



**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3 LANTAI
ASRAMA MAHASISWA (RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG MENGGUNAKAN METODE SRPMM
(SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH)**

SKRIPSI

ANDRIAN MAJID KHOBAD	17640006
MUHAMMAD RYAN ARDIAN	17640040

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

2022

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3 LANTAI
ASRAMA MAHASISWA (RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG MENGGUNAKAN METODE SRPMM
(SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH)**

Disusun dan diajukan Oleh :

ANDRIAN MAJID KHOBAD	17640006
MUHAMMAD RYAN ARDIAN	17640040

Telah disetujui oleh pembimbing untuk dilanjutkan di hadapan Dewan Penguji

Semarang, 13 Januari 2022

Menyetujui
Dosen Pembimbing I



Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
NIDN. 0602077402

Menyetujui
Dosen Pembimbing II



Donny Ariawan, S.T., M.T.
NIDN. 0612067701

HALAMAN PENGESAHAN

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3 LANTAI
ASRAMA MAHASISWA (RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG MENGGUNAKAN METODE SRPMM
(SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH)**

Disusun dan diajukan oleh :

ANDRIAN MAJID KHOBAD 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN 17640040

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika Universitas PGRI Semarang pada tanggal

10 Maret 2022

Dewan Penguji

Ketua,



Dr. Slamet Supriyadi, M.Env.St
NIP. 195912281986031003

Sekretaris,



Agung Kristiawan, S.T., M.T.
NIDN. 0605037001

Penguji I,



Agung Kristiawan, S.T., M.T.
NIDN. 0605037001

Penguji II,



Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
NIDN. 0602077402

Penguji III,



Donny Ariawan, S.T., M.T.
NIDN. 0612067701

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

1. Keyakinan perlu di terapkan dalam menggapai impian dan cita cita, di sertai do'a dan semangat serta kerja keras pasti sesuatu yang kita impikan pasti akan tercapai.
2. Bersusah- susah dahulu bersenang senang kemudian hal itu pasti terjadi.
3. “ Man Jadda Wajada “ Barang yang bersungguh sungguh maka ia akan mendapatkan.
4. Tetaplah semangat mesti masalah tiada henti karna sesungguhnya dari masalah itu kita belajar untuk menjadi pribadi yang lebih baik.
5. Bermimpilah setinggi mungkin karena jika kamu terjatuh dalam mimpimu kamu masih di *grade* yang tinggi.
6. “*Time Is Sword*” Waktu adalah pedang, jika kita tidak bisa menggunakannya maka kita akan terluka dan merugi.

Persembahan:

Kupersembahkan skripsi ini untuk:

1. Ayah dan ibu kami tercinta
2. Kakakku dan keluarga tercinta yang selalu memberi dukungan kepadaku
3. Teman- teman Teknik Sipil UPGRIS angkatan 2017
4. Dosen- dosen Teknik Sipil Universitas PGRI Semarang
5. Bapak Dr. Mohammad Debby Rizani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Donny Ariawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 skripsi kami
6. Almamaterku Universitas PGRI Semarang

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andrian Majid Khobad

NPM : 17640006

Prodi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik dan Informatika

Nama : Muhammad Ryan Ardian

NPM : 17640040

Prodi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik dan Informatika

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang kami buat ini benar-benar merupakan hasil karya kami sendiri bukan hasil plagiarisme.

Apabila di kemudian hari skripsi ini adalah hasil plagiarisme kami akan menanggung semua sanksi yang berlaku.

Semarang, 10 Maret 2022

Yang membuat pernyataan

Yang membuat pernyataan

Andrian Majid Khobad

NPM. 17640006



Muhammad Ryan Ardian

NPM. 17640040

ABSTRAK

Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang dibangun di dalam kawasan kampus 4 Universitas PGRI Semarang dengan luas bangunan sebesar 2119 m². Gedung direncanakan berdasarkan hasil *Cone Penetration Test* (CPT), diketahui bahwa gedung dibangun di atas tanah dengan kondisi tanah lunak (Kelas situs SE).

Perhitungan struktur menggunakan metode SRPMM (sistem rangka pemikul momen menengah) yang mengacu pada SNI 1726- 2019: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Sedangkan pembebanan non gempa dapat disesuaikan dengan SNI 1727-2013: Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

Struktur sekunder berupa pelat dan tangga yang dipikul struktur primer yaitu balok, kolom dan dinding geser. Struktur bawah terdiri dari sloof dan pile cap, dengan pondasi tiang bor. Bahan utama penyusun struktur adalah beton bertulang, dengan mengacu pada SNI 2847-2019: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan.

Dalam persyaratan metode SRPMM komponen struktur yang diperhatikan adalah kolom, balok, hubungan balok-kolom dan plat. Dalam hal ini struktur bangunan gedung dapat merespon gempa dengan kategori desain seismik (KDS) A, B , dan C, tanpa mengalami keruntuhan. Hasil dari perhitungan struktur primer dan struktur bawah gedung diaplikasikan dalam gambar teknik yang terdiri dari gambar arsitektur, gambar denah struktur, dan gambar detail penulangan.

Kata kunci : bangunan gedung, sistem rangka pemikul momen menengah, beban gempa

ABSTRACT

The 3 Floor Student Dormitory Building (Rusunawa) daughter II University of PGRI Semarang was built in the 4th campus area of Universitas PGRI Semarang with a building area of 2119 m². The building is planned based on the results of the Cone Penetration Test (CPT), it is known that the building is built on soil with soft soil conditions (SE site class).

The calculation of the structure uses the SRPMM method (medium moment resisting frame system) which refers to SNI 1726-2019: Earthquake Resistance Planning Procedures for Building and Non-Building Structures. Meanwhile, non-earthquake loading can be adjusted to SNI 1727-2013: Minimum Load for Design of Buildings and Other Structures.

The secondary structure is in the form of plates and stairs which are carried by the primary structure, namely beams, columns and shear walls. The lower structure consists of sloof and pile cap, with drill pile foundation. The main ingredient of the structure is reinforced concrete, with reference to SNI 2847-2019: Requirements for Structural Concrete for Buildings and Explanations.

In the requirements of the SRPMM method the structural components that are considered are columns, beams, beam-column relationships and plates. In this case the building structure can respond to earthquakes with seismic design categories (KDS) A, B, and C, without collapsing. The results of the calculation of the primary structure and the substructure of the building are applied in technical drawings consisting of architectural drawings, structural plans, and detailed reinforcement drawings.

Keywords: building, medium moment resisting frame system, earthquake load

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunianya kami dapat menulis skripsi ini dengan judul “Perencanaan Struktur Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang Menggunakan Metode SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah)”.

Skripsi ini di buat dan di ajukan untuk memenuhi syarat guna memperoleh Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Dan Informatika di Universitas PGRI Semarang. Selain itu tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memberikan pengetahuan kepada pembaca mengenai perencanaan struktur gedung bertingkat.

Selama penulisan skripsi ini kami banyak menerima bimbingan dan dukungan dari dosen dan orang orang terdekat yang selalu support sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu kami mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Muhdi, S.H., M.Hum selaku rektor Universitas PGRI Semarang
2. Bapak Dr. Slamet Supriyadi, M. Env.St selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas PGRI Semarang.
3. Bapak Agung Kristiawan, S.T., M.T. selaku Ketua Progam Studi Teknik Sipil Universitas PGRI Semarang.
4. Bapak Dr. Mohammad Debby Rizani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing satu yang memberikan koreksi dan saran demi kesempurnaan skripsi.
5. Bapak Donny Ariawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dua yang memberikan bimbingan dan gagasan dan bimbingan dalam penulisan.
6. Seluruh dosen pengajar program studi Teknik Sipil Universitas PGRI Semarang.
7. Ayah dan Ibu tercinta yang telah memberikan semangat dan serta bimbingan dan memberikan dukungan moral maupun matrial.
8. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil Universitas PGRI Semarang angkatan 2017.
9. Semua pihak yang membantu kami dalam penulisan skripsi.

Kami menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan, tetapi kami berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan menambah ilmu pengetahuan.

Semarang, 10 Maret 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR NOTASI.....	xix
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat Perencanaan	4
1.5 Pembatasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Umum.....	8
2.2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)	9
2.3 Peraturan Yang Digunakan	10
2.4 Material	11
2.4.1 Persyaratan Kekuatan Tekan.....	11
2.4.2 Batang dan Kawat Non Prategang	13
2.5 Konsep Pembebanan.....	16

2.5.1	Gravitasi	16
2.5.2	Beban Gempa	17
2.5.3	Kombinasi Pembebanan.....	19
2.6	Preliminary Elemen Struktur	20
2.6.1	Elemen Kolom	20
2.6.2	Elemen Balok	21
2.6.3	Elemen Pelat.....	22
2.7	Pengecekan Struktur	27
2.7.1	Statik Ekuivalen	27
2.7.2	Pengecekan Respon Struktur.....	34
2.7.3	Pengecekan Ketidakberaturan Struktur.....	35
2.8	Pondasi	41
2.8.1	Pondasi Dangkal	41
2.8.2	Pondasi Dalam	43
2.9	Penulangan.....	48
2.9.1	Kolom.....	48
2.9.2	Dinding Geser (Shearwall).....	53
2.9.3	Balok	57
2.9.4	Hubungan Balok-Kolom	61
2.9.5	Pelat.....	62
2.10	Permodelan Menggunakan <i>Software</i>	64
2.10.1	SAP2000	64
2.10.2	AutoCAD	69
2.11	Penelitian Terdahulu	80

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN	85	
3.1	Tinjauan Umum	85
3.2	Lokasi dan Waktu Perencanaan	85
3.3	Kerangka Pikir	86
3.4	Pengumpulan Data	88
3.4.1	Data Primer	88
3.4.2	Data Sekunder	88

3.5	Objek Perencanaan.....	89
3.6	Instrumen Perencanaan	89
3.7	Teknik Analisis Data.....	90
3.7.1	Analisis Struktur	90
3.7.2	Analisis Gambar.....	91
BAB IV		
PEMBAHASAN		92
4.1	Permodelan SAP2000 V.14	92
4.2	Perhitungan Pembebanan.....	96
4.2.1	Pembebanan Gravitasi.....	96
4.2.2	Beban Gempa	98
4.2.3	Kombinasi Pembebanan.....	101
4.3	Perencanaan Pondasi (<i>Bored Pile</i> dan <i>Pile Cap</i>).....	103
4.3.1	Hasil Uji Sondir/CPT Yang Digunakan.....	104
4.3.2	Perhitungan Daya Dukung Ujung Tiang.....	105
4.3.3	Perhitungan Daya Dukung Bored Pile	107
4.3.4	Perencanaan Bored Pile.....	110
4.3.5	Perhitungan Beban Yang Diterima Oleh Bored Pile.....	113
4.3.6	Perhitungan Penulangan Pile Cap	115
4.3.7	Kontrol Geser Pons (Gaya Geser Dua Arah Sumbu).....	120
4.3.8	Perhitungan Penulangan Bored Pile.....	121
4.3.9	Kesimpulan Perencanaan Pondasi	123
4.4	Perencanaan Kolom	124
4.4.1	Data Perencanaan Kolom.....	124
4.4.2	Data Perhitungan Penulangan Kolom	125
4.4.3	Perhitungan Tulangan Lentur.....	128
4.4.4	Perhitungan Tulangan Geser	140
4.4.5	Perhitungan Panjang Penyaluran.....	144
4.4.6	Cek syarat SRPMM untuk kekuatan geser pada kolom.....	145
4.4.7	Kesimpulan Perencanaan Kolom	146
4.5	Perencanaan Dinding Geser (<i>Shearwall</i>).....	147
4.5.1	Data perencanaan	147

4.5.2	Penulangan horizontal dan vertikal (lentur).....	147
4.5.3	Komponen batas khusus (special boundary element)	149
4.5.4	Kesimpulan Perencanaan Dinding Geser (Shearwall)	151
4.6	Perencanaan Balok.....	151
4.6.1	Data Perencanaan Balok	152
4.6.2	Data Perhitungan Penulangan Balok.....	153
4.6.3	Perhitungan Tulangan Puntir	157
4.6.4	Perhitungan Tulangan Lentur.....	158
4.6.5	Perhitungan Tulangan Geser	172
4.6.6	Perhitungan Panjang Penyaluran.....	182
4.6.7	Kesimpulan Perencanaan Balok.....	184
4.6.8	Sample Perhitungan Tulangan Puntir	185
4.7	Perencanaan Hubungan Balok – Kolom	188
4.7.1	Data Perencanaan Hubungan Balok – Kolom.....	188
4.7.2	Perhitungan Probable Moment Balok (Mpr)	188
4.7.3	Perhitungan tulangan confinement.....	191
4.8	Perencanaan Pelat Lantai	193
4.8.1	Data Perencanaan Pelat	193
4.8.2	Perhitungan Perencanaan Tebal Pelat	194
4.8.3	Pembebanan Pelat Lantai	200
4.8.4	Perhitungan Perencanaan Tulangan Pelat	202
4.8.5	Kesimpulan Perencanaan Pelat	209
4.9	Perencanaan Pelat Tangga	209
4.9.1	Data Perencanaan	209
4.9.2	Data Perhitungan	210
4.9.3	Perhitungan Tulangan Pelat Tangga	212
4.9.4	Perhitungan Tulangan Pelat Bordes	215
4.9.5	Kesimpulan Perencanaan Pelat Tangga	219
4.10	Perencanaan Atap.....	219
4.10.1	Perhitungan Gording	221
4.10.2	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda	226
4.10.3	Perhitungan Kuda-kuda.....	229

4.10.4 Perhitungan Kolom Baja (Pedestal).....	233
4.10.5 Perhitungan Sambungan Baut.....	237
4.10.6 Perhitungan Angkur dan Base Plate.....	243

BAB V

PENUTUP.....	246
---------------------	------------

5.1 Kesimpulan.....	246
---------------------	-----

5.2 Saran.....	248
----------------	-----

DAFTAR PUSTAKA.....	249
----------------------------	------------

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Bagian Pelat Yang Dimasukkan.....	23
Gambar 2.2 Peta Parameter Gerak Tanah Periode Pendek, S_s	27
Gambar 2.3 Peta Parameter Gerak Tanah Periode 1 Detik, S_1	28
Gambar 2.4 Spektrum Resain Desain	30
Gambar 2.5 Ketidakberaturan Horizontal	37
Gambar 2.6 Ketidakberaturan Vertikal	40
Gambar 2.7 Fakor Panjang efektif	49
Gambar 2.8 Diagram Interaksi f_c25f_y400	50
Gambar 2.9 Geser Desain Kolom Untuk SRPMM	51
Gambar 2.10 Geser Desain Untuk SRPMM	58
Gambar 2.11 Model Struktur Konstruksi.....	65
Gambar 2.12 <i>Define Grid System Data</i>	65
Gambar 2.13 Tampilan Model Portal.....	66
Gambar 2.14 <i>Input Material</i>	66
Gambar 2.15 <i>Input Frame Property</i>	67
Gambar 2.16 <i>Frame Distributed Loads</i> Akibat Beban Mati.....	67
Gambar 2.17 <i>Frame Distributed Loads</i> Akibat Beban Hidup	68
Gambar 2.18 <i>Run Analysis</i>	69
Gambar 2.19 Buka Ikon AutoCAD.....	70
Gambar 2.20 Opsi <i>Customization</i>	70
Gambar 2.21 Konfirmasi <i>Length Type</i>	71
Gambar 2.22 Periksa <i>Decimal Degrass</i>	71
Gambar 2.23 Kotak Dialog <i>Drawing Units</i>	72
Gambar 2.24 Klik Format	73
Gambar 2.25 <i>Specify Lower Left Corner</i>	73
Gambar 2.26 <i>Specify Upper Right Corner</i>	74
Gambar 2.27 Pilih <i>View</i>	74
Gambar 2.28 <i>Snap Setting</i>	75
Gambar 2.29 Pilih <i>Snap And Grid</i>	75
Gambar 2.30 Pilih <i>Line</i>	76

Gambar 2.31 Garis Horizontal	77
Gambar 2.32 Garis Vertikal	77
Gambar 2.33 Pilih <i>Enter</i>	78
Gambar 2.34 Pilih <i>Arc</i>	79
Gambar 2.35 <i>Arc</i> Yang Akan Diubah	80
Gambar 3.1 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>) Perencanaan.....	87
Gambar 4.1 Model 3D.....	92
Gambar 4.2 Denah Lantai Dasar	93
Gambar 4.3 Denah Lantai 2	93
Gambar 4.4 Denah Lantai 3	94
Gambar 4.5 Denah Lantai Atap	94
Gambar 4.6 Potongan Memanjang.....	95
Gambar 4.7 Potongan Melintang	95
Gambar 4.8 Spektrum Respon Desain	100
Gambar 4.9 Sketsa Pondasi Bored Pile.....	104
Gambar 4.10 Awal Perencanaan Pondasi Bored Pile	105
Gambar 4.11 Skema Konfigurasi Bored Pile.....	110
Gambar 4.12 Perencanaan Pile Cap.....	113
Gambar 4.13 Beban Yang Bekerja Pada Pile Cap	114
Gambar 4.14 Skema Geser Pons Terhadap Kolom.....	120
Gambar 4.15 Perencanaan Penulangan Bored Pile	123
Gambar 4.16 Lebar Efektif Kolom	126
Gambar 4.17 Diagram Gaya Aksial Kolom As A-10	126
Gambar 4.18 Diagram M3 Kolom As A-10.....	127
Gambar 4.19 Diagram M2 Kolom As A-10.....	127
Gambar 4.20 Diagram V3 Kolom As A-10	127
Gambar 4.21 Diagram V2 Kolom As A-10	128
Gambar 4.22 Diagram Monogram Untuk Menentukan Faktor Panjang Efektif (Rangka Tidak Bergoyang)	130
Gambar 4.23 Diagram Interaksi F_c25f_y400	132
Gambar 4.24 Kondisi Balance Kolom	134
Gambar 4.25 Penampang Kolom K1	139

Gambar 4.26 Geser Desain Kolom Untuk SRPMM	142
Gambar 4.27 Denah Perencanaan Balok (Lantai 2).....	151
Gambar 4.28 Gambar Tinggi Efektif Balok.....	153
Gambar 4.29 Gaya Torsi Balok G2. 2.....	154
Gambar 4.30 Gaya Aksial Balok G2. 2.....	154
Gambar 4.31 Momen Lapangan Balok G2. 2	154
Gambar 4.32 Momen Tumpuan Kanan Balok G2. 2	155
Gambar 4.33 Momen Tumpuan Kiri Balok G2. 2	155
Gambar 4.34 Gaya Geser Kiri Balok G2. 2	155
Gambar 4.35 Geser Desain Untuk SRPMM	175
Gambar 4.36 Detail Balok G2. 2.....	184
Gambar 4.37 Denah Perencanaan Pelat (Lantai 2)	193
Gambar 4.38 Tampak Potongan Pelat Lantai	201
Gambar 4.39 Tampak Potongan Pelat Tangga.....	210
Gambar 4.40 Denah Atap Tipe 1	220
Gambar 4.41 Detail Atap TR3	220
Gambar 4.42 Detail Baja Ringan Kanal C	221
Gambar 4.43 Permodelan Beban Mati	222
Gambar 4.44 Permodelan Beban Hidup	223
Gambar 4.45 Angin Tekan dan Angin Hisap.....	228
Gambar 4.46 Konfigurasi Sambungan Baut Kolom Pedestal	239
Gambar 4.47 Konfigurasi Sambungan Baut Kuda-kuda.....	242

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batasan Nilai f_c'	11
Tabel 2.2 Nilai λ	12
Tabel 2.3 Tulangan Ulir Non Prategang	13
Tabel 2.4 Tulangan Spiral Polos Non Prategang	15
Tabel 2.5 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa	17
Tabel 2.6 Faktor Keutamaan Gempa	19
Tabel 2.7 Ketebalan Selimut Beton untuk Komponen Struktur beton Nonprategang Yang Dicor Ditempat	20
Tabel 2.8 Tinggi Minimum Balok Nonprategang.....	21
Tabel 2.9 Ketebalan Selimut Beton untuk Komponen Struktur beton Nonprategang Yang Dicor Ditempat	22
Tabel 2.10 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang Tanpa Balok Interior (mm).....	23
Tabel 2.11 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang dengan Balok di Antara Tumpuan pada Semua Sisinya	25
Tabel 2.12 Ketebalan Selimut Beton untuk Komponen Struktur Beton Nonprategang Yang Dicor Ditempat	26
Tabel 2.13 Koefisien Situs Periode Pendek, F_a	28
Tabel 2.14 Koefisien Situs Periode Pendek, F_v	28
Tabel 2.15 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter respons percepatan pada periode pendek.....	29
Tabel 2.16 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter respons percepatan pada periode 1 detik	29
Tabel 2.17 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	31
Tabel 2.18 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	32
Tabel 2.19 Faktor R , C_d , Ω_0 pada Sistem Pemikul Gaya Seismik	33
Tabel 2.20 Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur.....	35
Tabel 2.21 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur.....	38
Tabel 2.22 Nilai β_1	42

Tabel 2.23 Nilai K_d dan δ Yang Disarankan Oleh Broms (1976).....	47
Tabel 2.24 Ketentuan Desain Yang Menentukan Untuk Segmen Vertikal Dinding	53
Tabel 2.25 Nilai β_1	63
Tabel 2.26 Daftar Peneliti Terdahulu.....	81
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penyusunan Tugas Akhir.....	86
Tabel 4.1 Parameter Respons Spektra.....	99
Tabel 4.2 Kombinasi Pembebanan.....	102
Tabel 4.3 <i>Output Join Reaction</i> Terbesar pada SAP2000.....	104
Tabel 4.4 Nilai q_{c1} 8d Diatas Dasar Tiang.....	106
Tabel 4.5 Nilai q_{c2} 4d Dibawah Tiang.....	107
Tabel 4.6 Perhitungan Friction Pile.....	108
Tabel 4.7 Beban Yang Diterima Oleh Masing-masing Bored Pile.....	115
Tabel 4.8 Pembebanan Pelat.....	200
Tabel 4.9 Momen Pada Pelat.....	201
Tabel 4.10 Kesimpulan Perencanaan Pelat.....	209
Tabel 4.11 Kesimpulan Penulangan Pelat Tangga.....	219

DAFTAR NOTASI

A_{cv}	= luas penampang struktur dinding (mm^2)
A_g	= luas bruto penampang beton (mm^2)
A_{oh}	= Luas penampang dibatasi as tulangan Sengkang (mm^2)
A_s	= luas tulangan tarik (mm^2)
A_s'	= luas tulangan tekan (mm^2)
b	= lebar muka tekan komponen struktur, mm
B	= lebar kelompok tiang, dihitung dari pinggir tiang
b_o	= Keliling penampang kritis untuk geser pada slab dan pondasi telapak (mm)
b_w	= Lebar badan (mm)
c_h	= kohesi tanah di bawah dasar kelompok tiang
c_u	= kohesi tanah di sekeliling kelompok tiang
d	= Jarak dari sekat tekan terjauh ke pusat tulangan tarik longitudinal (mm)
D	= Beban mati, termasuk SID
d'	= Jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tekan longitudinal (mm)
E_c	= Modulus elastisitas beton (MPa)
EI	= kekakuan lentur komponen struktur (N.mm)
E_s	= Modulus elastisitas baja (MPa)
F_a	= Koefisien situs periode pendek
f_c'	= Mutu beton rencana (MPa)
f_r	= Modulus retak beton
F_v	= Koefisien situs
f_y	= Kekuatan leleh tulangan yang disyaratkan (MPa)
g	= percepatan gravitasi (m/s^2)
h	= Tinggi atau tebal keseluruhan komponen struktur (mm)
I	= Momen inersia (mm^4)
I_e	= faktor keutamaan gempa
I_g	= momen inersia penampang beton bruto terhadap sumbu pusat, yang mengabaikan tulangan (mm^4)
k	= Faktor kekakuan
L	= Beban hidup

- l = Panjang bentang (mm)
 L = panjang kelompok tiang, dihitung dari pinggir tiang
 l_{dc} = Panjang penyaluran tekan batang tulangan ulir dan kawat ulir (mm)
 l_{dh} = Panjang penyaluran tarik batang tulangan ulir atau kawat ulir dengan kait standar, yang diukur dari penampang kritis (panjang penanaman lurus antara penampang kritis dan awal kait (titik tangen) ditambah jari-jari dalam bengkokan dan satu diameter batang tulangan (mm)
 l_o = Panjang diukur dari muka joint sepanjang sumbu komponen struktur dimana tulangan transversal khusus harus disediakan (mm)
 L_p = kedalaman tiang di bawah permukaan tanah
 L_r = Beban hidup atap
 M_n = Kekuatan lentur nominal pada penampang (N.mm)
 M_{nc} = Kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kuat lentur yang terendah (N.mm)
 M_{pr} = kekuatan lentur mungkin komponen struktur, dengan atau tanpa beban aksial, yang ditentukan menggunakan properti komponen struktur pada muka joint yang mengasumsikan tegangan tarik dalam batang tulangan (N.mm)
 M_u = Momen terfaktor pada penampang (N.mm)
 n = jumlah benda
 N_c = faktor kapasitas dukung
 P_{oh} = Luas penampang dibatasi as tulangan Sengkang (mm^2)
 P_u = gaya aksial terfaktor (N)
 Q = kapasitas dukung kelompok tiang
 r = Radius girasi penampang komponen struktur tekan (mm)
 R = koefisien modifikasi respons (tabel 2.19)
 RSX = Beban gempa arah x
 RSY = Beban gempa arah y
 s = spasi pusat ke pusat suatu benda (mm)
 S' = faktor bentuk
 S_1 = Parameter respons spectral percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode 1 detik

- S_{D1} = Parameter respons spectral percepatan desain pada periode 1 detik
 S_{DS} = Parameter percepatan spectrum respons desain pada periode pendek
 SF = faktor keamanan
 s_o = spasi pusat ke pusat tulangan transversal dalam Panjang l_o (mm)
 S_s = Parameter respons spectral percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode pendek
 T = Periode getar fundamental
 T_n = Kekuatan momen torsi nominal (N.mm)
 T_u = Momen torsi terfaktor pada penampang (N.mm)
 V_c = Kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton (N)
 V_s = Kekuatan geser nominal yang disediakan oleh tulangan geser (N)
 V_u = gaya geser terfaktor (N)
 W = Beban angin
 α_f = rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar pelat yang dibatasi secara lateral oleh garis pusat panel di sebelahnya (jika ada) pada setiap sisi balok
 α_{fm} = Nilai rata-rata α_f
 β = Rasio dimensi panjang terhadap pendek
 β_1 = Faktor yang menghubungkan tinggi balok tegangan tekan persegi ekuivalen dengan tinggi sumbu netral
 λ = Faktor modifikasi yang merefleksikan properti mekanis tereduksi dari beton ringan
 ϕ = Faktor reduksi kekuatan
 Ψ_e = Faktor yang digunakan untuk memodifikasi panjang penyaluran berdasarkan pada pelapis tulangan.
 Ψ_s = Faktor yang digunakan untuk memodifikasi panjang penyaluran berdasarkan pada ukuran tulangan.
 Ψ_t = Faktor yang digunakan untuk memodifikasi panjang penyaluran berdasarkan pada lokasi tulangan
 θ = sudut antara sumbu *strut*, diagonal tekan, atau bidang tekan dan kord (*chord*) tarik komponen struktur

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Universitas PGRI Semarang adalah salah satu perguruan tinggi swasta terpopuler di Jawa Tengah dengan jumlah mahasiswa sebanyak lebih dari 9000 mahasiswa. Mahasiswa adalah orang yang belajar di sekolah tingkat perguruan tinggi untuk mempersiapkan dirinya bagi suatu keahlian tingkat sarjana (Budiman, 2006). Universitas PGRI Semarang kini telah memiliki 4 kampus dan beberapa fasilitas seperti balairung, perpustakaan, tempat ibadah, laboratorium, gedung olahraga dan asrama mahasiswa.

Perumahan untuk mahasiswa merupakan kesempatan yang baik untuk mengembangkan dan meningkatkan kualitas pendidikan di Institusi Akademik. Hasrat untuk menyediakan ruang bagi mahasiswa yang mewadahi kegiatan komputerisasi yang aktif, nyaman, dan adanya kesempatan bersosialisasi merupakan prioritas dari rencana Universitas dan Perguruan Tinggi (De Chiara dan Koppelman, 1975). Asrama mahasiswa adalah salah satu fasilitas yang dimiliki oleh Universitas PGRI Semarang, yang kini telah memiliki Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri I dan Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putra I di Kampus IV. Asrama mahasiswa (Rusunawa) tidak dimaksudkan hanya untuk tinggal para mahasiswa, melainkan untuk membentuk pribadi calon guru sesuai dengan harapan pemerintah yang tercantum dalam UU No 14 tahun 2005. Asrama mahasiswa Universitas PGRI Semarang sebagai wahana pembentukan karakter (*character building*) bagi para mahasiswa atau calon-calon guru.

Lingkungan kampus yang berada di tengah kota menjadikan masyarakatnya sangat heterogen baik dari aspek pekerjaan, tingkat pendidikan dan kehidupan sosial. Kondisi ini menjadi kendala untuk membentuk kompetensi kepribadian mahasiswa terutama calon guru. Kondisi yang demikian, tentunya kurang mendukung terciptanya suasana akademik. Apalagi, bagi mereka yang tinggal jauh dari kampus, selain akan banyak

kehilangan waktu, mereka juga berada di wilayah yang sangat tidak mungkin bagi kampus melakukan intervensi terhadap kebiasaan dan pola pergaulan mereka yang tidak mendukung pembelajaran dan bertolak belakang dari kehidupan akademik. Dari kondisi tersebut, sebagai bentuk komitmen lembaga untuk meluluskan calon guru yang memiliki empat kompetensi yaitu kompetensi profesional, pedagogik, sosial, dan khususnya kompetensi kepribadian. Universitas PGRI Semarang merencanakan penambahan pembangunan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II yang terletak didalam lingkungan Kampus IV.

Pada perencanaan gedung, baik bertingkat ataupun tidak harus memperhatikan kekuatan, kenyamanan, keekonomisan, dan pengaruh terhadap lingkungan. Aspek-aspek tersebutlah yang harus direncanakan dan diperhitungkan secara matang. Faktor yang mempengaruhi kekuatan konstruksi adalah beban yang akan dipikul seperti beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa (Aan Nugroho, 2015).

Komponen-komponen yang terdapat dalam bangunan itu sendiri terdiri dari pondasi, sloof, kolom, balok, plat lantai. Setiap komponen tersebut harus melalui perhitungan yang matang, sehingga dapat diketahui banyak dan jenis bahan yang akan digunakan. Hendaknya bahan (material) yang digunakan dapat menahan beban yang maksimal dan efisien (Aan Nugroho, 2015).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat diambil identifikasi masalahnya adalah untuk menambah daya tampung kebutuhan tempat tinggal mahasiswa Universitas PGRI Semarang yang tidak berdomisili di kota Semarang dan dapat memudahkan mahasiswa dalam mencari tempat hunian yang mendukung kehidupan akademik saat menuntut ilmu di Universitas PGRI Semarang.

Dalam laporan ini penyusun menguraikan tentang perencanaan pembangunan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang dengan menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). SRPMM adalah suatu sistem rangka ruang yang komponen-komponen strukturnya dapat menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi, lentur, geser dan ketentuan-ketentuan lainnya yang

mengacu pada SNI 2847-2019: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Dalam hal ini struktur bangunan gedung dapat merespon gempa dengan kategori desain seismik (KDS) A, B, dan C, tanpa mengalami keruntuhan. Dengan memperhitungkan struktur bawah dan struktur atas serta tetap mencantumkan intisari bangunan yaitu elemen-elemen struktur.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini rumusan masalah antara lain:

1. Bagaimana merencanakan dan menghitung penulangan struktur beton Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang dengan menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)?
2. Bagaimana mengaplikasikan hasil perhitungan dan perencanaan ke dalam gambar teknik Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang yang sesuai dengan struktur dan beban-beban yang direncanakan?

1.3 Tujuan

Tujuan penulisan dari skripsi perencanaan ini adalah:

1. Dapat mendesain struktur Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang yang aman terhadap beban-beban yang terjadi dengan metode sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM), tanpa mengabaikan faktor keamanan yang menyangkut kekuatan dan kekakuan struktur.
2. Dapat menggambar gambar kerja yang memenuhi perhitungan struktur dan beban-beban yang direncanakan

1.4 Manfaat Perencanaan

Manfaat yang diperoleh dalam skripsi perencanaan ini adalah:

1. Mahasiswa dapat mengetahui cara perhitungan dan perencanaan struktur gedung, khususnya dalam perencanaan struktur beton bertulang tahan gempa dengan metode sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM).
2. Mahasiswa belajar mengaplikasikan desain struktur yang memenuhi persyaratan dalam SNI.
3. Mahasiswa dapat menggambar gambar kerja yang memenuhi perhitungan struktur dan beban-beban yang direncanakan.
4. Mampu memberikan bahan bacaan berupa laporan perhitungan struktur dan gambar rencana dari Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).
5. Diharapkan dapat memberikan manfaat dan informasi secara lebih detail dalam tata cara perencanaan struktur beton bertulang dengan berdasarkan aturan-aturan dan pedoman yang berlaku.

1.5 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam perencanaan ini diperlukan guna mendapatkan solusi tentang masalah yang terjadi, ruang lingkup pembatasan masalah ini antara lain:

1. Perancangan elemen struktur menggunakan analisis yang mengacu pada SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan.
2. Analisis perencanaan ketahanan gempa mengacu pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726-2019.

3. Analisis pembebanan menggunakan acuan dalam SNI 1727-2013 Tentang Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
4. Perencanaan hanya pada perhitungan struktur. Pada struktur atap menggunakan material baja. Sedangkan material beton bertulang digunakan pada pelat lantai, tangga, balok, kolom, hubungan balok-kolom, dinding geser dan perencanaan pondasi.
5. Analisis perhitungan struktur dilakukan dengan program SAP2000 v.14.
6. Penggambaran menggunakan program AUTOCAD v.2014.
7. Gambar perencanaan berupa gambar arsitek (depan, belakang, samping kiri dan samping kanan), gambar struktur (Potongan memanjang & melintang, denah sloof & pembalokan, denah kolom & dinding geser), gambar penulangan (kolom, dinding geser, balok, pelat lantai & tangga)

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan skripsi, penulis harus dapat memenuhi aturan dan kaidah-kaidah penulisan yang berlaku dengan tujuan agar penulisan skripsi yang ditulis dapat dimengerti dan dipahami, secara garis besar penulisan skripsi terdiri atas:

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembatasan masalah, serta sistematika penulisan skripsi.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai teori-teori atau penjelasan tentang beberapa hal yang berkaitan dengan masalah yang dibahas.

3. BAB III METOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan skema pelaksanaan penelitian yang juga meliputi pengumpulan data-data serta analisis data yang digunakan.

4. BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan perhitungan elemen-elemen struktur bawah meliputi: pondasi. Sedangkan perhitungan struktur atas meliputi: kolom, dinding geser, balok, hubungan balok-kolom, pelat, tangga, dan struktur atap.

5. BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisikan Kesimpulan dan Saran yang bisa diberikan dari hasil Perencanaan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Bangunan gedung merupakan suatu sarana infrastruktur yang berfungsi sebagai tempat penunjang manusia dalam aktifitas kesehariannya. Pada suatu perencanaan konstruksi gedung terdiri atas struktur bawah (*lower structure*), dan struktur atas (*upper structure*). Struktur bawah (*lower structure*) merupakan komponen suatu bangunan yang berada dibawah permukaan seperti Pondasi dan struktur bangunan lainnya yang ada dibawah. Sedangkan, Struktur atas (*upper structure*) sendiri merupakan komponen suatu bangunan dimana berada diatas permukaan tanah seperti kolom, balok, plat, dan tangga.

Suatu bangunan gedung beton bertulang yang menjulang (berlantai banyak) sangat rawan terhadap keruntuhan jika tidak direncanakan dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan suatu perencanaan struktur yang tepat dan teliti agar dapat memenuhi kriteria kekuatan (*strenght*), kenyamanan (*serviceability*), keselamatan (*safety*), dan umur rencana bangunan (*durability*).

Hal diatas sangat dipengaruhi oleh beban yang menumpu pada suatu struktur bangunan. Beban yang bekerja pada struktur seperti beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), beban gempa (*earthquake*), dan beban angin (*wind load*) menjadi bahan perhitungan awal dalam perencanaan struktur untuk mendapatkan besar dan arah gaya-gaya yang bekerja pada setiap komponen struktur, kemudian dapat dilakukan analisis struktur untuk mengetahui besarnya kapasitas penampang dan tulangan yang dibutuhkan oleh masing-masing struktur (Gideon dan Takim, 1993).

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Umum

Dalam merancang sebuah bangunan struktur, ada banyak hal yang harus diperhatikan. Tidak hanya material pembentuk struktur apakah baja atau beton. Tetapi juga fungsi gedung yang akan dipakai, apakah untuk apartemen, perkantoran, sekolah, atau rumah sakit. Dalam merancang sebuah bangunan struktur, kita harus mengecek beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya:

1. Sistem Rangka Pemikul Momen yang digunakan
2. Pembebanan
3. Daktilitas

Dalam perencanaan gedung asrama ini menggunakan bahan utama beton bertulang. Menurut Kardiyono Tjokrodimulyo (2007) "Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari : campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat bergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk".

Prinsip dasar design beton bertulang adalah untuk menerima momen lentur, momen puntir, gaya aksial, gaya geser, atas kombinasi dari gaya-gaya tertentu. Dengan memanfaatkan karakteristik beton yang kuat terhadap tekan dan besi atau tulangan yang lebih kuat terhadap gaya Tarik.

Tulangan beton pada beton bertulang dapat berupa besi polos maupun besi ulir. Dalam sebuah gambar kerja ada dua notasi utama dalam menjelaskan jenis besi dan besar diameternya yang digunakan dalam beton bertulang. Notasi berupa tanda \emptyset digunakan untuk besi jenis besi polos, sedangkan notasi D digunakan untuk notasi penggunaan besi ulir. Contoh penulisan dalam gambar kerja semisal 2 \emptyset 10 berarti memiliki arti bahwa gambar tersebut berupa beton

bertulang dengan tulangan besi polos berjumlah dua dan dengan diameter 10.

Lingkup perencanaan bangunan gedung setelah dilakukannya analisa struktur meliputi perencanaan pada beton konvensional yaitu pemilihan dimensi dan perhitungan tulangan yang diperlukan pada saat perencanaan supaya dapat memikul beban-beban pada bangunan. Pemilihan jenis atap juga erat kaitannya dengan sistem perencanaan gedung. Selain didesain dapat memikul beban vertikal atau beban grafitasi struktur bangunan tinggi juga harus direncanakan tahan terhadap gempa. Untuk itu perencanaan harus memperhitungkan beban lateral (gempa) dan tingkat keberaturan bangunan yang akan direncanakan dapat mempengaruhi metode analisis struktur apa yang akan digunakan.

2.2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)

SRPM adalah singkatan dari Sistem Rangka Pemikul Momen, atau *Moment Resisting Frame*. Istilah ini sering kita dengar pada pembahasan mengenai struktur gedung tahan gempa. SRPM merupakan salah satu "pilihan" sewaktu merencanakan sebuah bangunan tahan gempa. Ciri-ciri SRPM antara lain: Beban lateral khususnya gempa, ditransfer melalui mekanisme lentur antara balok dan kolom. Jadi, peranan balok, kolom, dan sambungan balok kolom di sini sangat penting; Tidak menggunakan dinding geser. Walaupun ada dinding, dinding tersebut tidak didesain untuk menahan beban lateral; Tidak menggunakan bresing (bracing). Dalam hal ini, bangunan tersebut dapat dianalisis sebagai SRPM pada arah sumbu kuat kolom. SRPM dibagi menjadi tiga tingkatan, yaitu:

1. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), untuk daerah yang berada di wilayah gempa dengan kategori desain seismik (KDS) A dan B.

2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), untuk daerah yang berada di wilayah gempa dengan kategori desain seismik (KDS) A, B, dan C.
3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), untuk daerah yang berada di wilayah gempa dengan kategori desain seismik (KDS) A, B, D, E, dan F.

Dalam perencanaan gedung asrama ini menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), prinsip dari sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM) yaitu :

1. Keruntuhan geser tidak boleh terjadi sebelum keruntuhan lentur.
 - a. Keruntuhan geser bersifat mendadak (tidak memberi kesempatan penghuni untuk menyelamatkan diri) => harus dihindari.
 - b. Penulangan geser pada balok dan kolom dihitung berdasar kapasitas tulangan lentur terpasang (bukan dari hasil analisa struktur).
 - c. Balok dipaksa runtuh akibat lentur terlebih dahulu dengan membuat kuat geser melebihi kuat lentur.
2. Strong column weak beam (Kolom kuat balok lemah).
 - a. Kerusakan dipaksakan terjadi pada balok
 - b. Hubungan balok kolom harus didesain sesuai persyaratan gempa.

2.3 Peraturan Yang Digunakan

Perencanaan struktur gedung bertingkat harus berpedoman pada syarat-syarat dan ketentuan yang berlaku di negara tempat proyek tersebut dilaksanakan dalam kasus ini proyek dilaksanakan di Indonesia maka harus berpedoman pada Standar Nasional Indonesia mengenai perencanaan gedung

dan buku pedoman lain yang dirasa sesuai. Adapun syarat-syarat dan ketentuan tersebut terdapat pada buku pedoman, antara lain :

1. Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan.
(SNI 2847-2019)
2. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung.
(SNI 1726-2019)
3. Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung.
(SNI 03-1729-2002)
4. Beban Minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain.
(SNI 1727-2013)

2.4 Material

2.4.1 Persyaratan Kekuatan Tekan

Nilai dari f_c' harus sesuai dengan persyaratan (SNI 2847-2019 pasal 19) tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Batasan Nilai f_c'

Kegunaan	Jenis Beton	Nilai f_c' minimum (MPa)	Nilai f_c' maksimum (MPa)
Umum	Berat normal dan berat ringan	17	Tidak ada batasan
Sistem rangka pemikul momen khusus dan dinding struktural khusus	Berat normal	21	Tidak ada batasan
	berat ringan	21	35

Sumber: SNI 2847-2019 pasal 19

Modulus elastisitas beton E_c , diizinkan untuk dihitung berdasarkan:

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'} \text{ (MPa)} \quad \text{Persamaan (2.1)}$$

Dimana :

$$f_c' = \text{Mutu beton rencana (MPa)}$$

Modulus retak beton f_r dapat dihitung dengan menggunakan :

$$f_r = 0,62\lambda\sqrt{f_c'} \quad \text{Persamaan (2.2)}$$

dimana nilai λ diambil sesuai dengan tabel dibawah ini:

Tabel 2.2 Nilai λ

Beton	Komposisi Agregat	λ
Beton ringan dengan semua agregat ringan	Halus : ASTM C330M Kasar : ASTM C330M	0,75
Beton Ringan, agregat halus campuran	Halus : Kombinasi ASTM C330M dan C33M Kasar : ASTM C330M	0,75 s/d 0,85
Beton ringan dengan pasir ringan	Halus : ASTM C33M Kasar : ASTM C330M	0,85
Beton ringan dengan pasir ringan, dan agregat kasar campuran	Halus : ASTM C33M Kasar : Kombinasi ASTM C330M dan C33M	0,85 s/d 1
Beton normal	Halus : ASTM C330M Kasar : ASTM C330M	1

Sumber: SNI 2847-2019

2.4.2 Batang dan Kawat Non Prategang

1. Sesuai dengan pasal 20.2.1.1, Tulangan dan kawat nonprategang harus berulir, kecuali untuk batang atau kawat polos diperbolehkan digunakan sebagai tulangan spiral.
2. Untuk pasal 20.2.2.1, untuk batang dan kawat nonprategang, tegangan di bawah f_y adalah E_s dikalikan dengan regangan baja untuk regangan lebih besar dari regangan yang menyebabkan f_y maka tegangan harus dianggap tidak terpengaruh dengan regangan dan sama dengan f_y .
3. Modulus Elastisitas (pasal 20.2.2.2). Modulus elastisitas E_s , untuk batang dan kawat nonprategang diizinkan untuk diambil sebesar 200.000 Mpa
4. Tipe dari kawat dan batang nonprategang yang akan digunakan untuk struktur tertentu harus sesuai tabel 2.3 dan tabel 2.4.

Tabel 2.3 Tulangan Ulir Non Prategang

Penggunaan	Aplikasi	fy atau fyt maks. Yang diizinkan untuk perhitungan desain, (MPa)	Spesifikasi ASTM yang sesuai			
			Batang ulir	Kawat ulir	Kawat yang dilas	Batang ulir yang dilas
Lentur; gaya aksial; dan susut dan suhu	Sistem seismik khusus	420	Mengacu pada pasal 20.2.2.5	Tidak diizinkan	Tidak diizinkan	Tidak diizinkan
	lainnya	550	A615M, A706M, A955M, A996M	A1064M A1022M	A1064M A1022M	A184M

Penggunaan	Aplikasi	fy atau fyt maks. Yang diizinkan untuk perhitungan desain, (MPa)	Spesifikasi ASTM yang sesuai			
			Batang ulir	Kawat ulir	Kawat yang dilas	Batang ulir yang dilas
Kekangan lateral dari batang longitudinal atau kekangan beton	Sistem seismik khusus	700	A615M, A706M, A955M, A996M, A1035M	A1064M A1022M	A1064M A1022M	Tidak diizinkan
	Spiral	700	A615M, A706M, A955M, A996M, A1035M	A1064M A1022M	Tidak diizinkan	Tidak diizinkan
	Lainnya	550	A615M, A706M, A955M, A996M,	A1064M A1022M	A1064M A1022M	Tidak diizinkan
Geser	Sistem seismik khusus	420	A615M, A706M, A955M, A996M,	A1064M A1022M	A1064M A1022M	Tidak diizinkan
	Spiral	420	A615M, A706M, A955M, A996M,	A1064M A1022M	Tidak diizinkan	Tidak diizinkan
	Geser friksi	420	A615M, A706M, A955M, A996M,	A1064M A1022M	A1064M A1022M	Tidak diizinkan
	Sengkang, sengkang ikat, sengkang pengeang	420	A615M, A706M, A955M, A996M,	A1064M A1022M	A1064M A1022M Kawat las polos	Tidak diizinkan
		550	Tidak diizinkan	Tidak diizinkan	A1064M A1022M Kawat las ulir	Tidak diizinkan

Penggunaan	Aplikasi	fy atau fyt maks. Yang diizinkan untuk perhitungan desain, (MPa)	Spesifikasi ASTM yang sesuai			
			Batang ulir	Kawat ulir	Kawat yang dilas	Batang ulir yang dilas
Torsi	Longitudinal dan transversal	420	A615M, A706M, A955M, A996M,	A1064M, A1022M	A1064M, A1022M	Tidak diizinkan

Sumber: SNI 2847-2019 Tabel 20.2.2.4a

Tabel 2.4 Tulangan Spiral Polos Non Prategang

Penggunaan	Aplikasi	fy atau fyt maks. yang diizinkan untuk perhitungan desain, (MPa)	Spesifikasi ASTM yang sesuai	
			Batang polos	Kawat polos
Kekangan lateral dari batang longitudinal; atau kekangan beton	Spiral pada sistem gempa khusus	700	A615M, A706M, A955M, A1035M	A1064M, A1022M
	Spiral	700	A615M, A706M, A955M, A1035M	A1064M, A1022M
Geser	Spiral	420	A615M, A706M, A955M, A1035M	A1064M, A1022M
Torsi pada balok nonprategang	Spiral	420	A615M, A706M, A955M, A1035M	A1064M, A1022M

Sumber: SNI 2847-2019 20.2.2.4b

2.5 Konsep Pembebanan

Pembebanan yang digunakan mengacu pada SNI 1727-2013 untuk menentukan beban minimum saat merancang bangunan gedung ini.

2.5.1 Gravitasi

A. Beban Mati

Menurut SNI 1727-2013 Pasal 3.1.1 definisi dari beban mati ialah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan structural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran.

B. Beban Mati Tambahan

Beban mati tambahan merupakan beban yang diakibatkan bahan konstruksi yang terpasang, seperti halnya beban arsitektural, mekanikal elektrik, dan plumbing. Namun di SNI SNI 1727-2013 Pasal 3.1.1, beban mati tambahan dijadikan 1 (satu) dengan beban mati itu sendiri.

C. Beban Hidup

Menurut SNI 1727-2013 Pasal 4.1 definisi dari beban hidup ialah 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.

D. Beban Hihup Atap

Menurut SNI 1727-2013 Pasal 4.1 definisi dari beban hidup atap ialah beban pada atap yang diakibatkan :

1. Pelaksanaan pemeliharaan oleh pekerja, peralatan, dan material
2. Selama masa layan struktur yang diakibatkan oleh benda bergerak, seperti tanaman atau benda dekorasi kecil yang tidak berhubungan dengan penghunian.

2.5.2 Beban Gempa

Dalam perencanaan struktur gedung, pengaruh gempa rencana harus ditentukan sedemikian rupa sehingga memberikan pengaruh yang terbesar terhadap unsur-unsur subsistem dan sistem struktur gedung secara keseluruhan. Dengan mengacu pada SNI 1726-2019.

A. Kategori Resiko Struktur Bangunan

Untuk berbagai kategori resiko struktur bangunan gedung dan nongedung sesuai tabel pengeruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan gempa I_e , menurut tabel.

Tabel 2.5 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori resiko
Gedung dan nongedung yang memiliki resiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain : - Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori resiko I, III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk : - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen / rumah susun - Pusat perbelanjaan / mall - Bangunan industry - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II
Gedung dan nongedung yang memiliki resiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain : - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak	III

Jenis pemanfaatan	Kategori resiko
<ul style="list-style-type: none"> - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan nongedung yang memiliki resiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori resiko 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 muda meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III
<p>Gedung dan nongedung yang dikategorikan 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 ibadah - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedan dan unit gawat darurat. - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisis, serta garasi kendaraan darurat. - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya. - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat. <p>Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori resiko IV</p>	IV

Sumber: SNI 1726-2019 Tabel 3

B. Faktor Keutamaan Gempa

Tabel 2.6 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Resiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1
III	1,25
IV	1,5

Sumber: SNI 1726-2019 Tabel 4

2.5.3 Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal. 5.3.1 dan SNI 1726-2019 Pasal. 4.2, kombinasi pembebanan terfaktor, yaitu sebagai berikut:

1. $1,4D$
2. $1,2D + 1,6L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
3. $1,2D + 1,6 (L_r \text{ atau } R) + (1,0 L \text{ atau } 0,5 W)$
4. $1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
5. $1,2D + 1,0E + 1,0L$
6. $0,9D + 1,0W$
7. $0,9D + 1,0E$

Untuk nomor 4 dan 5 dengan beban gempa diatur oleh SNI 1726-2019 pasal 7.4, faktor dan kombinasi beban untuk beban mati nominal, beban hidup nominal, dan beban gempa nominal, yaitu sebagai berikut:

1. $(1,2+0,2SDS) D + 1L \pm 0,3 RSX \pm 1 RSY$
2. $(1,2+0,2SDS) D + 1L \pm 1 RSX \pm 0,3 RSY$
3. $(0,9-0,2SDS) \pm 0,3 RSX \pm 1 RSY$
4. $(0,9-0,2SDS) \pm 1 RSX \pm 0,3 RSY$

Keterangan:

- D = Beban mati, termasuk SID
 L = Beban hidup
 L_r = Beban hidup atap
 R = Beban hujan
 W = Beban angin

RSX = Beban gempa arah x

RSY = Beban gempa arah y

SDS = Parameter percepatan spectrum respons desain pada periode pendek

2.6 Preliminary Elemen Struktur

2.6.1 Elemen Kolom

A. Perencanaan Dimensi Kolom

$$\frac{I_{kolom}}{L_{kolom}} \geq \frac{I_{balok}}{L_{balok}} \quad \text{Persamaan (2.3)}$$

Dimana:

I_{kolom} = Inersia kolom ($1/12.b.h^3$)

L_{kolom} = Panjang kolom

I_{balok} = Inersia balok ($1/12.b.h^3$)

L_{balok} = Panjang balok

B. Syarat Pelindung Beton

Tabel 2.7 Ketebalan Selimut Beton untuk Komponen Struktur beton Nonprategang Yang Dicor Ditempat

Paparan	Komponen Struktur	Tulangan	Ketebalan Selimut
Dicor dan secara permanen kontak dengan tanah	Semua	Semua	75
Terpapar cuaca atau kontak dengan tanah	Semua	Batang D19 hingga D57	50
		Batang D16, Kawat ϕ 13 atau D13 dan yang lebih kecil	40

Paparan	Komponen Struktur	Tulangan	Ketebalan Selimut
Tidak terpapar cuaca atau kontak dengan tanah	Pelat, Pelat berusuk dan dinding	Batang D43 dan D57	40
		Batang D36 dan yang lebih kecil	20
	Balok, Kolom, Pedestal dan batang tarik	Tulangan Utama, sengkang, sengkang ikat, spiral dan sengkang pengengkang	40

Sumber: SNI 2847-2019 Tabel 20.6.1.3.1

2.6.2 Elemen Balok

A. Perencanaan Dimensi Balok

Untuk balok nonprategang yang tidak bertumpu atau melekat pada partisi atau konstruksi lain yang mungkin rusak akibat lendutan yang besar, ketebalan keseluruhan pelat h tidak boleh kurang dari batas minimum tabel 2.8.

Tabel 2.8 Tinggi Minimum Balok Nonprategang

Kondisi perletakan	Minimum h
Perletakan sederhana	$l/16$
Menerus satu sisi	$l/18,5$
Menerus dua sisi	$l/21$
Kantilever	$l/8$

Sumber: SNI 2847-2019 Tabel 9.3.1.1

B. Syarat Pelindung Beton

Tabel 2.9 Ketebalan Selimut Beton untuk Komponen Struktur beton Nonprategang Yang Dicor Ditempat

Paparan	Komponen Struktur	Tulangan	Ketebalan Selimut
Dicor dan secara permanen kontak dengan tanah	Semua	Semua	75
Terpapar cuaca atau kontak dengan tanah	Semua	Batang D19 hingga D57	50
		Batang D16, Kawat $\phi 13$ atau D13 dan yang lebih kecil	40
Tidak terpapar cuaca atau kontak dengan tanah	Pelat, Pelat berusuk dan dinding	Batang D43 dan D57	40
		Batang D36 dan yang lebih kecil	20
	Balok, Kolom, Pedestal dan batang tarik	Tulangan Utama, sengkang, sengkang ikat, spiral dan sengkang pengengkang	40

Sumber: SNI 2847-2019 Tabel 20.6.1.3.1

2.6.3 Elemen Pelat

A. Penentuan Jenis Pelat

Sesuai dengan SNI 2847-2019 pasal 8.3.2 point b untuk pelat nonprategang tanpa balok interior yang membentang di antara tumpuan pada semua sisinya yang memiliki rasio bentang panjang terhadap bentang pendek maksimum 2, dimana dapat menjadi persamaan di bawah ini:

$$\frac{l_y}{l_x} \leq 2$$

Persamaan (2.4)

B. Penentuan Tebal Pelat

Sesuai dengan SNI 2847-2019 pasal 8.3.1.1 (a) untuk tebal pelat tanpa drop panel yaitu 125 mm.

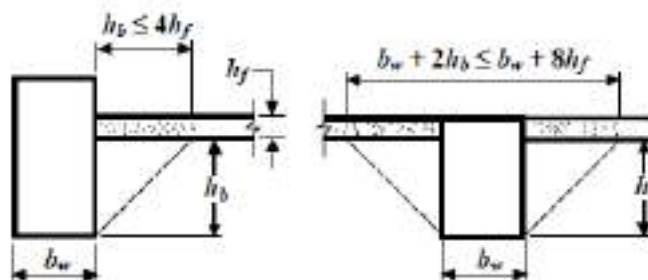
Tabel 2.10 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang Tanpa Balok Interior (mm)

f_c , MPa ⁽²⁾	Tanpa drop panel ⁽³⁾		Dengan drop panel ⁽³⁾			
	Panel eksterior		Panel interior	Panel eksterior		Panel interior
	Tanpa balok tepi	Dengan balok tepi ⁽⁴⁾		Tanpa balok tepi	Dengan balok tepi ⁽⁴⁾	
280	$\ell_w/33$	$\ell_w/36$	$\ell_w/36$	$\ell_w/36$	$\ell_w/40$	$\ell_w/40$
420	$\ell_w/30$	$\ell_w/33$	$\ell_w/33$	$\ell_w/33$	$\ell_w/36$	$\ell_w/36$
520	$\ell_w/28$	$\ell_w/31$	$\ell_w/31$	$\ell_w/31$	$\ell_w/34$	$\ell_w/34$

Sumber: SNI 2847-2019 Tabel 8.3.1.1

Dicari nilai rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur pelat pada setiap as balok yang membatasi pelat.

Berdasarkan SNI 2847-2019 pasal 8.4.1.8, untuk konstruksi monolit atau komposit penuh yang menumpu pelat dua arah, suatu balok mencakup bagian pelat pada setiap sisi balok yang membentang dengan jarak yang sama dengan proyeksi bagian balok di atas atau di bawah pelat tersebut, diambil yang terbesar, tapi tidak lebih besar dari empat kali tebal pelat. Nilai b_e (lebar efektif) dihitung berdasarkan gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 Contoh Bagian Pelat Yang Dimasukkan Ke Balok

Sumber: SNI 2847-2019 Gambar R8.4.1.8

Berdasarkan buku “Desain Beton Bertulang , oleh Chu Kia Wang dan Charles G. Salmon, menyatakan bahwa : momen inersia dari penampang balok dengan sayap terhadap sumbu putarnya senilai

$$I_b = k \times \frac{b_w \times h^3}{12} \quad \text{Persamaan (2.5)}$$

Dimana:

I_b = Momen Inersia Balok, mm⁴

k = Faktor Kekakuan Balok

h = Tinggi Balok, mm

b_w = Lebar Balok, mm

dan untuk nilai k sendiri didapat dengan persamaan di bawah ini:

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{t}{h}\right) \left[4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{t}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{t}{h}\right)} \quad \text{Persamaan (2.6)}$$

Dimana :

b_e = Lebar efektif sayap pelat, mm

b_w = Lebar Balok, mm

t = Tebal Pelat, mm

h = Tinggi Balok, mm

C. Analisis Struktur Pelat

SNI 2847-2019 Pasal 8.10.2.7, Rasio kekuatan balok terhadap pelat:

$$\alpha_f = \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cs} \times I_s} \quad \text{Persamaan (2.7)}$$

Dimana :

α_f = rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar pelat yang dibatasi secara lateral oleh garis pusat panel di sebelahnya (jika ada) pada setiap sisi balok

E_{cb} = Modulus elastisitas beton balok, MPa

E_{cs} = Modulus elastisitas beton pelat, MPa

I_b = Momen inersia penampang bruto balok terhadap sumbu pusat, mm^4

I_s = Momen inersia penampang bruto pelat terhadap sumbu pusat, mm^4

D. Nilai Kekakuan Pelat

Setelah mendapatkan nilai kekakuan a_f , pada keempat balok yang mengelilingi pelat, maka dicari nilai rata-rata a_f .

Dan jika nilai rata-rata a_f sudah diketahui, maka tinggal dilihat pada tabel 2.10 untuk menentukan nilai tebal pelat minimum yang diijinkan.

Di dalam SNI 2847-2019 pasal 8.3.1.2 dijelaskan bahwa untuk pelat nonprategang dengan balok membentang di antara tumpuan di semua sisi, ketebalan pelat keseluruhan h harus memenuhi batasan pada tabel 2.11:

Tabel 2.11 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang dengan Balok di Antara Tumpuan pada Semua Sisinya

α_{fm} [1]	h minimum, mm		
$\alpha_{fm} \leq 0,2$	8.3.1.1 berlaku	(a)	
$0,2 < \alpha_{fm} \leq 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{e_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0,2)}$	(b) [2] [3]
		125	(c)
$\alpha_{fm} > 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{e_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$	(d) [2] [3]
		90	(e)

Sumber: SNI 2847-2019 Tabel 8.3.1.2

E. Syarat Pelindung Beton

Tabel 2.12 Ketebalan Selimut Beton untuk Komponen Struktur Beton Nonprategang Yang Dicor Ditempat

Paparan	Komponen Struktur	Tulangan	Ketebalan Selimut
Dicor dan secara permanen kontak dengan tanah	Semua	Semua	75
Terpapar cuaca atau kontak dengan tanah	Semua	Batang D19 hingga D57	50
		Batang D16, Kawat ϕ 13 atau D13 dan yang lebih kecil	40
Tidak terpapar cuaca atau kontak dengan tanah	Pelat, Pelat berusuk dan dinding	Batang D43 dan D57	40
		Batang D36 dan yang lebih kecil	20
	Balok, Kolom, Pedestal dan batang tarik	Tulangan Utama, sengkang, sengkang ikat, spiral dan sengkang pengengkang	40

Sumber: SNI 2847-2019 Tabel 20.6.1.3.1

2.7 Pengecekan Struktur

2.7.1 Statik Ekuivalen

A. Periode Fundamental

1. Koefisien – koefisien situs dan parameter – parameter respons spectral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko – tertarget (MCE_R).

Untuk penentuan respons spectral percepatan gempa MCE_R di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik.

$$S_{MS} = F_a S_s \quad \text{Persamaan (2.8)}$$

$$S_{MI} = F_v S_I \quad \text{Persamaan (2.9)}$$

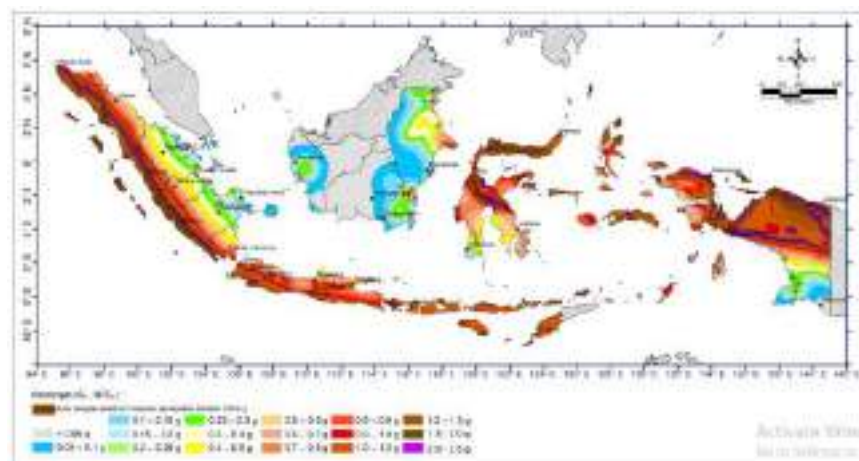
Dimana :

S_s = Parameter respons spectral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek

S_I = Parameter respons spectral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1 detik

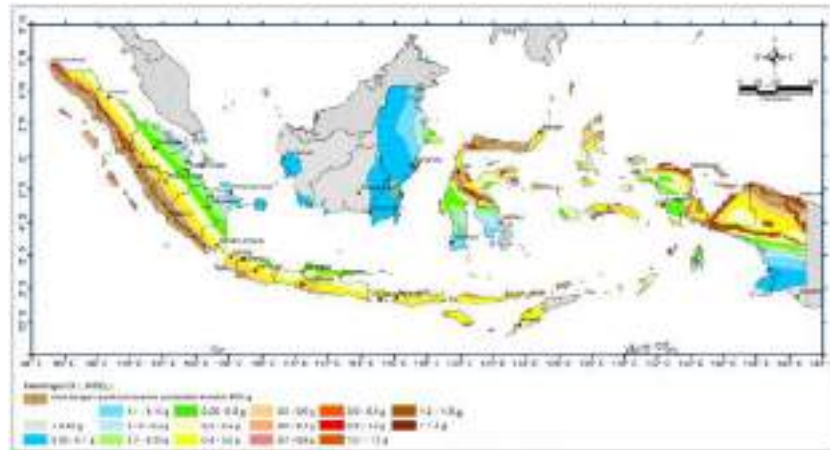
F_a = Koefisien situs periode pendek

F_v = Koefisien situs



Gambar 2.2 Peta Parameter Gerak Tanah Periode Pendek, S_s

Sumber: SNI 1726-2019 Gambar 15



Gambar 2.3 Peta Parameter Gerak Tanah Periode 1 Detik, S_1

Sumber: SNI 1726-2019 Gambar 16

Tabel 2.13 Koefisien Situs Periode Pendek, 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_1					
	$S_1 \leq 0,25$	$S_1 = 0,5$	$S_1 = 0,75$	$S_1 = 1,0$	$S_1 = 1,25$	$S_1 \geq 1,5$
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 ^(a)					

Sumber: SNI 1726-2019 Tabel 6

Tabel 2.14 Koefisien Situs Periode Pendek, F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode 1 detik, S_2					
	$S_2 \leq 0,1$	$S_2 = 0,2$	$S_2 = 0,3$	$S_2 = 0,4$	$S_2 = 0,5$	$S_2 \geq 0,6$
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 ^(a)					

Sumber: SNI 1726-2019 Tabel 7

2. Parameter Percepatan Spektral Desain

Nilai parameter respon spektrum percepatan pada periode pendek dan pada perioda 1 detik (S_{MS} dan S_{MI}), maka :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad \text{Persamaan (2.10)}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{MI} \quad \text{Persamaan (2.11)}$$

Tabel 2.15 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter respons percepatan pada periode pendek

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

Sumber: SNI 1726-2019 Tabel 8

Tabel 2.16 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter respons percepatan pada periode 1 detik

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,067$	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

Sumber: SNI 1726-2019 Tabel 9

3. Spektrum Respons Desain

Berdasarkan SNI-1726:2019 Pasal 6.4, kurva spektrum desain dikembangkan dengan mengacu pada gambar 2.4 dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. Untuk perioda $< T_0$, spektrum respons percepatan desain, S_a maka :

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad \text{Persamaan (2.12)}$$

- b. Untuk perioda $\geq T_0$, dan $\leq T_s$, spektrum respons percepatan desain, S_a maka:

$$S_a = S_{DS} \quad \text{Persamaan (2.13)}$$

- c. Untuk perioda $\geq T_s$ spektrum respons percepatan desain, S_a maka :

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad \text{Persamaan (2.14)}$$

- d. Untuk perioda $\geq T_L$, spektrum respon percepatan desain, S_a maka :

$$S_a = \frac{S_{D1}T_L}{T^2} \quad \text{Persamaan (2.15)}$$

Keterangan :

S_a = Spektrum respon percepatan desain

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

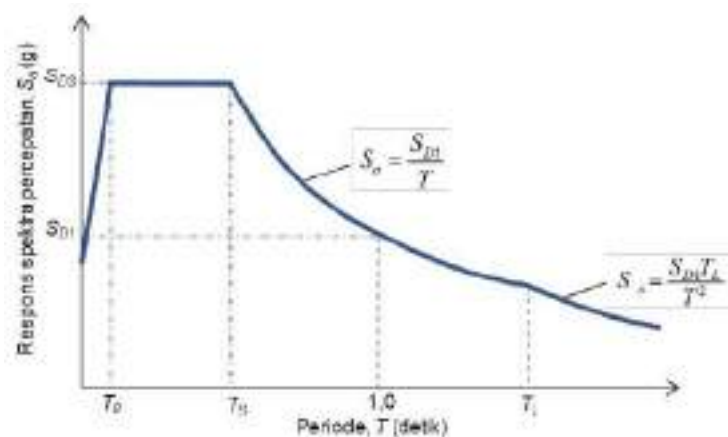
S_{D1} = Parameter respons spectral percepatan desain pada perioda 1 detik

T = Perioda getar fundamental

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{T}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

T_L = Peta transisi perioda panjang yang ditunjukkan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Spektrum Resain Desain

Sumber: SNI 1726-2019 Gambar 3

4. Penentuan Periode

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.8.2, bahwa Periode fundamental struktur, T , dalam arah yang ditinjau harus diperoleh menggunakan properti struktur dan karakteristik deformasi elemen penahan dalam analisis yang teruji. Periode fundamental struktur, T , tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung (C_u) dari tabel 2.17 dan periode fundamental pendekatan, T_a , yang ditentukan sesuai dengan periode fundamental pendekatan. Sebagai alternatif, pada pelaksanaan analisis untuk menentukan periode fundamental struktur, T , diijinkan secara langsung menggunakan periode bangunan pendekatan, T_a .

Tabel 2.17 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung

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

Sumber: SNI 1726-2019 Tabel 17

Periode fundamental pendekatan T_a , dalam detik, harus ditentukan dari persamaan berikut :

$$T_a = C_t h_n^x \quad \text{Persamaan (2.16)}$$

Keterangan :

h_n adalah ketinggian struktur, dalam (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien yang ditentukan dari nilai parameter periode pendekatan dengan tipe struktur rangka beton pemikul momen pada tabel 2.18.

Tabel 2.18 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan α

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

Sumber : SNI 1726-2019 Tabel 18

B. Koefisien Respon Seismik

Koefisien respons seismik, C_s , harus ditentukan sesuai dengan persamaan :

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad \text{Persamaan (2. 17)}$$

Dimana :

S_{DS} = parameter percepatan respons spectral desain dalam rentang periode pendek

R = koefisien modifikasi respons (tabel 2.19)

I_e = faktor keutamaan gempa

Tabel 2.19 Faktor R, C_d, Ω₀ pada Sistem Pemikul Gaya Seismik

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R	Faktor kuat lebih sistem, Ω ₀	Faktor pembesaran defleksi, C _d	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h _n				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D	E	F
Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	4 ½	3	4	TB	TB	10 ^k	TI ^k	TI ^k
Dinding geser beton bertulang khusus	7	2 ½	5 1/2	TB	TB	TB	TB	TB

Sumber : SNI 1726-2019 Tabel 12

C. Berat Seismik Gedung

Seperti yang dijelaskan pada SNI 1726-2019 pasal 7.7.2, Berat seismik efektif struktur, W, harus menyertakan seluruh beban mati dan beban lainnya yang terdaftar di bawah ini :

1. Dalam daerah yang digunakan untuk penyimpanan: minimum sebesar 25 persen beban hidup lantai (beban hidup lantai di garasi public dan struktur parkir terbuka, serta beban penyimpanan yang tidak melebihi 5 persen dari berat seismic efektif pada suatu lantai, tidak perlu disertakan);
2. Jika ketentuan untuk partisi disyaratkan dalam desain beban lantai: diambil sebagai yang terbesar di antara berat partisi actual atau berat daerah lantai minimum sebesar 0,48 KN/m²;
3. Berat operasional total dari peralatan yang permanen;
4. Berat lansekap dan beban lainnya pada ataman atap dan luasan sejenis lainnya.

2.7.2 Pengecekan Respon Struktur

A. Torsi Pada Struktur

1. Torsi Bawaan

Untuk diafragma yang tidak fleksibel, distribusi gaya lateral di masing – masing tingkat harus memperhitungkan pengaruh momen torsi bawaan M_t , akibat eksentrisitas antara lokasi pusat massa dan pusat kekakuan. Untuk diafragma fleksibel, distribusi gaya ke elemen vertikal harus memperhitungkan posisi dan distribusi massa yang didukungnya.

2. Torsi Tidak Terduga

Jika diafragma tidak fleksibel, desain harus menyertakan momen torsi bawaan (M_t) yang dihasilkan dari lokasi massa struktur ditambah momen torsi tak terduga (M_{ta}) akibat perpindahan pusat massa dari lokasi aktualnya yang diasumsikan pada masing-masing arah dengan jarak sebesar 5 % dimensi struktur tegak lurus terhadap arah gaya yang diterapkan. Jika gaya gempa diterapkan secara serentak dalam dua arah ortogonal, perpindahan pusat massa 5 % yang disyaratkan tidak perlu diterapkan dalam kedua arah ortogonal pada saat bersamaan, tetapi harus diterapkan dalam arah yang menghasilkan pengaruh yang lebih besar. Torsi tak terduga harus diaplikasikan ke semua struktur untuk menentukan keberadaan ketidakberaturan horizontal.

B. Simpangan Antar Lantai (*story drift*)

Simpangan antar lantai dihitung berdasarkan rumus berikut

$$\delta x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \quad \text{Persamaan (2.18)}$$

Dimana :

C_d = Faktor pembesaran simpangan lateral

δ_{xe} = simpangan di tingkat-x yang disyaratkan pada pasal ini yang ditentukan dengan analisis elastik

I_e = Faktor keutamaan gempa yang ditentukan.

2.7.3 Pengecekan Ketidakberaturan Struktur

A. Horizontal

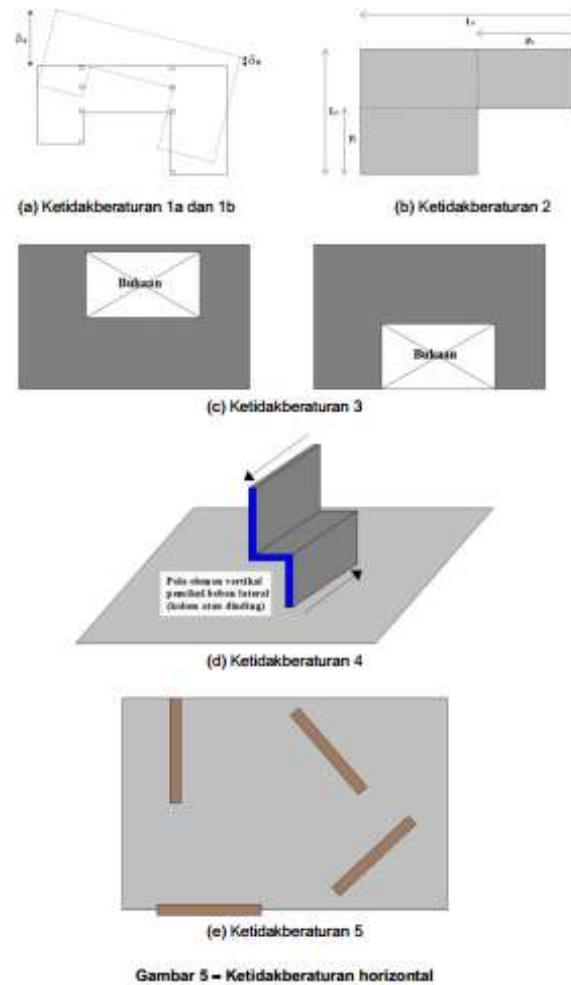
Struktur yang mempunyai satu atau lebih tipe ketidakberaturan seperti yang terdapat pada tabel 2.20 harus dinyatakan mempunyai ketidakberaturan vertikal. Struktur di desain untuk kategori desain *seismic* sebagaimana yang terdapat dalam memenuhi persyaratan dalam pasal-pasal yang dirujuk dalam tabel tersebut.

Tabel 2.20 Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur

	Tipe dan penjelasan ketidakberaturan	Pasal referensi	Penerapan kategori desain seismik
1a.	Ketidakberaturan torsi didefinisikan ada jika simpangan antar tingkat maksimum, yang dihitung termasuk torsi tak terduga dengan $A_x = 1,0$, disalah satu ujung struktur melintang terhadap suatu sumbu adalah lebih dari 1,2 kali simpangan antar tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. persyaratan ketidakberaturan torsi dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur dimana diafragmanya kaku atau setengah kaku.	7.3.3.4 7.7.3 7.8.4.3 7.12.1 Tabel 16 12.2.2	D, E, dan F B, C, D, E, dan F C, D, E dan F C, D, E dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F
1b.	Ketidakberaturan torsi berlebihan didefinisikan ada jika simpangan antar tingkat maksimum yang dihitung termasuk akibat torsi tak terduga dengan $A_x = 1,0$, di salah satu ujung struktur melintang terhadap suatu sumbu adalah lebih	7.3.3.1 7.3.3.4 7.7.3 7.8.4.3	E dan F D, E, dan F B, C, dan D C dan D

	Tipe dan penjelasan ketidakberaturan	Pasal referensi	Penerapan kategori desain seismik
	dari 1,4 kali simpangan antar tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratan ketidakberaturan torsi berlebihan dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur di mana iafragmanya kaku atau setengah kaku.	7.12.1 Tabel 16 12.2.2	C dan D D, E, dan F B, C, dan D
2	Ketidakberaturan sudut dalam didefinisikan ada jika kedua dimensi proyeksi denah struktur dari lokasi sudut dalam lebih besar dari 15% dimensi denah struktur dalam arah yang ditinjau.	7.3.3.4 Tabel 16	D, E, dan F D, E, dan F
3	Ketidakberaturan diskontinuitas diafragma didefinisikan ada jika terdapat suatu diafragma yang memiliki diskontinuitas atau variasi kekakuan mendadak, termasuk yang mempunyai daerah terpotong atau terbuka lebih besar dari 50% daerah diafragma bruto yang tertutup, atau perubahan kekakuan diafragma efektif lebih dari 50% dari suatu tingkat ke tingkat selanjutnya.	7.3.3.4 Tabel 16	D, E, dan F D, E, dan F
4	Ketidakberaturan akibat pergeseran tegak lurus terhadap bidang didefinisikan ada jika terdapat diskontinuitas dalam lintasan tahanan gaya lateral, seperti pergeseran tegak lurus terhadap bidang pada setidaknya satu elemen vertikal pemikul gaya lateral.	7.3.3.3 7.3.3.4 7.7.3 Tabel 16 12.2.2	B, C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F
5	Ketidakberaturan sistem nonparalel didefinisikan ada jika elemen vertikal pemikul gaya lateral tidak paralel terhadap sumbu-sumbu ortogonal utama pemikul gaya seismik.	7.5.3 7.7.3 Tabel 16 12.2.2	C, D, E, dan F B, C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F

Sumber: SNI 1726-2019 Tabel 13 hal 59



Gambar 2.5 Ketidakberaturan Horizontal

Sumber: SNI 1726-2019 Gambar 5

B. Vertikal

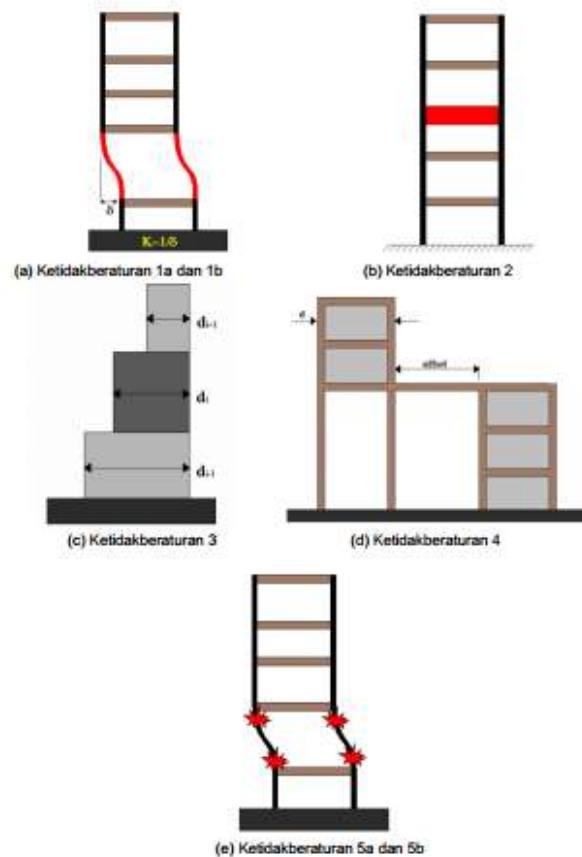
Struktur yang mempunyai satu atau lebih tipe ketidakberaturan seperti yang dijelaskan pada tabel 2.21 harus dinyatakan mempunyai ketidakberaturan struktur vertikal. Struktur didesain untuk kategori desain seismic sebagaimana yang terdapat dalam memenuhi persyaratan dalam pasal-pasal yang dirujuk dalam tabel tersebut.

Tabel 2.21 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur

	Tipe dan penjelasan ketidakberaturan	Pasal referensi	Penerapan kategori desain seismik
1a.	Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat yang kekakuan lateralnya kurang dari 70% kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya	Tabel 16	D, E, dan F
1b.	Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat yang kekakuan lateralnya kurang dari 60% kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 70% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya.	7.3.3.1 Tabel 16	E dan F D, E, dan F
2	Ketidakberaturan Berat (Massa) didefinisikan ada jika massa efektif di sebarang tingkat lebih dari 150% massa efektif tingkat di dekatnya. Atap yang lebih ringan dari lantai dibawahnya tidak perlu ditinjau.	Tabel 16	D, E, dan F
3	Ketidakberaturan Geometri Vertikal didefinisikan ada jika dimensi horizontal sistem pemikul gaya seismik di sebarang tingkat lebih dari 130% dimensi horizontal sistem pemikul gaya seismik tingkat di dekatnya.	7.3.3.4 Tabel 16	D, E, dan F D, E, dan F
4	Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral didefinisikan ada jika pergeseran arah bidang elemen pemikul gaya lateral lebih besar dari panjang elemen itu atau terdapat reduksi kekakuan elemen pemikul di tingkat di bawahnya	7.3.3.3 7.3.3.4 tabel 16	B, C, D, E, dan F D, E, dan F D, E, dan F

	Tipe dan penjelasan ketidakberaturan	Pasal referensi	Penerapan kategori desain seismik
4	Ketidakteraturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat didefinisikan ada jika kekuatan lateral suatu tingkat kurang dari 80% kekuatan lateral tingkat di atasnya. Kekuatan lateral tingkat adalah kekuatan total semua elemen pemikul seismik yang berbagi geser tingkat pada arah yang ditinjau	7.3.3.1 Tabel 16	E, dan F D, E, dan F
5	Ketidakteraturan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat didefinisikan ada jika kekuatan lateral suatu tingkat kurang dari 65% kekuatan lateral tingkat di atasnya. Kekuatan lateral tingkat adalah kekuatan total semua elemen pemikul seismik yang berbagi geser tingkat pada arah yang ditinjau.	7.3.3.1 7.3.3.3 Tabel 16	D, E, dan F B dan C D, E, dan F

Sumber: SNI 1726-2019 Tabel 14



Gambar 2.6 Ketidakberaturan Vertikal

Sumber: SNI 1726-2019 Gambar 6

C. Pengecekan Kontribusi Minimum 25% pada *Frame*

Seperti yang disyaratkan SNI 1726:2019 Pasal 7.2.5.1 untuk sistem ganda. Rangka pemikul momen harus mampu memikul paling sedikit 25% gaya seismik desain. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengecekan terhadap kontribusi gaya yang dipikul oleh *frame* (sistem rangka pemikul momen) terhadap keseluruhan sistem.

D. Pengecekan Faktor Redundansi ($\rho = 0$)

Faktor redundansi, ρ , harus diaplikasikan pada masing-masing kedua arah orthogonal untuk semua sistem struktur pemikul gaya seismik.

Untuk struktur dengan kategori desain seismik D yang memiliki ketidakberaturan torsi berlebihan sesuai dengan tabel 2.20, tipe 1b, ρ , harus sebesar 1,3. Dan untuk struktur yang tidak memiliki ketidakberaturan torsi berlebihan dengan kategori desain seismik D, E, atau F, ρ , harus sebesar 1,3

E. Response Spektrum

Nilai yang menggambarkan respons maksimum dari sistem berderajat kebebasan tunggal pada berbagai frekuensi alami (periode alami) teredam akibat suatu goyangan tanah. (Kementrian pekerjaan Umum, 2010). Dimana untuk perhitungannya sendiri sudah dijelaskan pada bab sebelumnya.

2.8 Pondasi

2.8.1 Pondasi Dangkal

A. Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah (δ) kemampuan tanah memikul tekanan, atau tekanan maksimum yang diijinkan yang bekerja pada tanah di atas pondasi. Sedangkan daya dukung terfaktor (σ_{ult}) atau *Factored Bearing Capacity* adalah kemampuan tanah memikul tekanan atau tekanan maksimum pada batas runtuh.

B. Perencanaan *Pile Cap*

1. Penulangan

Nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} \quad \text{Persamaan (2.19)}$$

Nilai β_1

Tabel 2.22 Nilai β_1

f_c', MPa	β_1	
$17 \leq f_c' \leq 28$	0,85	a)
$28 < f_c' < 55$	$0,85 - \frac{0,05(f_c' - 28)}{7}$	b)
$f_c' \geq 55$	0,65	c)

Sumber: SNI 2847-2019 Tabel 22.2.2.4.3

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \quad \text{Persamaan (2.20)}$$

$$\rho_{\text{balance}} = \left(\frac{0,85\beta_1 f_c}{f_y} \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \right) \quad \text{Persamaan (2.21)}$$

$$\rho_{\max} = 0,375 \times \frac{(600 + f_y)}{600} \times \rho_{\text{balance}} \quad \text{Persamaan (2.22)}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{f_y}} \right) \quad \text{Persamaan (2.23)}$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d_x \quad \text{Persamaan (2.24)}$$

2. Kebutuhan tulangan minimum

Sesuai dengan SNI 2847-2019 pasal 8.6.1.1 untuk luas minimum tulangan lentur, $A_{s\min}$ harus disediakan di dekat muka tarik pada arah bentang.

C. Kontrol Jarak Spasi Tulangan

Pada pasal 8.7.2.1 SNI 2847-2019, Untuk pelat solid nonprategang, spasi maksimum s tulangan ulir longitudinal harus yang terkecil dari 2h dan 450 mm pada penampang kritis, dan yang terkeci dari 3h dan 450 mm pada penampang lainnya.

$s < 2h$ atau 450 mm → pada penampang kritis

$s < 3h$ atau 450 mm → pada penampang lainnya

2.8.2 Pondasi Dalam

A. Perencanaan *Bore Pile*

1. Daya dukung ijin *bore pile*

a. Daya dukung ijin tekan

$$P_a = \frac{q_c \times A_p}{FK1} + \frac{\sum l_i f_i \times A_{st}}{FK2} \quad \text{Persamaan (2.25)}$$

Dimana :

P_a = daya dukung ijin tekan *bore pile*

q_c = 20N, untuk silt/clay, 40N, untuk sand

A_p = luas penampang tiang, mm²

A_{st} = keliling penampang tiang, mm

l_i = panjang segmen tiang yang ditinjau, mm

f_i = gaya geser pada selimut segmen tiang

12 Ton/m² untuk silt/clay, 10 Ton/m², untuk sand

FK1, FK2 = factor keamanan, 3 dan 5

Berdasarkan kekuatan material

$$P_a = \sigma'_{b} \times A_p \quad \text{Persamaan (2.26)}$$

Dimana :

P_a = daya dukung ijin tekan tiang

$\sigma'b$ = tegangan tekan ijin bahan tiang

A_p = luas penampang tiang

b. Daya dukung ijin Tarik

$$P_{ta} = \frac{(\sum l_i f_i \times A_{st}) \times 0,7}{FK2} + W_p \quad \text{Persamaan (2.27)}$$

2. Jumlah tiang yang diperlukan

$$np = \frac{P}{P_{all}} \quad \text{Persamaan (2.28)}$$

Dimana :

N_p = jumlah tiang

P = gaya aksial yang terjadi

P_{all} = daya dukung ijin tiang

3. Efisiensi kelompok tiang

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \quad \text{Persamaan (2.29)}$$

$$\theta = \arctg D/S \quad \text{Persamaan (2.30)}$$

Dimana :

E_g = efisiensi kelompok tiang

θ = arc tg (D/s) derajat

m = jumlah tiang dalam 1 kolom

n = jumlah tiang dalam 1 baris

D = ukuran penampang tiang

S = jarak antar tiang (as ke as)

4. Beban maksimum tiang pada kelompok tiang

$$P_{maks} = \frac{Pu}{np} \pm \frac{My \times X_{max}}{ny \sum x^2} \pm \frac{Mx \times Y_{max}}{nx \sum y^2} \quad \text{Persamaan (2.31)}$$

Dimana :

P_{maks} = beban maksimum tiang

P_u = gaya aksial yang terjadi

M_y = momen yang bekerja tegak lurus sumbu y

M_x = momen yang bekerja tegak lurus sumbu x

X_{maks} = jarak tiang arah sumbu x terjauh

Y_{maks} = jarak tiang arah sumbu y terjauh

Σx^2 = jumlah kuadrat x

Σy^2 = jumlah kuadrat y

n_x = banyak tiang dalam satu baris arah sumbu x

n_y = banyak tiang dalam satu baris arah sumbu y

n_p = jumlah tiang

5. Daya dukung horizontal

Jika $M_{maks} > M_y$ maka tiang termasuk tiang panjang.

Sehingga dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$H_u = \frac{P_u 2 M_y}{3D/2 + f/2} \quad \text{Persamaan (2.32)}$$

6. Kontrol defleksi tiang vertikal

Untuk tiang dalam tanah kohesif, defleksi tiang dikaitkan dengan factor tak berdimensi βL , dengan

$$\beta = \left(\frac{k_h D}{4E_p I_p} \right)^{1/4} \quad \text{Persamaan (2.33)}$$

Tiang ujung jepit sebagai tiang panjang (bila $\beta L_p > 1,5$)

$$y_0 = \frac{H \beta}{k_h D} \quad \text{Persamaan (2.34)}$$

7. Keruntuhan kelompok tiang

$$Q = (2Lp(B+L)c_u + 1,3c_h S' N_c BL) \times 1/SF \quad \text{Persamaan (2.35)}$$

Dimana :

Q = kapasitas dukung kelompok tiang

Lp = kedalaman tiang di bawah permukaan tanah

B = lebar kelompok tiang, dihitung dari pinggir tiang

L = panjang kelompok tiang, dihitung dari pinggir tiang

c_u = kohesi tanah di sekeliling kelompok tiang

c_h = kohesi tanah di bawah dasar kelompok tiang

S' = factor bentuk

N_c = factor kapasitas dukung

SF = factor keamanan

8. Gesekan negatif

Di bawah ini adalah hal-hal yang harus diwaspadai. Bila ada salah satu kondisi terpenuhi, maka gaya gesekan negatif perlu dihitung.

- a. Penurunan total permukaan tanah lebih dari 100 mm
- b. Penurunan permukaan tanah setelah tiang-tiang dipancang melebihi 10 mm
- c. Tinggi timbunan diatas permukaan tanah lebih dari 10 m
- d. Tebal lapisan lunak yang berkonsolidasi lbih dari 10 m
- e. Muka air tanah mengalami penurunan lebih dari 4 mpanjang tiang lebih dari 25 m.

Tiang tunggal

Gaya gesek negative pada tiang tunggal menurut Johanesen & Bjerrum (1965):

$$Q_{neg} = A_s \times c_a \quad \text{Persamaan (2.36)}$$

$$c_a = p_o \times K_d \tan \delta \quad \text{Persamaan (2.37)}$$

dimana :

Q_{neg} = gaya gesek negatif tiang tunggal

A_s = luas selimut dinding tiang

C_a = gaya gesek negative persatuan luas tiang tunggal

p_o = tekanan overburden efektif tanah rata-rata atau tegangan efektif sebelum penerapan beban, di tengah-tengah lapisan.

$K_d \tan \delta$ = sesuai tabel 2.23

Tabel 2.23 Nilai $K_d \tan \delta$ Yang Disarankan Oleh Broms (1976)

Macam tanah	$K_d \tan \delta$
1. Urugan batu	0,40
2. Pasir dan kerikil	0,35
3. Lanau atau lempung terkonsolidasi normal berplastisitas rendah sampai sedang ($PI < 50\%$)	0,30
4. Lempung terkonsolidasi normal berplastisitas tinggi	0,20

Sumber: Tabel 6.7, Buku Desain Pondasi tanah Gempa

Kelompok tiang

Gaya gesek negative yang bekerja pada tiang tunggal dari suatu kelompok tiang:

$$Q_{neg} = \frac{1}{n_p} (2Dn(L + B)cu + \gamma LBDn) \quad \text{Persamaan (2.38)}$$

Dimana :

Q_{neg} = gaya gesek negat pada masing-masing tiang dalam kelompok tiang

n_p = jumlah tiang dalam kelompoknya

D_n = kedalaman tiang sampai titik netral (m)

L = panjang area kelompok tiang

B = lebar area kelompok tiang

C_u = kohesi tak terdrainase rata-rata pada lapisan sedalam D_n

Γ = berat volume tanah dalam D_n

9. Penurunan kelompok tiang

$$S = S_i + S_c \quad \text{Persamaan (2.39)}$$

Dimana :

S = penurunan total

S_i = immediate settlement

S_c = consolidation settlement

2.9 Penulangan

2.9.1 Kolom

A. Perhitungan Tulangan Lentur

1. Kekakuan lentur komponen struktur

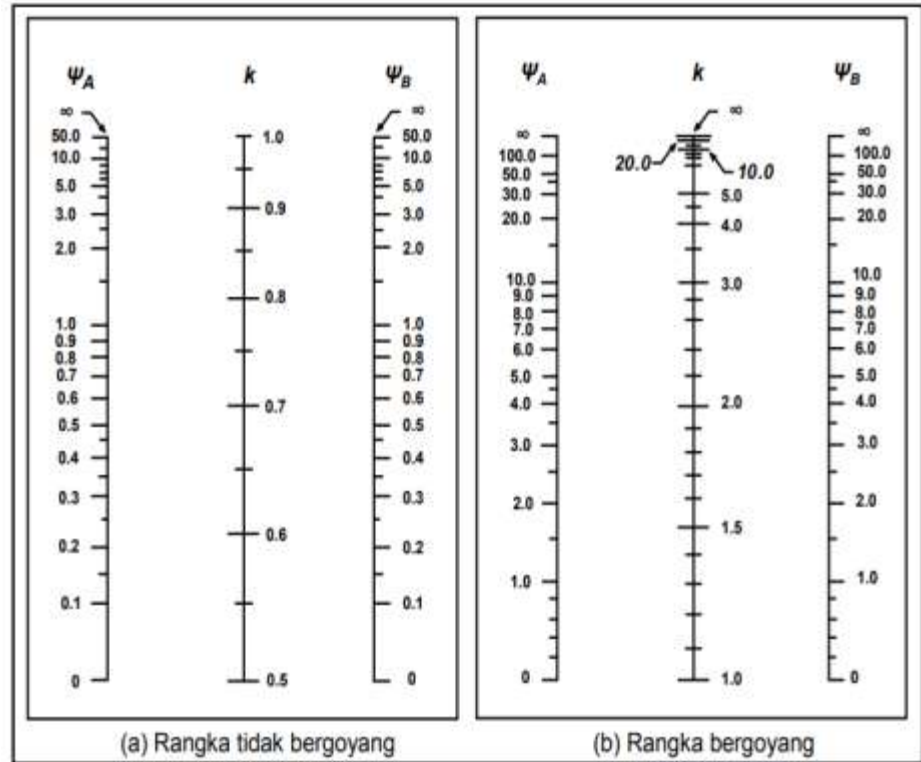
$$EI = E_c \times I_g \quad \text{Persamaan (2.40)}$$

2. Kekakuan kolom

$$\Psi = \frac{\sum \left(\frac{EI}{L}\right)_{\text{kolom}}}{\sum \left(\frac{EI}{L}\right)_{\text{balok}}} \quad \text{Persamaan (2.41)}$$

3. Faktor Panjang efektif

Faktor Panjang efektif diambil berdasarkan tabel monogram pada **SNI 2847-2019 R6.2.5**



Gambar 2.7 Faktor Panjang efektif

Sumber : SNI 2847-2019 R6.2.5

4. Jari-jari inersia

$$r = 0,3 \times h$$

Persamaan (2.42)

SNI 2847-2019 Pasal 6.2.5.1

5. Kontrol kelangsingan kolom

$$\lambda = \frac{k \cdot l_n}{r} \leq 22$$

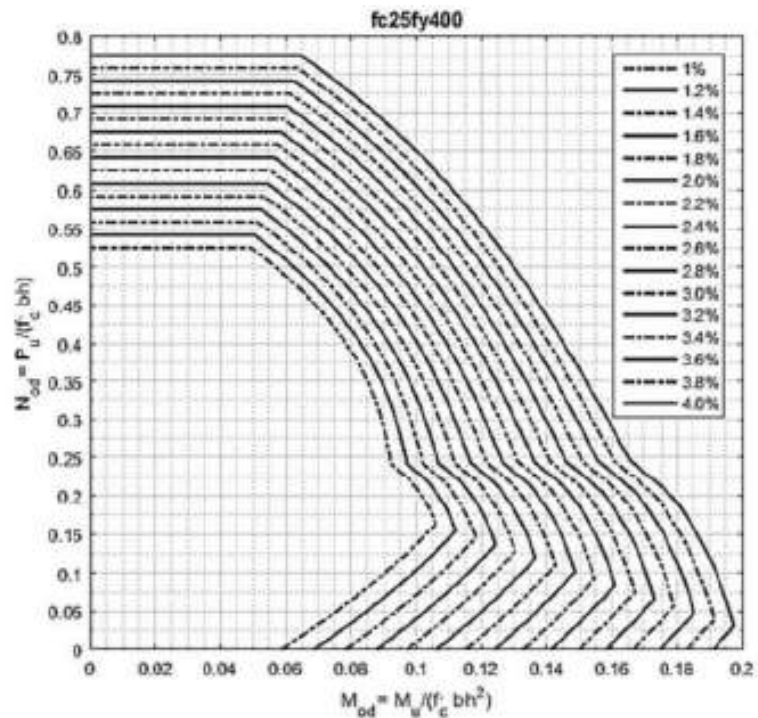
Persamaan (2.43)

SNI 2847-2019 Pasal 6.2.5

6. ρ_{perlu} Dari diagram interaksi

$$N_{\text{od}} = \frac{P_u}{f_c' \cdot b \cdot h} \quad \text{Persamaan (2.44)}$$

$$M_{\text{od}} = \frac{M_u}{f_c' \cdot b \cdot h^2} \quad \text{Persamaan (2.45)}$$



Gambar 2.8 Diagram Interaksi fc25fy400

Sumber : Arfiadi, 2016

7. $As_{\text{perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times h$ Persamaan (2.46)

8. $As_{\text{pasang}} = n \times (1/4 \times \pi \times D^2)$ Persamaan (2.47)

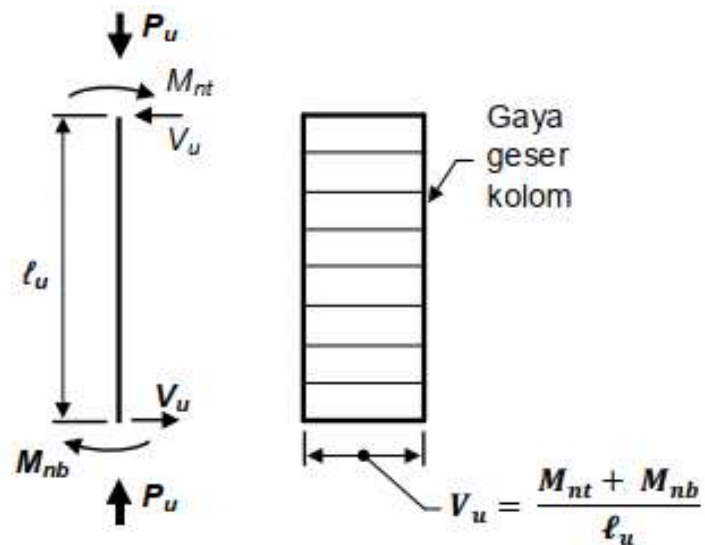
Syarat :

$As_{\text{pasang}} > As_{\text{perlu}}$

B. Perhitungan Tulangan Geser

Gaya geser (V_u) diperoleh dari output SAP2000.

1. Untuk mencari reaksi geser di ujung atas dan bawah kolom gaya gravitasi yang bekerja pada struktur berdasarkan SNI 2847-2019 Gambar R18.4.2.



Gambar 2.9 Geser Desain Kolom Untuk SRPMM

Sumber: SNI 2847-2019 R18.4.2.

$$V_u = \frac{M_{nt} + M_{nb}}{l_u} \quad \text{Persamaan (2.48)}$$

2. Kuat geser beton

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g}\right) \lambda \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \quad \text{Persamaan (2.49)}$$

SNI 2847-2019 Pasal 22.5.6.1

3. V_s min dan V_s max

$$V_s \text{ min} = \frac{1}{3} \times b \times d \quad \text{Persamaan (2.50)}$$

$$V_s \text{ max} = \frac{2}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \quad \text{Persamaan (2.51)}$$

4. Luas tulangan geser minimum

$$A_v \text{ min} = \frac{b \cdot S}{3 \cdot f_y} \quad \text{Persamaan (2.52)}$$

Syarat :

$$S_{\text{max}} \leq d/4$$

5. $A_v = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times n \text{ kaki}$ Persamaan (2.53)

Syarat :

$$A_v > A_v \text{ min}$$

C. Perhitungan Panjang Penyaluran

1. Panjang penyaluran untuk tulangan dalam kondisi tarik. SNI 2847-2019 Pasal 25.4.2.2

$$l_d = \left(\frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_c}{2,1 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) d_b \geq 300 \text{ mm} \quad \text{Persamaan (2.54)}$$

Reduksi panjang penyaluran tulangan

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ pasang}}} l_d \quad \text{Persamaan (2.55)}$$

2. Panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tekan. SNI 2847-2019 Pasal 25.4.9

$$l_{dc} = \left(\frac{0,24 \cdot f_y \cdot \Psi_r}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) D_b \quad \text{Persamaan (2.56)}$$

Reduksi panjang penyaluran tulangan

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ pasang}}} l_{dc} \quad \text{Persamaan (2.57)}$$

3. Panjang penyaluran tulangan berkait dalam kondisi tarik. SNI 2847-2019 Pasal 25.4.3.1

$$a) \quad l_{dh} = \left(\frac{0,24 \cdot f_y \cdot \Psi_e \cdot \Psi_c \cdot \Psi_r}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot D_b$$

$$b) \quad 8 d_b = 8 \times 16 = 128 \text{ mm}$$

$$c) \quad 150 \text{ mm}$$

Diambil nilai yang tertinggi

D. Persyaratan SRPMM

1. Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 18.4.3.3 Pada kedua ujung kolom, sengkang tertutup harus dipasang dengan spasi S_o sepanjang λ_o dari muka joint. Spasi s_o tidak boleh melebihi nilai terkecil dari a) hingga d):

$$a) \quad S_o \leq 8 \times D \text{ lentur}$$

$$b) \quad S_o \leq 24 \times D \text{ geser}$$

$$c) \quad S_o \leq \frac{1}{2} \times b$$

$$d) \quad S_o \leq 300 \text{ mm}$$

Panjang λ_o tidak boleh kurang dari nilai terbesar dari e), f) dan g):

- e) Seperenam bentang bersih kolom
 - f) Dimensi maksimum penampang kolom
 - g) 450 mm
2. Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 18.4.3.4 Senggang pengekang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari $so/2$ dari muka joint.
 3. Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 18.4.3.5 Di luar panjang λ_o , spasi tulangan transversal harus memenuhi SNI 2847-2019 Tabel 10.7.6.5.2

Kolom nonprategang

- a) $d / 2$
- b) 600 mm

2.9.2 Dinding Geser (*Shearwall*)

Dalam merencanakan penulangan *shearwall* persyaratan yang digunakan sesuai dengan SNI 2847 – 2019 pasal 18.10, sedangkan untuk perencanaan kekuatan geser *shearwall* yang menahan pengaruh gaya lateral sesuai dengan SNI 2847 – 2019 pasal 18.10.4 yang memenuhi sistem dinding struktural khusus yaitu:

A. Persyaratan Penulangan

Tabel 2.24 Ketentuan Desain Yang Menentukan Untuk Segmen Vertikal Dinding

Rasio tinggi bersih dan panjang segmen vertikal dinding (h_w/l_w)	Panjang segmen vertikal dinding / tebal dinding (l_w/b_w)		
	$l_w/b_w \leq 2,5$	$2,5 < l_w/b_w \leq 6,0$	$l_w/b_w > 6,0$
$h_w/l_w \leq 2,0$	dinding	dinding	dinding
$h_w/l_w \geq 2,0$	Pilar dinding harus memenuhi persyaratan desain kolom sesuai 18.10.5.1	Pilar dinding harus memenuhi persyaratan desain kolom atau persyaratannya sesuai alternatifnya sesuai 18.10.5.1	dinding

¹⁾ h_w adalah tinggi bersih, l_w panjang horizontal, b_w lebar badan segmen dinding

Sumber: SNI 2847-2019 Tabel R18.10.1

1. Rasio tulangan badan (web) terdistribusi, ρ_t dan ρ_t , pada dinding struktural tidak boleh kurang dari 0,0025.
2. Spasi tulangan untuk masing-masing arah pada dinding struktural tidak boleh melebihi 450 mm.

SNI 2847-2019 Pasal 18.10.2.1

Tulangan dinding struktural harus dapat disalurkan atau disambung lewatkan agar mampu mencapai kekuatan leleh tarik f_y sesuai :

1. Tulangan longitudinal harus diteruskan sejauh minimal $0,8l_w$ di luar batas dimana tulangan tersebut tidak lagi diperlukan untuk menahan lentur, kecuali pada bagian atas dinding.
2. Pada lokasi dimana pelelehan tulangan longitudinal mungkin terjadi akibat perpindahan lateral, panjang penyaluran tulangan longitudinal harus dihitung untuk dapat mengembangkan $1,25f_y$ dalam kondisi tarik.
3. Sambungan mekanis tulangan harus memenuhi pasal 18.2.7.

SNI 2847-2019 Pasal 18.10.2.3

B. Komponen Batas Khusus (*Special Boundary Element*)

Sesuai SNI 2847-2019 pasal 18.10.21 menjelaskan bahwa rasio tulangan badan (web) yaitu ρ_l (longitudinal) dan ρ_t (transversal) untuk dinding struktur tidak boleh kurang dari 0,0025, kecuali jika gaya geser rencana, V_u tidak melebihi persamaan (2.37).

$$0,083\lambda A_{cv}\sqrt{f_c'} \quad \text{Persamaan (2.58)}$$

Dimana :

λ = faktor modifikasi, 1 (tabel 19.2.4.2)

A_{cv} = luas penampang struktur dinding

f_c' = mutu beton

Spasi tulangan tuntut masing-masing arah pada dinding struktur tidak boleh melebihi 450 mm. Pasal 18.10.2.2 menjelaskan bahwa paling sedikit dua lapis tulangan harus digunakan pada suatu dinding jika gaya geser rencana melebihi persamaan 2.38

$$0,17\lambda A_{cv}\sqrt{fc} \quad \text{Persamaan (2.59)}$$

Menurut SNI 2847-2019 pasal 18.10.6.3 menjelaskan bahwa suatu dinding geser memelerkukan komponen batas bila memenuhi persamaan

$$f_{max} > 0,2fc' \quad \text{Persamaan (2.60)}$$

dimana :

f_{max} = tegangan tekan tepi pada serat terluar, akibat beban kombinasi terfaktor termasuk beban gempa.

fc' = mutu beton

Bila digunakan komponen batas (boundary element), maka harus memenuhi persyaratan dengan komponen batas harus menerus secara horizontal dari sisi serat desak terluar sejarak tidak kurang seperti pasal 18.10.6.4 butir (a). dimana persamaan tersbeut dapat ditulis sebagai berikut :

$$I_{be} \geq \text{maks} (c - 0,1l_w, c/2) \quad \text{Persamaan (2.61)}$$

Dimana :

l_w = lebar dinding geser

c = tinggi sumbu netral terbesar

Dimana untuk mendapatkan nilai c , dapat diketahui dari

$$c > \frac{l_w}{600 \left(\frac{\delta u}{h_w} \right)} \quad \text{Persamaan (2.62)}$$

Sesuai dengan pasal 18.10.6.2 bahwa nilai rasio $\frac{\delta_u}{h_w}$ tidak boleh kurang dari 0,005. Tulangan transversal komponen batas baharus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Rasio tulangan boundary element ρ_s , tidak boleh kurang dari ketentuan di dalam tabel 18.10.6.4

$$\rho = 0,12 \frac{f_c'}{f_{yt}} \quad \text{Persamaan (2.63)}$$

2. Spasi tulangan boundary element tidak boleh lebih dari

- a. $d/4$
- b. enam kali diameter tulangan longitudinal terkecil, $6D$
- c. S_o , yang dihitung dengan

$$S_o = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3} \right) \quad \text{Persamaan (2.64)}$$

3. Luas penampang total tulangan sengkang A_{sh} , tidak boleh kurang dari ketentuan pasal 18.7.5.4.

$$A_{sh} \geq 0,3 \cdot \frac{s \cdot b_c \cdot f_c'}{f_{yt}} \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] \quad \text{Persamaan (2.65)}$$

$$A_{sh} \geq 0,09 \cdot \frac{s \cdot b_c \cdot f_c'}{f_{yt}} \quad \text{Persamaan (2.66)}$$

Dimana :

A_{sh} = luas penampang total

s = spasi minimum

b_c = tebal dinding diukur dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik

A_{ch} = luasan penampang struktur dinding, dimana lebar dan tebalnya sudah dikurangi penutup beton

4. Tulangan elemen pembatas khusus harus menerus secara vertikal dari penampang kritis suatu jarak tidak kurang dari yang lebih besar dari l_w atau $\frac{M_u}{4V_u}$

2.9.3 Balok

A. Perhitungan Tulangan Lentur

Momen (M_u) tumpuan tumpuan dan lapangan diperoleh dari output SAP2000.

$$1. \quad M_n = \frac{M_u}{\phi} \quad \text{Persamaan (2.67)}$$

$$2. \quad M_{ns} = M_n - M_{nc} \quad \text{Persamaan (2.68)}$$

$M_{ns} > 0$, Maka perlu tulangan lentur rangkap

$M_{ns} \leq 0$, Maka tidak perlu tulangan lentur rangkap

$$3. \quad \rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \quad \text{Persamaan (2.69)}$$

$$4. \quad \rho_{\max} = 0,75 \left(\frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \right) \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad \text{Persamaan (2.70)}$$

$$5. \quad \rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) \quad \text{Persamaan (2.71)}$$

$$6. \quad A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d \quad \text{Persamaan (2.72)}$$

$$7. \quad A_s \text{ pasang} = n \times A_s \text{ tulangan} \quad \text{Persamaan (2.73)}$$

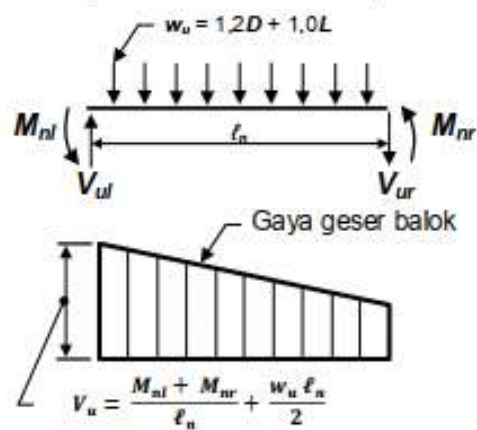
Syarat :

$$A_s \text{ pasang} > A_s \text{ perlu}$$

B. Perhitungan Tulangan Geser

Gaya geser (V_u) diperoleh dari output SAP2000.

1. Untuk mencari reaksi geser di ujung kanan dan kiri balok gaya gravitasi yang bekerja pada struktur berdasarkan SNI 2847-2019 Gambar R18.4.2.



Gambar 2.10 Geser Desain Untuk SRPMM

Sumber: SNI 2847-2019 R18.4.2.

$$V_{u1} = \frac{M_{nl} + M_{nr}}{l_n} + \frac{W_u \times l_n}{2}$$

$$V_{u1} = \frac{M_{nl} + M_{nr}}{l_n} + V_u \quad \text{Persamaan (2.74)}$$

2. Kuat geser beton

$$V_c = 0,17\lambda \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \quad \text{Persamaan (2.75)}$$

Dengan nilai $\lambda = 1$, untuk beton normal.

SNI 2847-2019 pasal 22.5.5.1

3. V_s min dan V_s max

$$V_s \text{ min} = \frac{1}{3} \times b \times d \quad \text{Persamaan (2.76)}$$

$$V_s \text{ max} = \frac{2}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \quad \text{Persamaan (2.77)}$$

4. Luas tulangan geser minimum

$$A_v \text{ min} = \frac{b \cdot s}{3 \cdot f_y} \quad \text{Persamaan (2.78)}$$

Syarat :

$$s_{\text{max}} \leq d/4$$

$$5. A_v = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times n \text{ kaki} \quad \text{Persamaan (2.79)}$$

Syarat :

$$A_v > A_v \text{ min}$$

C. Perhitungan Tulangan Torsi

Gaya torsi (T_u) diperoleh dari output SAP2000.

1. Luas dan keliling penampang

$$A_{cp} = b_{balok} \times h_{balok} \quad \text{Persamaan (2.80)}$$

$$P_{cp} = 2 \times (b_{balok} + h_{balok}) \quad \text{Persamaan (2.81)}$$

2. Luas dan keliling penampang dibatasi as tulangan Senggang

$$A_{oh} = (b_{balok} - 2 \cdot t_{decking} - D_{geser}) \times (h_{balok} - 2 \cdot t_{decking} - D_{geser}) \quad \text{Persamaan (2.82)}$$

$$P_{oh} = 2 \times [(b_{balok} - 2 \cdot t_{decking} - D_{geser}) + (h_{balok} - 2 \cdot t_{decking} - D_{geser})] \quad \text{Persamaan (2.83)}$$

3. Torsi nominal

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} \quad \text{Persamaan (2.84)}$$

$$4. T_{u \text{ min}} = 0,083 \lambda \sqrt{f_c'} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \quad \text{Persamaan (2.85)}$$

SNI 2847-2019 Tabel 22.7.4.1(a)

Syarat :

$$T_u < T_{u \text{ min}} \quad , \text{ maka tulangan puntir diabaikan}$$

$$T_u > T_{u \text{ min}} \quad , \text{ maka memerlukan tulangan puntir}$$

SNI 2847-2019 Pasal 22.7.1.1

5. Jika tulangan torsi diperlukan, maka lanjut persamaan berikut

$$A_l = \frac{A_t}{s} \times P_{oh} \times \left(\frac{f_{yt}}{f_y} \right) \times \cot^2 \theta \quad \text{Persamaan (2.86)}$$

dan

$$A_{l_{\min}} = 0,42 \sqrt{f_c'} \frac{A_{cp}}{f_{yt}} - \left(\frac{A_t}{s} \right) P_{oh} \frac{f_{yt}}{f_y} \quad \text{Persamaan (2.87)}$$

Periksa penggunaan A_l dengan 2 kondisi sebagai berikut.

A_l perlu $\leq A_l$ min, maka menggunakan A_l min

A_l perlu $\geq A_l$ min, maka menggunakan A_l perlu

$$6. \quad A_s \text{ pasang} = n \times A \text{ tul. Puntir} \quad \text{Persamaan (2.88)}$$

Syarat :

A_s pasang $> A_s$ perlu

D. Perhitungan Panjang Penyaluran

1. Panjang penyaluran untuk tulangan dalam kondisi tarik. SNI 2847-2019 Pasal 25.4.2.2

$$l_d = \left(\frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{2,1 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) d_b \geq 300 \text{ mm} \quad \text{Persamaan (2.89)}$$

Reduksi panjang penyaluran tulangan

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ pasang}}} l_d \quad \text{Persamaan (2.90)}$$

2. Panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tekan. SNI 2847-2019 Pasal 25.4.9

$$l_{dc} = \left(\frac{0,24 \cdot f_y \cdot \Psi_r}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) D_b \quad \text{Persamaan (2.91)}$$

Reduksi panjang penyaluran tulangan

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ pasang}}} l_{dc} \quad \text{Persamaan (2.92)}$$

3. Panjang penyaluran tulangan berkait dalam kondisi tarik. SNI 2847-2019 Pasal 25.4.3.1

$$a) \quad l_{dh} = \left(\frac{0,24 \cdot f_y \cdot \Psi_e \cdot \Psi_c \cdot \Psi_r}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot D_b$$

$$b) \quad 8 d_b = 8 \times 16 = 128 \text{ mm}$$

c) 150 mm

Diambil nilai yang tertinggi

E. Persyaratan SRPMM

1. SNI 2847-2019 Pasal 18.4.2.2 Kekuatan momen positif pada muka *joint* tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka *joint* tersebut. Baik kekuatan momen negatif maupun positif pada sebarang penampang sepanjang bentang balok tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu join pada bentang balok yang ditinjau.
2. SNI 2847-2019 Pasal 18.4.2.4 Pada kedua ujung balok, sengkang tertutup harus disediakan sepanjang tidak kurang dari $2h$ diukur dari muka komponen struktur penumpu ke arah tengah bentang. Sengkang tertutup pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi sengkang pengeang tidak boleh melebihi nilai terkecil dari a) hingga d):
 - a) $d/4$
 - b) Delapan kali diameter batang tulangan longitudinal terkecil yang dilingkupi
 - c) 24 kali diameter batang tulangan sengkang pengeang
 - d) 300 mm
3. SNI 2847-2019 Pasal 18.4.2.5 Sengkang harus dispasikan tidak lebih dari $d/2$ sepanjang bentang balok.

2.9.4 Hubungan Balok-Kolom

Dalam merencanakan penulangan hubungan balok-kolom, persyaratan yang digunakan sesuai dengan persyaratan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah SNI 2847-2019 Pasal 18.4.4, yang mengacu pada persyaratan SNI 2847-2019 Pasal 15 yaitu :

1. SNI 2847-2019 Pasal 15.4.2.1, Pada *joint* balok-kolom harus didistribusikan sepanjang tinggi kolom tidak kurang dari balok tertinggi atau elemen pelat yang mengka ke kolom.
2. SNI 2847-2019 Pasal 15.4.2.2, untuk *joint* balok-kolom, spasi tulangan transversal s tidak boleh melebihi setengah tinggi dari balok dengan tinggi terkecil.

Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 18.7.5.3, Spasi tulangan transversal tidak melebihi nilai terkecil dari (a) hingga (c):

1. Seperempat dimensi terkecil penampang kolom.
2. Enam kali diameter tulangan longitudinal terkecil.
3. S_o yang dihitung dengan

$$S_o = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3} \right) \quad \text{Persamaan (2.93)}$$

2.9.5 Pelat

A. Persyaratan Spasi Tulangan

Untuk persyaratan spasi tulangan telah dijelaskan pada SNI 2847-2019 pasal 25.2 dimana :

1. Untuk tulangan nonprategang yang sejajar pada satu lapisan horizontal, spasi bersih tulangan harus tidak kurang dari nilai terbesar dari 25 mm, d_b , dan $4/3d_{agg}$.

SNI 2847-2019 Pasal 25.2.1 hal 559

2. Untuk tulangan nonprategang yang sejajar yang dipasang pada dua atau lebih lapisan horizontal, ualngan pada lapisan atas harus diletakkan tepat di atas tulangan lapisan bawah dengan spasi bersih paling sedikit 25 mm.

SNI 2847-2019 Pasal 25.2.2 hal 560

3. Untuk tulangan longitudinal pada kolom, pedestal strut dan elemen batas pada dinding, spasi berish antar tulangan harus tidak kurang dari nilai terbesar dari 40 mm, $1,5d_b$, dan $4/3d_{agg}$.

SNI 2847-2019 Pasal 25.2.3 hal 560

4. Ukuran maksimum nominal agregat kasar tidak melebihi ketentuan sebagai berikut :
- 1/5 dimensi terkecil dari kedua sisi bekisting
 - 1/3 tebal pelat
 - 3/4 jarak bersih antar tulangan atau kawat, bundle tulangan (bundle), tulangan prategang, tendon, ikatan tendon.

SNI 2847-2019 Pasal 26.4.2.1 butir (a) hal 623

B. Penulangan Pelat

- Rasio penulangan
 - Nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} \quad \text{Persamaan (2.94)}$$

- Nilai β_1

Tabel 2.25 Nilai β_1

f_c', MPa	β_1	
$17 \leq f_c' \leq 28$	0,85	a)
$28 < f_c' < 55$	$0,85 - \frac{0,05(f_c' - 28)}{7}$	b)
$f_c' \geq 55$	0,65	c)

Sumber: SNI 2847-2019 Tabel 22.2.2.4.3 hal 478

- $\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \quad \text{Persamaan (2.95)}$

- $\rho_{\max} = 0,75 \left(\frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \right) \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad \text{Persamaan (2.96)}$

- $\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{f_y}} \right) \quad \text{Persamaan (2.97)}$

- As perlu = $\rho \cdot b \cdot d \quad \text{Persamaan (2.98)}$

2. Kontrol jarak spasi tulangan

Pada pasal 8.7.2.1 SNI 2847-2019, Untuk pelat solid nonprategang, spasi maksimum s tulangan ulir longitudinal harus yang terkecil dari $2h$ dan 450 mm pada penampang kritis, dan yang terkeci dari $3h$ dan 450 mm pada penampang lainnya.

$s < 2h$ atau 450 mm → pada penampang kritis

$s < 3h$ atau 450 mm → pada penampang lainnya

2.10 Permodelan Menggunakan *Software*

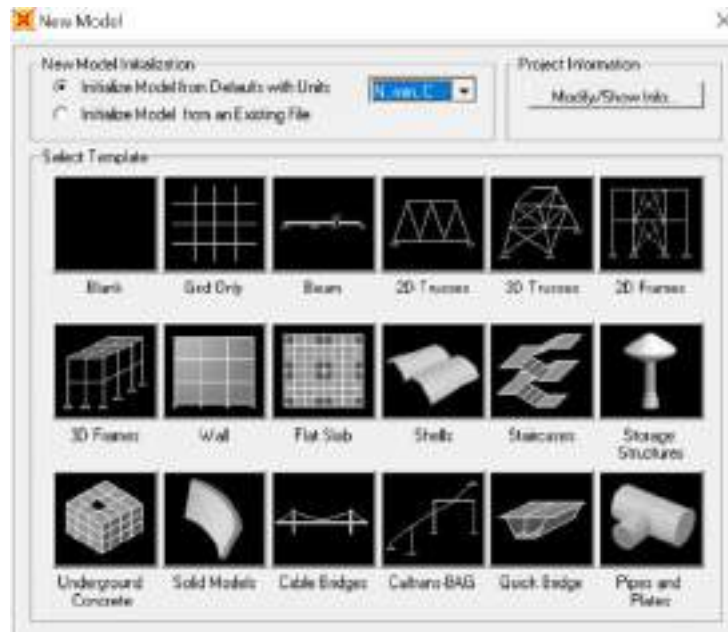
Software atau perangkat lunak adalah perintah sebuah pogram dalam sebuah komputer, yang apabila dieksekusi oleh *user*-nya akan memberikan fungsi dan petunjuk kerja seperti yang diharapkan oleh *user*-nya. *Software* atau perangkat lunak ini berfungsi untuk memberikan perintah komputer dapat berfungsi secara optimal, sesuai dengan kemampuan *user* yang memeberikan perintah. (Roger S. Pressman, 2002).

2.10.1 SAP2000

SAP2000 merupakan pogram untuk perhitungan kekuatan struktur khususnya bangunan bertingkat dan jembatan. Pogram ini sangat diminati oleh para *civil engineer* karena mudah dan dipelajari dan simple digunakan.

Dasar-dasar menggunakan SAP2000 dengan contoh perhitungan portal, sebagai berikut:

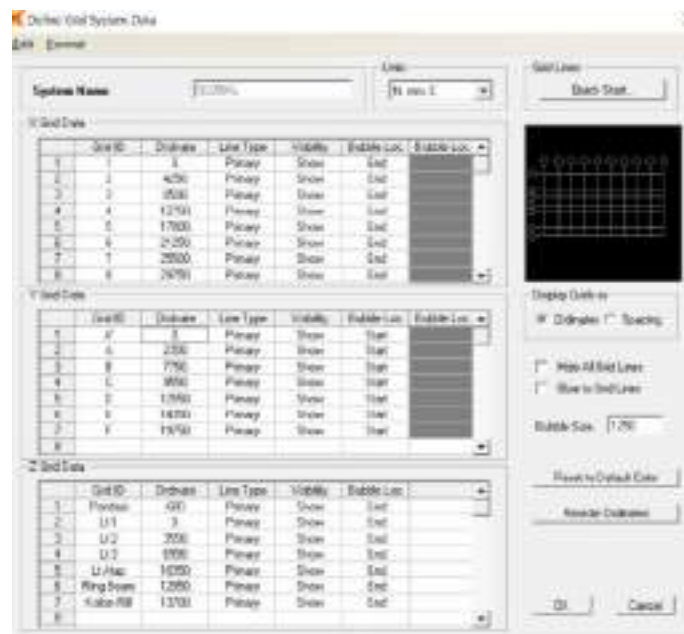
1. Mengklik *file* pada program untuk memilih model portal, ubah satuan ke dalam N,mm,C.



Gambar 2.11 Model Struktur Konstruksi

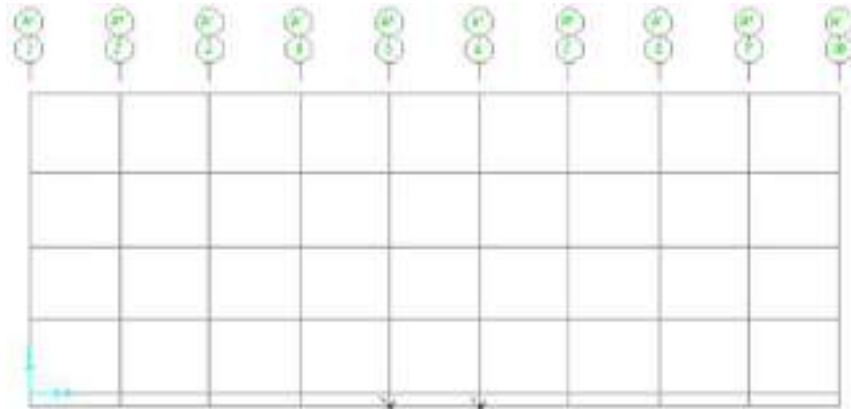
Sumber: Peneliti, 2021

2. Pilih model *grid* 2D pada model di atas dan masukkan data-data sesuai perencanaan.



Gambar 2.12 Define Grid System Data

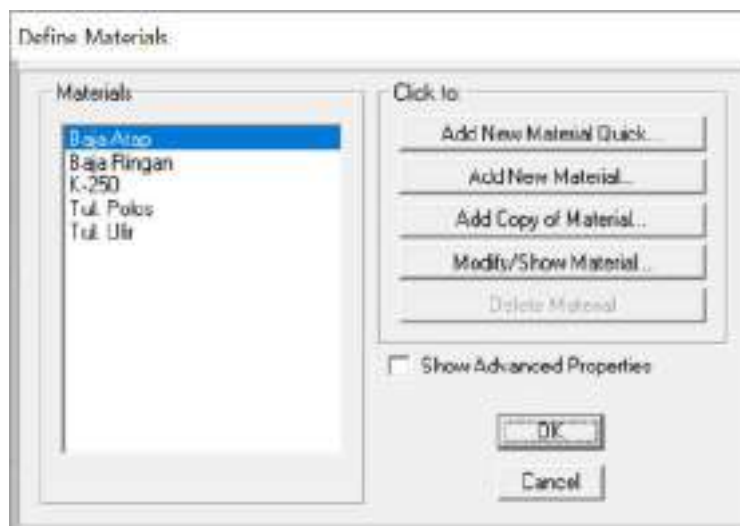
Sumber: Peneliti, 2021



Gambar 2.13 Tampilan Model Portal

Sumber: Peneliti, 2021

3. *Input* data material yang digunakan (*concrete*) dan masukan mutu beton (f_c') dan mutu baja (f_y) yang digunakan dengan mengklik *define-material– add new material* masukkan data sesuai dengan perencanaan.

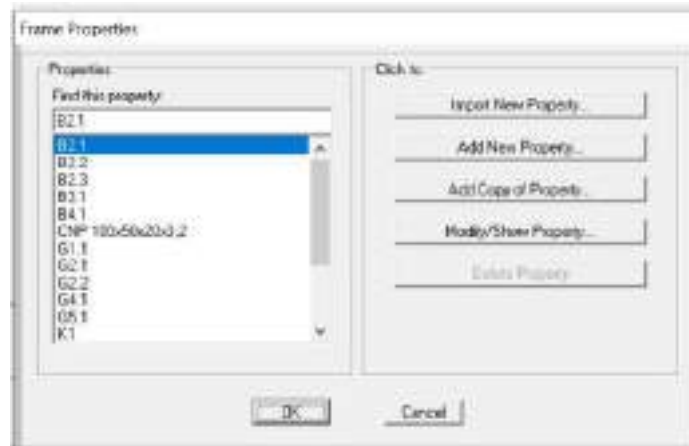


Gambar 2.14 Input Material

Sumber: Peneliti, 2021

4. *Input* data dimensi struktur
Masukkan data dengan mengklik *Define – Section Properties –*

Frame Section – Add New Property setelah tampil pada layar masukan data-data sesuai perencanaan.

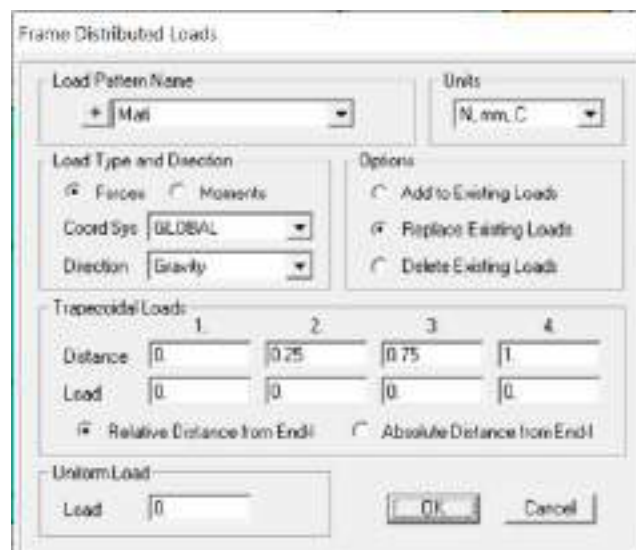


Gambar 2.15 *Input Frame Property*

Sumber: Peneliti, 2021

5. Input data akibat beban mati (*Dead Load*)

Untuk menginput data akibat beban mati klik batang portal pada model – pilih *Assign* pada *toolbar – Frame Load – Distributed*, setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan.

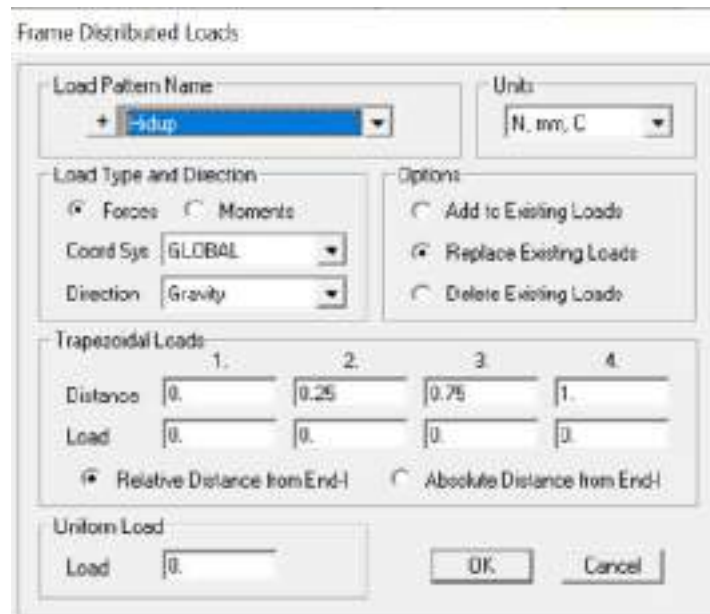


Gambar 2.16 *Frame Distributed Loads* Akibat Beban Mati

Sumber: Peneliti, 2021

6. *Input data akibat beban hidup (Live Load)*

Untuk menginput data akibat beban mati klik batang portal pada model – pilih *Assign* pada *toolbar* – *Frame Load* – *Distributed*, setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan.

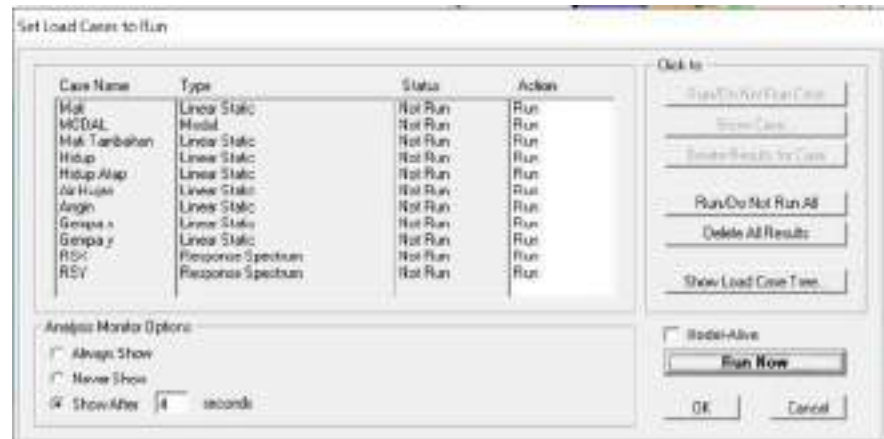


Gambar 2.17 *Frame Distributed Loads* Akibat Beban Hidup

Sumber: Peneliti, 2021

7. *Run Analysis*

Setelah beban mati dan beban hidup selesai diinput, maka portal tersebut selanjutnya di analisis menggunakan *Run Analysis*. pilih *Analyze* pada *toolbar* – *Run Analysis*, setelah tampil pada layar, kemudian klik *Run Now*.



Gambar 2.18 Run Analysis

Sumber: Peneliti, 2021

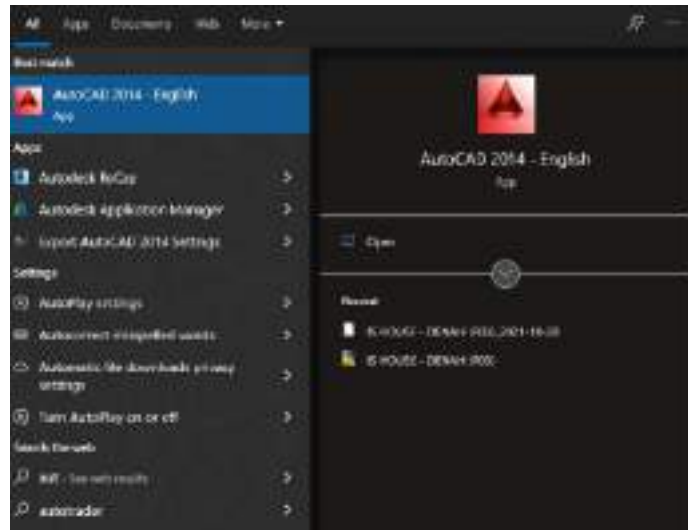
2.10.2 AutoCAD

AutoCAD adalah sebuah perangkat lunak yang berfungsi untuk menggambar/ mendesain sebuah objek 2 dimensi maupun 3 dimensi dengan lebih jelas dan *realistik*. AutoCAD adalah software desain yang paling populer di dunia karena keunggulannya dalam mengembangkan produk-produknya. AutoCAD dikembangkan oleh Autodesk yang memiliki banyak versi mulai dari versi pertama yang dikeluarkannya adalah 1.0 (tahun 1982) sampai dengan versi yang sekarang. Sampai sekarang AutoCAD terus berinovasi dengan mengeluarkan versi-versi terbarunya dan fitur-fitur yang lebih menarik tentunya.

1. Teknik Dasar

Teknik dasar sebelum menggambar dengan menggunakan program AutoCAD 2014, sebagai berikut :

- a. Pilih Autocad 2014 pada Program Menu atau ikon Autocad 2014 pada desktop komputer anda, klik Start Drawing untuk memulai gambar.



Gambar 2.19 Buka Ikon AutoCAD

Sumber: Peneliti, 2021

- b. Setelah program ini dimuat, layar gambar utama *AutoCAD* 2014 akan muncul di layar.
- c. Jika perlu, klik panah bawah di *Quick Access* bar dan pilih *Show Menu Bar* untuk menampilkan *AutoCAD* Menu Bar. Menu Bar menyediakan akses untuk semua perintah *AutoCAD*.
- d. Untuk beralih pada *Autocad* Koordinat Display, menggunakan opsi *Customization* di sudut kanan bawah.



Gambar 2.20 Opsi *Customization*

Sumber: Peneliti, 2021

2. Pengaturan Satuan Gambar

Setiap objek yang kita bangun dalam sistem CAD diukur dalam

satuan. Kita harus menentukan sistem satuan dalam sistem CAD sebelum melakukan pekerjaan.

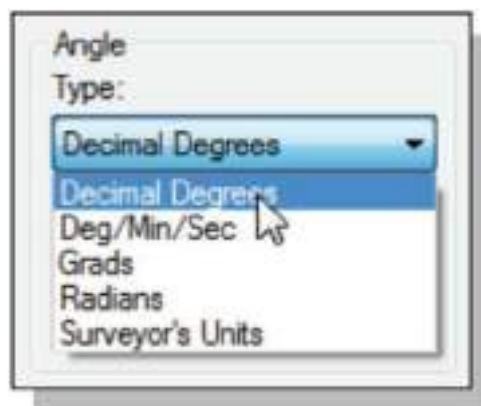
- a. Dalam menu bar pilih : [*Format*] kemudian [*Units*]. Perhatikan bahwa banyak item menu yang tercantum dalam menu *pull-down* juga dapat diakses melalui *Quick Access toolbar* atau *panel Ribbon*.
- b. Klik pada pilihan *Length Type* untuk menampilkan berbagai jenis panjang unit yang tersedia. Konfirmasi *Length Type* (Jenis Panjang) tersebut diatur ke *Decimal*.



Gambar 2.21 Konfirmasi *Length Type*

Sumber: Peneliti, 2021

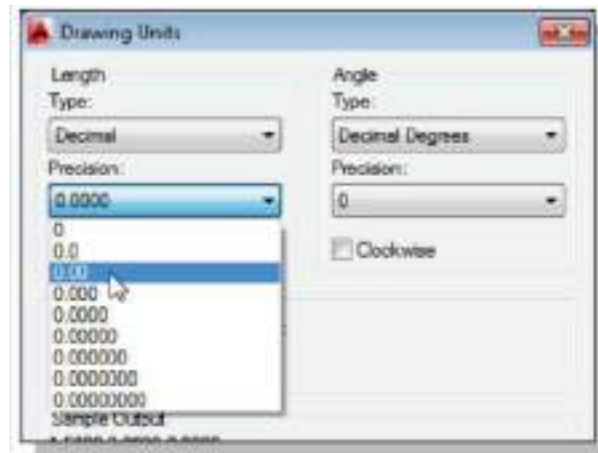
- c. Lalu periksa pengaturan lain yang tersedia.



Gambar 2.22 Periksa *Decimal Degree*

Sumber: Peneliti, 2021

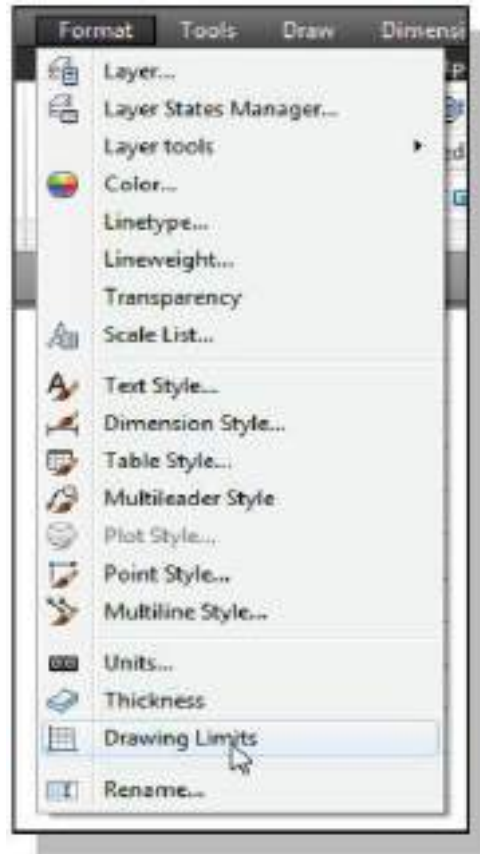
- d. Pada kotak dialog *Drawing Units*, atur *Length Type* (Jenis Panjang) ke *Decimal*. Ini akan mengatur pengukuran ke *unit English default, inci*.



Gambar 2.23 Kotak Dialog *Drawing Units*

Sumber: Peneliti, 2021

- e. Atur Presisi dua digit setelah titik desimal.
- f. Pilih OK untuk keluar dari kotak dialog *Drawing Units*.
3. Berikutnya, kita akan mengatur *Drawing Limits* (Batas Gambar) dengan memasukkan perintah di area *command prompt*. Mengatur *Drawing Limits* (Batas Gambar) mengontrol luasan dari tampilan *grid*. Hal ini juga berfungsi sebagai *referensi visual* yang menandai wilayah kerja. Hal ini juga dapat digunakan untuk mencegah konstruksi di luar batas *grid* dan sebagai pilihan *plot* yang mendefinisikan area yang akan *diplot* / dicetak. Perhatikan bahwa pengaturan ini tidak membatasi daerah untuk konstruksi *geometri*.
- a. Dalam Menu Bar Pilih [*Format*] kemudian [*Drawing Limits*]



Gambar 2.24 Klik Format

Sumber: Peneliti, 2021

- b. Dalam *Command Prompt Area* ada pesan “Reset Model”
Space Limits: Specify lower left corner or [On/Off] :”
 terpampang, tekan kunci *Enter* untuk menerima *Default Coordinates*.

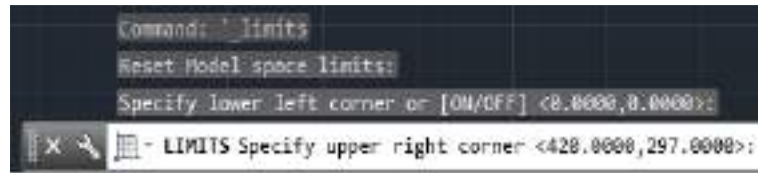


Gambar 2.25 Specify Lower Left Corner

Sumber: Peneliti, 2021

- c. Dalam *Command Prompt Area* kembali ada pesan “Specify
upper right corner” terpampang, tekan kunci *Enter* untuk

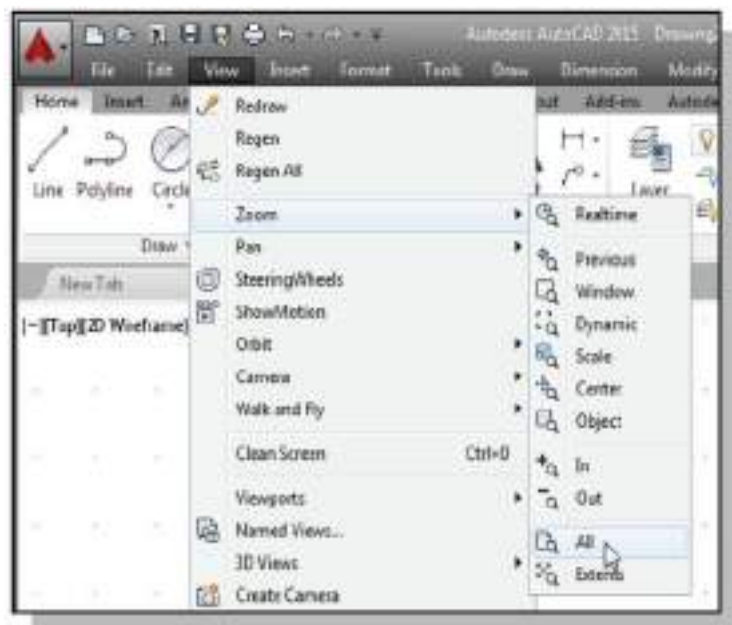
menerima *Default Coordinates*.



Gambar 2.26 Specify Upper Right Corner

Sumber: Peneliti, 2021

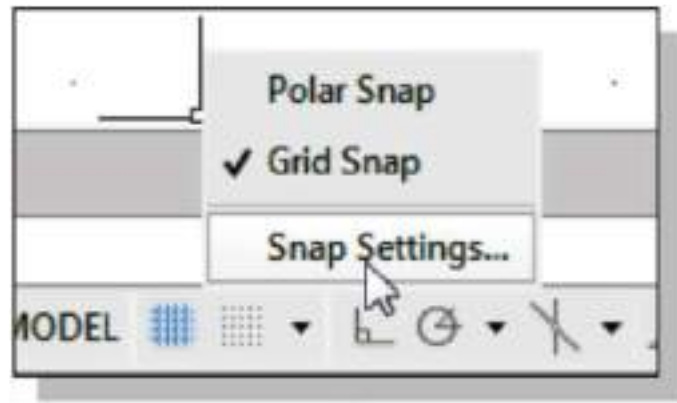
- d. Pindahkan *kursor grafis* dekat sudut kanan atas di dalam area gambar dan perhatikan bahwa area gambar tidak berubah. (Perintah *Drawing Limits* digunakan untuk mengatur area gambar, tapi layar tidak akan disesuaikan sampai perintah layar yang digunakan.)
- e. Dalam Menu *Bar* area pilih [*View*] [*Zoom*] [*All*]. Perintah *Zoom All* akan menyesuaikan tampilan agar semua objek dalam gambar yang ditampilkan menjadi sebesar mungkin. Jika tidak ada objek yang dibangun, *Drawing Limits* (Batas Gambar) digunakan untuk mengatur *viewport* saat ini.



Gambar 2.27 Pilih View

Sumber: Peneliti, 2021

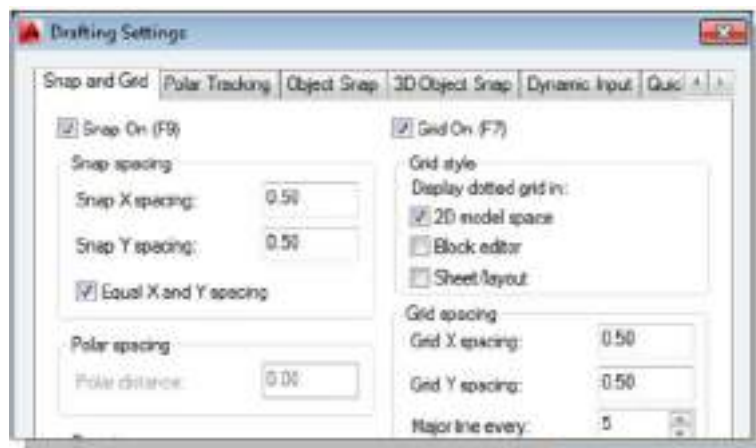
- f. Pindahkan *kursor grafis* dekat sudut kanan atas di dalam area gambar, dan perhatikan bahwa area layar diperbarui.
- g. Di dalam area *Status Bar*, klik pada *mouse* sebelah kanan anda , pada *SnapMode* dan Pilih [*Snap Settings*].



Gambar 2.28 Snap Setting

Sumber: Peneliti, 2021

- h. Di dalam *Drafting Settings* dialog box sesuaikan on, *Snap* dan *Grid*.



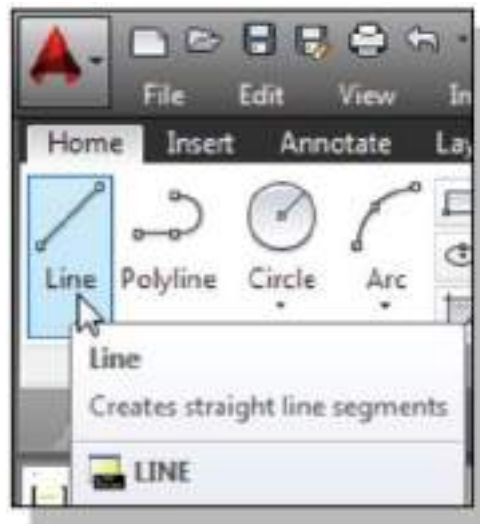
Gambar 2.29 Pilih Snap And Grid

Sumber: Peneliti, 2021

- i. Keluar dari *Drafting Settings* dialog box dan *reset* tombol Status sehingga hanya *Grid Display* dan *SNAP MODE* yang *ON*.

4. Menggunakan Perintah Garis

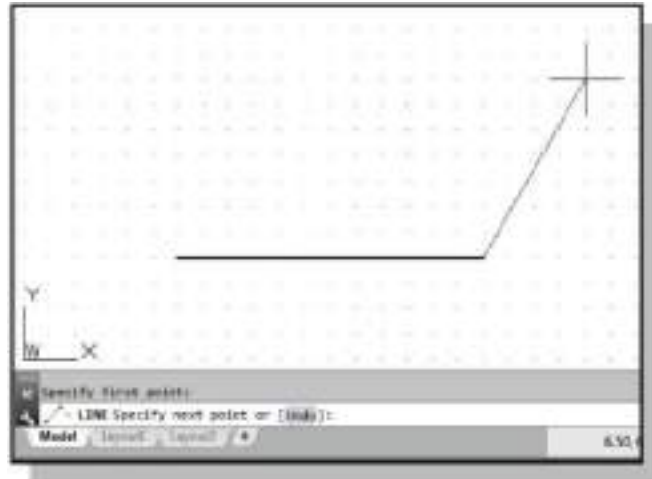
- a. Pilih ikon perintah *Line* di *toolbar Draw*. Di daerah *command prompt*, di dekat bagian bawah jendela *grafis Autocad*, pesan “*line Specify first point*” ditampilkan. *Autocad* mengharapkan kita untuk mengidentifikasi lokasi awal dari garis lurus.



Gambar 2.30 Pilih *Line*

Sumber: Peneliti, 2021

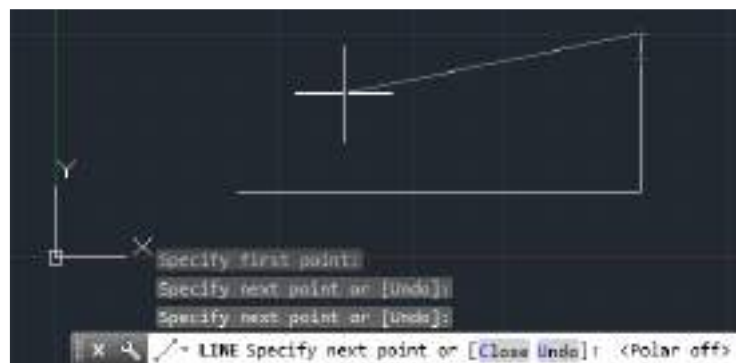
- b. Untuk lebih menggambarkan penggunaan metode yang berbeda *input* dan alat yang tersedia di *Autocad*, kita akan memulai *segmen Line* (garis) di lokasi yang sembarang. Mulai dari lokasi yang di suatu tempat di sisi kiri bawah dari jendela *grafis*.
- c. Buat garis *horizontal* dengan menggunakan “*relative rectangular coordinates entry method*” (metode persegi panjang *relatif koordinat entri*), *relatif* terhadap titik terakhir kita tentukan: @ 6,0 [ENTER]



Gambar 2.31 Garis Horizontal

Sumber: Peneliti, 2021

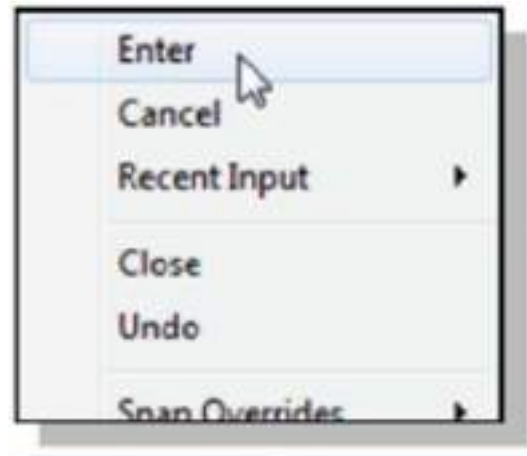
- d. Berikutnya, buat garis *vertikal* dengan menggunakan “*relative polar coordinates entry method*” (metode koordinat *polar* relatif *entri*) , relatif terhadap titik terakhir kita ditentukan.



Gambar 2.32 Garis Vertikal

Sumber: Peneliti, 2021

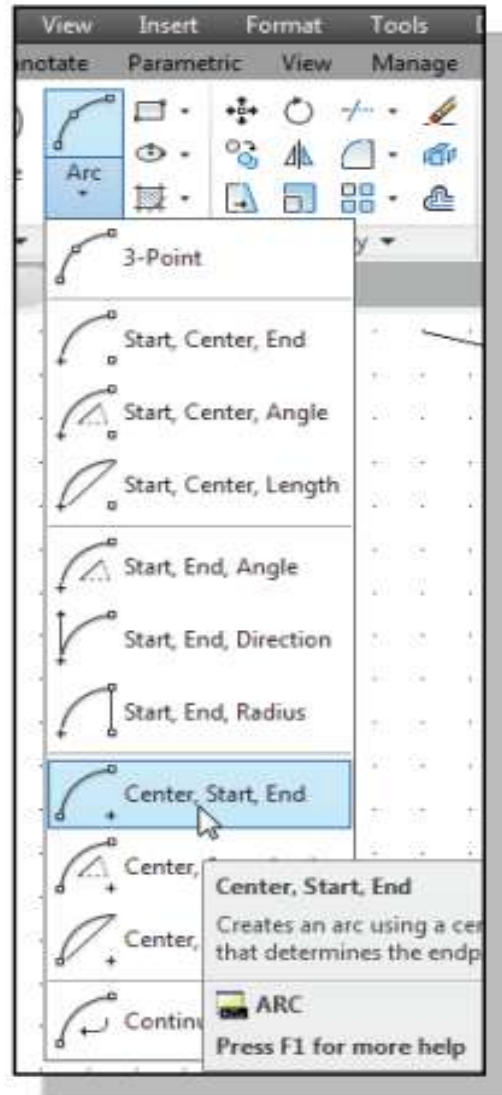
- e. Untuk mengakhiri perintah *Line* (garis) kita bisa menekan tombol [Enter] pada *Keyboard* atau menggunakan pilihan *Enter* , Klik pada *mouse* sebelah kanan , dan menu yang diperlukan akan muncul pada layar.



Gambar 2.33 Pilih *Enter*

Sumber: Peneliti, 2021

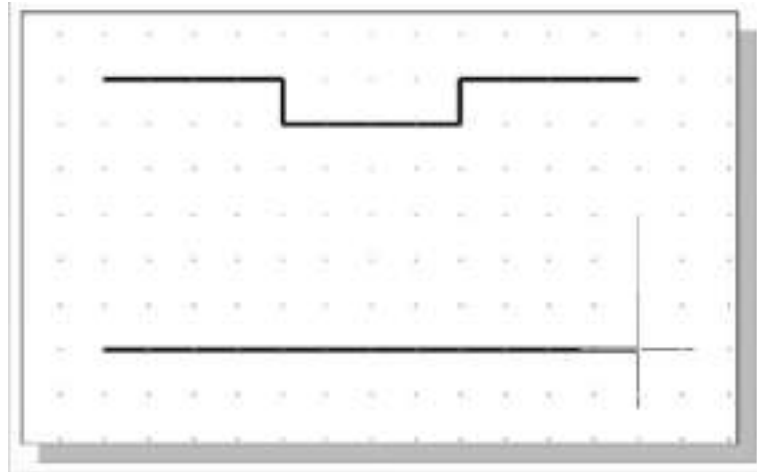
- f. Pilih *Enter* pada *mouse* sebelah kiri untuk mengakhiri *Line Command* (perintah garis).
5. Menggunakan Perintah *Arc*
- a. Klik *ikon* panah bawah perintah *Arc* di *toolbar Draw* untuk menampilkan berbagai pilihan konstruksi *Arc*. *Autocad* memberikan sebelas cara yang berbeda untuk membuat busur. Perhatikan bahwa pilihan yang berbeda yang digunakan berdasarkan kondisi geometri desain. Pilihan yang lebih umum digunakan adalah pilihan *3-Points* dan opsi *Center-Start-End*.



Gambar 2.34 Pilih Arc

Sumber: Peneliti, 2021

- b. Pilih opsi *Center-Start-End* seperti yang ditunjukkan. Opsi ini mengharuskan pemilihan titik pusat, titik awal dan titik akhir lokasi.
- c. Pindahkan *cursor* ke tengah dua garis *horizontal* dan selaraskan *cursor* ke dua *endpoint* seperti yang ditunjukkan. Klik sekali pada *mouse* sebelah kanan untuk memilih lokasi sebagai titik pusat busur baru.
- d. Pindahkan *cursor* ke bawah dan pilih titik akhir kanan garis *horizontal* bawah sebagai titik awal busur.



Gambar 2.35 Arc Yang Akan Diubah

Sumber: Peneliti, 2021

- e. Pindahkan *cursor* ke titik akhir kanan garis *horisontal* atas seperti yang ditunjukkan. Memilih titik ini sebagai titik akhir dari busur baru.
- f. Ulangi langkah-langkah di atas dan busur lainnya seperti yang ditunjukkan. Perhatikan bahwa dalam kebanyakan paket CAD, sudut positif didefinisikan sebagai akan berlawanan; Oleh karena itu, titik awal dari busur kedua harus di titik akhir di atas.

2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah upaya peneliti untuk mencari perbandingan dan selanjutnya untuk menemukan inspirasi baru untuk penelitian selanjutnya di samping itu kajian terdahulu membantu penelitian dalam memposisikan penelitian serta menunjukkan orsinalitas dari penelitian.

Pada bagian ini peneliti mencantumkan berbagai hasil penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian yang hendak dilakukan, kemudian membuat ringkasannya, Kajian yang mempunyai relasi atau keterkaitan dengan kajian ini antara lain:

Tabel 2.26 Daftar Peneliti Terdahulu

No	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1	PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG LIMA (5) LANTAI RUMAH SUSUN LOKASI SUMURBOTO SEMARANG Galang Kurnia Dan Putri Ulin Nafi'ah. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Semarang. 2019	mengetahui perhitungan serta pendimensian struktur gedung 5 lantai yang memenuhi syarat SNI dan tahan gempa.	Perhitungan tulangan pada struktur kolom, balok, plat lantai menggunakan SAP 2000 versi 19. Perhitungan struktur pondasi menggunakan perhitungan manual dengan data sondir. Perhitungan beban gempa mengacu pada SNI Gempa 2012 dengan menggunakan analisis desain respon spectrum gempa.	Hasil analisis perhitungan momen, gaya batang, torsi, serta frekuensi getaran gempa.

2	<p>PERENCANAAN GEDUNG FAKULTAS AGAMA ISLAM 3 LANTAI UNIVERSITAS SULTAN FATAH DEMAK</p> <p>Tathmainul Qulub. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Sultan Fatah Demak. 2021</p>	<p>Menambah pengetahuan dalam merencanakan gedung bertingkat dengan program SAP2000.</p>	<p>Perencanaan meliputi perhitungan pada struktur rangka baja (untuk struktur atap) dan beton bertulang (pelat, tangga, balok, beton, dan perencanaan pondasi) dengan SAP 2000. Gambar teknis berupa site plane, tampak, potongan, pondasi, dengan menggunakan Autocad v.2014.</p>	<p>Mengetahui gambar rencana teknis, perhitungan struktur rencana, dan rencana anggaran biaya (RAB) Gedung Fakultas Agama Islam UNISFAT Demak</p>
3	<p>PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG RUMAH SAKIT UMUM DAERAH (RSUD)</p>	<p>Merencanakan ulang dimensi dan tulangan struktur gedung termasuk struktur helipad pada bangunan Rumah Sakit</p>	<p>dalam perencanaan dan perhitungan konstruksi struktur beton bertulang pada elemen</p>	<p>Dapat merencanakan ulang dimensi dan tulangan struktur gedung. Mengetahui Bagaimana cara menganalisa</p>

	<p>KABUPATEN KUDUS DENGAN PENAMBAHAN FASILITAS HELIPAD PADA LANTAI ATAP</p> <p>Nurul Ali Hidayat. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Negeri Semarang. 2017</p>	<p>Umum Daerah (RSUD) Kudus yang aman dan efisien sesuai tipe rencana dan beban-beban lain sesuai SNI 1727-2013 dan PPURG 1987.</p>	<p>pondasi dan struktur atas area klinik rumah sakit yang meliputi komponen kolom, balok, dan plat lantai termasuk struktur helipad pada atapnya dengan metode analisa dinamis respon spektrum yang dibantu dengan program SAP2000 V.10.</p>	<p>perencanaan struktur tahan gempa gedung Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Kudus</p>
4	<p>PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN “B” SURABAYA DENGAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN</p>	<p>Dapat menghasilkan sebuah laporan perhitungan struktur gedung dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) yang dapat</p>	<p>Perencanaan gedung ini hanya meninjau strukturnya saja, tidak meninjau analisa biaya, manajemen konstruksi, maupun segi</p>	<p>Perencanaan suatu struktur gedung berton bertulang didaerah zona II dapat dirancang dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah</p>

	<p>MENENGAH (SRPMM)”</p> <p>Debby Hendika Putra Dan Muhammad Dzulfiqar Rizwanda Putratama. Jurusan Teknik Infrastruktur Sipil. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2017</p>	<p>di pertanggung jawabkan dan sesuai dengan aturan yang ada dan juga sesuai dengan sistematika penulisan laporan yang ada</p>	<p>arsitektural. Analisis beban gempa yang bekerja menggunakan perhitungan statik ekuivalen.</p>	<p>(SRPMM) dengan nilai R = 5.</p>
--	--	--	--	------------------------------------

Sumber: Peneliti, 2021

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tinjauan Umum

Metodologi merupakan cara-cara yang mengatur prosedur penelitian ilmiah pada umumnya, sekaligus pelaksanaannya terhadap masing-masing bidang keilmuan secara khusus (Bakker, 1984). Metodologi diartikan sebagai studi sistematis kualitatif atau kuantitatif dengan berbagai metode dengan teknik analisa yang teratur. Beberapa analisa ilmiah diterapkan melalui analisis kualitatif dan dapat pula menggunakan analisa kuantitatif. Kedua analisa tersebut digunakan untuk saling melengkapi dan saling mengoreksi sejauh mana ketepatan analisisnya.

Peneliti menggunakan metodologi kuantitatif dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini. Penelitian kuantitatif adalah penelitian empiris di mana data-datanya dalam bentuk sesuatu yang dapat dihitung. Penelitian kuantitatif memperhatikan pengumpulan dan analisis data dalam bentuk numerik (Punch, 1988). Peneliti akan menguraikan dan menjelaskan urutan pelaksanaan penyelesaian tugas akhir ini secara rinci, mulai dari lokasi dan waktu perencanaan, pengumpulan data, kerangka pikir, objek perencanaan, pengumpulan data, instrumen penelitian.

3.2 Lokasi dan Waktu Perencanaan

Lokasi Perencanaan : Kampus IV Universitas PGRI Semarang, Jalan Gajah Raya No 40 Sambirejo, Gayamsari Kota Semarang

Waktu Perencanaan : Penyelesaian tugas akhir diperkirakan selesai dalam waktu 5 bulan, dengan perencanaan waktu sebagai berikut.

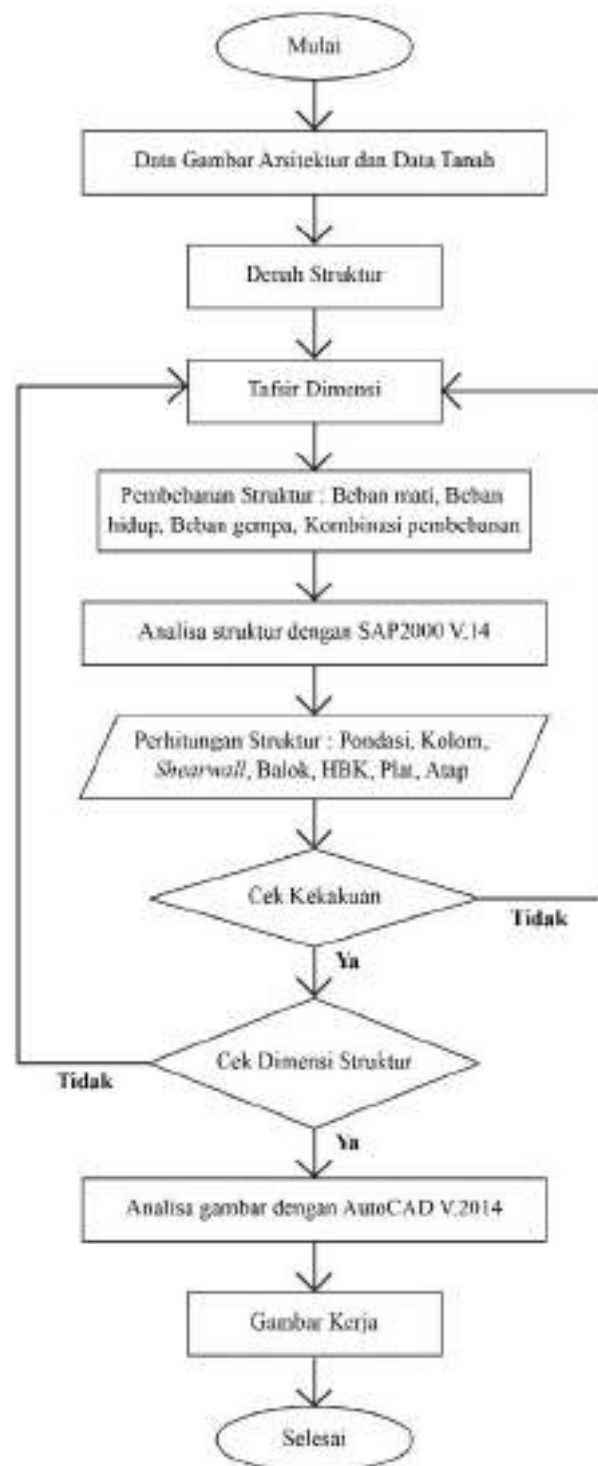
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penyusunan Tugas Akhir

No	Kegiatan	Agustus		September				Oktober				November				Desember				Januari				
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Pengumpulan Data	■																						
2	Pembuatan Proposal TA (BAB I, BAB II, BAB III)	■	■																					
3	Perhitungan/Perencanaan Struktur (BAB IV)			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
4	Gambar Struktur																		■	■				
5	Penutupan (BAB V)																						■	

Sumber: Peneliti, 2021

3.3 Kerangka Pikir

Langkah-langkah pengerjaan kajian Perencanaan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang dapat dilihat pada diagram alir (*flowchart*) utama berikut ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir (*Flowchart*) Perencanaan

Sumber: Peneliti, 2021

3.4 Pengumpulan Data

Data yang dijadikan bahan acuan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) menurut jenis datanya, yaitu data primer dan data sekunder.

3.4.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengamatan dan penelitian secara langsung baik di wilayah pembangunan maupun disekitar lokasi pembangunan, yang nantinya dipergunakan sebagai sumber dalam perancangan struktur. Pengamatan langsung di lapangan tersebut, meliputi:

1. Kondisi lingkungan sekitar lokasi pembangunan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang
2. Kondisi bangunan-bangunan lain yang telah ada

3.4.2 Data Sekunder

Data yang dijadikan bahan acuan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir, dimana data tersebut diperoleh dari instansi tertentu yang digunakan langsung sebagai sumber dalam Perencanaan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang. Klasifikasi data yang menunjang penyusunan Laporan Tugas Akhir adalah literatur-literatur penunjang, grafik, tabel dan peta-peta yang berkaitan erat dengan proses perancangan studi. Secara garis besar data yang dibutuhkan dalam perancangan dan perhitungan struktur utama gedung ini adalah:

1. Deskripsi Umum Bangunan

Deskripsi umum bangunan meliputi fungsi bangunan dan lokasi yang akan didirikan. Fungsi bangunan berkaitan dengan perencanaan pembebanan, sedangkan lokasi bangunan adalah untuk mengetahui keadaan tanah dan lokasi bangunan yang akan

didirikan sehingga bisa direncanakan struktur bangunan bawah yang akan dipakai.

2. Gambar Kerja

Gambar rencana struktur atau *detail engineering design* yang meliputi denah, potongan, tampak bangunan, dimensi struktur, serta detail struktur.

3. Data Tanah

Data tanah berfungsi untuk merencanakan struktur bangunan bawah yang akan digunakan sebagai pondasi. Pada tugas akhir ini data tanah yang digunakan berupa *test sondir*.

4. Wilayah gempa bangunan sekitar

Merencanakan suatu bangunan membutuhkan ketelitian dalam perhitungan pembebanan, salah satunya pembebanan yang diakibatkan oleh gempa. Oleh karena itu perlu diketahui wilayah gempa dari struktur yang akan dibangun.

3.5 Objek Perencanaan

Perencanaan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang yang berlokasi di dalam lingkungan kampus IV Universitas PGRI Semarang yang terletak di Jalan Gajah Raya Nomor 40 Sambirejo, Gayamsari, Kota Semarang. Gedung ini nantinya terdiri dari 3 lantai.

3.6 Instrumen Perencanaan

Instrumen perencanaan merupakan suatu alat bantu yang digunakan untuk menilai suatu kejadian yang dievaluasi di dalam perencanaan yang sedang dilakukan.

Instrumen penelitian yang digunakan penulis untuk menjelaskan masalah yang akan direncanakan mengenai Perencanaan Gedung 3 Lantai Asrama

Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang yang berlokasi di Jalan Gajah Raya Nomor 40 Sambirejo, Gayamsari, Kota Semarang, yaitu penggunaan alat bantu program AUTOCAD v.2014 untuk gambar rencana dan program SAP2000 v.14 untuk analisa struktur.

3.7 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data perhitungan beserta acuannya dalam Perencanaan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang, dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) menurut jenis analisisnya, yaitu analisis struktur dan analisis gambar.

3.7.1 Analisis Struktur

1. Perhitungan Beban Mati

Perhitungan beban mati mengacu pada Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

SNI 1727-2013

2. Perhitungan Beban Hidup

Perhitungan beban hidup mengacu pada Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

SNI 1727-2013

3. Perhitungan Beban Gempa

Perhitungan beban gempa mengacu pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur untuk Bangunan Gedung dan Nongedung.

SNI 1726-2019

4. Perhitungan Mekanika dan Struktur Portal

Perhitungan mekanika dan struktur portal menggunakan analisis hitungan manual dengan Microsoft Excel dan program SAP2000 v.14 sebagai kontrol.

5. Perhitungan Pondasi

Jenis pondasi yang digunakan dihitung berdasarkan beban yang akan diterima dan keadaan tanah lokasi proyek serta memperhatikan faktor non struktural seperti kondisi lingkungan sekitar. Menggunakan analisis hitungan manual dengan menggunakan program Microsoft Exel.

3.7.2 Analisis Gambar

Teknik analisis gambar mengacu pada data output dari program SAP2000 v.14 yang kemudian di hitung secara manual dengan program bantu Microsoft Excel. Setelah semua hasil telah diketahui gambar kerja dibuat dengan menggunakan program AUTOCAD v.2014 sesuai dengan peraturan serta tata cara gambar teknik suatu struktur dengan mempertimbangkan berbagai aspek.

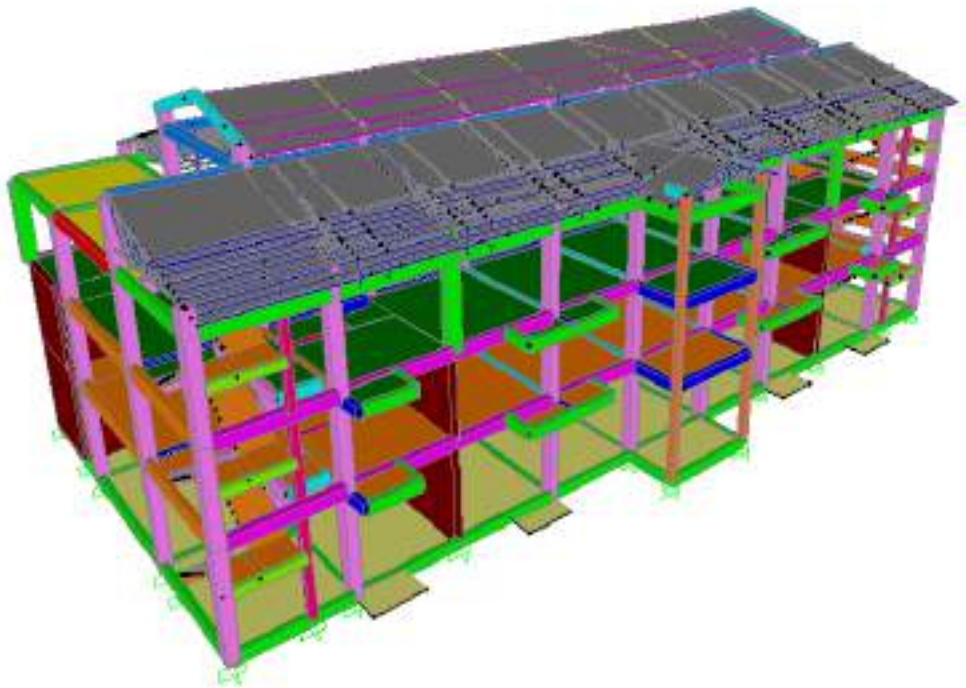
Adapun gambar rencana struktur yang akan dibuat antara lain:

1. Gambar Arsitektur (tampak depan, belakang, samping kanan dan kiri)
2. Gambar Struktur (Potongan memanjang & melintang, denah sloof & pembalokan, denah kolom & dinding geser, atap).
3. Gambar Penulangan (kolom, dinding geser, balok, pelat lantai & tangga)

BAB IV PEMBAHASAN

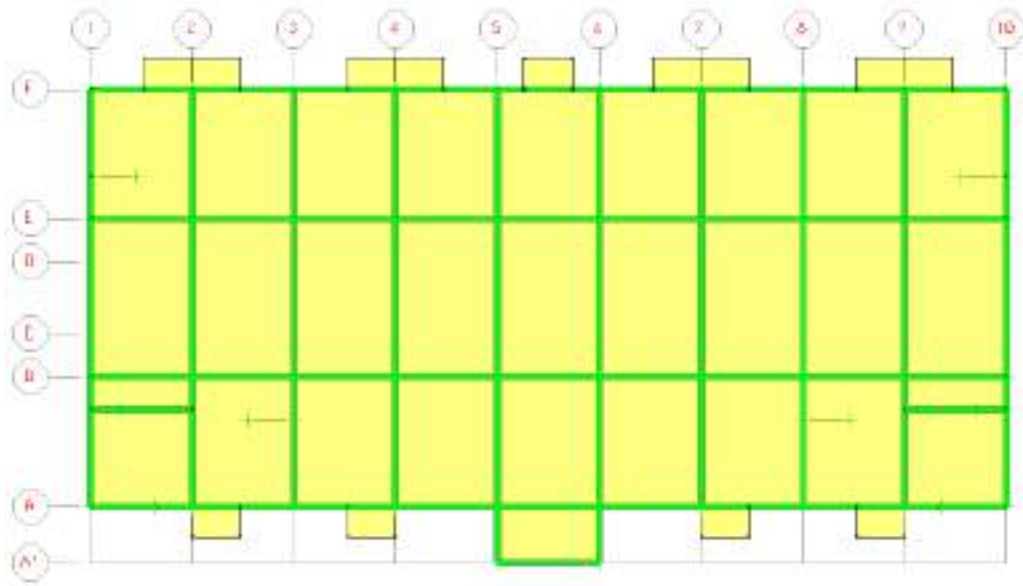
4.1 Permodelan SAP2000 V.14

Struktur bangunan dimodelisasikan untuk analisis tiga dimensi dengan menggunakan program SAP2000 V.14. Berikut ini diperlihatkan beberapa gambar model struktur, baik model 3D, denah struktur, dan tampak potongan.



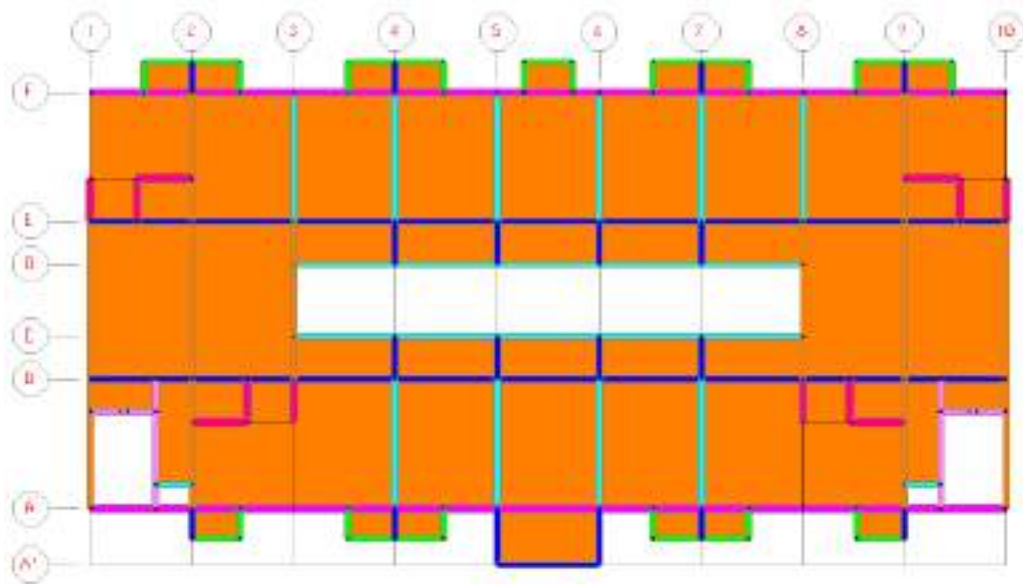
Gambar 4.1 Model 3D

Sumber: Peneliti, 2021



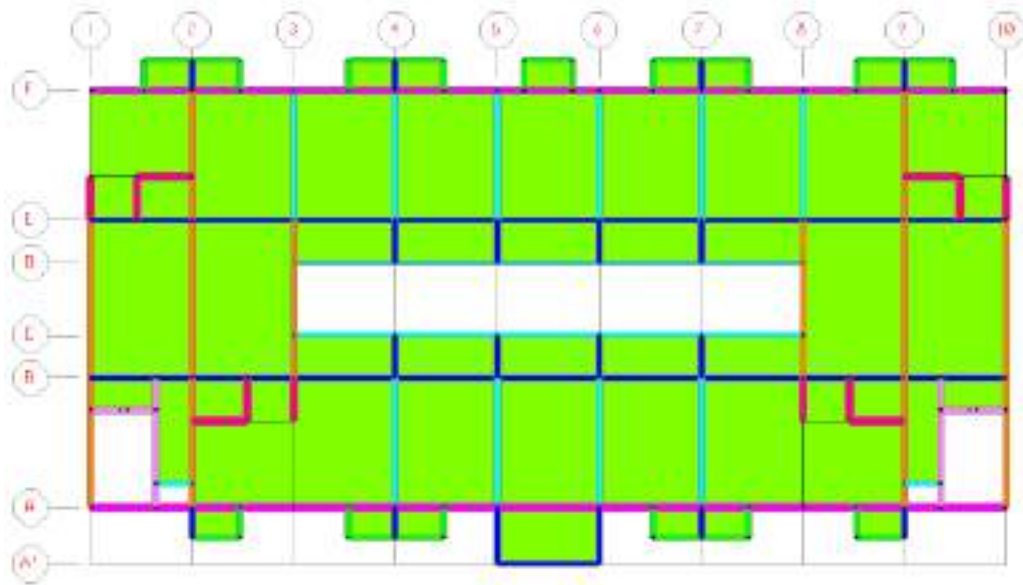
Gambar 4.2 Denah Lantai Dasar

Sumber: Peneliti, 2021



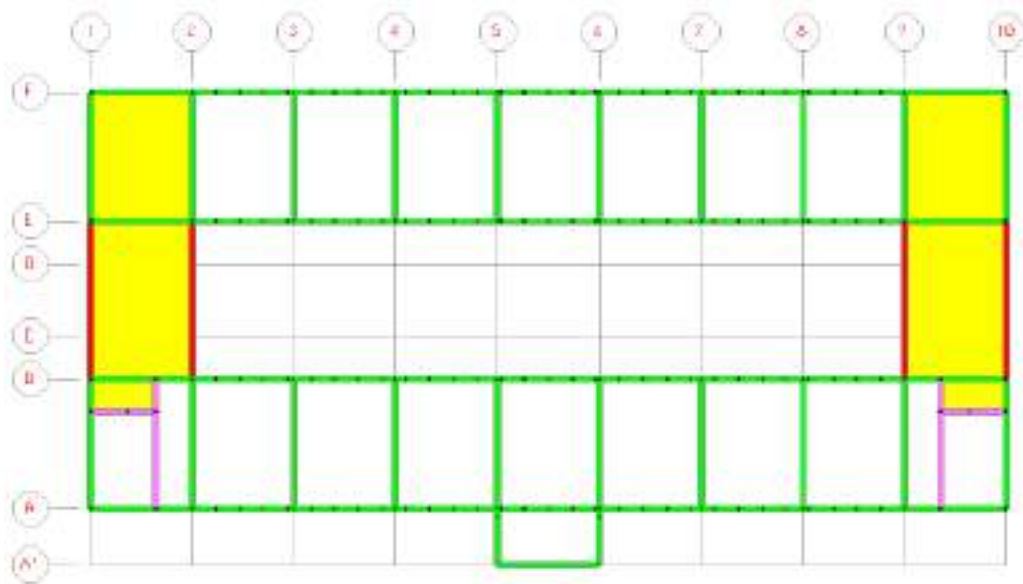
Gambar 4.3 Denah Lantai 2

Sumber: Peneliti, 2021



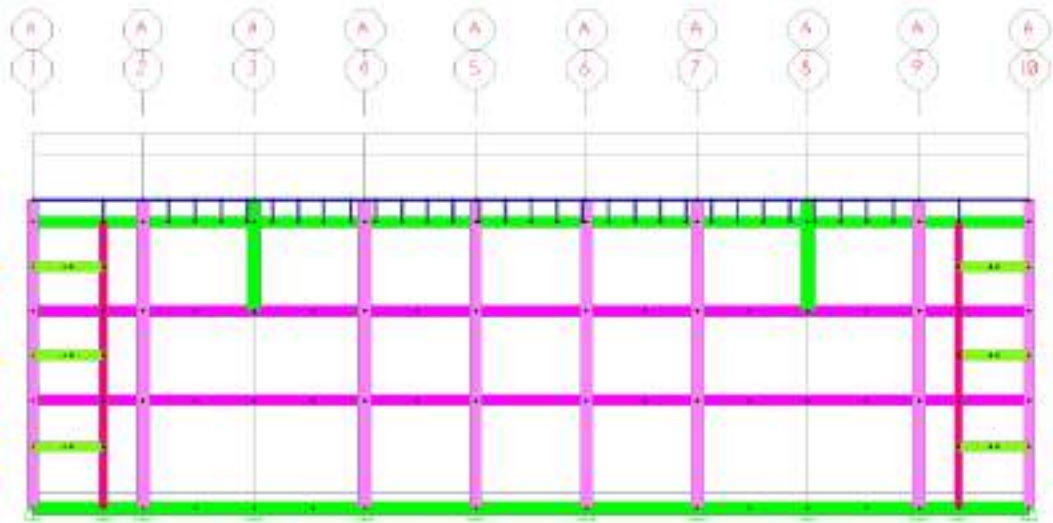
Gambar 4.4 Denah Lantai 3

Sumber: Peneliti, 2021



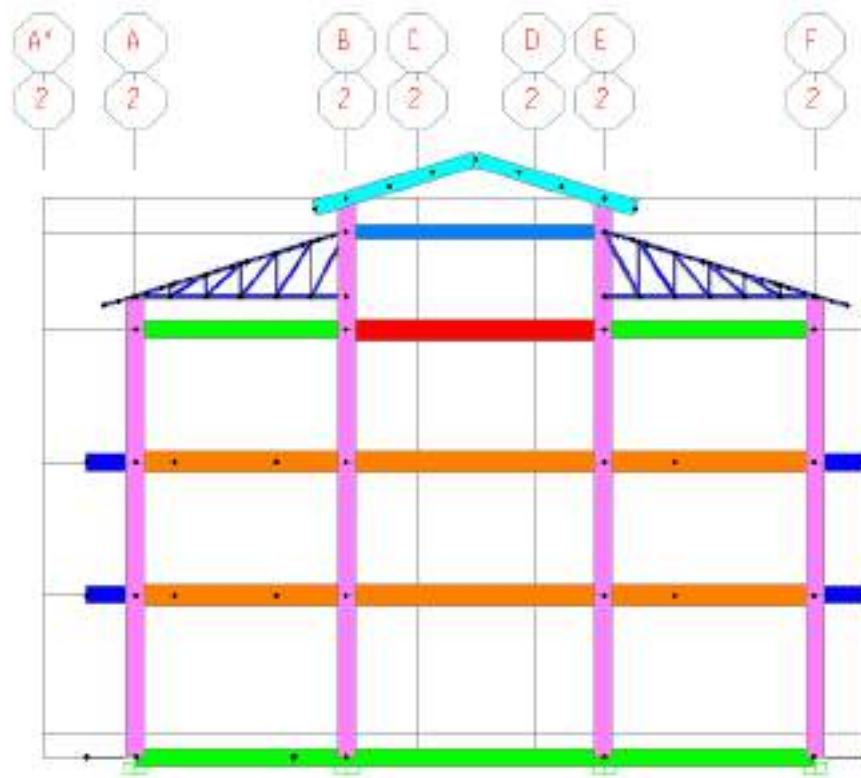
Gambar 4.5 Denah Lantai Atap

Sumber: Peneliti, 2021



Gambar 4.6 Potongan Memanjang

Sumber: Peneliti, 2021



Gambar 4.7 Potongan Melintang

Sumber: Peneliti, 2021

4.2 Perhitungan Pembebanan

4.2.1 Pembebanan Gravitasi

Pembebanan gravitasi yang digunakan pada tugas akhir ini berdasarkan SNI 1727-2013, yaitu Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Beban gravitasi dalam perencanaan bangunan ini meliputi beban mati berat sendiri (*dead load*), beban mati tambahan (*super dead load*), beban hidup (*live load*), dan beban hidup atap.

A. Beban Mati Berat Sendiri

Beban mati (*dead load*) adalah berat seluruh komponen elemen struktural bangunan yang terdiri atas pelat, balok, kolom, dan dinding geser. Beban mati akan dihitung secara otomatis oleh peranti lunak SAP2000 V.14 dengan menggunakan berat jenis material beton 24 KN/m^3 dan berat jenis tulangan $78,5 \text{ KN/m}^3$.

B. Beban Mati Tambahan

Beban mati tambahan atau *super dead load* adalah berat komponen nonstruktural (arsitektural dan MEP) yang terdapat pada struktur bangunan.

Beban mati tambahan ditentukan sebagai berikut :

1. Beban mati pada pelat lantai dasar, terdiri dari :

- Berat Sendiri = $0,1 \times 2400 \text{ Kg/m}^3 = 240 \text{ Kg/m}^2$
- Keramik = $0,01 \times 2200 \text{ Kg/m}^3 = 22 \text{ Kg/m}^2$
- Spesi ($t = 2 \text{ mm}$) = $0,02 \times 2400 \text{ Kg/m}^3 = 48 \text{ Kg/m}^2$
- Beban total = 310 Kg/m^2

2. Beban mati pada pelat lantai 2 dan lantai 3, terdiri dari :

- Berat Sendiri = $0,12 \times 2400 \text{ Kg/m}^3 = 288 \text{ Kg/m}^2$
- Keramik = $0,01 \times 2200 \text{ Kg/m}^3 = 22 \text{ Kg/m}^2$
- Spesi ($t = 2 \text{ mm}$) = $0,02 \times 2400 \text{ Kg/m}^3 = 48 \text{ Kg/m}^2$
- Plafond = 25 Kg/m^2
- Instalasi listrik = 25 Kg/m^2

- Plumbing = 15 Kg/m²
 - Berat total = 423 Kg/m²
3. Beban mati pada pelat lantai atap, terdiri dari :
- Berat Sendiri = $0,1 \times 2400 \text{ Kg/m}^3$ = 240 Kg/m²
 - Plafond = 25 Kg/m²
 - Instalasi listrik = 25 Kg/m²
 - Plumbing = 15 Kg/m²
 - Berat total = 305 Kg/m²
4. Beban mati pada balok, terdiri dari :
- Dinding (Bata Ringan) = $600 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,12 \cdot 3,5$
= 252 Kg/m'
 - Dinding (Bata Ringan) area selasar, balkon dan balok lantai atap (1,5 m) = 108 Kg/m'

C. Beban Hidup

Beban hidup atau live load adalah beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung yang berasal dari barang atau orang yang dapat berpindah tempat sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap.

Beban hidup struktur bangunan ditentukan sebagai berikut :

1. Beban hidup pada pelat lantai gedung, terdiri dari :
- Koridor / selasar = 4,79 KN/m²
 - Setiap kamar = 1,92 KN/m²
 - Balkon kamar = 2,88 KN/m²
 - Balkon utama = 4,79 KN/m²
 - Kantor = 2,4 KN/m²
 - Janitor / pantry = 1,92 KN/m²
 - Pelat tangga = 4,79 KN/m²
2. Beban hidup pada pelat lantai atap :
- Beban hidup = 0,96 KN/m

4.2.2 Beban Gempa

Pembebanan gempa pada perancangan bangunan ini menggunakan analisis respons spektrum. Untuk memudahkan perencanaan gempa pada struktur gedung maka harus diketahui klasifikasi gedung tersebut sesuai dengan SNI 03-1726-2019 Pasal 7.3.2. dimana gedung tersebut didasarkan pada konfigurasi horizontal dan vertikal dari struktur.

Perhitungan beban gempa dengan metode analisa respons spektrum dilakukan dengan menggunakan perhitungan gempa secara manual dan disesuaikan dengan kota dimana bangunan tersebut akan dibangun. Perhitungan beban gempa dihitung sesuai dengan SNI 1726-2019.

Pengaruh Beban Seismik Horizontal, E_h harus ditentukan sesuai persamaan berikut: (pasal 7.4.2.1)

$$E_h = \rho \cdot Q_E$$

Dimana :

Q_E = pengaruh gaya seismic horizontal dari V atau F_p

ρ = faktor redudansi

Sehingga

$$E_h = \rho \cdot Q_E$$

$$= 1,3 Q_E$$

Pengaruh Beban Seismik Vertikal, E_v harus ditentukan sesuai persamaan berikut : (pasal 7.4.2.2)

$$E_v = 0,2 \cdot S_{DS} \cdot D$$

Dimana :

S_{DS} = Parameter percepatan respons spectral desain pada periode pendek

D = Simbol beban mati

Sehingga

$$E_v = 0,2S_{DS}D$$

$$S_{DS} = 0,676$$

$$0,2(0,562)D = 0,135D$$

Berdasarkan SNI 1726-2019 dan Program Respons Spektra Peta Gempa Indonesia 2019, pembebanan gempa untuk bangunan SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah) yang terletak di Kota Semarang memiliki parameter seperti pada tabel 4.1.

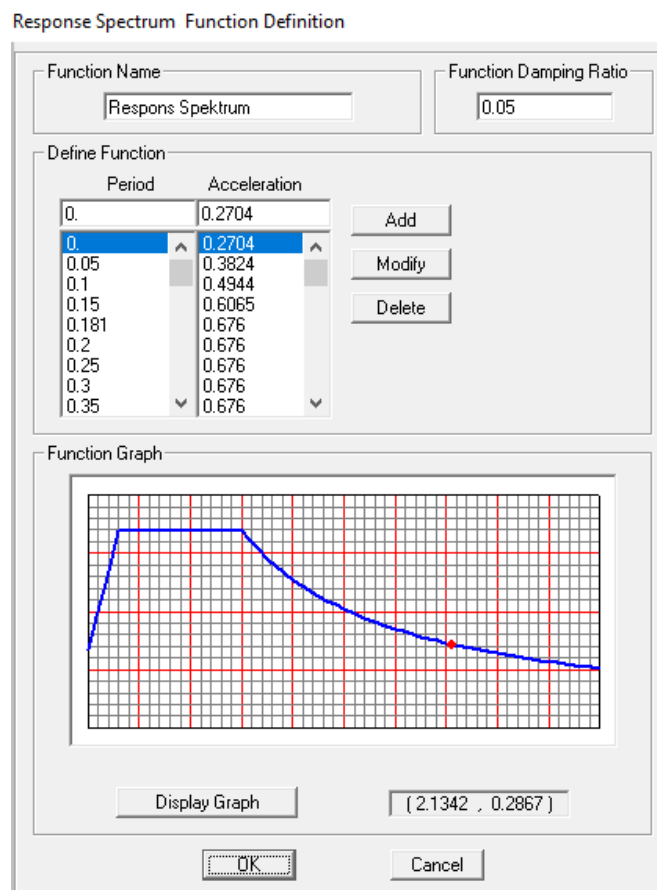
Tabel 4.1 Parameter Respons Spektra

Parameter Respons Spektra		
Kategori Risiko		II
Faktor Keutamaan	I_e	1
Klasifikasi Situs		SE (Tanah Lunak)
Percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode pendek	S_s	0,809
Percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode 1 detik	S_1	0,356
Faktor amplifikasi periode pendek	F_a	1,253
Faktor amplifikasi periode 1 detik	F_v	2,574
Percepatan pada periode pendek	S_{ms}	1,014
Percepatan pada periode 1 detik	S_{m1}	0,918
Percepatan desain pada periode pendek	SDS	0,676
Percepatan desain pada periode 1 detik	SDI	0,612

Parameter Respons Spektra		
Parameter periode	T_o	0,181
	T_s	0,905
Parameter Sistem Rangka Pemikul Momen		
Faktor koefisien modifikasi	R	5
Faktor kuat lebih system	Ω_o	3
Faktor pembesaran defleksi	C_d	4,5

Sumber: Peneliti, 2021

Dari parameter respons spectra di atas, spektrum respons desain sebagai berikut :



Gambar 4.8 Spektrum Respon Desain

Sumber: Peneliti, 2021

Tahap pertama dalam analisis respons spectra adalah perhitungan faktor skala. Faktor skala dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$\text{Faktor Skala} = \frac{g \times I}{R}$$

Dimana :

g = percepatan gravitasi (m/s²)

I = faktor keutamaan bangunan

R = faktor koefisien modifikasi

$$\text{Faktor Skala} = \frac{9,8 \times 1}{5} = 1,96$$

Tahap selanjutnya adalah pengecekan gaya geser dasar akibat beban dinamik tidak boleh kurang dari 85% gaya geser dasar akibat beban statik.

4.2.3 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi beban untuk metode ultimit struktur, komponen struktur elemen fondasi harus dirancang sedemikian rupa hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban terfaktor.

Berdasarkan SNI 1726-2019 pasal 4.2.2, kombinasi pembebanan terfaktor sebagai berikut :

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr atau R)
3. 1,2D + 1,6(Lr atau R) + (1,0 L atau 0,5 W)
4. 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5(Lr atau R)
5. 1,2D + 1,0E + 1,0L
6. 0,9D + 1,0W
7. 0,9D + 1,0E

Untuk nomor 5 dan 7 dengan beban gempa diatur oleh SNI 1726-2019 pasal 4.2.2.3. Faktor dan kombinasi beban untuk beban mati nominal, beban hidup nominal dan gempa nominal, yaitu sebagai berikut :

1. $(1,2+0,2SDS) D + 1L \pm 0,3 RSX \pm 1 RSY$
2. $(1,2+0,2SDS) D + 1L \pm 1 RSX \pm 0,3 RSY$
3. $(0,9-0,2SDS) \pm 0,3 RSX \pm 1 RSY$
4. $(0,9-0,2SDS) \pm 1 RSX \pm 0,3 RSY$

Dimana :

D = Beban mati, termasuk SID

L = Beban hidup

Lr = Beban hidup atap

R = Beban hujan

W = Beban angin

RSX = Beban gempa arah x

RSY = Beban gempa arah y

SDS = Parameter percepatan spectrum respons desain pada periode pendek

Berikut kombinasi pembebanan yang digunakan

Tabel 4.2 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi	D	L	R	Lr	W	RSX	RSY
Komb1	1,4						
Komb2	1,2	1,6	0,5				
Komb3	1,2	1,6		0,5			
Komb4	1,2	1		1,6			
Komb5	1,2			1,6	0,5		
Komb6	1,2	1	1,6				
Komb7	1,2		1,6		0,5		

Kombinasi	D	L	R	Lr	W	RSX	RSY
Komb8	1,2	1		0,5	1		
Komb9	1,2	1	0,5		1		
Komb10	0,9				1		
Komb11	1,335	1				1	0,3
Komb12	1,335	1				1	-0,3
Komb13	1,335	1				-1	0,3
Komb14	1,335	1				-1	-0,3
Komb15	1,335	1				0,3	1
Komb16	1,335	1				-0,3	1
Komb17	1,335	1				0,3	-1
Komb18	1,335	1				-0,3	-1
Komb19	0,765					1	0,3
Komb20	0,765					1	-0,3
Komb21	0,765					-1	0,3
Komb22	0,765					-1	-0,3
Komb23	0,765					0,3	1
Komb24	0,765					-0,3	1
Komb25	0,765					0,3	-1
Komb26	0,765					-0,3	-1
Envelope							

Sumber: Peneliti, 2021

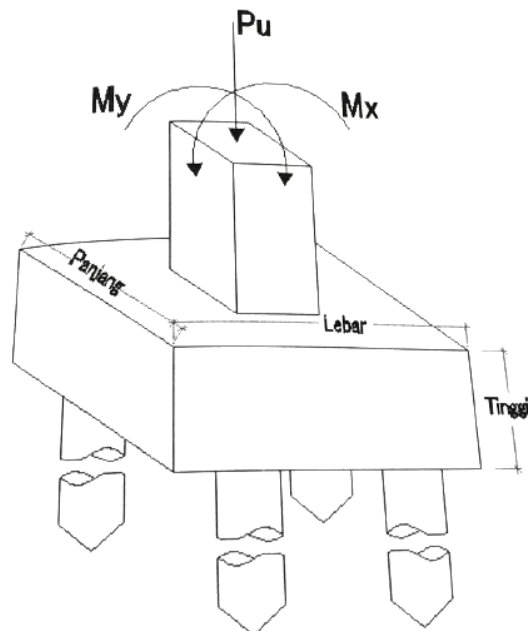
4.3 Perencanaan Pondasi (*Bored Pile* dan *Pile Cap*)

Berdasarkan output analisa SAP2000 V.14 diambil contoh tipe *joint reaction* terbesar sebagai perencanaan pondasi dengan gaya-gaya yang bekerja, sebagai berikut:

Tabel 4.3 Output Join Reaction Terbesar pada SAP2000

NO	Join Reaction	Gaya Vertical/Pu (ton)	Momen MX (t.m)	Momen MY (t.m)	Comb
1	48	89.1487	-2.29834	-0.51348	1D + 1L
	47	60.5291	3.15934	0.21112	1D + 1L
	76	43.0354	2.69521	1.46942	1D + 1L

Sumber: Peneliti, 2021

**Gambar 4.9 Sketsa Pondasi Bored Pile**

Sumber: Peneliti, 2021

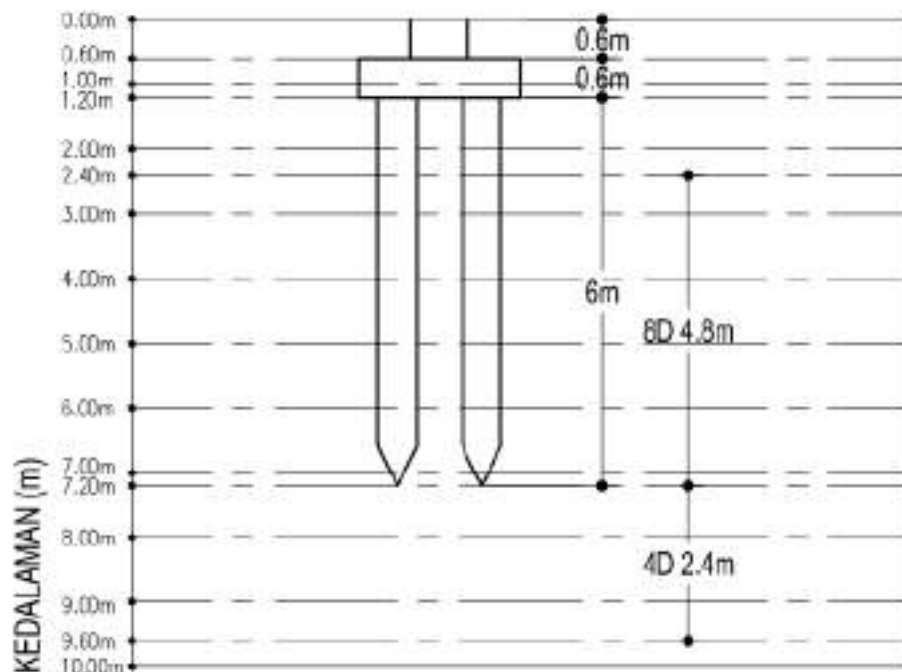
4.3.1 Hasil Uji Sondir/CPT Yang Digunakan

Berdasarkan penyelidikan tanah hasil test sondir/CPT, data yang digunakan untuk perhitungan pondasi yaitu lokasi 1, S-2 pada kedalaman 20m dengan $q_c = 50\text{kg/cm}^2$ dan $JHL = 1778\text{ kg/cm}$, ditampilkan pada lampiran 1.

4.3.2 Perhitungan Daya Dukung Ujung Tiang

Tahanan ujung tiang per satuan luas diambil $8d$ diatas dasar tiang sampai $4d$ dibawah tiang.

- Digunakan tiang dengan kedalaman = 6 m
- Digunakan tiang diameter = 60 cm
- Kedalaman $4d$ dibawah tiang ($qc1$) = $4 \times 0,6 = 2,4$ m
- Kedalaman $8d$ diatas dasar tiang ($qc2$) = $8 \times 0,6 = 4,8$ m
- Luas penampang tiang (A) = $\frac{1}{4} \pi D^2$
= 2826 cm^2
= $0,2826 \text{ m}^2$



Gambar 4.10 Awal Perencanaan Pondasi Bored Pile

Sumber: Peneliti, 2021

1. Nilai q_{c1} 8d diatas dasar tiang**Tabel 4.4 Nilai q_{c1} 8d Diatas Dasar Tiang**

No.	Kedalaman (m)	q_c (kg/cm ²)
1	2.4	10
2	2.6	15
3	2.8	10
4	3	12
5	3.2	15
6	3.4	20
7	3.6	15
8	3.8	20
9	4	15
10	4.2	8
11	4.4	10
12	4.6	12
13	4.8	10
14	5	15
15	5.2	18
16	5.4	15
17	5.6	18
18	5.8	20
19	6	25
20	6.2	30
21	6.4	35
22	6.6	30
23	6.8	35
24	7	40
25	7.2	35
$\sum q_c$		488
q_{c1} (rata-rata)		19.52

Sumber: Peneliti, 2021

2. Nilai qc_2 4d dibawah tiang

Tabel 4.5 Nilai qc_2 4d Dibawah Tiang

No.	Kedalaman (m)	qc (kg/cm ²)
1	7.2	35
2	7.4	30
3	7.6	35
4	7.8	40
5	8	45
6	8.2	50
7	8.4	45
8	8.6	45
9	8.8	30
10	9	35
11	9.2	30
12	9.4	30
13	9.6	25
$\sum qc$		475
qc_2 (rata-rata)		36.53846154

Sumber: Peneliti, 2021

Sehingga qc_u didapat,

$$\begin{aligned}
 qc_u &= \frac{qc_1 + qc_2}{2} \\
 &= \frac{19,52 + 36,538}{2} \\
 &= 28.03 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

4.3.3 Perhitungan Daya Dukung *Bored Pile*

A. Berdasarkan Kekuatan Bahan

$$\text{Mutu Beton } f_c' = 40 \text{ MPa} = 400 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{tiang}} &= \sigma_{\text{bahan}} \times A_{\text{tiang}} \\
 &= 400 \times 0,2826 \\
 &= 1130400 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

B. Berdasarkan Kekuatan Tanah

1. Akibat daya dukung tanah

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{tiang}} &= \frac{A_{\text{tiang}} \times q_{c_u}}{3} \\
 &= \frac{2826 \times 28,03}{3} \\
 &= 26404,26 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2. Akibat *cleef* (*friction pile*)

Perhitungan f_s untuk tiap kedalaman 20 cm :

Tabel 4.6 Perhitungan Friction Pile

Fs No.	Kedalaman (cm)	JHP (kg/cm)	Fs (kg/cm ²)
-		80	
Fs1	120	130	2.5
Fs2	140	110	-1
Fs3	160	120	0.5
Fs4	180	140	1
Fs5	200	162	1.1
Fs6	220	182	1
Fs7	240	192	0.5
Fs8	260	202	0.5
Fs9	280	212	0.5
Fs10	300	222	0.5
Fs11	320	232	0.5
Fs12	340	242	0.5
Fs13	360	252	0.5
Fs14	380	262	0.5
Fs15	400	272	0.5
Fs16	420	282	0.5
Fs17	440	292	0.5

Fs No.	Kedalaman (cm)	JHP (kg/cm)	Fs (kg/cm ²)
Fs18	460	302	0.5
Fs19	480	312	0.5
Fs20	500	322	0.5
Fs21	520	332	0.5
Fs22	540	342	0.5
Fs23	560	352	0.5
Fs24	580	372	1
Fs25	600	392	1
Fs26	620	412	1
Fs27	640	432	1
Fs28	660	452	1
Fs29	680	472	1
Fs30	700	492	1
Fs31	720	512	1
$\sum f_{sn}$			21.6
fs (rata-rata)			0.69677419

Sumber: Peneliti, 2021

Daya dukung akibat fs

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{tiang}} &= \frac{(\pi D) \cdot L \cdot fs}{5} \\
 &= \frac{\pi 60 \cdot 600 \cdot 0,696}{5} \\
 &= 15735,168 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Daya Dukung Akibat Kombinasi Kekuatan Tanah Dan fs

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total tiang}} &= 26404,26 + 15735,168 \\
 &= 42139,428 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Daya Dukung Akibat Ultimit Tiang

$$W_{\text{tiang}} = 2400 \times 0.2826 \times 0,6$$

$$= 406,994 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{tiang}} = 26404,26 + 15735,168 - 406,994$$

$$= 41732,434 \text{ kg}$$

4.3.4 Perencanaan *Bored Pile*

Dari kedua perhitungan daya dukung diatas diambil yang terkecil yaitu 41732,434 kg.

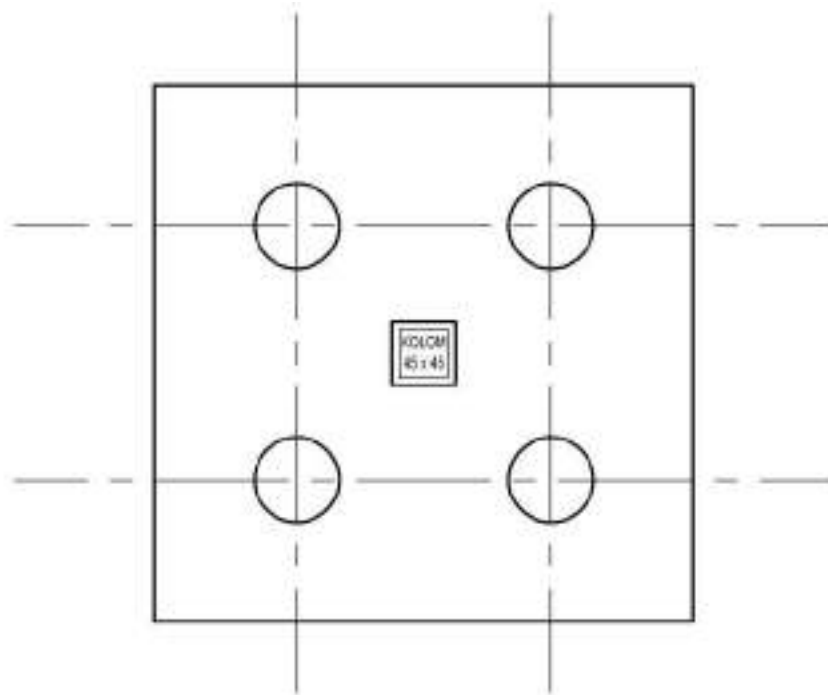
A. Jumlah tiang (n)

$$n = \frac{89148,7}{41732,434} = 2,136 \rightarrow 4 \text{ buah } \textit{Bored Pile}$$

Dipakai 4 buah *bored pile* dengan susunan sebagai berikut:

m (jumlah baris tiang) = 2

n (jumlah tiang dalam satu baris) = 2



Gambar 4.11 Skema Konfigurasi Bored Pile

Sumber: Peneliti, 2021

B. Jarak Antar Tiang (S)

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{1,57 \times D \times m \times n}{m + n - 2} \\
 &= \frac{1,57 \times 0,6 \times 2 \times 2}{2 + 2 - 2} \\
 &= 1,884 \text{ m}
 \end{aligned}$$

C. Jarak Tiang Ke Tepi Poer/Pile Cap

$$\begin{aligned}
 S' &= 1,5D \\
 &= 1,5 \times 0,6 \\
 &= 0,9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

D. Kontrol Perhitungan

1. Kontrol Jarak Antar Tiang

$$\begin{aligned}
 2,5D &\leq S \leq 3D \\
 (2,5 \times 0,6) &\leq S \leq (3 \times 0,6) \\
 1,5 &\leq S \leq 1,8
 \end{aligned}$$

S dipakai 1,8 m, maka

$$1,5 \leq 1,8 \leq 1,8 \quad \text{(Memenuhi)}$$

2. Kontrol Jarak Tiang Ke Tepi Poer

$$\begin{aligned}
 1,5D &\leq S' \leq 2D \\
 (1,5 \times 0,6) &\leq S' \leq (2 \times 0,6) \\
 0,9 &\leq S' \leq 1,2
 \end{aligned}$$

S', dipakai 1 m, maka

$$0,9 \leq 1 \leq 1,2 \quad \text{(Memenuhi)}$$

3. Efisiensi kelompok tiang

Dihitung dengan Formula *Converse – Labarre*

$$E_g = 1 - \left[\frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{90 \cdot m \cdot n} \right] \times \theta$$

$$\theta = \tan^{-1} (D/S)$$

$$= 18,434$$

$$E_g = 1 - \left[\frac{(2-1) \times 2 + (2-1) \times 2}{90 \times 2 \times 2} \right] \times 18,434$$

$$= 0,795 < 1$$

(Memenuhi)

4. Daya Dukung kelompok tiang

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{group}} &= E_g \times n \times Q_{\text{tiang}} \\
 &= 0,795 \times 4 \times 41732,434 \\
 &= 132709,14 \text{ kg} < 89148,7 \text{ kg} \quad \text{(Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

5. Kontrol $\sum V_u$ dimana, $\sum V_u = (P_u + \text{berat poer}) < Q_{\text{group}}$

Perhitungan beban poer :

$$L \text{ poer} = 3,8 \text{ m}$$

$$B \text{ poer} = 3,8 \text{ m}$$

$$H \text{ poer} = 0,6 \text{ m}$$

$$L \text{ kolom} = 0,45 \text{ m}$$

$$B \text{ kolom} = 0,45 \text{ m}$$

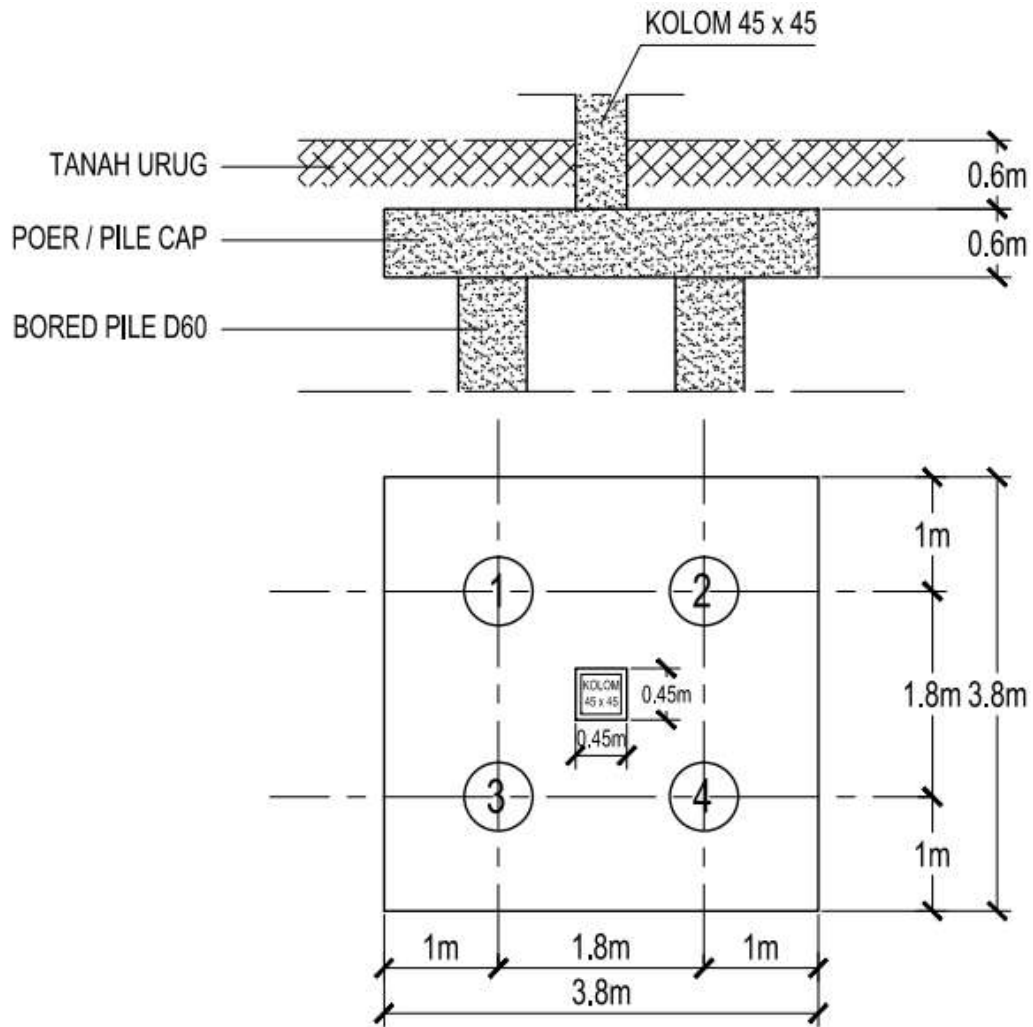
$$H \text{ Kolom} = 0,6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pouer} &= [(3,8 \cdot 3,8 \cdot 0,6) + (0,45 \cdot 0,45 \cdot 0,6)] \cdot 2400 \\
 &= (8,664 + 0,1215) \cdot 2400 \\
 &= 21085,2 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tanah Urug} &= [(3,8 \cdot 3,8 \cdot 0,6) - (0,45 \cdot 0,45 \cdot 0,6)] \cdot 1700 \\
 &= (8,664 - 0,1215) \cdot 1700 \\
 &= 14522,25 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum V_u &= \text{Berat sendiri poer} + \text{Berat tanah urug} + P_u \\
 &= 21085,2 + 14522,25 + 89148,7 \\
 &= 124756,15 \text{ kg} < Q_{\text{group}} = 132709,14 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

(Memenuhi)



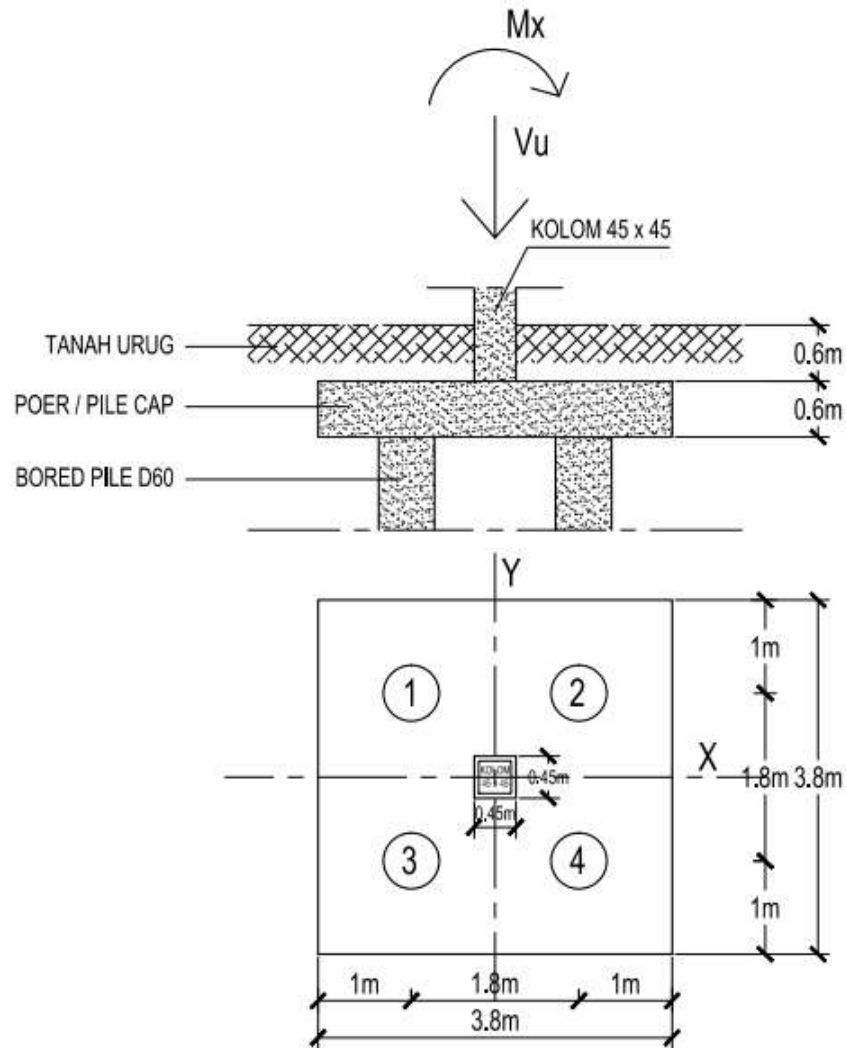
Gambar 4.12 Perencanaan Pile Cap

Sumber: Peneliti, 2021

4.3.5 Perhitungan Beban Yang Diterima Oleh Bored Pile

Mencari Beban Tiang Maksimum :

$$P_{\max} = \frac{\sum V_u}{n} \pm \frac{M_y \cdot X_{\max}}{n_y \cdot \sum X^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_{\max}}{n_x \cdot \sum Y^2}$$



Gambar 4.13 Beban Yang Bekerja Pada Pile Cap

Sumber: Peneliti, 2021

Dimana :

$$\sum V_u = 124756,15 \text{ kg}$$

$$M_x = 3159,34 \text{ Kg.m}$$

$$n = 4 \text{ tiang}$$

$$M_y = 1469,42 \text{ Kg.m}$$

$$\sum X^2 = 2 \cdot 2 \cdot 0,9^2 = 3,24 \text{ m}^2$$

$$\sum Y^2 = 2 \cdot 2 \cdot 0,9^2 = 3,24 \text{ m}^2$$

Sehingga,

$$P_{\max} = \frac{124756,15}{4} + \frac{1469,42 \cdot 0,9}{2 \cdot 3,24} + \frac{3159,34 \cdot 0,9}{2 \cdot 3,24}$$

$$= 31831,920 \text{ kg} < Q_{\text{tiang}} = 41732,434 \text{ kg} \quad (\text{Memenuhi})$$

Perhitungan untuk nilai P untuk masing-masing tiang ditabelkan dibawah ini:

Tabel 4.7 Beban Yang Diterima Oleh Masing-masing Bored Pile

	P (kg)
P1	31831,920
P2	31831,920
P3	31831,920
P4	31831,920

Sumber: Peneliti, 2021

4.3.6 Perhitungan Penulangan *Pile Cap*

A. Data Perencanaan

- Gaya Aksial = 89148,7 kg.m
- L = 3,8 m
- B = 3,8 m
- Tebal Pile Cap = 600 cm
- Selimut Beton = 75 cm Tabel 20.6.1.3.1
(SNI 2847-2019)
- Mutu Beton (f_c') = 25 MPa
- Mutu Tulangan Lentur (f_y) = 400 MPa
- Mutu Tulangan Geser (f_{ys}) = 400 Mpa

B. Perhitungan Momen

Untuk penulangan lentur, poer dianalisa sebagai balok kantilever 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. Berikut ini contoh perhitungan penulangan *pile cap* pada tipe PC3.

1. Momen Arah X

$$P_{\max} = 31831,920 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} M_x &= 2 \times 31831,920 \times 0,5 \\ &= 31831,920 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

2. Momen Arah Y

$$P_{\max} = 31831,920 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} M_y &= 2 \times 31831,920 \times 0,5 \\ &= 31831,920 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

C. Perhitungan Penulangan Pile Cap Arah X

$$M_u = 31831,920 \text{ kg.m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{31831,920}{0,8} = 39789,9 \text{ kg.m} = 39789,9 \cdot 10^4 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} d_x &= h - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2} \cdot \text{diameter tulangan tarik} \times \\ &= 600 - 75 - (\frac{1}{2} \cdot 16) \\ &= 517 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d_x^2} = \frac{397899000}{1000 \cdot 517^2} = 1,488 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} \\ &= \frac{400}{0,85 \cdot 25} \\ &= 18,824 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ MPa}} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \left(\frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \right) \left(\frac{600}{600+f_y} \right) \\ &= 0,75 \left(\frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \right) \left(\frac{600}{600+400} \right) \\ &= 0,0203 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{F_y}} \right) \\ &= \frac{1}{18,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 1,488}{400}} \right) \\ &= 0,0039\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\min} &< \rho < \rho_{\max} \\ 0,0035 &< 0,0039 < 0,0203\end{aligned} \quad \text{(Memenuhi)}$$

Perhitungan Tulangan Lentur

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0039 \times 1000 \times 517 = 1996,65 \text{ mm}^2$$

Direncanakan tulangan D16 mm untuk tulangan lentur pada *pile cap*.

Jumlah Tulangan

$$\begin{aligned}n &= \frac{A_{s_{\text{perlu}}}}{\text{Luasan tulangan}} \\ n &= \frac{1996,65 \text{ mm}^2}{0,25 \cdot \pi \cdot (16 \text{ mm})^2} \\ n &= 9,935 \cong 10 \text{ buah}\end{aligned}$$

Dipasang tulangan lentur **10 D16**

Jarak Antar Tulangan (s)

$$S = \frac{b}{n} = \frac{1000}{10} = 100 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}A_{s_{\text{pakai}}} &= n \times A_{s_{\text{tul.tarik}}} \\ &= 10 \times 0,25 \cdot \pi \cdot (16 \text{ mm})^2 \\ &= 2009,6 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{aligned}A_{s_{\text{pakai}}} &> A_{s_{\text{perlu}}} \\ 2009,6 \text{ mm}^2 &> 1996,65 \text{ mm}^2\end{aligned} \quad \text{(Memenuhi)}$$

Digunakan tulangan lentur *pile cap* arah X **D16-100 mm**.

D. Perhitungan Penulangan Pile Cap Arah Y

$$M_u = 31831,920 \text{ kg.m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{31831,920}{0,8} = 39789,9 \text{ kg.m} = 39789,9 \cdot 10^4 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} d_y &= h - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2} \cdot \text{diameter tulangan tarik} \\ &= 600 - 75 - (\frac{1}{2} \cdot 16) \\ &= 517 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d_y^2} = \frac{397899000}{1000 \cdot 517^2} = 1,488 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} \\ &= \frac{400}{0,85 \cdot 25} \\ &= 18,824 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ MPa}} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \left(\frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \right) \left(\frac{600}{600+f_y} \right) \\ &= 0,75 \left(\frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \right) \left(\frac{600}{600+400} \right) \\ &= 0,0203 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{F_y}} \right) \\ &= \frac{1}{18,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 1,488}{400}} \right) \\ &= 0,0039 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0035 < 0,0039 < 0,0203$$

(Memenuhi)

Perhitungan Tulangan Lentur

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0039 \times 1000 \times 517 = 1996,65 \text{ mm}^2$$

Direncanakan tulangan D16 mm untuk tulangan lentur pada *pile cap*.

Jumlah Tulangan

$$n = \frac{A_{S_{\text{perlu}}}}{\text{Luasan tulangan}}$$

$$n = \frac{1996,65 \text{ mm}^2}{0,25 \cdot \pi \cdot (16 \text{ mm})^2}$$

$$n = 9,935 \cong 10 \text{ buah}$$

Dipasang tulangan lentur **10 D16**

Jarak Antar Tulangan (s)

$$S = \frac{b}{n} = \frac{1000}{10} = 100 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{pakai}}} &= n \times A_{S_{\text{tul.tarik}}} \\ &= 10 \times 0,25 \cdot \pi \cdot (16 \text{ mm})^2 \\ &= 2009,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

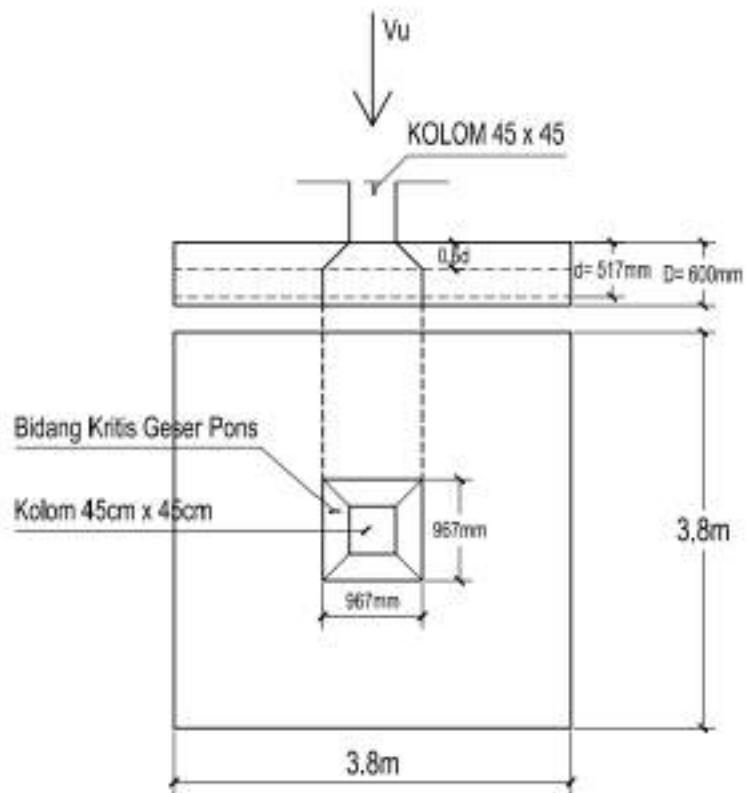
Kontrol luas tulangan :

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{pakai}}} &> A_{S_{\text{perlu}}} \\ 2009,6 \text{ mm}^2 &> 1996,65 \text{ mm}^2 \quad \text{(Memenuhi)} \end{aligned}$$

Digunakan tulangan lentur *pile cap* arah Y **D16-100 mm**.

4.3.7 Kontrol Geser Pons (Gaya Geser Dua Arah Sumbu)

Geser pons terhadap kolom



Gambar 4.14 Skema Geser Pons Terhadap Kolom

Sumber: Peneliti, 2021

- Dimensi kolom = 45 x 45 cm
- Tebal *pile cap* = 600 mm = 0,60 m
- Tebal selimut beton = 75 mm
- Diameter tulangan pokok = 16 mm
- Mutu beton (f_c') = 25 Mpa = 2,5 kg/mm²
- Tinggi efektif (d) = $600 - 75 - (1/2 \cdot 16) = 517$ mm

Bidang Kritis Geser Pons

b kolom = 450 mm

h kolom = 450 mm

b' = $450 + 517 = 967$ mm

h' = $450 + 517 = 967$ mm

Keliling bidang kritis geser pons (b_o)

$$\begin{aligned} b_o &= 2 \times (b' + h') \\ &= 2 \times (967 + 967) \\ &= 3868 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kuat geser beton maksimum

$$\begin{aligned} V_c &= \left(\frac{\sqrt{f_c}}{f_c} \right) \times b_o \times d \\ &= \left(\frac{\sqrt{2,5}}{2,5} \right) \times 3868 \times 517 \\ &= 1264756,745 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,6 \times 1264756,745 \\ &= 758854,047 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Maka } V_u = 89148,7 \text{ kg} < \phi V_c = 758854,047 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

Karena $V_u < \phi V_c$, maka tidak diperlukan tulangan geser terhadap kolom dan poer aman terhadap geser pons akibat kolom.

4.3.8 Perhitungan Penulangan *Bored Pile*

Perhitungan pondasi tiang pancang di asumsikan seperti perhitungan kolom bulat.

Data Perencanaan:

- M_u = 3159,34 kg.m
- P_u = 89148,7 kg
- Mutu Beton (f_c') = 40 Mpa = 4 kg/mm²
- Mutu Baja (f_y) = 400 Mpa = 40 kg/mm²
- E_y = f_y/E_s = 400/200000 = 0,002
- Dimensi tiang = 60 cm
- Berat jenis beton = 2400 kg/cm³
- ϕ Tulangan (Ulir) = 19 mm
- ϕ Sengkang (Ulir) = 10mm
- Tebal Selimut Beton = 50 mm

Tebal efektif selimut beton

$$\begin{aligned} d' &= \text{tebal selimut beton} + \phi \text{ sengkang} + \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan pokok} \\ &= 50 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 19 \\ &= 69,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{\text{efektif}} &= d_{\text{tiang}} - (2 \times 68) \\ &= 600 - (2 \times 69,5) = 461 \text{ mm} \end{aligned}$$

Luas penampang *bored pile*

$$\begin{aligned} A_g &= \frac{1}{4} \pi 600^2 \\ &= 282600 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Luas tulangan penampang baja (A_{st})

Luas penampang tulangan baja disyaratkan minimum 1% dari luas penampang tiang. Dalam perencanaan digunakan 1% dari luas penampang tiang.

$$\begin{aligned} A_{st} &= 1\% \cdot A_g \\ &= 1\% \cdot 282600 = 2826 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan (n)

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_{st}}{\text{Luasan tulangan}} \\ n &= \frac{2826 \text{ mm}^2}{0,25 \cdot \pi \cdot (19 \text{ mm})^2} \\ n &= 9,972 \cong 10 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{Spakai} &= n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 10 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19^2 \\ &= 2833,85 \text{ mm}^2 > A_{st} = 2826 \text{ mm}^2 \quad \text{(OK)} \end{aligned}$$

Jarak tulangan pokok (s)

$$\begin{aligned} n &= \frac{\pi \text{ defektif}}{n} \\ &= \frac{\pi 416}{10} \\ &= 144,754 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tulangan geser spiral

$$V_n = \frac{P_u}{\phi}$$

$$= \frac{89148,7}{0,75} = 118864,933 \text{ kg}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{40} \times 600 \times 461$$

$$= 291562 \text{ kg}$$

Cek Kondisi $fV_n > fV_c$

$$fV_n = \frac{V_n}{d \times d'}$$

$$= \frac{118864,933}{600 \times 461} = 0,429$$

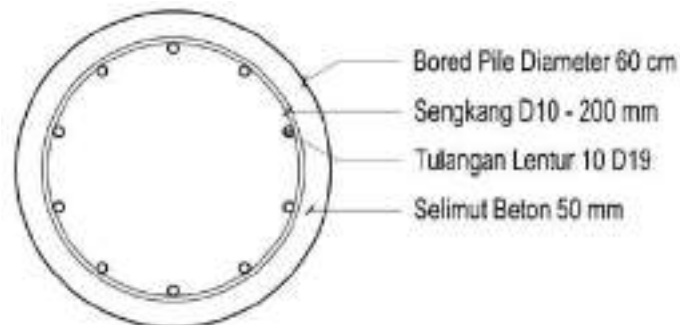
$$fV_c = \frac{V_c}{d \times d'} \times \phi$$

$$= \frac{291562}{600 \times 461} \times 0,75 = 0,79$$

$fV_n > fV_c$

$0,429 < 0,79$, Maka dipakai tulangan praktis

Digunakan tulangan geser spiral **D10 – 200 mm**.



Gambar 4.15 Perencanaan Penulangan Bored Pile

Sumber: Peneliti, 2021

4.3.9 Kesimpulan Perencanaan Pondasi

A. Bored Pile

- Tipe = P1
- Jumlah Bored Pile = 4 Tiang
- Dimensi = Diameter 60 cm
- Kedalaman = 6 m

- f_c' = 40 Mpa
- f_y Pokok = 400 Mpa
- f_y Sengkang = 400 Mpa
- Selimut Beton = 50 mm
- Tulangan Pokok = 10 D19
- Tulangan Geser Spiral = D10 – 200 mm

B. *Pile Cap*

- Tipe = PC3
- Panjang = 3,8 m
- Lebar = 3,8 m
- Tebal = 6 m
- f_c' = 25 Mpa
- f_y = 400 Mpa
- Selimut Beton = 75 mm
- Tul. Arah X = D16 – 100 mm
- Tul. Arah Y = D16 – 100 mm

4.4 Perencanaan Kolom

4.4.1 Data Perencanaan Kolom

- Tipe kolom = K1
- As kolom = A-10
- Tinggi kolom atas = 3400 mm
- Tinggi kolom bawah = 4150 mm
- b kolom = 450 mm
- h kolom = 450 mm
- Kuat tekan beton (f_c') = 25 MPa
- Modulus elastisitas beton (E_c) = 23500 MPa
- Modulus elastisitas baja (E_s) = 200000 MPa
- Kuat leleh tulangan lentur (f_y lentur) = 400 MPa
- Kuat leleh tulangan geser (f_y geser) = 400 Mpa

- Diameter tulangan lentur (D) = 16 mm
- Diameter tulangan geser (D) = 10 mm
- Jarak spasi tulangan sejajar = 30 mm

SNI 2847-2019 Pasal 25.2.1

- Tebal selimut (decking) = 40 mm

SNI 2847-2019 Tabel 20.6.1.3.1

- Faktor β_1 = 0,85

SNI 2847-2019 Tabel 22.2.2.4.3

- Faktor reduksi kekuatan lentur (ϕ) = 0,90

SNI 2847-2019 Tabel 21.2.2

- Faktor reduksi kekuatan geser (ϕ) = 0,75

SNI 2847-2019 Tabel 21.2.2

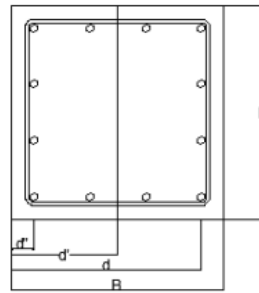
4.4.2 Data Perhitungan Penulangan Kolom

a. Lebar Efektif Kolom

$$\begin{aligned}
 d &= b - \text{decking} - D \text{ sengkang} - \frac{1}{2} D \text{ tulangan lentur} \\
 &= 450 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 16 \\
 &= 392 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d' &= \text{decking} + D \text{ sengkang} + \frac{1}{2} D \text{ tulangan lentur} \\
 &= 40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 16 \\
 &= 58 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d'' &= b - \text{decking} - D \text{ sengkang} + \frac{1}{2} D \text{ tulangan lentur} - \frac{1}{2} b \\
 &= 450 - 40 - 10 + \frac{1}{2} \cdot 16 - \frac{1}{2} \cdot 450 \\
 &= 183 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.16 Lebar Efektif Kolom

Sumber: peneliti 2021

b. Hasil Output Kolom SAP2000 V.14

Setelah dilakukan analisa menggunakan program bantu struktur SAP2000 V.14, maka didapatkan hasil perhitungan struktur dan diagram gaya dalam. Hasil dari program bantu struktur SAP2000 V.14 dapat digunakan pada proses perhitungan penulangan kolom.

Untuk hasil analisa perhitungan tulangan balok, diambil momen terbesar dari beberapa kombinasi akibat beban gravitasi dan gempa. Kombinasi “*Envelope*” merupakan kombinasi kritis di dalam permodelan.

Hasil Output Gaya Aksial

Berdasarkan hasil output SAP2000 kolom As A-10 didapatkan diagram Analisa sebagai berikut :

Kombinasi = *Envelope*

Nilai Pu = 300642,39 N



Gambar 4.17 Diagram Gaya Aksial Kolom As A-10

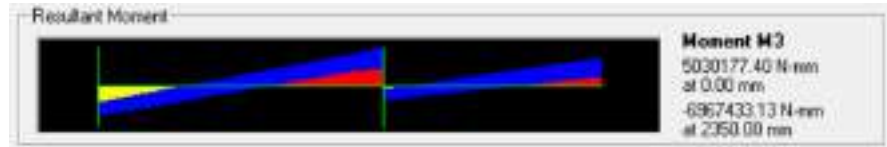
Sumber: Peneliti, 2021

Hasil Output Momen

Sumbu x

Kombinasi : *Envelope*

Nilai M3 : 6967433,13 N.mm



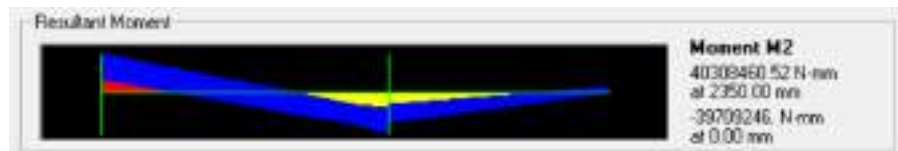
Gambar 4.18 Diagram M3 Kolom As A-10

Sumber: Peneliti, 2021

Sumbu y

Kombinasi : *Envelope*

Nilai M2 : 40308460,52 N.mm



Gambar 4.19 Diagram M2 Kolom As A-10

Sumber: Peneliti, 2021

Hasil Output Gaya Geser

Sumbu x

Kombinasi : *Envelope*

Nilai V3 : 34050,09 N



Gambar 4.20 Diagram V3 Kolom As A-10

Sumber: Peneliti, 2021

Sumbu y

Kombinasi : *Envelope*

Nilai V2 : 5074,52 N



Gambar 4.21 Diagram V2 Kolom As A-10

Sumber: Peneliti, 2021

4.4.3 Perhitungan Tulangan Lentur

A. Menghitung kontrol kelangsingan kolom

- Kolom (450 x 450) mm²

$$I_g = 0,7 \times 1/12 \times b \times h^3$$

$$I_g = 0,7 \times 1/12 \times 450 \times 450^3$$

$$I_g = 2392031250 \text{ mm}^4$$

$$EI_k = E_c \times I_g$$

$$EI_k = 23500 \times 2392031250$$

$$EI_k = 56212734375000 \text{ N.mm}^2$$

- Balok memanjang G4.1(350 x 450) mm²

$$I_g = 0,7 \times 1/12 \times b \times h^3$$

$$I_g = 0,7 \times 1/12 \times 350 \times 450^3$$

$$I_g = 1860468750 \text{ mm}^4$$

$$EI_{b1} = E_c \times I_g$$

$$EI_{b1} = 23500 \times 1860468750$$

$$EI_{b1} = 43721015625000 \text{ N.mm}^2$$

- Balok melintang G1.1 (250 x 550) mm²

$$I_g = 0,7 \times 1/12 \times b \times h^3$$

$$I_g = 0,7 \times 1/12 \times 250 \times 550^3$$

$$I_g = 2426302083 \text{ mm}^4$$

$$EI_{b2} = E_c \times I_g$$

$$EI_{b2} = 23500 \times 2426302083$$

$$EI_{b2} = 57018098958333 \text{ N.mm}^2$$

➤ Tie Beam memanjang TB1 (250 x 450) mm²

$$I_g = 0,7 \times 1/12 \times b \times h^3$$

$$I_g = 0,7 \times 1/12 \times 250 \times 450^3$$

$$I_g = 1328906250 \text{ mm}^4$$

$$EI_{tb} = E_c \times I_g$$

$$EI_{tb} = 23500 \times 1328906250$$

$$EI_{tb} = 31229296875000 \text{ N.mm}^2$$

Kekakuan Kolom Atas

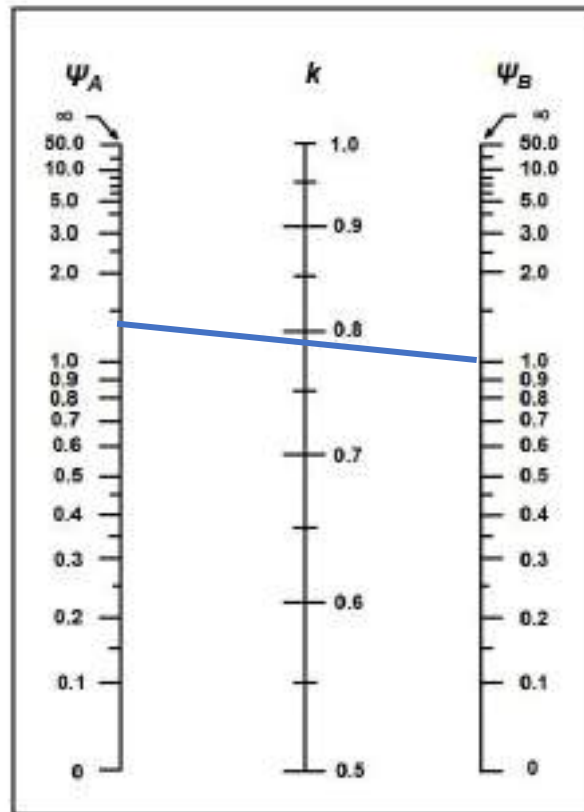
$$\Psi_a = \frac{\sum \left(\frac{EI}{L}\right) \text{ kolom atas}}{\left(\frac{EI}{L}\right)_{B1} + \left(\frac{EI}{L}\right)_{B2}}$$

$$\Psi_a = \frac{\left(\frac{56212734375000}{4150}\right) + \left(\frac{56212734375000}{3400}\right)}{\left(\frac{43721015625000}{4250}\right) + \left(\frac{57018098958333}{5400}\right)}$$

$$\Psi_a = 1,44$$

Kekakuan Kolom Bawah

$$\Psi_b = 1 \text{ (terjepit pada pondasi)}$$



Gambar 4.22 Diagram Monogram Untuk Menentukan Faktor Panjang Efektif (Rangka Tidak Bergoyang)

Sumber : SNI 2847-2019 R6.2.5

Dari monogram diatas didapatkan nilai $k = 0,79$

Menghitung jari-jari inersia (r)

Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 6.2.5.1 (b))

$$r = 0,3 \times h$$

$$r = 0,3 \times 450$$

$$r = 135 \text{ mm}$$

Kontrol kelangsingan

$$\lambda = \frac{k \cdot l_n}{r} \leq 22$$

$$\lambda = \frac{0,79 \cdot 3550}{135} \leq 22$$

$$\lambda = 20,77 \leq 22 \quad (\text{kelangsingan kolom diabaikan})$$

Sesuai dengan **SNI 2847-2019 Pasal 6.2.5(a)** maka termasuk kolom langsing.

B. Mencari ρ_{perlu} Dari Diagram Interaksi

$$N_{\text{od}} = \frac{P_u}{f_c' \cdot b \cdot h}$$

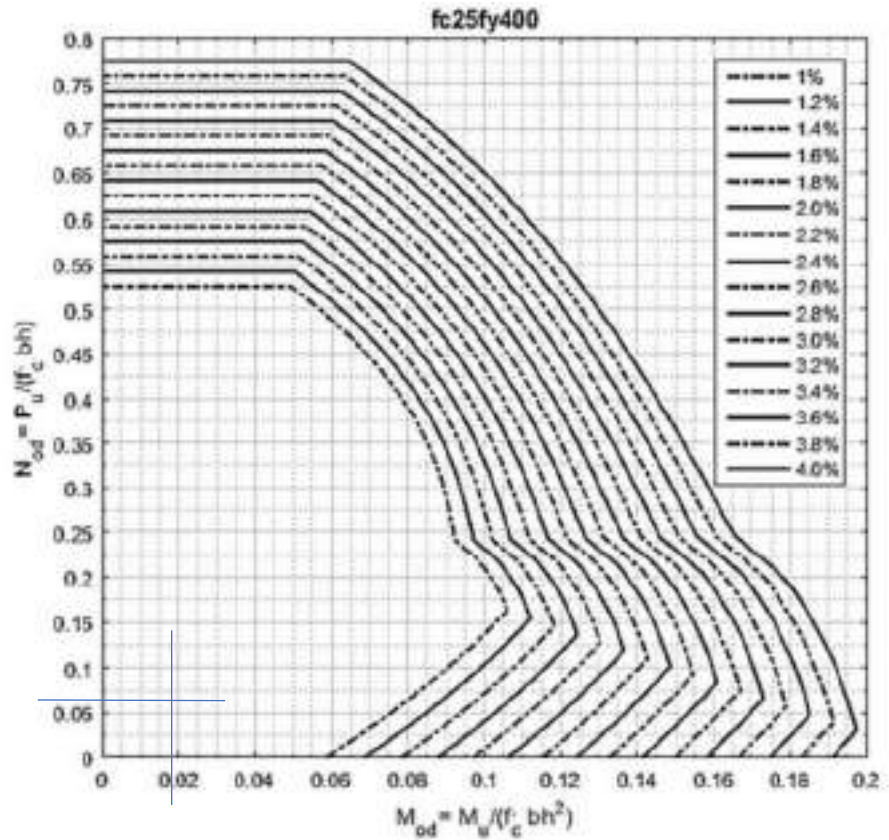
$$N_{\text{od}} = \frac{300642,39}{25 \cdot 450 \cdot 450}$$

$$N_{\text{od}} = 0,059$$

$$M_{\text{od}} = \frac{M_u}{f_c' \cdot b \cdot h^2}$$

$$M_{\text{od}} = \frac{40308460,52}{25 \cdot 450 \cdot 450^2}$$

$$M_{\text{od}} = 0,018$$



Gambar 4.23 Diagram Interaksi Fc25fy400

Sumber : Arfiadi, 2016

Maka didapatkan $\rho_{\text{perlu}} = 1\% = 0,01$

C. Mencari Tulangan Lentur yang Dibutuhkan

$$A_s = \rho_{\text{perlu}} \times b \times h$$

$$A_s = 0,01 \times 450 \times 450$$

$$A_s = 2025 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan D16, maka luas tulangan :

$$\text{Luas tulangan} = 1/4 \times \pi \times D^2$$

$$\text{Luas tulangan} = 1/4 \times 3,14 \times 16^2$$

$$\text{Luas tulangan} = 200,96 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur pasang

$$n = \frac{A_s}{\text{Luas tulangan D16}}$$

$$n = \frac{2025 \text{ mm}^2}{200,96 \text{ mm}^2}$$

$$n = 10,07 \approx 12$$

Luas tulangan lentur pasang.

$$A_s' = n \times (1/4 \times \pi \times D^2)$$

$$A_s' = 12 \times (1/4 \times \pi \times 16^2)$$

$$A_s' = 2411,52 \text{ mm}^2$$

Kontrol tulangan :

$$A_s' > A_s$$

$$2411,52 \text{ mm}^2 > 2025 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(Memenuhi)}$$

Persentase tulangan terpasang :

$$\text{Persentase} = \frac{A_s'}{b \times h} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{2411,52 \text{ mm}^2}{450 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = 1,1 \% < 8\% \quad \textbf{(Memenuhi)}$$

Mencari nilai e min dan e perlu

$$P_n = \frac{300642,39}{0,65}$$

$$P_n = 462526,75 \text{ N}$$

$$M_n = \frac{40308460,52}{0,65}$$

$$M_n = 62013016,18 \text{ N.mm}$$

$$e \text{ perlu} = M_n / P_n$$

$$e \text{ perlu} = 62013016,18 / 462526,75$$

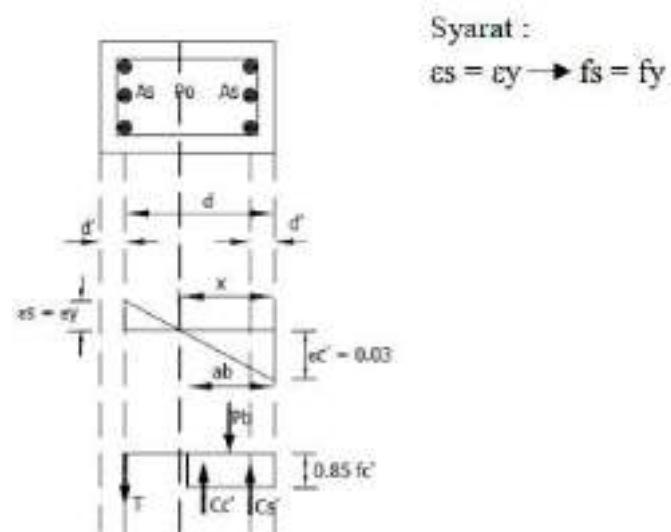
$$e \text{ perlu} = 134,07 \text{ mm}$$

$$e \text{ min} = 15,24 + (0,03 \cdot h)$$

$$e \text{ min} = 15,24 + (0,03 \cdot 450)$$

$$e \text{ min} = 28,74 \text{ mm}$$

Cek kondisi balance



Gambar 4.24 Kondisi Balance Kolom

Sumber : Peneliti, 2021

$$d = 392 \text{ mm}$$

$$d' = 58 \text{ mm}$$

$$d'' = 183 \text{ mm}$$

$$x_b = \frac{600}{600 + f_y} d$$

$$x_b = \frac{600}{600 + 400} 392$$

$$x_b = 235,2 \text{ mm}$$

$$a_b = \beta_1 \cdot x_b$$

$$a_b = 0,85 \cdot 235,2$$

$$a_b = 199,92 \text{ mm}$$

$$C_s' = A_s' \cdot (f_y - 0,85 \cdot f_c')$$

$$C_s' = 2411,52 \cdot (400 - (0,85 \cdot 25))$$

$$C_s' = 913363,2 \text{ N}$$

$$C_c' = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot \beta_1 \cdot x_b$$

$$C_c' = 0,85 \cdot 25 \cdot 450 \cdot 0,85 \cdot 235,2$$

$$C_c' = 1911735 \text{ N}$$

$$T = A_s' \cdot f_y$$

$$T = 2411,52 \cdot 400$$

$$T = 964608 \text{ N}$$

$$\Sigma V = 0 \rightarrow P_b = C_c' + C_s' - T$$

$$P_b = 1911735 + 913363,2 - 964608$$

$$P_b = 1860490,2 \text{ N}$$

$$M_b = C_c' (d - d'' - 1/2 a_b) + C_s' (d - d'' - d') + T \cdot d''$$

$$M_b = 1911735 (392 - 183 - 1/2 \cdot 199,92) + 913363,2 (392 - 183 - 58) + 964608 \cdot 183$$

$$M_b = 522896691,6 \text{ N.mm}$$

$$e_b = M_b / P_b$$

$$e_b = 522896691,6 / 1860490,2$$

$$e_b = 281,05 \text{ mm}$$

Kontrol kondisi :

$$e_{\min} < e_{\text{perlu}} < e_{\text{balance}} \quad (\text{Tekan menentukan})$$

$$e_{\min} < e_{\text{perlu}} > e_{\text{balance}} \quad (\text{Tarik menentukan})$$

Maka,

$$28,74 \text{ mm} < 134,07 \text{ mm} < 281,05 \text{ mm}$$

Kolom termasuk dalam kondisi tekan menentukan

Kontrol kondisi tekan menentukan

Syarat :

$$e < e_b$$

$$28,74 \text{ mm} < 281,05 \text{ mm} \quad (\text{Memenuhi})$$

$$P < P_b$$

$$\epsilon_s < \epsilon_y \rightarrow f_s < f_y$$

Mencari nilai x

$$a = 0,54 \cdot d$$

$$0,85 \cdot x = 0,54 \cdot 392$$

$$x = 249,03 \text{ mm}$$

Mencari nilai a

$$a = 0,85 \cdot x$$

$$a = 0,85 \cdot 249,03$$

$$a = 211,67 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat : } \varepsilon_s < \varepsilon_y \rightarrow f_s < f_y$$

$$\varepsilon_s = \left(\frac{d}{x} - 1 \right) \cdot 0,003$$

$$\varepsilon_s = \left(\frac{392}{249,03} - 1 \right) \cdot 0,003$$

$$\varepsilon_s = 0,0017$$

$$f_s = \left(\frac{d}{x} - 1 \right) \cdot 600$$

$$f_s = \left(\frac{392}{249,03} - 1 \right) \cdot 600$$

$$f_s = 344,46$$

$$\varepsilon_y = f_y / E_s$$

$$\varepsilon_y = 400 / 200000$$

$$\varepsilon_y = 0,002$$

Kontrol :

$$\varepsilon_s < \varepsilon_y$$

$$0,0017 < 0,002$$

(Memenuhi)

$$f_s < f_y$$

$$344,46 < 400$$

(Memenuhi)

$$C_s' = A_s' \cdot (f_y - 0,85 \cdot f_c')$$

$$C_s' = 2411,52 \cdot (400 - (0,85 \cdot 25))$$

$$C_s' = 913363,2 \text{ N}$$

$$C_c' = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot \beta_1 \cdot x$$

$$C_c' = 0,85 \cdot 25 \cdot 450 \cdot 0,85 \cdot 249,03$$

$$C_c' = 2024146,97 \text{ N}$$

$$T = A_s' \cdot f_y$$

$$T = 2411,52 \cdot 400$$

$$T = 964608 \text{ N}$$

$$\Sigma V = 0 \rightarrow P = C_c' + C_s' - T$$

$$P = 2024146,97 + 913363,2 - 964608$$

$$P = 1972902,17 \text{ N}$$

Syarat :

$$P > P_b$$

$$1972902,17 \text{ N} > 1860490,2 \text{ N} \quad \textbf{(Memenuhi)}$$

$$M_n \text{ terpasang} = C_c' (d - d'' - 1/2 \cdot x) + C_s' (d - d'' - d') + T \cdot d''$$

$$M_n \text{ terpasang} = 2024146,97 (392 - 183 - 1/2 \cdot 249,03) \\ + 913363,2 (392 - 183 - 58) + 964608 \cdot 183$$

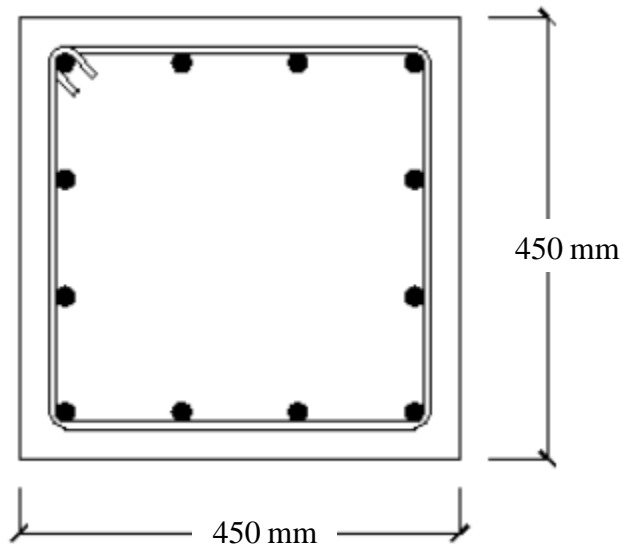
$$M_n \text{ terpasang} = 485451197,5 \text{ N.mm}$$

Syarat :

$$M_n \text{ terpasang} > M_n$$

$$485451197,5 \text{ N.mm} > 62013016,18 \text{ N.mm} \quad \textbf{(Memenuhi)}$$

Berdasarkan peninjauan, maka penulangan lentur ditentukan sebesar **12 D16**.



Gambar 4.25 Penampang Kolom K1

Sumber: Peneliti, 2021

Kontrol jarak spasi tulangan satu sisi :

Syarat :

$S_{max} \geq S_{sejajar} \rightarrow$ Susun 1 lapis

$S_{max} \leq S_{sejajar} \rightarrow$ Perbesar penampang kolom

$$S_{max} = \frac{b - (2 \cdot t_{decking}) - (2 \cdot D_{geser}) - (n \cdot D_{geser})}{n-1}$$

$$S_{max} = \frac{450 - (2 \cdot 40) - (2 \cdot 10) - (4 \cdot 16)}{4-1}$$

$$S_{max} = 95,33 \text{ mm}$$

Syarat :

$$S_{max} > 40 \text{ mm}$$

$$95,33 \text{ mm} > 40 \text{ mm}$$

(Memenuhi)

Maka tulangan lentur kolom disusun 1 lapis

4.4.4 Perhitungan Tulangan Geser

A. Data Perencanaan

- Tinggi kolom = 4150 mm
 - b kolom = 450 mm
 - h kolom = 450 mm
 - Kuat tekan beton (f_c') = 25 Mpa
 - Kuat leleh tulangan lentur (f_y lentur) = 400 Mpa
 - Kuat leleh tulangan geser (f_y geser) = 400 Mpa
 - Diameter tulangan lentur (D) = 16 mm
 - Diameter tulangan geser (D) = 10 mm
 - Tebal selimut (decking) = 40 mm
- SNI 2847-2019 Tabel 20.6.1.3.1
- Faktor reduksi kekuatan geser (ϕ) = 0,75
- SNI 2847-2019 Tabel 21.2.2

Berdasarkan hasil analisis program SAP2000, maka diperoleh beban aksial dan gaya geser pada kolom K1 dengan kombinasi *Envelope*, sebagai berikut:

$$P_u = N_u : 300642,39 \text{ N}$$

$$V : 34050,09 \text{ N}$$

B. Momen Nominal Penampang

Momen nominal penampang dihitung sebagai momen nominal atas dan momen nominal tumpuan bawah kolom.

1. Momen nominal atas

$$a = \frac{A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$a = \frac{2411,52 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 450}$$

$$a = 100,87 \text{ mm}$$

$$M_{nt} = A_s' \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{nt} = 2025 \times 400 \times \left(392 - \frac{100,87}{2}\right)$$

$$M_{nt} = 276667650 \text{ Nmm}$$

2. Momen nominal bawah

$$a = \frac{A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$a = \frac{2411,52 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 450}$$

$$a = 100,87 \text{ mm}$$

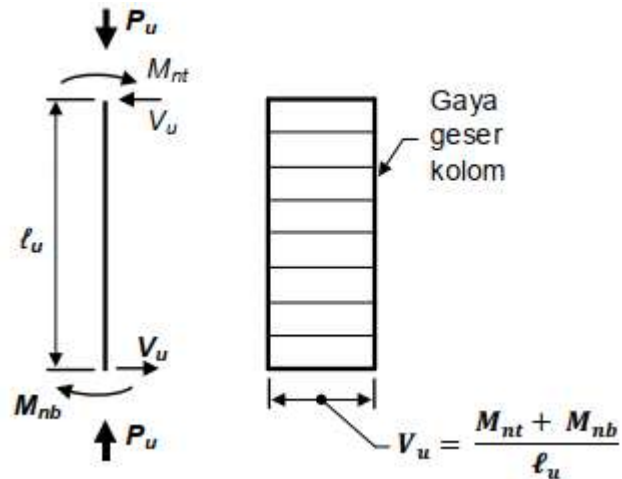
$$M_{nb} = A_s' \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{nb} = 2025 \times 400 \times \left(392 - \frac{100,87}{2}\right)$$

$$M_{nb} = 276667650 \text{ Nmm}$$

Untuk mencari reaksi geser di ujung atas dan bawah kolom gaya gravitasi yang bekerja pada struktur berdasarkan SNI 2847-2019 Gambar R.18.4.2.

Gaya geser pada ujung perletakan diperoleh dari :



Gambar 4.26 Geser Desain Kolom Untuk SRPMM

Sumber: SNI 2847-2019

$$V_u = \frac{M_{nt} + M_{nb}}{l_u}$$

$$V_u = \frac{276667650 + 276667650}{4150}$$

$$V_u = 133333,81 \text{ N}$$

C. Mencari Tulangan Geser yang Dibutuhkan

Kekuatan geser pada beton

Sesuai dengan SNI 2847-2019 Pasal 22.5.6.1

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g} \right) \lambda \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d$$

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{300642,39}{14 \cdot 202500} \right) 1 \cdot \sqrt{25} \cdot 450 \cdot 392$$

$$V_c = 165840,64 \text{ N}$$

Kuat geser tulangan geser

$$V_{s \text{ min}} = \frac{1}{3} \times b \times d$$

$$V_{s \text{ min}} = \frac{1}{3} \times 450 \times 392$$

$$V_{s \text{ min}} = 58800 \text{ N}$$

$$V_s \max = \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d$$

$$V_s \max = \frac{1}{3} \times \sqrt{25} \times 450 \times 392$$

$$V_s \max = 294000 \text{ N}$$

$$2 V_s \max = 2 \times 294000 \text{ N} = 588000 \text{ N}$$

Cek kondisi :

Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 7.6.3.1 mengenai tulangan geser minimum

$$V_u > \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$$

$$133333,81 \text{ N} > \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot 165840,64 \text{ N}$$

$$133333,81 \text{ N} > 62190,24 \text{ N} \quad \text{(Memenuhi)}$$

Maka perencanaan tulangan geser kolom memerlukan tulangan geser minimum.

$$S_{\max} \leq d/4$$

$$S_{\max} = 392/4$$

$$= 98 \text{ mm}$$

Digunakan spasi tulangan geser **90 mm**.

Luas tulangan geser

$$A_v \min = \frac{b \cdot S}{3 \cdot f_y}$$

$$A_v \min = \frac{450 \cdot 90}{3 \cdot 400}$$

$$A_v \min = 33,75 \text{ mm}^2$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser D10 mm dengan 2 kaki. Maka luas penampang tulangan geser yang diperlukan :

$$A_v = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times n \text{ kaki}$$

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

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

Kontrol :

$$A_v > A_v \text{ min}$$

$$157 \text{ mm}^2 > 33,75 \text{ mm}^2 \quad \text{(Memenuhi)}$$

4.4.5 Perhitungan Panjang Penyaluran

Panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tekan. SNI 2847-2019
Pasal 25.4.9

$$l_{dc} = \left(\frac{0,24 \cdot f_y \cdot \Psi_r}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) D_b$$

Dimana, $\Psi_r =$ tulangan pengekang, 1

$$l_{dc} = \left(\frac{0,24 \cdot 400 \cdot 1}{1 \cdot \sqrt{25}} \right) \cdot 16$$

$$l_{dc} = 307,2 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = 0,043 \cdot f_y \cdot \Psi_r \cdot d_b$$

$$l_{dc} = 0,043 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 16$$

$$l_{dc} = 275,2 \text{ mm}$$

Diambil nilai terbesar, $l_{dc} = 307,2 \text{ mm}$

Reduksi Panjang penyaluran tulangan (tulangan lebih) :

$$l_{dc \text{ reduksi}} = \frac{AS'_{\text{perlu}}}{AS'_{\text{pasang}}} l_{dc}$$

$$l_{dc \text{ reduksi}} = \frac{2025}{2411,52} 307,2$$

$$l_{dc \text{ reduksi}} = 258 \cong 300 \text{ mm}$$

4.4.6 Cek syarat SRPMM untuk kekuatan geser pada kolom

1. Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 18.4.3.3 Pada kedua ujung kolom, sengkang tertutup harus dipasang dengan spasi S_o sepanjang λo dari muka joint. Spasi s_o tidak boleh melebihi nilai terkecil dari a) hingga d):

$$\begin{aligned} \text{a) } S_o &\leq 8 \times D \text{ lentur} \\ 90 \text{ mm} &\leq 8 \times 16 \text{ mm} \\ 90 \text{ mm} &\leq 128 \text{ mm} \qquad \qquad \qquad \text{(Memenuhi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } S_o &\leq 24 \times D \text{ geser} \\ 90 \text{ mm} &\leq 24 \times 10 \text{ mm} \\ 90 \text{ mm} &\leq 240 \text{ mm} \qquad \qquad \qquad \text{(Memenuhi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } S_o &\leq \frac{1}{2} \times b \\ 90 \text{ mm} &\leq \frac{1}{2} \times 450 \text{ mm} \\ 90 \text{ mm} &\leq 225 \text{ mm} \qquad \qquad \qquad \text{(Memenuhi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) } S_o &\leq 300 \text{ mm} \\ 90 \text{ mm} &\leq 300 \text{ mm} \qquad \qquad \qquad \text{(Memenuhi)} \end{aligned}$$

Panjang λo tidak boleh kurang dari nilai terbesar dari e), f) dan g):

- e) Seperenam bentang bersih kolom

$$\lambda o = 1/6 \times (4150 - 600)$$

$$\lambda o = 592 \text{ mm}$$

- f) Dimensi terbesar penampang kolom

$$\lambda o = 450 \text{ mm}$$

- g) $\lambda o > 450 \text{ mm}$

Maka diambil nilai yang terbesar, yaitu $\lambda o > 592 \text{ mm}$

2. Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 18.4.3.4 Sengkang pengekang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari $s_o/2$ dari muka joint.

$$0,5 \times S_o = 0,5 \times 90 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$$

Sehingga dipasang Sengkang sebesar D10-90 mm sejarak 600 mm dari muka joint.

Penulangan geser diluar daerah λ_o

sengkang diluar panjang spasi tulangan sengkang harus memenuhi SNI 2847-2019 tabel 10.7.6.5.2

Kolom nonprategang

a) $d / 2 = 392 \text{ mm} / 2 = 196 \text{ mm}$

b) 600 mm

Diambil nilai yang terkecil, yaitu 196 mm \approx **180 mm**

4.4.7 Kesimpulan Perencanaan Kolom

- Tipe = Kolom K1
- Dimensi = 450 mm x 450 mm
- f_c' = 25 MPa
- f_y Lentur = 400 Mpa
- f_y Geser = 400 MPa
- Tul. lentur = 12 D16
- Tul. geser (sengkang) tumpuan = D10 – 90 mm
- Tul. geser (sengkang) lapangan = D10 – 180 mm

4.5 Perencanaan Dinding Geser (*Shearwall*)

4.5.1 Data perencanaan

- Tebal (h) = 300 mm
- Panjang Arah y = 4200 mm
- Panjang Arah x = 2175 mm
- Tinggi (h_w) = 4150 mm
- f_c' = 25 Mpa
- f_y = 400 Mpa
- D = 13 mm
- t decking = 40 mm
- Faktor β_1 = 0,85
- d = b – decking – D vertikal – $\frac{1}{2}$ D horizontal
 = 300 – 40 – 13 – $\frac{1}{2}$ 13
 = 240,5 mm

Data lain yang didapatkan dari program bantu SAP2000 V.14 untuk perhitungan dinding geser adalah sebagai berikut:

- Pu : 381472,43 N
- V_{ux} : 0,64 N
- V_{uy} : 1,02 N
- M_{ux} : 26198291,56 N.mm
- M_{uy} : 37359185,73 N.mm

4.5.2 Penulangan horizontal dan vertikal (lentur)

Baja tulangan vertikal dan horizontal masing-masing dipasang 2 lapis apabila gaya geser bidang terfaktor yang bekerja pada dinding melebihi :

$$V_u > 0,17 A_{cv} \lambda \sqrt{f_c'} \quad (\text{SNI 2847-2019 Pasal 18.10.2.2})$$

$$V_u > 0,17 ((4200 \times 300) + (2175 \times 300)) 1\sqrt{25}$$

$$1,02 \text{ N} < 1625625 \text{ N}$$

Maka boleh dipasang satu lapis tulangan. Namun, tetap menggunakan dua lapis tulangan.

Berdasar SNI 2847-2019 Pasal 18.10.2.1, Untuk dinding struktural, rasio tulangan longitudinal ρ_l dan rasio tulangan transversal ρ_t minimum adalah 0,0025, dan spasi maksimum arah tulangan adalah 450 mm. kecuali jika $V_u \leq 0,083 A_{cv} \lambda \sqrt{f'c}$, ρ_t , ρ_l , dapat direduksi sesuai dengan ketentuan dalam pasal 11.6.

$$V_u \leq 0,083 A_{cv} \lambda \sqrt{f'c}$$

$$V_u \leq 0,083 ((4200 \times 300) + (2175 \times 300)) 1\sqrt{25}$$

$$1,02 \text{ N} \leq 793687,5 \text{ N}$$

Maka digunakan $\rho_l = 0,0025$, $\rho_t = 0,0012$

$$A_{s_{perlu}} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0025 \times 1000 \times 239 = 597 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan **D-13**

$$S = \frac{1}{4} \times \frac{\pi \cdot D^2 \cdot b}{A_s}$$

$$S = \frac{1}{4} \times \frac{\pi \cdot 13^2 \cdot 1000}{597}$$

$$S = 222,22 \text{ mm}$$

Maka dipakai **S = 200 mm**

Tulangan yang dipakai : **D13-200 mm**

$$\begin{aligned} A_{s_{pakai}} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \left(\frac{b}{s}\right) \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 13^2 \cdot \left(\frac{1000}{200}\right) \\ &= 663,32 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Syarat luas tulangan :

$$A_{s_{pakai}} > A_{s_{perlu}}$$

$$663,32 \text{ mm}^2 > 597 \text{ mm}^2 \quad \text{(Memenuhi)}$$

Jadi, untuk tulangan horizontal dan vertikal (lentur) menggunakan **D13-200 mm**.

Kontrol Spasi Tulangan

1. Kontrol spasi pada tulangan longitudinal maupun transversal harus tidak boleh melebihi syarat-syarat pada pasal berikut:

SNI 2847-2019 Pasal 18.10.2.1 , Spasi tulangan untuk masing-masing arah pada dinding struktural tidak boleh melebihi 450 mm.

$$S < 450 \text{ mm}$$

$$200 < 450 \text{ mm} \quad \text{(Memenuhi)}$$

3. SNI 2847-2019 Pasal 11.7.3.1 dan SNI 2847-2019 Pasal 11.7.2.1 , Spasi, s , tulangan longitudinal pada dinding cor di tempat tidak boleh melebihi nilai terkecil dari **3h** atau 450 mm.

$$3h = 3 (300 \text{ mm}) = 900 \text{ mm}, \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Nilai terkecil adalah 450 mm

$$S < 450 \text{ mm}$$

$$200 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \quad \text{(Memenuhi)}$$

4.5.3 Komponen batas khusus (special boundary element)

Berdasarkan pendekatan tegangan, komponen batas diperlukan apabila tegangan tekan maksimum akibat kombinasi momen dan gaya aksial terfaktor yang bekerja pada penampang dinding geser melebihi $0,2 f'c$ (SNI 2847-2019 Pasal 18.10.6.3) Jadi, komponen batas khusus diperlukan jika:

$$\frac{P_u}{A_g} + \left(\frac{M_u}{I_g} \times \frac{1}{2} \right) \geq 0,2 \times f'c'$$

Sumbu Y :

$$\begin{aligned} A_g &= 300 \times 4200 \\ &= 1260000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_g &= 1/12 \times 300 \times 4200^3 \\ &= 1,86 \times 10^{12} \end{aligned}$$

$$l = 4200 \text{ mm}$$

$$\frac{P_u}{A_g} + \left(\frac{M_u}{I_g} \times \frac{l}{2} \right) \geq 0,2 \times f_c'$$

$$\frac{381472,43}{1260000} + \left(\frac{37359185,73}{1,86 \times 10^{12}} \times \frac{4200}{2} \right) \geq 0,2 \times 25$$

$$0,35 \text{ Mpa} \leq 5 \text{ Mpa} \quad \textbf{(Tidak memenuhi)}$$

Jadi, komponen batas tidak diperlukan

Sumbu X :

$$\begin{aligned} A_g &= 300 \times 2175 \\ &= 652500 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_g &= 1/12 \times 300 \times 2175^3 \\ &= 2,57 \times 10^{11} \end{aligned}$$

$$l = 2175 \text{ mm}$$

$$\frac{P_u}{A_g} + \left(\frac{M_u}{I_g} \times \frac{l}{2} \right) \geq 0,2 \times f_c'$$

$$\frac{381472,43}{652500} + \left(\frac{26198291,56}{2,57 \times 10^{11}} \times \frac{2175}{2} \right) \geq 0,2 \times 25$$

$$0,70 \text{ Mpa} \leq 5 \text{ Mpa} \quad \textbf{(Tidak Memenuhi)}$$

Jadi, komponen batas tidak diperlukan

4.5.4 Kesimpulan Perencanaan Dinding Geser (*Shearwall*)

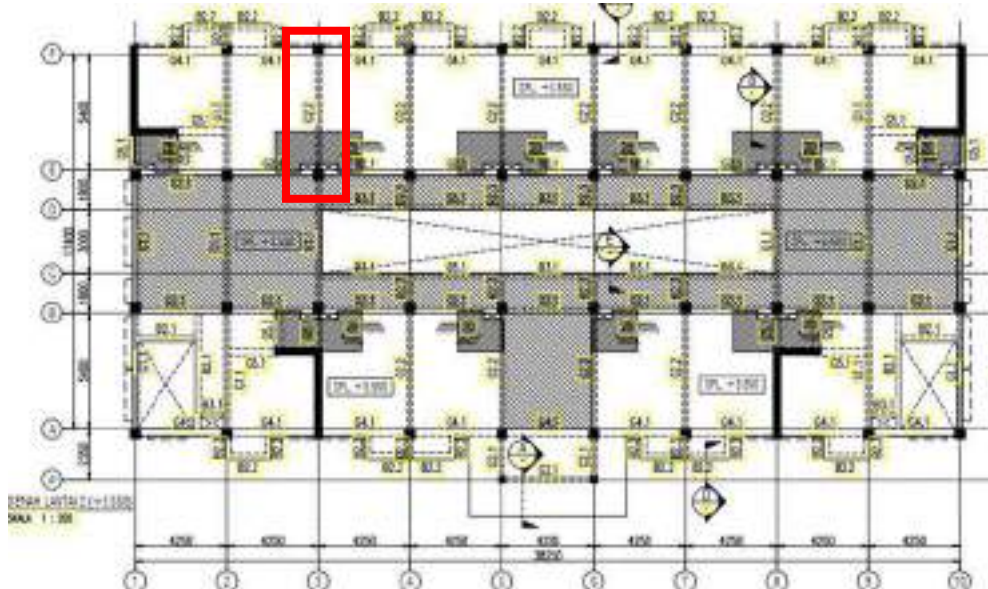
- Tipe = *Shearwall*
- Tebal = 300 mm
- Panjang arah x = 2175 mm
- Panjang arah y = 4200 mm
- Tul. horizontal = D13 – 200
- Tul. vertikal = D13 – 200

4.6 Perencanaan Balok

Perencanaan balok diambil dari data balok G2.2. Berikut adalah data-data perencanaan balok, hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP2000 V.14 yang selanjutnya akan dihitung menggunakan metode SRPMM.

Data yang diambil adalah sebagai berikut:

- Tipe balok = G2. 2
- Bentang balok = 540 cm
- Kuat leleh tulangan lentur (f_y) = 400 Mpa
- Mutu beton (f_c') = 25 MPa



Gambar 4.27 Denah Perencanaan Balok (Lantai 2)

Sumber : Peneliti, 2021

Dimensi Balok

Berdasarkan **SNI 2847-2019 Tabel 9.3.1.1**

$$h = \frac{l}{18,5} = \frac{540 \text{ cm}}{18,5} = 29,1 \text{ cm} \cong 45 \text{ cm}$$

$$b = \frac{1}{2}h = \frac{1}{2} 45 \text{ cm} = 22,5 \text{ cm} \cong 25 \text{ cm}$$

4.6.1 Data Perencanaan Balok

- Tipe balok = G2.2
- Bentang balok (L balok) = 5400 mm
- Dimensi balok (b balok) = 250 mm
- Dimensi balok (h balok) = 450 mm
- Kuat tekan beton (f_c') = 25 Mpa
- Kuat leleh tulangan lentur (f_y) = 400 Mpa
- Kuat leleh tulangan geser (f_{yv}) = 400 Mpa
- Diameter tulangan lentur (D) = 16 mm
- Diameter tulangan geser (D) = 10 mm
- Spasi antar tulangan sejajar = 25 mm

Pasal 25.2.1 (SNI 2847-2019)

- Tebal selimut beton (decking) = 40 mm

Tabel 20.6.1.3.1 (SNI 2847-2019)

- Faktor β_1 = 0,85

Tabel 22.2.2.4.3 (SNI 2847-2019)

- Faktor reduksi kekuatan lentur (ϕ) = 0,90

Tabel 21.2.2 (SNI 2847-2019)

- Faktor reduksi kekuatan geser (ϕ) = 0,75

Tabel 21.2.2 (SNI 2847-2019)

- Faktor reduksi kekuatan torsi (ϕ) = 0,75

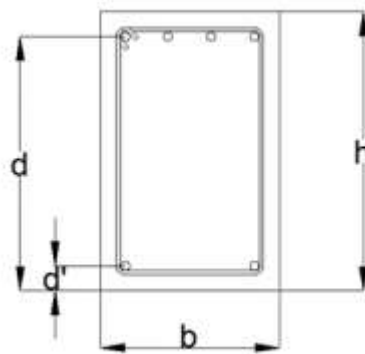
Tabel 21.2.2 (SNI 2847-2019)

4.6.2 Data Perhitungan Penulangan Balok

A. Tinggi Efektif Balok

$$\begin{aligned} d &= h - t_{\text{decking}} - D_{\text{tul. geser}} - \frac{1}{2} D_{\text{tul. lentur}} \\ &= 450 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \frac{1}{2} 16 \\ &= 392 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d' &= t_{\text{decking}} + D_{\text{tul. geser}} + \frac{1}{2} D_{\text{tul. lentur}} \\ &= 40 \text{ mm} + 10 \text{ mm} + \frac{1}{2} 16 \\ &= 58 \text{ mm} \end{aligned}$$



Gambar 4.28 Gambar Tinggi Efektif Balok

Sumber : Peneliti, 2021

B. Hasil *Output* Balok SAP2000 V.14

Setelah dilakukan analisa menggunakan program bantu struktur SAP2000 V.14, maka didapatkan hasil perhitungan struktur dan diagram gaya dalam. Hasil dari program bantu struktur SAP2000 V.14 dapat digunakan pada proses perhitungan penulangan balok.

Untuk hasil analisa perhitungan tulangan balok, diambil momen terbesar dari beberapa kombinasi akibat beban gravitasi

dan gempa. Kombinasi “*Envelope*” merupakan kombinasi kritis di dalam permodelan.

Hasil *Output* Gaya Torsi

Kombinasi = *Envelope*

Gaya Torsi = 53000,03 N.mm



Gambar 4.29 Gaya Torsi Balok G2. 2

Sumber: Peneliti, 2021

Hasil *Output* Gaya Aksial

Kombinasi = *Envelope*

Gaya Aksial = 1100,08 N



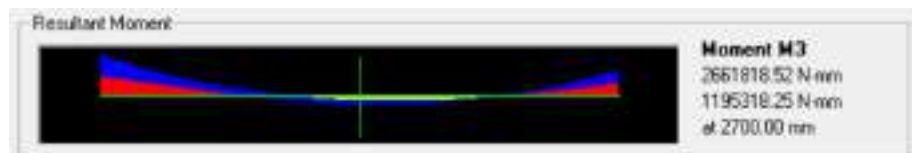
Gambar 4.30 Gaya Aksial Balok G2. 2

Sumber: Peneliti, 2021

Hasil *Output* Momen Lapangan

Kombinasi = *Envelope*

Momen Lapangan = 2661818,52 N.mm



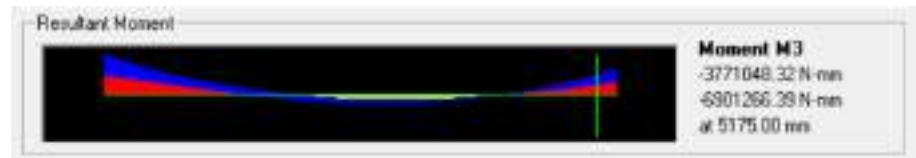
Gambar 4.31 Momen Lapangan Balok G2. 2

Sumber: Peneliti, 2021

Hasil *Output* Momen Tumpuan Kanan

Kombinasi = *Envelope*

Momen Tump. Kanan = 6901266,39 N.mm



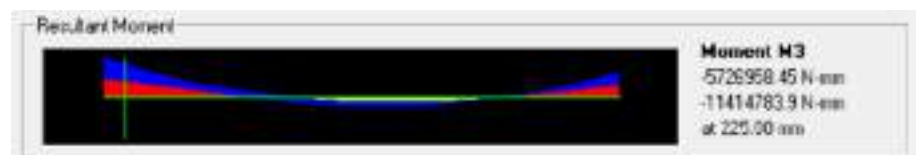
Gambar 4.32 Momen Tumpuan Kanan Balok G2. 2

Sumber: Peneliti, 2021

Hasil *Output* Momen Tumpuan Kiri

Kombinasi = *Envelope*

Momen Tump. Kiri= 11414783,9 N.mm



Gambar 4.33 Momen Tumpuan Kiri Balok G2. 2

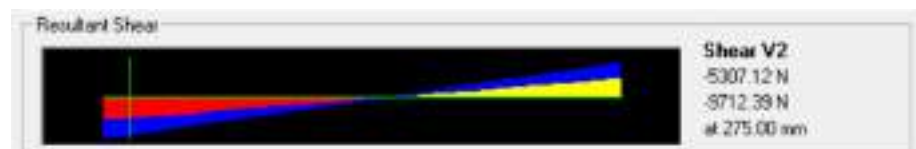
Sumber: Peneliti, 2021

Hasil *Output* Gaya Geser Kiri

Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 18.4.2.4 Senggang tertutup pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu.

Kombinasi = *Envelope*

Gaya Geser Kiri = 9712,39 N



Gambar 4.34 Gaya Geser Kiri Balok G2. 2

Sumber: Peneliti, 2021

C. Cek Gaya Aksial Pada Balok

$$\frac{A_g \cdot f_c'}{10} = \frac{450 \text{ mm} \times 250 \text{ mm} \times 25 \text{ N/mm}^2}{10}$$

$$= 281250 \text{ N}$$

Berdasarkan hasil analisa struktur SAP2000 V.14, gaya aksial tekan akibat kombinasi “*Envelope*” pada komponen struktur yang ditinjau sebesar 1100,08 N

Maka, sesuai persamaan :

$$P_u < \frac{A_g \cdot f_c'}{10}$$

$$1100,08 \text{ N} < 281250 \text{ N}$$

D. Periksa Kecukupan Dimensi Penampang Terhadap Beban Geser Dan Puntir

1. Luasan yang dibatasi oleh keliling luar irisan penampang beton

$$A_{cp} = b_{balok} \times h_{balok}$$

$$= 250 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}$$

$$= 112500 \text{ mm}^2$$

2. Perimeter luar irisan penampang beton A_{cp}

$$P_{cp} = 2 \times (b_{balok} + h_{balok})$$

$$= 2 \times (250 \text{ mm} + 450 \text{ mm})$$

$$= 1400 \text{ mm}$$

3. Luas penampang dibatasi as tulangan Senggang :

$$A_{oh} = (b_{balok} - 2 \cdot t_{decking} - D_{geser}) \times (h_{balok} - 2 \cdot t_{decking} - D_{geser})$$

$$= (250 - 2 \cdot 40 - 10) \times (450 - 2 \cdot 40 - 10)$$

$$= 57600 \text{ mm}^2$$

4. Keliling penampang dibatasi as tulangan Sengkang :

$$\begin{aligned} P_{oh} &= 2 \times [(b_{balok} - 2 \cdot t_{decking} - D_{geser}) + (h_{balok} - 2 \cdot t_{decking} - D_{geser})] \\ &= 2 \times [(250 - 2 \cdot 40 - 10) + (450 - 2 \cdot 40 - 10)] \\ &= 1040 \text{ mm} \end{aligned}$$

4.6.3 Perhitungan Tulangan Puntir

Berdasarkan hasil analisa struktur SAP2000 diperoleh momen puntir terbesar akibat kombinasi “*Envelope*”.

Momen puntir ultimate :

$$T_u = 53000,03 \text{ N.mm}$$

Momen puntir nominal :

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} = \frac{53000,03 \text{ N.mm}}{0,75} = 70666,71 \text{ N.mm}$$

Pengaruh puntir dapat diabaikan bila momen puntir terfaktor T_u besarnya kurang dari beberapa kondisi dibawah ini.

$$T_{u \min} = 0,083 \lambda \sqrt{f_c'} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \quad \text{Tabel 22.7.4.1(a) SNI 2847-2019}$$

$\lambda = 1$, Tabel 19.2.4.2 SNI 2847-2019

$$T_{u \min} = 0,083 \times 1 \times \sqrt{25} \left(\frac{112500^2}{1400} \right)$$

$$T_{u \min} = 3751674,107 \text{ N.mm}$$

Cek pengaruh puntir

$T_u < T_{u \min}$, maka tulangan puntir diabaikan

$T_u > T_{u \min}$, maka memerlukan tulangan puntir

Pasal 22.7.1.1 SNI 2847-2019

$$53000,03 \text{ N.mm} < 3751674,107 \text{ N.mm}$$

$T_u < T_{u \min}$, Maka tulangan puntir pada studi kasus ini diabaikan.

4.6.4 Perhitungan Tulangan Lentur

- Garis netral dalam kondisi *balance*

$$\begin{aligned} X_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600 + 400} \times 392 \text{ mm} \\ &= 235,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Garis netral maksimum

$$\begin{aligned} X_{\max} &= 0,75 \times X_b \\ &= 0,75 \times 235,2 \text{ mm} \\ &= 176,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Garis netral maksimum

$$\begin{aligned} X_{\min} &= d' \\ X_{\min} &= 58 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Garis netral rencana (asumsi)

$$X_{\text{rencana}} = 150 \text{ mm}$$

- Komponen beton tertekan

$$\begin{aligned} C_c' &= 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot \beta_1 \times X_{\text{rencana}} \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 250 \cdot 0,85 \times 150 \\ &= 677343,75 \text{ N} \end{aligned}$$

- Luasan tulangan

$$A_{sc} = \frac{C_c'}{f_y} = \frac{677343,75 \text{ N}}{400 \text{ N/mm}^2} = 1693,36 \text{ mm}^2$$

- Momen nominal tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned} M_{nc} &= A_{sc} \times f_y \times \left(d - \frac{\beta_1 \times X_r}{2} \right) \\ &= 1693,36 \times 400 \times \left(392 - \frac{0,85 \times 150}{2} \right) \\ &= 222338168 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ max} &= 0,75 \left(\frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \right) \left(\frac{600}{600+f_y} \right) \\ &= 0,75 \left(\frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \right) \left(\frac{600}{600+400} \right) \\ &= 0,0203 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} \\ &= \frac{400}{0,85 \cdot 25} \\ &= 18,824 \end{aligned}$$

A. Tulangan Lentur Daerah Tumpuan

Perhitungan tulangan lentur tumpuan balok G2. 2 menggunakan momen terbesar akibat kombinasi “Envelope”. Diambil dari output terbesar antara momen tumpuan kiri atau momen tumpuan kanan, pada studi kasus ini dipakai hasil momen tumpuan kiri karena hasil momen lebih besar daripada hasil momen tumpuan kanan.

Momen lentur ultimate :

$$M_u = 11414783,9 \text{ N.mm}$$

Momen lentur nominal :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{11414783,9}{0,9} = 12683093,22 \text{ N.mm}$$

Cek Momen Nominal Tulangan Lentur Rangkap

Syarat :

$M_{ns} > 0$, Maka perlu tulangan lentur rangkap

$M_{ns} \leq 0$, Maka tidak perlu tulangan lentur rangkap

Maka :

$$M_{ns} = M_n - M_{nc}$$

$$M_{ns} = 12683093,22 \text{ N.mm} - 222338168 \text{ N.mm}$$

$$M_{ns} = -209655074,8 \text{ N.mm}$$

$M_{ns} \leq 0$, Maka tidak perlu tulangan lentur rangkap

Sehingga perencanaan selanjutnya menggunakan tulangan lentur tunggal.

Perencanaan Tulangan Lentur Tunggal

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{12683093,22 \text{ Nmm}}{250 \text{ mm} \cdot (392 \text{ mm})^2} = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{F_y}} \right) \\ &= \frac{1}{18,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 0,33}{400}} \right) \\ &= 0,0008 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0035 > 0,0008 < 0,0203 \quad \text{(Tidak Memenuhi)}$$

Sebagai alternatif, ρ menggunakan ρ_{\min} yaitu sebesar 0,0035

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \times 250 \times 392 = 343 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan **D16 mm** untuk tulangan tarik dan tulangan tekan balok.

Jumlah Tulangan Tarik

$$n = \frac{As \text{ perlu}}{\text{Luasan tulangan}}$$

$$n = \frac{343 \text{ mm}^2}{0,25 \cdot \pi \cdot (16 \text{ mm})^2}$$

$$n = 1,71 \cong 5 \text{ buah}$$

Dipasang tulangan Tarik **5 D16**

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{pasang}}} &= n \times A_{S_{\text{tul.tarik}}} \\ &= 5 \times 0,25 \cdot \pi \cdot (16 \text{ mm})^2 \\ &= 1004,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol luas tulangan :

$$A_{S_{\text{pasang}}} > A_{S_{\text{perlu}}}$$

$$1004,8 \text{ mm}^2 > 343 \text{ mm}^2 \quad \text{(Memenuhi)}$$

Jumlah Tulangan Tekan

$$\begin{aligned} A_{S'_{\text{perlu}}} &= 0,3 \times A_{S_{\text{pasang}}} \\ &= 0,3 \times 1004,8 \text{ mm}^2 \\ &= 301,44 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$n = \frac{A_{S'_{\text{perlu}}}}{\text{Luasan tulangan}}$$

$$n = \frac{301,44 \text{ mm}^2}{0,25 \cdot \pi \cdot (16 \text{ mm})^2}$$

$$n = 1,5 \cong 3 \text{ buah}$$

Dipasang tulangan tekan **3 D16**.

$$\begin{aligned} A_s'_{\text{pasang}} &= n \times A_{s_{\text{tul.tekan}}} \\ &= 3 \times 0,25 \cdot \pi \cdot (16 \text{ mm})^2 \\ &= 602,88 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{aligned} A_s'_{\text{pasang}} &> A_s'_{\text{perlu}} \\ 602,88 \text{ mm}^2 &> 301,44 \text{ mm}^2 \quad \text{(Memenuhi)} \end{aligned}$$

Kontrol jarak spasi tulangan pasang

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}} = 30 \text{ mm} \quad , \text{ Susun 1 lapis}$$

$$S_{\text{maks}} \leq S_{\text{sejajar}} = 30 \text{ mm} \quad , \text{ Susun lebih dari 1 lapis}$$

Kontrol Tulangan Tarik :

$$\begin{aligned} S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{selimut}}) - (2 \times D_{\text{geser}}) - (n \times D_{\text{lentur}})}{n - 1} \\ &= \frac{250 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (5 \times 16 \text{ mm})}{5 - 1} \\ &= 17,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}}$$

$$17,5 \text{ mm} < 30 \text{ mm} \quad \text{(Tidak Memenuhi)}$$

Maka, tulangan disusun lebih dari 1 lapis.

Dipasang :

$$\text{Lapis 1} = 3\text{D16}$$

$$\text{Lapis 2} = 2\text{D16}$$

Kontrol Lapis 1:

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{selimut}}) - (2 \times D_{\text{geser}}) - (n \times D_{\text{lentur}})}{n - 1} \\
 &= \frac{250 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (3 \times 16 \text{ mm})}{3 - 1} \\
 &= 51 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}}$$

$$51 \text{ mm} > 30 \text{ mm} \quad \text{(Memenuhi)}$$

Kontrol Lapis 2

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{selimut}}) - (2 \times D_{\text{geser}}) - (n \times D_{\text{lentur}})}{n - 1} \\
 &= \frac{250 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (2 \times 16 \text{ mm})}{2 - 1} \\
 &= 118 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}}$$

$$118 \text{ mm} > 30 \text{ mm} \quad \text{(Memenuhi)}$$

Kontrol Tulangan Tekan :

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{selimut}}) - (2 \times D_{\text{geser}}) - (n \times D_{\text{lentur}})}{n - 1} \\
 &= \frac{250 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (3 \times 16 \text{ mm})}{3 - 1} \\
 &= 51 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}}$$

$$118 \text{ mm} > 30 \text{ mm} \quad \text{(Memenuhi)}$$

Maka dipakai tulangan lentur balok G2.2 lantai 2 (45x25) untuk daerah tumpuan :

Tulangan lentur tarik lapis 1 = **3 D16**

Tulangan lentur tarik lapis 2 = **2 D16**

Tulangan lentur tekan = **3 D16**

Cek Syarat SRPMM Untuk Kekuatan Lentur Balok

Berdasarkan **SNI 2847-2019 Pasal 18.4.2.2** Kekuatan momen positif pada muka *joint* tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka *joint* tersebut. Baik kekuatan momen negatif maupun positif pada sebarang penampang sepanjang bentang balok tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu join pada bentang balok yang ditinjau.

$$M_{\text{lentur tumpuan (+)}} \geq \frac{1}{3} M_{\text{lentur tumpuan (-)}}$$

$$A_{s' \text{ pasang}} \geq \frac{1}{3} A_{s \text{ pasang}}$$

$$602,88 \text{ mm}^2 \geq \frac{1}{3} 1004,8 \text{ mm}^2$$

$$602,88 \text{ mm}^2 \geq 334,93 \text{ mm}^2 \quad \text{(Memenuhi)}$$

Jadi, pada daerah tumpuan , dipasang tulangan :

Tulangan lentur tarik = **5 D16**

Tulangan lentur tekan = **3 D16**

Kontrol kemampuan penampang

$A_{s\text{pasang}}$ tulangan tarik **5 D16** = 1004,8 mm²

$$a = \frac{A_s \cdot F_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$= \frac{1004,8 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 250}$$

$$= 75,66 \text{ mm}$$

$$C_c' = 0,85 \cdot b \cdot x \cdot f_c' \cdot a$$

$$= 0,85 \cdot 250 \cdot 25 \cdot 75,66$$

$$= 401943,75 \text{ N}$$

$$T = A_s \text{ pakai} \cdot f_y$$

$$= 1004,8 \cdot 400$$

$$= 401920 \text{ N}$$

$$M_n = \left(C_c' \cdot x \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \right)$$

$$= \left(401943,75 \cdot x \cdot \left(392 - \frac{75,66}{2} \right) \right)$$

$$= 142356417,9 \text{ N.mm}$$

Kontrol :

$$\phi \cdot M_n \text{ pasang} > M_u$$

$$0,9 \cdot 142356417,9 \text{ N.mm} > 11414783,9 \text{ N.mm}$$

$$128120776,1 \text{ N.mm} > 11414783,9 \text{ N.mm} \quad \textbf{(Memenuhi)}$$

Jadi, tulangan lentur untuk balok G2.2 lantai 2 (45x25) dengan bentang 540 cm untuk daerah tumpuan adalah :

Tulangan lentur tarik lapis 1 = **3D16**

Tulangan lentur tarik lapis 2 = **2D16**

Tulangan lentur tekan = **3D16**

B. Tulangan Lentur Daerah Lapangan

Perhitungan tulangan lentur lapangan balok G2. 2 menggunakan momen terbesar akibat kombinasi “*Envelope*”.

Momen lentur ultimate :

$$M_u = 2661818,52 \text{ N.mm}$$

Momen lentur nominal :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2661818,52}{0,9} = 2957576,133 \text{ N.mm}$$

Cek Momen Nominal Tulangan Lentur Rangkap

Syarat :

$M_{ns} > 0$, Maka perlu tulangan lentur rangkap

$M_{ns} \leq 0$, Maka tidak perlu tulangan lentur rangkap

Maka :

$$M_{ns} = M_n - M_{nc}$$

$$M_{ns} = 2957576,133 \text{ N.mm} - 222338168 \text{ N.mm}$$

$$M_{ns} = -219380591,9 \text{ N.mm}$$

$M_{ns} \leq 0$, Maka tidak perlu tulangan lentur rangkap

Sehingga perencanaan selanjutnya menggunakan tulangan lentur tunggal.

Perencanaan Tulangan Lentur Tunggal

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2957576,133 \text{ Nmm}}{250 \text{ mm} \cdot (392 \text{ mm})^2} = 0,077 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{F_y}} \right) \\ &= \frac{1}{18,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 0,077}{400}} \right) \\ &= 0,0002 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0035 > 0,0002 < 0,0203 \quad \text{(Tidak Memenuhi)}$$

Sebagai alternatif, ρ menggunakan ρ_{\min} yaitu sebesar 0,0035

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \times 250 \times 392 = 343 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan **D16 mm** untuk tulangan tarik dan tulangan tekan balok.

Jumlah Tulangan Tarik

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\text{Luasan tulangan}}$$

$$n = \frac{343 \text{ mm}^2}{0,25 \cdot \pi \cdot (16 \text{ mm})^2}$$

$$n = 1,71 \cong 4 \text{ buah}$$

Dipasang tulangan Tarik **4D16**

$$\begin{aligned} A_{S_{pasang}} &= n \times A_{S_{tul.tarik}} \\ &= 4 \times 0,25 \cdot \pi \cdot (16 \text{ mm})^2 \\ &= 803,84 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{aligned} A_{S_{pasang}} &> A_{S_{perlu}} \\ 803,84 \text{ mm}^2 &> 343 \text{ mm}^2 \end{aligned} \quad \text{(Memenuhi)}$$

Jumlah Tulangan Tekan

$$\begin{aligned} A_{S'_{perlu}} &= 0,3 \times A_{S_{pasang}} \\ &= 0,3 \times 803,84 \text{ mm}^2 \\ &= 241,152 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$n = \frac{A_{S'_{perlu}}}{\text{Luasan tulangan}}$$

$$n = \frac{241,152 \text{ mm}^2}{0,25 \cdot \pi \cdot (16 \text{ mm})^2}$$

$$n = 1,2 \cong 3 \text{ buah}$$

Dipasang tulangan tekan **3 D16.**

$$\begin{aligned} A_{S'_{pasang}} &= n \times A_{S_{tul.tekan}} \\ &= 3 \times 0,25 \cdot \pi \cdot (16 \text{ mm})^2 \\ &= 602,88 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol luas tulangan :

$$A_s'_{\text{pasang}} > A_s'_{\text{perlu}}$$

$$602,88 \text{ mm}^2 > 301,44 \text{ mm}^2 \quad \text{(Memenuhi)}$$

Kontrol jarak spasi tulangan pasang

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}} = 30 \text{ mm} \quad , \text{ Susun 1 lapis}$$

$$S_{\text{maks}} \leq S_{\text{sejajar}} = 30 \text{ mm} \quad , \text{ Susun lebih dari 1 lapis}$$

Kontrol Tulangan Tarik :

$$S_{\text{maks}} = \frac{b - (2 \times t_{\text{selimut}}) - (2 \times D_{\text{geser}}) - (n \times D_{\text{lentur}})}{n - 1}$$

$$= \frac{250 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (4 \times 16 \text{ mm})}{4 - 1}$$

$$= 28,67 \text{ mm}$$

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}}$$

$$28,67 \text{ mm} < 30 \text{ mm} \quad \text{(Tidak Memenuhi)}$$

Maka, tulangan disusun lebih dari 1 lapis.

Dipasang :

$$\text{Lapis 1} = 3D16$$

$$\text{Lapis 2} = 1D16$$

Kontrol Lapis 1

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{selimut}}) - (2 \times D_{\text{geser}}) - (n \times D_{\text{lentur}})}{n - 1} \\
 &= \frac{250 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (3 \times 16 \text{ mm})}{3 - 1} \\
 &= 51 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}}$$

$$51 \text{ mm} > 30 \text{ mm} \quad \text{(Memenuhi)}$$

Lapis 2 menggunakan tulangan 1D16 (Memenuhi)**Kontrol Tulangan Tekan :**

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{selimut}}) - (2 \times D_{\text{geser}}) - (n \times D_{\text{lentur}})}{n - 1} \\
 &= \frac{250 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (3 \times 16 \text{ mm})}{3 - 1} \\
 &= 51 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}}$$

$$118 \text{ mm} > 30 \text{ mm} \quad \text{(Memenuhi)}$$

Maka dipakai tulangan lentur balok G2.2 lantai 2 (45x25) untuk daerah lapangan :

$$\text{Tulangan lentur tarik lapis 1} = \mathbf{3D16}$$

$$\text{Tulangan lentur tarik lapis 2} = \mathbf{1D16}$$

$$\text{Tulangan lentur tekan} = \mathbf{3D16}$$

Cek Syarat SRPMM Untuk Kekuatan Lentur Balok

Berdasarkan **SNI 2847-2019 Pasal 18.4.2.2** Kekuatan momen positif pada muka *joint* tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka *joint* tersebut. Baik kekuatan momen negatif maupun positif pada sebarang penampang sepanjang bentang balok tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu *joint* pada bentang balok yang ditinjau.

$$M_{\text{lentur tumpuan (+)}} \geq \frac{1}{3} M_{\text{lentur tumpuan (-)}}$$

$$A_{s' \text{ pasang}} \geq \frac{1}{3} A_{s \text{ pasang}}$$

$$602,88 \text{ mm}^2 \geq \frac{1}{3} 803,84 \text{ mm}^2$$

$$602,88 \text{ mm}^2 \geq 267,95 \text{ mm}^2 \quad \text{(Memenuhi)}$$

Jadi, pada daerah lapangan, dipasang tulangan :

$$\text{Tulangan lentur tarik} = \mathbf{4D16}$$

$$\text{Tulangan lentur tekan} = \mathbf{3D16}$$

Kontrol kemampuan penampang

$$A_{s \text{ pasang}} \text{ tulangan tarik } \mathbf{4D16} = 803,84 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s \cdot F_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\ &= \frac{803,84 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} \\ &= 60,52 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cc' &= 0,85 \times b \times fc' \times a \\
 &= 0,85 \times 250 \times 25 \times 60,52 \\
 &= 321512,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= A_s \text{ pakai} \times f_y \\
 &= 803,84 \times 400 \\
 &= 321536 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= \left(Cc' \times \left(d - \frac{a}{2} \right) \right) \\
 &= \left(321512,5 \times \left(392 - \frac{60,52}{2} \right) \right) \\
 &= 116303931,8 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\phi \cdot M_n \text{ pasang} > M_u$$

$$0,9 \cdot 116303931,8 \text{ N.mm} > 2661818,52 \text{ N.mm}$$

$$104673538 \text{ N.mm} > 2661818,52 \text{ N.mm} \quad \textbf{(Memenuhi)}$$

Jadi, penulangan lentur untuk balok G2.2 lantai 2 (45x25) dengan bentang 540 cm untuk daerah lapangan adalah :

$$\text{Tulangan lentur tarik lapis 1} \quad = \mathbf{3D16}$$

$$\text{Tulangan lentur tarik lapis 2} \quad = \mathbf{1D16}$$

$$\text{Tulangan lentur tekan} \quad = \mathbf{3D16}$$

4.6.5 Perhitungan Tulangan Geser

Perhitungan tulangan geser balok induk menggunakan momen terbesar akibat kombinasi “*Envelope*”.

Gaya geser ultimate :

$$V_u = 9712,39 \text{ N}$$

Momen Nominal Penampang

Momen nominal penampang dihitung sebagai momen nominal tumpuan kanan dan momen nominal tumpuan kiri.

1. Momen nominal untuk struktur bergoyang ke kanan.



Momen nominal tumpuan kiri

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\ &= \frac{602,88 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} \\ &= 45,39 \text{ mm} \end{aligned}$$

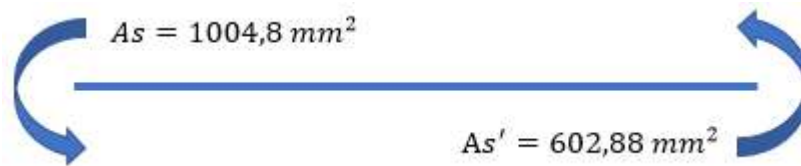
$$\begin{aligned} M_{nl} &= A_s' \cdot f_y \cdot x \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 602,88 \cdot 400 \cdot x \left(392 - \frac{45,39}{2} \right) \\ &= 89058639,36 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Momen nominal tumpuan kanan

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\ &= \frac{1004,8 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} \\ &= 75,66 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{nr} &= A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right) \\
 &= 1004,8 \times 400 \times \left(392 - \frac{75,66}{2} \right) \\
 &= 142348006,4 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

2. Momen nominal untuk struktur bergoyang ke kiri.



Momen nominal tumpuan kiri

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\
 &= \frac{1004,8 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} \\
 &= 75,66 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{nl} &= A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right) \\
 &= 1004,8 \times 400 \times \left(392 - \frac{75,66}{2} \right) \\
 &= 142348006,4 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

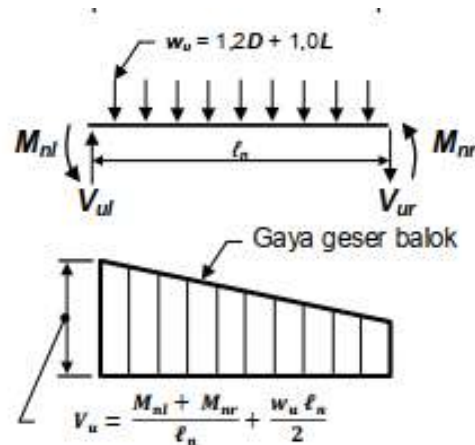
Momen nominal tumpuan kanan

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\
 &= \frac{602,88 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} \\
 &= 45,39 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{nl} &= A_s' \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \\
 &= 602,88 \times 400 \times \left(392 - \frac{45,39}{2}\right) \\
 &= 89058639,36 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

Untuk mencari reaksi geser di ujung kanan dan kiri balok gaya gravitasi yang bekerja pada struktur berdasarkan **SNI 2847-2019 Gambar R.18.4.2**.

Gaya geser pada ujung perletakan diperoleh dari :



Gambar 4.35 Geser Desain Untuk SRPMM

Sumber: SNI 2847, 2019

$$V_{ul} = \frac{M_{nl} + M_{nr}}{l_n} + \frac{W_u \times l_n}{2}$$

$$V_{ul} = \frac{M_{nl} + M_{nr}}{l_n} + V_u$$

SNI 2847-2019 Pasal 18.4.2

Keterangan :

V_{ul} = Gaya geser pada muka perletakan

M_{nl} = Momen minimal actual balok daerah tumpuan kiri

M_{nr} = Momen minimal actual balok daerah tumpuan kanan

l_n = Panjang bersih balok

Karena hasil M_n untuk struktur bergoyang ke kanan dan kiri, maka

$$V_{u1} = V_{u2}$$

$$\begin{aligned} l_n &= L_{\text{balok}} - 2(0,5 \cdot b_{\text{kolom}}) \\ &= 5400 \text{ mm} - 2(0,5 \cdot 450) \\ &= 4950 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka perhitungan geser pada ujung perletakan :

$$\begin{aligned} V_{u1} &= \frac{M_{nl} + M_{nr}}{l_n} + V_u \\ &= \frac{89058639,36 + 142348006,4}{4950} + 9712,39 \\ &= 56461,21 \text{ N} \end{aligned}$$

Syarat Kuat Tekan Beton (f_c')

Sesuai dengan persyaratan **SNI 2847-2019 Pasal 22.6.3.1** nilai $\sqrt{f_c'}$ dalam perhitungan V_c untuk komponen dua arah tidak boleh melebihi 8,3 MPa.

$$\sqrt{f_c'} < 8,3$$

$$\sqrt{25} < 8,3$$

$$5 \text{ MPa} < 8,3$$

(Memenuhi)

Kuat Geser Beton

Sesuai dengan SNI 2847-2019 pasal 22.5.5.1

$V_c = 0,17\lambda \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d$ Dengan nilai $\lambda = 1$, untuk beton normal.

Maka,

$$V_c = 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 392$$

$$V_c = 83300 \text{ N}$$

Kuat Geser Tulangan Geser

$$\begin{aligned} V_s \text{ min} &= \frac{1}{3} \times b \times d \\ &= \frac{1}{3} \times 250 \times 392 \\ &= 32666,67 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_s \text{ max} &= \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\ &= 1/3 \times \sqrt{25} \times 250 \times 392 \\ &= 163333,33 \text{ N} \end{aligned}$$

$$2 V_s \text{ max} = 2 \times 163333,33 \text{ N} = 326666,66 \text{ N}$$

Pembagian Wilayah Geser Balok

Wilayah pada daerah geser balok dibagi menjadi 3 wilayah yaitu :

1. Wilayah 1 dan 3 (daerah tumpuan) sejarak $\frac{1}{4}$ bentang balok dari setiap tepi bentang balok
2. Wilayah 2 (daerah lapangan) dimulai dari wilayah 1 atau 3 sampai ke tengah bentang balok.

Perhitungan Penulangan Geser Balok

Wilayah 1 dan 3 (Tumpuan)

$$V_{u1} = 56461,21 \text{ N}$$

Cek kondisi :

Berdasarkan **SNI 2847-2019 Pasal 7.6.3.1** mengenai tulangan geser minimum.

$$V_u > 1/2 \cdot \phi \cdot V_c$$

$$56461,21 \text{ N} > 1/2 \cdot 0,75 \cdot 83300 \text{ N}$$

$$56461,21 \text{ N} > 31237,5 \text{ N} \quad \textbf{(Memenuhi)}$$

Maka, selanjutnya perhitungan penulangan geser balok memerlukan tulangan geser minimum.

Syarat spasi tulangan :

$$S_{max} \leq d/4$$

$$S_{max} = 392/4$$

$$= 98 \text{ mm}$$

Digunakan spasi tulangan minimum **90 mm**.

Kontrol :

$$S < S_{max}$$

$$90 \text{ mm} < 98 \text{ mm}$$

Luas tulangan geser minimum :

$$\begin{aligned} A_{v \text{ min}} &= \frac{b \cdot S}{3 \cdot f_y} \\ &= \frac{250 \cdot 90}{3 \cdot 400} \\ &= 18,75 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser **D10 mm** dengan **2 kaki**.

Maka luas penampang tulangan geser yang diperlukan :

$$\begin{aligned}
 A_v &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times n \text{ kaki} \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \times 2 \\
 &= 157 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$A_v > A_v \text{ min}$$

$$157 \text{ mm}^2 > 18,75 \text{ mm}^2 \quad \text{(Memenuhi)}$$

Cek Syarat SRPMM Untuk Kekuatan Geser Pada Balok

Berdasarkan **SNI 2847-2019 Pasal 18.4.2.4** Pada kedua ujung balok, sengkang tertutup harus disediakan sepanjang tidak kurang dari **2h** diukur dari muka komponen struktur penumpu ke arah tengah bentang. Sengkang tertutup pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi sengkang pengekang tidak boleh melebihi nilai terkecil dari a) hingga d):

- a) $d/4$
- b) Delapan kali diameter batang tulangan longitudinal terkecil yang dilingkupi
- c) 24 kali diameter batang tulangan sengkang pengekang
- d) 300 mm

Cek Persyaratan :

$$\begin{aligned}
 \text{a) } S \text{ pakai} &< d/4 \\
 90 \text{ mm} &< 392 \text{ mm}/4 \\
 90 \text{ mm} &< 98 \text{ mm} \quad \text{(Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) } S \text{ pakai} &< 8 \times D \text{ lentur} \\
 90 \text{ mm} &< 8 \times 16 \\
 90 \text{ mm} &< 128 \text{ mm} \quad \text{(Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- c) S pakai < 24 x D geser
 90 mm < 24 x 10
 90 mm < 240 mm **(Memenuhi)**
- d) S pakai < 300 mm
 90 mm < 300 mm **(Memenuhi)**

Maka, digunakan tulangan geser (sengkang) **D10-90mm** pada daerah tumpuan dipasang sejarak 50 mm dari ujung perletakan balok.

Wilayah 2 (Lapangan)

Gaya geser pada wilayah 2 diperoleh dengan menggunakan perbandingan segitiga dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\frac{V_{u2}}{0,5 l_n - 2h} = \frac{V_{u1}}{0,5 l_n}$$

$$V_{u2} = \frac{V_{u1} \times (0,5 l_n - 2h)}{0,5 l_n}$$

$$V_{u2} = \frac{56461,21 \times (0,5 \cdot 4950 - 2 \cdot 450)}{0,5 \cdot 4950}$$

$$V_{u2} = 35929,86 \text{ N}$$

Cek kondisi :

Berdasarkan **SNI 2847-2019 Pasal 7.6.3.1** mengenai tulangan geser minimum.

$$V_u > 1/2 \cdot \phi \cdot V_c$$

$$35929,86 \text{ N} > 1/2 \cdot 0,75 \cdot 83300 \text{ N}$$

$$35929,86 \text{ N} > 31237,5 \text{ N} \quad \textbf{(Memenuhi)}$$

Maka, selanjutnya perhitungan penulangan geser balok memerlukan tulangan geser minimum.

Syarat spasi tulangan :

$$S_{max} \leq d/2$$

$$S_{max} = 392/2$$

$$= 196 \text{ mm}$$

Digunakan spasi tulangan minimum 180 mm.

Kontrol :

$$S < S_{max}$$

$$180 \text{ mm} < 196 \text{ mm}$$

Luas tulangan geser minimum :

$$\begin{aligned} A_{v \text{ min}} &= \frac{b \cdot S}{3 \cdot f_y} \\ &= \frac{250 \cdot 180}{3 \cdot 400} \\ &= 37,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser **D10 mm** dengan **2 kaki**.

Maka luas penampang tulangan geser yang diperlukan :

$$\begin{aligned} A_v &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times n \text{ kaki} \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \times 2 \\ &= 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$A_v > A_{v \text{ min}}$$

$$157 \text{ mm}^2 > 37,5 \text{ mm}^2$$

(Memenuhi)

Cek Syarat SRPMM Untuk Kekuatan Geser Pada Balok

Spasi maksimum Sengkang tidak boleh melebihi :

a) $d/2 = 392 \text{ mm} / 2 = 196 \text{ mm}$

b) 600 mm

Maka, tulangan geser (sengkang) pada daerah lapangan diambil nilai terkecil, yaitu $196 \text{ mm} \approx \mathbf{180 \text{ mm}}$.

4.6.6 Perhitungan Panjang Penyaluran

Panjang penyaluran untuk tulangan lentur **D16**

1. Panjang penyaluran untuk tulangan dalam kondisi tarik. **SNI 2847-2019 Pasal 25.4.2.2**

$$l_d = \left(\frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{2,1 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) db \geq 300 \text{ mm}$$

Dimana,

Ψ_t = Faktor lokasi tulangan, 1

Ψ_e = Faktor pelapis tulangan, 1

λ = Beton normal, 1

Maka,

$$\begin{aligned} l_d &= \left(\frac{400 \cdot 1 \cdot 1}{2,1 \cdot 1 \cdot \sqrt{25}} \right) 16 \\ &= 609,52 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat :

$l_d > 300 \text{ mm}$

$609,52 \text{ mm} > 300 \text{ mm} \quad \textbf{(Memenuhi)}$

Reduksi panjang penyaluran tulangan (tulangan lebih) :

$$\begin{aligned} l_{d \text{ reduksi}} &= \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ pasang}}} l_d \\ &= \frac{343}{1004,8} 609,52 \\ &= 208,07 \text{ mm} \cong 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tekan. **SNI 2847-2019 Pasal 25.4.9**

$$l_{dc} = \left(\frac{0,24 \cdot f_y \cdot \Psi_r}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) D_b$$

Dimana, Ψ_r = tulangan pengekang, 1

$$l_{dc} = \left(\frac{0,24 \cdot 400 \cdot 1}{1 \cdot \sqrt{25}} \right) \cdot 16$$

$$l_{dc} = 307,2 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = 0,043 \cdot f_y \cdot \Psi_r \cdot d_b$$

$$l_{dc} = 0,043 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 16$$

$$l_{dc} = 275,2 \text{ mm}$$

Diambil nilai terbesar, $l_{dc} = 307,2 \text{ mm}$

Reduksi Panjang penyaluran tulangan (tulangan lebih) :

$$l_{dc \text{ reduksi}} = \frac{A_{s' \text{ perlu}}}{A_{s' \text{ pasang}}} l_{dc}$$

$$l_{dc \text{ reduksi}} = \frac{301,44}{602,88} 307,2$$

$$l_{dc \text{ reduksi}} = 153,6 \cong 200 \text{ mm}$$

3. Panjang penyaluran tulangan berkait dalam kondisi tarik. **SNI 2847-2019 Pasal 25.4.3.1**

$$a) \quad l_{dh} = \left(\frac{0,24 \cdot f_y \cdot \Psi_e \cdot \Psi_c \cdot \Psi_r}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot D_b$$

$$l_{dh} = \left(\frac{0,24 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1 \cdot \sqrt{25}} \right) \cdot 16$$

$$l_{dh} = 307,2 \text{ mm}$$

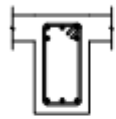
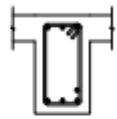
- b) $8 d_b = 8 \times 16 = 128 \text{ mm}$
 c) 150 mm

Dari ketiga persyaratan diatas, diambil nilai tertinggi, yaitu

$$l_{dh} = 307,2 \text{ mm} \cong 350 \text{ mm}$$

4.6.7 Kesimpulan Perencanaan Balok

- Tipe = Balok G2.2
- Dimensi = 450 mm x 250 mm
- Tul. tumpuan atas = 5 D16
- Tul. tumpuan bawah = 3 D16
- Tul. lapangan atas = 3 D16
- Tul. lapangan bawah = 4 D16
- Tulangan geser (sengkang) tumpuan = D10 – 90
- Tulangan geser (sengkang) lapangan = D10 – 180

TIPE BALOK	G2.2	
LEVEL	TUMPUAN	LAPANGAN
DETAIL		
DIMENSI	250 x 450	
TUL. ATAS	5 D16	3 D16
TUL. BAWAH	3 D16	4 D16
SENGKANG	D10 - 90	D10 - 180
TUL. PINGGANG	-	-
PENGIKAT	-	-

Gambar 4.36 Detail Balok G2. 2

Sumber: Peneliti, 2021

4.6.8 *Sample* Perhitungan Tulangan Puntir

Karena balok G2. 2 tidak membutuhkan tulangan puntir, maka contoh perhitungan tulangan puntir diambil dari perhitungan balok tipe G1.1.

$$\begin{aligned} A_{oh} &= (b \text{ balok} - 2.t \text{ decking} - D \text{ geser}) \times (h \text{ balok} - 2.t \text{ decking} - D \text{ geser}) \\ &= (250 - 80 - 10) \times (550 - 80 - 10) \\ &= 73600 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{oh} &= 2 \times (b \text{ balok} - 2.t \text{ decking} - D \text{ geser}) + (h \text{ balok} - 2.t \text{ decking} - D \text{ geser}) \\ &= 2 \times (250 - 80 - 10) + (550 - 80 - 10) \\ &= 780 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sesuai SNI 2847-2019 Pasal 22.7.6.1

$$T_n = \frac{2 \cdot A_o \cdot A_t \cdot f_{yt}}{s} \cdot \cot \theta$$

Dengan $A_o = 0,85 A_{oh}$ dan untuk beton non-prategang $\theta = 45^\circ$

Maka,

$$\begin{aligned} A_o &= 0,85 \cdot A_{oh} \\ &= 0,85 \cdot 73600 \\ &= 62560 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_n}{2 \cdot A_o \cdot f_{yt} \cdot \cot \theta}$$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{8357574}{2 \cdot 62560 \cdot 400 \cdot 1}$$

$$\frac{A_t}{s} = 0,167 \text{ mm}$$

Sehingga tulangan puntir untuk lentur :

$$\begin{aligned} A_l &= \frac{A_t}{s} \times P_{oh} \times \left(\frac{f_{yt}}{f_y} \right) \times \cot^2 45 \\ &= 0,167 \times 780 \times \left(\frac{400}{400} \right) \times \cot^2 45 \\ &= 130,26 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Sesuai **SNI 2847-2019 Pasal 9.6.4.3**

$$\begin{aligned} A_{l \text{ min}} &= 0,42 \sqrt{f_{c'}} \frac{A_{cp}}{f_{yt}} - \left(\frac{A_t}{s} \right) P_{oh} \frac{f_{yt}}{f_y} \\ &= 0,42 \sqrt{25} \frac{137500}{400} - (0,167) 780 \frac{400}{400} \\ &= 591,615 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Periksa penggunaan A_l dengan 2 kondisi sebagai berikut.

$A_l \text{ perlu} \leq A_l \text{ min}$, maka menggunakan $A_l \text{ min}$

$A_l \text{ perlu} \geq A_l \text{ min}$, maka menggunakan $A_l \text{ perlu}$

Maka,

$A_l \text{ perlu} \leq A_l \text{ min}$

$130,26 \leq 591,615$

Sehingga menggunakan A_l Sebesar 591,615 mm²

Dipakai luasan tulangan puntir untuk arah memanjang dibagi merata pada empat sisi penampang balok sehingga diperoleh kebutuhan luasan tulangan tiap sisinya, yaitu :

$$\frac{A_l}{4} = \frac{591,615}{4} = 147,904 \text{ mm}^2$$

Penyebaran penulangan torsi pada tulangan memanjang dibagi setiap sisinya :

- Sisi atas = disalurkan pada tulangan tarik balok
- Sisi bawah = dialurkan pada tulangan tekan balok

Maka masing-masing sisi atas dan bawah balok mendapat tambahan luasan tulangan puntir sebesar 147,904 mm². Pada sisi kanan dan sisi kiri dipasang luasan tulangan puntir sebesar :

$$2 \times \frac{A_l}{4} = 2 \times \frac{591,615}{4} = 295,8 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan **D10 mm** pada tulangan puntir pada 2 sisi yaitu sisi kiri dan sisi kanan sejumlah :

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s}{\text{Luasan D puntir}} \\ &= \frac{295,8}{0,25 \cdot \pi \cdot 10^2} \\ &= 3,77 \cong 4 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dipasang tulangan puntir **4D16**

$$\begin{aligned} A_s \text{ pasang} &= n \times A \text{ tul. puntir} \\ &= 4 \times 0,25 \cdot \pi \cdot 10^2 \\ &= 314 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol luas tulangan :

$$A_s \text{ pasang} \geq A_s \text{ perlu}$$

$$314 \geq 295,8 \quad \text{(Memenuhi)}$$

4.7 Perencanaan Hubungan Balok – Kolom

4.7.1 Data Perencanaan Hubungan Balok – Kolom

- Kuat tekan beton (f_c') = 25 Mpa
- Kuat leleh tulangan (f_y) = 400 Mpa
- Berat jenis beton = 2400 kg/m³

Spesifikasi Balok dan kolom

Spesifikasi balok

Tipe	= Balok G2.2
Dimensi	= 250 mm x 450 mm
Tul. tumpuan atas	= 5 D16
Tul. tumpuan bawah	= 3 D16
Tul. lapangan atas	= 3 D16
Tul. lapangan bawah	= 4 D16
Tulangan geser (sengkang) tumpuan	= D10 – 90
Tulangan geser (sengkang) lapangan	= D10 – 180

Spesifikasi kolom

Tipe	= Kolom K1
Dimensi	= 450 mm x 450 mm
Tul. lentur	= 12 D16
Tul. geser (sengkang) tumpuan	= D10 – 90 mm
Tul. geser (sengkang) lapangan	= D10 – 180 mm

4.7.2 Perhitungan Probable Moment Balok (M_{pr})

- f_y = 400 Mpa
- f_c' = 25 Mpa
- b = 250 mm
- h = 450 mm

- $d = h - t_{\text{decking}} - D_{\text{tul geser}} - \frac{1}{2} D_{\text{tul lentur}}$
 $= 450 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \frac{1}{2} 16 \text{ mm}$
 $= 392 \text{ mm}$
- $hk1 = 4150 \text{ mm}$
- $hk1 = 3400 \text{ mm}$
- $A_s = n \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2$
 $= 5 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2$
 $= 1004,8 \text{ mm}^2$
- $A_s' = n \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2$
 $= 4 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2$
 $= 803,84 \text{ mm}^2$

A. Perhitungan M_{pr}^-

$$T_1 = A_s \times f_y$$

$$= 1004,8 \times 400$$

$$= 401920 \text{ N}$$

$$a = \frac{T_1}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$= \frac{401920}{0,85 \cdot 25 \cdot 250}$$

$$= 75,65 \text{ mm}$$

$$M_{pr}^- = T_1 \times (d - a/2)$$

$$= 401920 \cdot (392 - 75,65 / 2)$$

$$= 142350016 \text{ N.mm}$$

B. Untuk M_{pr}^+

$$T_2 = A_s \times f_y$$

$$= 803,84 \times 400$$

$$= 321536 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{T_2}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\
 &= \frac{321536}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} \\
 &= 60,52 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{pr}^+ &= T_2 \times (d - a/2) \\
 &= 321536 \cdot (392 - 60,52 / 2) \\
 &= 116312432,6 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

Gaya geser pada kolom, V_{kolom} dapat dihitung berdasarkan nilai M_{pr-} dan M_{pr+} dibagi dengan setengah tinggi kolom atas (hk_1) ditambah setengah tinggi kolom bawah (hk_2). Jika dituliskan dalam bentuk persamaan adalah :

$$\begin{aligned}
 V_{kolom} &= \frac{M_{pr}^+ + M_{pr}^-}{\frac{hk_1}{2} + \frac{hk_2}{2}} \\
 &= \frac{116312432,6 + 142350016}{\frac{4150}{2} + \frac{3400}{2}} \\
 &= 68519,85 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

Gaya geser terfaktor (V_u) yang timbul pada hubungan balok-kolom dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_u &= T_1 + T_2 - V_{kolom} \\
 &= 401920 + 321536 - 68519,85 \\
 &= 654936,15 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Nilai ini tidak boleh lebih besar daripada ϕV_n dimana V_n adalah kuat geser nominal hubungan balok-kolom yang terkekang pada keempat sisinya dan f adalah faktor reduksi kekuatan hubungan balok-kolom yang diambil sebesar 0,8. Nilai V_n dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 V_n &= 1,7 \times \sqrt{f_c'} \times A_k && \text{SNI 2847-2019 tabel 18.8.4.1} \\
 &= 1,7 \times \sqrt{25} \times (450 \times 450) \\
 &= 1721250 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi V_n &= 0,8 \times V_n \\
 &= 0,8 \times 1721250 \\
 &= 1377000 \text{ N} > V_u : 654936,15 \text{ N} \quad \text{(Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Jadi, kuat geser hubungan balok-kolom sudah mencukupi

4.7.3 Perhitungan tulangan confinement

$$\begin{aligned}
 f_y &= 400 \text{ Mpa} \\
 f_c' &= 25 \text{ Mpa} \\
 b &= 450 \text{ mm} \\
 h &= 450 \text{ mm} \\
 t_{\text{decking}} &= 40 \text{ mm} \\
 D_{\text{tul}} &= 16 \text{ mm} \\
 d &= h - t_{\text{decking}} - D_{\text{tul geser}} - \frac{1}{2} D_{\text{tul lentur}} \\
 &= 450 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \frac{1}{2} 16 \text{ mm} \\
 &= 392 \text{ mm} \\
 h_c &= h - 2 \times (t_{\text{decking}} - D_{\text{tul}} / 2) \\
 &= 450 - 2 \times (40 - 16 / 2) \\
 &= 386 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Luas total tulangan transversal tertutup persegi tidak boleh kurang dari:

$$A_{sh} = 0,09 \times s \times h_c \times f_c' / f_y$$

Dengan mensubstitusikan variabel-variabel yang telah diketahui, diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \frac{A_{sh}}{s} &= \frac{0,09 \times h_c \times f_c'}{f_y} \\
 \frac{A_{sh}}{s} &= \frac{0,09 \times 386 \times 25}{400} \\
 \frac{A_{sh}}{s} &= 2,17 \text{ mm}^2 / \text{mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan **SNI 2847-2019 Pasal 18.7.5.3**, Spasi tulangan transversal tidak melebihi nilai terkecil dari (a) hingga (c):

a) Seperempat dimensi terkecil penampang kolom.

$$\frac{1}{4} \times 450 = 112,5 \text{ mm}$$

b) Enam kali diameter tulangan longitudinal terkecil.

$$6 \times 16 = 96 \text{ mm}$$

c) s_o yang dihitung dengan

$$s_o = 100 + \left(\frac{350 - hx}{3} \right)$$

Hx diambil dari $\frac{1}{3} \times$ dimensi inti kolom, atau

$$\frac{1}{3} \times d = \frac{1}{3} \times 392 = 131 \text{ mm}$$

$$s_o = 100 + \left(\frac{350 - 131}{3} \right)$$

$$s_o = 173 \text{ mm}$$

Nilai s_o tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu kurang dari 100 mm.

Dari ketiga persyaratan tersebut, nilai terkecil adalah 96 mm, dengan demikian dapat diambil spasi tulangan sengkang adalah **90 mm**.

Selanjutnya adalah menghitung luas tulangan transversal yang diperlukan berdasarkan nilai A_{sh}/s dan s yang telah diperoleh sebelumnya. Nilai A_{sh}/s adalah $2,17 \text{ mm}^2/\text{mm}$, dan dengan nilai $s = 90 \text{ mm}$, diperoleh nilai luas tulangan transversal (A_{sh}) yang diperlukan sebesar $2,17 \times 90 = 195,3 \text{ mm}^2$. Misal digunakan D10, jumlah tulangan yang digunakan adalah :

$$\begin{aligned} \sum D10 &= \frac{A_{sh}}{D_{10}} \\ &= \frac{195,3}{0,25 \times 3,14 \times 10^2} \\ &= 2,49 \approx 3 \text{ leg} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dibutuhkan **3 leg D10 – 90** .

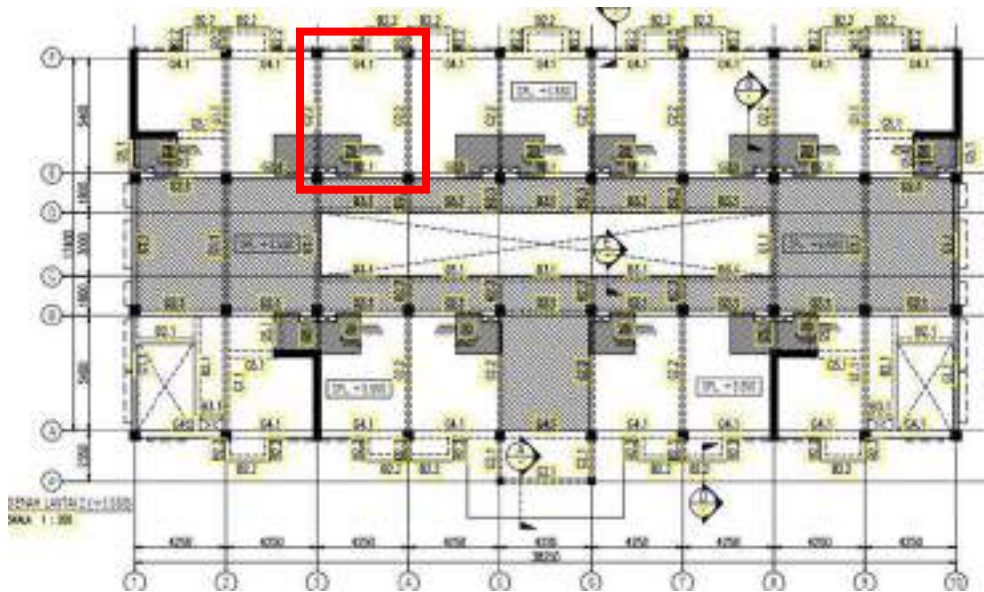
4.8 Perencanaan Pelat Lantai

Dalam Tugas Akhir ini, akan dipaparkan satu contoh perhitungan pelat lantai untuk mewakili pelat lantai yang lainnya.

4.8.1 Data Perencanaan Pelat

Data yang diambil adalah sebagai berikut:

- Tipe pelat = It 2 (As 3-4 , E-F)
- Mutu beton (f_c') = 25 MPa
- Mutu baja (f_y) = 400 MPa
- Rencana tebal pelat = 12 cm
- Bentang pelat sb. panjang (l_y) = 540 cm
- Bentang pelat sb. pendek (l_x) = 425 cm
- Balok G4.1 = 35/45 cm
- Balok G2.1 = 25/45 cm
- Balok G2.2 = 25/45 cm



Gambar 4.37 Denah Perencanaan Pelat (Lantai 2)

Sumber : Peneliti, 2021

4.8.2 Perhitungan Perencanaan Tebal Pelat

A. Tipe Pelat

$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{540 \text{ cm}}{425 \text{ cm}} = 1,27 \leq 2$$

Karena $l_y/l_x \leq 2$, maka selanjutnya digunakan pelat 2 arah (Two Way Slab).

B. Bentang Bersih Sumbu Panjang (l_n) Sumbu Pendek (s_n)

$$\begin{aligned} l_n &= l_y - \frac{\text{balok G4.1}}{2} - \frac{\text{balok G2.1}}{2} \\ &= 540 - \frac{35}{2} - \frac{25}{2} \\ &= 510 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_n &= l_x - \frac{\text{balok G2.2}}{2} - \frac{\text{balok G2.2}}{2} \\ &= 425 - \frac{25}{2} - \frac{25}{2} \\ &= 400 \text{ cm} \end{aligned}$$

Rasio l_n/s_n

$$\beta = \frac{l_n}{s_n} = \frac{510 \text{ cm}}{400 \text{ cm}} = 1,275$$

C. Tinjauan Balok

1. Balok Kiri (G2.2)



$$b_w = 25 \text{ cm}$$

$$h = 45 \text{ cm}$$

$$h_w = 33 \text{ cm}$$

$$h_f = 12 \text{ cm}$$

a. Lebar Efektif Pelat

$$b_e = b_w + 2h_w = 25 + 2(33) = 91 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 25 + 8(12) = 121 \text{ cm}$$

diambil nilai b_e terkecil = 91 cm

b. Faktor Modifikasi (k)

$$k_1 = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right) \times \left[4 - 6\left(\frac{h_f}{h}\right) + 4\left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k_1 = 1,72$$

c. Momen Inersia Penampang Balok

$$\begin{aligned} I_b &= k \times \frac{b_w \times h^3}{12} \\ &= 1,72 \times \frac{25 \times 45^3}{12} \\ &= 326531,25 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

d. Momen Inersia Lajur Pelat

$$\begin{aligned} I_p &= \frac{b_p \times h_f^3}{12} \\ &= \frac{0,5 (425 \text{ cm} + 425 \text{ cm}) \times 12^3}{12} \\ &= 61200 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

e. Rasio Kekakuan Balok Terhadap Pelat

$$\begin{aligned} \propto f_1 &= \frac{I_b}{I_p} \\ &= \frac{326531,25 \text{ cm}^4}{61200 \text{ cm}^4} \\ &= 5,34 \end{aligned}$$

2. Tinjau Balok Bawah (G2.1)



$$b_w = 25 \text{ cm}$$

$$h = 45 \text{ cm}$$

$$h_w = 33 \text{ cm}$$

$$h_f = 12 \text{ cm}$$

a. Lebar Efektif Pelat

$$b_e = b_w + 2h_w = 25 + 2(33) = 91 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 25 + 8(12) = 121 \text{ cm}$$

diambil nilai b_e terkecil = 91 cm

b. Faktor Modifikasi (k)

$$k_2 = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right) \times \left[4 - 6\left(\frac{h_f}{h}\right) + 4\left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k_2 = 1,72$$

c. Momen Inersia Penampang Balok

$$\begin{aligned} I_b &= k \times \frac{b_w \times h^3}{12} \\ &= 1,72 \times \frac{25 \times 45^3}{12} \\ &= 326531,25 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

d. Momen Inersia Lajur Pelat

$$\begin{aligned} I_p &= \frac{b_p \times h_f^3}{12} \\ &= \frac{0,5 (425 \text{ cm} + 180 \text{ cm}) \times 12^3}{12} \\ &= 51840 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

e. Rasio Kekakuan Balok Terhadap Pelat

$$\begin{aligned} \propto f_2 &= \frac{I_b}{I_p} \\ &= \frac{326531,25 \text{ cm}^4}{51840 \text{ cm}^4} \\ &= 6,30 \end{aligned}$$

3. Tinjau balok kanan (G2. 2)



$$b_w = 25 \text{ cm}$$

$$h = 45 \text{ cm}$$

$$h_w = 33 \text{ cm}$$

$$h_f = 12 \text{ cm}$$

a. Lebar Efektif Pelat

$$b_e = b_w + 2h_w = 25 + 2(33) = 91 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 25 + 8(12) = 121 \text{ cm}$$

diambil nilai b_e terkecil = 91 cm

b. Faktor Modifikasi (k)

$$k_3 = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right) \times \left[4 - 6\left(\frac{h_f}{h}\right) + 4\left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k_3 = 1,72$$

c. Momen Inersia Penampang Balok

$$\begin{aligned} I_b &= k \times \frac{b_w \times h^3}{12} \\ &= 1,72 \times \frac{25 \times 45^3}{12} \\ &= 326531,25 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

d. Momen Inersia Lajur Pelat

$$\begin{aligned}
 I_p &= \frac{b_p \times h_f^3}{12} \\
 &= \frac{0,5 (425 \text{ cm} + 425 \text{ cm}) \times 12^3}{12} \\
 &= 61200 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

e. Rasio Kekakuan Balok Terhadap Pelat

$$\begin{aligned}
 \alpha f_3 &= \frac{I_b}{I_p} \\
 &= \frac{326531,25 \text{ cm}^4}{61200 \text{ cm}^4} \\
 &= 5,34
 \end{aligned}$$

4. Tinjau balok atas (G4.1)

$$b_w = 35 \text{ cm}$$

$$h = 45 \text{ cm}$$

$$h_w = 33 \text{ cm}$$

$$h_f = 12 \text{ cm}$$

a. Lebar Efektif Pelat

$$b_e = b_w + h_w = 35 + 33 = 68 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 4h_f = 35 + 4(12) = 83 \text{ cm}$$

diambil nilai b_e terkecil = 68 cm

b. Faktor Modifikasi (k)

$$k_4 = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right) \times \left[4 - 6\left(\frac{h_f}{h}\right) + 4\left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k_4 = 1,34$$

c. Momen Inersia Penampang Balok

$$\begin{aligned}
 I_b &= k \times \frac{b_w \times h^3}{12} \\
 &= 1,34 \times \frac{35 \times 45^3}{12} \\
 &= 356146,875 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

d. Momen Inersia Lajur Pelat

$$\begin{aligned}
 I_p &= \frac{b_p \times h_f^3}{12} \\
 &= \frac{0,5 (540 \text{ cm}) \times 12^3}{12} \\
 &= 38880 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

e. Rasio Kekakuan Balok Terhadap Pelat

$$\begin{aligned}
 \alpha f_4 &= \frac{I_b}{I_p} \\
 &= \frac{356146,875 \text{ cm}^4}{38880 \text{ cm}^4} \\
 &= 9,16
 \end{aligned}$$

D. Tebal Pelat Yang Dipakai

Dari keempat balok di atas didapatkan rata-rata:

$$\begin{aligned}
 \alpha f_m &= \frac{\alpha f_1 + \alpha f_2 + \alpha f_3 + \alpha f_4}{4} \\
 &= \frac{5,34 + 6,30 + 5,34 + 9,16}{4} \\
 &= 6,54
 \end{aligned}$$

Karena $\alpha f_m > 2,0$ dipakai persamaan:

$$\begin{aligned}
 h_f &= \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9\beta} > 90 \text{ mm} \\
 &= \frac{5100 \left(0,8 + \frac{400}{1400}\right)}{36 + 9 \cdot 1,275} > 90 \text{ mm} \\
 &= 116,63 \text{ mm} > 90 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka dipakai tebal pelat **120 mm**.

4.8.3 Pembebanan Pelat Lantai

A. Data Perencanaan

Tipe pelat	=	lt 2 (As 3-4 , E-F)
Mutu beton (f_c')	=	25 MPa
Mutu baja (f_y)	=	400 Mpa
β_1	=	0,85 Tabel 22.2.2.4.3 (SNI 2847-2019)
ϕ	=	0,90 Tabel 21.2.2 (SNI 2847-2019)
l_y	=	540 cm
l_x	=	425 cm

Tabel 4.8 Pembebanan Pelat

a. Beban Mati		
Berat Sendiri = $0,12 \times 2400 \text{ Kg/m}^3$		288 Kg/m ²
Keramik = $0,01 \times 2200 \text{ Kg/m}^3$		22 Kg/m ²
Spesi (t = 2 mm) = $0,02 \times 2400 \text{ Kg/m}^3$		48 Kg/m ²
Plafond		25 Kg/m ²
Instalasi listrik		25 Kg/m ²
Plumbing		15 Kg/m ²
Q_{DL}		= 423 Kg/m ²
b. Beban Hidup		
Ruang kamar		192 Kg/m ²
Q_{LL}		= 192 Kg/m ²
c. Beban Ultimate		
$Q_u = 1,2 Q_{DL} + 1,6 Q_{LL} = 814,8 \text{ Kg/m}^2$		

Sumber: Peneliti, 2021

B. Momen Pada Pelat

Perhitungan momen berdasarkan **Tabel Momen Pelat Persegi akibat beban merata kondisi tumpuan terjepit penuh (PBI 1971)**.

$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{540 \text{ cm}}{425 \text{ cm}} = 1,27 \approx 1,3$$

Tabel 4.9 Momen Pada Pelat

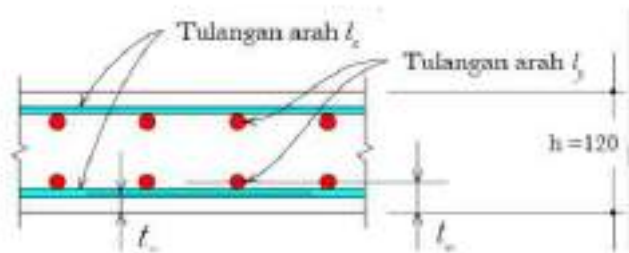
Momen		X		
Lapangan	M_{Lx}	31	$0,001 \times Q_u \times L_x^2 \times X$	456,24 Kg.m
	M_{Ly}	19	$0,001 \times Q_u \times L_x^2 \times X$	279,63 Kg.m
Tumpuan	M_{Tx}	69	$0,001 \times Q_u \times L_x^2 \times X$	1015,5 Kg.m
	M_{Ty}	57	$0,001 \times Q_u \times L_x^2 \times X$	838,89 Kg.m

Sumber: Peneliti, 2021

C. Perhitungan

Tebal decking = 20 mm

Diameter tulangan rencana = 10 mm (Ulir)



Gambar 4.38 Tampak Potongan Pelat Lantai

Sumber : Peneliti, 2021

Tinggi manfaat :

$$\begin{aligned}
 d_x &= t_{\text{pelat}} - t_{\text{decking}} - (0,5 d_{\text{rencana}}) \\
 &= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 5 \text{ mm} \\
 &= 95 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d_y &= t_{\text{pelat}} - t_{\text{decking}} - d_{\text{rencana}} - (0,5 d_{\text{rencana}}) \\
 &= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - 5 \text{ mm} \\
 &= 85 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{min}} &= \frac{1,4}{f_y} \\
 &= \frac{1,4}{400 \text{ MPa}} \\
 &= 0,0035
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \left(\frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \right) \left(\frac{600}{600+f_y} \right) \\
 &= 0,75 \left(\frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \right) \left(\frac{600}{600+400} \right) \\
 &= 0,0203 \\
 m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} \\
 &= \frac{400}{0,85 \cdot 25} \\
 &= 18,824
 \end{aligned}$$

4.8.4 Perhitungan Perencanaan Tulangan Pelat

Jarak tulangan tumpuan dan tulangan lapangan dibuat sama. Dalam perhitungannya diambil momen yang terbesar.

A. Tulangan Arah X

$$M_u = 1015,5 \text{ Kg.m} = 10155000 \text{ N.mm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{10155000}{0,9} = 11283333,33 \text{ N.mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{11283333,33}{1000 \cdot 95^2} = 1,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{F_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{18,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 1,25}{400}} \right) \\
 &= 0,0032
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0035 > 0,0032 < 0,0203$$

(Tidak Memenuhi)

Sebagai alternatif, untuk komponen struktur besar dan masif luas tulangan yang diperlukan paling sedikit harus sepertiga lebih besar dari yang diperlukan.

Maka ρ diperbesar 30%, $\rho = 0,0032 \times 1,3 = 0,0042$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0042 \times 1000 \times 95 = 399 \text{ mm}^2$$

Syarat spasi antar tulangan : $S_{\text{maks}} \leq 2h$

$$S_{\text{maks}} = 2 (120 \text{ mm})$$

$$S_{\text{maks}} = 240 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan **D - 10**

$$S = \frac{1}{4} \times \frac{\pi \cdot D^2 \cdot b}{A_s}$$

$$S = \frac{1}{4} \times \frac{\pi \cdot 10^2 \cdot 1000}{399}$$

$$S = 196,74 \text{ mm}$$

Maka dipakai **S = 150 mm**

Kontrol jarak tulangan :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{tul}}$$

$$240 \text{ mm} \geq 150 \text{ mm}$$

(Memenuhi)

Tulangan yang dipakai : **D10-150 mm**

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{pakai}}} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \left(\frac{b}{s}\right) \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 \cdot \left(\frac{1000}{150}\right) \\ &= 523,33 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Syarat luas tulangan :

$$A_{S_{\text{pakai}}} > A_{S_{\text{perlu}}}$$

$$523,33 \text{ mm}^2 > 399 \text{ mm}^2$$

(Memenuhi)

Jadi, untuk tulangan pelat lantai arah X menggunakan **D10-150 mm**.

B. Tulangan Arah Y

$$M_u = 838,89 \text{ Kg.m} = 8388900 \text{ N.mm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{8388900}{0,9} = 9321000 \text{ N.mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{9321000}{1000 \cdot 85^2} = 1,29 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{F_y}} \right) \\ &= \frac{1}{18,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 1,29}{400}} \right) \\ &= 0,0033 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0035 > 0,0033 < 0,0203 \quad \text{(Tidak Memenuhi)}$$

Maka ρ diperbesar 30%, $\rho = 0,0033 \times 1,3 = 0,0043$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0043 \times 1000 \times 85 = 365,5 \text{ mm}^2$$

Syarat spasi antar tulangan : $S_{\text{maks}} \leq 2h$

$$S_{\text{maks}} = 2 (120 \text{ mm})$$

$$S_{\text{maks}} = 240 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan **D-10**

$$S = \frac{1}{4} \times \frac{\pi \cdot D^2 \cdot b}{A_s}$$

$$S = \frac{1}{4} \times \frac{\pi \cdot 10^2 \cdot 1000}{365,5}$$

$$S = 214,8 \text{ mm}$$

Maka dipakai **S = 200 mm**

Kontrol jarak tulangan :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{tul}}$$

$$240 \text{ mm} \geq 200 \text{ mm}$$

(Memenuhi)

Tulangan yang dipakai : **D10-200 mm**

$$A_{S_{\text{pakai}}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \left(\frac{b}{s}\right)$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 \cdot \left(\frac{1000}{200}\right)$$

$$= 392,5 \text{ mm}^2$$

Syarat luas tulangan :

$$A_{S_{\text{pakai}}} > A_{S_{\text{perlu}}}$$

$$392,5 \text{ mm}^2 > 365,5 \text{ mm}^2$$

(Memenuhi)

Jadi, untuk tulangan pelat lantai arah Y menggunakan **D10-200 mm**.

C. Kontrol

Kontrol lendutan dan retak beton

Modulus elastisitas beton (E_c)

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'} = 4700 \sqrt{25} = 23500 \text{ MPa}$$

Modulus elastisitas baja ($E_s = 200000$)

Rasio modulus elastisitas (n)

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200000}{23500} = 8,51$$

Batas lendutan maksimal (Δ_{ijin})

$$\Delta_{ijin} = \frac{l_x}{240} = \frac{4250}{240} = 17,71 \text{ mm}$$

Momen inersia pelat (I_g)

$$\begin{aligned} I_g &= \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \\ &= \frac{1}{12} \cdot 1000 \cdot 120^3 \\ &= 144000000 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Jarak garis netral terhadap sisi atas (c)

$$\begin{aligned} c &= n \cdot \frac{A_{s_{pakai}}}{b} \\ &= 8,51 \cdot \frac{523,33}{1000} \\ &= 4,45 \text{ mm} \end{aligned}$$

Momen inersia penampang retak

$$\begin{aligned} I_{cr} &= \frac{E_s}{E_c} \left[A_s + \frac{P_u}{F_y} \frac{h}{2d} \right] (d - c)^2 + \frac{l_x \cdot c^2}{3} \\ &= 8,51 [523,33 + 0] (95 - 4,45)^2 + \frac{4250 \cdot 4,45^2}{3} \\ &= 36543961 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Beban terfaktor merata

$$\begin{aligned} Q_u &= 814,8 \text{ Kg/m}^2 \\ &= 0,008148 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Momen maksimum (M_a)

$$\begin{aligned} M_a &= \frac{1}{8} \cdot Q_u \cdot lx^2 \\ &= \frac{1}{8} \cdot 814,8 \cdot 4,25^2 \\ &= 1839,67 \text{ kg.m} \\ &= 18396700 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Modulus keruntuhan beton (f_r)

$$\begin{aligned} f_r &= 0,62\lambda \sqrt{f_c'} \\ &= 0,62 \cdot 1 \sqrt{25} \\ &= 3,1 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Momen retak (M_{cr})

$$\begin{aligned} M_{cr} &= \frac{f_r \cdot I_g}{y_t} \\ &= \frac{3,1 \cdot 144000000}{\frac{120}{2}} \\ &= 7440000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Momen inersia (I_e)

$$\begin{aligned} I_e &= \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \cdot I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] \cdot I_{cr} \\ &= \left(\frac{7440000}{18396700} \right)^3 \cdot 1440000 + \left[1 - \left(\frac{7440000}{18396700} \right)^3 \right] \cdot 36543961 \\ &= 43651673,5 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Lendutan elastis (δ_e)

$$\begin{aligned} \delta_e &= \frac{5}{384} \left(\frac{Q_u \cdot lx^4}{E_c \cdot I_e} \right) \\ &= \frac{5}{384} \left(\frac{0,008148 \cdot 4250^4}{23500 \cdot 43651673,5} \right) \\ &= 0,0337 \text{ mm} \end{aligned}$$

Rasio tulangan slab lantai (ρ)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{A_s}{b \cdot d} \\ &= \frac{523,33}{1000 \cdot 95} \\ &= 0,0055\end{aligned}$$

Faktor ketergantungan waktu ≥ 5 tahun, $\xi = 2$

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{\xi}{(1+50\rho)} \\ &= \frac{2}{(1+50 \cdot 0,0055)} \\ &= 1,57\end{aligned}$$

Lendutan jangka waktu 5 tahun

$$\begin{aligned}\delta_e &= \lambda \frac{5}{384} \left(\frac{Q_u \cdot l x^4}{E_c \cdot I_e} \right) \\ &= \lambda \frac{5}{384} \left(\frac{0,008148 \cdot 4250^4}{23500 \cdot 43651673,5} \right) \\ &= 0,0529 \text{ mm}\end{aligned}$$

Lendutan total

$$\begin{aligned}\delta_{tot} &= \delta_e + \delta_g \\ &= 0,0337 + 0,0529 \\ &= 0,0866 \text{ mm}\end{aligned}$$

Syarat :

$$\delta_{tot} < \Delta_{ijin}$$

$$0,0866 \text{ mm} < 17,71 \text{ mm}$$

(Memenuhi)

Tegangan ijin pada tulangan (f_s)

$$\begin{aligned}f_s &= 0,6 \cdot f_y \\ &= 0,6 \cdot 400 \\ &= 240 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}d_c &= t_{selimut} - 0,5 d_{tul} \\ &= 20 - 0,5 \cdot 10 \\ &= 15 \text{ mm}\end{aligned}$$

Luas efektif beton Tarik (A_e)

$$\begin{aligned} A_e &= 2 \cdot d_c \cdot S_{tul} \\ &= 2 \cdot 15 \cdot 150 \\ &= 4500 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Nilai lebar retak (ω)

$$\begin{aligned} \omega &= 11 \cdot 10^{-6} \cdot \beta \cdot f_s^3 \sqrt{d_c \cdot A_e} \\ &= 11 \cdot 10^{-6} \cdot 0,85 \cdot 240^3 \sqrt{15 \cdot 4500} \\ &= 0,091 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat :

$$\omega < 0,4 \text{ mm}$$

$$0,091 \text{ mm} < 0,4 \text{ mm} \quad \text{(Memenuhi)}$$

4.8.5 Kesimpulan Perencanaan Pelat

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

Tabel 4.10 Kesimpulan Perencanaan Pelat

Tumpuan	Arah X	D10 – 150
	Arah Y	D10 – 200
Lapangan	Arah X	D10 – 150
	Arah Y	D10 – 200

Sumber: Peneliti, 2021

4.9 Perencanaan Pelat Tangga

4.9.1 Data Perencanaan

- Tipe pelat = Tangga
- Mutu beton (f_c') = 25 Mpa
- Mutu baja tul. lentur (f_y) = 400 Mpa
- β = 0,85

Tabel 22.2.2.4.3 (SNI 2847-2019)

- ϕ = 0,90

Tabel 21.2.2 (SNI 2847-2019)

- Tebal pelat tangga = 150 mm
- Tebal pelat bordes = 150 mm
- Diameter tul. lentur = 10 mm

4.9.2 Data Perhitungan

A. Hasil *Output* SAP2000

1. Pelat Tangga

$$M_{11} = 750,61 \text{ Kg.m}$$

$$M_{22} = 1796,68 \text{ Kg.m}$$

2. Pelat Bordes

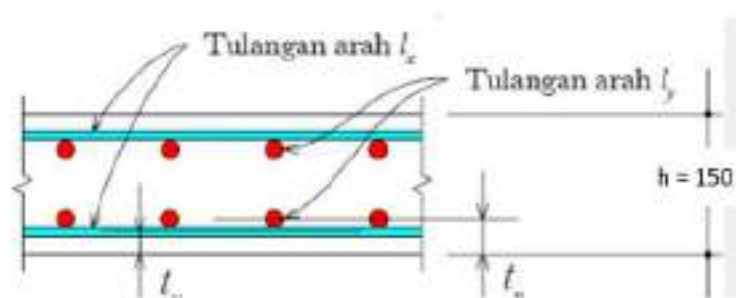
$$M_{11} = 647,62 \text{ Kg.m}$$

$$M_{22} = 1723,37 \text{ Kg.m}$$

B. Perhitungan

Tebal decking : 20 mm

D tul. rencana : 10 mm



Gambar 4.39 Tampak Potongan Pelat Tangga

Sumber: Peneliti, 2021

Tinggi manfaat :

1. Pelat Tangga

$$\begin{aligned}d_x &= t_{\text{pelat}} - t_{\text{decking}} - (0,5 d_{\text{rencana}}) \\ &= 150 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 5 \text{ mm} \\ &= 125 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}d_y &= t_{\text{pelat}} - t_{\text{decking}} - d_{\text{rencana}} - (0,5 d_{\text{rencana}}) \\ &= 150 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - 5 \text{ mm} \\ &= 115 \text{ mm}\end{aligned}$$

2. Pelat Bordes

$$\begin{aligned}d_x &= t_{\text{pelat}} - t_{\text{decking}} - (0,5 d_{\text{rencana}}) \\ &= 150 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 5 \text{ mm} \\ &= 125 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}d_y &= t_{\text{pelat}} - t_{\text{decking}} - d_{\text{rencana}} - (0,5 d_{\text{rencana}}) \\ &= 150 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - 5 \text{ mm} \\ &= 115 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ MPa}} \\ &= 0,0035\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \left(\frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \right) \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,75 \left(\frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \right) \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,0203\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} \\
 &= \frac{400}{0,85 \cdot 25} \\
 &= 18,824
 \end{aligned}$$

4.9.3 Perhitungan Tulangan Pelat Tangga

A. Arah X

$$M_u = 750,61 \text{ Kg.m} = 7506100 \text{ N.mm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{7506100}{0,9} = 8340111,11 \text{ N.mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{8340111,11}{1000 \cdot 125^2} = 0,534 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{F_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{18,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 0,534}{400}} \right) \\
 &= 0,001
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0035 > 0,001 < 0,0203 \quad \text{(Tidak Memenuhi)}$$

Maka ρ menggunakan ρ_{\min}

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \times 1000 \times 125 = 437,5 \text{ mm}^2$$

Syarat spasi antar tulangan : $S_{\text{maks}} \leq 2h$

$$S_{\text{maks}} = 2(150 \text{ mm})$$

$$S_{\text{maks}} = 300 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan **D-10**

$$S = \frac{1}{4} \times \frac{\pi \cdot D^2 \cdot b}{A_s}$$

$$= \frac{1}{4} \times \frac{\pi \cdot 10^2 \cdot 1000}{437,5}$$

$$= 179,43 \text{ mm}$$

Maka dipakai **S = 150 mm**

Kontrol jarak tulangan :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{tul}}$$

$$300 \text{ mm} \geq 150 \text{ mm} \quad \text{(Memenuhi)}$$

Tulangan yang dipakai : **D10-150 mm**

$$A_{S_{\text{pakai}}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \left(\frac{b}{s}\right)$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 \cdot \left(\frac{1000}{150}\right)$$

$$= 523,33 \text{ mm}^2$$

Syarat luas tulangan :

$$A_{S_{\text{pakai}}} > A_{S_{\text{perlu}}}$$

$$523,33 \text{ mm}^2 > 437,5 \text{ mm}^2 \quad \text{(Memenuhi)}$$

Jadi, untuk tulangan pelat lantai arah X menggunakan **D10-150 mm**.

B. Arah Y

$$M_u = 1796,68 \text{ Kg.m} = 17966800 \text{ N.mm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{17966800}{0,9} = 19963111,11 \text{ N.mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot dx^2} = \frac{19963111,11}{1000 \cdot 115^2} = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{F_y}} \right) \\ &= \frac{1}{18,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 1,51}{400}} \right) \\ &= 0,0039 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0035 > 0,0039 < 0,0203 \quad \text{(Memenuhi)}$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0039 \times 1000 \times 115 = 448,5 \text{ mm}^2$$

Syarat spasi antar tulangan : $S_{\text{maks}} \leq 2h$

$$S_{\text{maks}} = 2(150 \text{ mm})$$

$$S_{\text{maks}} = 300 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan **D-10**

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{4} \times \frac{\pi \cdot D^2 \cdot b}{A_s} \\ &= \frac{1}{4} \times \frac{\pi \cdot 10^2 \cdot 1000}{448,5} \\ &= 175,03 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka dipakai **S = 150 mm**

Kontrol jarak tulangan :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{tul}}$$

$$300 \text{ mm} \geq 150 \text{ mm} \quad \text{(Memenuhi)}$$

Tulangan yang dipakai : **D10-150 mm**

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{pakai}}} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \left(\frac{b}{s}\right) \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 \cdot \left(\frac{1000}{150}\right) \\ &= 523,33 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Syarat luas tulangan :

$$A_{S_{\text{pakai}}} > A_{S_{\text{perlu}}}$$

$$523,33 \text{ mm}^2 > 448,5 \text{ mm}^2 \quad \text{(Memenuhi)}$$

Jadi, untuk tulangan pelat lantai arah Y menggunakan **D10-150 mm**.

4.9.4 Perhitungan Tulangan Pelat Bordes

A. Arah X

$$M_u = 647,62 \text{ Kg.m} = 6476200 \text{ N.mm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{6476200}{0,9} = 7195777,778 \text{ N.mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot dx^2} = \frac{7195777,778}{1000 \cdot 125^2} = 0,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{F_y}} \right) \\ &= \frac{1}{18,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 0,46}{400}} \right) \end{aligned}$$

$$= 0,001$$

Syarat :

$$\rho_{\text{min}} < \rho < \rho_{\text{max}}$$

$$0,0035 > 0,001 < 0,0203 \quad \text{(Tidak Memenuhi)}$$

Maka ρ menggunakan ρ_{\min}

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \times 1000 \times 125 = 437,5 \text{ mm}^2$$

Syarat spasi antar tulangan : $S_{\text{maks}} \leq 2h$

$$S_{\text{maks}} = 2(150 \text{ mm})$$

$$S_{\text{maks}} = 300 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan **D-10**

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{4} \times \frac{\pi \cdot D^2 \cdot b}{A_s} \\ &= \frac{1}{4} \times \frac{\pi \cdot 10^2 \cdot 1000}{437,5} \\ &= 179,43 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka dipakai **S = 150 mm**

Kontrol jarak tulangan :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{tul}}$$

$$300 \text{ mm} \geq 150 \text{ mm}$$

(Memenuhi)

Tulangan yang dipakai : **D10-150 mm**

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{pakai}}} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \left(\frac{b}{s}\right) \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 \cdot \left(\frac{1000}{150}\right) \\ &= 523,33 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Syarat luas tulangan :

$$A_{S_{pakai}} > A_{S_{perlu}}$$

$$523,33 \text{ mm}^2 > 437,5 \text{ mm}^2 \quad \text{(Memenuhi)}$$

Jadi, untuk tulangan pelat lantai arah X menggunakan **D10-150 mm**.

B. Arah Y

$$M_u = 1723,37 \text{ Kg.m} = 17233700 \text{ N.mm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{17233700}{0,9} = 19148555,56 \text{ N.mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot dx^2} = \frac{19148555,56}{1000 \cdot 115^2} = 1,48 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{F_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{18,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 1,48}{400}} \right)$$

$$= 0,0038$$

Syarat :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0035 > 0,0038 < 0,0203 \quad \text{(Memenuhi)}$$

$$A_{S_{perlu}} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0038 \times 1000 \times 115 = 437 \text{ mm}^2$$

Syarat spasi antar tulangan : $S_{\max} \leq 2h$

$$S_{\max} = 2(150 \text{ mm})$$

$$S_{\max} = 300 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan **D-10**

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{1}{4} \times \frac{\pi \cdot D^2 \cdot b}{A_s} \\
 &= \frac{1}{4} \times \frac{\pi \cdot 10^2 \cdot 1000}{437} \\
 &= 179,63 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka dipakai **S = 150 mm**

Kontrol jarak tulangan :

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &\geq S_{\text{tul}} \\
 300 \text{ mm} &\geq 150 \text{ mm} \qquad \qquad \qquad \text{(Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Tulangan yang dipakai : **D10-150 mm**

$$\begin{aligned}
 A_{s_{\text{pakai}}} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \left(\frac{b}{s}\right) \\
 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 \cdot \left(\frac{1000}{150}\right) \\
 &= 523,33 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Syarat luas tulangan :

$$\begin{aligned}
 A_{s_{\text{pakai}}} &> A_{s_{\text{perlu}}} \\
 523,33 \text{ mm}^2 &> 437 \text{ mm}^2 \qquad \qquad \qquad \text{(Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Jadi, untuk tulangan pelat lantai arah Y menggunakan **D10-150 mm**.

4.9.5 Kesimpulan Perencanaan Pelat Tangga

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

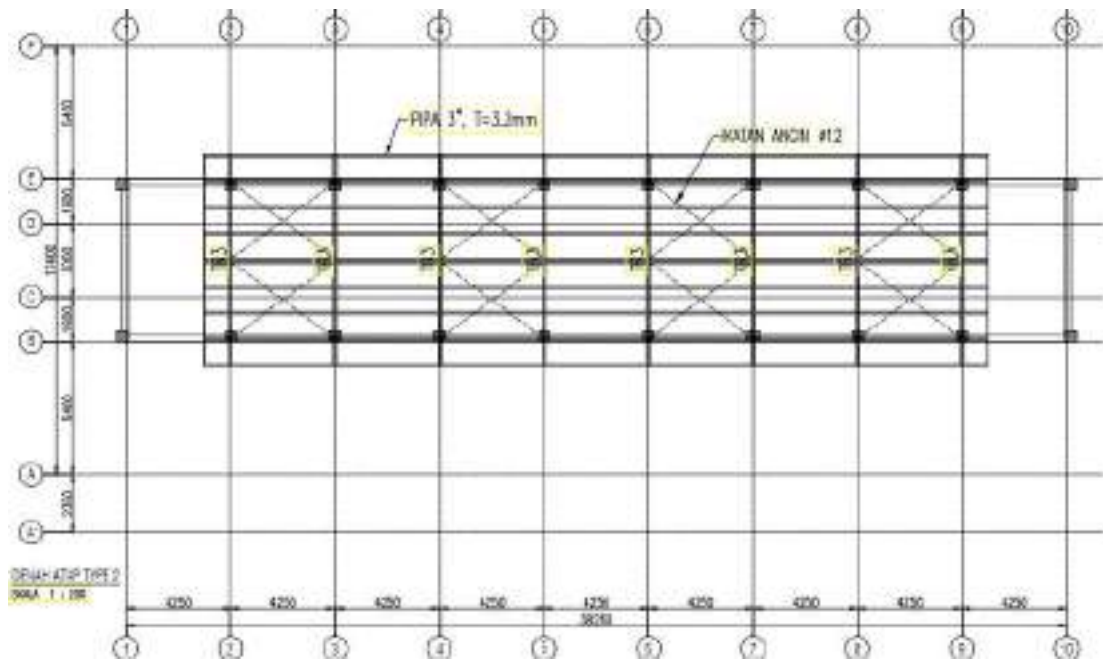
Tabel 4.11 Kesimpulan Penulangan Pelat Tangga

Pelat tangga	Arah X	D10 – 150
	Arah Y	D10 – 150
Pelat bordes	Arah X	D10 – 150
	Arah Y	D10 – 150

Sumber: Peneliti, 2021

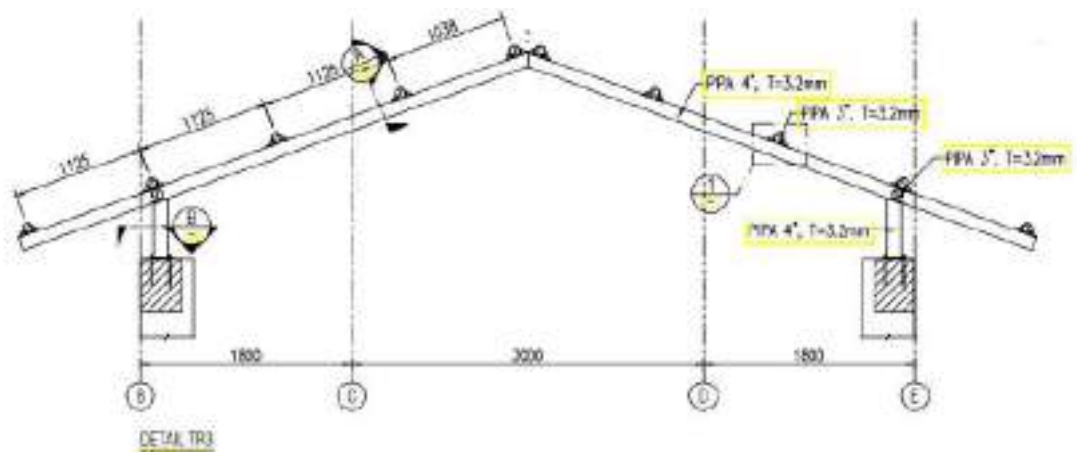
4.10 Perencanaan Atap

Dalam perencanaan struktur bangunan gedung, perencanaan struktur atap adalah perencanaan yang harus dihitung pertama kali. Pada perencanaan atap ini menggunakan kuda-kuda baja. Perhitungan struktur atap didasarkan pada panjang bentang kuda-kuda. Selain itu harus diperhitungkan juga terhadap beban yang bekerja, yaitu meliputi beban mati, beban hidup, beban angin, dan lainnya. Setelah diperoleh pembebanannya, kemudian dilakukan perhitungan serta perencanaan ukuran profil batang kuda-kuda yang akan digunakan. Dalam perhitungan ini dibuat berdasar dengan detail tipe atap TR3.



Gambar 4.40 Denah Atap Tipe 1

Sumber: Dokumen Peneliti, 2021



Gambar 4.41 Detail Atap TR3

Sumber: Dokumen Peneliti, 2021

4.10.1 Perhitungan Gording

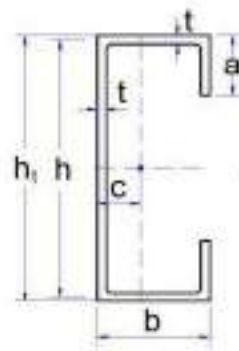
Pada perencanaan gording, perencanaan yaitu meliputi beberapa tahapan: data-data teknis, pembebanan gording, kombinasi dan kontrol kekuatan profil pada gording.

A. Data Teknis Perhitungan Gording

- Penutup atap = Zincalume 0,30 mm
- Berat penutup atap = $4,98 \text{ kg/m}^2$
- Jarak antar kuda-kuda = 4,25 m
- Jarak antar gording = 0,7 m
- Sudut kemiringan atap = 20°
- Cos 20 = 0,93969
- Sin 20 = 0,34202
- Mutu Baja = BJ 37
- f_y = 240 MPa
- Modulus Elastisitas = 200000 Mpa

B. Data Profil Perhitungan Gording

Digunakan Profil Baja Ringan Kanal C 150.50.20.3,2



Gambar 4.42 Detail Baja Ringan Kanal C

Sumber: Dokumen Peneliti, 2021

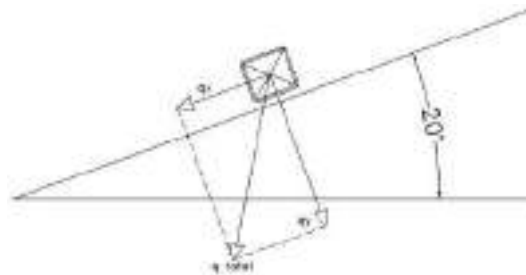
- Berat = 6,76 kg/m
- A = $8,607 \text{ cm}^2$
- h = 15 cm = 150 mm

- $t_w = 0,32 \text{ cm} = 32 \text{ mm}$
- $b = 5 \text{ cm} = 50 \text{ mm}$
- $I_x = 280 \text{ cm}^4$
- $I_y = 28,3 \text{ cm}^4$
- $Z_x = 37,4 \text{ cm}^3$
- $Z_y = 8,19 \text{ cm}^3$
- $i_x = 5,71 \text{ cm}$
- $i_y = 1,81 \text{ cm}$
- $t_f = 0,32 \text{ cm}$

Sumber Tabel Profil Konstruksi Baja Ir. Morisco hal. 50 dan 51

C. Pembebanan

1. Beban Mati



Gambar 4.43 Permodelan Beban Mati

Sumber: Dokumen Peneliti, 2021

- Berat Atap = berat atap x jarak antar gording
= 3,486 kg/m
 - Berat Gording = 6,76 kg/m
 - Berat Pengikat = 0,1 x berat gording
= 0,676 kg/m
- $Q_d = 10,922 \text{ kg/m}$

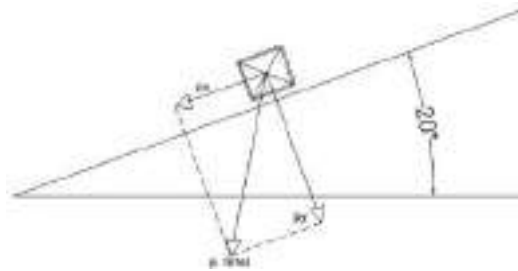
Momen yang terjadi

$$M_x = 1/8 \times Q_d \times \cos \alpha$$

$$= 1/8 \times 10,922 \times 0,9397$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,28292 \text{ kg.m} \\
 &= 12829,2 \text{ N.mm} \\
 M_y &= 1/8 \times Q_d \times \sin \alpha \\
 &= 1/8 \times 10,922 \times 0,342 \\
 &= 0,46694 \text{ kg.m} \\
 &= 4669,43 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

2. Beban Hidup



Gambar 4.44 Permodelan Beban Hidup

Sumber: Dokumen Peneliti, 2021

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Beban Guna} &= 100 \text{ kg} \\
 P &= 100 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Momen yang terjadi

$$\begin{aligned}
 M_x &= 1/8 \times P \times \cos \alpha \\
 &= 1/8 \times 100 \times 0,9397 \\
 &= 11,746 \text{ kg.m} \\
 &= 117462 \text{ N.mm} \\
 M_y &= 1/8 \times P \times \sin \alpha \\
 &= 1/8 \times 100 \times 0,342 \\
 &= 4,275 \text{ kg.m} \\
 &= 42752,5 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_x \text{ total} &= M_{dx} + M_{lx} \\
 &= 1,28 + 12,9 \\
 &= 13 \text{ Kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 130000 \text{ N.mm} \\
 M_y \text{ total} &= M_{dy} + M_{ly} \\
 &= 0.466 + 4.275 \\
 &= 4,742 \text{ Kg.m} \\
 &= 47420 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Berdasarkan, Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD.

D. Kontrol Penampang Profil

1. Kontrol Penampang Profil

Asumsi : Penampang Kompak bila, $\lambda < \lambda_p$
 Penampang Tidak Kompak bila, $\lambda > \lambda_p$

λ Sayap

$$\lambda = \frac{b}{2 t_f} = \frac{50}{2 \cdot 3,2} = 7,812$$

λ Badan

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{150}{3,2} = 46,875$$

λ_p Sayap

$$\lambda_p = \frac{250}{\sqrt{f_y}} = \frac{250}{\sqrt{240}} = 16,137$$

λ_p Badan

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{240}} = 108,4$$

Cek Kondisi

Sayap, $\lambda < \lambda_p$, Penampang Kompak

$$7,812 < 16,137$$

(Memenuhi)

Badan, $\lambda < \lambda_p$, Penampang Kompak

$$46,875 < 108,4$$

(Memenuhi)

Jadi, Perencanaan penampang kompak.

2. Kontrol Lentur

Mencari Momen Nominal yang Bekerja pada Profil

$$\begin{aligned} M_{nx} &= Z_x \times f_y \\ &= 37,4 \times 240 \\ &= 8976 \text{ kg.m} \\ &= 8976000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ny} &= Z_y \times f_y \\ &= 8,19 \times 240 \\ &= 1965,6 \text{ kg.m} \\ &= 1965600 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Persamaan Interaksi

$$\frac{M_{ux}}{\phi \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi \cdot M_{ny}} \leq 1$$

Cek Kondisi

$$\frac{130290,731}{0,9 \cdot 8976000} + \frac{47421,947}{0,9 \cdot 1965600} \leq 1$$

$$0,043 \leq 1$$

(Memenuhi)

3. Kontrol Lendutan

Lendutan Ijin

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{ijin}} &= \frac{L}{360} \\ &= \frac{4,25}{360} \\ &= 0,0118 \text{ m} = 1,18 \text{ cm} \end{aligned}$$

a. Akibat Beban Mati

$$\begin{aligned} Q_x &= Q \times \cos \alpha \\ &= 10,922 \times 0,94 \\ &= 10,26 \text{ kg/m} = 0,1026 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_y &= Q \times \sin \alpha \\ &= 10,922 \times 0,342 \\ &= 3,735 \text{ kg/m} = 0,0373 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

b. Akibat Beban Hidup

$$\begin{aligned} P_x &= P \times \cos \alpha \\ &= 109,8 \times 0,94 \\ &= 103,178 \text{ kg/m} = 1,032 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_x &= P \times \sin \alpha \\ &= 109,8 \times 0,342 \\ &= 37,554 \text{ kg/m} = 0,375 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{5 \times Q_x \times L_x^4}{384 \times E \times I_x} + \frac{P_x \times L_x^3}{48 \times E \times I_x} \\ &= \frac{5 \times 0,103 \times 32625390625}{384 \times 2000000 \times 280} + \frac{1,032 \times 76765625}{48 \times 2000000 \times 280} \\ &= 0,081 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_y &= \frac{5 \times Q_y \times L_y^4}{384 \times E \times I_y} + \frac{P_y \times L_y^3}{48 \times E \times I_y} \\ &= \frac{5 \times 0,037 \times 402782600,3}{384 \times 2000000 \times 28,3} + \frac{0,375 \times 2843171,296}{48 \times 2000000 \times 28,3} \\ &= 0,004 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{total}} &= (\sigma_x + \sigma_y)^{0,5} \\ &= (0,081 + 0,004)^{0,5} \\ &= 0,3 \end{aligned}$$

Cek Kondisi

$$\sigma_{\text{total}} < \sigma_{\text{ijin}}$$

$$0,3 < 1,181$$

(Memenuhi)

4.10.2 Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda

A. Data Teknis Perhitungan Kuda-kuda

- Penutup atap = Zincalume 0,3 mm
- Berat penutup atap = 4,98 kg/m²

- Penggantung langit = 7 kg/m²
- Eternit = 11 kg/m²
- Sudut kemiringan atap = 20 °
- Cos 20 = 0,93969
- Sin 20 = 0,34202
- Berat gording = 6,76 kg/m
- Jarak antar gording = 0,7 m
- Jarak antar kuda-kuda = 4,25 m

B. Pembabanan Tengah

1. Beban Mati

- Berat gording = Berat gording x Bentang kuda-kuda
= 6,76 x (4,25 x 5)
= 143,65 kg
 - Berat penutup atap = Berat penutup x Jarak ant. kuda -
kuda x Jarak ant. gording
= 4,98 x 4,25 x 0,7
= 14,815 kg
 - Berat penggantung = Beban penggantung x Jarak ant.
Kuda-kuda x Jarak ant. gording
= 7 x 4,25 x 0,7
= 20,825 kg
 - Berat sambungan = 10 % x Beban Total
= 6,43 kg
- Beban Mati Total = 197,219 kg = 1,972 KN

2. Beban Hidup

- Beban Air Hujan = (40 - 0,8 α) x Beban Air x Jarak ant.
kuda-kuda x Jarak ant. gording
= (40 - 0,8 α) x 1 x 4,25 x 0,7
= 71,4 kg = 0,714KN

3. Beban Guna

➤ Beban Pekerja = 100 kg = 1 KN

4. Beban Angin = 40 kg/m²

➤ Hisap = (-0,4 x 40) x Jarak ant. kuda kuda x Jarak ant. gording

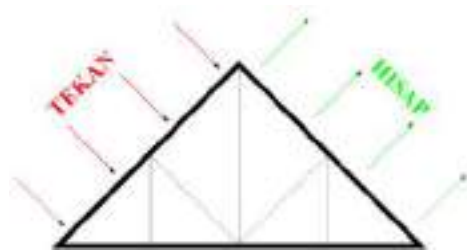
$$= (-0,4 \times 40) \times 4,25 \times 0,7$$

$$= 47,6 \text{ kg} = 0,476 \text{ KN}$$

➤ Tekan = ((0.02 a - 0.4) x 40) x Jrk Kuda x Jrk A. Gording

$$= ((0.02 a - 0.4) \times 40) \times 4,25 \times 0,7$$

$$= 0 \text{ kg}$$



Gambar 4.45 Angin Tekan dan Angin Hisap

Sumber: Dokumen Peneliti, 2021

C. Pembebanan Tepi

1. Beban Mati = ½ x Total Beban Mati
 = ½ x 197,219
 = 98,609 Kg

2. Beban Hidup = ½ x Total Beban Hidup
 = ½ x 71,4
 = 35,7 Kg

3. Beban Angin

➤ Hisap = Total Beban Angin Hisap
 = 47,6 Kg

➤ Tekan = Total Beban Angin Tekan
 = 0 Kg

4.10.3 Perhitungan Kuda-kuda

A. Output Momen pada SAP2000

Berdasarkan hasil output pada stuktur atap, dihasilhan momen terbesar yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= 1251,56 \text{ Kgm} \\ &= 12515600 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

B. Data Profil Kuda-kuda

Digunakan Profil Baja WF. 150.75.5.7

➤ W	= 14,0 kg/m
➤ A	= 17,85 cm ²
➤ d	= 150 mm
➤ h	= 120 mm
➤ tw	= 5 mm
➤ b	= 75 mm
➤ tf	= 7 mm
➤ r	= 8 mm
➤ Ix	= 666 cm ⁴
➤ Iy	= 49,5 cm ⁴
➤ ix	= 6,11 cm
➤ iy	= 1,66 cm
➤ Zx	= 88,8 cm ³
➤ Zy	= 13,2 cm ³
➤ Iw	= 2530563750 mm ⁶
➤ BJ	= 37
➤ fy	= 240 Mpa
➤ Modulus Elastisitas (E)	= 200000 Mpa
➤ Modulus Geser (G)	= 80000 Mpa
➤ Konstanta Torsi (J)	= 22817 mm ⁴

Sumber Tabel Profil Konstruksi Baja Ir. Morisco hal. 22

C. Kontrol Lendutan

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{ijin}} &= \frac{L}{360} \\ &= \frac{3,5}{360} \\ &= 0,00972 \text{ m} = 9,72 \text{ mm}\end{aligned}$$

Lendutan yang terjadi

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{max}} &= \frac{1 \times Mu \times L^2}{16 \times E \times Ix} \\ &= \frac{1 \times 12515600 \times 12250000}{16 \times 200000 \times 6660000} \\ &= 7,2 \text{ mm}\end{aligned}$$

Cek Kondisi

$$\sigma_{\text{max}} < \sigma_{\text{ijin}}$$

$$7,2 < 9,72$$

(Memenuhi)**D. Kontrol Penampang Profil**

Asumsi : Penampang Kompak bila, $\lambda < \lambda_p$

Penampang Tidak Kompak bila, $\lambda > \lambda_p$

 λ Sayap

$$\lambda = \frac{b}{2 \text{ tf}} = \frac{75}{2 \cdot 7} = 5,357$$

 λ Badan

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{120}{5} = 24$$

 λ_p Sayap

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = \frac{170}{\sqrt{240}} = 10,973$$

 λ_p Badan

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{240}} = 108,4$$

Cek Kondisi

Sayap, $\lambda < \lambda_p$, Penampang Kompak

$$5,357 < 10,973 \quad \text{(Memenuhi)}$$

Badan, $\lambda < \lambda_p$, Penampang Kompak

$$24 < 108,4 \quad \text{(Memenuhi)}$$

Jadi, Perencanaan penampang kompak.

E. Kontrol Terhadap Tekuk Torsi Lateral

$$M_u = 1251,56 \text{ Kgm}$$

$$= 12515600 \text{ Nmm}$$

$$L_p = \frac{790}{\sqrt{f_y}} \times i_y = 846,5 \text{ mm}$$

$$= \frac{790}{\sqrt{240}} \times 16,6$$

$$= 846,5 \text{ mm} = 0,846 \text{ m}$$

$$X_1 = \frac{\pi}{Z_x} \times \sqrt{\frac{E \times G \times J \times A}{2}}$$

$$= \frac{3,14}{88800} \times \sqrt{\frac{200000 \times 80000 \times 22817 \times 1785}{2}}$$

$$= 20183,983 \text{ Mpa}$$

$$X_2 = 4 \times \left(\frac{Z_x}{G \times J}\right)^2 \times \frac{I_w}{I_y}$$

$$= 4 \times \left(\frac{88800}{80000 \times 22817}\right)^2 \times \frac{2530563750}{495000}$$

$$= 4,84 \text{ mm}^4/\text{N}^2$$

$$L_r = i_y \times \left(\frac{X_1}{f_y - f_r}\right) \times \sqrt{1 + \sqrt{1 + X^2 (f_y - f_r)^2}}$$

$$= 16,6 \times \left(\frac{20183,983}{240 - 70}\right) \times \sqrt{1 + \sqrt{1 + 4,84 (240 - 70)^2}}$$

$$= 3146,520 \text{ mm} = 3,146 \text{ m}$$

Cek Kondisi

$$L_p < L/2 < L_r$$

$$0,846 < 1,75 < 3,146 \quad \text{(Memenuhi)}$$

$$M_u = 1251,56 \text{ Kgm}$$

$$= 12,515 \text{ KNm}$$

$$M_a = 416,219 \text{ Kgm}$$

$$= 4,162 \text{ KNm}$$

$$M_b = 181,909 \text{ Kgm}$$

$$= 1,819 \text{ KNm}$$

$$M_c = 598,129 \text{ Kgm}$$

$$= 5,981 \text{ KNm}$$

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{12,5 \times M_u}{(2,5 \times M_u) + (3 \times M_a) + (4 \times M_b) + (3 \times M_c)} \\ &= \frac{12,5 \times 12,515}{(2,5 \times 12,515) + (3 \times 4,162) + (4 \times 1,819) + (3 \times 5,981)} \\ &= 2,267 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$M_r = Z_x \times (f_y - f_r)$$

$$= 88800 \times (240 - 70)$$

$$= 15096000 \text{ Nmm}$$

$$= 15,096 \text{ KNm}$$

$$M_p = Z_x \times f_y$$

$$= 888000 \times 240$$

$$= 21312000 \text{ Nmm}$$

$$= 21,312 \text{ KNm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= C_b \times \left[M_r + (M_p - M_r) \frac{L_r - L}{L_r - L_p} \right] \\ &= 2,267 \times \left[15,096 + (21,312 - 15,096) \frac{3,146 - 1,75}{3,146 - 0,846} \right] \\ &= 42,79 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi M_n &= 0,9 \times M_n \\
 &= 0,9 \times 42,79 \\
 &= 38,508
 \end{aligned}$$

Cek Kondisi

$$\begin{aligned}
 \phi M_n &> M_u \\
 38,508 &> 12,515 \qquad \qquad \qquad \text{(Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Profil Baja WF. 150.75.5.7 aman dan dapat digunakan.

4.10.4 Perhitungan Kolom Baja (Pedestal)

A. Output Aksial pada SAP2000

Berdasarkan hasil output pada SAP2000 dihasilkan gaya aksial terbesar yaitu,

$$P_u = 12,567 \text{ KN}$$

B. Data Profil

Digunakan Profil Baja WF. 150.75.5.7

- $W = 14,0 \text{ kg/m}$
- $A = 17,85 \text{ cm}^2$
- $d = 150 \text{ mm}$
- $h = 120 \text{ mm}$
- $t_w = 5 \text{ mm}$
- $b = 75 \text{ mm}$
- $t_f = 7 \text{ mm}$
- $r = 8 \text{ mm}$
- $I_x = 666 \text{ cm}^4$
- $I_y = 49,5 \text{ cm}^4$
- $i_x = 6,11 \text{ cm}$
- $i_y = 1,66 \text{ cm}$
- $Z_x = 88,8 \text{ cm}^3$
- $Z_y = 13,2 \text{ cm}^3$
- $I_w = 2530563750 \text{ mm}^6$

- BJ = 37
- $f_y = 240 \text{ Mpa}$
- Modulus Elastisitas (E) = 200000 Mpa
- Modulus Geser (G) = 80000 Mpa
- Konstanta Torsi (J) = 22817 mm⁴

Sumber Tabel Profil Konstruksi Baja Ir. Morisco hal. 22

C. Kontrol Penampang Profil

Asumsi : Penampang Kompak bila, $\lambda < \lambda_p$

Penampang Tidak Kompak bila, $\lambda > \lambda_p$

λ Sayap

$$\lambda = \frac{b}{2 t_f} = \frac{75}{2 \cdot 7} = 5,357$$

λ Badan

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{120}{5} = 24$$

λ_p Sayap

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = \frac{170}{\sqrt{240}} = 10,973$$

λ_p Badan

$$\lambda_p = \frac{665}{\sqrt{f_y}} = \frac{665}{\sqrt{240}} = 42,93$$

Cek Kondisi

Sayap, $\lambda < \lambda_p$, Penampang Kompak

$$5,357 < 10,973$$

(Memenuhi)

Badan, $\lambda < \lambda_p$, Penampang Kompak

$$24 < 42,93$$

(Memenuhi)

Jadi, Perencanaan penampang kompak.

D. Kontrol Rasio Kelangsingan

Kondisi Tumpuan Jepit-Sendi

$$k = 0,8$$

$$L = 500 \text{ mm}$$

$$\omega = 1$$

Arah Sumbu X

$$\begin{aligned}\lambda_x &= \frac{k \times L}{i_x} \\ &= \frac{0,8 \times 500}{61,1} \\ &= 6,546\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\lambda_{cx} &= \frac{\lambda_x}{\pi} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}} \\ &= \frac{6,546}{3,14} \times \sqrt{\frac{240}{200000}} \\ &= 0,0722\end{aligned}$$

$$\lambda_{cx} = 0,0722 < 0,25, \text{ Maka nilai } \omega = 1$$

$$\begin{aligned}N_n &= A \times \frac{f_y}{\omega} \\ &= 1785 \times \frac{240}{1} \\ &= 428400 \text{ N} = 428,4 \text{ KN}\end{aligned}$$

Cek Kondisi

$$\frac{P_u}{\phi \times N_n} < 1$$

$$\frac{12,567}{0,85 \times 428,4} < 1$$

$$0,0345 < 1$$

(Memenuhi)

Arah Sumbu Y

$$\begin{aligned}\lambda_y &= \frac{k \times L}{i_y} \\ &= \frac{0,8 \times 500}{16,6} \\ &= 24,1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\lambda_{cy} &= \frac{\lambda_y}{\pi} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}} \\ &= \frac{24,1}{3,14} \times \sqrt{\frac{240}{200000}} \\ &= 0,266\end{aligned}$$

$\lambda_{cy} = 0,266 < 0,25$, Maka nilai ω sebagai berikut ;

$$\begin{aligned}\omega_y &= \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \times \lambda_{cy}} \\ &= \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \times 2,66} \\ &= 1,01\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_n &= A \times \frac{f_y}{\omega_y} \\ &= 1785 \times \frac{240}{1,01} \\ &= 425970 \text{ N} = 425,97 \text{ KN}\end{aligned}$$

Cek Kondisi

$$\frac{P_u}{\phi \times N_n} < 1$$

$$\frac{12,567}{0,85 \times 425,97} < 1$$

$$0,0347 < 1$$

(Memenuhi)

4.10.5 Perhitungan Sambungan Baut

Sambungan Baut Kolom Pedestal

A. Data Teknis

- Baut = 12 mm (Tipe A325 BJ55)
- Fyp = 290 Mpa (Kuat Leleh Plat)
- Fup = 370 Mpa (Kuat Tarik Plat)
- Fub = 825 Mpa (Kuat Tarik Baut)
- tp = 10 mm

Syarat Sambungan Baut

Jarak antar baut

$$3d < S < 15 \text{ tp}$$

$$36 < S < 180$$

Jarak baut dengan tepi

$$1.5d < S1 < 4\text{tp}+100$$

$$18 < S1 < 220$$

B. Gaya Pada Plat

$$n = 5 \text{ (satu Strip)}$$

$$L = 300 \text{ mm}$$

$$H = 75 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_g &= L \times t_p \\ &= 300 \times 10 \\ &= 3000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - n \cdot d \cdot t \\ &= 3000 - 5 \cdot 12 \cdot 10 \\ &= 3000 - 600 \\ &= 2400 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Cek Luasan Efektif

$$\begin{aligned} A_{n1} &= 0,85 \times A_g \\ &= 0,85 \times 3000 \\ &= 2550 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_n &< A_{n1} \\ 2400 &< 2550, \text{ Maka dipakai } A_e = A_{n1} \end{aligned}$$

Kondisi Leleh

$$\begin{aligned} \phi T_n &= 0,9 \times F_y \times A_g \\ &= 0,9 \times 290 \times 3000 \\ &= 78,3 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Kondisi Patah Tarik (*Fraktur*)

$$\begin{aligned} \phi T_n &= 0,75 \times F_u \times A_e \\ &= 0,75 \times 370 \times 2550 \\ &= 70,7625 \text{ Ton} \end{aligned}$$

C. Tahanan Baut

Tahanan Geser

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \times 0.5 \times F_{ub} \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 825 \times 2 \times 113.04 \\ &= 6.99435 \text{ Ton/Baut} \end{aligned}$$

Tahanan Tumpuh

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \times 2.4 \times d_p \times t_p \times F_{up} \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 12 \times 10 \times 370 \\ &= 7.992 \text{ Ton/Baut} \end{aligned}$$

Sambungan Kolom - Portal (Kuda - kuda) Lebih Mengarah terhadap gagal tarik, sehingga check balancing menggunakan tanahan geser.

$$\begin{aligned}\Sigma &= \frac{\varphi T_n}{\varphi R_n} \\ &= \frac{70,76}{6,994} \\ &= 10,12 \sim \text{Dipakai 10 Baut}\end{aligned}$$

Cek Kapasitas Baut Terhadap Gaya Geser

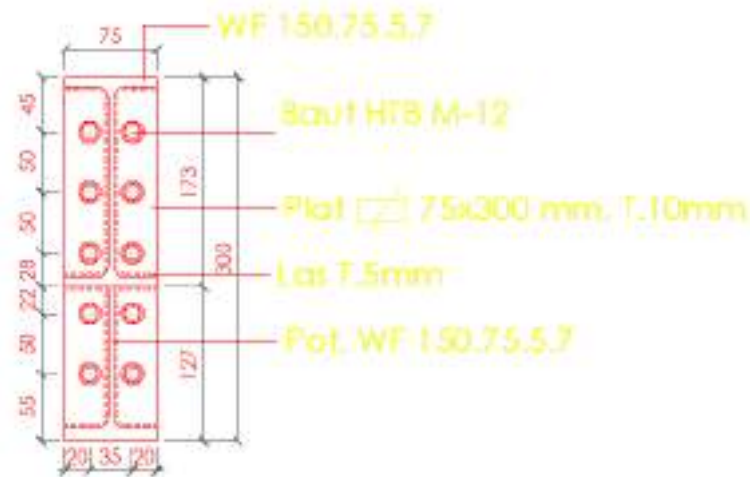
$$V_u = 1,602 \text{ KN}$$

$$= 0,016 \text{ Ton}$$

$$V_u < \varphi R_n$$

$$0.016 < 6,994$$

(Memenuhi)



Gambar 4.46 Konfigurasi Sambungan Baut Kolom Pedestal

Sumber: Peneliti, 2021

Sambungan Baut Kuda-kuda

D. Data Teknis

- Baut = 12 mm (Tipe A325 BJ55)
- Fyp = 290 Mpa (Kuat Leleh Plat)
- Fup = 370 Mpa (Kuat Tarik Plat)
- Fub = 825 Mpa (Kuat Tarik Baut)
- tp = 10 mm

Syarat Sambungan Baut

Jarak antar baut

$$3d < S < 15 tp$$

$$36 < S < 180$$

Jarak baut dengan tepi

$$1.5d < S1 < 4tp+100$$

$$18 < S1 < 220$$

E. Gaya Pada Plat

$$n = 5 \text{ (satu Strip)}$$

$$L = 275 \text{ mm}$$

$$H = 75 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_g &= L \times tp \\ &= 275 \times 10 \\ &= 2750 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - n \cdot d \cdot t \\ &= 2750 - 5 \cdot 12 \cdot 10 \\ &= 2750 - 600 \\ &= 2150 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Cek Luasan Efektif

$$\begin{aligned} A_{n1} &= 0,85 \times A_g \\ &= 0,85 \times 2750 \\ &= 2338 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_n &< A_{n1} \\ 2150 &< 2338, \text{ Maka dipakai } A_e = A_{n1} \end{aligned}$$

Kondisi Leleh

$$\begin{aligned} \phi T_n &= 0,9 \times F_y \times A_g \\ &= 0,9 \times 290 \times 2750 \\ &= 71,78 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Kondisi Patah Tarik (*Fraktur*)

$$\begin{aligned} \phi T_n &= 0,75 \times F_u \times A_e \\ &= 0,75 \times 370 \times 2338 \\ &= 64,87 \text{ Ton} \end{aligned}$$

F. Tahanan Baut

Tahanan Geser

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \times 0.5 \times F_{ub} \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 825 \times 2 \times 113.04 \\ &= 6.99435 \text{ Ton/Baut} \end{aligned}$$

Tahanan Tumpuh

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \times 2.4 \times d_p \times t_p \times F_{up} \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 12 \times 10 \times 370 \\ &= 7.992 \text{ Ton/Baut} \end{aligned}$$

Sambungan Kolom - Portal (Kuda - kuda) Lebih Mengarah terhadap gagal tarik, sehingga check balancing menggunakan tanahan geser.

$$\begin{aligned}\Sigma &= \frac{\phi T_n}{\phi R_n} \\ &= \frac{64,87}{6,994} \\ &= 9,274 \sim \text{Dipakai 10 Baut}\end{aligned}$$

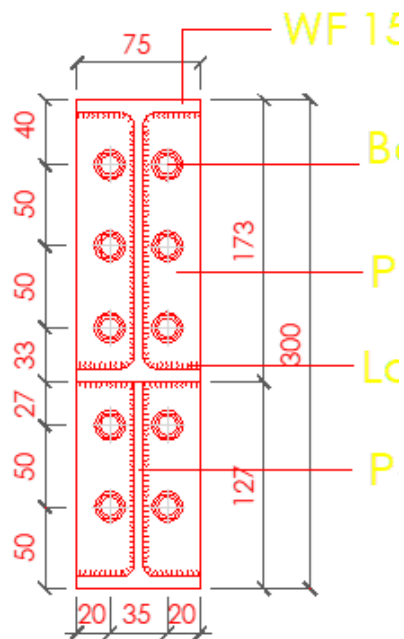
Cek Kapasitas Baut Terhadap Gaya Geser

$$\begin{aligned}V_u &= 0.0398 \text{ KN} \\ &= 0,000398 \text{ Ton}\end{aligned}$$

$$V_u < \phi R_n$$

$$0.000398 < 6,994$$

(Memenuhi)



Gambar 4.47 Konfigurasi Sambungan Baut Kuda-kuda

Sumber: Peneliti, 2021

4.10.6 Perhitungan Angkur dan *Base Plate*

A. Output Aksial pada SAP2000

Berdasarkan hasil output pada SAP2000 dihasilkan gaya aksial terbesar yaitu,

$$P_u = 12,567 \text{ KN}$$

B. Tegangan *Base Plate* – Kolom

$$F_c = 25 \text{ Mpa}$$

$$= 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_b = 0.3 \times F_c$$

$$= 0.3 \times 250$$

$$= 75 \text{ Kg/cm}^2$$

Dicoba ukuran Plate

$$L = 30 \text{ cm}$$

$$B = 30 \text{ cm}$$

Check Kapasitas Tekan

$$\sigma_b \times B \times L > P_u$$

$$75 \times 30 \times 30 > 1256.7$$

$$67500 > 1256.7$$

(Memenuhi)

Kekuatan Geser Baut

Jika Geser

$$t/d > 0.628$$

Jika Tumpu

$$t/d < 0.628$$

$$t_p = 20 \text{ mm, ada 2}$$

$$d_b = 16 \text{ mm}$$

$$t/d = 1.25 > 0.628$$

(Cek Geser)

Geser Baut Pada Base Plat

$$\begin{aligned} F_u &= 3700 \text{ Kg/cm}^2 \\ &= 370 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$d_n = 16 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_b &= 0.25 \times \pi \times d^2 \\ &= 0.25 \times 3.14 \times 256 \\ &= 200.96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$m = 1$$

$$\phi = 0.75$$

$$r = 0.4$$

Kekuatan Nominal

$$\begin{aligned} V_d &= \phi \times V_n \\ &= \phi \times r \times F_{ub} \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.4 \times 370 \times 1 \times 200.96 \\ &= 22306.56 \text{ N/Baut} \end{aligned}$$

Dicoba

$$n = 4$$

Syarat Geser Baut

$$\begin{array}{rcl} P_u/n & < & V_d \\ 3142 & < & 22306.56 \end{array}$$

(Memenuhi)

C. Jarak Angkur

Jarak Antar Angkur

$$u > 1,5 \text{ db}$$

$$s > 3 \text{ db}$$

$$L = 30 \text{ cm} \qquad n = 4$$

$$= 300 \text{ mm} \qquad \text{Sisi} = 2$$

$$u' = 100 \text{ mm}$$

$$u = 24 \text{ mm}$$

Syarat,

$$u' > u$$

$$75 > 24$$

(Memenuhi)

Jarak Angkur Tepi

$$s' = L - 2 \times u'$$

$$= 300 - 2 \times 75$$

$$= 150 \text{ mm}$$

$$s = 48 \text{ mm}$$

Syarat,

$$s' > s$$

$$150 > 48$$

(Memenuhi)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Perencanaan Struktur Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI dirancang dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) yang mengacu pada SNI 2847-2019: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

Berdasarkan keseluruhan hasil analisa yang telah dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Dari segi kekuatan untuk menahan gempa, metode SRPMM berada di tengah antara metode SRPMB dengan SRPMK, metode SRPMM kekuatan untuk menahan gempa lebih baik dari metode SRPMB dan metode SRPMM tidak se-baik dengan metode SRPMK. Dari segi pelaksanaan di lapangan dan dari segi perencanaan perhitungan, metode SRPMM lebih mudah dilaksanakan dan direncanakan daripada metode SRPMK, jika dibandingkan dengan metode SRPMB maka metode SRPMM lebih sulit dilaksanakan dan direncanakan. Dari segi biaya metode SRPMM tidak se-boros dibanding metode SRPMK dan metode SRPMM lebih boros dari metode SRPMB, dari narasi tersebut dapat disimpulkan dengan masing-masing metode baik metode SRPMB, SRPMM, dan SRPMK memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Dalam persyaratan metode SRPMM yang mengacu SNI-2847-2019 (Persyaratan beton struktural untuk bangunan Gedung dan penjelasan). Komponen struktur yang diperhatikan adalah kolom, balok, hubungan balok-kolom dan plat. Dengan menggunakan metode SRPMM, bangunan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang menjadi bangunan yang kuat terhadap gempa. Dari seluruh pembahasan perhitungan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa Putri II Universitas PGRI Semarang, yang telah diuraikan dapat diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:

- Pondasi

Tipe Pondasi	Dimensi	Tulangan pokok	Tulangan sengkang
<i>Bore pile</i>	Diameter 60 cm	10 D19	Spiral D10 – 200

- Kolom

Tipe Kolom	Dimensi (mm)	Tulangan pokok	Tulangan sengkang	
			Tumpuan	Lapangan
K1	450 x 450	12 D16	D10 – 90	D10 – 180
K2	300 x 300	8 D16	D10 – 90	D10 – 180
K3	300 x 550	10 D16	D10 – 90	D10 – 180

- Dinding geser

Tipe		Tebal	Tulangan horizontal	Tulangan vertikal
SW	Arah X	300 mm	D13 – 200	D13 – 200
	Arah Y			

- Balok

Tipe Balok	Dimensi (mm)	Tulangan Pokok				Tulangan sengkang		Tulangan Torsi
		Tumpuan		Lapangan		Tumpuan	Lapangan	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah			
G1.1	250 x 550	5 D16	3 D16	3 D16	4 D16	D10 – 100	D10 – 200	4 D10
G1.2	250 x 550	5 D16	3 D16	3 D16	5 D16	D10 – 100	D10 – 200	-
G2.1	250 x 450	5 D16	3 D16	3 D16	3 D16	D10 – 90	D10 – 180	4 D10
G2.2	250 x 450	5 D16	3 D16	3 D16	4 D16	D10 – 90	D10 – 180	-
G2.3	250 x 450	4 D16	2 D16	2 D16	4 D16	D10 – 90	D10 – 180	4 D10
G4.1	350 x 450	5 D16	3 D16	3 D16	3 D16	D10 – 90	D10 – 180	4 D10
G5.1	350 x 350	5 D16	3 D16	5 D16	3 D16	D10 – 50	D10 – 100	-
B2.1	250 x 450	2 D16	4 D16	2 D16	4 D16	D10 – 90	D10 – 180	4 D10
B2.2	250 x 450	3 D16	2 D16	2 D16	3 D16	D10 – 90	D10 – 180	-
B2.3	250 x 450	4 D16	2 D16	2 D16	4 D16	D10 – 90	D10 – 180	-
B3.1	200 x 400	3 D16	2 D16	2 D16	3 D16	D10 – 80	D10 – 160	4 D10
B4.1	200 x 400	3 D16	2 D16	2 D16	3 D16	D10 – 80	D10 – 160	-
BB	200 x 350	2 D16	3 D16	2 D16	3 D16	D10 – 150		2 D10
SF1	250 x 450	5 D16	5 D16	5 D16	5 D16	D10 – 90	D10 – 180	-

- Pelat lantai

Tipe Pelat		Tebal	Tulangan	
			Arah X	Arah Y
Lantai 1	Hunian	120 mm	D10 – 150	D10 – 200
	Balkon hunian		D10 – 150	D10 – 200
	Koridor		D10 – 150	D10 – 150
	Balkon utama		D10 – 150	D10 – 150
Lantai 2 & 3	Hunian	120 mm	D10 – 150	D10 – 200
	Balkon hunian		D10 – 150	D10 – 200
	Koridor		D10 – 150	D10 – 150
	Balkon utama		D10 – 150	D10 – 150
Lantai Atap		120 mm	D10 – 150	D10 – 200

- Pelat tangga

Tipe	Tebal	Tulangan	
		Arah X	Arah Y
Pelat tangga	150 mm	D10 – 150	D10 – 150
Pelat bordes	150 mm	D10 – 150	D10 – 150

2. Untuk mengaplikasikan gambar kerja dibuat sesuai hasil perhitungan dan perencanaan struktur serta beban-beban pada Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa) Putri II Universitas PGRI Semarang, dapat dilihat pada lampiran.

5.2 Saran

1. Dalam pengumpulan data perencanaan diusahakan didapatkan dengan lengkap mulai gambar arsitek dan gambar stuktur asli dari pihak pemilik data dan juga data tanah sebagai data primer perencanaan perhitungan struktur.
2. Pengambilan metode tidak harus dengan menggunakan metode SRPMM, namun bisa menggunakan metode SRPMB ataupun SRPMK, disesuaikan dengan fungsi dan kondisi lingkungan lokasi pembangunan gedung. Yang terpenting adalah bagaimana kesesuaian perhitungan struktur dengan kaidah-kaidah dan aturan yang berlaku.
3. Dengan memperhatikan dan mengacu pada kaidah dan aturan yang ada, diharapkan bangunan akan memiliki mutu kualitas tinggi dari segi kekuatan dan keamanan serta dilakukan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aan Nugroho. 2015. *Perencanaan Struktur Gedung Kampus 7 lantai dan 1 Basement Dengan Metode Daktil Penuh Di Wilayah Gempa 3*. Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002)*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013)*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan (SNI 2847-2019)*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung (SNI 1726-2019)*. Jakarta.
- Bakker. 1984. *Filsafat kebudayaan: sebuah pengantar*. Yogyakarta: Kanisius dan BPK Gunung Mulya
- Budiman, A. (2006). *Kebebasan, Negara, dan Pembangunan*. Jakarta: Alvabet.
- Debby Hendika Putra, Muhammad Dzulfiqar Rizwanda Putratama. 2017. *Perencanaan Struktur Gedung Apartemen “B” Surabaya Dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBTU)*. Bandung: Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum.
- Galang Kurnia, Putri Ulin Nafi'ah. 2019. *Perencanaan Struktur Gedung Lima (5) Lantai Rumah Susun Lokasi Sumurboto Semarang*. Universitas Semarang.
- Gideon Kusuma, Takim Andriono. 1993. *Desain Struktur Rangka Beton Bertulang Di Daerah Rawan Gempa*. Jakarta : Erlangga.
- Indonesia. 2005. *Undang-Undang No. 14 Tahun 2005 Tentang Guru dan Dosen*. Tambahan Lembaran RI Nomor 4586. Jakarta.
- Joseph de Chiara, Lee Koppelman. 1975. *Pedoman Kriteria Perencanaan dan Desain Perumahan*. New York.
- Nurul Ali Hidayat. 2017. *Perencanaan Ulang Struktur Gedung Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Kabupaten Kudus Dengan Penambahan Fasilitas Helipad Pada Lantai Atap*. Universitas Negeri Semarang.
- Punch, Keith F. 1988. *Introduction to Social Research – Quantitative & Qualitative Approaches*

Roger S. Pressman, 2002. *Rekayasa Perangkat Lunak Pendekatan Praktisi (Buku Satu)*. Yogyakarta : ANDI.

Tathmainul Qulub. 2021. *Perencanaan Gedung Fakultas Agama Islam 3 Lantai Universitas Sultan Fatah Demak*. Universitas Sultan Fatah Demak.

Tjokrodimuljo, 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Biro penerbit.

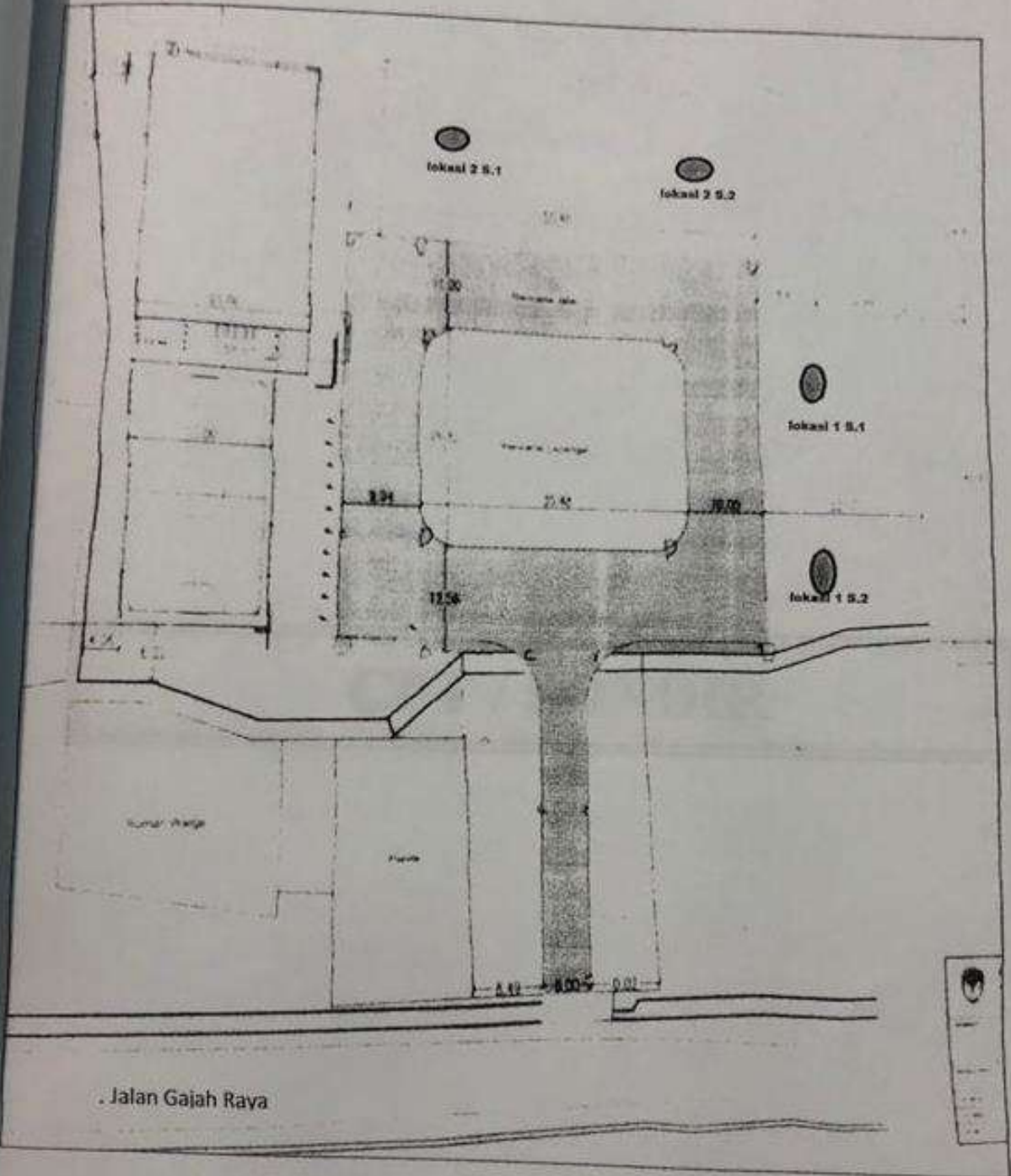
Wang, Chu-Kia, C. Salmon. *Desain Beton Bertulang Jilid 1*. Jakarta : Erlangga

LAMPIRAN

LAY OUT TITIK PENYELIDIKAN TANAH
CPT / SONDIR

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
JUNI 2015

**LAY OUT
TITIK PENYELIDIKAN TANAH**



LAY OUT TITIK PENYELIDIKAN TANAH
 PEMBANGUNAN KAMPUS 4 UPGRIS

SONDIR / CPT

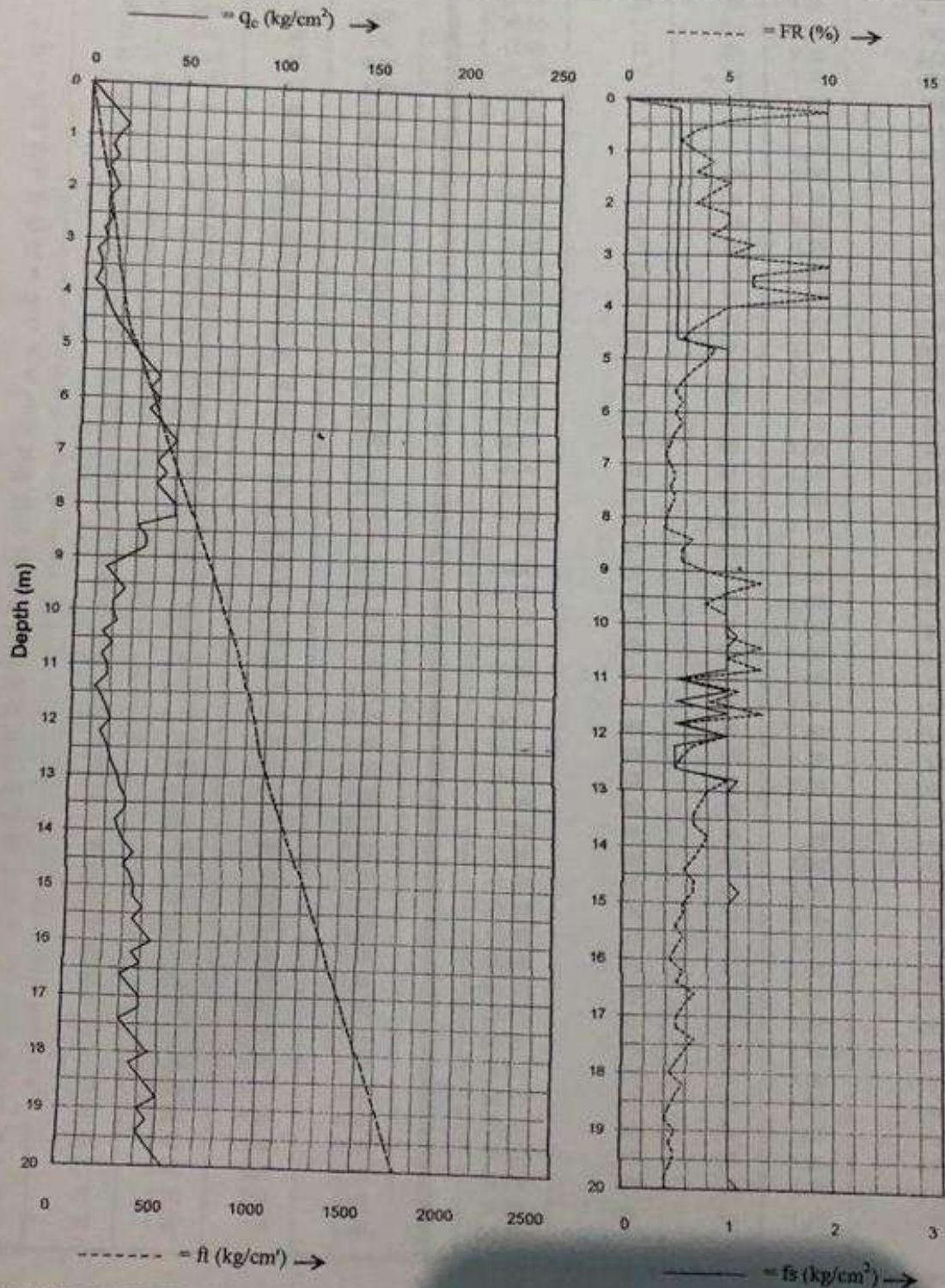


UNIVERSITAS PGRI SEMARANG (UPGRIS)
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
Kampus III, Jl. Pahlawan Lubis III, Bandan Dhuwur Semarang
Desa Campi KP 081300702, Email: upgrs_tn@upgrs.ac.id

GRAFIK HASIL TEST SONDIR (2,5 TON)

Project : Pembangunan Gedung Kampus 4 UPGRIS
Location : Jl. Gajah Raya, Kota Semarang, Jawa Tengah
Point Number : Lokasi 1, S-1
Elevation : +/- 0.00 (MTS)

Test by : Tprdy
Date : 15 Juni 2015
M.A.T : 12.00 m





PERHITUNGAN HASIL TEST SONDIR (2,5 TON)

Project : Pembangunan Gedung Kampus 4 UPGRIS
 Location : Jl. Gajah Raya, Kota Semarang, Jawa Tengah
 Point Number : Lokasi 1, S-1
 Elevation : +/- 0.00 (MTS)

Test by : Tprdy
 Date : 15 Juni 2015
 M.A.T : - 12.00 m

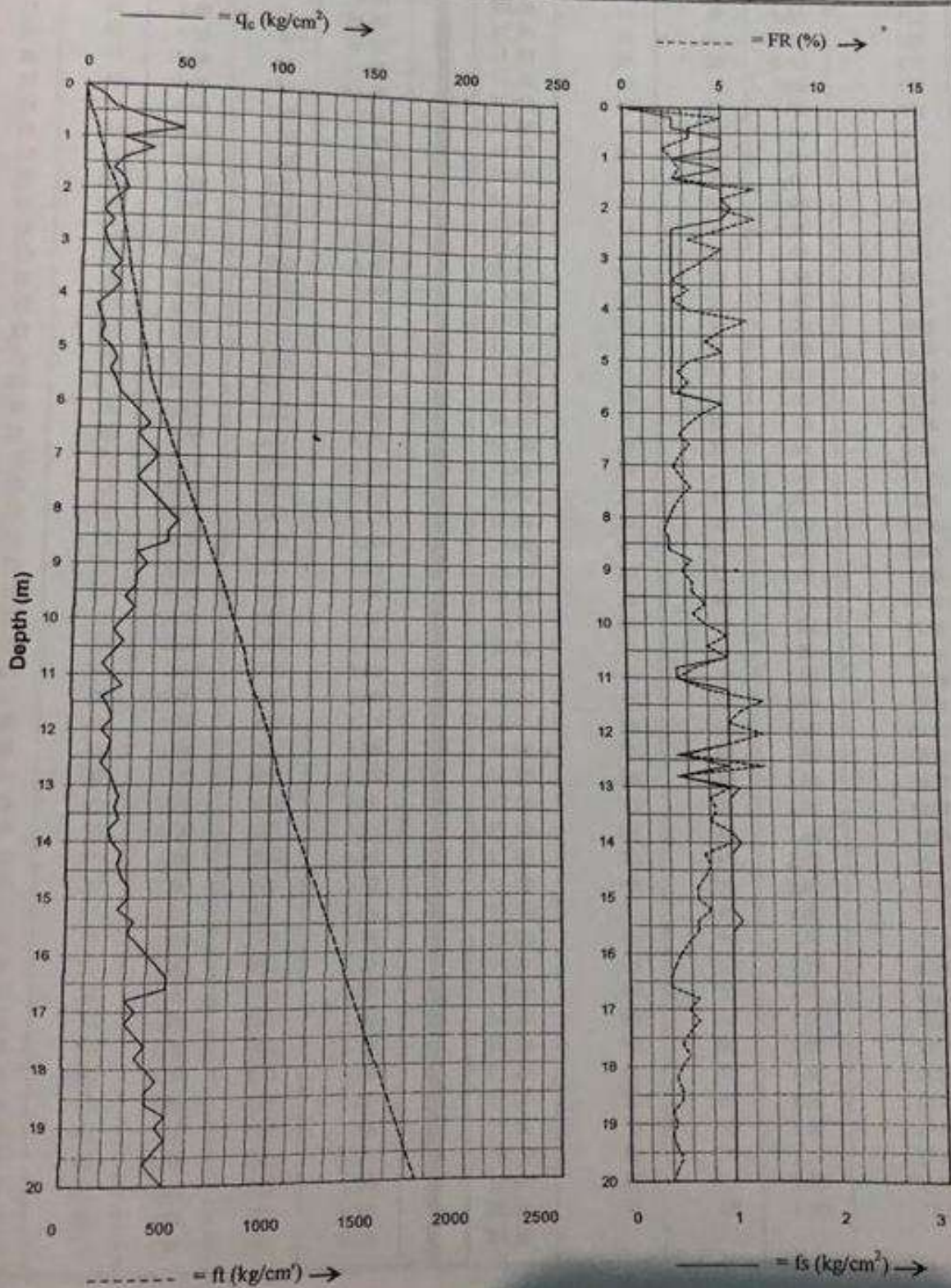
Depth (m)	qc kg/cm ²	qc + qf kg/cm ²	fs kg/cm ²	ft kg/cm ²	FR %	Depth (m)	qc kg/cm ²	qc + qf kg/cm ²	fs kg/cm ²	ft kg/cm ²	FR %
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	10.20	22	33	1.10	792	5.00
0.20	5	10	0.5	10.0	0.00	10.40	15	25	1.00	812	6.67
0.40	10	15	0.5	20.0	0.00	10.60	20	30	1.00	832	5.00
0.60	10	20	1.00	40	10.00	10.80	15	25	1.00	852	6.67
0.80	15	25	1.00	60	6.67	11.00	18	23	0.50	862	2.78
1.00	20	20	0.00	60	0.00	11.20	15	28	1.30	888	8.67
1.20	15	17	0.20	64	1.33	11.40	12	17	0.50	898	4.17
1.40	12	20	0.80	80	6.67	11.60	15	25	1.00	918	6.67
1.60	15	15	0.00	80	0.00	11.80	18	23	0.50	928	2.78
1.80	12	17	0.50	90	4.17	12.00	20	30	1.00	948	5.00
2.00	15	20	0.50	100	3.33	12.20	15	20	0.50	958	3.33
2.20	10	15	0.50	110	5.00	12.40	18	23	0.50	968	2.78
2.40	10	15	0.50	120	5.00	12.60	20	25	0.50	978	2.50
2.60	12	17	0.50	130	4.17	12.80	22	33	1.10	1000	5.00
2.80	8	13	0.50	140	6.25	13.00	25	35	1.00	1020	4.00
3.00	10	15	0.50	150	5.00	13.20	27	37	1.00	1040	3.70
3.20	5	10	0.50	160	10.00	13.40	30	40	1.00	1060	3.33
3.40	8	13	0.50	170	6.25	13.60	30	40	1.00	1080	3.33
3.60	8	13	0.50	180	6.25	13.80	25	35	1.00	1100	4.00
3.80	5	10	0.50	190	10.00	14.00	27	37	1.00	1120	3.70
4.00	10	15	0.50	200	5.00	14.20	30	40	1.00	1140	3.33
4.20	12	17	0.50	210	4.17	14.40	35	45	1.00	1160	2.86
4.40	15	20	0.50	220	3.33	14.60	30	40	1.00	1180	3.33
4.60	18	23	0.50	230	2.78	14.80	33	44	1.10	1202	3.33
4.80	23	33	1.00	250	4.35	15.00	35	45	1.00	1222	2.86
5.00	25	35	1.00	270	4.00	15.20	35	45	1.00	1242	2.86
5.20	30	40	1.00	290	3.33	15.40	40	50	1.00	1262	2.50
5.40	35	45	1.00	310	2.86	15.60	35	45	1.00	1282	2.86
5.60	40	50	1.00	330	2.50	15.80	40	50	1.00	1302	2.50
5.80	35	45	1.00	350	2.86	16.00	45	55	1.00	1322	2.22
6.00	40	50	1.00	370	2.50	16.20	35	45	1.00	1342	2.86
6.20	35	45	1.00	390	2.86	16.40	40	50	1.00	1362	2.50
6.40	40	50	1.00	410	2.50	16.60	30	40	1.00	1382	3.33
6.60	45	55	1.00	430	2.22	16.80	35	45	1.00	1402	2.86
6.80	50	60	1.00	450	2.00	17.00	40	50	1.00	1422	2.50
7.00	45	55	1.00	470	2.22	17.20	40	50	1.00	1442	2.50
7.20	40	50	1.00	490	2.50	17.40	30	40	1.00	1462	3.33
7.40	45	55	1.00	510	2.22	17.60	35	45	1.00	1482	2.86
7.60	40	50	1.00	530	2.50	17.80	40	50	1.00	1502	2.50
7.80	45	55	1.00	550	2.22	18.00	45	55	1.00	1522	2.22
8.00	50	60	1.00	570	2.00	18.20	35	45	1.00	1542	2.86
8.20	50	60	1.00	590	2.00	18.40	40	50	1.00	1562	2.50
8.40	30	40	1.00	610	3.33	18.60	45	55	1.00	1582	2.22
8.60	35	45	1.00	630	2.86	18.80	50	60	1.00	1602	2.00
8.80	35	45	1.00	650	2.86	19.00	40	50	1.00	1622	2.50
9.00	25	35	1.00	670	4.00	19.20	45	55	1.00	1642	2.22
9.20	15	25	1.00	690	6.67	19.40	40	50	1.00	1662	2.50
9.40	20	30	1.00	710	5.00	19.60	45	55	1.00	1682	2.22
9.60	25	35	1.00	730	4.00	19.80	50	60	1.00	1702	2.00
9.80	20	30	1.00	750	5.00	20.00	55	66	1.10	1724	2.00
10.00	20	30	1.00	770	5.00	20.20					



GRAFIK HASIL TEST SONDIR (2,5 TON)

Project : Pembangunan Gedung Kampus 4 UPGRIS
Location : Jl. Gajah Raya, Kota Semarang, Jawa Tengah
Point Number : Lokasi 1, S-2
Elevation : +/- 0.00 (MTS)

Test by : Tprdy
Date : 15 Juni 2015
M.A.T : - 12.00 m





PERHITUNGAN HASIL TEST SONDIR (2,5 TON)

Project : Pembangunan Gedung Kampus 4 UPGRIS
 Location : Jl. Gajah Raya, Kota Semarang, Jawa Tengah
 Point Number : Lokasi 1, S-2
 Elevation : +/- 0.00 (MTS)

Test by : Tprdy
 Date : 15 Juni 2015
 M.A.T : - 12.00 m

Depth (m)	qc (kg/cm ²)	qc + qf (kg/cm ²)	fs (kg/cm ²)	ft (kg/cm ²)	FR (%)
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0.20	10	15	0.5	10.0	0.00
0.40	15	20	0.5	20.0	0.00
0.60	15	40	2.50	70	16.67
0.80	30	60	3.00	130	10.00
1.00	50	25	-2.50	80	-5.00
1.20	20	45	2.50	130	12.50
1.40	35	25	-1.00	110	-2.86
1.60	20	25	0.50	120	2.50
1.80	20	30	1.00	140	5.00
2.00	22	33	1.10	162	5.00
2.20	15	25	1.00	182	6.67
2.40	10	15	0.50	192	5.00
2.60	15	20	0.50	202	3.33
2.80	10	15	0.50	212	5.00
3.00	12	17	0.50	222	4.17
3.20	15	20	0.50	232	3.33
3.40	20	25	0.50	242	2.50
3.60	15	20	0.50	252	3.33
3.80	20	25	0.50	262	2.50
4.00	15	20	0.50	272	3.33
4.20	8	13	0.50	282	6.25
4.40	10	15	0.50	292	5.00
4.60	12	17	0.50	302	4.17
4.80	10	15	0.50	312	5.00
5.00	15	20	0.50	322	3.33
5.20	18	23	0.50	332	2.78
5.40	15	20	0.50	342	3.33
5.60	18	23	0.50	352	2.78
5.80	20	30	1.00	372	5.00
6.00	25	35	1.00	392	4.00
6.20	30	40	1.00	412	3.33
6.40	35	45	1.00	432	2.86
6.60	30	40	1.00	452	3.33
6.80	35	45	1.00	472	2.86
7.00	40	50	1.00	492	2.50
7.20	35	45	1.00	512	2.86
7.40	30	40	1.00	532	3.33
7.60	35	45	1.00	552	2.86
7.80	40	50	1.00	572	2.50
8.00	45	55	1.00	592	2.22
8.20	50	60	1.00	612	2.00
8.40	45	55	1.00	632	2.22
8.60	45	55	1.00	652	2.22
8.80	30	40	1.00	672	3.33
9.00	35	45	1.00	692	2.86
9.20	30	40	1.00	712	3.33
9.40	30	40	1.00	732	3.33
9.60	25	35	1.00	752	4.00
9.80	30	40	1.00	772	3.33
10.00	25	35	1.00	792	4.00

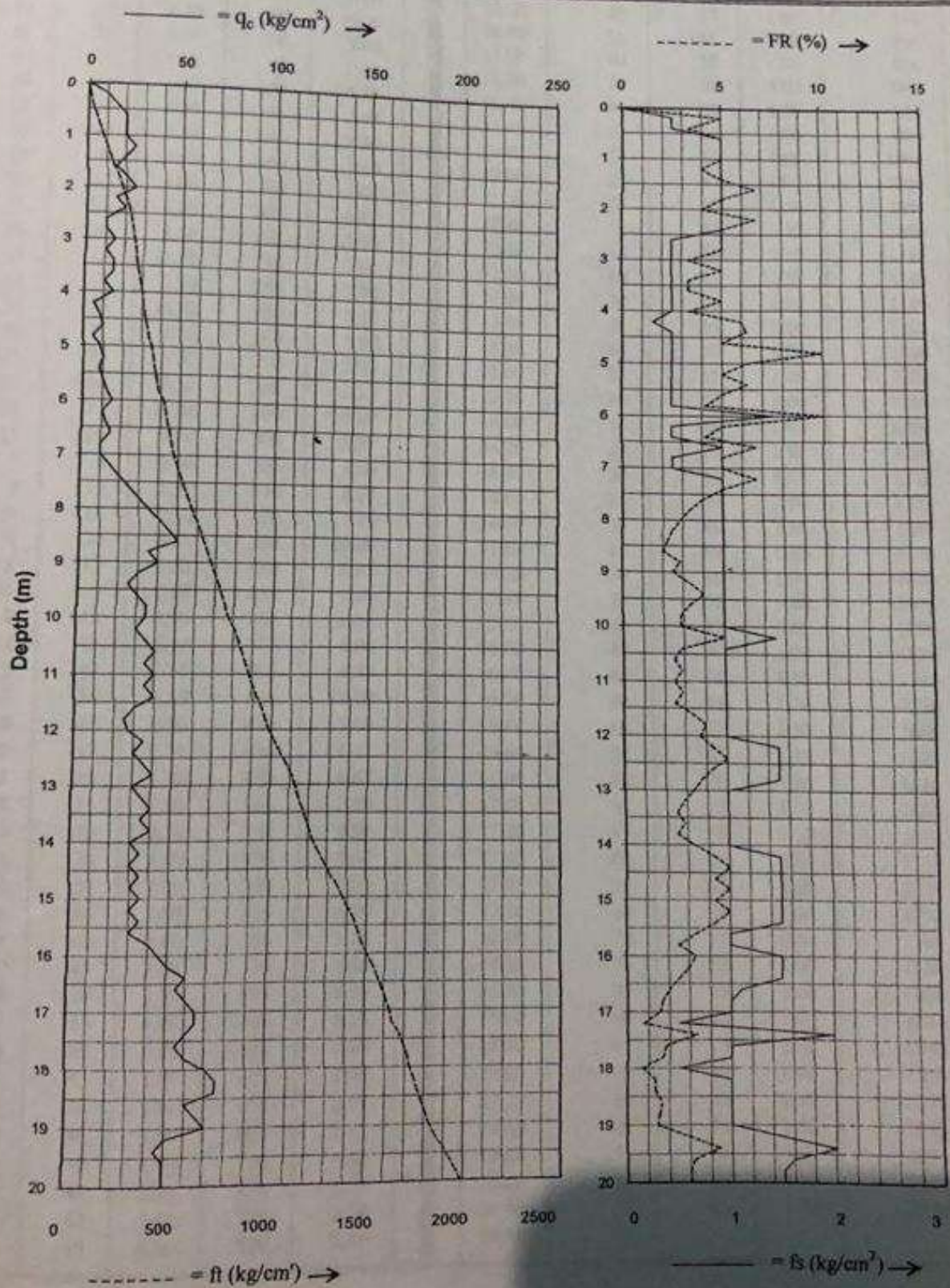
Depth (m)	qc (kg/cm ²)	qc + qf (kg/cm ²)	fs (kg/cm ²)	ft (kg/cm ²)	FR (%)
10.20	20	30	1.00	812	5.00
10.40	25	35	1.00	832	4.00
10.60	20	30	1.00	852	5.00
10.80	15	20	0.50	862	3.33
11.00	20	25	0.50	872	2.50
11.20	15	35	2.00	912	13.33
11.40	15	25	1.00	932	6.67
11.60	18	28	1.00	952	5.56
11.80	20	30	1.00	972	5.00
12.00	15	25	1.00	992	6.67
12.20	20	30	1.00	1012	5.00
12.40	18	23	0.50	1022	2.78
12.60	15	25	1.00	1042	6.67
12.80	20	25	0.50	1052	2.50
13.00	22	33	1.10	1074	5.00
13.20	25	35	1.00	1094	4.00
13.40	23	33	1.00	1114	4.35
13.60	25	35	1.00	1134	4.00
13.80	20	30	1.00	1154	5.00
14.00	22	33	1.10	1176	5.00
14.20	27	37	1.00	1196	3.70
14.40	25	35	1.00	1216	4.00
14.60	27	37	1.00	1236	3.70
14.80	30	40	1.00	1256	3.33
15.00	30	40	1.00	1276	3.33
15.20	25	35	1.00	1296	4.00
15.40	33	44	1.10	1318	3.33
15.60	30	40	1.00	1338	3.33
15.80	35	45	1.00	1358	2.86
16.00	40	50	1.00	1378	2.50
16.20	45	55	1.00	1398	2.22
16.40	50	60	1.00	1418	2.00
16.60	50	60	1.00	1438	2.00
16.80	30	40	1.00	1458	3.33
17.00	35	45	1.00	1478	2.86
17.20	30	40	1.00	1498	3.33
17.40	35	45	1.00	1518	2.86
17.60	40	50	1.00	1538	2.50
17.80	35	45	1.00	1558	2.86
18.00	40	50	1.00	1578	2.50
18.20	45	55	1.00	1598	2.22
18.40	40	50	1.00	1618	2.50
18.60	40	50	1.00	1638	2.50
18.80	50	60	1.00	1658	2.00
19.00	45	55	1.00	1678	2.22
19.20	50	60	1.00	1698	2.00
19.40	45	55	1.00	1718	2.22
19.60	40	50	1.00	1738	2.50
19.80	45	55	1.00	1758	2.22
20.00	50	60	1.00	1778	2.00



GRAFIK HASIL TEST SONDIR (2,5 TON)

Project : Pembangunan Gedung Kampus 4 UPGRIS
Location : Jl. Gajah Raya, Kota Semarang, Jawa Tengah
Point Number : Lokasi 2, S-1
Elevation : +/- 0.00 (MTS)

Test by : Tprdy
Date : 16 Juni 2015
M.A.T : -7.00 m





PERHITUNGAN HASIL TEST SONDIR (2,5 TON)

Project : Pembangunan Gedung Kampus 4 UPGRIS
 Location : Jl. Gajah Raya, Kota Semarang, Jawa Tengah
 Point Number : Lokasi 2, S-1
 Elevation : +/- 0.00 (MTS)

Test by : Tprdy
 Date : 16 Juni 2015
 M.A.T : -7.00 m

Depth (m)	qc (kg/cm ²)	qc + qt (kg/cm ²)	fs (kg/cm ²)	ft (kg/cm ²)	FR (%)
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0.20	10	15	0.5	10.0	0.00
0.40	15	20	0.5	20.0	0.00
0.60	15	30	1.50	50	10.00
0.80	20	30	1.00	70	5.00
1.00	20	30	1.00	90	5.00
1.20	20	35	1.50	120	7.50
1.40	25	30	0.50	130	2.00
1.60	20	25	0.50	140	2.50
1.80	20	30	1.00	160	5.00
2.00	25	35	1.00	180	4.00
2.20	15	25	1.00	200	6.67
2.40	20	30	1.00	220	5.00
2.60	10	15	0.50	230	5.00
2.80	10	15	0.50	240	5.00
3.00	15	20	0.50	250	3.33
3.20	10	15	0.50	260	5.00
3.40	15	20	0.50	270	3.33
3.60	15	20	0.50	280	3.33
3.80	10	15	0.50	290	5.00
4.00	15	20	0.50	300	3.33
4.20	5	8	0.30	306	6.00
4.40	8	13	0.50	316	6.25
4.60	10	15	0.50	326	5.00
4.80	5	10	0.50	336	10.00
5.00	8	13	0.50	346	6.25
5.20	10	15	0.50	356	5.00
5.40	8	13	0.50	366	6.25
5.60	10	15	0.50	376	5.00
5.80	12	17	0.50	386	4.17
6.00	15	30	1.50	416	10.00
6.20	10	15	0.50	426	5.00
6.40	12	17	0.50	436	4.17
6.60	15	25	1.00	456	6.67
6.80	10	15	0.50	466	5.00
7.00	10	15	0.50	476	5.00
7.20	15	25	1.00	496	6.67
7.40	20	30	1.00	516	5.00
7.60	25	35	1.00	536	4.00
7.80	30	40	1.00	556	3.33
8.00	35	45	1.00	576	2.86
8.20	40	50	1.00	596	2.50
8.40	45	55	1.00	616	2.22
8.60	50	60	1.00	636	2.00
8.80	35	45	1.00	656	2.86
9.00	40	50	1.00	676	2.50
9.20	30	40	1.00	696	3.33
9.40	25	35	1.00	716	4.00
9.60	30	40	1.00	736	3.33
9.80	35	45	1.00	756	2.86
10.00	35	45	1.00	776	2.86

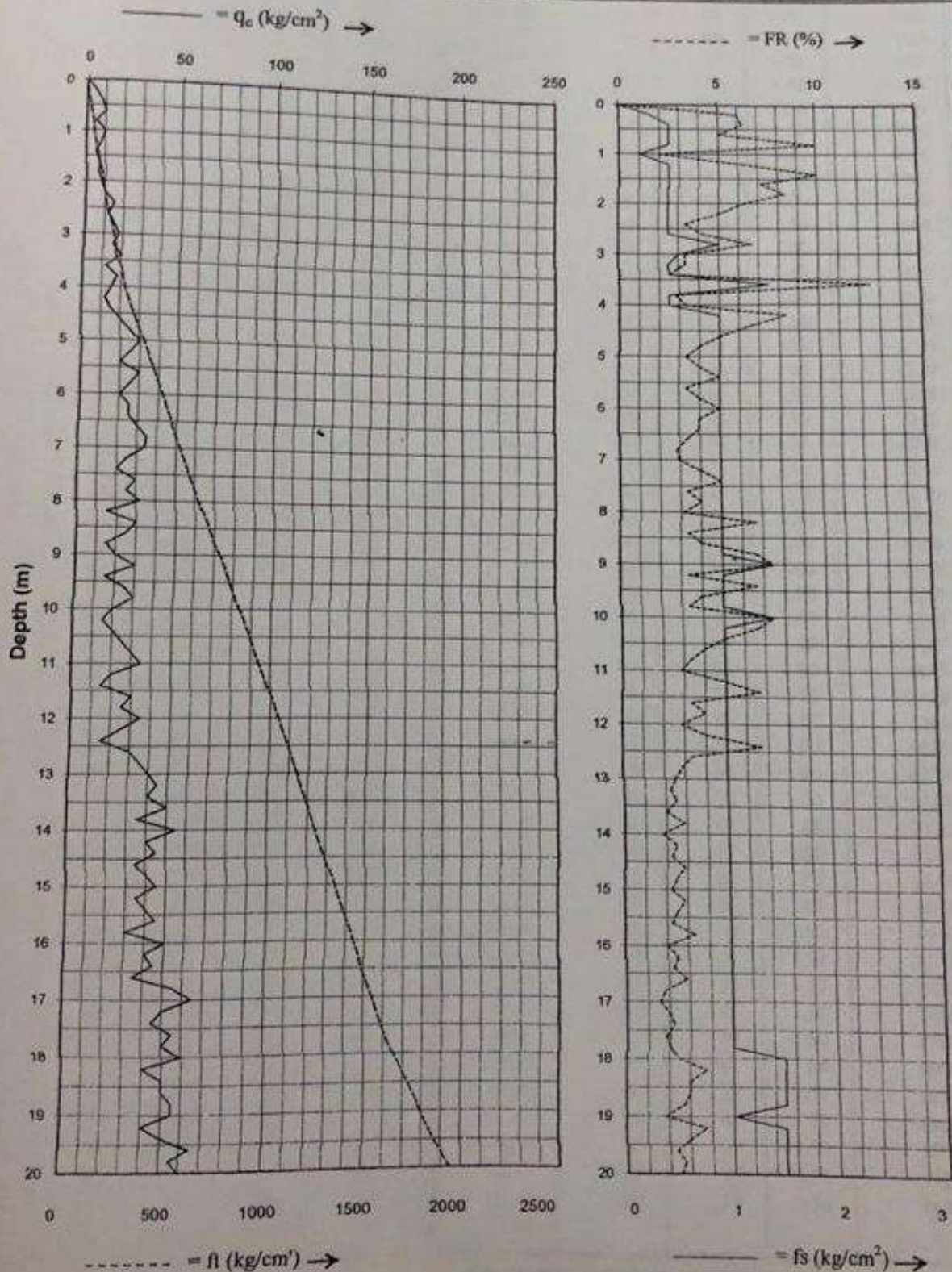
Depth (m)	qc (kg/cm ²)	qc + qt (kg/cm ²)	fs (kg/cm ²)	ft (kg/cm ²)	FR (%)
10.20	30	45	1.50	806	5.00
10.40	35	45	1.00	826	2.86
10.60	40	50	1.00	846	2.50
10.80	35	45	1.00	866	2.86
11.00	40	50	1.00	886	2.50
11.20	15	45	3.00	946	20.00
11.40	40	50	1.00	966	2.50
11.60	30	40	1.00	986	3.33
11.80	25	35	1.00	1006	4.00
12.00	27	37	1.00	1026	3.70
12.20	35	50	1.50	1056	4.29
12.40	30	45	1.50	1086	5.00
12.60	35	50	1.50	1116	4.29
12.80	40	55	1.50	1146	3.75
13.00	30	40	1.00	1166	3.33
13.20	35	45	1.00	1186	2.86
13.40	40	50	1.00	1206	2.50
13.60	35	45	1.00	1226	2.86
13.80	40	50	1.00	1246	2.50
14.00	30	40	1.00	1266	3.33
14.20	35	50	1.50	1296	4.29
14.40	30	45	1.50	1326	5.00
14.60	35	50	1.50	1356	4.29
14.80	30	45	1.50	1386	5.00
15.00	35	50	1.50	1416	4.29
15.20	30	45	1.50	1446	5.00
15.40	35	50	1.50	1476	4.29
15.60	30	40	1.00	1496	3.33
15.80	40	50	1.00	1516	2.50
16.00	45	60	1.50	1546	3.33
16.20	50	65	1.50	1576	3.00
16.40	60	75	1.50	1606	2.50
16.60	55	66	1.10	1628	2.00
16.80	60	70	1.00	1648	1.67
17.00	65	75	1.00	1668	1.54
17.20	65	70	0.50	1678	0.77
17.40	60	80	2.00	1718	3.33
17.60	55	65	1.00	1738	1.82
17.80	60	70	1.00	1758	1.67
18.00	70	75	0.50	1768	0.71
18.20	75	85	1.00	1788	1.33
18.40	75	85	1.00	1808	1.33
18.60	60	70	1.00	1828	1.67
18.80	65	75	1.00	1848	1.54
19.00	70	80	1.00	1868	1.43
19.20	50	65	1.50	1898	3.00
19.40	45	65	2.00	1938	4.44
19.60	50	66	1.60	1970	3.20
19.80	50	65	1.50	2000	3.00
20.00	50	65	1.50	2030	3.00
20.20					



GRAFIK HASIL TEST SONDIR (2,5 TON)

Project : Pembangunan Gedung Kampus 4 UPGRIS
Location : Jl. Gajah Raya, Kota Semarang, Jawa Tengah
Point Number : Lokasi 2, S-2
Elevation : +/- 0.00 (MTS)

Test by : Tprdy
Date : 16 Juni 2015
M.A.T. : -7.00 m





PERHITUNGAN HASIL TEST SONDIR (2,5 TON)

Project : Pembangunan Gedung Kampus 4 UPGRIS
 Location : Jl. Gajah Raya, Kota Semarang, Jawa Tengah
 Point Number : Lokasi 2, S-2
 Elevation : +/- 0.00 (MTS)

Test by : Tprdy
 Date : 16 Juni 2015
 MAT : -7.00 m

Depth (m)	qc (kg/cm ²)	qc + qf (kg/cm ²)	fs (kg/cm ²)	ft (kg/cm ²)	FR (%)
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0.20	5	8	0.3	6.0	0.00
0.40	8	13	0.5	16.0	0.00
0.60	8	15	0.70	30	8.75
0.80	10	10	0.00	30	0.00
1.00	5	12	0.70	44	14.00
1.20	10	13	0.30	50	3.00
1.40	8	10	0.20	54	2.50
1.60	5	12	0.70	68	14.00
1.80	6	11	0.50	78	8.33
2.00	8	13	0.50	88	6.25
2.20	10	15	0.50	98	5.00
2.40	15	20	0.50	108	3.33
2.60	12	17	0.50	118	4.17
2.80	15	25	1.00	138	6.67
3.00	18	24	0.60	150	3.33
3.20	15	20	0.50	160	3.33
3.40	20	25	0.50	170	2.50
3.60	12	27	1.50	200	12.50
3.80	18	23	0.50	210	2.78
4.00	15	20	0.50	220	3.33
4.20	12	22	1.00	240	8.33
4.40	15	25	1.00	260	6.67
4.60	20	30	1.00	280	5.00
4.80	25	35	1.00	300	4.00
5.00	30	40	1.00	320	3.33
5.20	25	35	1.00	340	4.00
5.40	20	30	1.00	360	5.00
5.60	30	40	1.00	380	3.33
5.80	25	35	1.00	400	4.00
6.00	20	30	1.00	420	5.00
6.20	25	35	1.00	440	4.00
6.40	25	35	1.00	460	4.00
6.60	30	40	1.00	480	3.33
6.80	35	45	1.00	500	2.86
7.00	34	44	1.00	520	2.94
7.20	25	35	1.00	540	4.00
7.40	20	30	1.00	560	5.00
7.60	30	40	1.00	580	3.33
7.80	25	35	1.00	600	4.00
8.00	32	42	1.00	620	3.13
8.20	15	25	1.00	640	6.67
8.40	30	40	1.00	660	3.33
8.60	25	35	1.00	680	4.00
8.80	15	25	1.00	700	6.67
9.00	20	35	1.50	730	7.50
9.20	30	40	1.00	750	3.33
9.40	15	25	1.00	770	6.67
9.60	25	35	1.00	790	4.00
9.80	30	40	1.00	810	3.33
10.00	20	35	1.50	840	7.50

Depth (m)	qc (kg/cm ²)	qc + qf (kg/cm ²)	fs (kg/cm ²)	ft (kg/cm ²)	FR (%)
10.20	15	25	1.00	860	6.67
10.40	20	30	1.00	880	3.00
10.60	25	35	1.00	900	4.00
10.80	30	40	1.00	920	3.33
11.00	35	45	1.00	940	2.86
11.20	15	30	1.50	970	10.00
11.40	15	25	1.00	990	6.67
11.60	30	40	1.00	1010	3.33
11.80	25	35	1.00	1030	4.00
12.00	35	45	1.00	1050	2.86
12.20	25	35	1.00	1070	4.00
12.40	15	25	1.00	1090	6.67
12.60	30	40	1.00	1110	3.33
12.80	35	45	1.00	1130	2.86
13.00	40	50	1.00	1150	2.50
13.20	45	55	1.00	1170	2.22
13.40	40	50	1.00	1190	2.50
13.60	50	60	1.00	1210	2.00
13.80	35	45	1.00	1230	2.86
14.00	55	65	1.00	1250	1.82
14.20	40	50	1.00	1270	2.50
14.40	45	55	1.00	1290	2.22
14.60	35	45	1.00	1310	2.86
14.80	40	50	1.00	1330	2.50
15.00	45	55	1.00	1350	2.22
15.20	35	45	1.00	1370	2.86
15.40	40	50	1.00	1390	2.50
15.60	45	55	1.00	1410	2.22
15.80	30	40	1.00	1430	3.33
16.00	50	60	1.00	1450	2.00
16.20	40	50	1.00	1470	2.50
16.40	45	55	1.00	1490	2.22
16.60	35	45	1.00	1510	2.86
16.80	55	65	1.00	1530	1.82
17.00	65	75	1.00	1550	1.54
17.20	50	60	1.00	1570	2.00
17.40	45	55	1.00	1590	2.22
17.60	55	65	1.00	1610	1.82
17.80	50	60	1.00	1630	2.00
18.00	60	75	1.50	1660	2.50
18.20	40	55	1.50	1690	3.75
18.40	50	65	1.50	1720	3.00
18.60	50	65	1.50	1750	3.00
18.80	55	70	1.50	1780	2.73
19.00	55	65	1.00	1800	1.82
19.20	40	55	1.50	1830	3.75
19.40	50	65	1.50	1860	3.00
19.60	65	80	1.50	1890	2.31
19.80	55	70	1.50	1920	2.73
20.00	60	75	1.50	1950	2.50
20.20					

LAMPIRAN
**GAMBAR PERENCANAAN
STRUKTUR**

DAFTAR GAMBAR

NO. GAMB	JUDUL GAMBAR	SKALA
1	DAFTAR GAMBAR	NTS
2	PENJELASAN PENGGAMBARAN	NTS
	GAMBAR TAMPAK	
3	TAMPAK DEPAN	1:200
4	TAMPAK BELAKANG	1:200
5	TAMPAK SAMPING KANAN	1:200
6	TAMPAK SAMPING KIRI	1:200
7	TAMPAK ATAS	1:200
	POTONGAN PARSIAL STRUKTUR	
8	POTONGAN AS-B	1:200
9	POTONGAN AS-2	1:200
	PERENCANAAN PONDASI	
10	DENAH BORED PILE & PILE CAP	1:200
11	DETAIL BORED PILE & PILE CAP	1:50
	PERENCANAAN KOLOM	
12	DENAH KOLOM LANTAI 1	1:200
13	DENAH KOLOM LANTAI 2	1:200
14	DENAH KOLOM LANTAI 3	1:200
15	DENAH KOLOM LANTAI DAK	1:200
16	DENAH KOLOM LANTAI ATAP	1:200
17	DETAIL KOLOM	1:20
18	DETAIL SHEAR WALL	1:40

NO. GAMB	JUDUL GAMBAR	SKALA
	PERENCANAAN BALOK	
19	DENAH SLOOF	1:200
20	DENAH BALOK LANTAI 2	1:200
21	DENAH BALOK LANTAI 3	1:200
22	DENAH BALOK LANTAI DAK	1:200
23	DENAH RING BEAM	1:200
24	DETAIL BALOK	1:40
25	DETAIL BALOK	1:40
	PERENCANAAN PLAT	
26	DENAH PLAT LANTAI 1	1:200
27	DENAH PLAT LANTAI 2	1:200
28	DENAH PELAT LANTAI 3	1:200
29	DENAH PLAT LANTAI DAK	1:200
	PERENCANAAN ATAP	
30	DENAH ATAP TIPE 1	1:200
31	DENAH ATAP TIPE 2	1:200
32	DETAIL ATAP TR1	1:50
33	DETAIL ATAP TR2	1:50
34	DETAIL ATAP TR3	1:50
	PERENCANAAN TANGGA	
35	DENAH TANGGA	1:100
36	DETAIL TANGGA	1:80, 1:25



SKRIPSI

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021**

Dibuat Oleh

**ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006**

**MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040**

Pembimbing 1

Paraf

**Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402**

Pembimbing 2

Paraf

**DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701**

Judul Gambar

DAFTAR GAMBAR

Skala. NTS

No. Gambar

1 OF 36

A4

PENJELASAN PENGGAMBARAN

A. UMUM

1. PERHITUNGAN PONDASI TIANG DIHITUNG BERDASAR HASIL DATA TANAH SONDIR/CPT DARI PIHAK UPGRIS TAHUN 2015.
2. PERHITUNGAN BETON DIGUNAKAN METODE SRPMM, DAN MENGACU PADA SNI 2847 2019 : PERSYARATAN BETON STRUKTURAL UNTUK BANGUNAN GEDUNG DAN PENJELASAN.
3. PERHITUNGAN PEMBEBANAN MENGACU PADA SNI 1727 2013 : BEBAN MINIMUM UNTUK PERANCANGAN BANGUNAN GEDUNG DAN STRUKTUR LAIN.
4. DESAIN BALOK BERDASAR DENGAN BEBAN DINDING BATU RINGAN.
5. PERHITUNGAN BEBAN GEMPA DIGUNAKAN METODE RESPON SPEKTRUM, DAN MENGACU PADA SNI 1726 2019 : TATA CARA PERENCANAAN KETAHANAN GEMPA UNTUK STRUKTUR GEDUNG DAN NON GEDUNG.
6. PERHITUNGAN RANGKA ATAP MENGACU PADA SNI 03 1729 2002 : TATA CARA PERENCANAAN STRUKTUR BAJA UNTUK BANGUNAN GEDUNG.
7. PERHITUNGAN STRUKTUR DIGUNAKAN PROGRAM BANTU SAP2000 v.14.
8. PENGGAMBARAN DIGUNAKAN PROGRAM BANTU AUTOCAD v.2014.

B. SPESIFIKASI BAHAN

BETON		
BORED PILE		fc' = 40 MPa
PILE CAP, KOLOM, SHEAR WALL, BALOK, PLAT LANTAI, PLAT TANGGA		fc' = 25 MPa
TULANGAN		
SENGKANG : < D10	BJTP - 24	fy = 240 MPa
≥ D10	BJTD - 40	fy = 400 MPa
TUL. UTAMA : < D10	BJTP - 24	fy = 240 MPa
≥ D10	BJTD - 40	fy = 400 MPa
BAJA		
PROFIL, PLAT BAJA	BJ - 37	fy = 240 MPa
ANGKUR	BJTS - 40	fy = 400 MPa
BAUT	HTB A 325	



SKRIPSI

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021**

Dibuat Oleh

**ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006**

**MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040**

Pembimbing 1

Paraf

**Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402**

Pembimbing 2

Paraf

**DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701**

Judul Gambar

PENJELASAN PENGGAMBARAN

Skala. NTS

No. Gambar

2 OF 36

A4



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

TAMPAK DEPAN

Skala. 1 : 200

No. Gambar

3 OF 36

A4



TAMPAK DEPAN

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

TAMPAK BELAKANG

Skala. 1 : 200

No. Gambar

4 OF 36

A4



TAMPAK BELAKANG

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

TAMPAK SAMPING KANAN

Skala. 1 : 200

No. Gambar

5 OF 36

A4



TAMPAK SAMPING KANAN

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

TAMPAK SAMPING KIRI

Skala. 1 : 200

No. Gambar

6 OF 36

A4



TAMPAK SAMPING KIRI

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1 Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2 Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

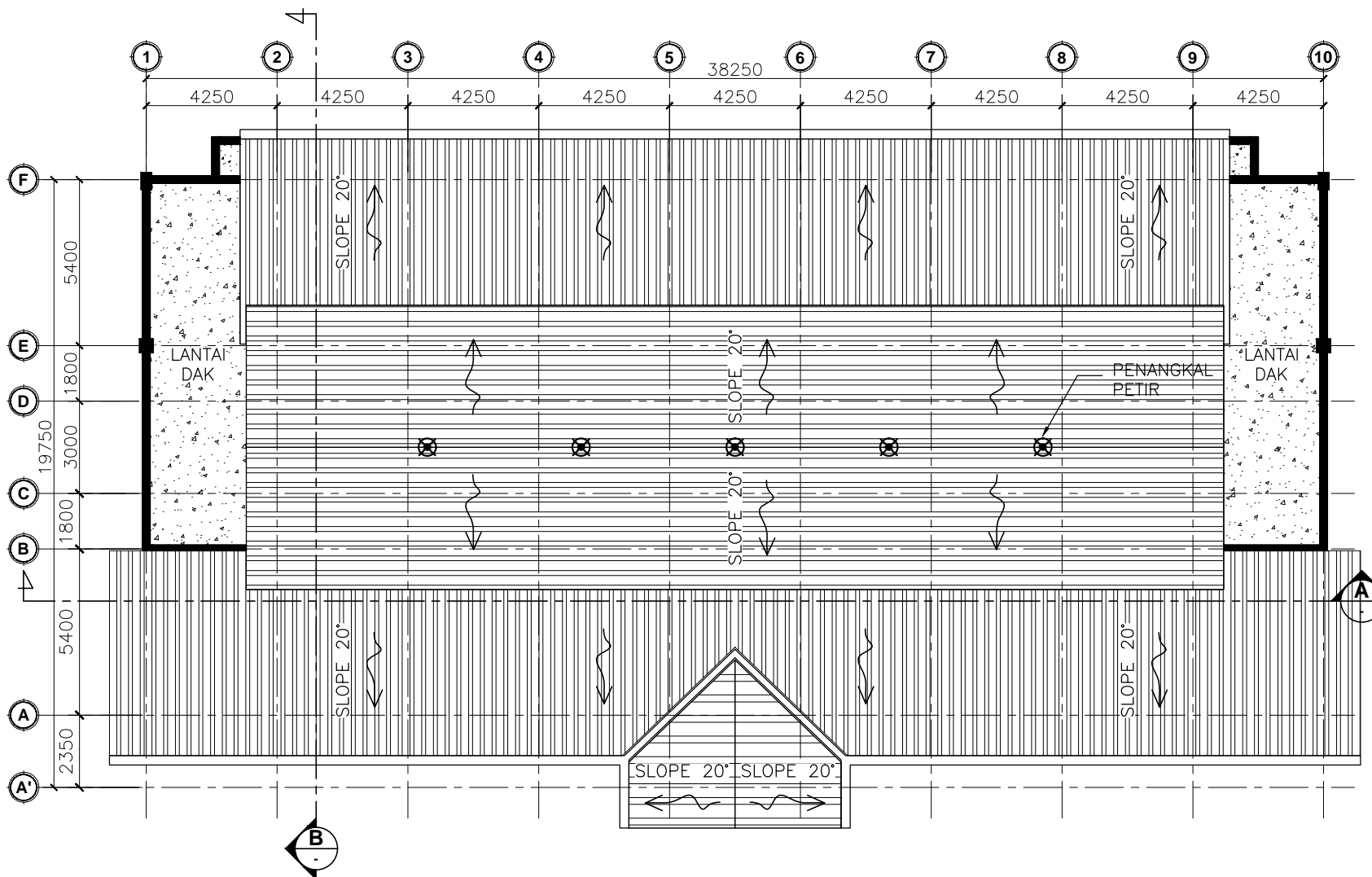
TAMPAK ATAS

Skala. 1 : 200

No. Gambar

7 OF 36

A4



TAMPAK ATAS
SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

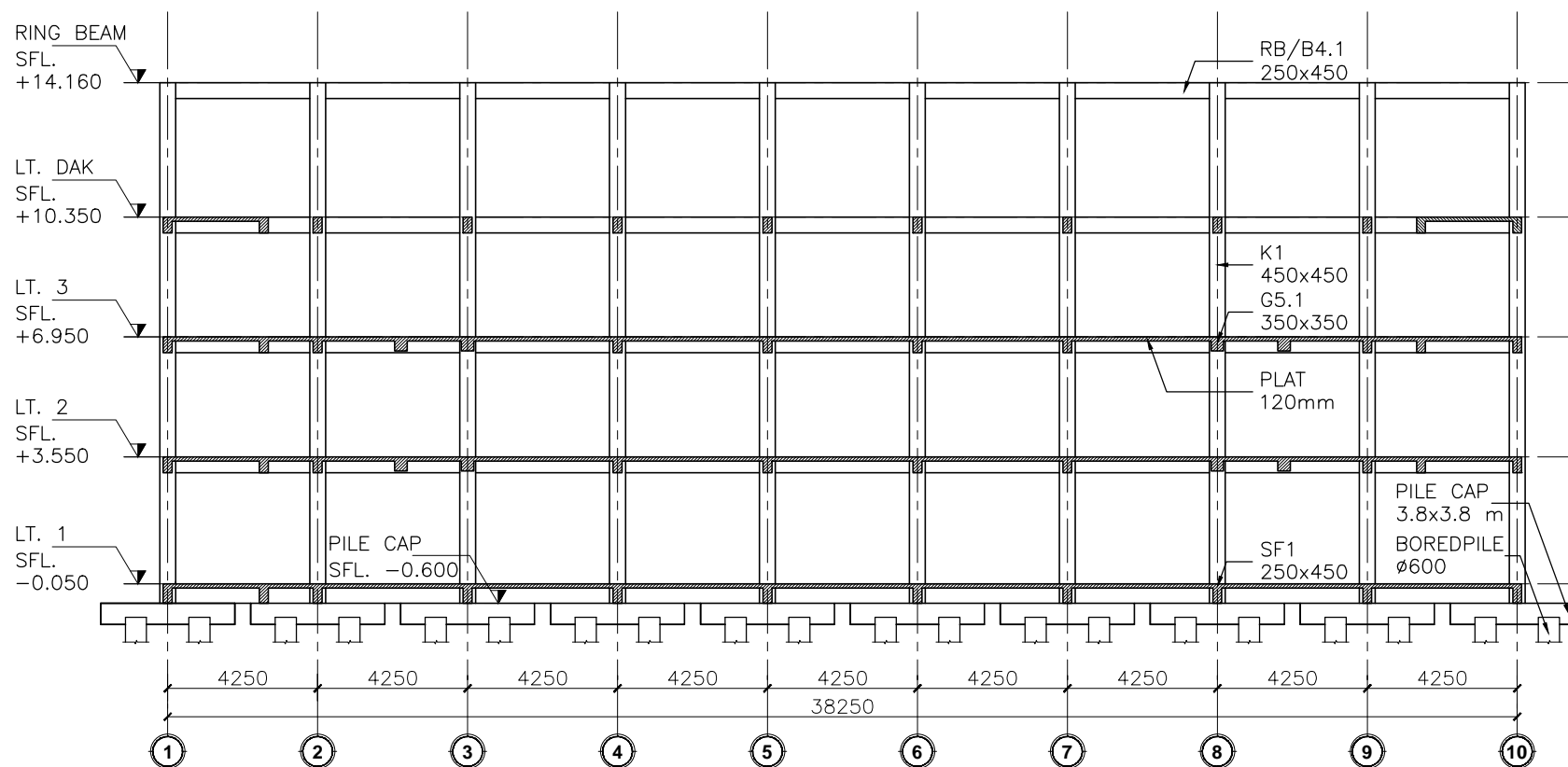
POTONGAN MEMANJANG

Skala. 1 : 200

No. Gambar

8 OF 36

A4



POTONGAN PORTAL AS-B



SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

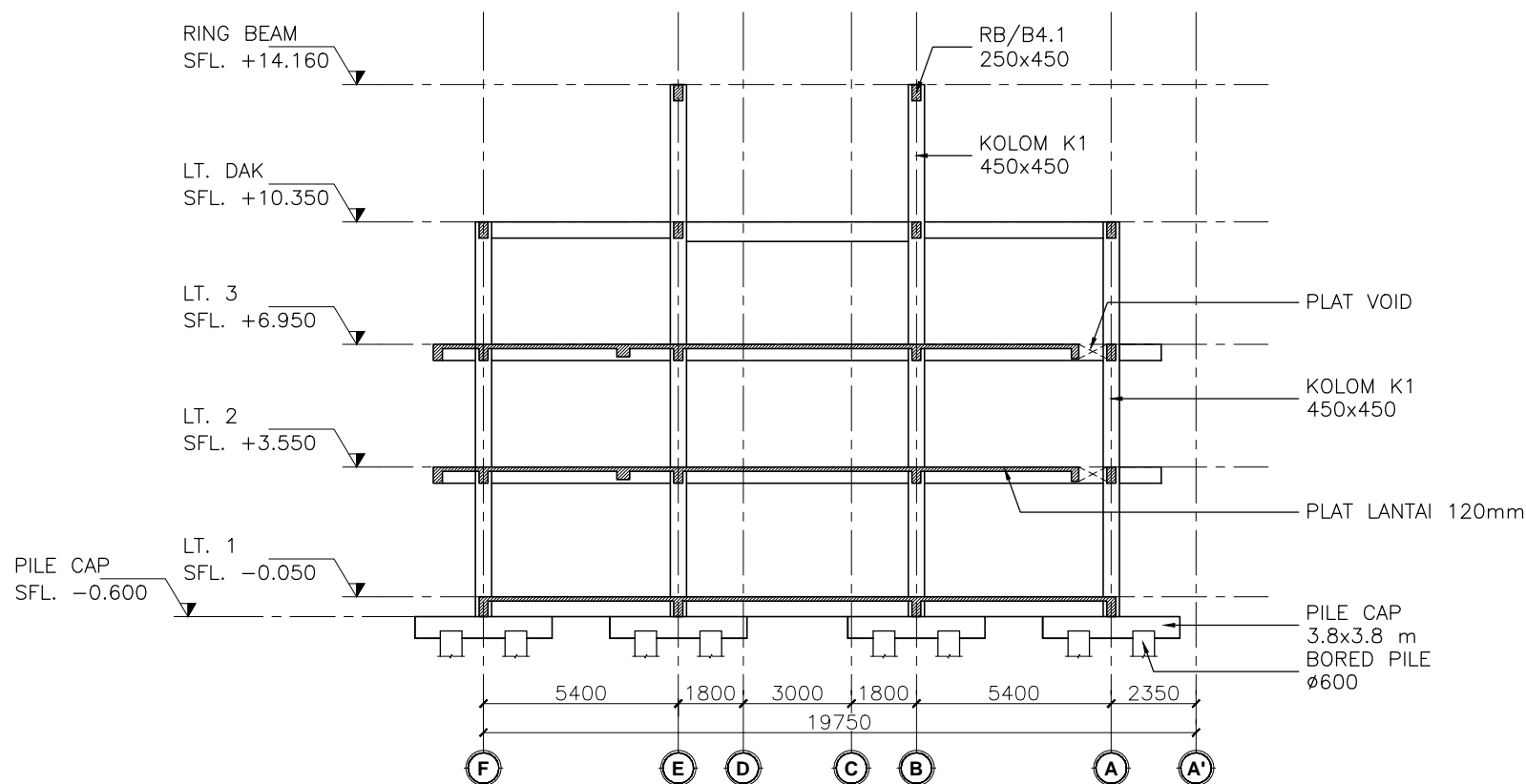
POTONGAN MELINTANG

Skala. 1 : 200

No. Gambar

9 OF 36

A4



POTONGAN PORTAL AS-2



SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

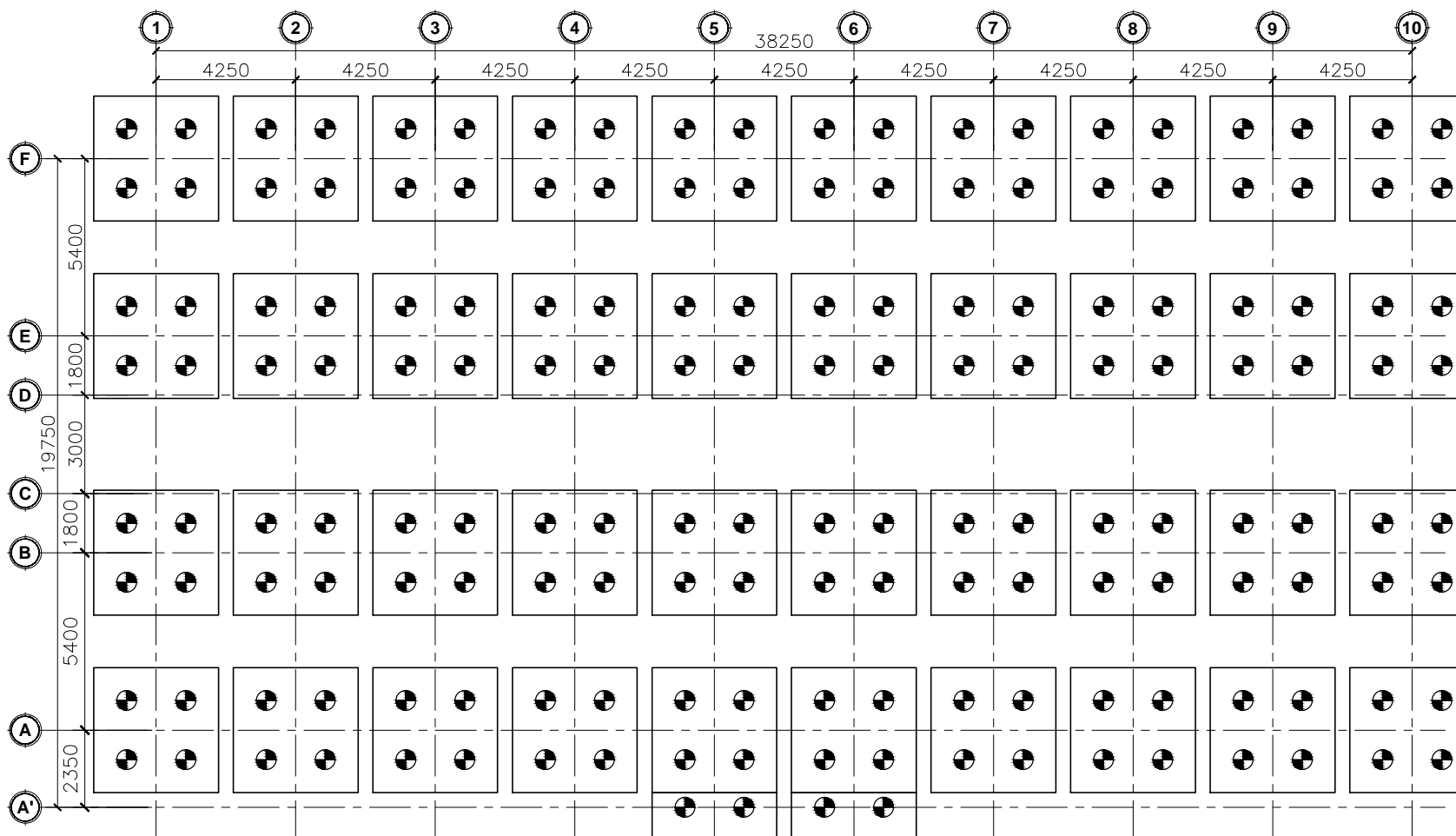
DENAH BORED PILE & PILE CAP

Skala. 1 : 200

No. Gambar

10 OF 36

A4



DENAH BORED PILE & PILE CAP

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

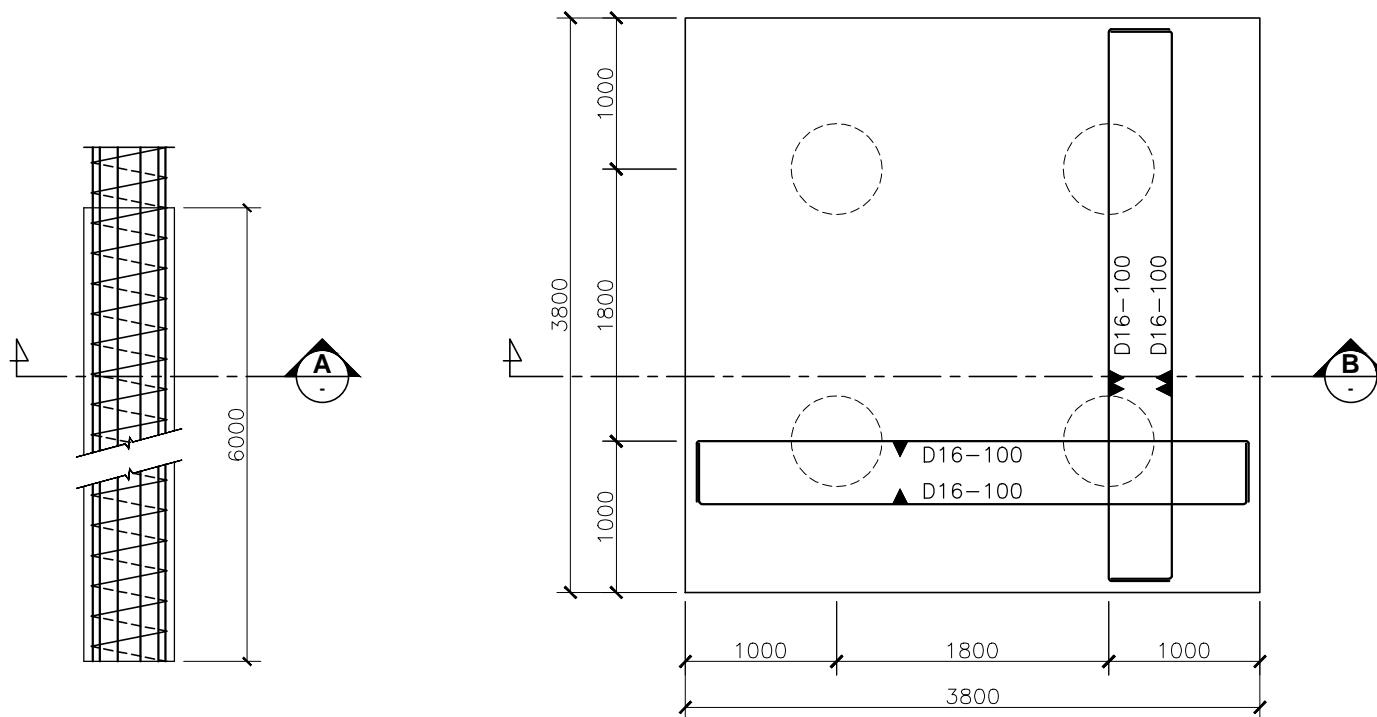
DETAIL BORED PILE & PILE CAP

Skala. 1 : 50

No. Gambar

11 OF 36

A4



DETAIL BORED PILE

SKALA 1:50

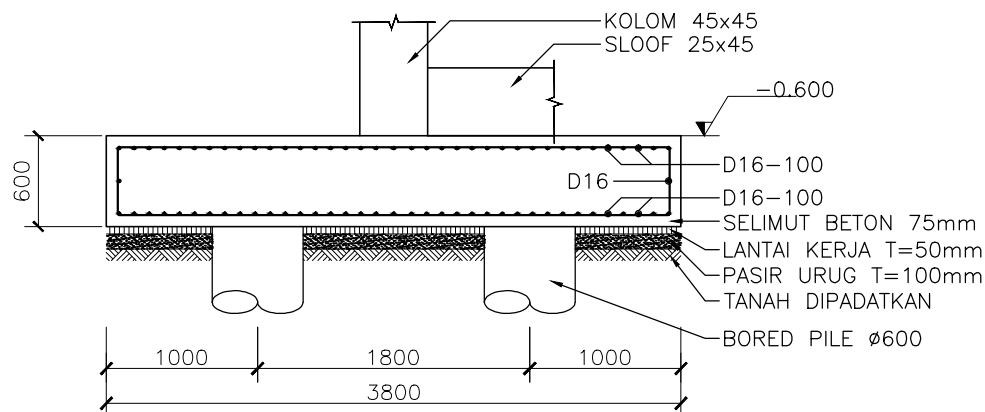
DETAIL PILE CAP

SKALA 1:50

- BORED PILE $\phi 600$
- TULANGAN UTAMA 10 D19
- SENGKANG SPIRAL D10-200
- SELIMUT BETON 50mm

DETAIL

SKALA 1:50



DETAIL

SKALA 1:50





SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

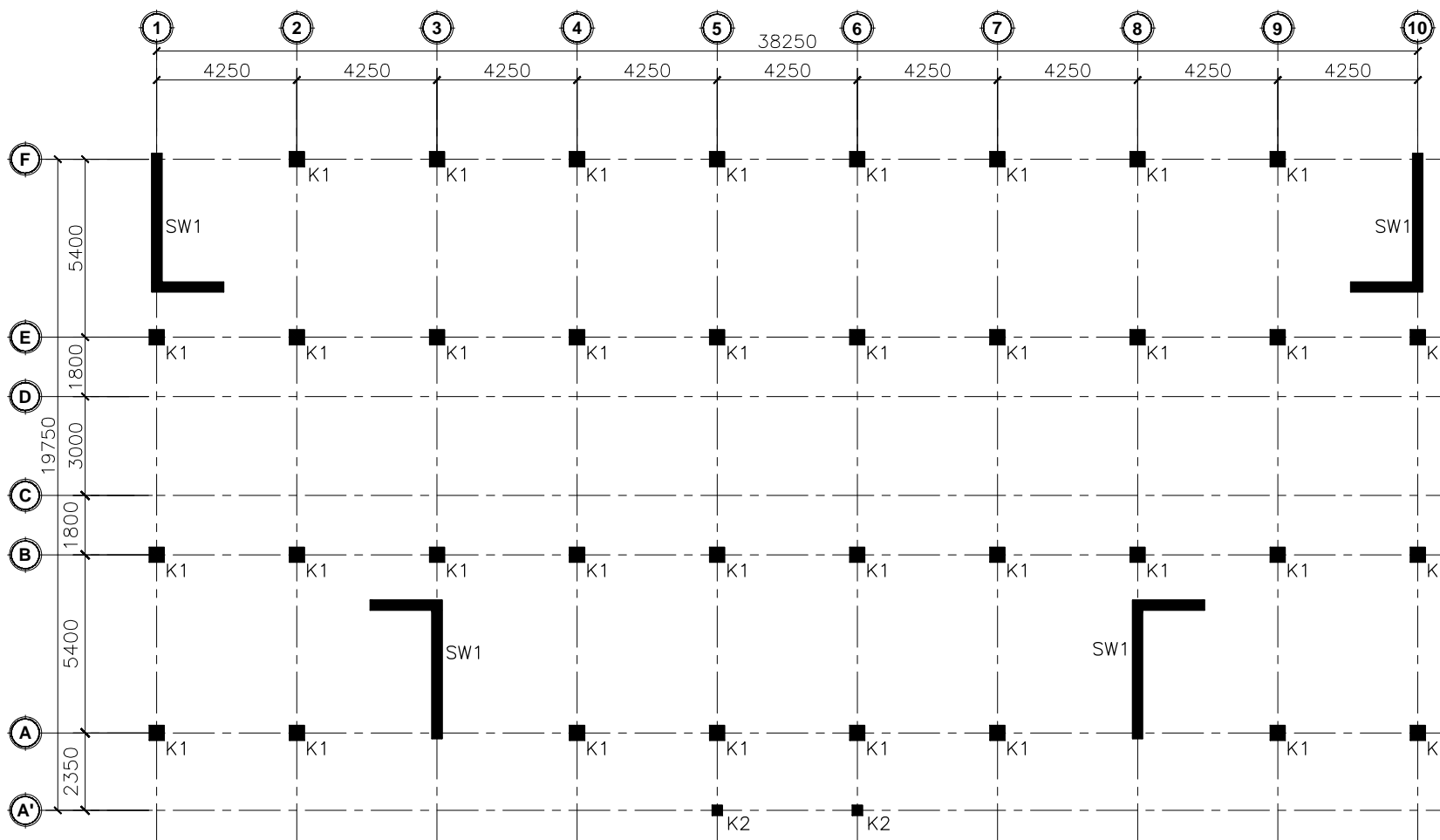
DENAH KOLOM LANTAI

Skala. 1 : 200

No. Gambar

12 OF 36

A4



DENAH KOLOM LANTAI 1 (-0.050)

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

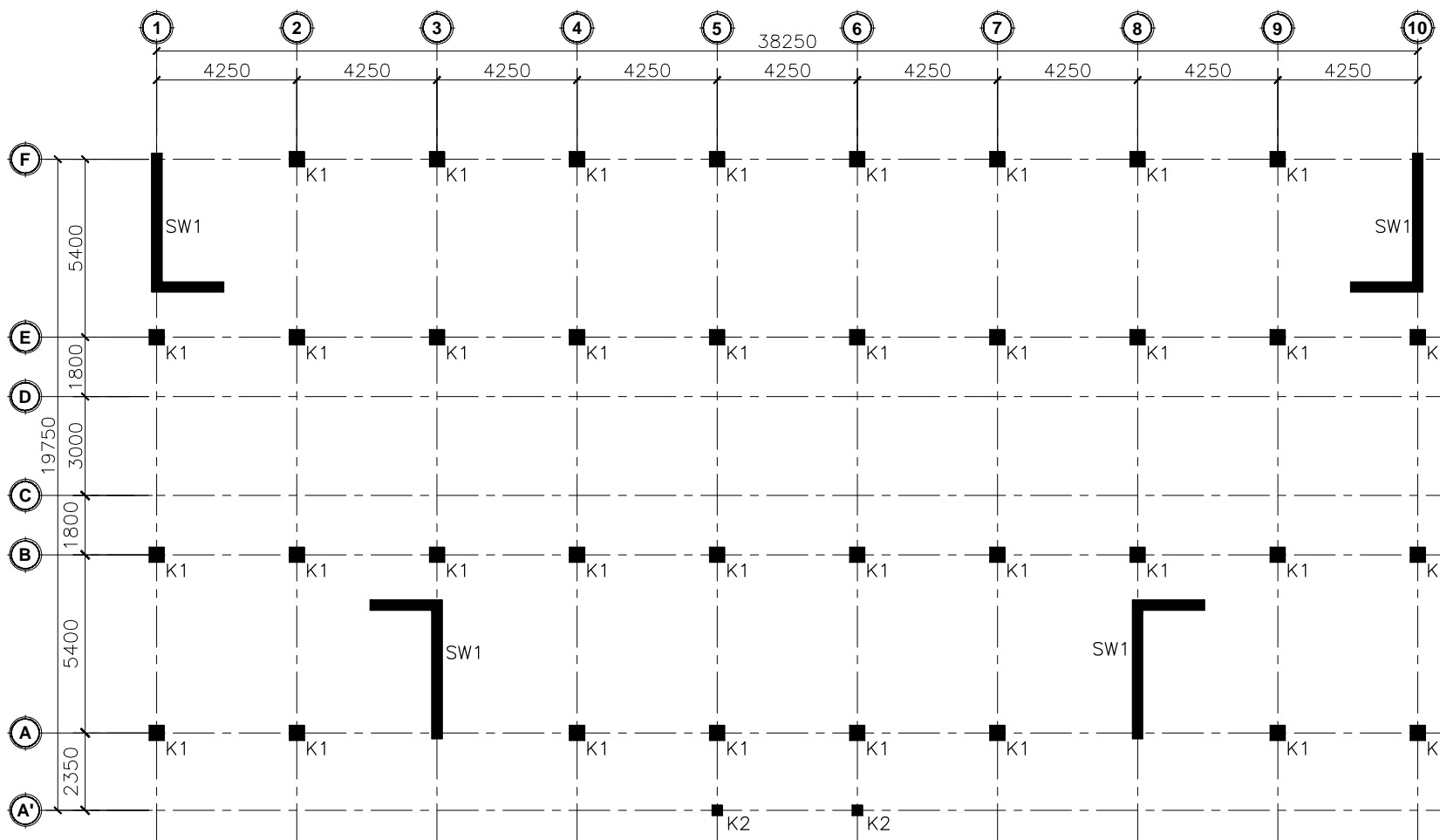
DENAH KOLOM LANTAI 2

Skala. 1 : 200

No. Gambar

13 OF 36

A4



DENAH KOLOM LANTAI 2 (+3.550)

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

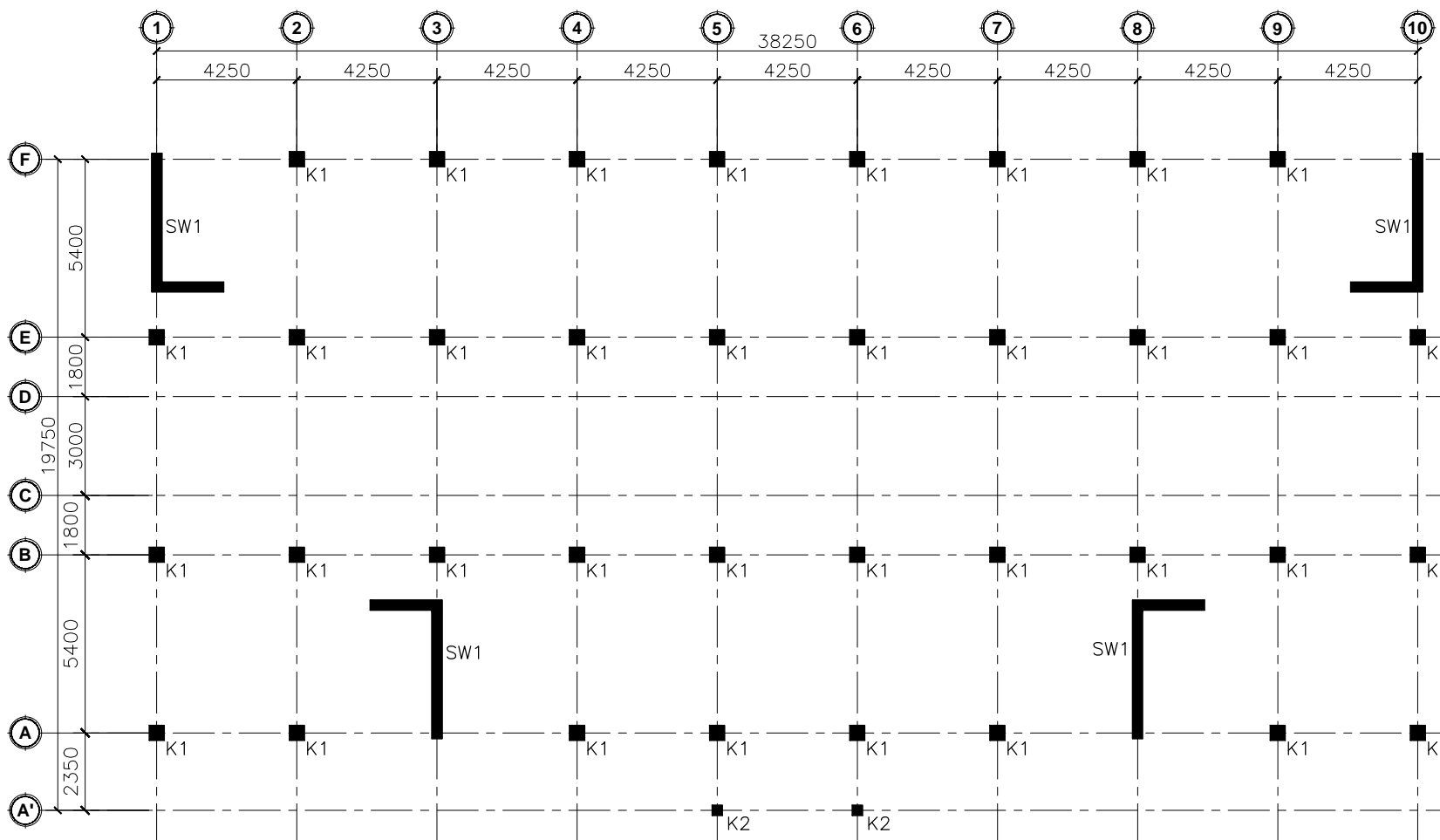
DENAH KOLOM LANTAI 3

Skala. 1 : 200

No. Gambar

14 OF 36

A4



DENAH KOLOM LANTAI 3 (+6.950)

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

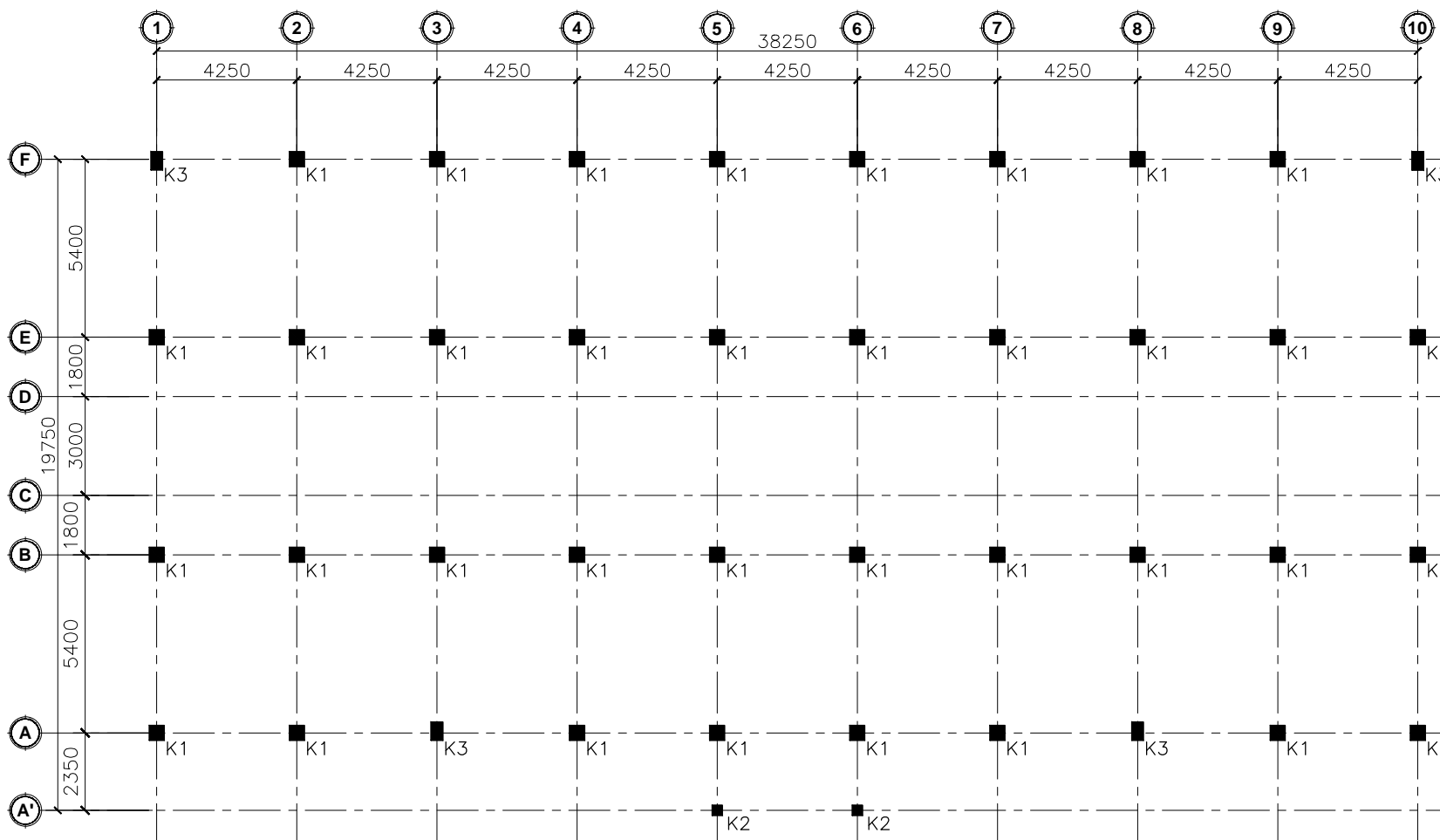
DENAH KOLOM LANTAI DAK

Skala. 1 : 200

No. Gambar

15 OF 36

A4



DENAH KOLOM LANTAI DAK (+10.350)

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

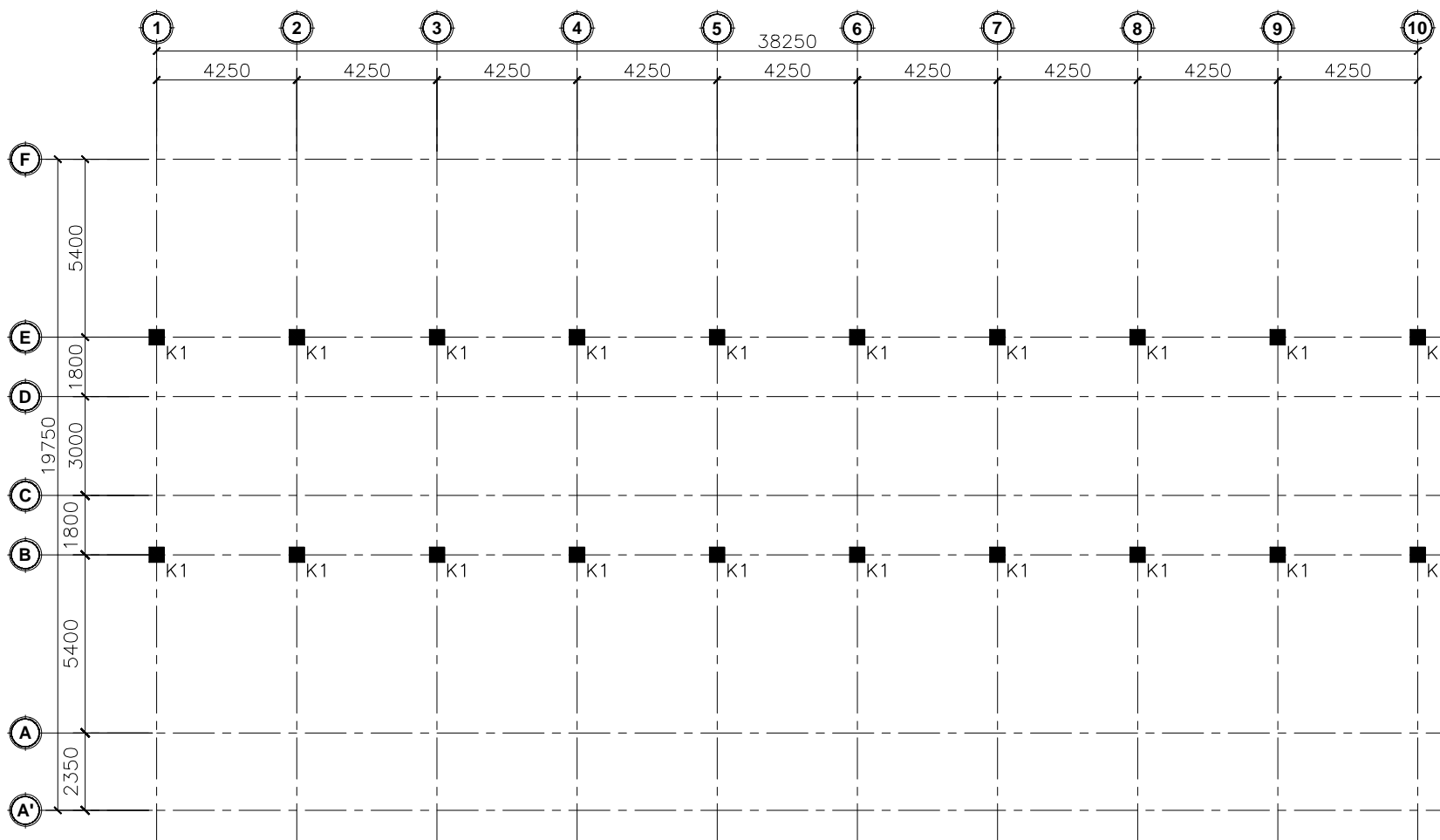
DENAH KOLOM RB

Skala. 1 : 200

No. Gambar

16 OF 36

A4



DENAH KOLOM LANTAI ATAP (+14.160)

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

DETAIL KOLOM

Skala. 1 : 20

No. Gambar

17 OF 36

A4

TIPE		K1	
DIMENSI		450 x 450	
TULANGAN		12 D16	
SENGKANG	TUMPUAN	D10 - 90	
	LAPANGAN	D10 - 180	

TIPE		K2	
DIMENSI		300 x 300	
TULANGAN		8 D16	
SENGKANG	TUMPUAN	D10 - 90	
	LAPANGAN	D10 - 180	

TIPE		K3	
DIMENSI		300 x 550	
TULANGAN		10 D16	
SENGKANG	TUMPUAN	D10 - 90	
	LAPANGAN	D10 - 180	

DETAIL KOLOM

SKALA 1:20



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

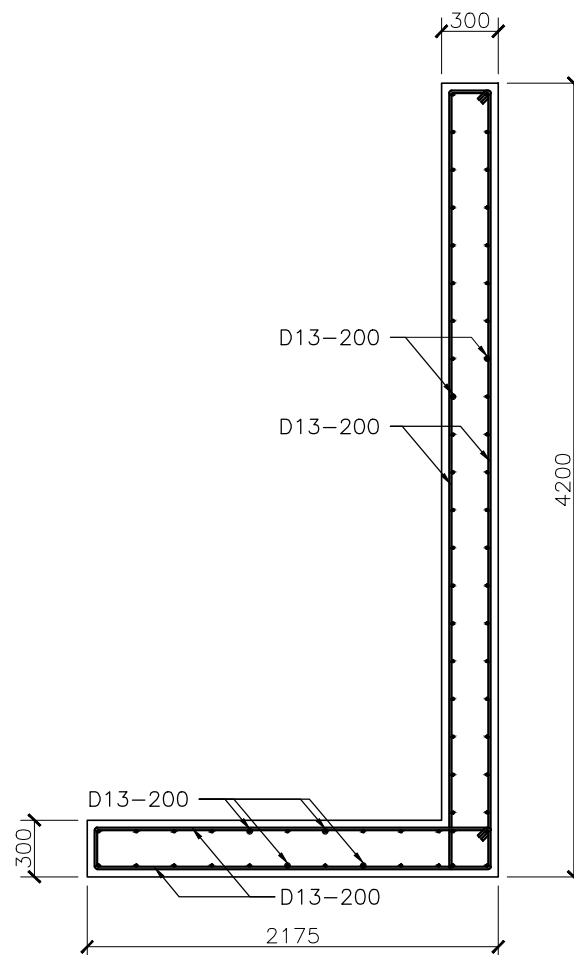
DETAIL SHEAR WALL

Skala. 1 : 40

No. Gambar

18 OF 36

A4



DETAIL SHEAR WALL

SKALA 1:40



SKRIPSI

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021**

Dibuat Oleh

**ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006**

**MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040**

Pembimbing 1	Paraf
Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT NIDN. 0602077402	
Pembimbing 2	Paraf
DONNY ARIAWAN, ST, MT NIDN. 0612067701	

Judul Gambar

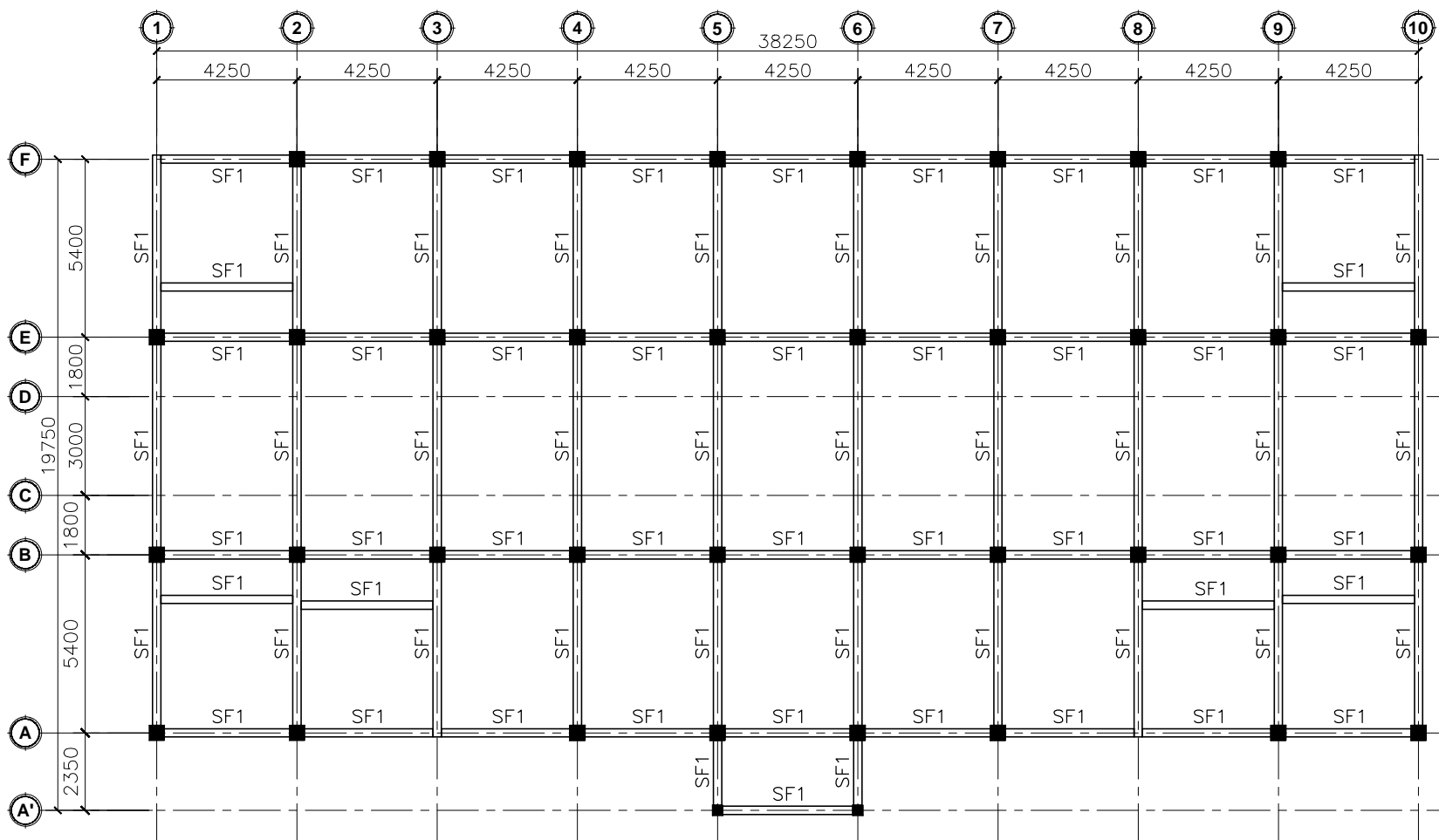
DENAH SLOOF

Skala. 1 : 200

No. Gambar

19 OF 36

A4



DENAH SLOOF (-0.050)

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1 Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2 Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

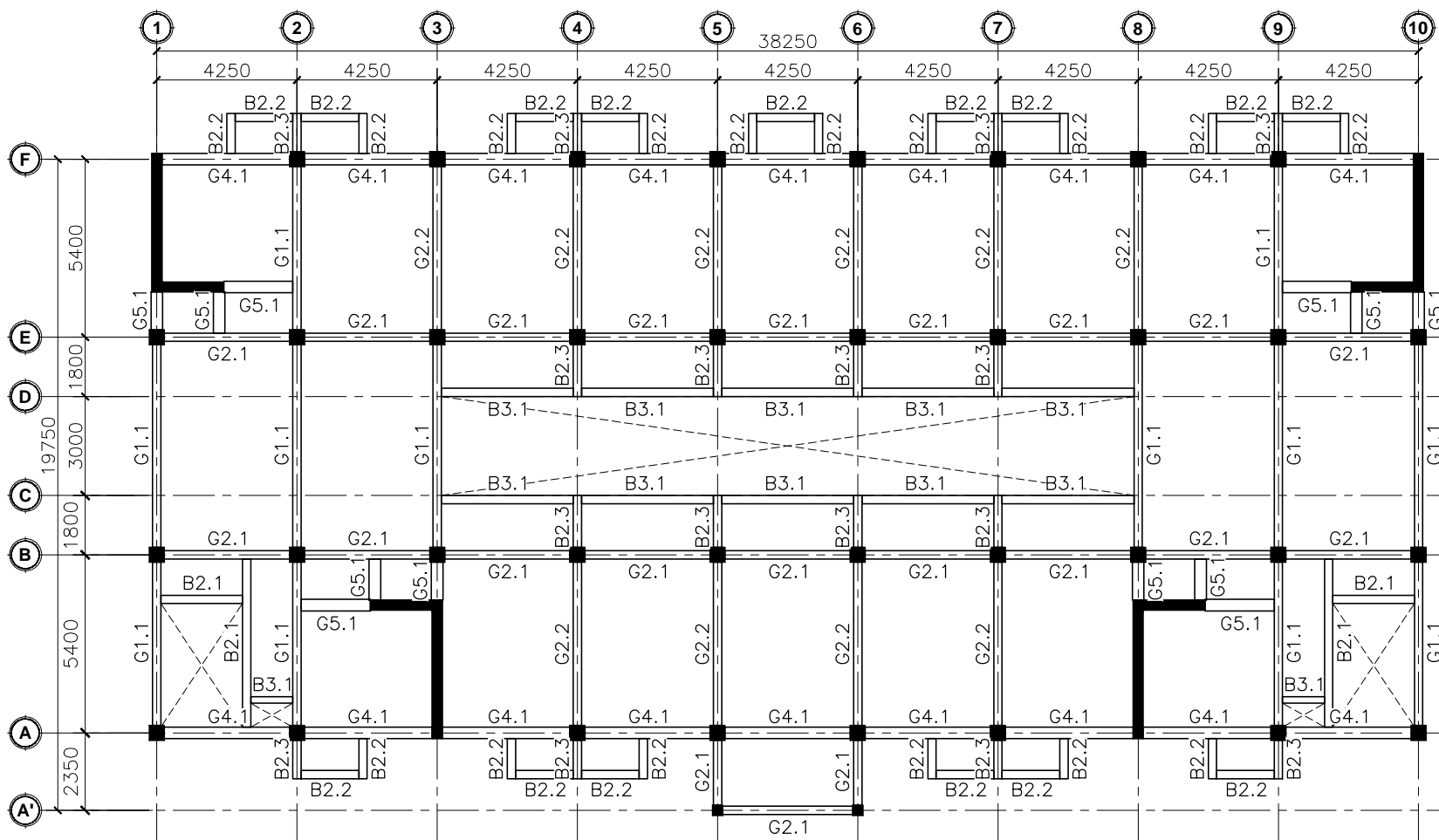
DENAH BALOK LANTAI 2

Skala. 1 : 200

No. Gambar

20 OF 36

A4



DENAH BALOK LANTAI 2 (+3.550)

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1 Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2 Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

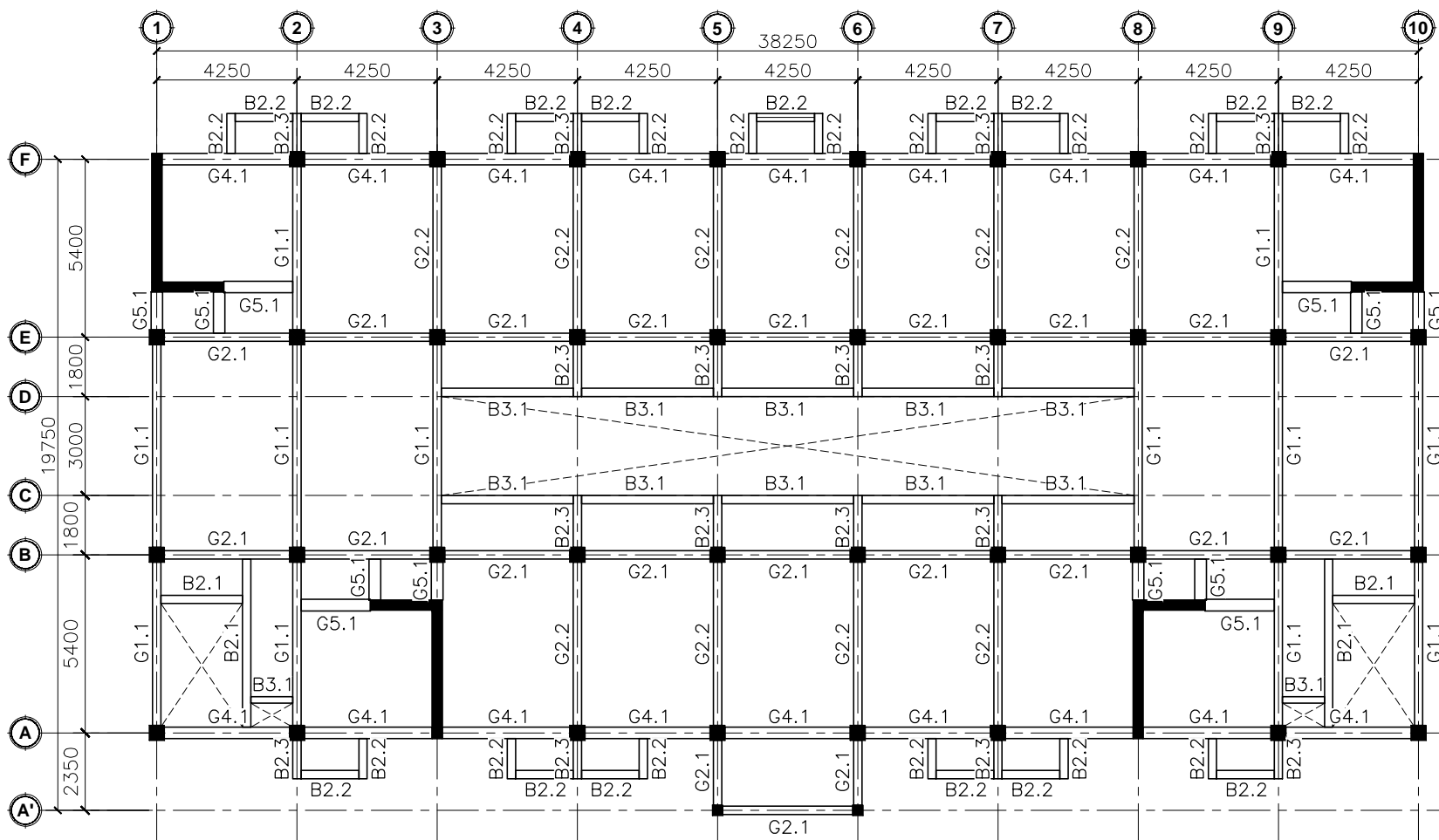
DENAH BALOK LANTAI 3

Skala. 1 : 200

No. Gambar

21 OF 36

A4



DENAH BALOK LANTAI 3 (+6.950)

SKALA 1:200



SKRIPSI

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021**

Dibuat Oleh

**ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006**

**MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040**

Pembimbing 1 Paraf

**Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402**

Pembimbing 2 Paraf

**DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701**

Judul Gambar

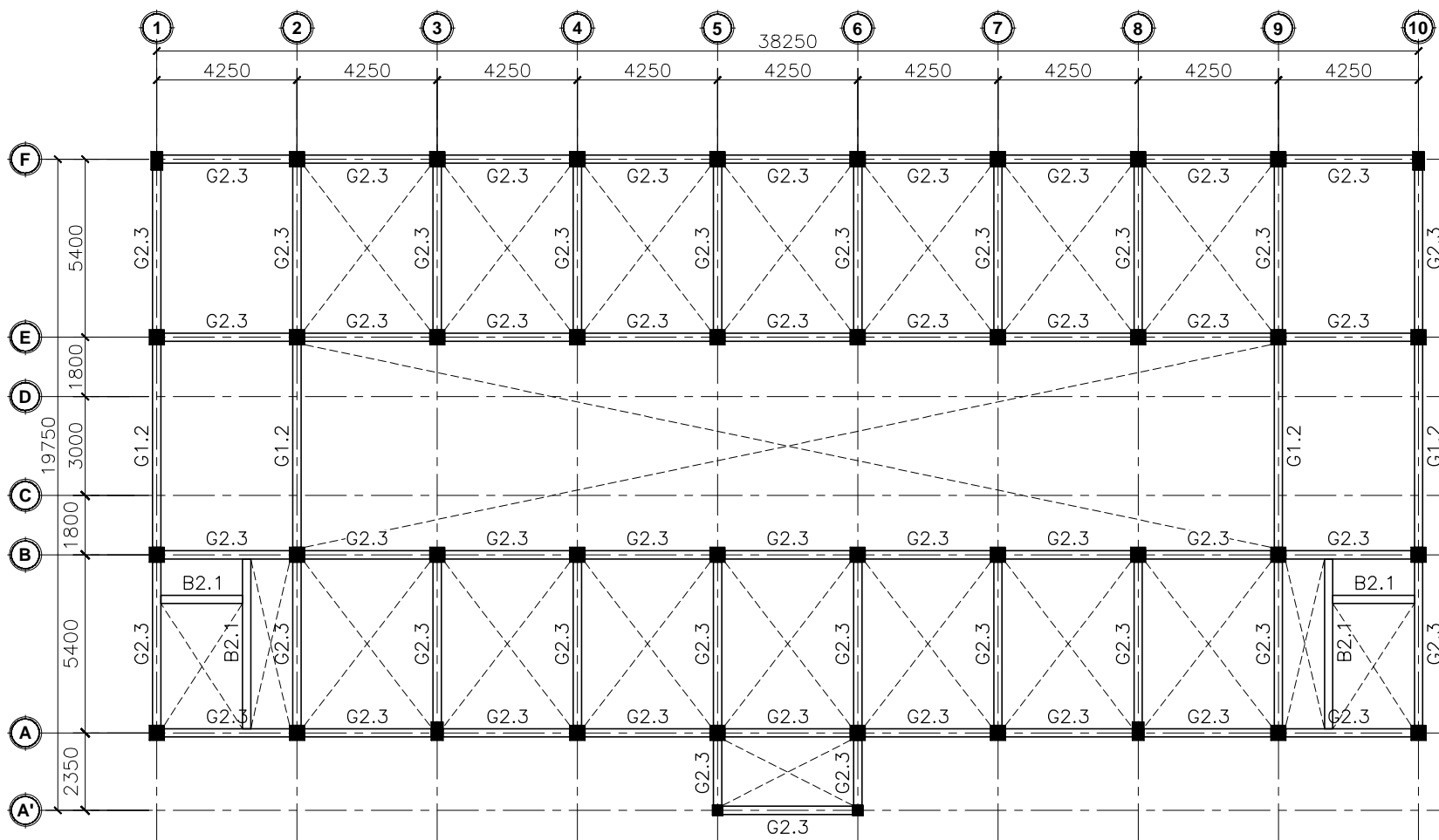
DENAH BALOK LANTAI DAK

Skala. 1 : 200

No. Gambar

22 OF 36

A4



DENAH BALOK LANTAI DAK (+10.350)

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

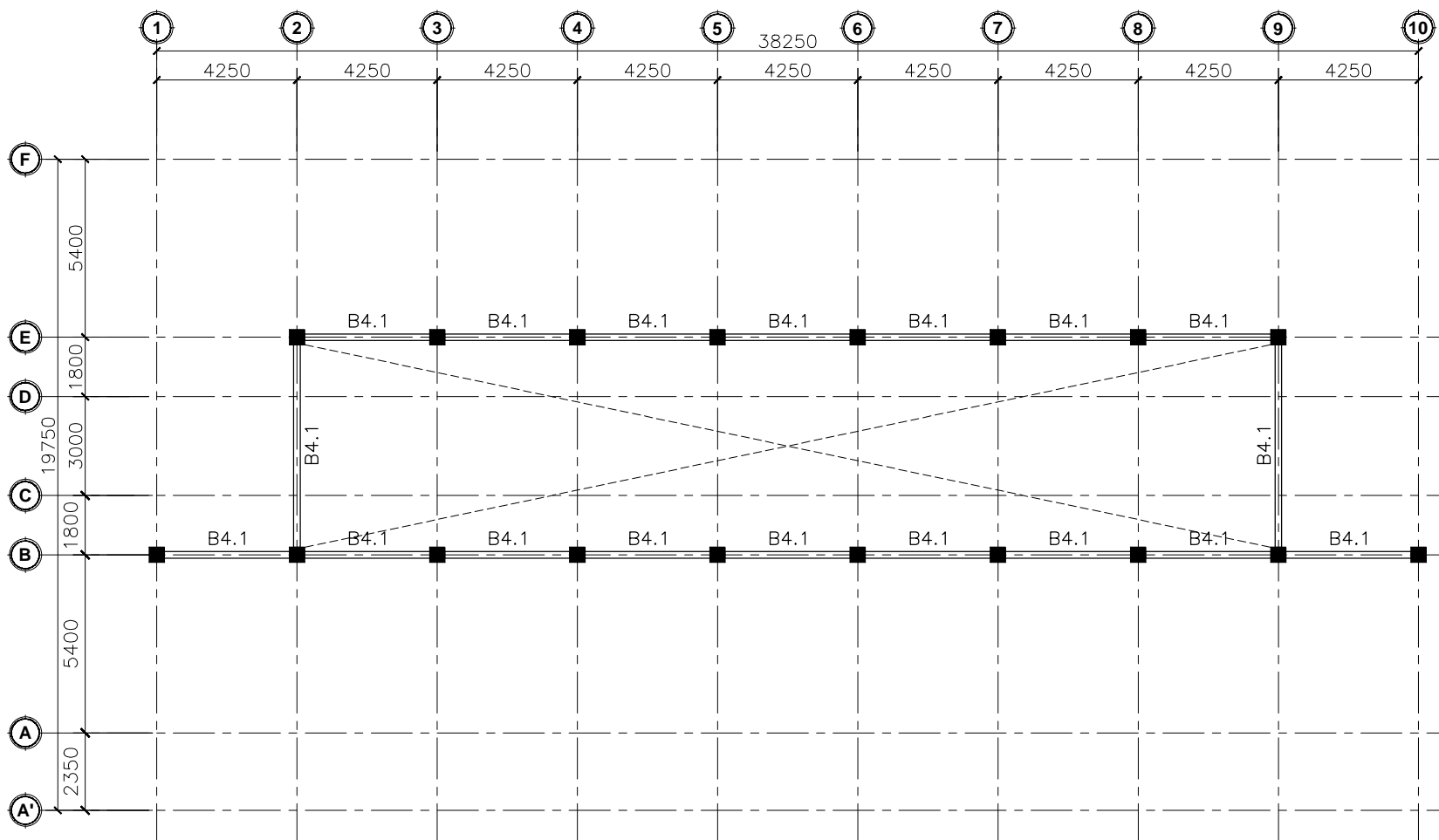
DENAH RING BEAM

Skala. 1 : 200

No. Gambar

23 OF 36

A4



DENAH RING BEAM (+14.160)

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1 Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2 Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

DETAIL BALOK

Skala. 1 : 40

No. Gambar

24 OF 36

A4

TIPE BALOK	G1.1		G1.2		G2.1		G2.2		G2.3	
LEVEL	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
DETAIL										
DIMENSI	250 x 550		250 x 550		250 x 450		250 x 450		250 x 450	
TUL. ATAS	5 D16	3 D16	5 D16	3 D16	5 D16	3 D16	5 D16	3 D16	4 D16	2 D16
TUL. BAWAH	3 D16	4 D16	3 D16	5 D16	3 D16	3 D16	3 D16	4 D16	2 D16	4 D16
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 90	D10 - 180	D10 - 90	D10 - 180	D10 - 90	D10 - 180
TUL. PINGGANG	4 D10	4 D10	-	-	4 D10	4 D10	-	-	4 D10	4 D10
PENGIKAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TIPE BALOK	G4.1		G5.1	
LEVEL	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
DETAIL				
DIMENSI	350 x 450		350 x 350	
TUL. ATAS	5 D16	3 D16	5 D16	5 D16
TUL. BAWAH	3 D16	3 D16	3 D16	3 D16
SENGKANG	D10 - 90	D10 - 180	D10 - 50	D10 - 100
TUL. PINGGANG	4 D10	4 D10	-	-
PENGIKAT	-	-	D10 - 50	D10 - 100

TIPE SLOOF	SF1	
LEVEL	TUMPUAN	LAPANGAN
DETAIL		
DIMENSI	250 x 450	
TUL. ATAS	5 D16	5 D16
TUL. BAWAH	5 D16	5 D16
SENGKANG	D10 - 90	D10 - 180
TUL. PINGGANG	-	-
PENGIKAT	-	-

DETAIL BALOK

SKALA 1:40



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

TIPE BALOK	B2.1		B2.2		B2.3		B3.1		B4.1	
LEVEL	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
DETAIL										
DIMENSI	250 x 450		250 x 450		250 x 450		200 x 400		250 x 450	
TUL. ATAS	2 D16	2 D16	3 D16	2 D16	4 D16	2 D16	3 D16	2 D16	3 D16	2 D16
TUL. BAWAH	4 D16	4 D16	2 D16	3 D16	2 D16	4 D16	2 D16	3 D16	2 D16	3 D16
SENGKANG	D10 - 90	D10 - 180	D10 - 90	D10 - 180	D10 - 90	D10 - 180	D10 - 80	D10 - 160	D10 - 80	D10 - 160
TUL. PINGGANG	4 D10	4 D10	-	-	-	-	4 D10	4 D10	-	-
PENGIKAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

DETAIL BALOK

SKALA 1:40

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

DETAIL BALOK

Skala. 1 : 40

No. Gambar

25 OF 36

A4



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

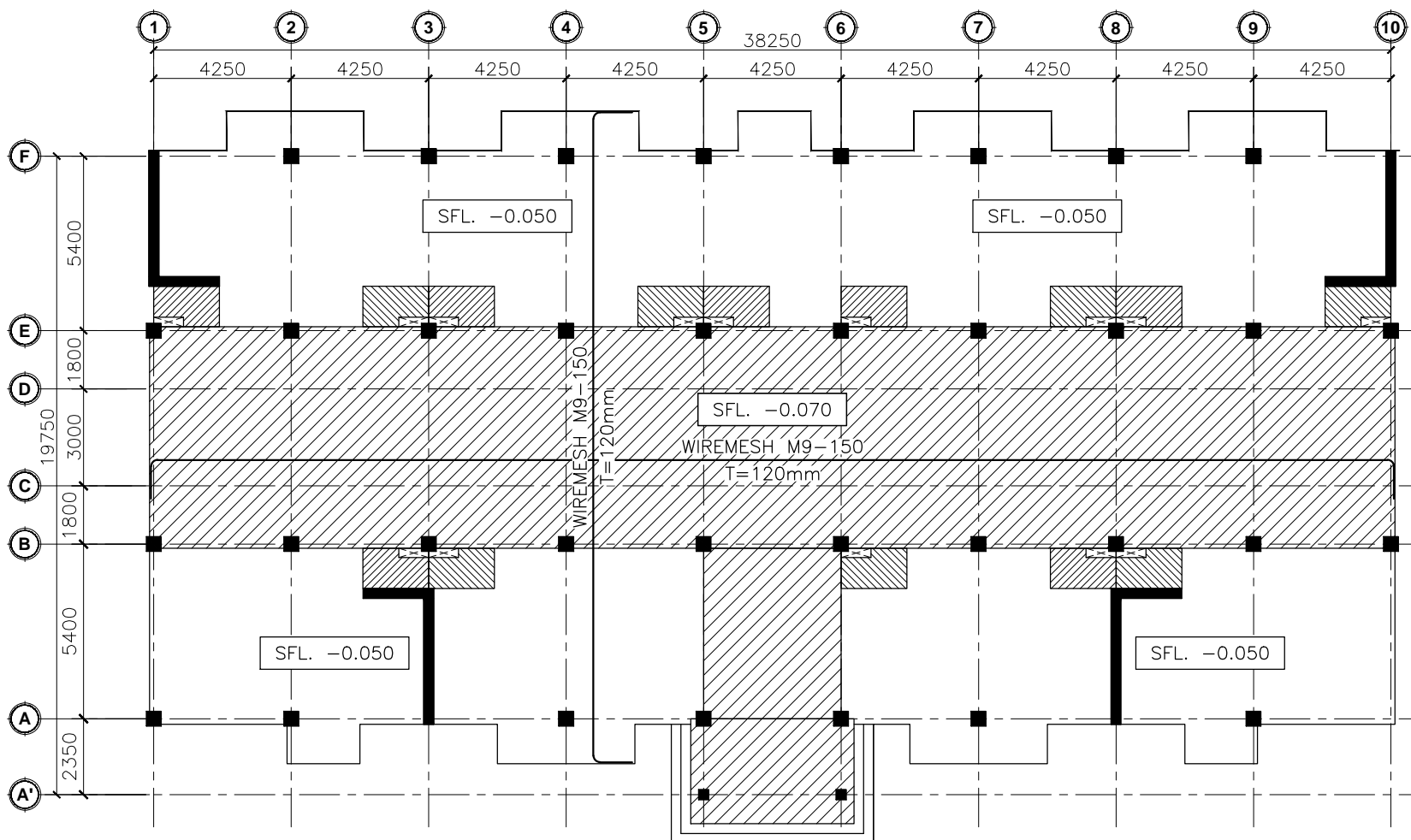
DENAH PLAT LANTAI 1

Skala. 1 : 200

No. Gambar

26 OF 36

A4



DENAH PLAT LANTAI 1 (-0.050)

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Paraf

Pembimbing 2

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Paraf

Judul Gambar

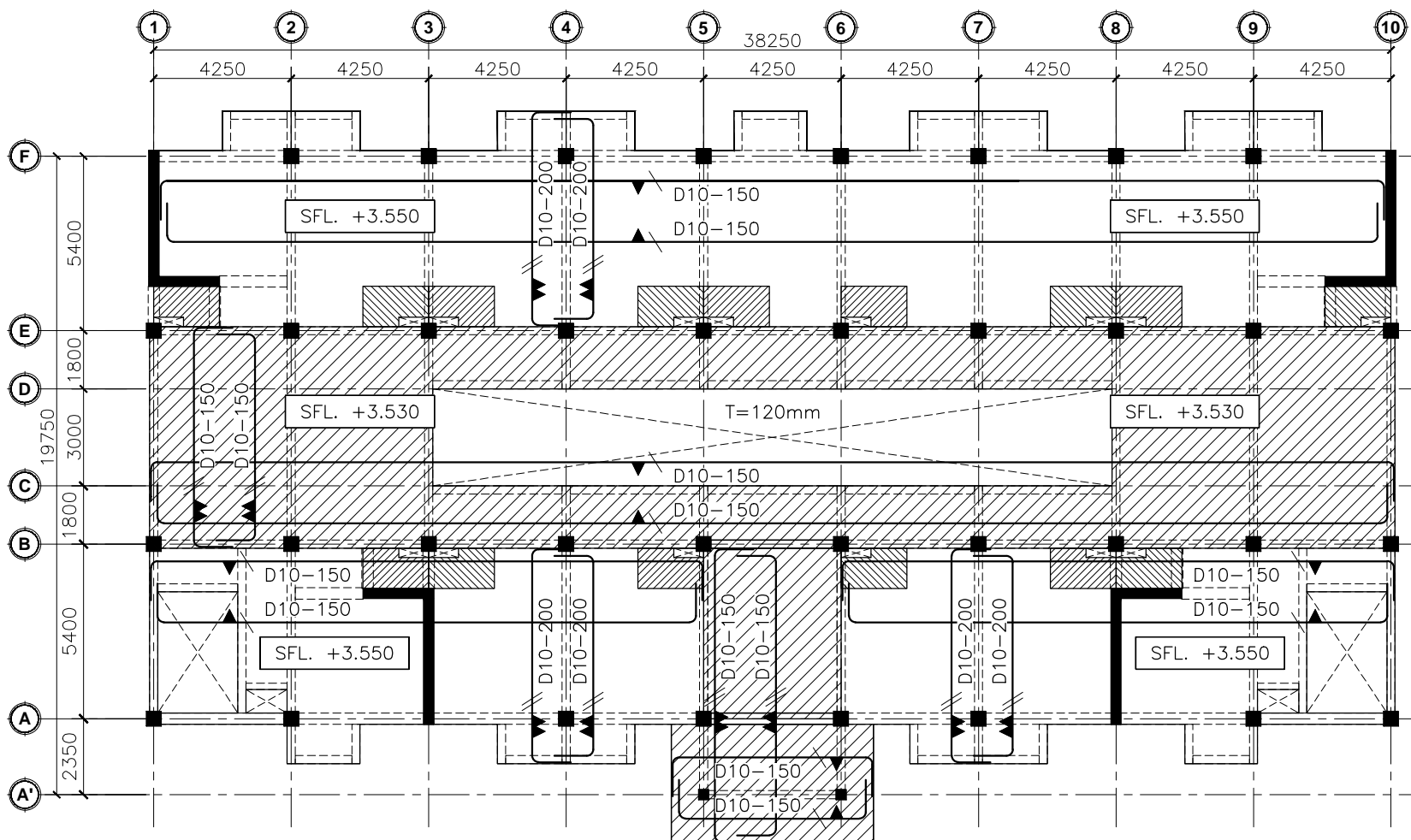
DENAH PLAT LANTAI 2

Skala. 1 : 200

No. Gambar

27 OF 36

A4



DENAH PLAT LANTAI 2 (+3.550)

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Paraf

Pembimbing 2

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Paraf

Judul Gambar

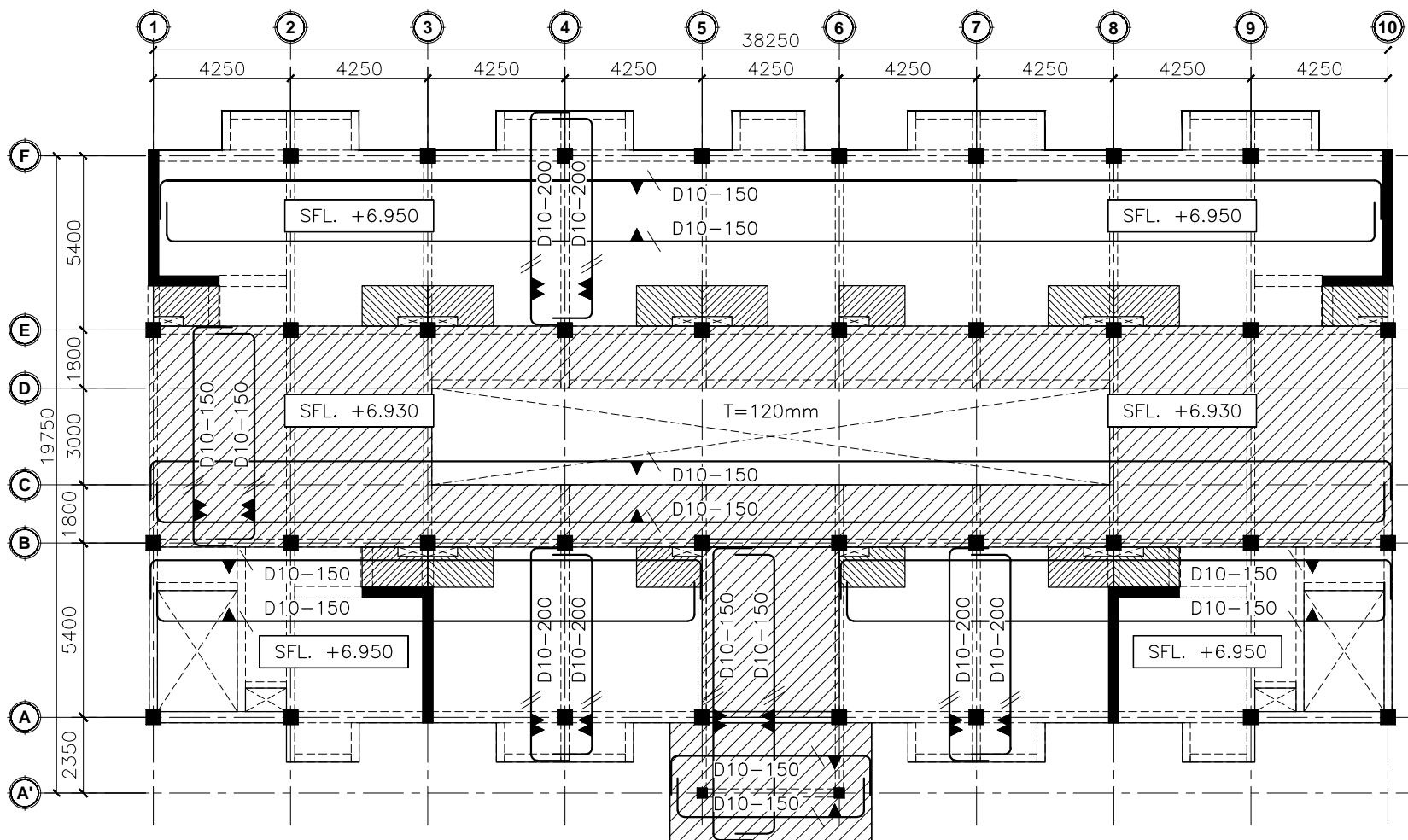
DENAH PLAT LANTAI 3

Skala. 1 : 200

No. Gambar

28 OF 36

A4



DENAH PLAT LANTAI 3 (+6.950)

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

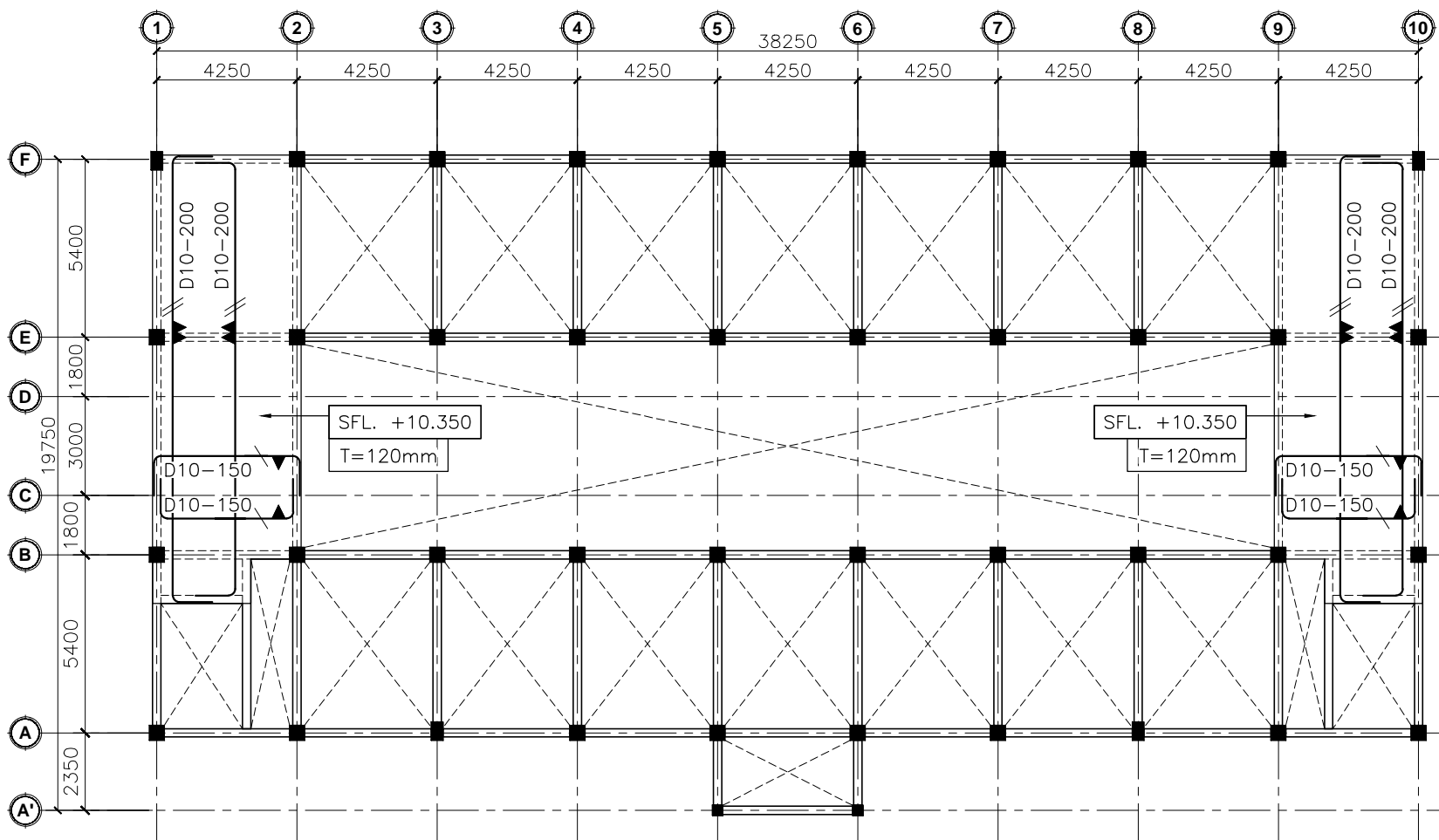
DENAH PLAT LANTAI DAK

Skala. 1 : 200

No. Gambar

29 OF 36

A4



DENAH PLAT LANTAI DAK (+10.350)

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

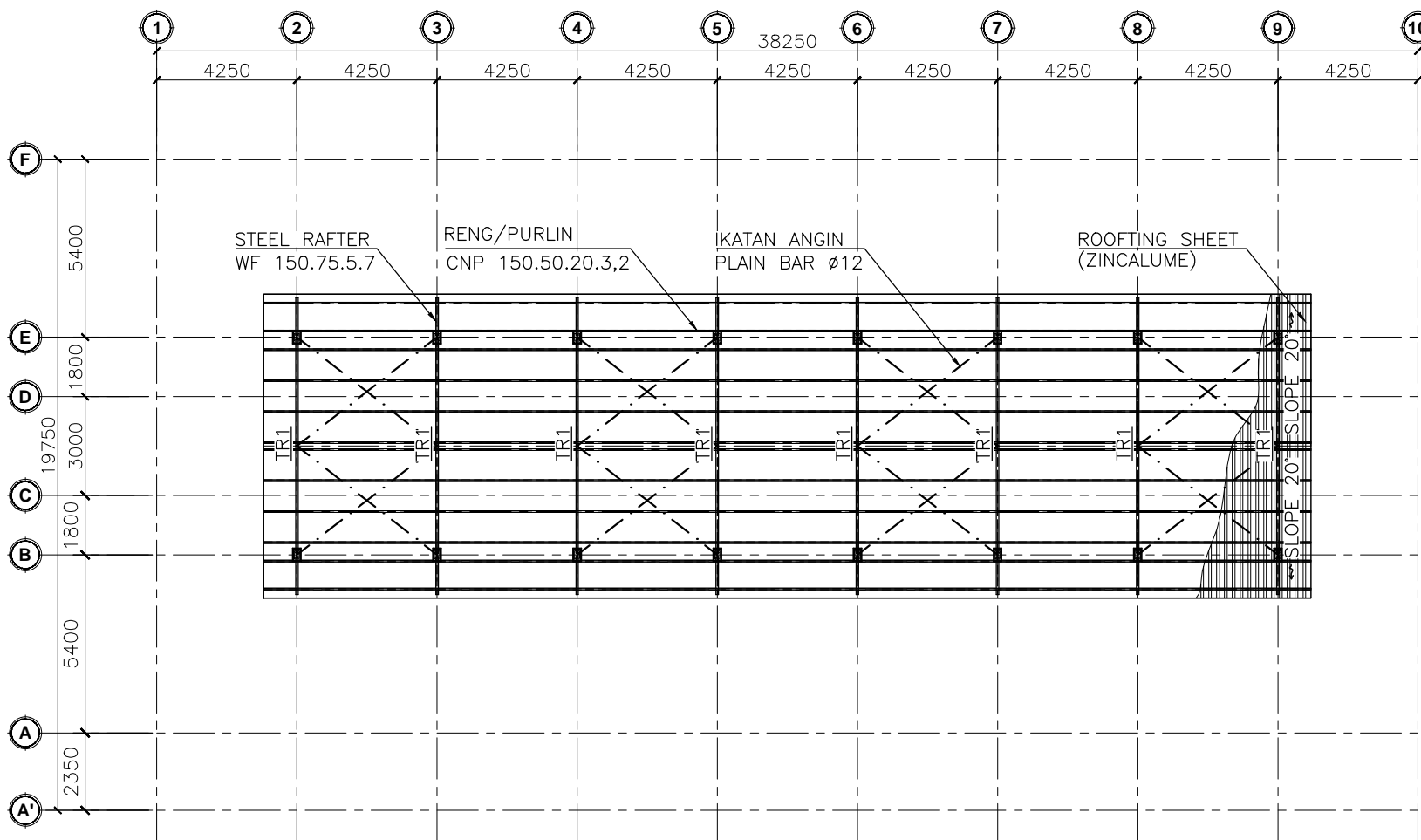
DENAH ATAP TIPE 1

Skala. 1 : 200

No. Gambar

30 OF 36

A4



DENAH ATAP TIPE 1

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1 Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2 Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

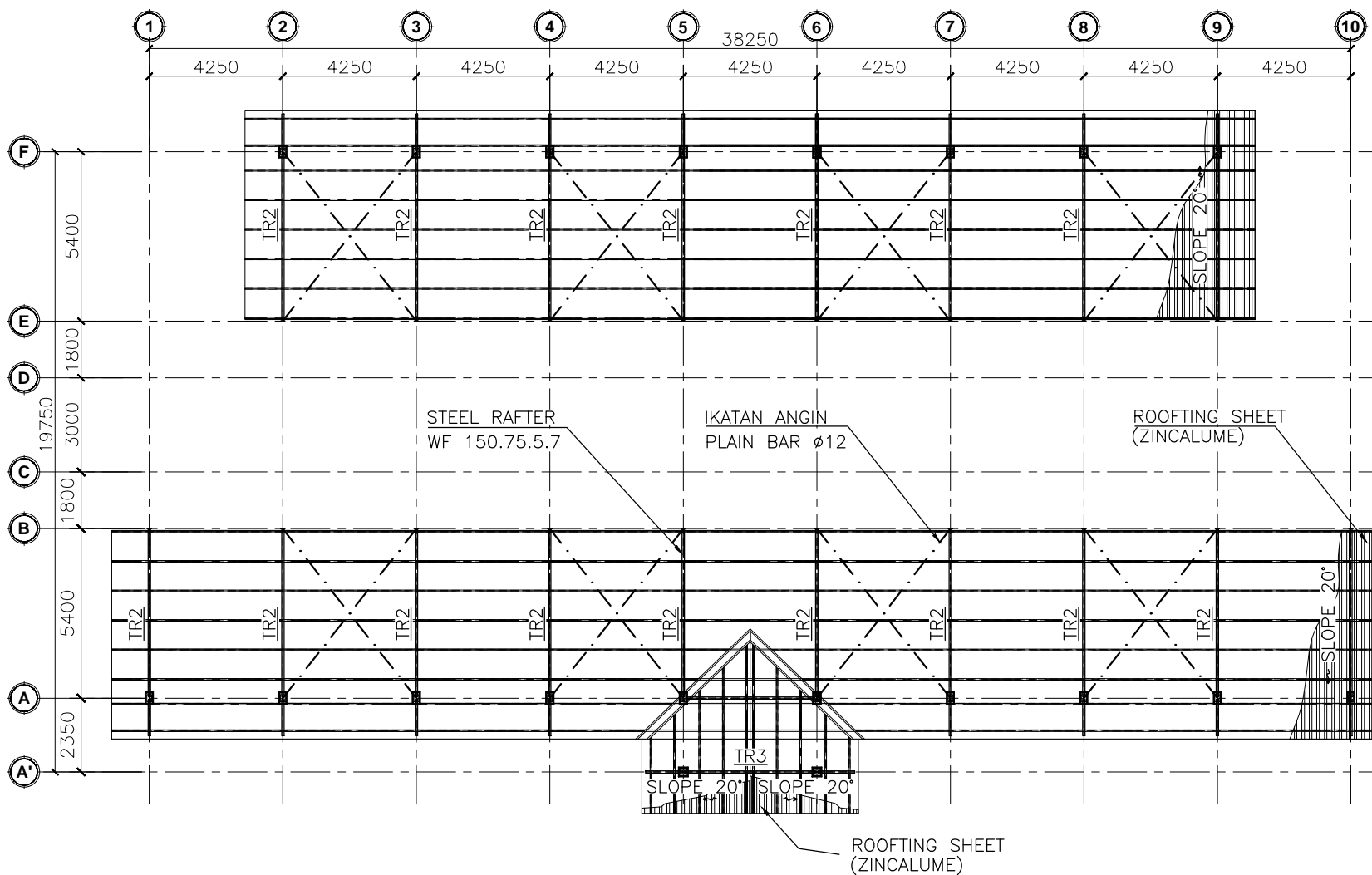
DENAH ATAP TIPE 2

Skala. 1 : 200

No. Gambar

31 OF 36

A4



DENAH ATAP TIPE 2

SKALA 1:200



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

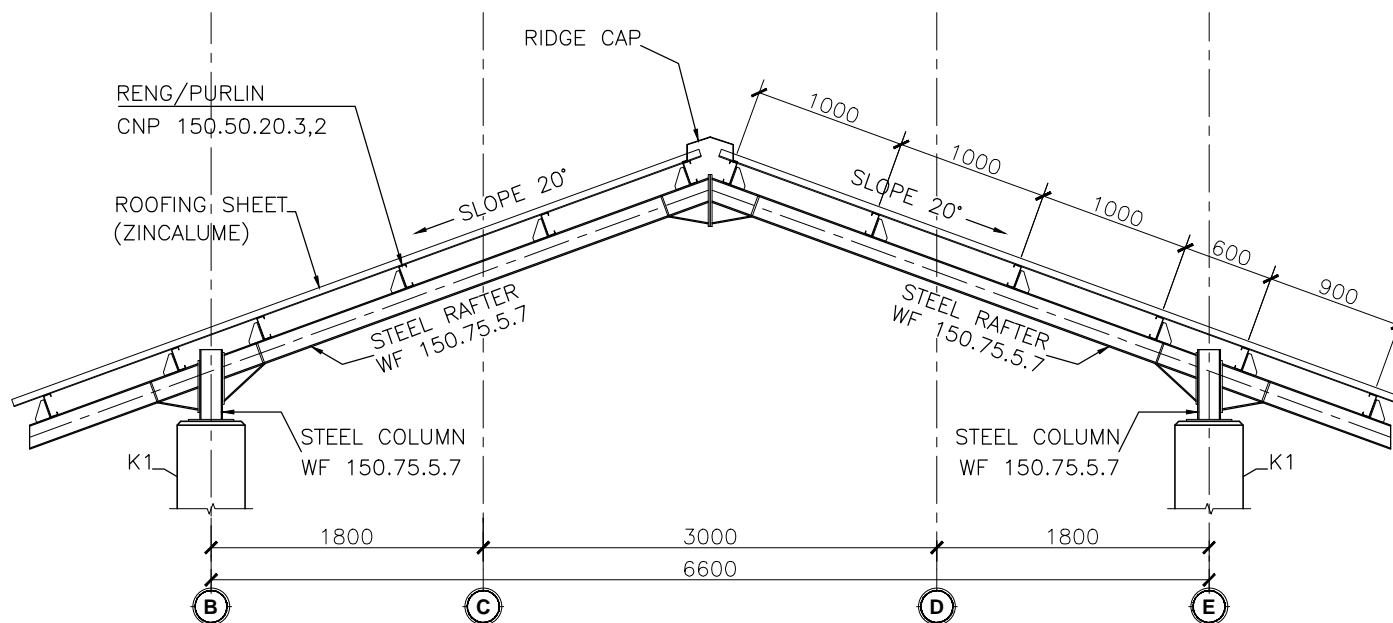
DETAIL ATAP TR1

Skala. 1 : 50

No. Gambar

32 OF 36

A4



DENAH ATAP TR1

SKALA 1:50



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

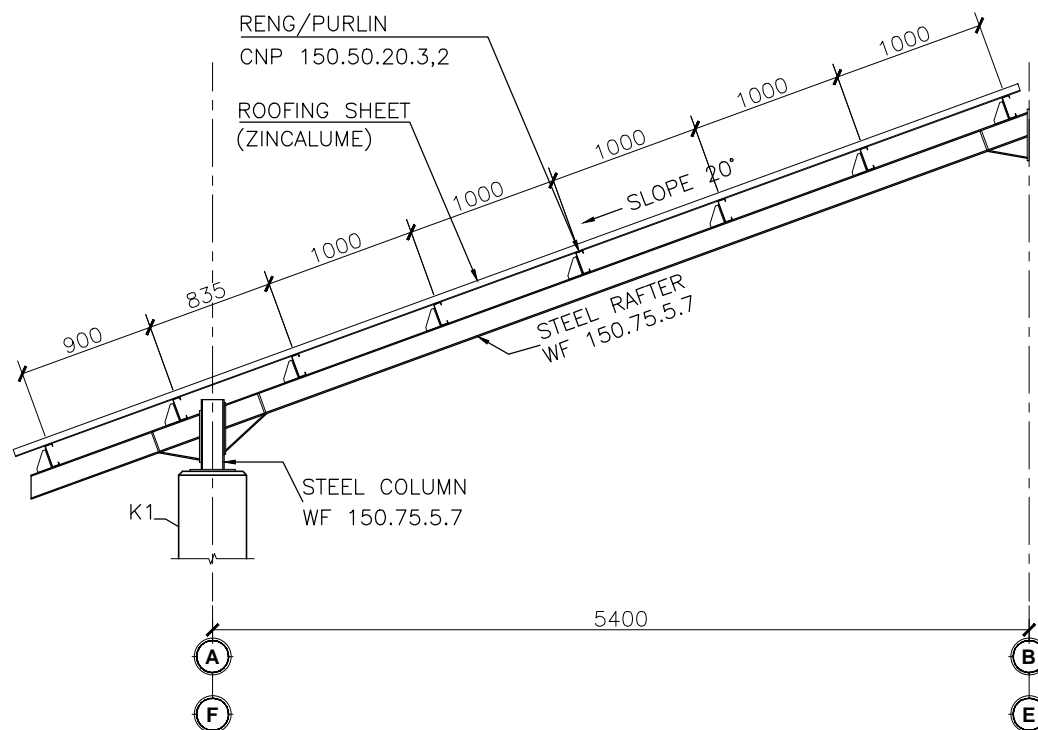
DETAIL ATAP TR2

Skala. 1 : 50

No. Gambar

33 OF 36

A4



DENAH ATAP TR2

SKALA 1:50



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1

Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2

Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

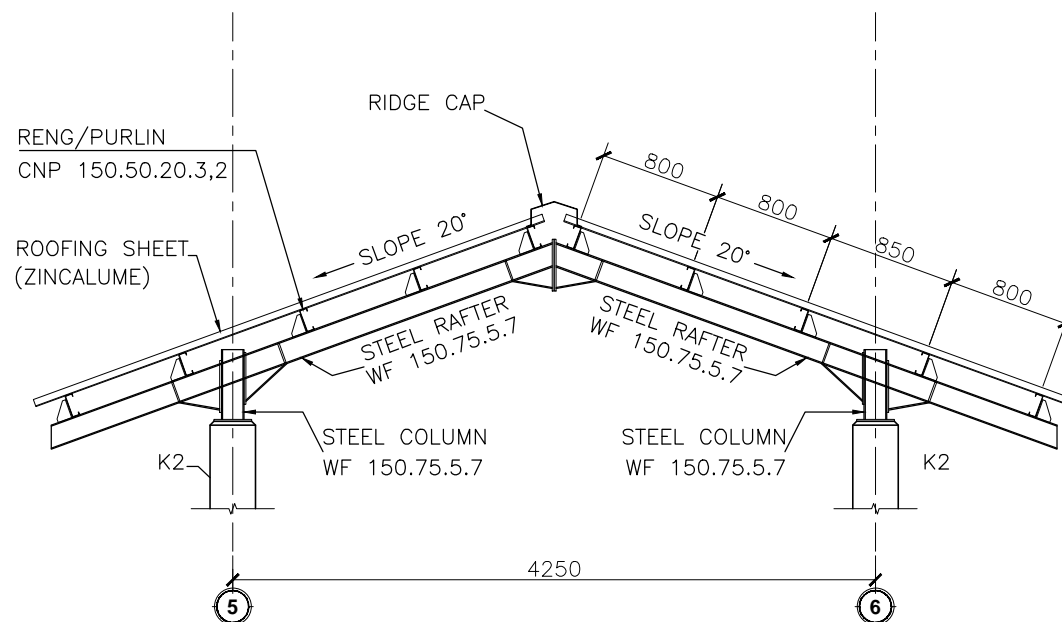
DETAIL ATAP TR3

Skala. 1 : 50

No. Gambar

34 OF 36

A4



DENA ATAP TR3

SKALA 1:50



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1 Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2 Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

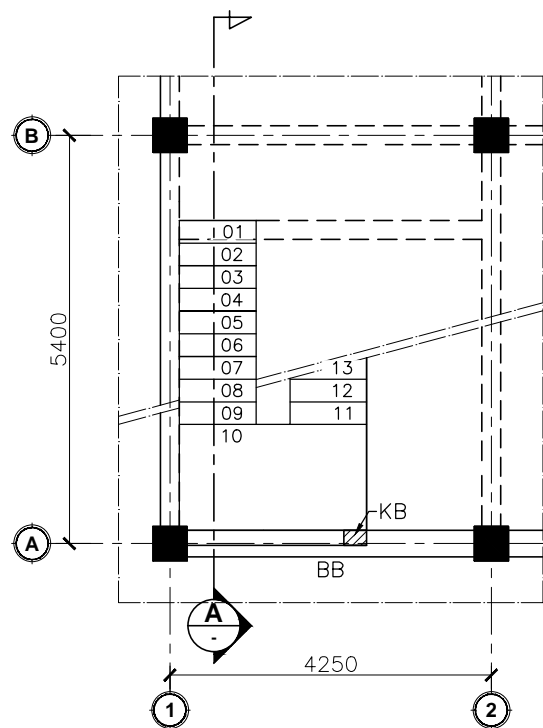
DENAH TANGGA LT.1 & LT.2

Skala. 1 : 100

No. Gambar

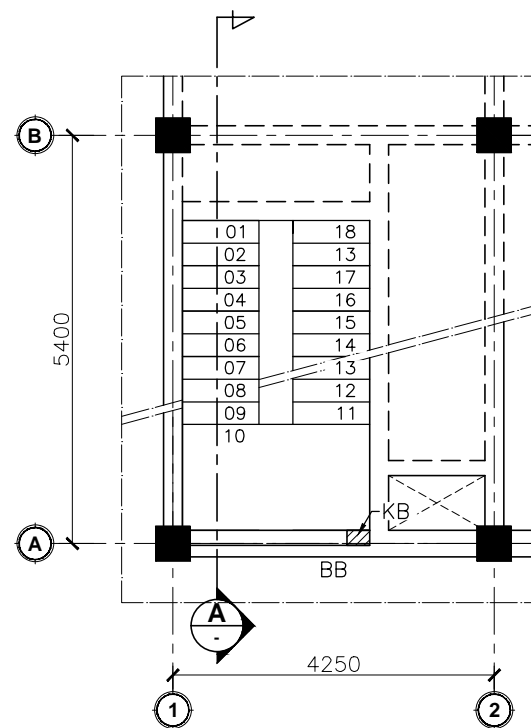
35 OF 36

A4



DENAH TANGGA LANTAI 1

SKALA 1:100



DENAH TANGGA LANTAI 2

SKALA 1:100

DENAH TANGGA LT.1 & LT.2

SKALA 1:100



SKRIPSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 3
LANTAI ASRAMA MAHASISWA
(RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

Dibuat Oleh

ANDRIAN MAJID KHOBAD
NPM. 17640006

MUHAMMAD RYAN ARDIAN
NPM. 17640040

Pembimbing 1 Paraf

Dr. MOH.DEBBY RIZANI, ST, MT
NIDN. 0602077402

Pembimbing 2 Paraf

DONNY ARIAWAN, ST, MT
NIDN. 0612067701

Judul Gambar

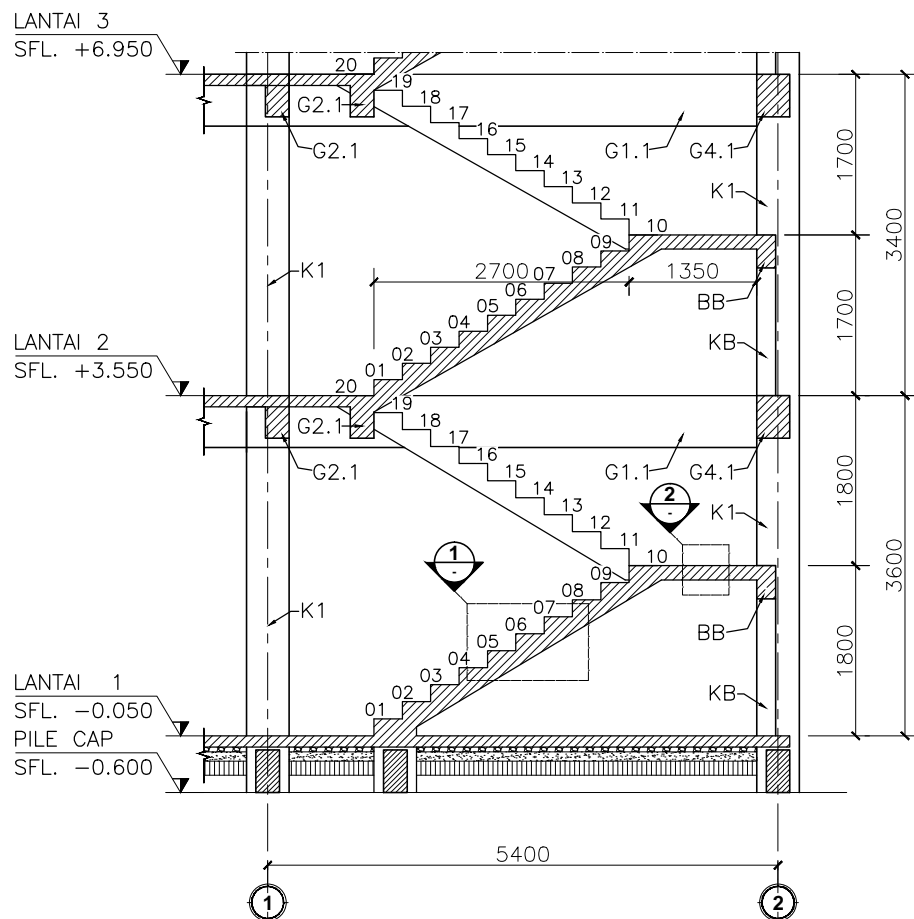
DETAIL TANGGA

Skala. 1:80, 1:25

No. Gambar

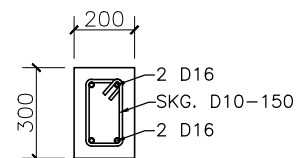
36 OF 36

A4

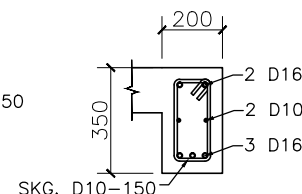


POTONGAN A
SKALA 1:80

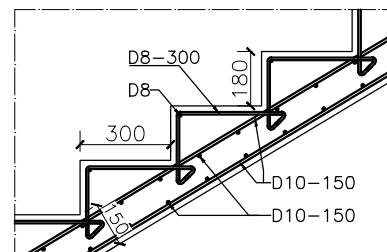
DETAIL TANGGA
SKALA 1:80, 1:25



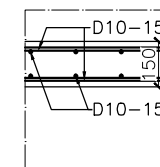
DETAIL - KB
SKALA 1:25



DETAIL - BB
SKALA 1:25



DETAIL 1
SKALA 1:25



DETAIL 2
SKALA 1:25



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA

DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
SNVT PENYEDIAAN PERUMAHAN PROVINSI JAWA TENGAH

GAMBAR PERENCANAAN PEKERJAAN STRUKTUR

REVIEW DED RUMAH SUSUN TA. 2019
PROTOTYPE RUMAH SUSUN TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

KONSULTAN PERENCANA :





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Modukoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :
PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :
PROTOTYPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :
KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :
DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN



Direktur Utama :

M. Sholehan
M. Sholehan

Digambar Oleh : Diperiksa Oleh :

Agil Irzan Wahid, ST. *Suindaryanto, ST.*
Agil Irzan Wahid, ST. Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Akbar Haki Purwanto, ST, Msi
Muhammad Akbar Haki Purwanto, ST, Msi
NIP. : 19810304 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adi Satriawan
Wahyu Adi Satriawan
NIP. : 19810512 201012 1 001

JUDUL GAMBAR :

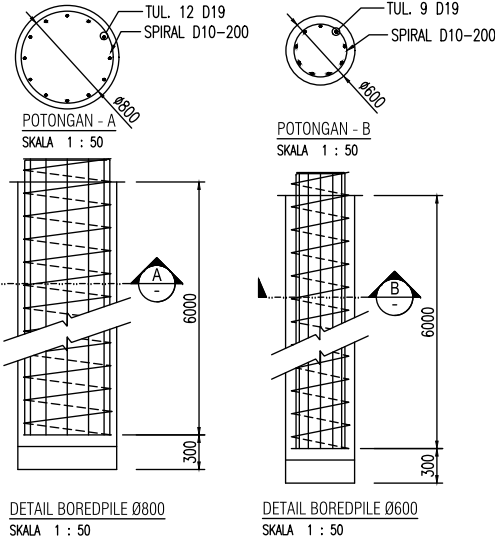
DENAH BORED PILE

SKALA : 1 : 200 TAHUN : 2019

NO. GAMBAR DIKELUARKAN UNTUK :

S-01-05 DESAIN DED

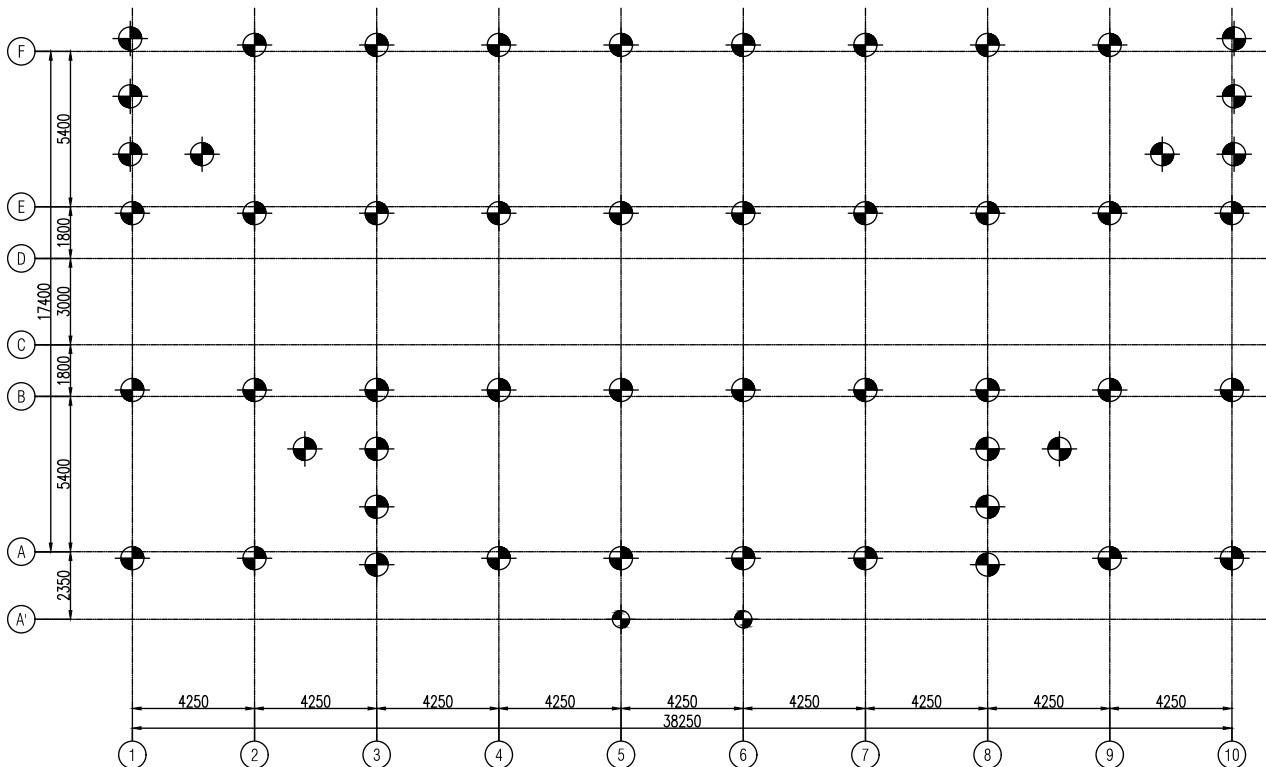
CATATAN :
DESAIN PONDASI BERDASARKAN ASUMSI
SEHINGGA PERLU DISESUAIKAN KEMBALI
SESUAI DENGAN HASIL SOIL INVESTIGATION
DI LAPANGAN.



DETAIL BOREDPILE Ø800
SKALA 1 : 50

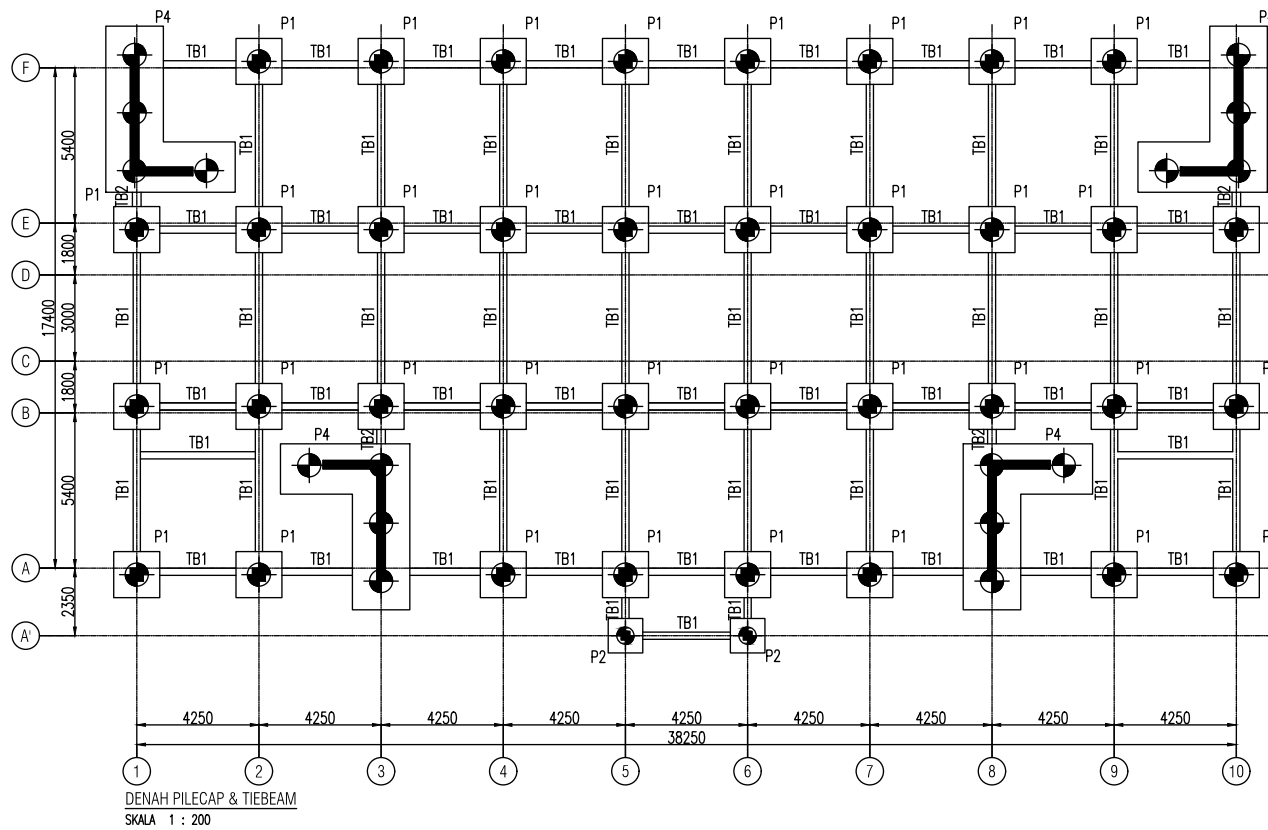
DETAIL BOREDPILE Ø600
SKALA 1 : 50

DIMENSI BORED PILE	JUMLAH	Leff	KAPASITAS AKSIAL
BORED PILE Ø1000	52	6m	125 Ton
BORED PILE Ø600	2	6m	60 Ton



DENAH BORED PILE
SKALA 1 : 200

TIPE BALOK LEVEL	TB1		TB2
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
DIMENSI	250x450		300x500
TULANGAN ATAS	4 D16	4 D16	5 D16
TULANGAN BAWAH	4 D16	4 D16	5 D16
SENGKANG	D10-150	D10-200	D10-150
TULANGAN PINGGANG	2D10	2D10	2D10
PENGIKAT	-	-	-



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :

SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Modukoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :

PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :

PROTOTIPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :

KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :

DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN

DIBUAT :
Konsultan DED



Direktur Utama :

M. Sholekan

Digambar Oleh : Diperiksa Oleh :

Agil Irzan Wahid, ST.

Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Akbar Haki Pruwanto, ST, Msi
NIP. : 1981034 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adi Satriawan
NIP. : 19810512 201012 1 001

JUDUL GAMBAR :

DENAH PILECAP & TIEBEAM

SKALA : 1 : 200 TAHUN : 2019

NO. GAMBAR DIKELUARKAN UNTUK :

S-01-06 DESAIN DED



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :

SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Medukoro Blok AA-BB Komplek PRPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :

PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :

PROTOTIPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :

KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :

DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN

DIBUAT :
Konsultan DED



Direktur Utama :

M. Sholehan

Digambar Oleh :

Agil Irzan Wahid, ST.

Diperiksa Oleh :

Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Akbar Haki Purwanto, ST, Msi
NIP. : 19810304 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adi Satriawan, ST, Msi
NIP. : 19810512 201012 1 001

JUDUL GAMBAR :

DETAIL PILECAP #3

SKALA : 1 : 25

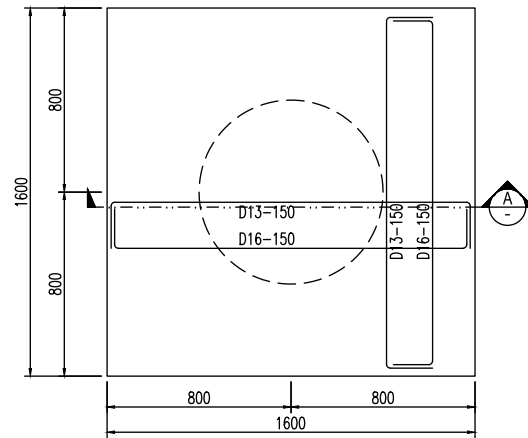
TAHUN : 2019

NO. GAMBAR

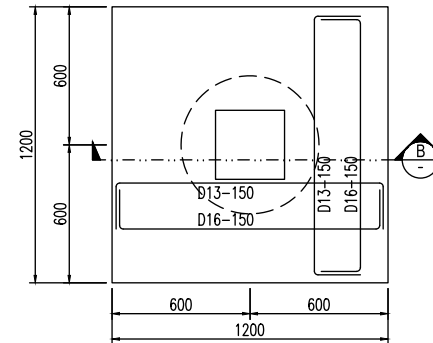
DIKELUARKAN UNTUK :

S-01-09

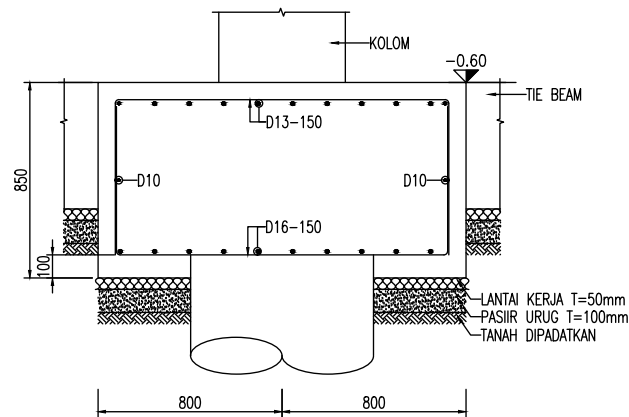
DESAIN DED



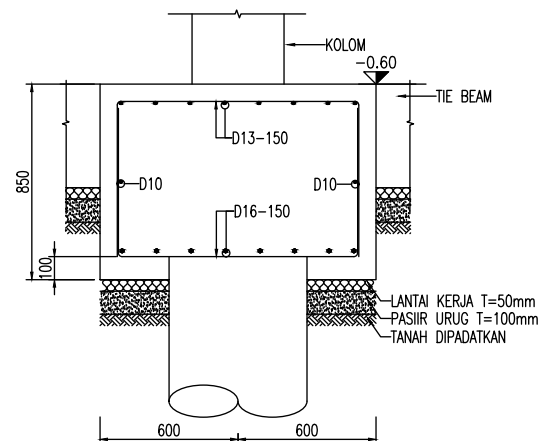
DETAIL P1
SKALA 1 : 25



DETAIL P2
SKALA 1 : 25

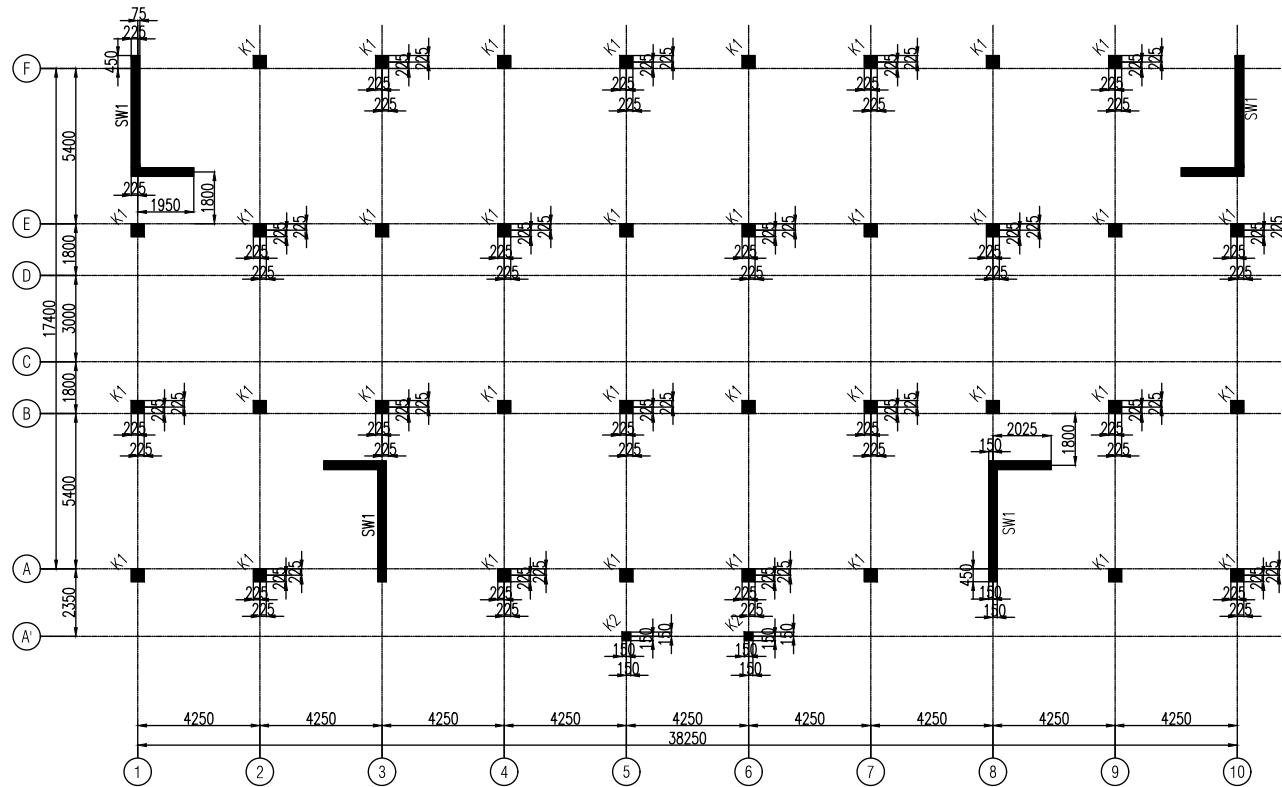


POTONGAN - A
SKALA 1 : 25



POTONGAN - B
SKALA 1 : 25

TABEL KOLOM	
TIPE	DIMENSI
K1	450x450
K2	300x300
K3	300x550



DENAH KOLOM LANTAI 1
SKALA 1 : 200

- KETERANGAN :
- : KOLOM MENERUS (DIATAS & DIBAWAH LANTAI)
 - : KOLOM STOP (DIBAWAH LANTAI)
 - : KOLOM START (DIATAS LANTAI)



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Modukoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :
PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :
PROTOTIPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :
KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :
DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN



Direktur Utama :



Digambar Oleh : 	Diperiksa Oleh :
Agil Irzan Wahid, ST.	Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Akbar Hadi Purwanto, ST, Msi
NP : 19810304 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adi Satyaningrum
NP : 19810512 201012 1 001

JUDUL GAMBAR :
DENAH KOLOM LANTAI 1

SKALA : 1 : 200	TAHUN : 2019
NO. GAMBAR	DIKELUARKAN UNTUK :
S-02-01	DESAIN DED



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :

SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Modukoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :

PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :

PROTOTYPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :

KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :

DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN

DIBUAT :
Konsultansi DED



Direktur Utama :



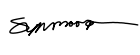
M. Sholekan

Digambar Oleh :



Agil Irzan Wahid, ST.

Diperiksa Oleh :



Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :

Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah



Muhammad Akbar Hadi Purwanto, ST., Msi.
NIP : 19810304 201402 1 001

DISETUJUI :

Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah



Wahyu Adi Satyanegara
NIP : 19810512 201012 1 001

JUDUL GAMBAR :

DENAH KOLOM LANTAI 2

SKALA : 1 : 200

TAHUN : 2019

NO. GAMBAR

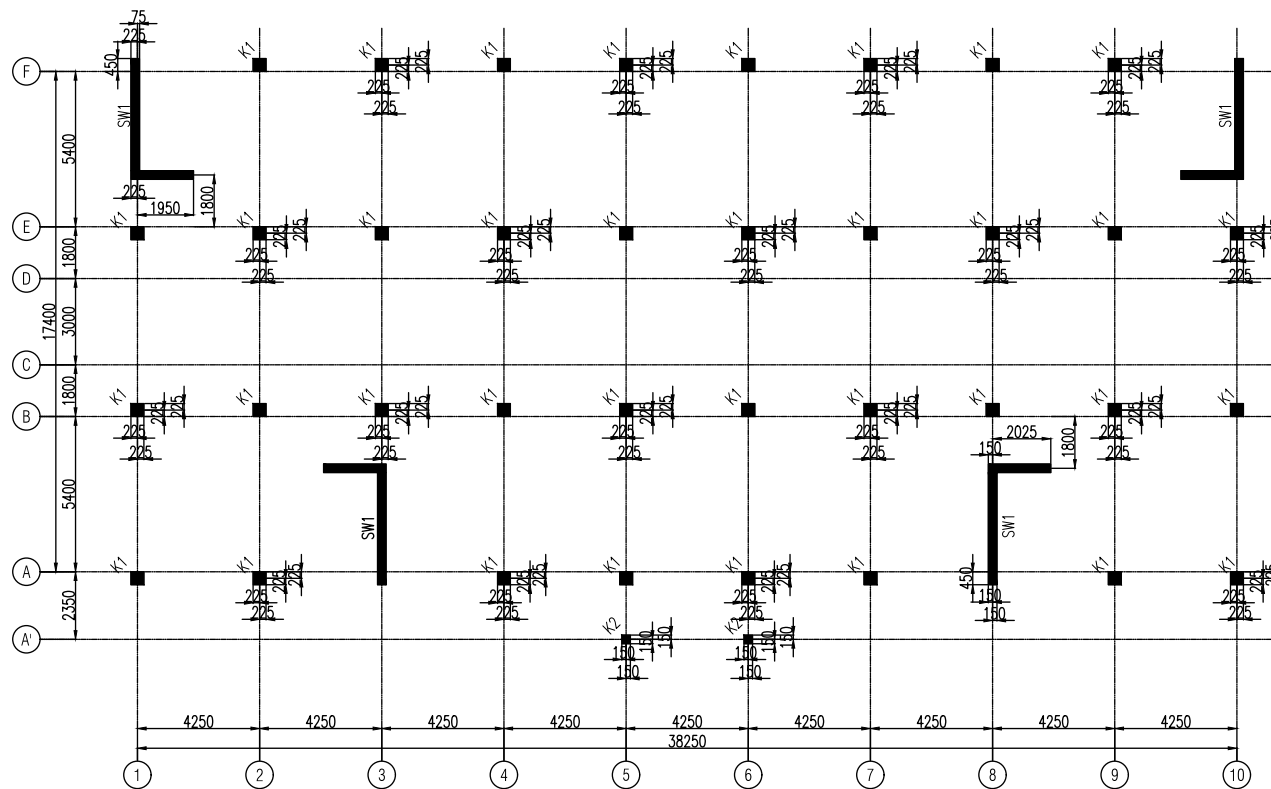
DIKELUARKAN UNTUK :

S-02-02

DESAIN DED

TABEL KOLOM

TIPE	DIMENSI
K1	450x450
K2	300x300
K3	300x550



DENAH KOLOM LANTAI 2 (+3.550)

SKALA 1 : 200

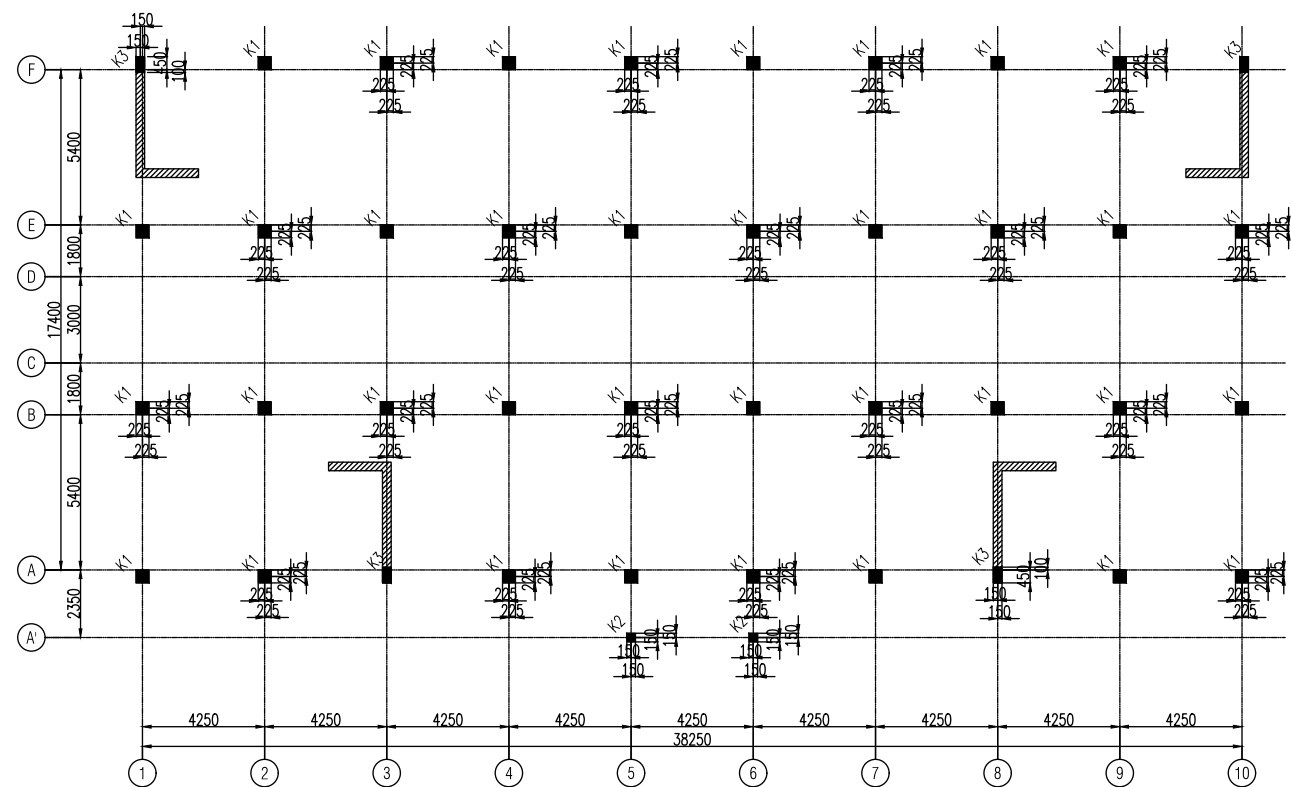
KETERANGAN :

■ : KOLOM MENERUS (DIATAS & DIBAWAH LANTAI)

■ : KOLOM STOP (DIBAWAH LANTAI)

▤ : KOLOM START (DIATAS LANTAI)

TABEL KOLOM	
TIPE	DIMENSI
K1	450x450
K2	300x300
K3	300x550



DENAH KOLOM LANTAI 3 (+6.950)
SKALA 1 : 200

- KETERANGAN :
- : KOLOM MENERUS (DIATAS & DIBAWAH LANTAI)
 - : KOLOM STOP (DIBAWAH LANTAI)
 - : KOLOM START (DIATAS LANTAI)



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Modukoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :
PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :
PROTOTIPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :
KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :
DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN



Direktur Utama :



Digambar Oleh : 	Diperiksa Oleh :
Agil Irzan Wahid, ST.	Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Akbar Hadi Purwanto, ST., Msi
NP : 19810304 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adji Satyanegara
NP : 19810512 201012 1 001

JUDUL GAMBAR :
DENAH KOLOM LANTAI 3

SKALA : 1 : 200	TAHUN : 2019
NO. GAMBAR	DIKELUARKAN UNTUK :
S-02-03	DESAIN DED



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :

SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Modukoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :

PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :

PROTOTYPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :

KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :

DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN

DIBUAT :
Konsultan DED



Direktur Utama :

M. Sholekan

Digambar Oleh :

Agil Irzan Wahid, ST

Diperiksa Oleh :

Suindaryanto, ST

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Akbar Hadi Purwanto, ST, Msi
NP : 19610304 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adi Satyanegara
NP : 19610512 201012 1 001

JUDUL GAMBAR :

DENAH KOLOM LANTAI ATAP

SKALA : 1 : 200

TAHUN : 2019

NO. GAMBAR

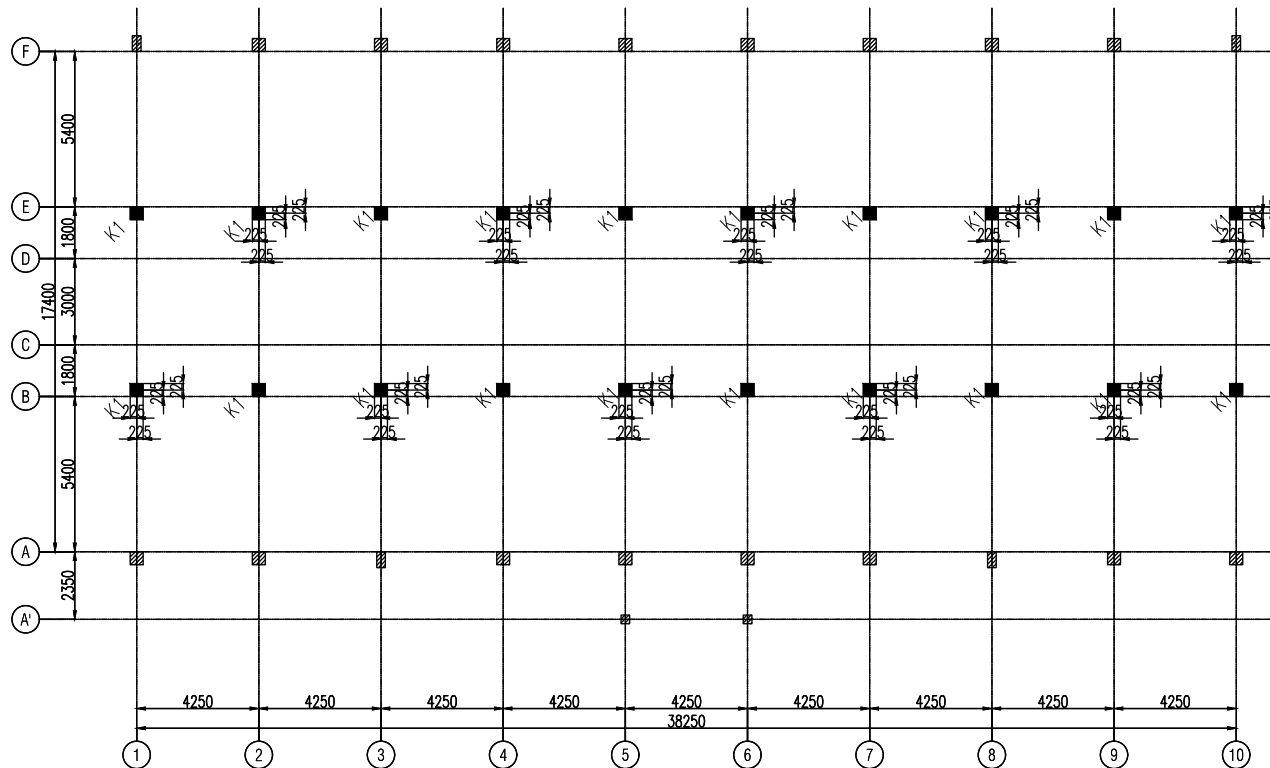
DIKELUARKAN UNTUK :

S-02-04

DESAIN DED

TABEL KOLOM

TIPE	DIMENSI
K1	450x450
K2	300x300
K3	300x550



DENAH KOLOM LANTAI ATAP (+10.400)

SKALA 1 : 200

KETERANGAN :

: KOLOM MENERUS (DIATAS & DIBAWAH LANTAI)

: KOLOM STOP (DIBAWAH LANTAI)

: KOLOM START (DIATAS LANTAI)



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :

SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Modukoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :

PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :

PROTOTYPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :

KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :

DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN

DIBUAT :
Konsultan DED



Direktur Utama :

M. Sholekan

Digambar Oleh :

Agil Irzan Wahid, ST

Diperiksa Oleh :

Suindaryanto, ST

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Akbar Hadi Purwanto, ST, Msi
NP : 19610304 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adhi Satyanegara
NP : 19610512 201012 1 001

JUDUL GAMBAR :

DETAIL KOLOM

SKALA : 1 : 25

TAHUN : 2019

NO. GAMBAR

DIKELUARKAN UNTUK :

S-02-05

DESAIN DED

ELEVASI	TIPE KOLOM		K1	
LT. ATAP PONDASI	DIMENSI		450 x 450	
	TULANGAN		12 D16	
	SENGKANG	TUMPUAN	D10-100	
		LAPANGAN	D10-150	
	PENGIKAT	TUMPUAN	X	D10-100
			Y	D10-100
		LAPANGAN	X	D10-150
Y			D10-150	

ELEVASI	TIPE KOLOM		K2	
LT. 2 PONDASI	DIMENSI		300 x 300	
	TULANGAN		8 D16	
	SENGKANG	TUMPUAN	D10-100	
		LAPANGAN	D10-150	
	PENGIKAT	TUMPUAN	X	-
			Y	-
		LAPANGAN	X	-
Y			-	

ELEVASI	TIPE KOLOM		K3	
LT. ATAP PONDASI	DIMENSI		300 x 550	
	TULANGAN		10 D16	
	SENGKANG	TUMPUAN	D10-100	
		LAPANGAN	D10-150	
	PENGIKAT	TUMPUAN	X	D10-100
			Y	-
		LAPANGAN	X	D10-150
Y			-	



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Modukoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :
PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :
PROTOTYPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :
KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :
DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN



Direktur Utama :



Digambar Oleh : Diperiksa Oleh :

Agil Irzan Wahid, ST.

Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Akbar Hadi Purwanto, ST, Msi
NIP : 19610304 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adi Satyanegara
NIP : 19610512 201012 1 001

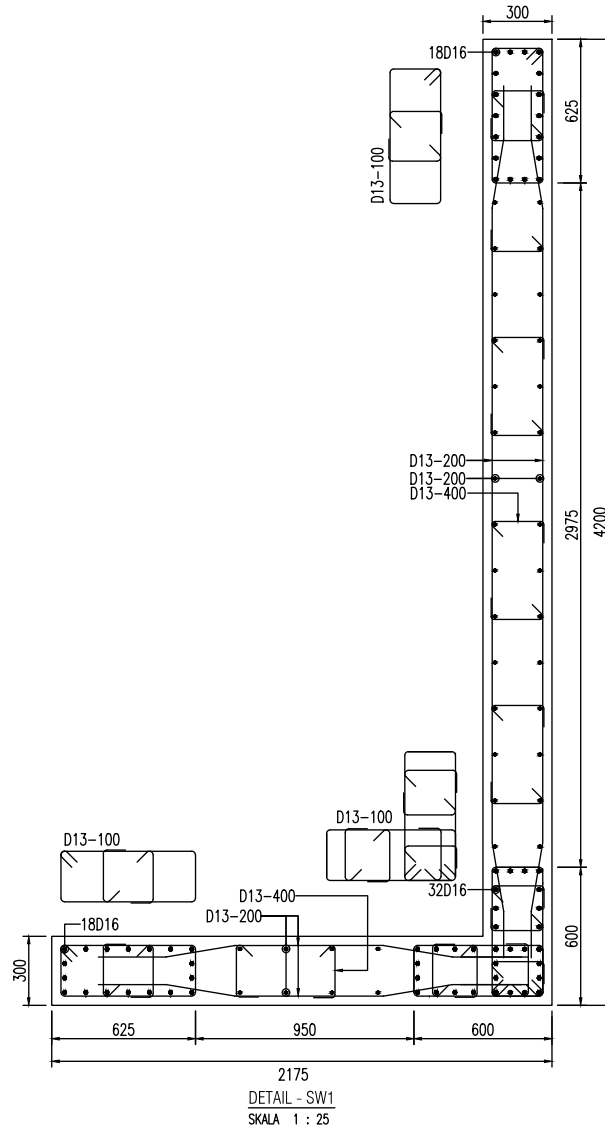
JUDUL GAMBAR :

DETAIL SHEARWALL

SKALA : 1 : 25 TAHUN : 2019

NO. GAMBAR DIKELUARKAN UNTUK :

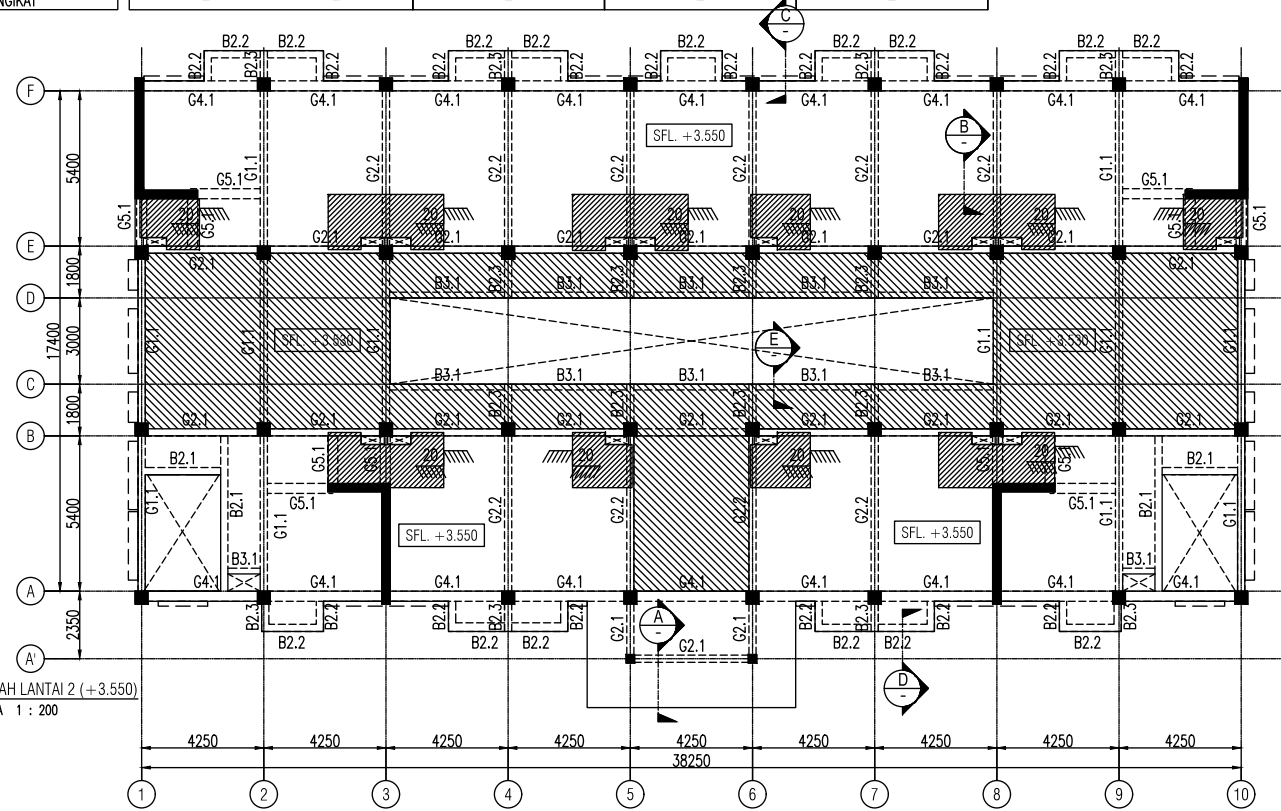
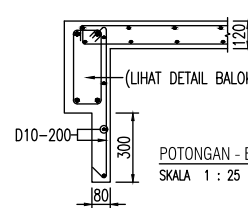
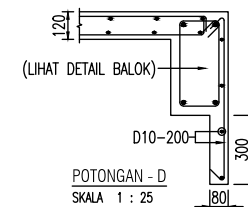
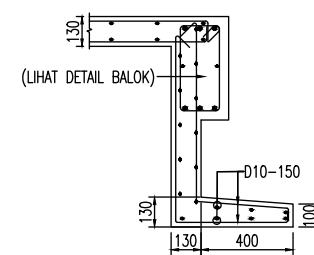
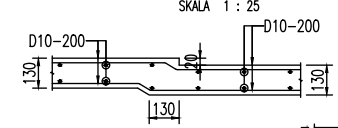
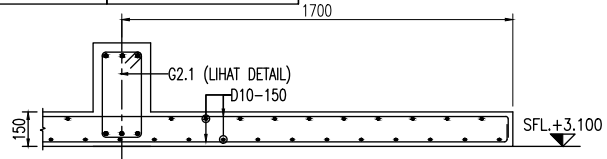
S-02-06 DESAIN DED



SKEMA ELEVASI SHEARWALL
SKALA 1 : 25

TIPE BALOK		G1.1		G2.1		G2.2		G4.1		G5.1
LEVEL		TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	SEMUA
LANTAI 2 & 3										
DIMENSI		250x550		250x450		250x450		350x450		350x350
TULANGAN ATAS		5 D16	3 D16	5 D16	3 D16	5 D16	3 D16	5 D16	3 D16	6 D16
TULANGAN BAWAH		3 D16	4 D16	3 D16	3 D16	3 D16	4 D16	3 D16	3 D16	4 D16
SENGKANG		D10-100	D10-200	D10-100	D10-200	D10-100	D10-200	D10-100	D10-150	1.5D10-100
TULANGAN PINGGANG		-	-	-	-	-	-	4D10	4D10	-
PENGIKAT		-	-	-	-	-	-	-	-	-

TIPE BALOK		B2.1		B2.2		B2.3		B3.1	
LEVEL		TUMPUAN	LAPANGAN	SEMUA	SEMUA	SEMUA	SEMUA	SEMUA	SEMUA
LANTAI 2 & 3									
DIMENSI		250x450		250x450	250x450	250x450	200x400	200x400	200x400
TULANGAN ATAS		2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	4 D16	2 D16	2 D16	2 D16
TULANGAN BAWAH		4 D16	4 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
SENGKANG		D10-100	D10-150	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100
TULANGAN PINGGANG		-	-	-	-	-	-	-	-
PENGIKAT		-	-	-	-	-	-	-	-



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGUNA JASA :
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Mudoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :
PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :
PROTOTIPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :
KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :
DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN



DIBUAT :
Konsultan DED
Direktur Utama :

M. Sholehan

Digambar Oleh :

Diperiksa Oleh :

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Adnan Hani Pruwanti, ST, MSi
NIP. : 1961034 201402 1 001

DISETUIJI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adi Satriawan, ST, MSi
NIP. : 19810512 201012 1 001

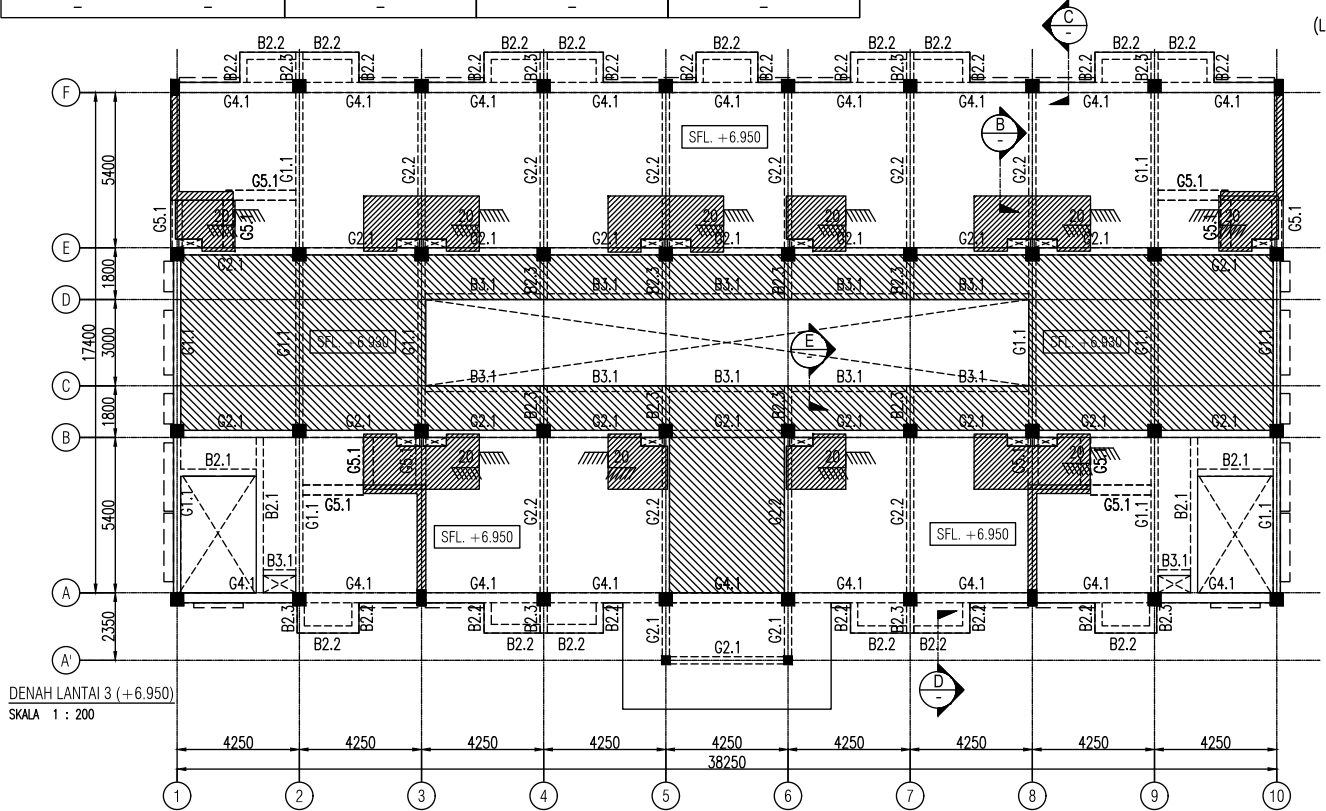
JUDUL GAMBAR :
DENAH LANTAI 2

SKALA : 1 : 200 TAHUN : 2019
NO. GAMBAR : DIKELUARKAN UNTUK :

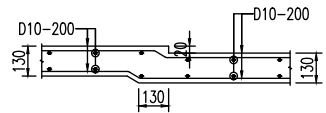
S-03-01 DESAIN DED

TIPE BALOK LEVEL	G1.1		G2.1		G2.2		G4.1		G5.1
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	SEMUA
LANTAI 2 & 3									
DIMENSI	250x550		250x450		250x450		350x450		350x350
TULANGAN ATAS	5 D16	3 D16	5 D16	3 D16	5 D16	3 D16	5 D16	3 D16	6 D16
TULANGAN BAWAH	3 D16	4 D16	3 D16	3 D16	3 D16	4 D16	3 D16	3 D16	4 D16
SENGKANG	D10-100	D10-200	D10-100	D10-200	D10-100	D10-200	D10-100	D10-150	1.5D10-100
TULANGAN PINGGANG	-	-	-	-	-	-	4D10	4D10	-
PENGIKAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-

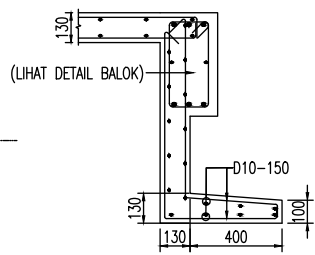
TIPE BALOK LEVEL	B2.1		B2.2	B2.3	B3.1
	TUMPUAN	LAPANGAN	SEMUA	SEMUA	SEMUA
LANTAI 2 & 3					
DIMENSI	250x450		250x450	250x450	200x400
TULANGAN ATAS	2 D16	2 D16	2 D16	4 D16	2 D16
TULANGAN BAWAH	4 D16	4 D16	2 D16	2 D16	2 D16
SENGKANG	D10-100	D10-150	D10-100	D10-100	D10-100
TULANGAN PINGGANG	-	-	-	-	-
PENGIKAT	-	-	-	-	-



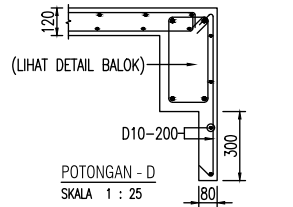
DENAH LANTAI 3 (+6.950)
SKALA 1 : 200



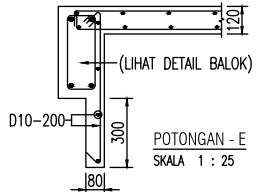
POTONGAN - B
SKALA 1 : 25



POTONGAN - C
SKALA 1 : 25



POTONGAN - D
SKALA 1 : 25



POTONGAN - E
SKALA 1 : 25



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Mudoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :
PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :
PROTOTIPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :
KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :
DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN



Direktur Utama :

M. Sholehan

Digambar Oleh : Diperiksa Oleh :

Agil Irzan Wahid, ST.

Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Akbar Haki Pratiwi, ST. Msi
NIP. : 1961034 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adi Satriawan
NIP. : 19810512 201012 1 001

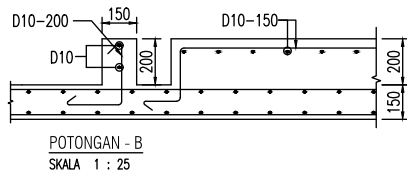
JUDUL GAMBAR :

DENAH LANTAI 3

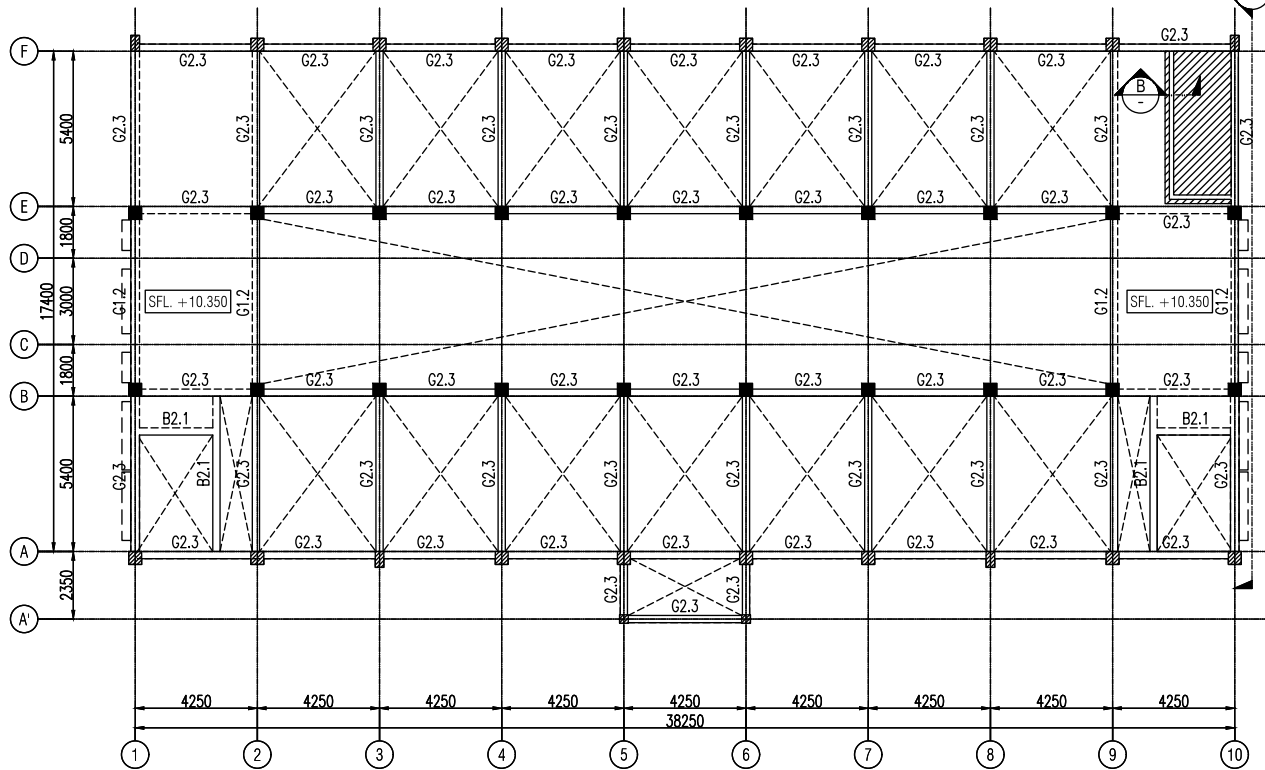
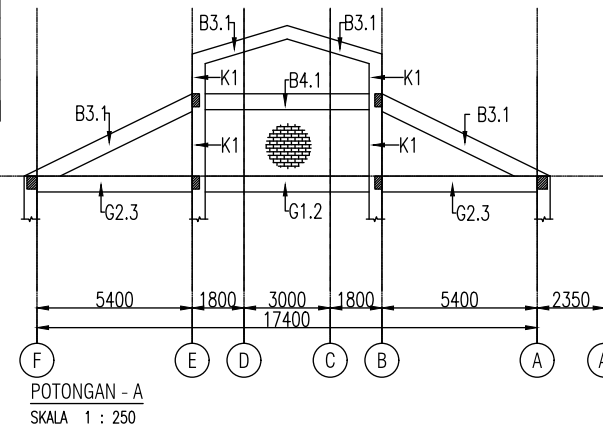
SKALA : 1 : 200 TAHUN : 2019

NO. GAMBAR : DIKELUARKAN UNTUK :
S-03-02 DESAIN DED

TIPE BALOK	G1.2		G2.3		B2.1		B3.1
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	SEMUA
LANTAI ATAP							
DIMENSI	250x550		250x450		250x450		200x400
TULANGAN ATAS	6 D16	3 D16	4 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
TULANGAN BAWAH	3 D16	6 D16	2 D16	4 D16	4 D16	5 D16	2 D16
SENGKANG	D10-100	D10-200	D10-100	D10-200	D10-100	D10-200	D10-150
TULANGAN PINGGANG	-	-	4D10	4D10	-	-	-
PENGIKAT	-	-	-	-	-	-	-



SFL. +14.700



DENAH LANTAI ATAP (+10.400)
SKALA 1 : 200



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :

SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Modukoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :

PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :

PROTOTYPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :

KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :

DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN

DIBUAT :
Konsultan DED



Direktur Utama :

M. Sholehan

Digambar Oleh : Diperiksa Oleh :

Agil Irzan Wahid, ST

Suindaryanto, ST

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Adnan Hidayat Pratiwi, ST, Msi
NIP. : 19810304 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adi Satriawan, ST, Msi
NIP. : 19810512 201012 1 001

JUDUL GAMBAR :

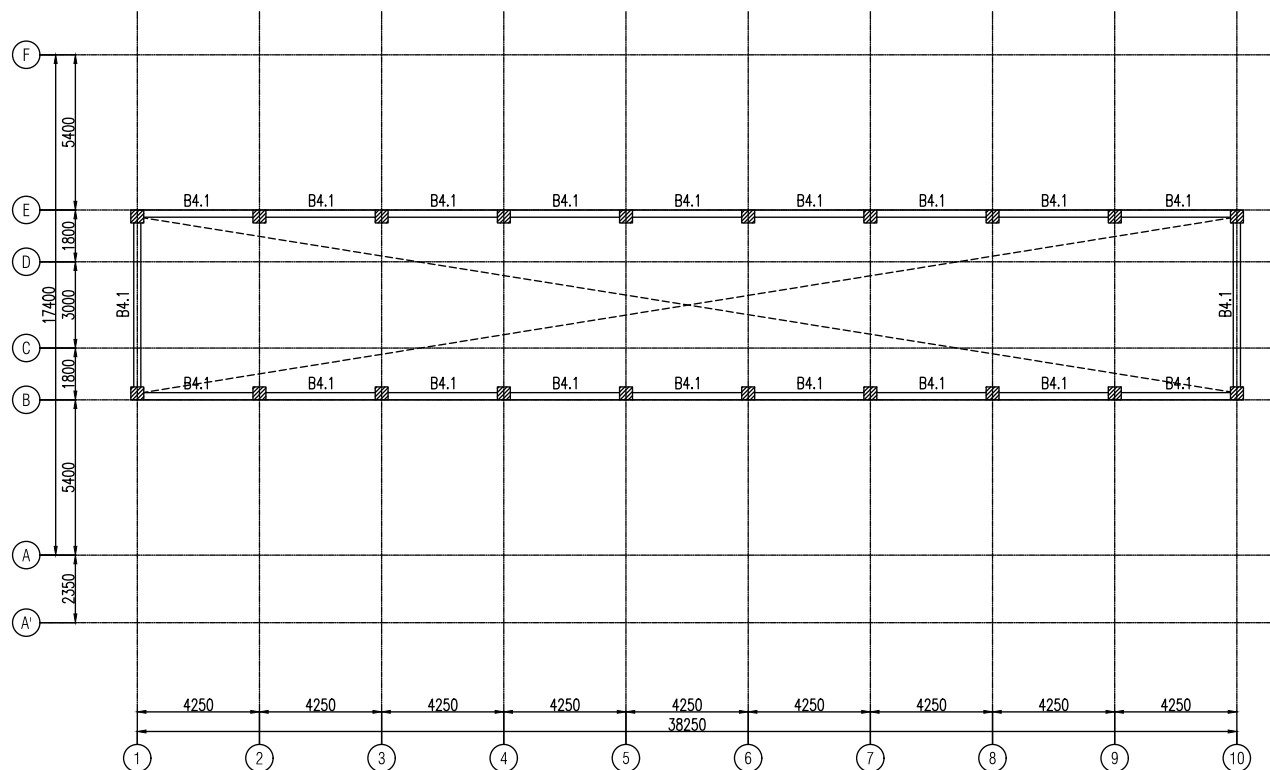
DENAH LANTAI ATAP

SKALA : 1 : 200 TAHUN : 2019

NO. GAMBAR DIKELUARKAN UNTUK :

S-03-03 DESAIN DED

TIPE BALOK	B4.1	
	TUMPUAN	LAPANGAN
LEVEL		
DIMENSI	250x400	
TULANGAN ATAS	3 D16	2 D16
TULANGAN BAWAH	2 D16	3 D16
SENGKANG	D10-100	D10-200
TULANGAN PINGGANG	-	-
PENGIKAT	-	-



DENAH RING BEAM (+14.160)
SKALA 1 : 200



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :

SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Moduro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :

PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :

PROTOTYPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :

KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :

DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN

DIBUAT :
Konsultan DED



Direktur Utama :

M. Sholehan

Digambar Oleh :

Agil Irzan Wahid, ST.

Diperiksa Oleh :

Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Akbar Haki Purwanto, ST, Msi
NIP. : 19810304 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adi Satriawan
NIP. : 19810512 201012 1 001

JUDUL GAMBAR :

DENAH RING BALOK

SKALA : 1 : 200

TAHUN : 2019

NO. GAMBAR

DIKELUARKAN UNTUK :

S-03-04

DESAIN DED



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGUNA JASA :
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Moduro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :
PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :
PROTOTIPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :
KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :
DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN



Direktur Utama :

M. Sholekan

Digambar Oleh : Diperiksa Oleh :

Agil Irzan Wahid, ST.
Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Akbar Haki Purwanto, ST. Msi
NIP. : 1981034 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adi Satriawan
NIP. : 19810512 201012 1 001

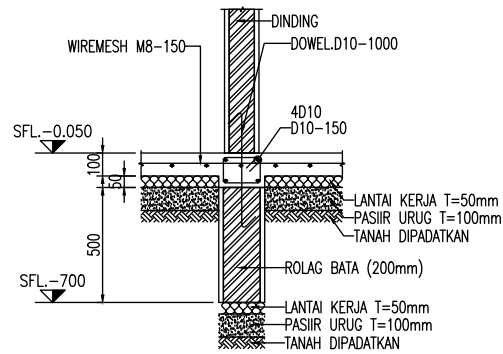
JUDUL GAMBAR :

DENAH PELAT LANTAI 1

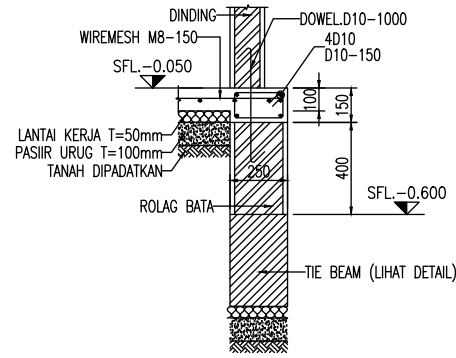
SKALA : 1 : 200 TAHUN : 2019

NO. GAMBAR : DIKELUARKAN UNTUK :

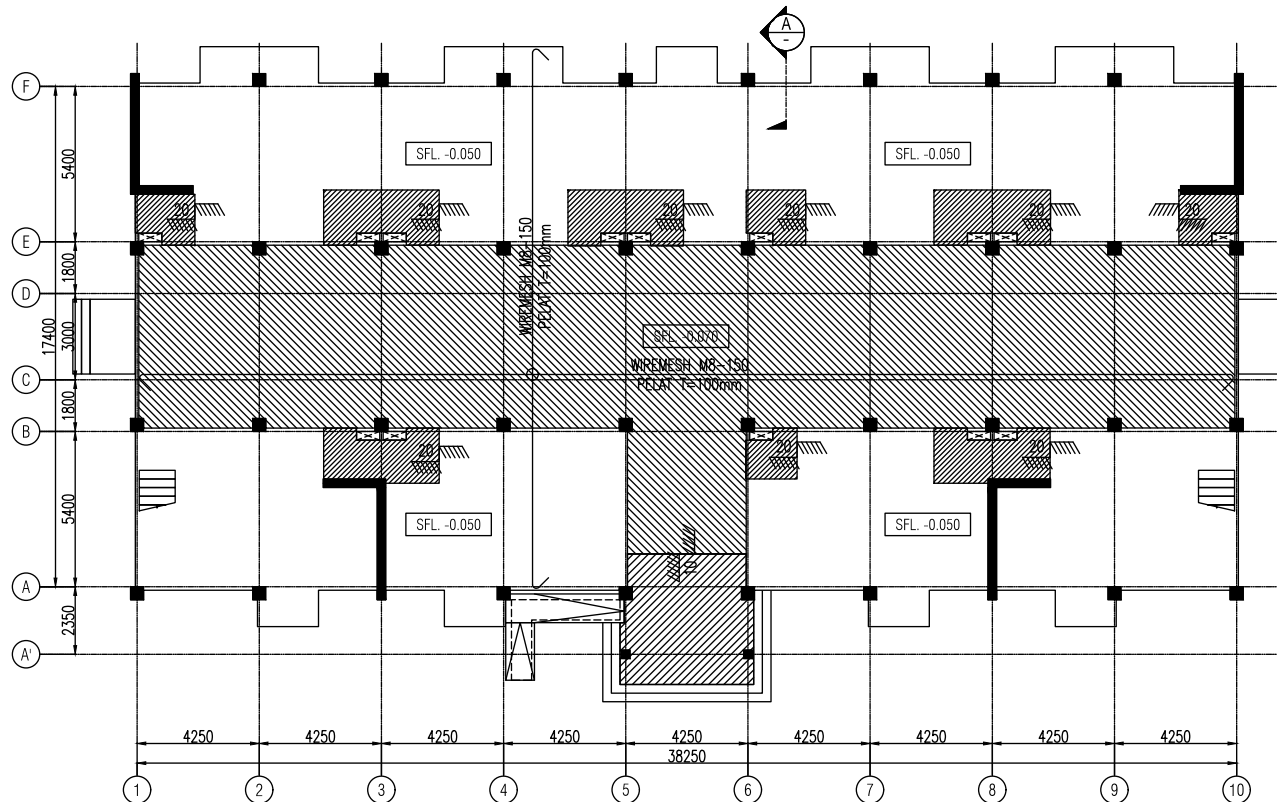
S-04-01 DESAIN DED



TIPIKAL DETAIL DIBAWAH DINDING
SKALA 1 : 25



POTONGAN - A
SKALA 1 : 25



DENAH LANTAI 1
SKALA 1 : 200

DEN
SKAL



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :

SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Modukoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :

PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :

PROTOTIPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :

KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :

DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN

DIBUAT :
Konsultan DEB



Direktur Utama :



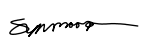
M. Sholehan

Digambar Oleh :



Agil Irzan Wahid, ST.

Diperiksa Oleh :



Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah



Muhammad Akbar Haki Purwanto, ST. Msi
NIP. : 196103042004021001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah



Wahyu Adi Satriawan
NIP. : 198105122010121001

JUDUL GAMBAR :

DENAH PELAT LANTAI 2

SKALA : 1 : 200

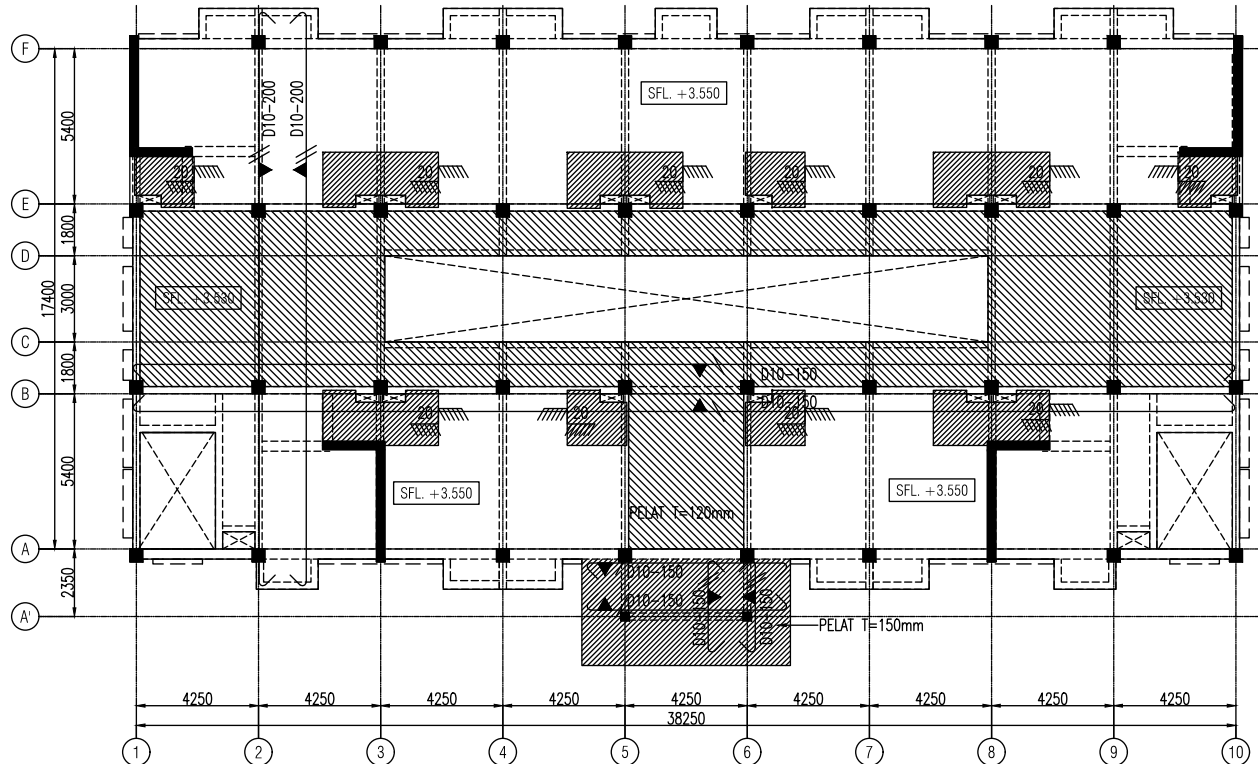
TAHUN : 2019

NO. GAMBAR

DIKELUARKAN UNTUK :

S-04-02

DESAIN DED



DENAH PELAT LANTAI 2 (+3.550)
SKALA 1 : 200



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :

SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Modukoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :

PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :

PROTOTIPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :

KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :

DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN

DIBUAT :
Konsultan DED



Direktur Utama :



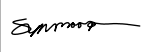
M. Sholekan

Digambar Oleh :



Agil Irzan Wahid, ST.

Diperiksa Oleh :



Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah



Muhammad Akbar Haki Purwanto, ST, Msi
NIP. : 1961034 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah



Wahyu Adji Satriawan
NIP. : 19810512 201012 1 001

JUDUL GAMBAR :

DENAH PELAT LANTAI 3

SKALA : 1 : 200

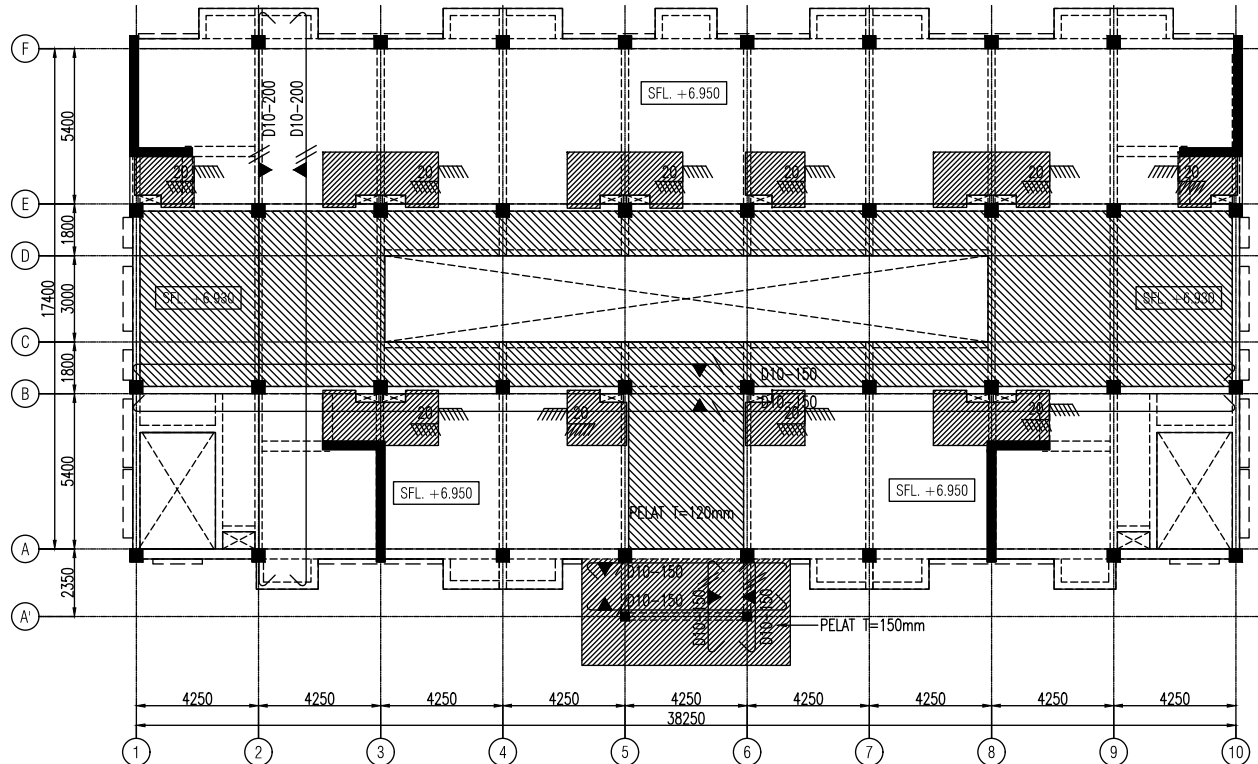
TAHUN : 2019

NO. GAMBAR

DIKELUARKAN UNTUK :

S-04-03

DESAIN DED



DENAH PELAT LANTAI 3 (+6.950)
SKALA 1 : 200



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :

SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Modukoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :

PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :

PROTOTIPE RUMAH SUSUN
TIPE 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :

KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :

DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN

DIBUAT :
Konsultan DED



Direktur Utama :

M. Sholekan

Digambar Oleh :

Agil Irzan Wahid, ST.

Diperiksa Oleh :

Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Akbar Hazi Pruwanto, ST, Msi
NIP. : 1961034 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adi Satriawan
NIP. : 19810512 201012 1 001

JUDUL GAMBAR :

DENAH PELAT LANTAI ATAP

SKALA : 1 : 200

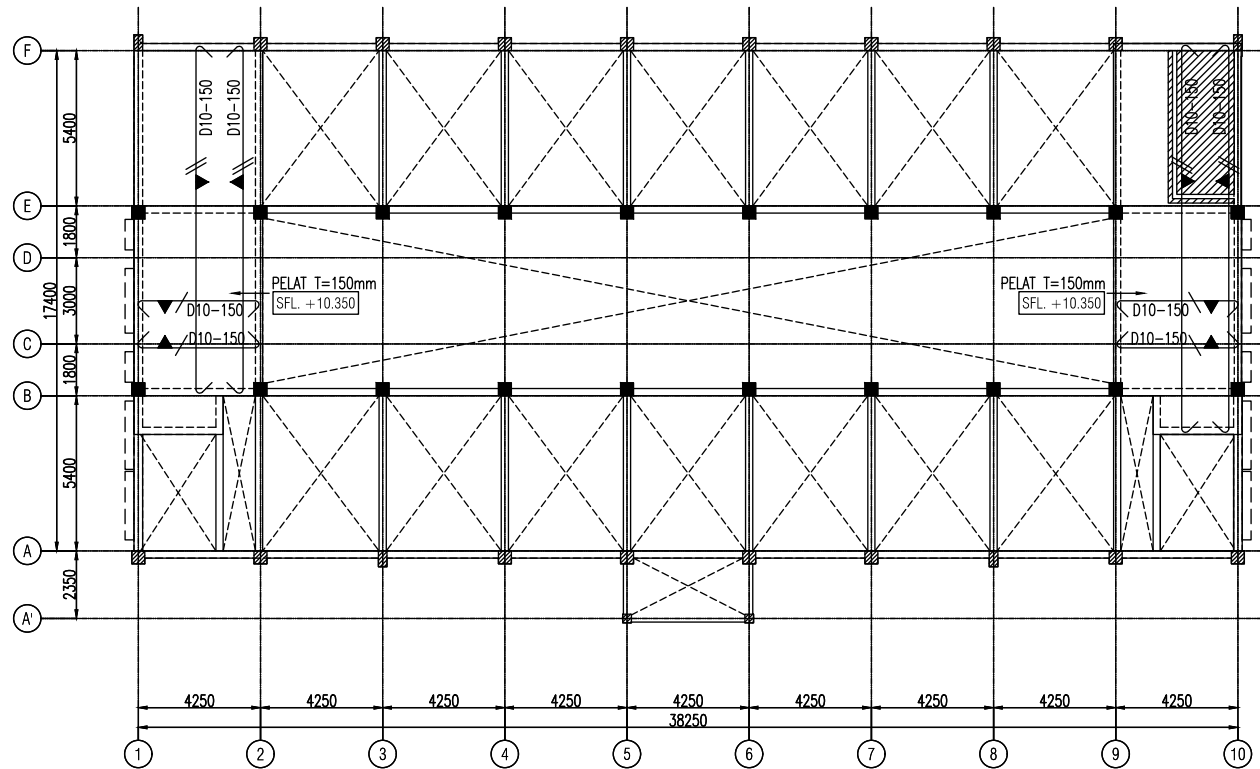
TAHUN : 2019

NO. GAMBAR

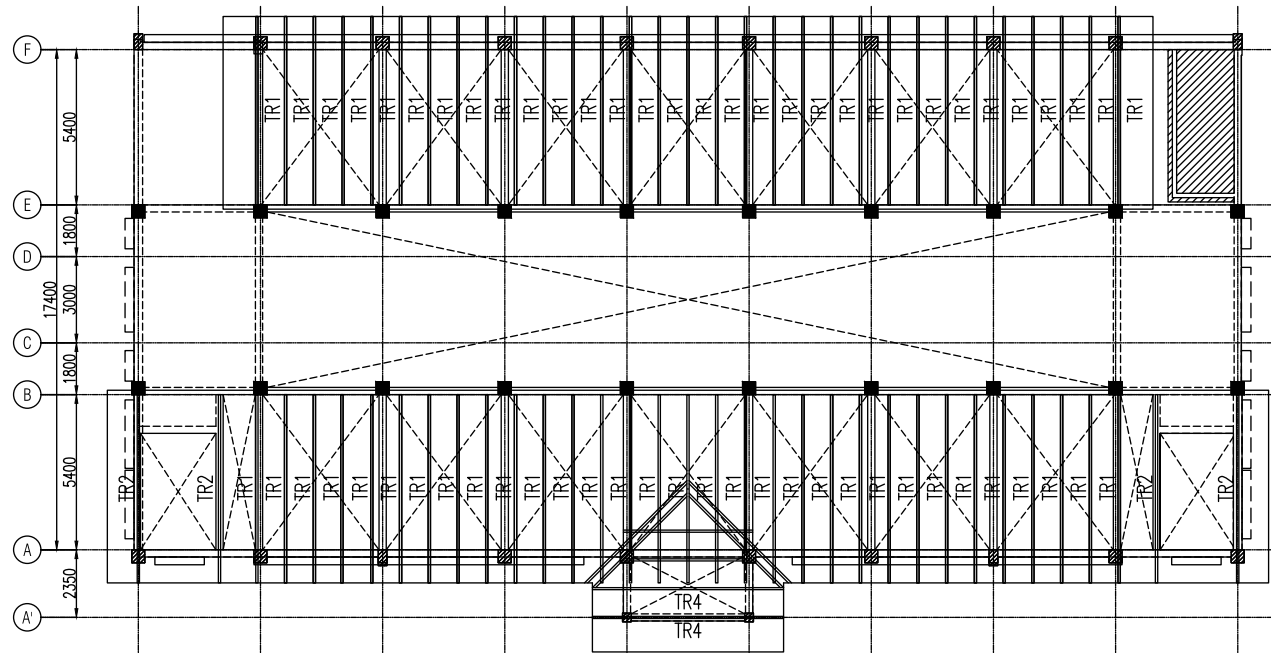
DIKELUARKAN UNTUK :

S-04-04

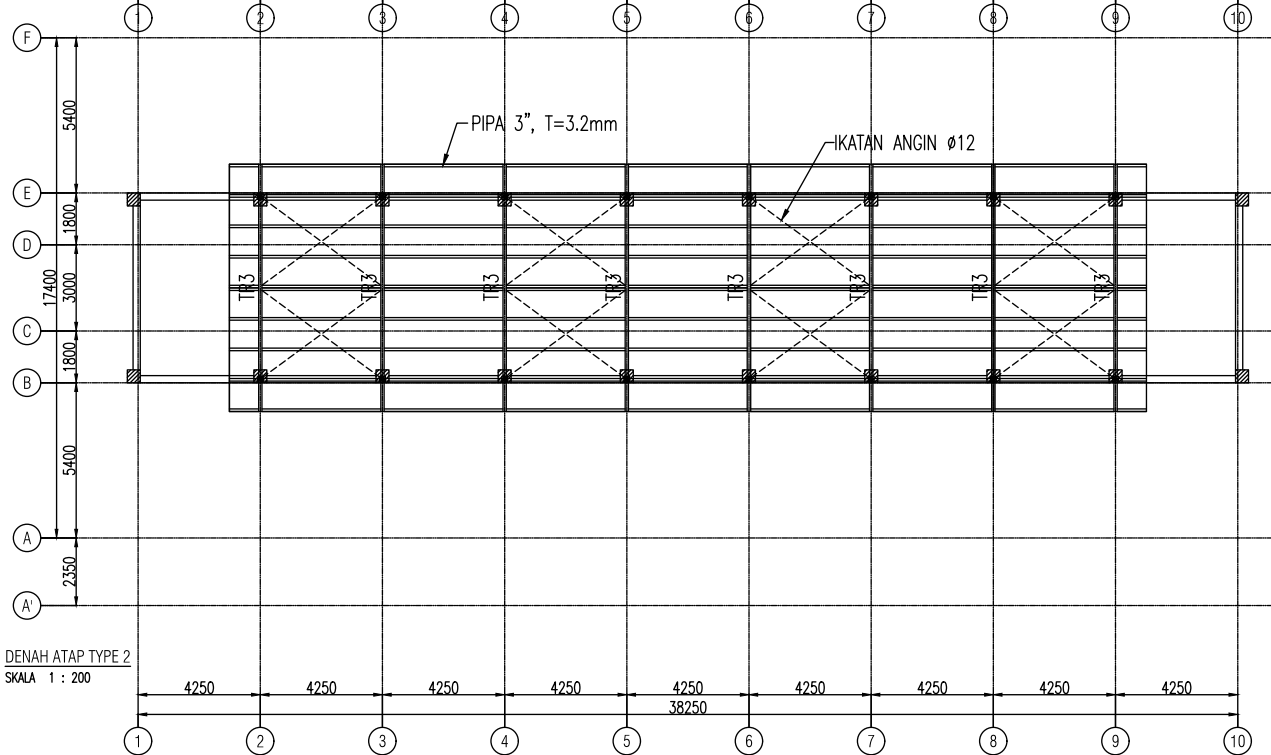
DESAIN DED



DENAH PELAT LANTAI ATAP (+10.350)
SKALA 1 : 200



DENAH ATAP TYPE 1
SKALA 1 : 200



DENAH ATAP TYPE 2
SKALA 1 : 200



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :

SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Medukoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :

PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :

PROTOTYPE RUMAH SUSUN
Tipe 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :

KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :

DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN

DIBUAT :
Konsultan DED



Direktur Utama :



Digambar Oleh : Diperiksa Oleh :

Agil Irzan Wahid, ST.

Agil Irzan Wahid, ST.

Suindaryanto, ST.

Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Akbar Hani Purwanto, ST, Msi
NP : 1981034 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah

Wahyu Adi Satriawan
NP : 19810512 201012 1 001

JUDUL GAMBAR :

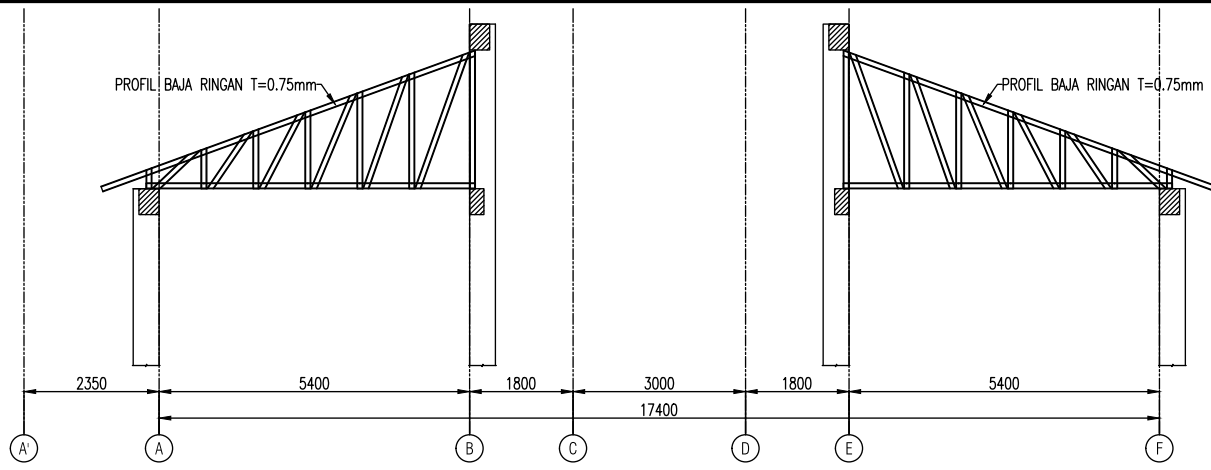
DENAH RANGKA
ATAP BAJA RINGAN

SKALA : 1 : 200 TAHUN : 2019

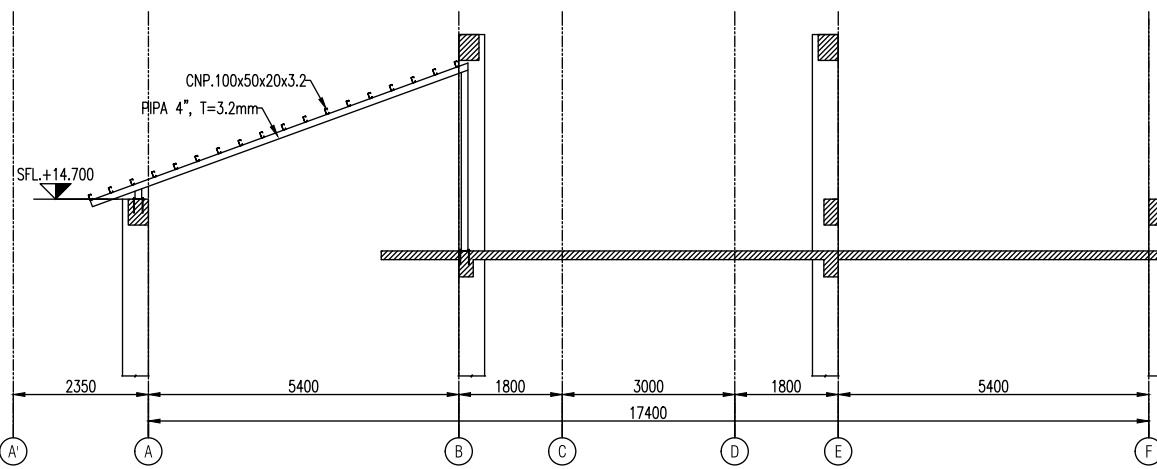
NO. GAMBAR DIKELUARKAN UNTUK :

S-06-01

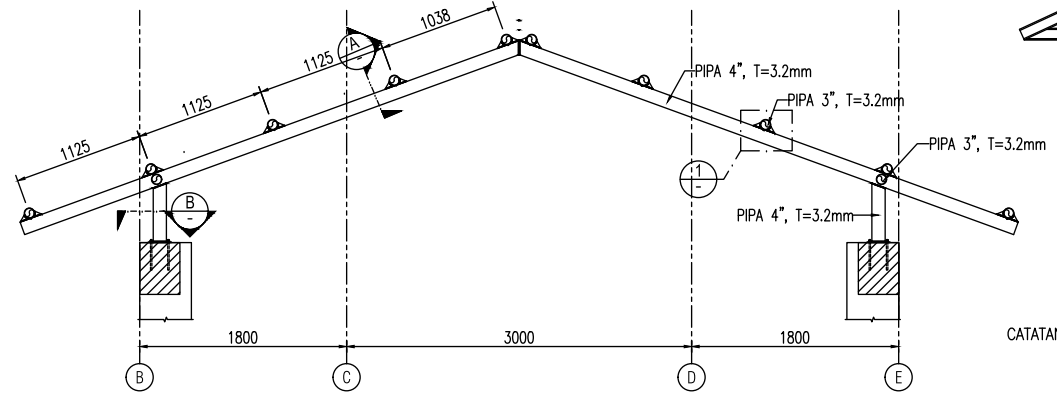
DESAIN DED



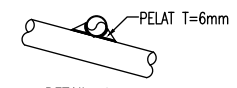
DETAIL KUDA-KUDA GRID 3
SKALA 1 : 100



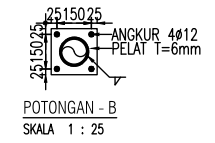
DETAIL TR2
SKALA 1 : 100



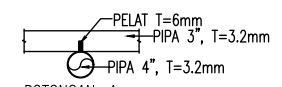
DETAIL TR3
SKALA 1 : 50



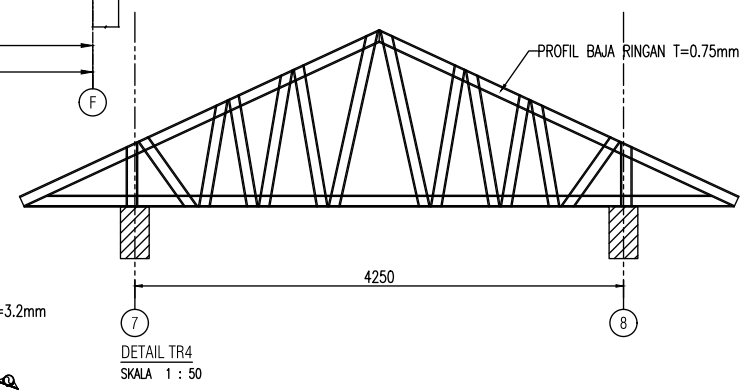
DETAIL - 1
SKALA 1 : 25



POTONGAN - B
SKALA 1 : 25



POTONGAN - A
SKALA 1 : 25



DETAIL TR4
SKALA 1 : 50

CATATAN : UNTUK PEKERJAAN KONSTRUKSI ATAP BAJA RINGAN HARUS DIBUAT ANALISA STRUKTUR DAN GAMBAR SHOP DRAWING TERLEBIH DAHULU, DAN DITANDA TANGANI OLEH PENANGGUNG JAWAB STRUKTUR YANG BERSERTIFIKAT LPJKN.



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PENYEDIAAN PERUMAHAN
DIREKTORAT RUMAH SUSUN

PENGGUNA JASA :
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Jl. Modukoro Blok AA-BB Komplek PPPP Semarang

NAMA PEKERJAAN :
PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN (RUSUN) MAHASISWA
UNIVERSITAS PGRI

KETERANGAN :
PROTOTYPE RUMAH SUSUN
Tipe 24 PENDEK 3 LANTAI (KDS D DAN E)

LOKASI :
KELURAHAN SAWAHBESAR KECAMATAN GAYAMSARI
KOTA SEMARANG

KETERANGAN :
DESAIN BERDASARKAN BEBAN DINDING BATU RINGAN



DIBUAT :
Konsultan DEK
Direktur Utama :
M. Sholekan

Digambar Oleh :
Agil Irzan Wahid, ST.
Diperiksa Oleh :
Suindaryanto, ST.

DIPERIKSA :
Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus
SNVT Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Tengah
Muhammad Akbar Hadi Purwanto, ST, Msi
NIP. : 1981094 201402 1 001

DISETUJUI :
Kepala SNVT Penyediaan Perumahan
Provinsi Jawa Tengah
Wahyuni Adji Satriawan, ST, Msi
NIP. : 19810512 201012 1 001

JUDUL GAMBAR :
DETAIL RANGKA
ATAP BAJA RINGAN

SKALA : 1 : 100 TAHUN : 2019

NO. GAMBAR : S-06-02 DIKELUARKAN UNTUK : DESAIN DED



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang - Indonesia 50125
Telp. (024) 8452230, Faks. (024) 8448217, E-mail : fti@upgris.ac.id. Website : http://fti.upgris.ac.id

SURAT TUGAS PEMBIMBING SKRIPSI

Nomor : 69.250/U/FTI/IV/2021

Dekan Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang dengan ini memberikan tugas kepada :

- N a m a** : **Dr. MOHAMMAD DEBBY RIZANI, ST. MT.**
NIP/NPP : 207401558
Pangkat, Gol. : Penata / iii c
Jabatan : Lektor
Sebagai : Pembimbing I
- N a m a** : **DONY ARIAWAN, S.T., M.T.**
NIP/NPP : 147701441
Pangkat, Gol. : Pembina Tk I / III b
Jabatan : Assisten Ahli
Sebagai : Pembimbing II

Untuk membimbing Skripsi bagi mahasiswa :

NO.	N P M	NAMA MAHASISWA	PROGRAM STUDI
1.	17640040	MUHAMMAD RYAN ARDIAN	Teknik Sipil
2.	17640006	ANDRIAN MAJID KHOBAD	Teknik Sipil
3.			

Judul Skripsi :

PERENCANAAN GEDUNG 3 LANTAI ASRAMA MAHASISWA (RUSUNAWA) PUTRI II
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

Demikian surat tugas untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya, dengan penuh rasa tanggung jawab dan segera dilaporkan kepada Ketua Program Studi setelah mahasiswa ybs. selesai menyelesaikan Skripsi paling lambat 2 (dua) bulan setelah pelaksanaan ujian.

Semarang, 27 April 2021

D e k a n,



Drs. SLAMET SUPRIYADI, M.Env.St
NIP 195912281986031003



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrisng@gmail.com, Homepage : www.upgrisng.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : 1. Andrian Majid Khobad
2. Muhammad Ryan Ardian

NPM : 1. 17640006
2. 17640040

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perencanaan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa)
Putri II Universitas PGRI Semarang

Dosen Pembimbing I : Dr. Mohammad Debby Rizani, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Dony Ariawan, S.T., M.T.

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1.	30/04/21	Bab 1 - Penulisan & isi latar belakang - Batasan Masalah - Struktur atap gunakan apa? - Gambar teknik apropro? - luas Bangunan? - Perhitungan Struktur SAP?? - Pembekalan SWI??	
2.	16/08/21	- Bab 1 - tambah sitasi - rumusan masalah direvisi - Bab 2 - rumus diberikan nomor	

Dosen Pembimbing I

Mahasiswa I

Mahasiswa II

Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
NIDN: 207401558

Andrian Majid Khobad
NPM: 17640006

Mu. Ryan Ardian
NPM: 17640040



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrismg@gmail.com, Homepage : www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : 1. Andrian Majid Khobad
2. Muhammad Ryan Ardian
NPM : 1. 17640006
2. 17640040
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Perencanaan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa)
Putri II Universitas PGRI Semarang
Dosen Pembimbing I : Dr. Mohammad Debby Rizani, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing II : Dony Ariawan, S.T., M.T.

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
2.	19. April 2021	- Bab 3 - Ator pikir penelitian diperkenalkan & lengkap! penyelidikan - Analisa : Struktur & gambar Bab 1 - Sifat & letak belok & ditambah Bab 2 - Teori struktur selang & ditambah - tambis operasional software SAP & AutoCAD	

Dosen Pembimbing I

Mahasiswa I

Mahasiswa II

Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
NIDN: 207401558

Andrian Majid Khobad
NPM: 17640006

Muh. Ryan Ardian
NPM: 17640040



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrismg@gmail.com, Homepage : www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : 1. Andrian Majid Khobad
2. Muhammad Ryan Ardian
NPM : 1. 17640006
2. 17640040
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Perencanaan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa)
Putri II Universitas PGRI Semarang

Dosen Pembimbing I : Dr. Mohammad Debby Rizani, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Dony Ariawan, S.T., M.T.

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
4	31/8'21	<ul style="list-style-type: none">- Tambas penelitian terdahuluBab 3- Analisa Struktur → Gambar ditambal pengelasan- Bab 1 ok!- Bab 2 ok!- Bab 3 detail analisa Gambar ditambal.- Lengkap Bab 4 & Bab 5.	

Dosen Pembimbing I

Mahasiswa I

Mahasiswa II

Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
NIDN: 207401558

Andrian Majid Khobad
NPM: 17640006

Muh. Ryan Ardian
NPM: 17640040



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang - Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrisng@gmail.com, Homepage : www.upgrisng.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : 1. Andrian Majid Khobad
 2. Muhammad Ryan Ardian

NPM : 1. 17640006
 2. 17640040

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perencanaan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa)
 Putri II Universitas PGRI Semarang

Dosen Pembimbing I : Dr. Mohammad Debby Rizani, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Dony Ariawan, S.T., M.T.

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
5.	5/9 '21	- Bab 3 OK! - Analisa Struktur : - Laporan - ceklin GSP & sambutan Gg. - lakukan balok !! Caputken !!	
6.	25/10 '21	- Bab 4 - Pembahasan di Geni sample U/ kolom & - Caputken Balok, plat	

Dosen Pembimbing I

Mahasiswa I

Mahasiswa II

Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
 NIDN: 207401558

Andrian Majid Khobad
 NPM: 17640006

Muh. Ryan Ardian
 NPM: 17640040



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrismg@gmail.com, Homepage : www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : 1. Andrian Majid Khobad
2. Muhammad Ryan Ardian

NPM : 1. 17640006
2. 17640040

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perencanaan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa)
Putri II Universitas PGRI Semarang

Dosen Pembimbing I : Dr. Mohammad Debby Rizani, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Dony Ariawan, S.T., M.T.

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1	23/11/2011	<ul style="list-style-type: none">- Analisa pekerjaan (Struktur) & uraian awal banyolan bawah → atas.- Rekayasa awal kerangka struktur & lay-out.- Lemper !!- Gunakan kerangka awal & lay-out awal rekayasa.	

Dosen Pembimbing I

Mahasiswa I

Mahasiswa II

Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
NIDN: 207401558

Andrian Majid Khobad
NPM: 17640006

Muh. Ryan Ardian
NPM: 17640040



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrismg@gmail.com, Homepage : www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : 1. Andrian Majid Khobad
2. Muhammad Ryan Ardian

NPM : 1. 17640006
2. 17640040

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perencanaan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa)
Putri II Universitas PGRI Semarang

Dosen Pembimbing I : Dr. Mohammad Debby Rizani, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Dony Ariawan, S.T., M.T.

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1	23/8/2021	- Tujuan penelitian diperkuat - Tabel pelaksanaan penelitian	
2	23/8/2021	- Lanjutkan	
3	22/12/2021	- Jelaskan secara teoritis pemilihan metode ini dlm latar belakang - Pembahasan masalah untuk gambar ditambah yg tdk dilaksanakan	

Dosen Pembimbing II

Mahasiswa I

Mahasiswa II

Dony Ariawan, S.T., M.T.
NIDN: 147701441

Andrian Majid Khobad
NPM: 17640006

Muh. Ryan Ardian
NPM: 17640040



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrisng@gmail.com, Homepage : www.upgrisng.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : 1. Andrian Majid Khobad
2. Muhammad Ryan Ardian

NPM : 1. 17640006
2. 17640040

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perencanaan Gedung 3 Lantai Asrama Mahasiswa (Rusunawa)
Putri II Universitas PGRI Semarang

Dosen Pembimbing I : Dr. Mohammad Debby Rizani, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Dony Ariawan, S.T., M.T.

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
	20/12/2021	- Kesimpulan ditambah tentang keunggulan penggunaan sistem SRPMM.	
	28/12/2021	- Selesaikan gambar	
	13/1/2021	- Bisa sempatkan juga gambar tanpa SRPMM. untuk perbandingan - Bisa ditunjukkan	

Dosen Pembimbing II

Dony Ariawan, S.T., M.T.
NIDN: 147701441

Mahasiswa I

Andrian Majid Khobad
NPM: 17640006

Mahasiswa II

Muh. Ryan Ardian
NPM: 17640040



LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Andrian Majid K

NPM : 17640006

Judul :

perencanaan struktur gedung 3 lantai Asrama mahasiswa (rusunawa) Puti II Universitas PGRI Semarang Menggunakan Metode SRPMM (sistem Rangka Pemikul Momen Menengah)

No	Uraian Revisi	Keterangan
1.	<p>Sesuaikan alur flow das. (Y. Gab. 10)</p> <hr/> <p>Agung $\frac{23}{3}$ 2022</p>	 <hr/> 

Penguji I,





Agung Kristiawan, ST., M.T.
NIDN. 0612067701

LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Muhammad Ryan Ardian
NPM : 17640040
Judul :

perencanaan struktur gedung 3 lantai Asrama mahasiswa (rusunawa) Puti II Universitas PGRI Semarang Menggunakan Metode SRPMM (sistem Rangka Pemikul Momen Menengah)

No	Uraian Revisi	Keterangan
1.	Bab. II Dalam pembahasan fde sesuai alur flow chart. ?	
	Agg 23/3 2012	

Penguji I,



Agung Kristiawan, ST., M.T.
NIDN. 0605037001

*) Revisi Maksimal 7 Hari Setelah Pelaksanaan Ujian Skripsi

LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Andrian Majid K

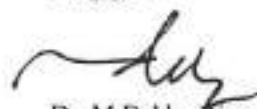
NPM : 17640006

Judul :

perencanaan struktur gedung 3 lantai Asrama mahasiswa (rusunawa) Puti II Universitas PGRI Semarang Menggunakan Metode SRPMM (sistem Rangka Pemikul Momen Menengah)

No	Uraian Revisi	Keterangan
	<ul style="list-style-type: none"> - Bagaimana penentuan direksi dan mekanisme analisis (pemboboran di letakkan di atas analisis SAP) - Deskripsi di ④ narasi perencanaan struktur di SRPMM telah memenuhi/aman 	<p>ecc !! riya sh 21/12 /3</p>

Penguji 2,



Dr. M. Debby Rizani, ST., M.T.
 NIDN 0602077402

*) Revisi Maksimal 7 Hari Setelah Pelaksanaan Ujian Skripsi


LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Muhammad Ryan Ardian

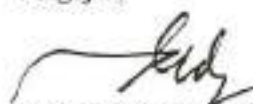
NPM : 17640040

Judul :

perencanaan struktur gedung 3 lantai Asrama mahasiswa (rusunawa) Puti II Universitas PGRI Semarang Menggunakan Metode SRPMM (sistem Rangka Pemikul Momen Menengah)

No	Uraian Revisi	Keterangan
	<ul style="list-style-type: none">- Bagan alur penelitian ditambahkan & mekanisme analisa. (Pembahasan & letak letak diantar analisa SAT)- Kesimpulan di ⊕ narasi perencanaan struktur dg SRPMM telah memenuhi/aman	<p>acc!! Rizalid.  21/3 '22</p>

Penguji 2.



Dr. M Debby Rizani, ST., M.T.
NIDN 0602077402

*) Revisi Maksimal 7 Hari Setelah Pelaksanaan Ujian Skripsi

LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Muhammad Ryan Ardian

NPM : 17640040

Judul :

Perencanaan struktur gedung 3 lantai Asrama mahasiswa (rusunawa) Puti II Universitas PGRI Semarang Menggunakan Metode SRPMM (sistem Rangka Pemikul Momen Menengah)

No	Uraian Revisi	Keterangan
1	Langkah keunggulan dan kekurangan dalam perhitungan metode SRPMM pada bagian kesimpulan dan saran	- Ditambah.

Dcc
22/3/2022

Penguji 3



Donny Ariawan S.T., M.T.
NIDN. 0612067701

*) Revisi Maksimal 7 Hari Setelah Pelaksanaan Ujian Skripsi

LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Andrian Majid K

NPM : 17640006

Judul :

Perencanaan struktur gedung 3 lantai Asrama mahasiswa (rusunawa) Puti II Universitas PGRI Semarang Menggunakan Metode SRPMM (sistem Rangka Pemikul Momen Menengah)

No	Uraian Revisi	Keterangan
1.	<p>Langkah keangslan dan tukuragan dalam perhitungan metode SRPMM da pada bagian kesimpulan dan saran</p> <p>Acc</p> <p>24/3/2022</p>	<p>- Ditambah</p>

Penguji 3

Donny Ariawan S.T., M.T.
NIDN. 0612067701

*) Revisi Maksimal 7 Hari Setelah Pelaksanaan Ujian Skripsi