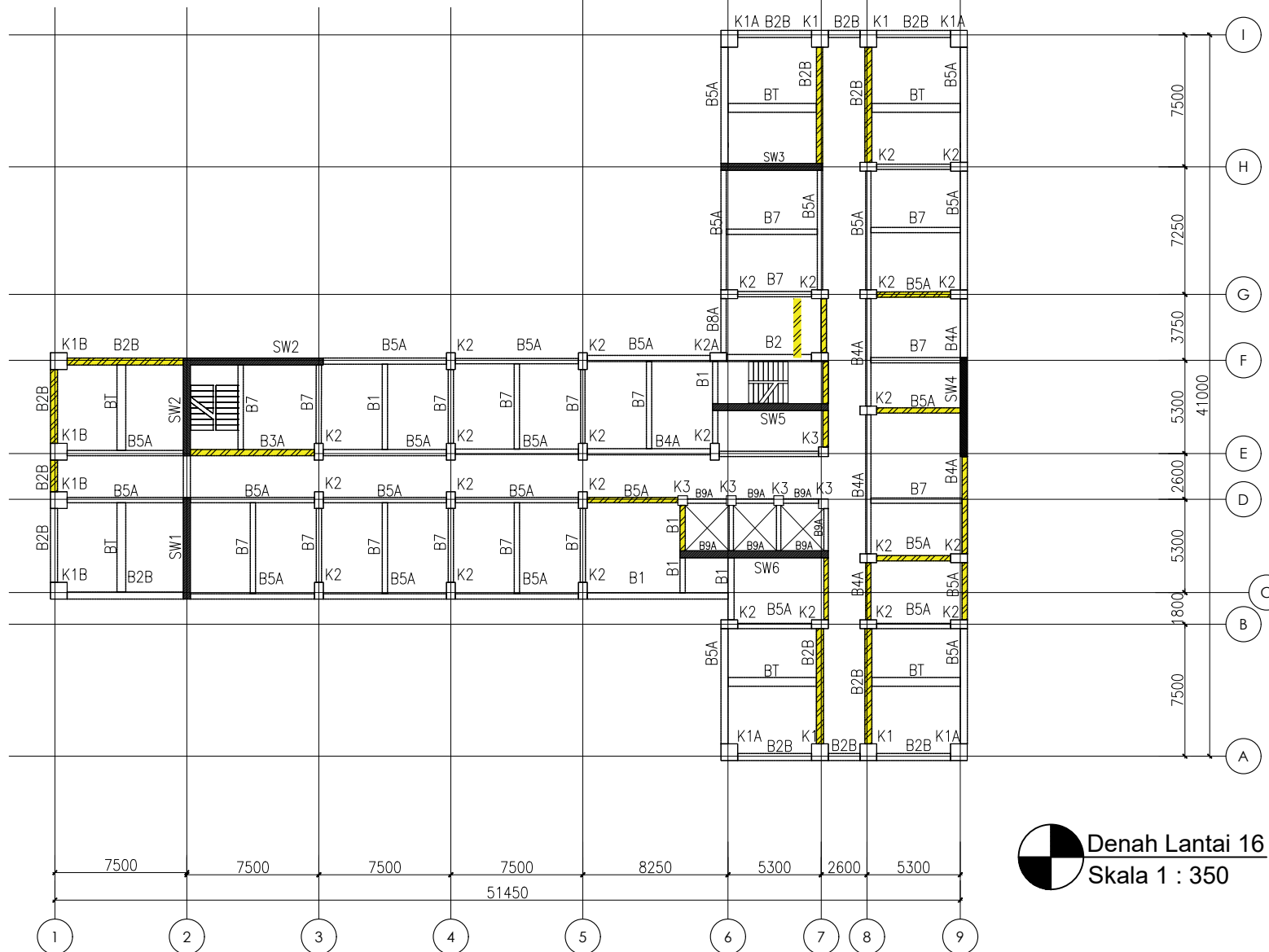
03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

50	1 : 350	STR
----	---------	-----





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

51	1 : 350	STR
----	---------	-----





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP


03111540000114

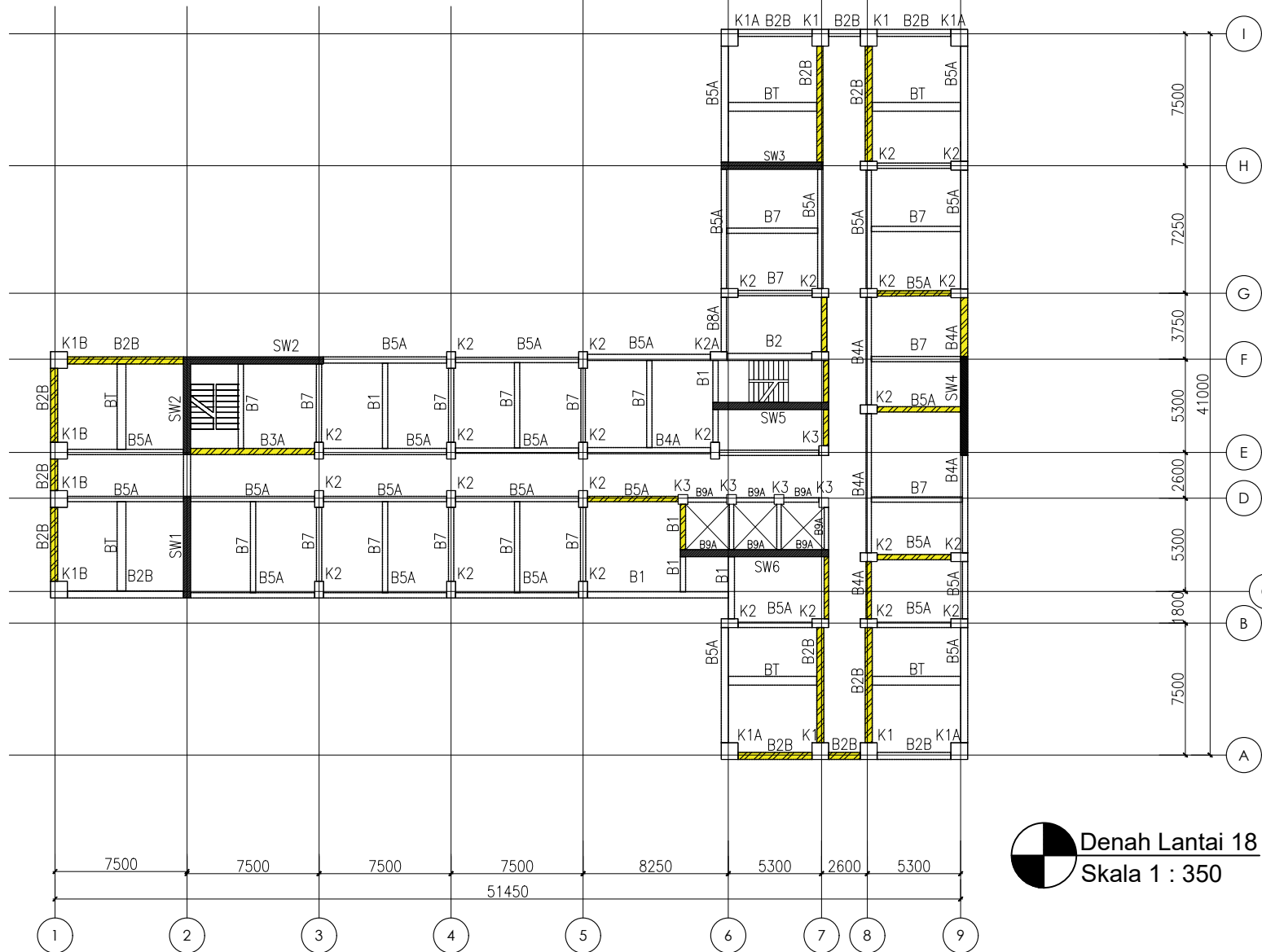
JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

52	1 : 350	STR
----	---------	-----

 Denah Lantai 18
Skala 1 : 350





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

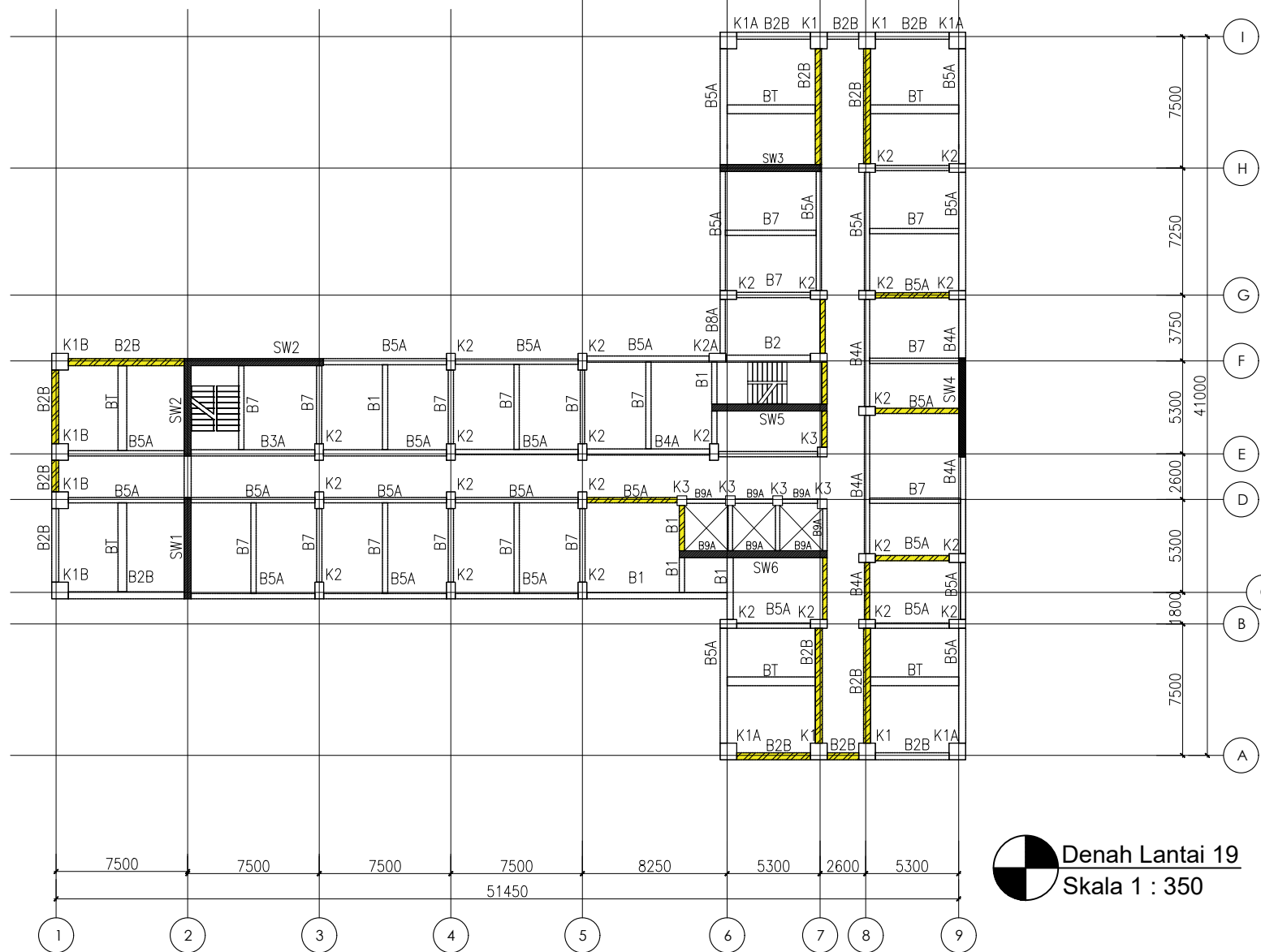
03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

53	1 : 350	STR
----	---------	-----





DOSEN PEMBIMBING

Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

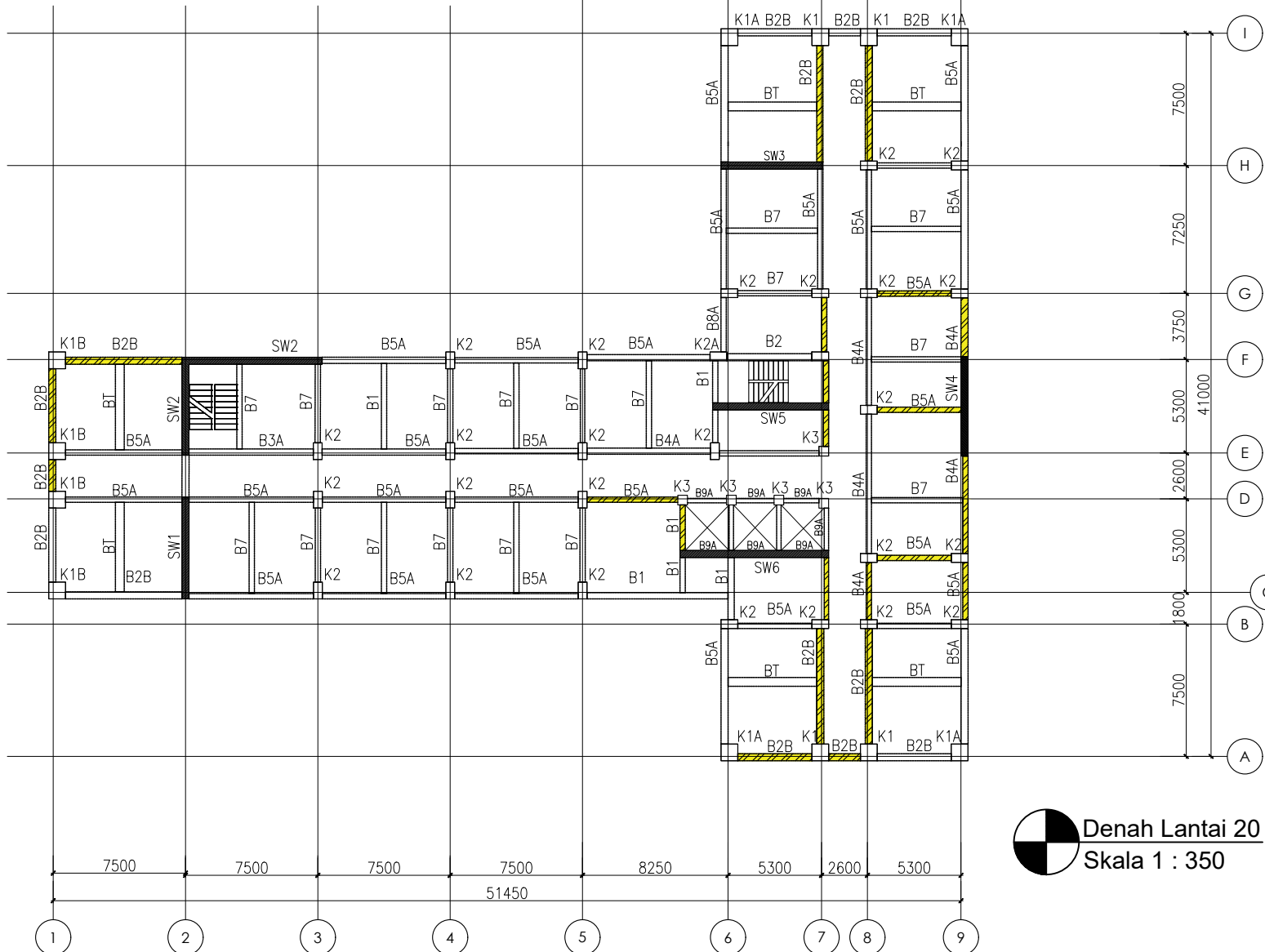
JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

54	1 : 350	STR
----	---------	-----

Denah Lantai 20
Skala 1 : 350





DOSEN PEMBIMBING

Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

55	1 : 350	STR
----	---------	-----





DOSEN PEMBIMBING

Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

56	1 : 350	STR
----	---------	-----





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

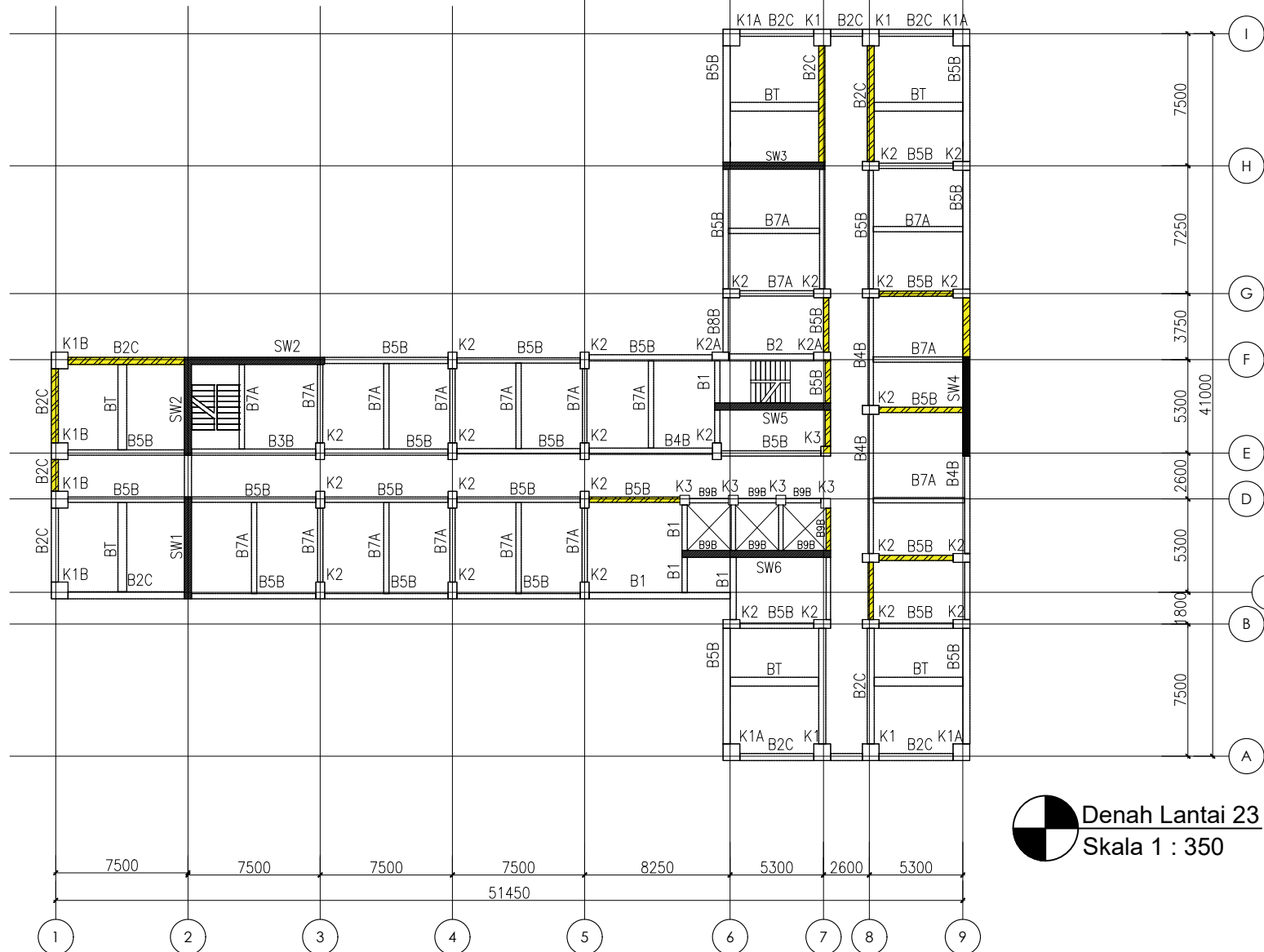
JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

57	1 : 350	STR
----	---------	-----

Denah Lantai 23
Skala 1 : 350





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

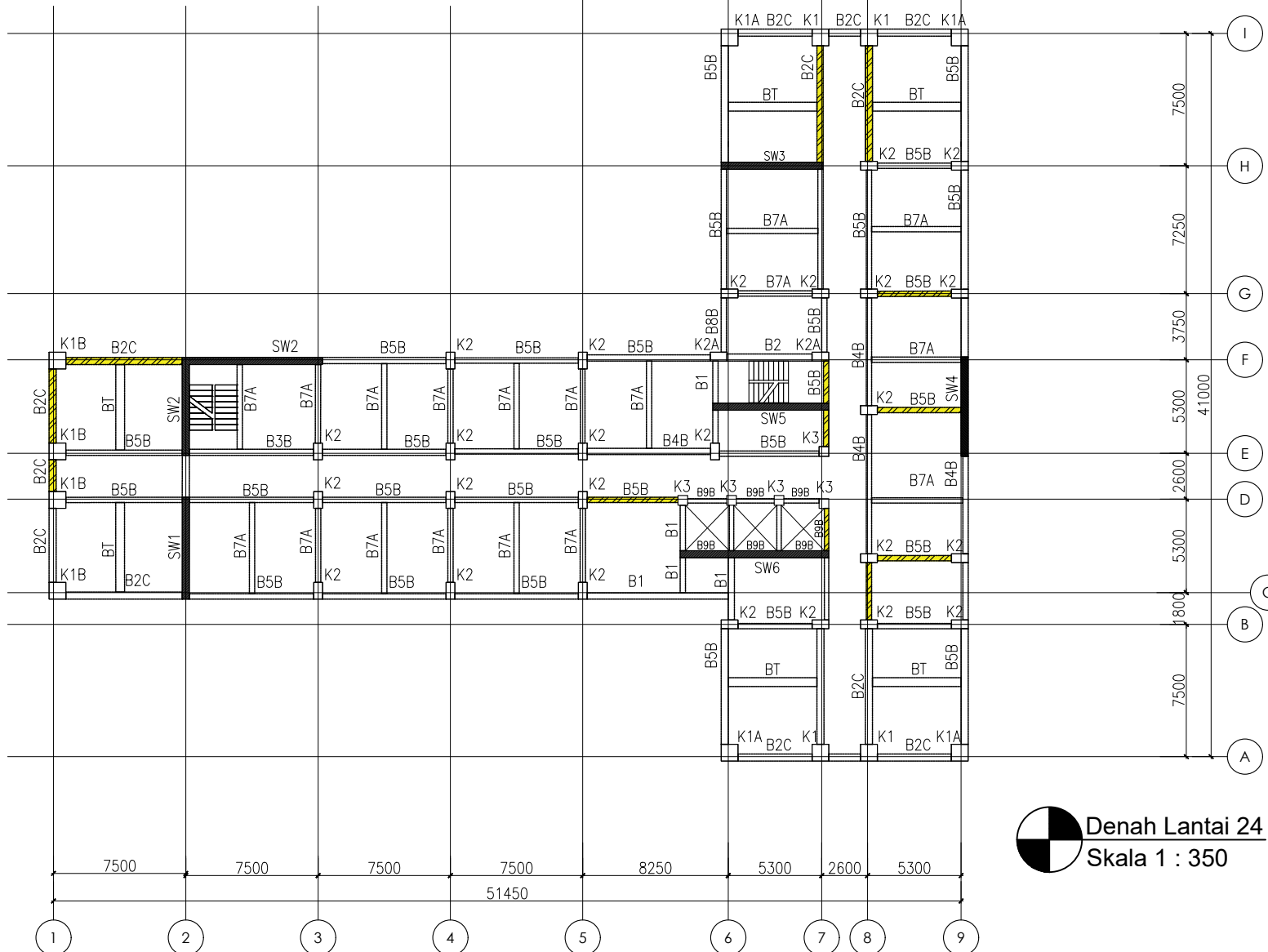
03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

58	1 : 350	STR
----	---------	-----





DOSEN PEMBIMBING

Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pemetaan Perkuatan Geser

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

59	1 : 350	STR
----	---------	-----





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

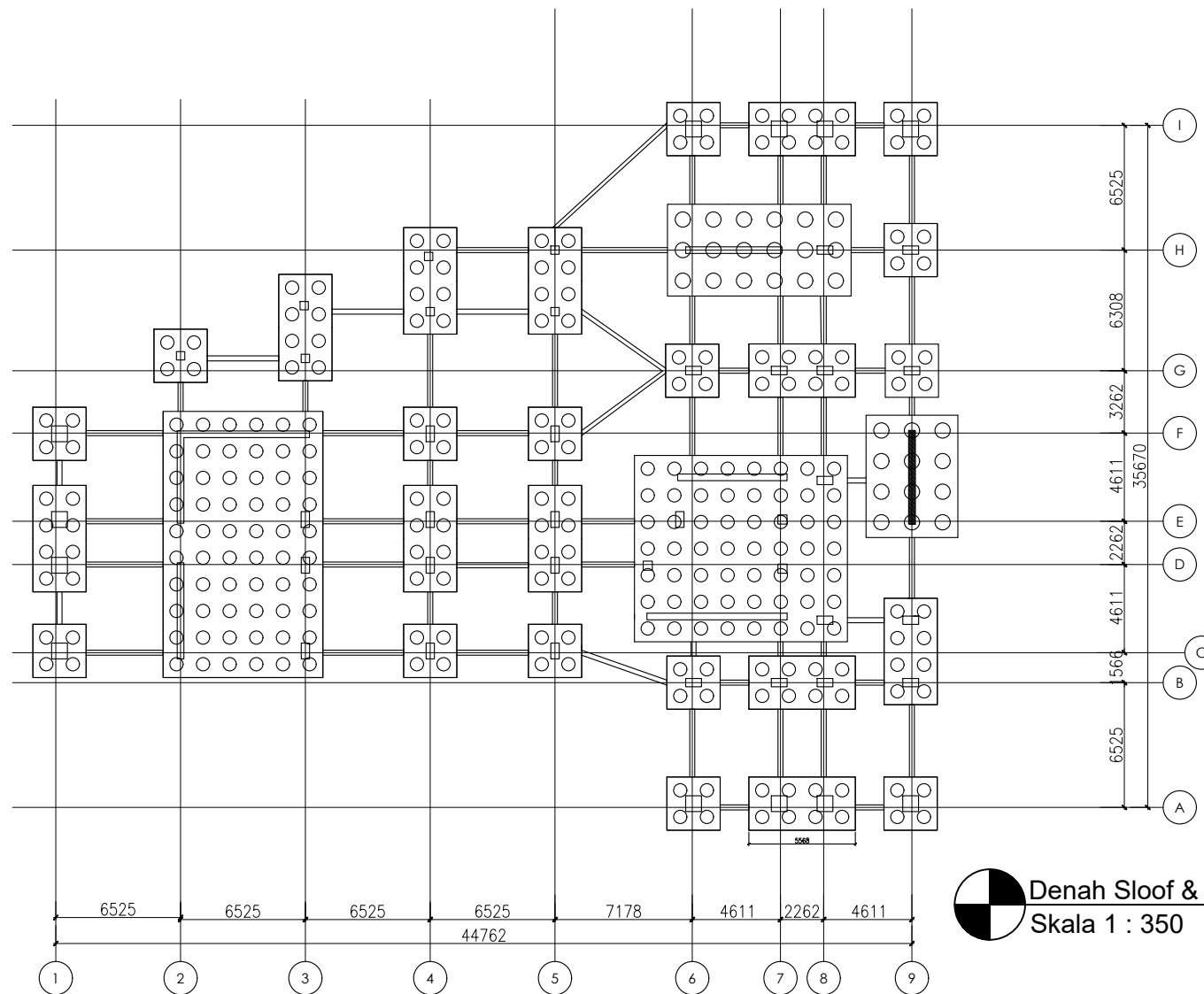
03111540000114

JUDUL GAMBAR

Denah Sloof & Pondasi

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

61	1 : 350	STR
----	---------	-----





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

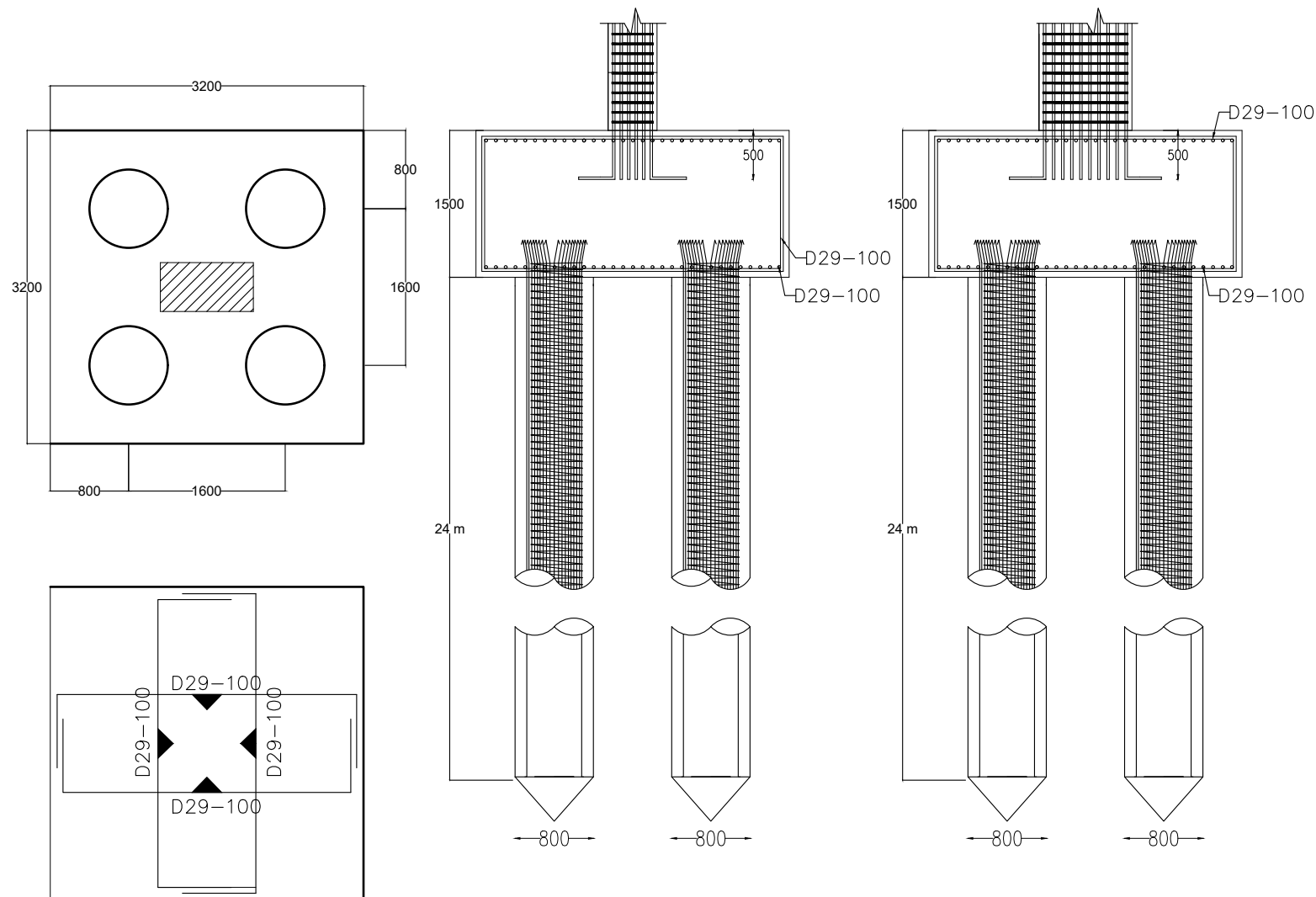
NRP


03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pilecap Tipe 1

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
62	1 : 65	STR



 Pilecap Tipe 1
Skala 1 : 65



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

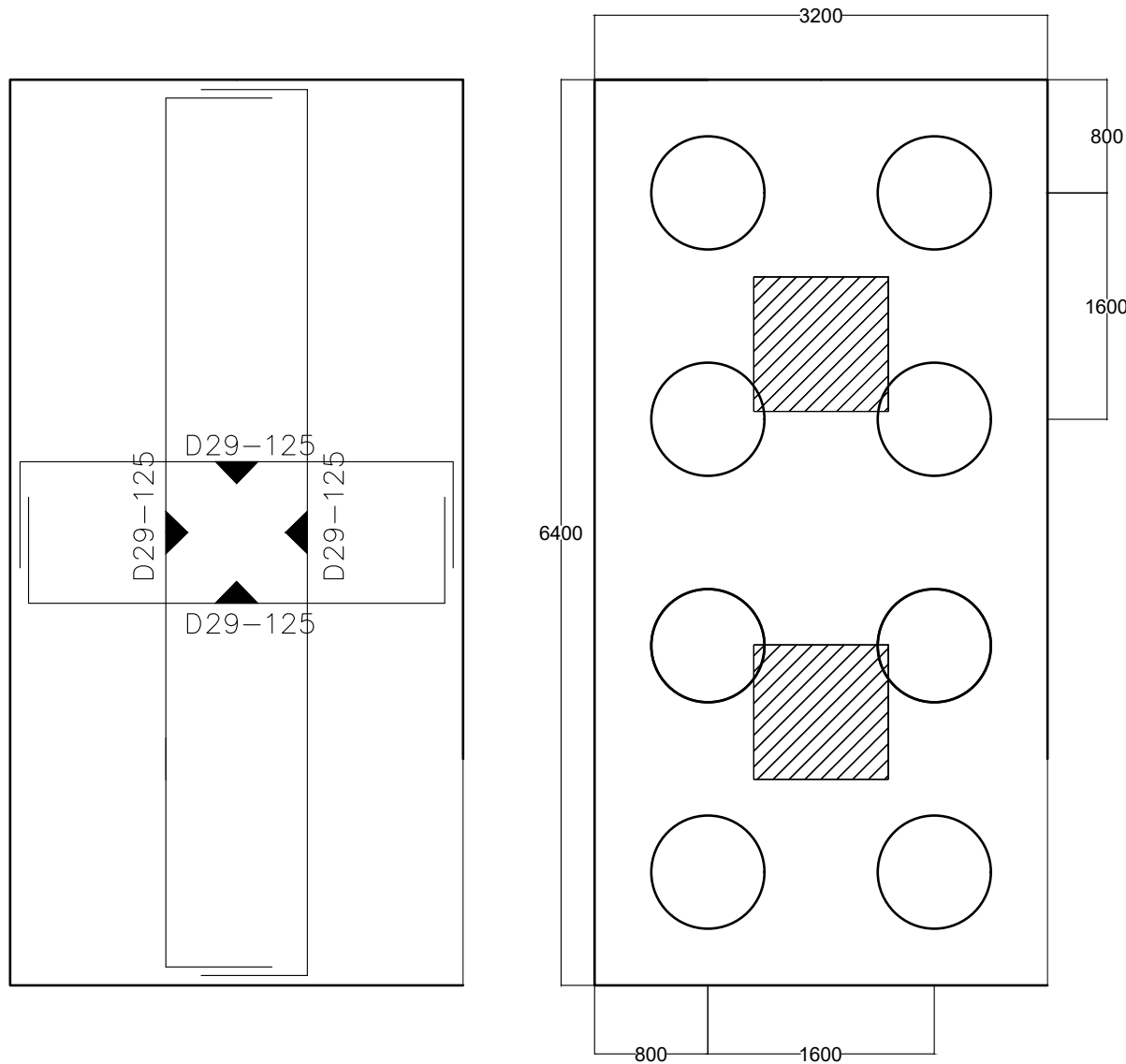
NRP


03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pilecap Tipe 2

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
63	1 : 50	STR



 Pilecap Tipe 2
Skala 1 : 50



DOSEN PEMBIMBING

Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

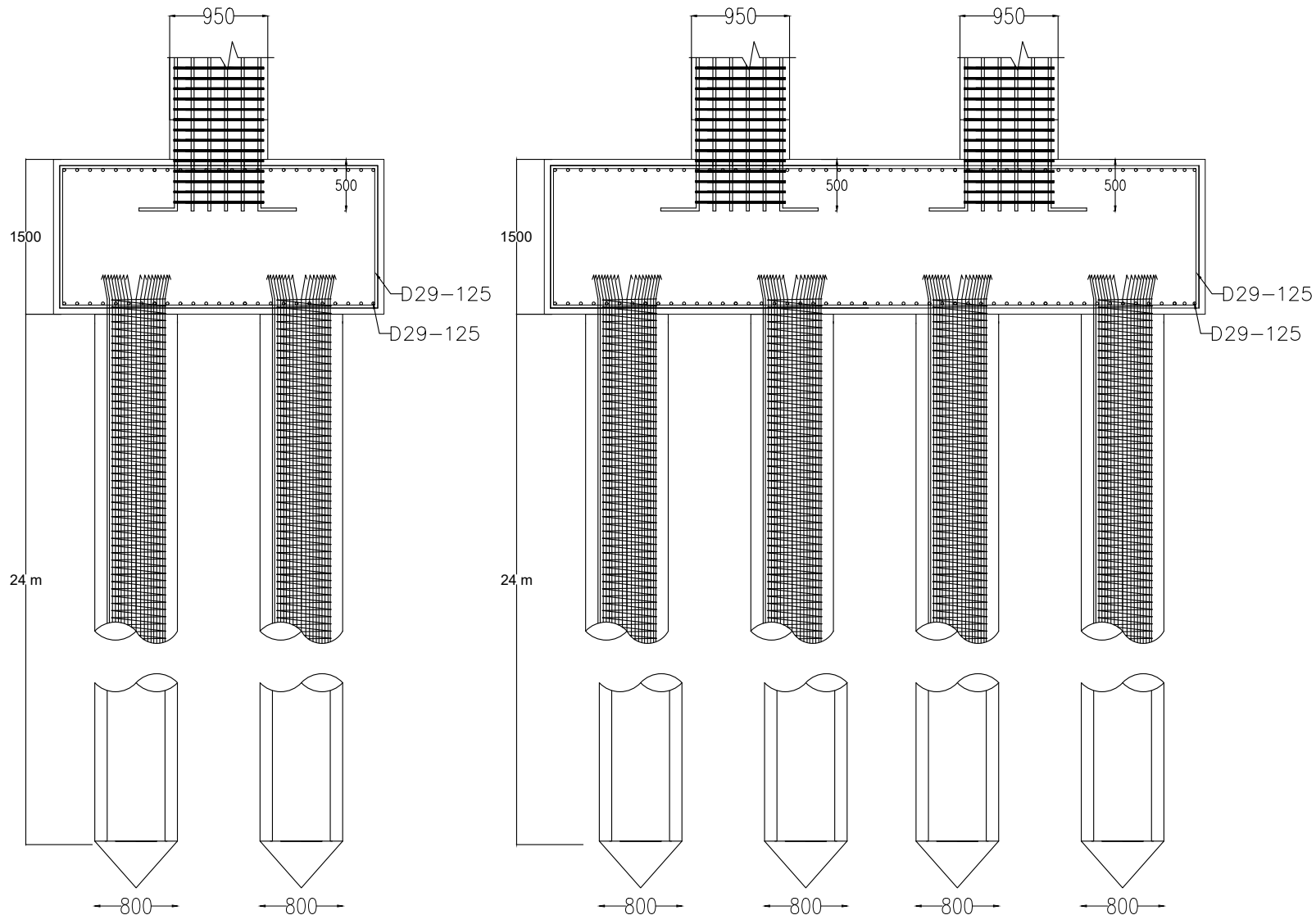
NRP


03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pilecap Tipe 2

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
64	1 : 60	STR



 Pilecap Tipe 2
Skala 1 : 60



DOSEN PEMBIMBING

Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

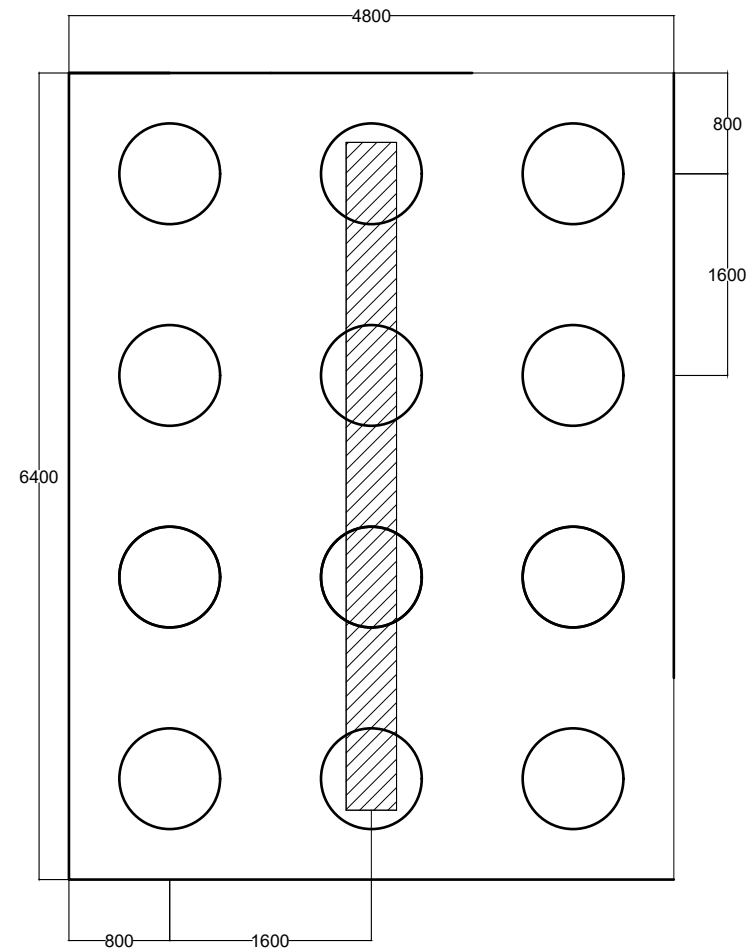
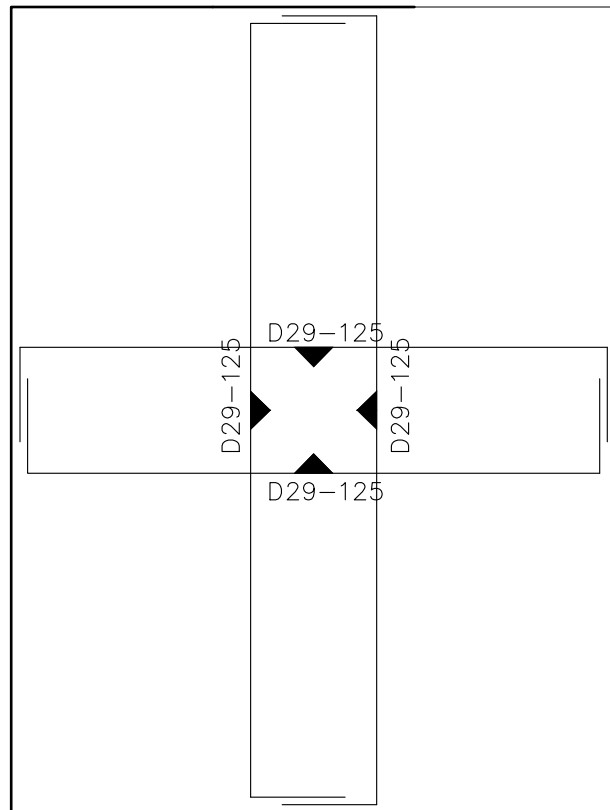
NRP


03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pilecap Tipe 3

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
65	1 : 60	STR



 Pilecap Tipe 3
Skala 1 : 60



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

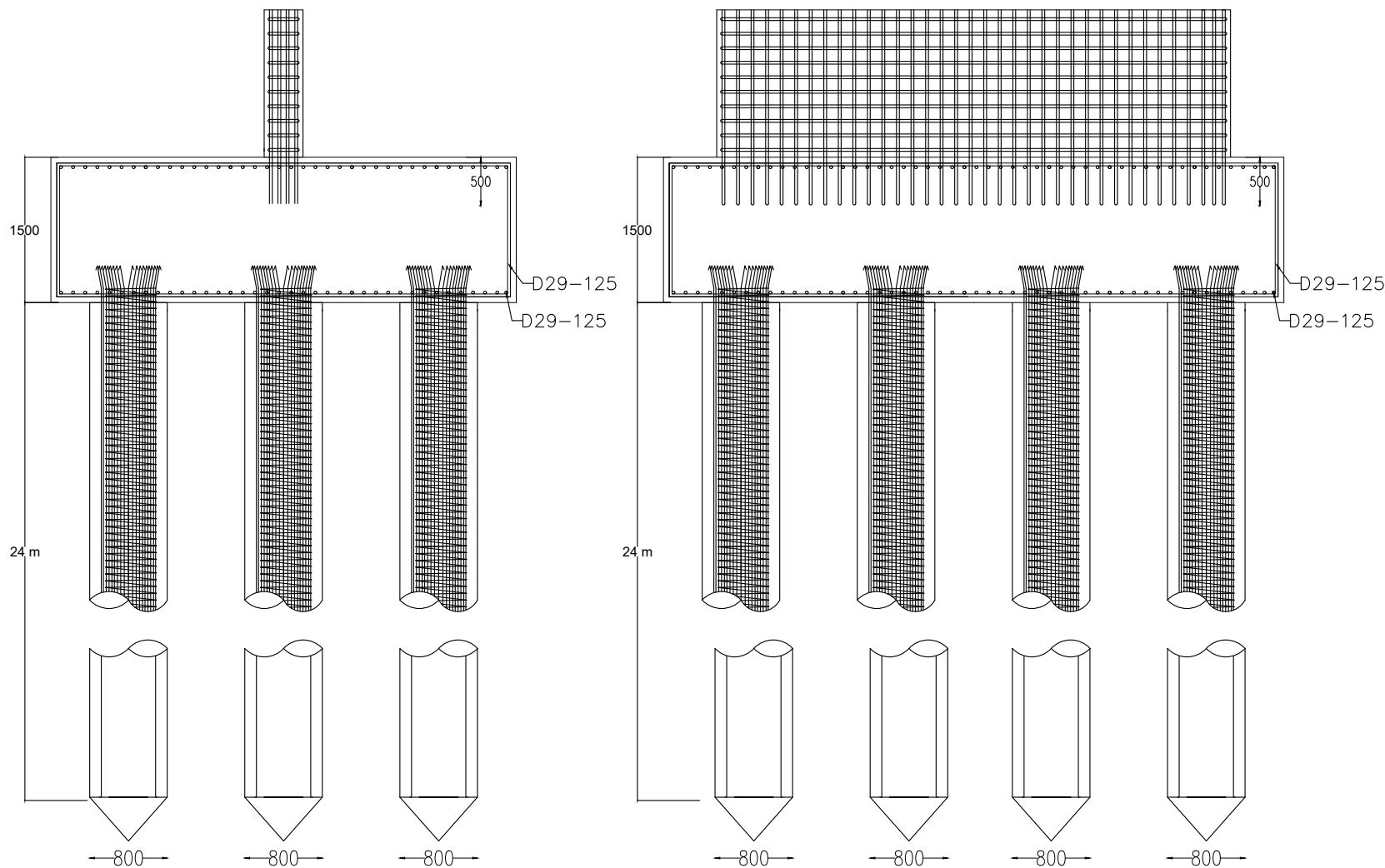
NRP


03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pilecap Tipe 3

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
66	1 : 60	STR



 Pilecap Tipe 3
Skala 1 : 60



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

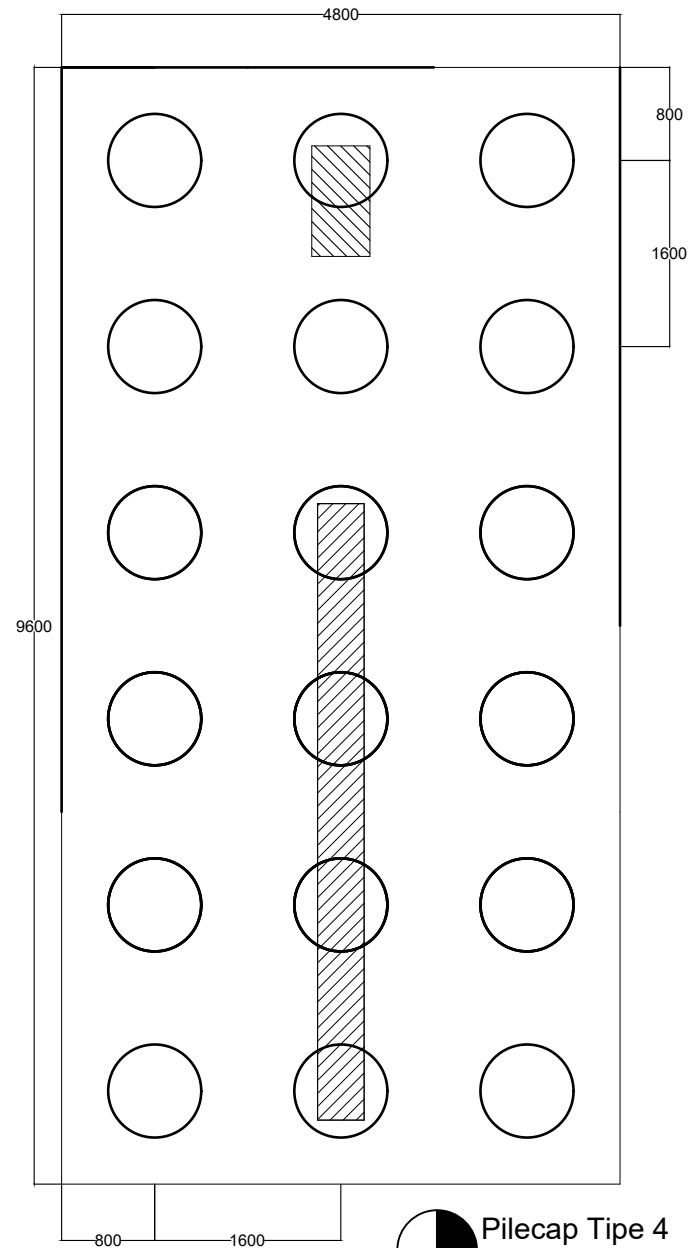
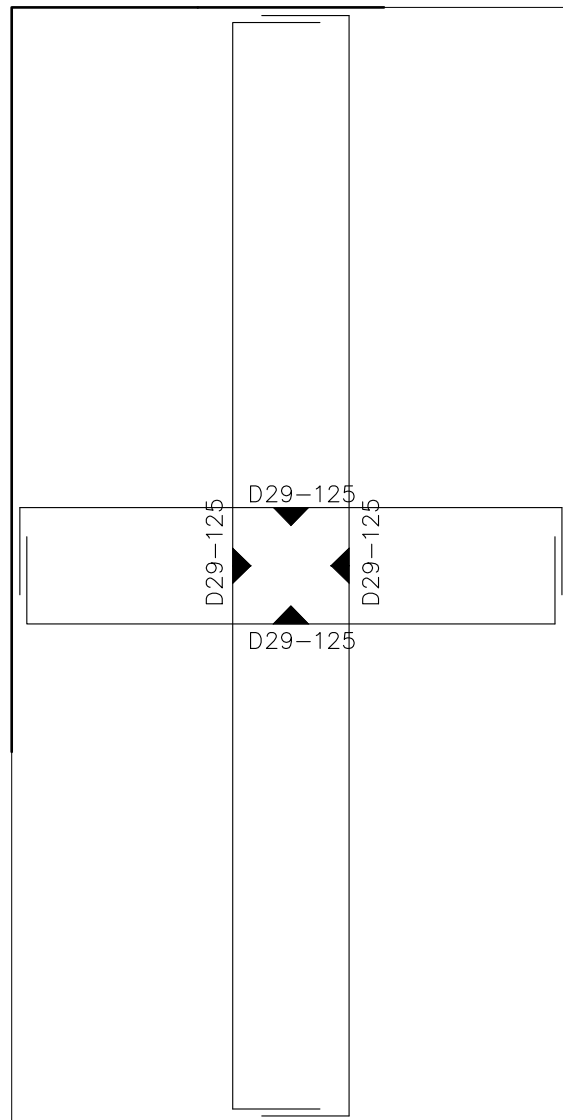
NRP


03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pilecap Tipe 4

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
67	1 : 60	STR



 Pilecap Tipe 4
Skala 1 : 60



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

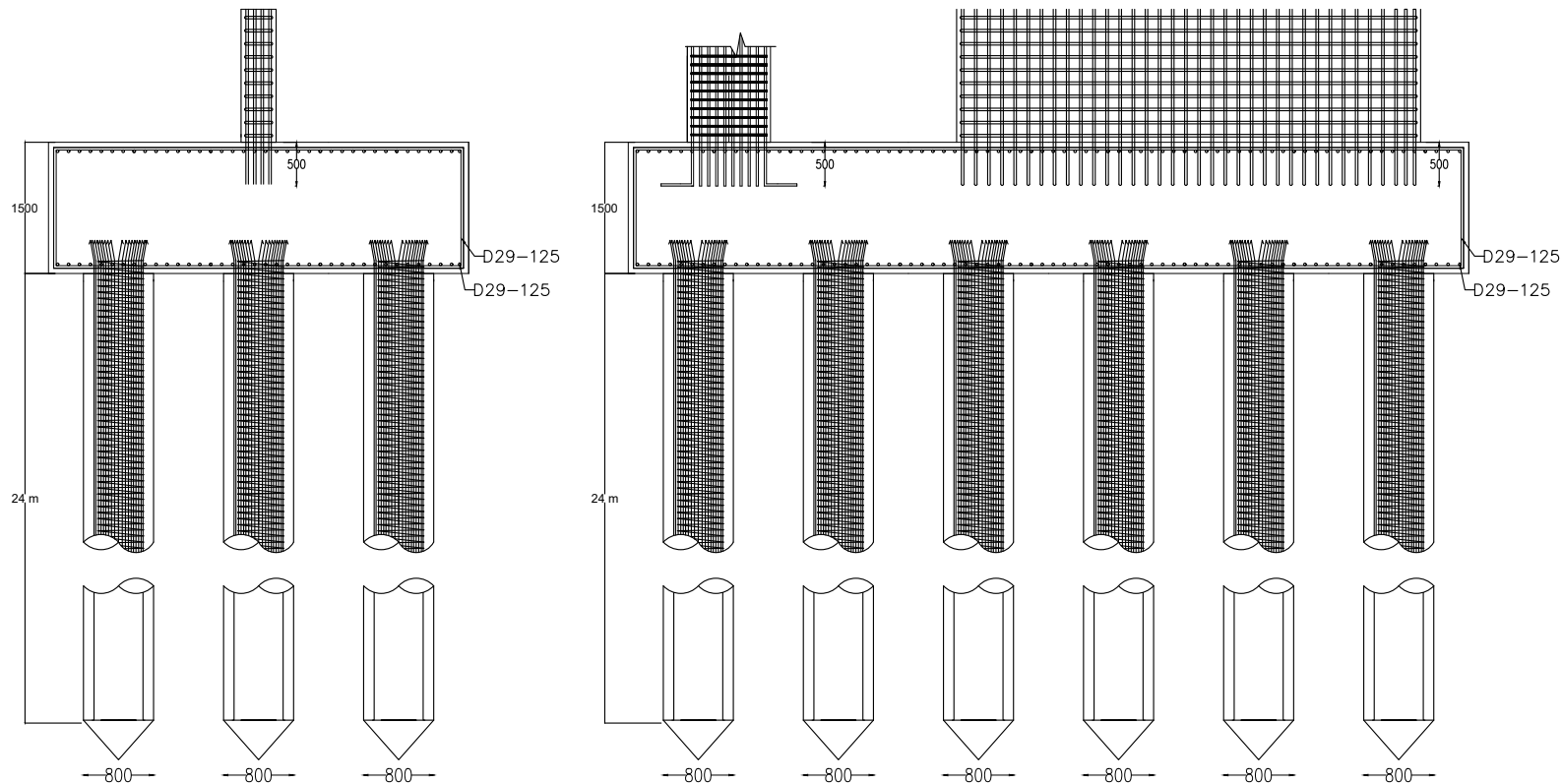
NRP


03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pilecap Tipe 4

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
68	1 : 60	STR



 Pilecap Tipe 4
Skala 1 : 60



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

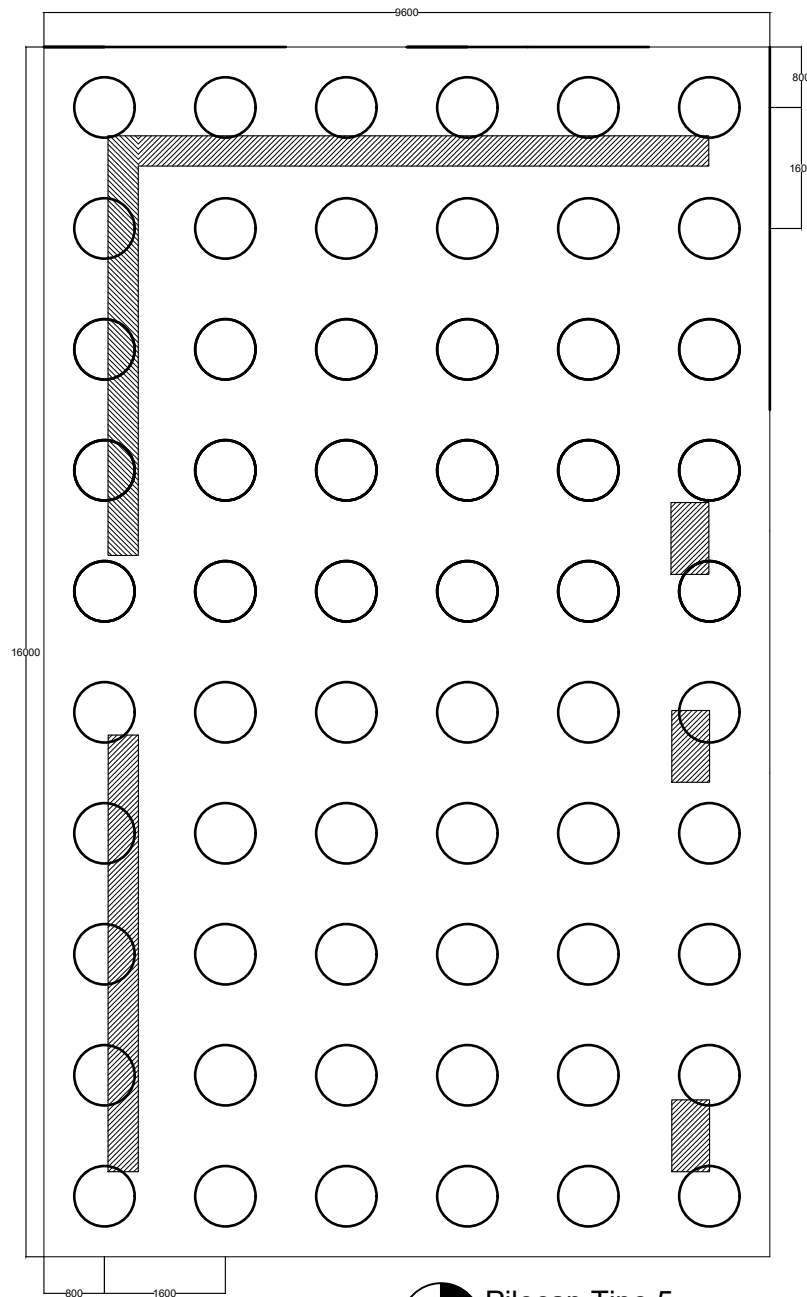
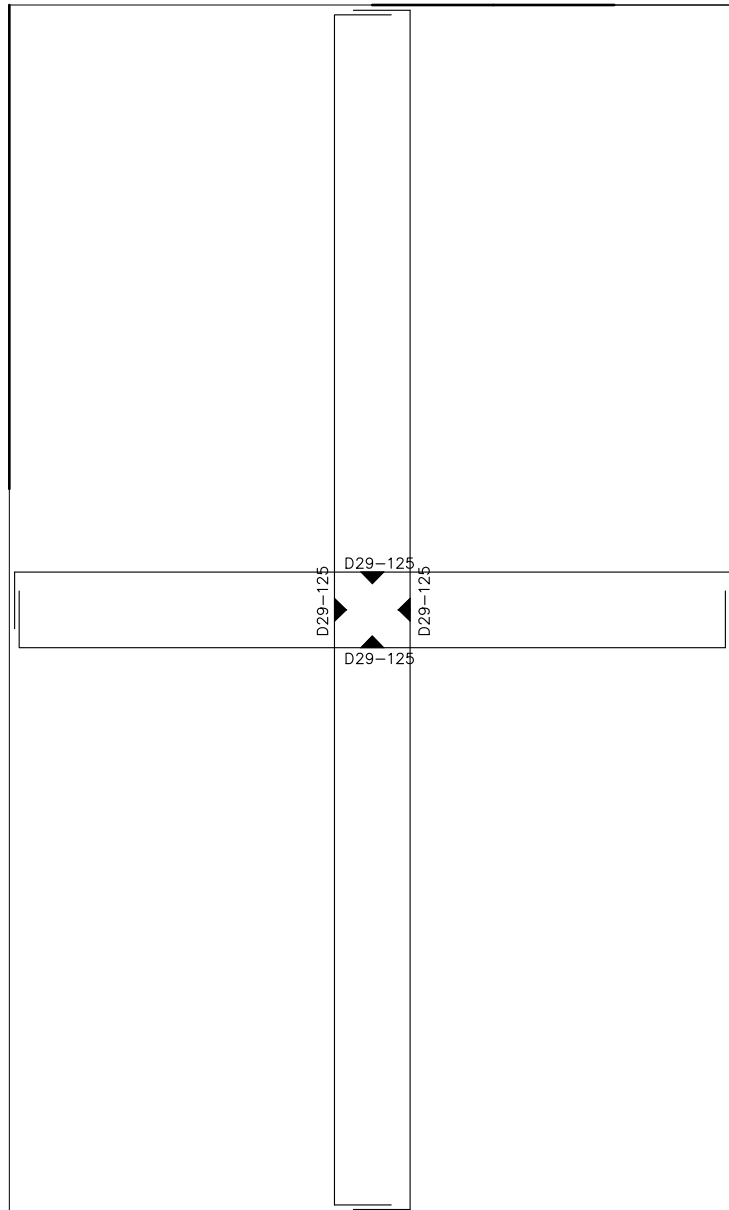
NRP


03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pilecap Tipe 5

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
69	1 : 100	STR



 Pilecap Tipe 5
Skala 1 : 100



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

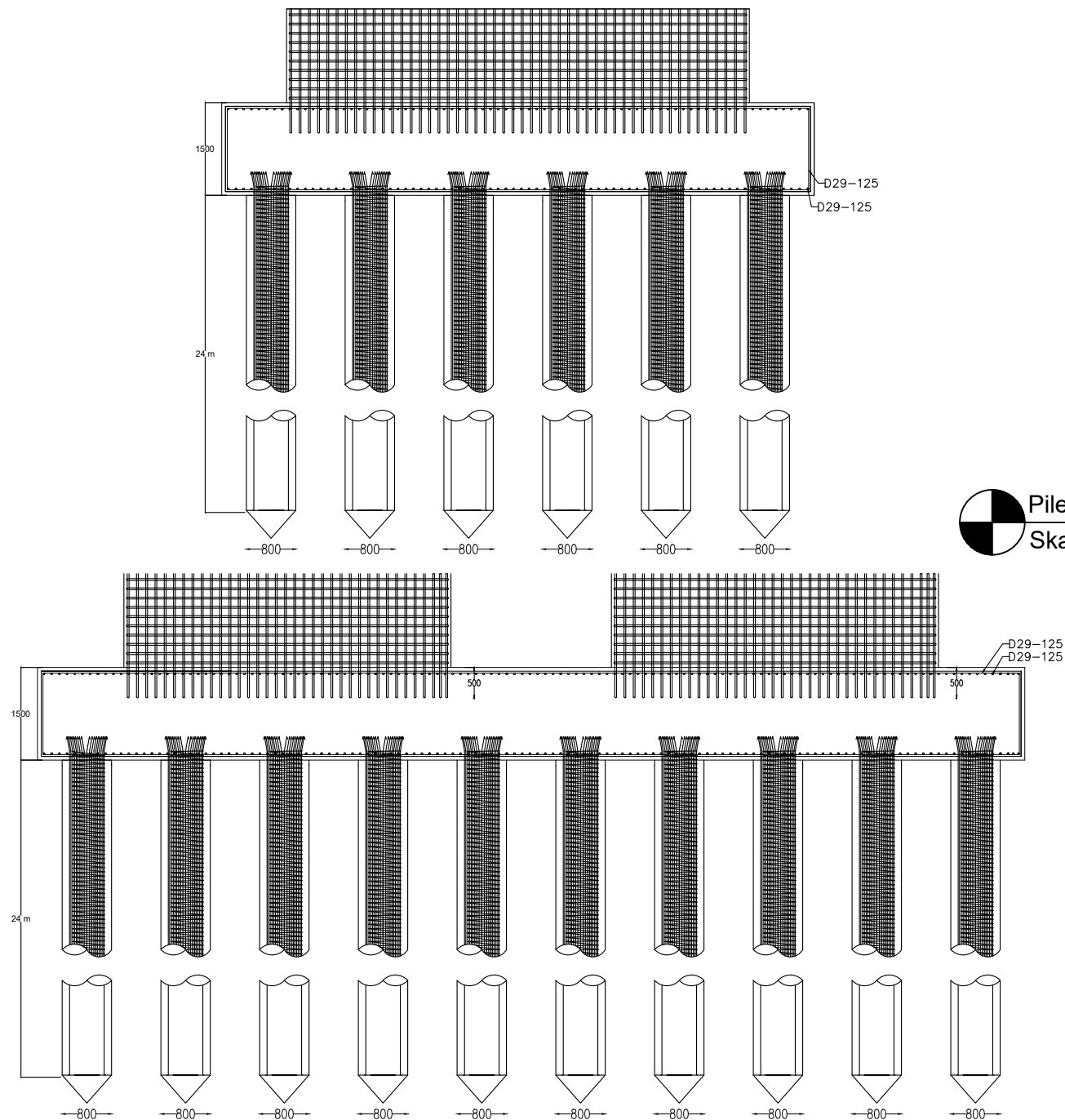
NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pilecap Tipe 5

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
70	1 : 100	STR





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

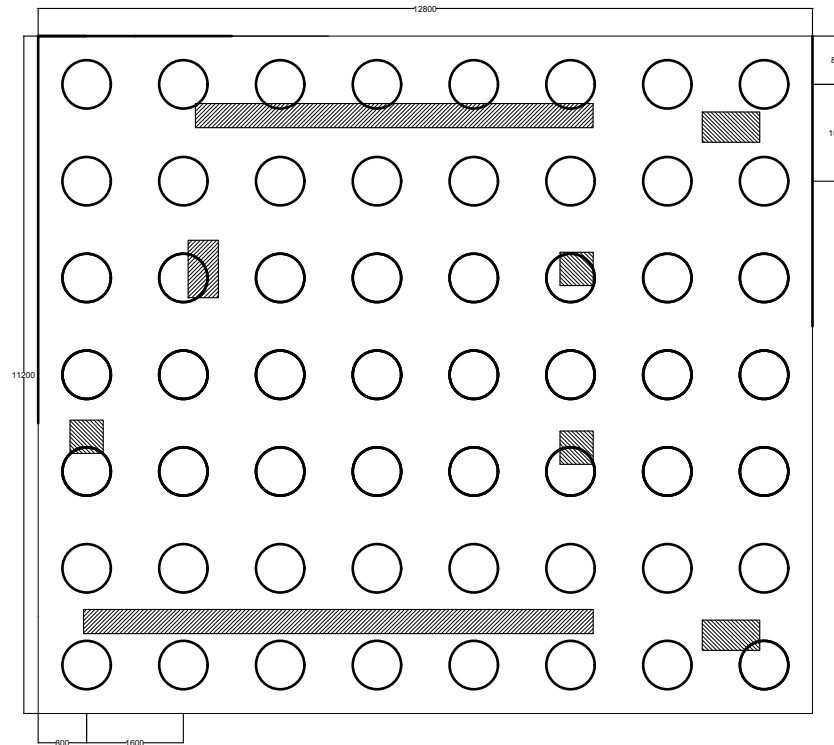
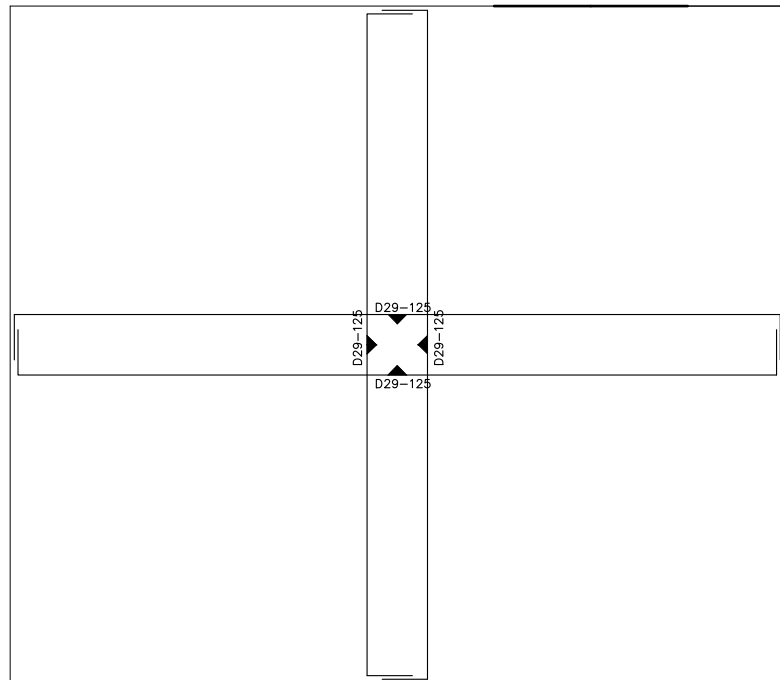
03111540000114


JUDUL GAMBAR

Pilecap Tipe 6

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

71	1 : 100	STR
----	---------	-----



 Pilecap Tipe 6
Skala 1 : 100



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

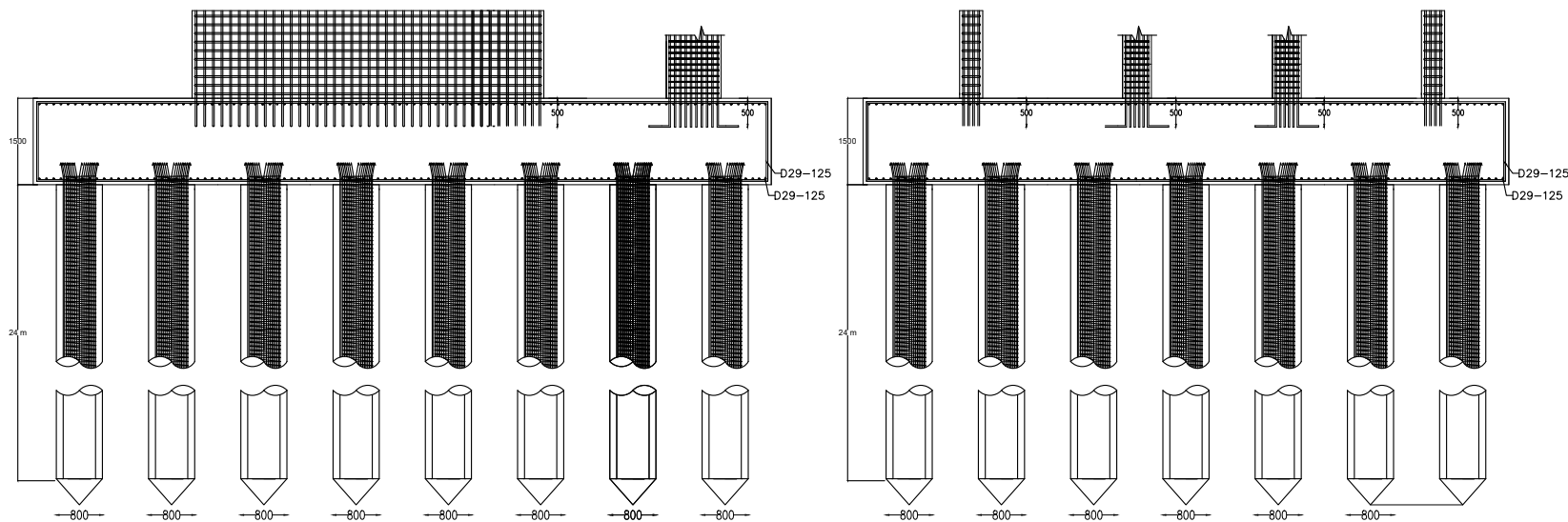
NRP


03111540000114

JUDUL GAMBAR

Pilecap Tipe 6

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
72	1 : 100	STR



 Pilecap Tipe 6
Skala 1 : 100



DOSEN PEMBIMBING

Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

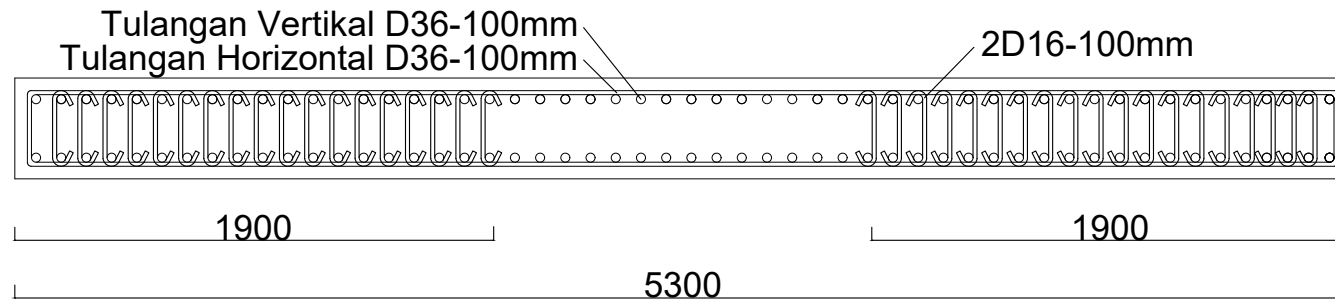
NRP

03111540000114

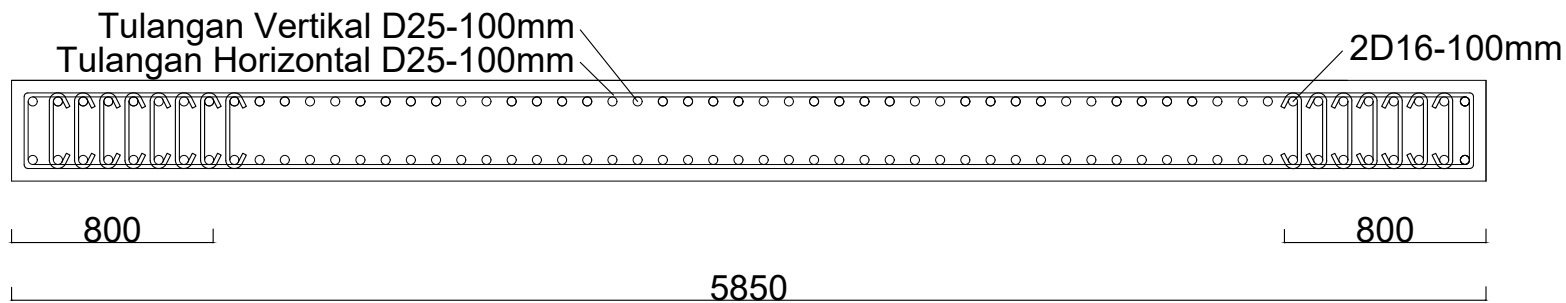
JUDUL GAMBAR

Penulangan Shearwall

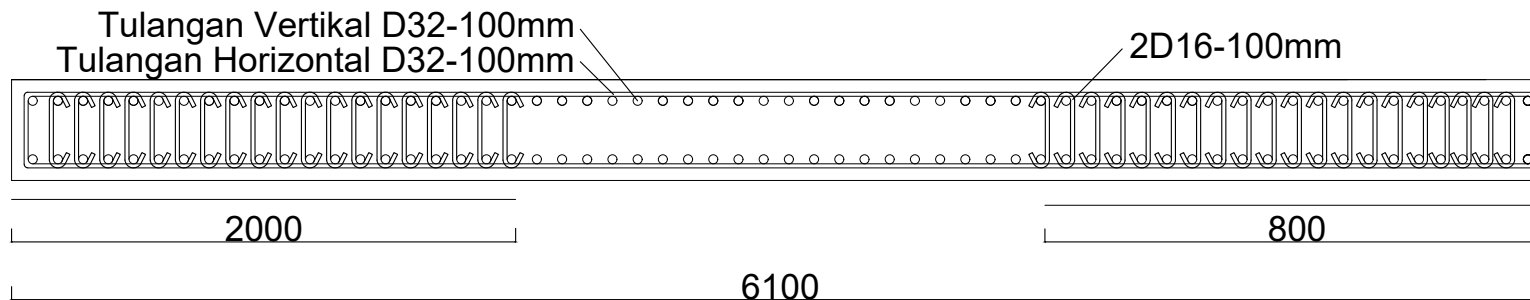
NO. GMB	SKALA	KODE GMB
73	1 : 30	STR



Shearwall Tipe 1
Skala 1 : 30



Shearwall Tipe 2
Skala 1 : 30



Shearwall Tipe 3
Skala 1 : 30



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

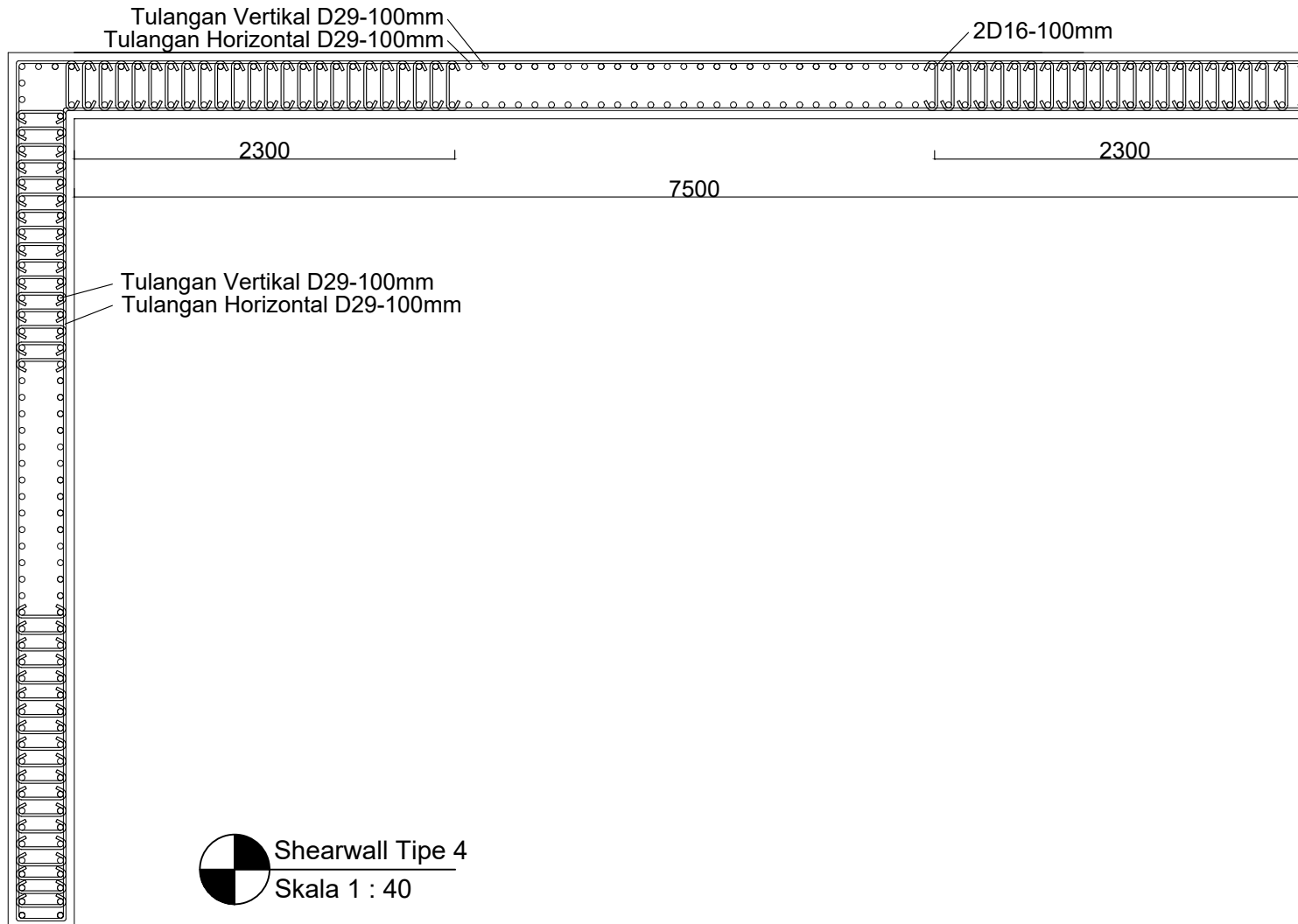
NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Penulangan Shearwall

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
74	1 : 40	STR





DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavo, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

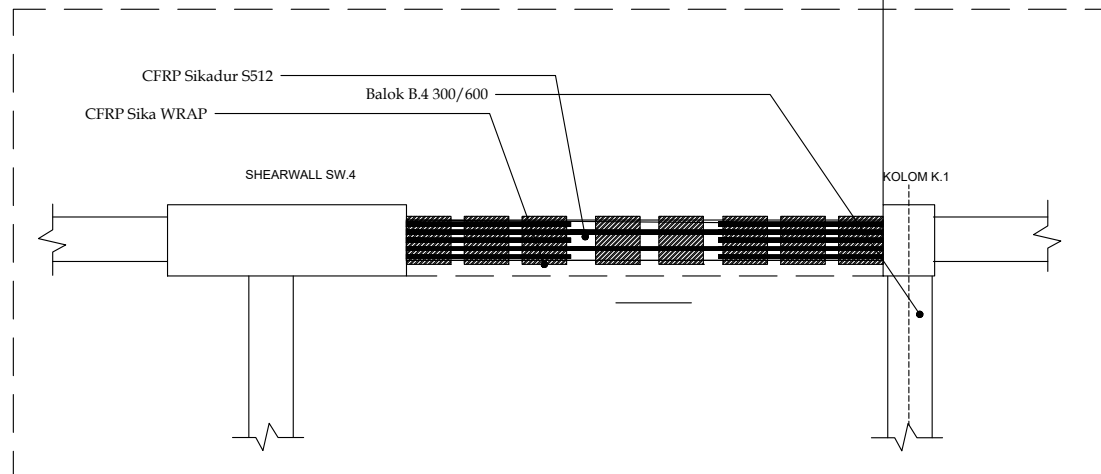
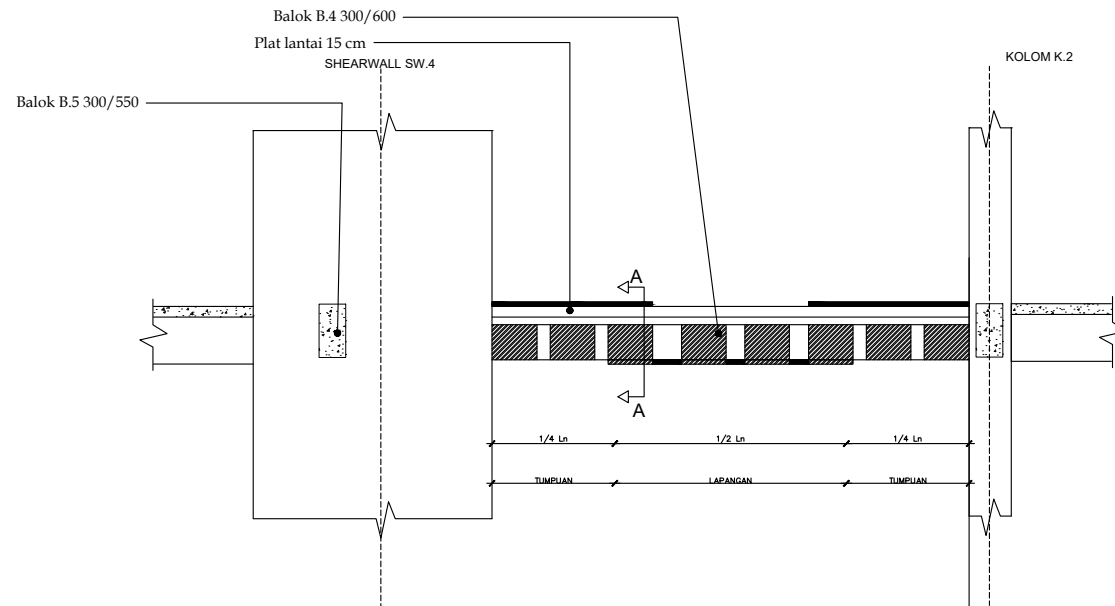
NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Desain Perkuatan Balok

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
75	1 : 85	STR



Desain Perkuatan Balok B4 Modul 1

Skala 1 : 85



DOSEN PEMBIMBING

Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE CONEXIO LRT SUPERBLOCK MENGGUNAKAN MATERIAL CARBON FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

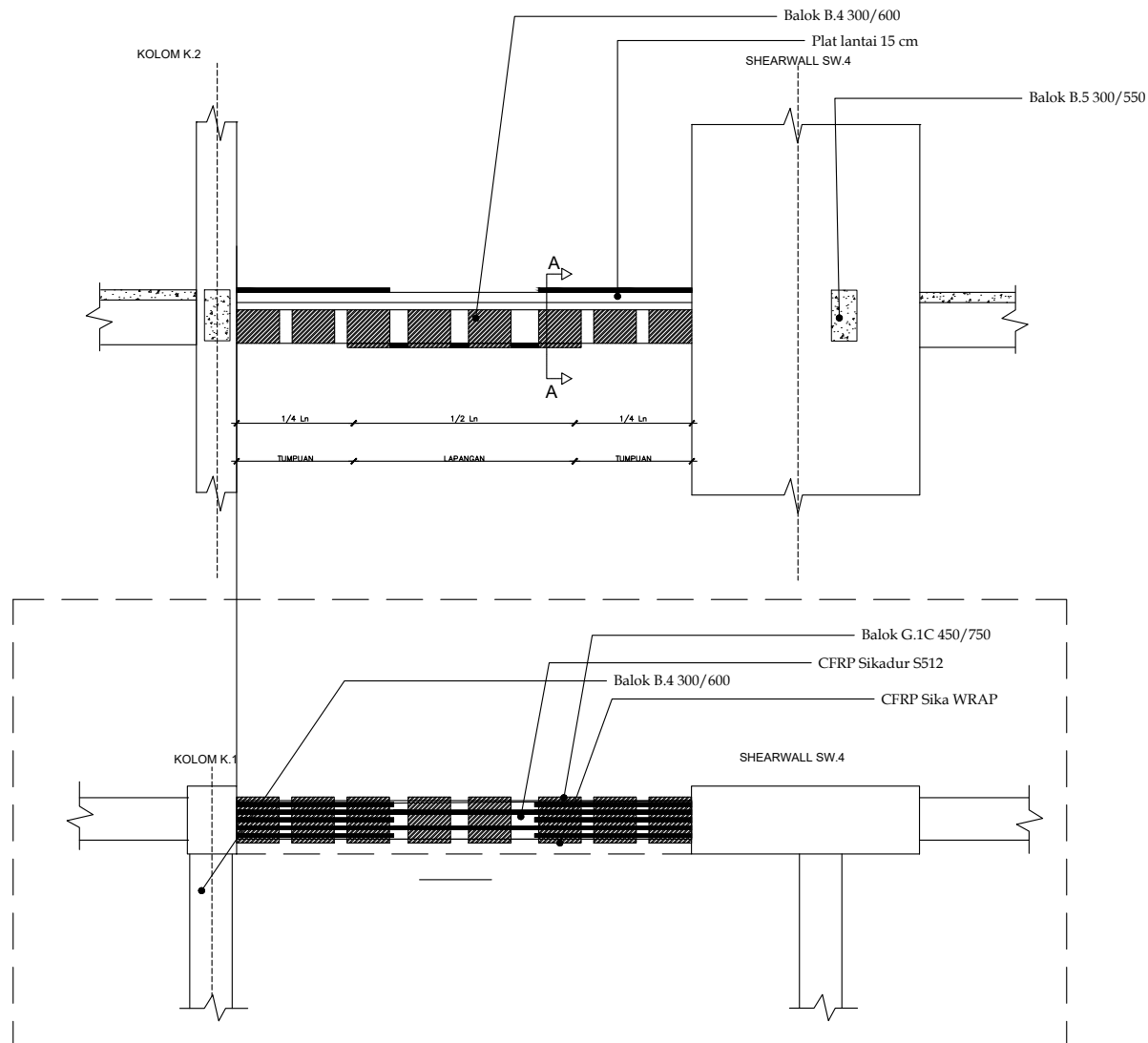
NRP


03111540000114

JUDUL GAMBAR

Desain Perkuatan Balok

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
76	1 : 85	STR



 **Desain Perkuatan Balok B4 Modul 2**
Skala 1 : 85



DOSEN PEMBIMBING

Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

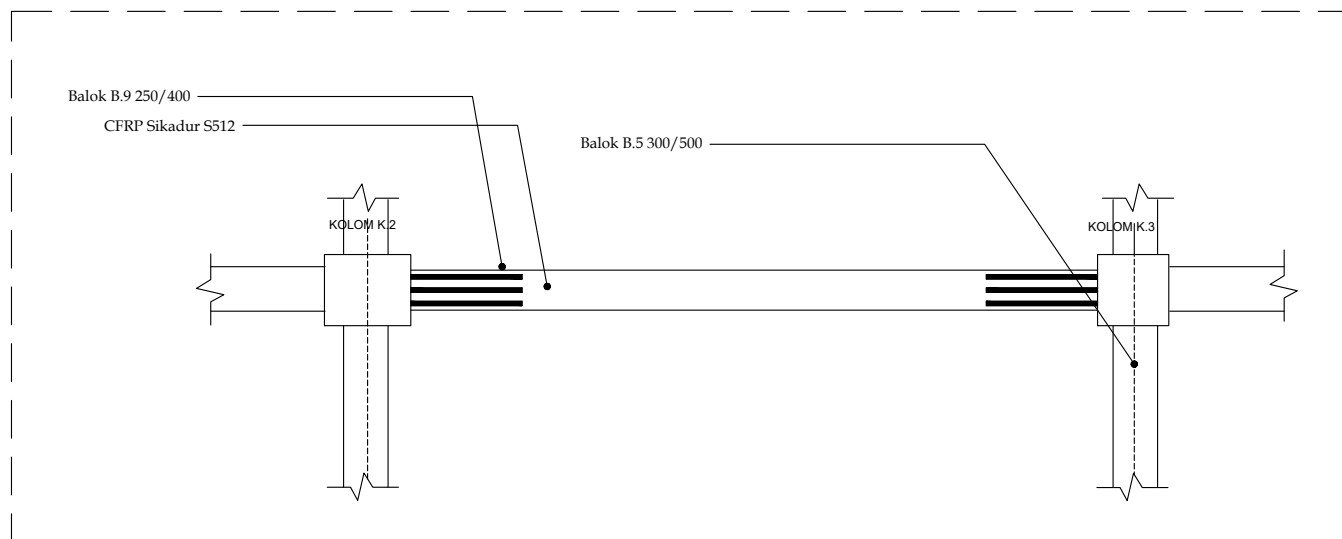
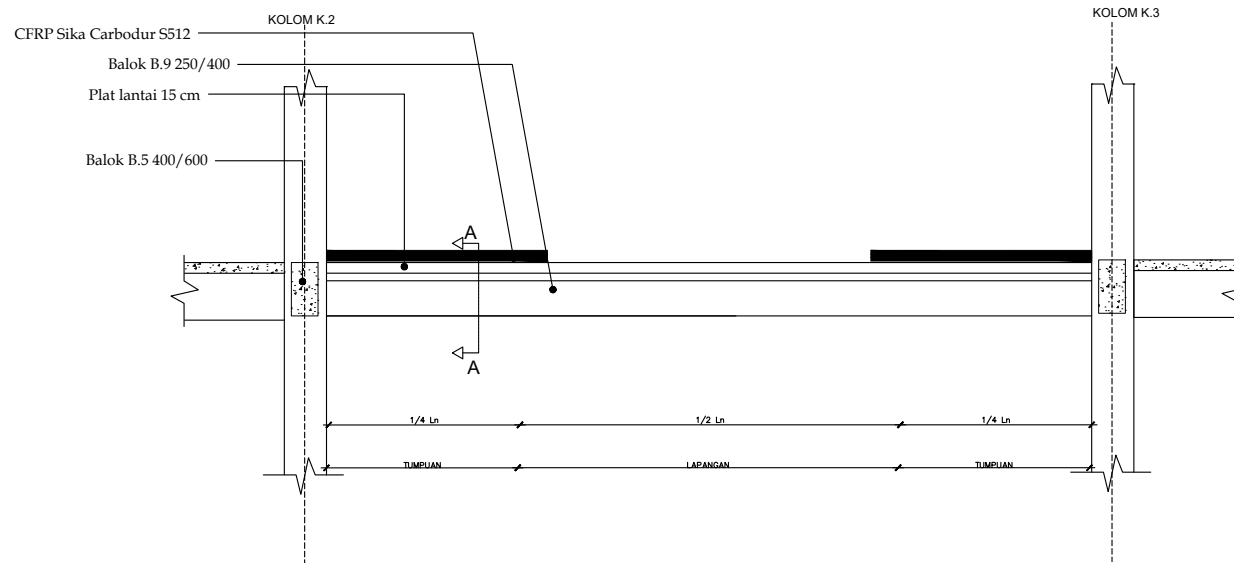
NRP

03111540000114

JUDUL GAMBAR

Desain Perkuatan Balok

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
77	1 : 85	STR



Desain Perkuatan Balok B9 Modul 1

Skala 1 : 85



DOSEN PEMBIMBING

Prof. TAVIO, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

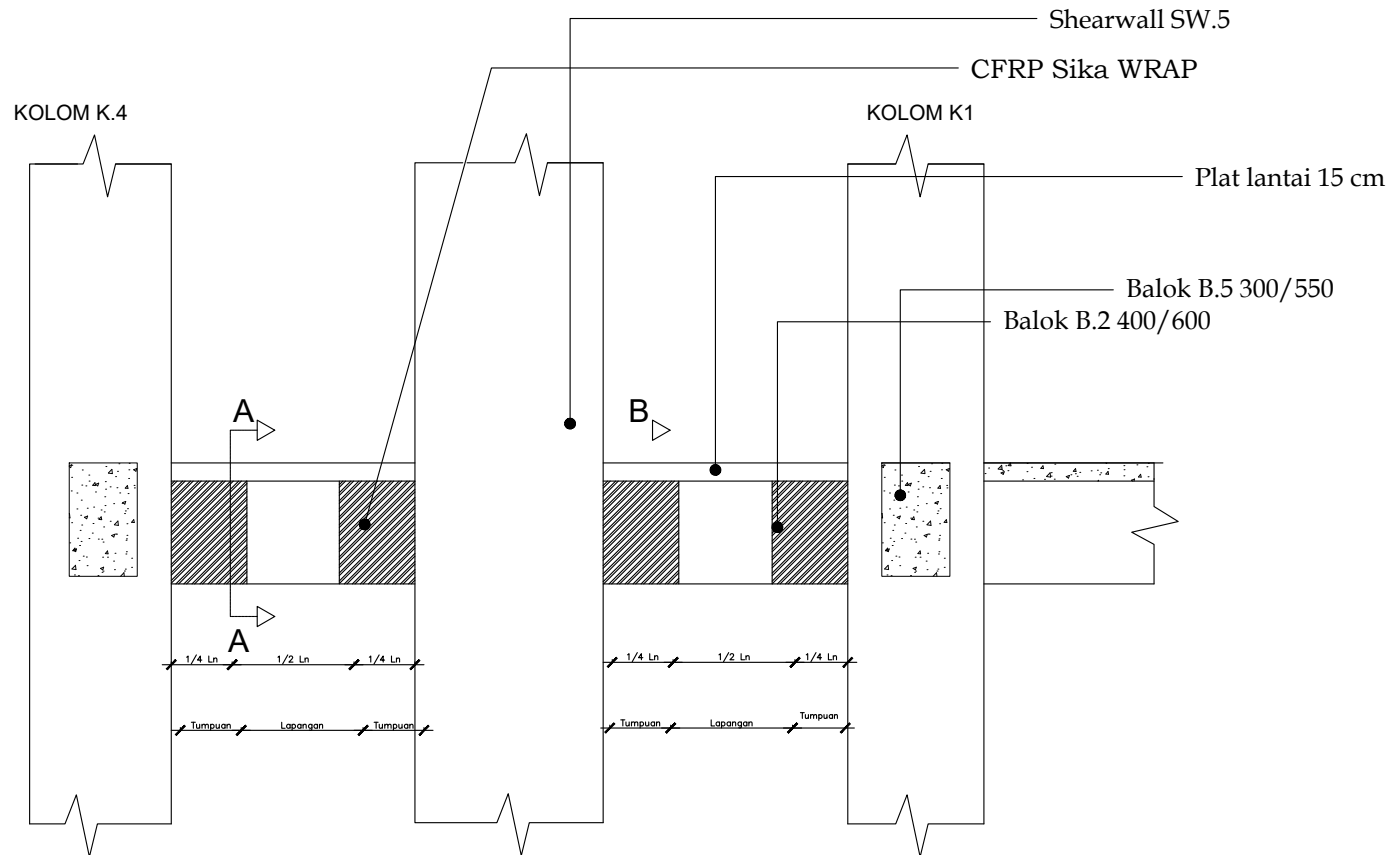
03111540000114

JUDUL GAMBAR

Desain Perkuatan Balok

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

78	1 : 50	STR
----	--------	-----



Desain Perkuatan Balok B5 Geser Modul 1
Skala 1 : 50



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

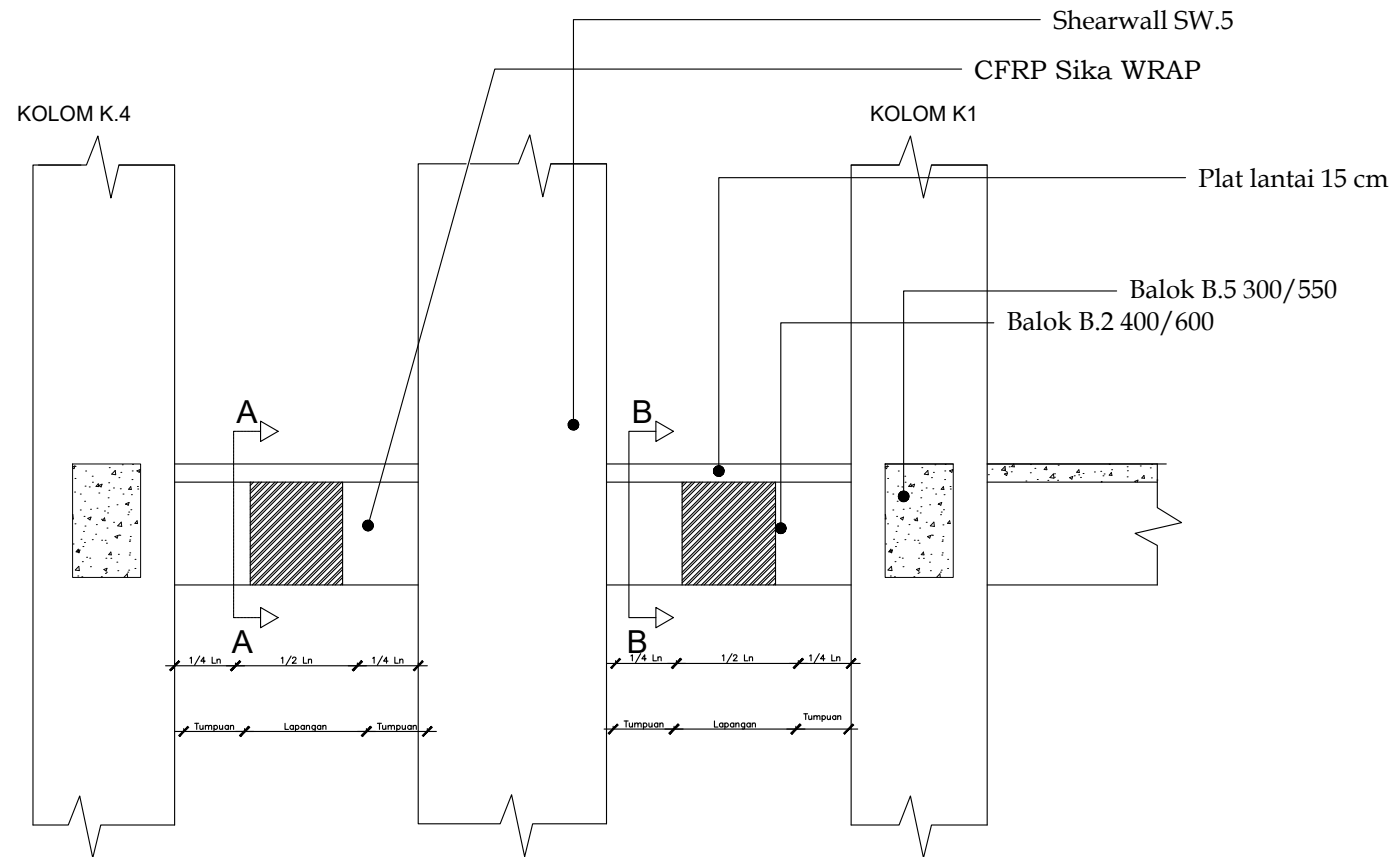
03111540000114

JUDUL GAMBAR

Desain Perkuatan Balok

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

79	1 : 50	STR
----	--------	-----



Desain Perkuatan Balok B5 Geser Modul 2
Skala 1 : 50



DOSEN PEMBIMBING

Prof. Tavio, ST., MT., Ph.D
Harun Alrasyid, ST., MT., Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING
STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE
CONEXIO LRT SUPERBLOCK
MENGUNAKAN MATERIAL CARBON
FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT
PEMBEBANAN GEMPA SNI 1726-201X

NAMA MAHASISWA

ALIFIANDI HANNANTO

NRP

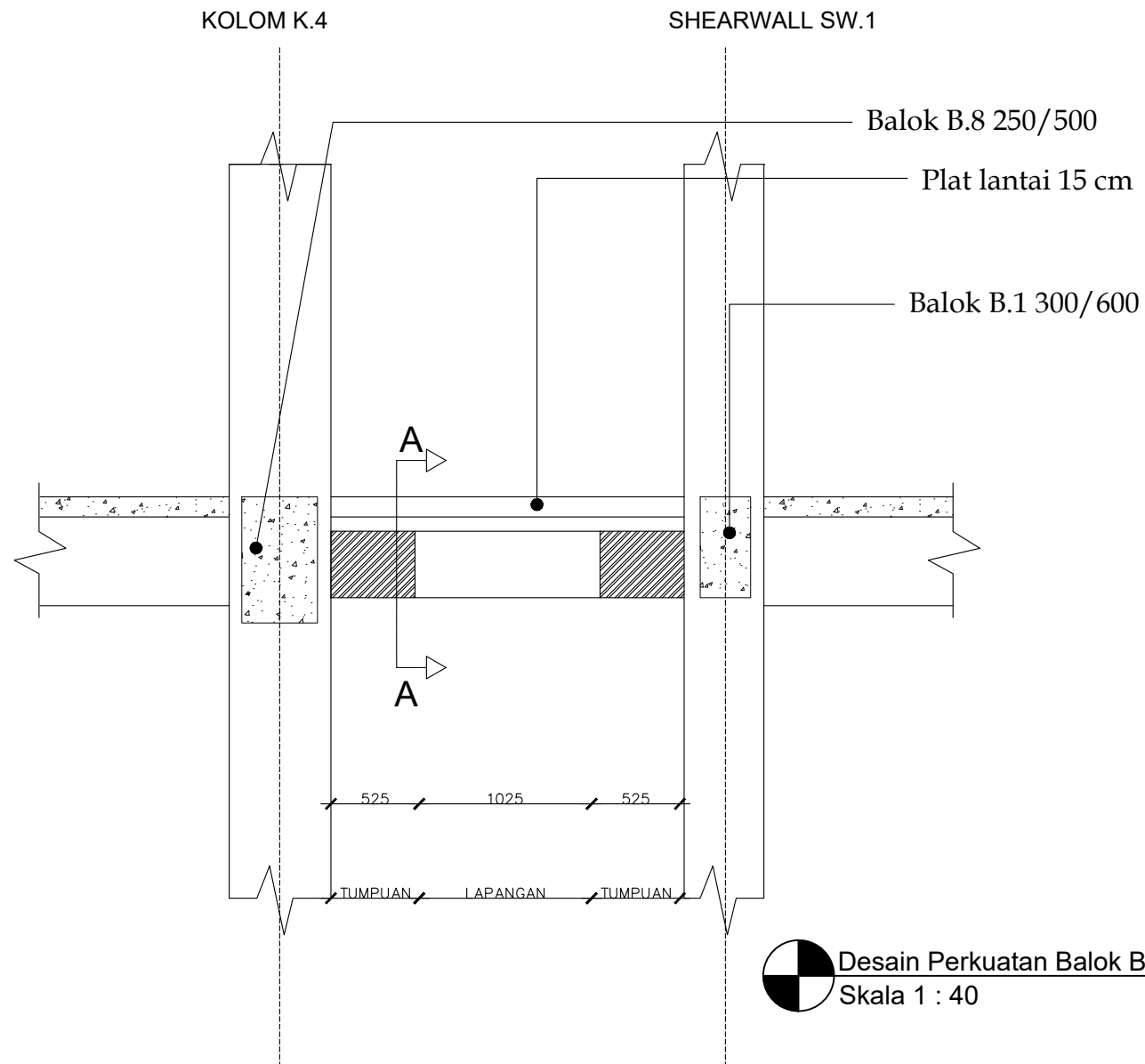
03111540000114

JUDUL GAMBAR

Desain Perkuatan Balok

NO. GMB	SKALA	KODE GMB
---------	-------	----------

80	1 : 50	STR
----	--------	-----



BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Alifiandi Hannanto , lahir di Jakarta, 20 Agustus 1996 merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan di SDN Cipinang Muara 02 Pagi Jakarta lulus tahun 2008, SMP Negeri 109 Jakarta lulus tahun 2011, SMA Negeri 81 Jakarta lulus tahun 2014 Setelah lulus dari SMA tahun 2014, penulis melanjutkan pendidikan kuliah dan diterima di Program Studi S1 Departemen Teknik Sipil FTSLK-ITS mengambil konsentrasi Struktur

Bangunan Gedung dan terdaftar dengan NRP 03111540000114. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan kemahasiswaan yang diadakan di Jurusan dan Institut, antara lain: Himpunan Mahasiswa Sipil (HMS) sebagai anggota, Ketua *Steering Committee* Kaderisasi Massal Terbatas HMS periode 2017/2018, Kegiatan ITS EXPO tingkat Institut sebagai Wakil Ketua periode 2016/2017, UKM ITS Billiard tingkat Institut sebagai Wakil Kepala Departemen di bidang Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM) periode 2016/2018. Apabila ada yang ingin ditanyakan terkait tugas akhir ini dapat menghubungi penulis melalui *email* : alifiandihannanto@gmail.com



PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: PROF. TAVIO, ST., M.T., Ph.D. HARUN AL RASYID, S.T., M.T., Ph.D.
NAMA MAHASISWA	: ALIFIANDI HANNANTO
NRP	: 03111540000114
JUDUL TUGAS AKHIR	: ANALISIS DAN DESAIN RETROFITTING STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE CONEXIO LRT SUPERBLOCK MENGGUNAKAN MATERIAL
TANGGAL PROPOSAL	: CARBON FIBER REINFORCED POLYMER BERKAT PEMBEBANAN GEMPA SM 1726-2018 4 FEBRUARI 2019
NO. SP-MMTA	: 15194 / IT2.VI.4.1 / PP.05.02.00 / 2019

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	6/3/19	Realisasi Gambar For construction menjadi permodelan & tabs.	Pembebanan	
2	11/4/19	pebbebanan	Kontrol Gedung	
3	15/4/19	Permodelan kontrol dual system	Revisi permodelan, kontrol dual system	
4	31/5/19	Revisi Permodelan dual system	revisi beban gempa, sesuaikan Vs yang bekerja.	
5	9/5/19	Revisi Beban gempa yang bekerja	Analisis gaya per-elemen.	
6	13/5/19	Analisis gaya per elemen	Asistensi penulisan	
7	17/5/19	Asistensi penulisan	Kebutuhan perkuatan CFRP	
8	24/5/19	Kebutuhan perkuatan	Asistensi presentasi	



PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukotilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: HARUN AL RASYID, ST., M.T., Ph.D.
NAMA MAHASISWA	: ALIFIANDI HANNANTO
NRP	: 03111540000114
JUDUL TUGAS AKHIR	: ANALISIS DAN DESAIN RETROFITING STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN THE CONEXIO LRT SUPERBLOCK MENGGUNAKAN MATERIAL CARBON FIBER REINFORCED POLYMER AKIBAT PEMBERATAN GEMPA SMI 1726-2018.
TANGGAL PROPOSAL	: 4 FEBRUARI 2019
NO. SP-MMTA	: 15194 / IT2.VI.4.1/PP.05.02.00/2019

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	12-3-2019	penbebanan yang bekerja pada struktur - permodelan.	kontrol gedung	JK
2.	15/4/19	kontrol permodelan gedung	gunakan 100% vs, pada kontrol base shear.	JK
3.	17/5/19	kebutuhan perkuatan pada elemen, hasil analisis pada balok.	Asistensi penulisan	JK