

**ANALISIS PERHITUNGAN STRUKTUR  
GEDUNG ASRAMA MADRASAH ALIYAH NEGERI I  
TANJUNG PURA, KAB. LANGKAT  
MENGUNAKAN SOFTWARE SAP 2000**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

**Disusun Oleh :**

**ROKIYAH  
208110057**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2022**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 24/11/22

Access From (repository.uma.ac.id)24/11/22

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISIS PERHITUNGAN STRUKTUR GEDUNG ASRAMA MADRASAH ALIYAH NEGERI I TANJUNG PURA, KAB. LANGKAT MENGUNAKAN SOFTWARE SAP 2000


Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

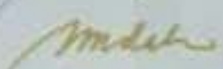
Disusun Oleh :  
Rokiyah  
208110057

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


  
Hermansyah, S.T, M.T  
NIDN: 0106088004

  
Ir. Nurmaidah, M.T  
NIDN: 0108016101

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik



  
Drs. Jurniad Syah, S.Kom, M.Kom  
NIDN: 0106088004

Dosen Pembimbing II Teknik Sipil



  
Ir. Nurmaidah, S.T, M.T  
NIDN: 0106088004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 27 September 2022



ROKIYAH

208110057

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rokiyah  
NPM : 208110057  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas skripsi saya yang berjudul: "Analisis Perhitungan Struktur Gedung Asrama Madrasah Aliyah Negeri 1 Tanjung Pura Kab. Langkat Menggunakan Software SAP 2000" beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 27 September 2022

Yang menyatakan



ROKIYAH

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Perhitungan Struktur Gedung Asrama Madrasah Aliyah Negeri 1 Tanjung Pura Kab. Langkat Menggunakan Software SAP2000” skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulisan skripsi ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa adanya bimbingan dan bantuan baik berupa materi, moral, motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

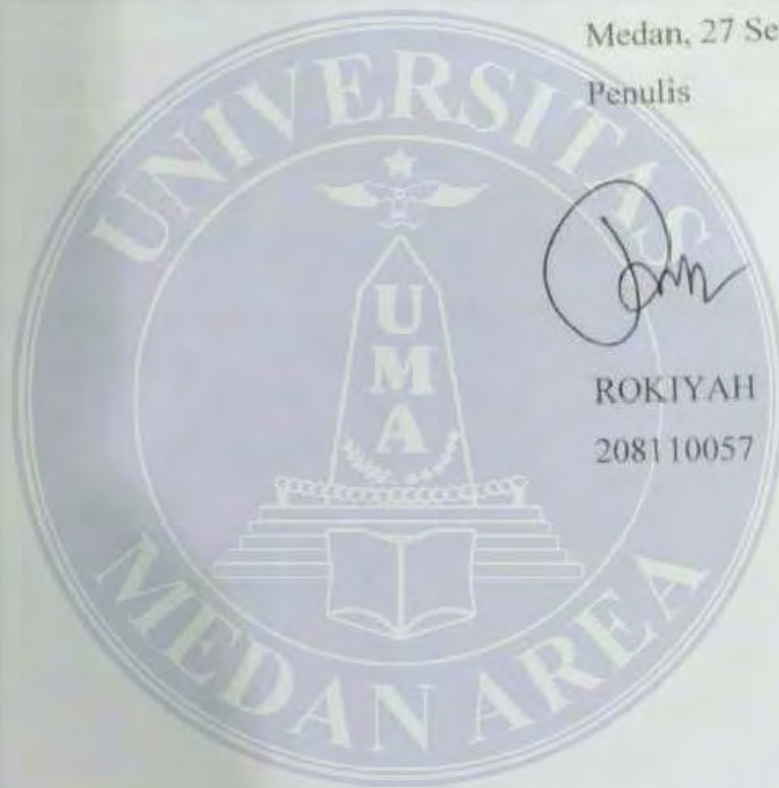
1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng, M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I.
4. Ibu Ir. Nurmaidah, M.T., selaku Dosen Pembimbing II.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil dan Staf pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
6. Seluruh staf pegawai Cv. Nauli Indah.
7. Orang Tua tercinta dan seluruh keluarga yang telah memberi dukungan moral dan material.

8. Rekan-rekan dan seluruh pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang turut memberikan dukungan moral.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Medan, 27 September 2022

Penulis



## ABSTRAK

Maksud dari penelitian ini adalah menganalisis perencanaan struktur gedung Asrama Madrasah Aliyah Negeri I Tanjung Pura, Kab.Langkat menggunakan software SAP 2000, tujuan digunakan program tersebut untuk memperoleh perhitungan yang cepat dan tepat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan perhitungan tulangan pada kolom, balok, pelat, pondasi dan membandingkan dengan konsultan perencanaan. Hasil perhitungan diperoleh kolom K1 40x40cm menggunakan tulangan 8D22mm dengan begel  $\phi$ 10-200mm. Kolom K2 30x30cm menggunakan tulangan 8D16mm dengan begel  $\phi$ 10-150mm. Balok B1 25x50cm menggunakan tulangan tumpuan (T) 8D16mm, tulangan lapangan (L) 9D16mm dan begel  $\phi$ 10-170mm. Balok B2 25x60cm T8D16mm, L7D16mm dan begel  $\phi$ 10-130mm. Balok B3 20x40cm T6D16mm, L7D16mm dan begel  $\phi$ 10-170 mm. Balok BA 20x30cm T5D16mm, L5D16mm dan begel  $\phi$ 10-120mm. Pelat atap tebal 10cm menggunakan tulangan  $\phi$ 10-200mm. Pelat lantai tebal 12cm menggunakan tulangan  $\phi$ 10-150mm. Pondasi pilecap S-4, S-5 dan S-6 menggunakan tulangan D16-200mm untuk arah X dan Y. Setelah dianalisa hasil dari SAP 2000 diatas dan dibandingkan dengan konsultan perencanaan, tulangan hasil analisis perhitungan menggunakan SAP 2000 didapat lebih besar dari tulangan konsultan perencanaan dengan nilai perbandingan maksimum 50%, adanya perbedaan tersebut terjadi karena asumsi-asumsi yang memperhatikan keekonomisan dan kemudahan dalam pelaksanaan dilapangan.

**Kata Kunci:** Analisis Struktur, Asrama, SAP2000, Kolom, Balok, Pelat, Pondasi, Penulangan.

## ABSTRACT

*The purpose of thesis is an analysis the structural planning of the Madrasah Aliyah Negeri I Dormitory of Tanjung Pura, Langkat districts using the SAP 2000 computers program, the purpose of using the program is to obtain fast and precise calculations. The purpose of thesis is to get the calculation of reinforcement in column, beam, slab, foundations and compare with the planning consultant. The calculation results obtained column K1 40x40cm using 8D22mm reinforcement with begel  $\phi$ 10-200mm. K2 column 30x30cm using 8D16mm reinforcement with  $\phi$ 10-150mm begel. Beam B1 25x50cm the reinforcement support is 8D16mm, while the reinforcement for the field is 9D16mm with begel  $\phi$ 10-170mm. Beam B2 25x60cm the reinforcement support is 8D16mm, while the reinforcement for the field is 7D16mm with begel  $\phi$ 10-130mm. Beam B3 20x40cm the reinforcement support is 6D16mm, while the reinforcement for the field is 7D16mm with begel  $\phi$ 10-170mm. Beam BA 20x30cm the reinforcement support is 5D16mm, while the reinforcement for the field is 5D16mm with begel  $\phi$ 10-120mm. 10cm thick roof slab using  $\phi$ 10-200mm reinforcement. 12cm thick floor slab using  $\phi$ 10-150mm reinforcement. S-4, S-5 and S-6 pilecap foundation uses D16-200mm reinforcement for the X and Y directions. After analyzing the results of the above from the above SAP 2000 and comparison with the planner consultant, the reinforcement results from the calculation analysis using SAP 2000 were obtained greater than the planning consultant reinforcement with a maximum comparison value of 50%, the difference was due to assumptions that took into account economic and ease of implementation in the site.*

**Keywords:** *Structural Analysis, Dormitory, SAP2000, Column, Beam, Slab, Foundation, Reinforcement.*



## DAFTAR ISI

Halaman

**LEMBAR PENGESAHAN**

**LEMBAR PERNYATAAN**

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

**RIWAYAT HIDUP**

**KATA PENGANTAR..... i**

**ABSTRAK ..... iii**

**ABSTRACT ..... iv**

**DAFTAR ISI..... v**

**DAFTAR TABEL ..... x**

**DAFTAR GAMBAR..... xii**

**DAFTAR NOTASI..... xiii**

**BAB I PENDAHULUAN..... 1**

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian ..... 2

1.2.1 Maksud Penelitian..... 2

1.2.2 Tujuan Penelitian ..... 2

1.3 Rumusan Masalah..... 2

1.4 Batasan Masalah ..... 3

1.5 Metode Penelitian ..... 3

1.6 Manfaat Penelitian ..... 4

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..... 5**

2.1	Tinjauan Umum .....	5
2.2	Penelitian Terdahulu .....	5
2.3	Beton Betulang .....	8
2.4	Kolom .....	8
2.5	Balok .....	9
2.6	Pelat .....	9
2.7	Pondasi .....	9
2.7.1	Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang dengan Data Sondir .....	11
2.7.2	Pemeriksaan Kapasitas Ultimit Kelompok Tiang....	12
2.8	Perhitungan Penulangan Struktur .....	12
2.8.1	Pelat .....	13
2.8.2	Balok .....	14
2.8.3	Kolom .....	15
2.8.4	Pondasi Pilecap .....	16
2.9	Pembebanan .....	17
2.9.1	Beban Mati .....	17
2.9.2	Beban Hidup .....	19
2.9.3	Beban Gempa .....	21
2.10	Kombinasi Pembebanan .....	26
2.11	Program Analisis Struktur SAP 2000 .....	28
2.12	Pemeriksaan Hasil Analisis Struktur SAP 2000 .....	32
2.12.1	Partisipasi Massa .....	32
2.12.2	Simpangan Antar Lantai .....	32

<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3.1	Gambaran Umum.....	33
3.2	Pengolahan Data Menggunakan Software SAP 2000 .....	33
3.2.1	Pemodelan Struktur 3D.....	33
3.2.2	Mendefinisikan Material Struktur Beton .....	34
3.2.3	Mendefinisikan Penampang Struktur.....	34
3.2.4	Menggambar Elemen Struktur .....	36
3.2.5	Menentukan Jenis Perletakan / Restraint .....	37
3.2.6	Menentukan Jenis Pembebanan .....	37
3.2.7	Mengaplikasikan Pembebanan.....	38
3.2.8	Mendefinisikan Beban Gempa.....	40
3.2.9	Menentukan Kombinasi Pembebanan.....	43
3.2.10	Menentukan Faktor Pengali Respon Spektrum.....	43
3.2.11	Menentukan Massa Struktur .....	44
3.2.12	Menetapkan Lantai sebagai Diafragma .....	45
3.2.13	Analisis ( <i>Run</i> ) Gaya – Gaya Dalam yang Dimodelkan.....	45
3.2.14	Menampilkan Diagram Gaya – Gaya Dalam.....	46
3.2.15	Export Nilai Gaya – Gaya Dalam ke Microsoft Excel .....	47
3.3	Diagram Alir Penelitian .....	49
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>50</b>
4.1	Perhitungan Pembebanan (PPIUG 1983) .....	50
4.1.1	Pembebanan pada Pelat.....	50

4.1.2	Pembebanan pada Balok .....	51
4.1.3	Pembebanan Gempa.....	52
4.2	Kontrol Hasil Analisis Struktur SAP 2000 .....	53
4.2.1	Kontrol Partisipasi Massa .....	53
4.2.2	Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai.....	53
4.3	Perhitungan Penulangan Balok.....	54
4.3.1	Balok B1 Uk. 25cm x 50cm.....	54
4.3.2	Balok B2 Uk. 25cm x 60cm.....	57
4.3.3	Balok B3 Uk. 20cm x 40cm.....	61
4.3.4	Balok BA Uk. 20cm x 30cm.....	65
4.4	Perhitungan Penulangan Kolom .....	71
4.4.1	Kolom K1 Uk. 40cm x 40cm.....	71
4.4.2	Kolom K2 Uk. 30cm x 30cm.....	75
4.5	Perhitungan Penulangan Pelat Lantai Tebal 12cm .....	80
4.6	Perhitungan Penulangan Pelat Atap Tebal 10cm.....	87
4.7	Perhitungan Pondasi .....	94
4.7.1	Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang dan Jumlah Tiang.....	94
4.7.2	Pemeriksaan Kapasitas Ultimit Kelompok Tiang....	94
4.7.3	Penulangan Pondasi Pilecap .....	95
4.8	Rasio Perbandingan antara Hasil Analisa dengan Konsultan Perencana .....	104
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>105</b>
5.1	Kesimpulan .....	105

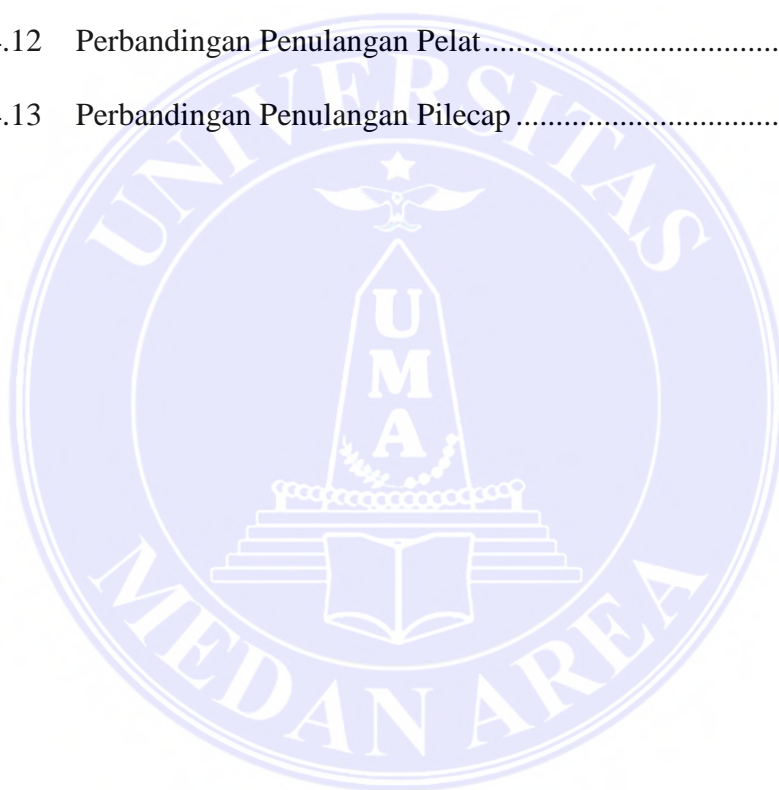
5.2	Saran .....	105
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>107</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

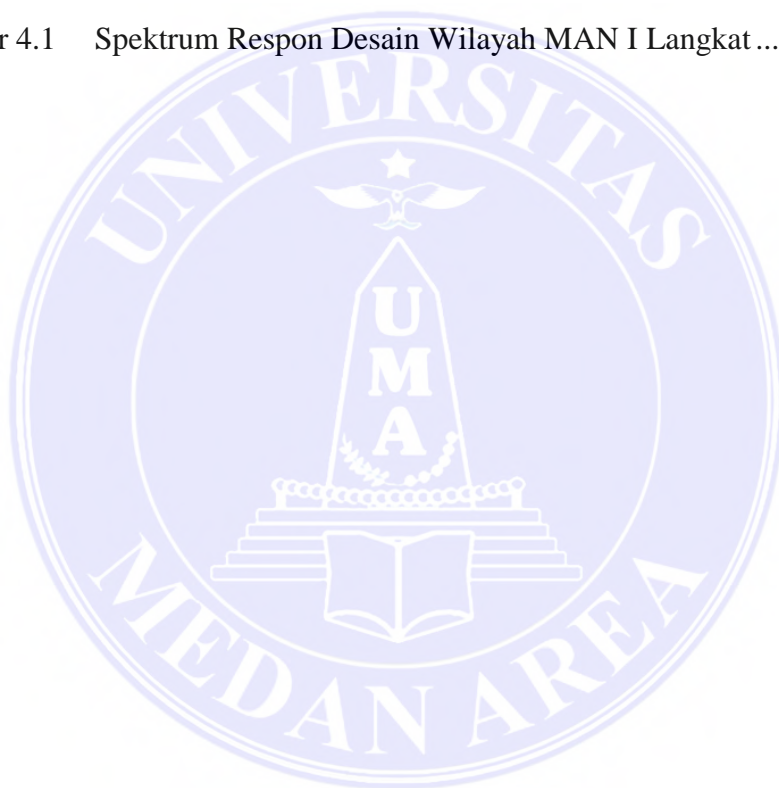
	Halaman
Tabel 2.1 Pedoman Syarat – Syarat dan Ketentuan .....	5
Tabel 2.2 Berat Sendiri Bahan Bangunan .....	18
Tabel 2.3 Berat Sendiri Komponen Gedung .....	18
Tabel 2.4 Beban Hidup pada Lantai Gedung .....	19
Tabel 2.5 Koefisien Reduksi Beban Hidup .....	20
Tabel 2.6 Kategori Risiko Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa .....	22
Tabel 2.7 Faktor Keutamaan Gempa .....	22
Tabel 2.8 Hubungan antara parameter tanah untuk tanah lempung atau lanau .....	24
Tabel 2.9 Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Peiode Pendek .....	24
Tabel 2.10 Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Peiode Pendek .....	25
Tabel 2.11 Kategori seismik (KDS) dan risiko kegempaan .....	25
Tabel 2.12 Faktor R, Cd dan $\Omega_0$ untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik.....	25
Tabel 2.13 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	26
Tabel 2.14 Nilai parameter periode pendekatan Ct dan x.....	26
Tabel 4.1 Data Desain Seismik .....	52
Tabel 4.2 Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai .....	53
Tabel 4.3 Rekapitulasi Penulangan Balok .....	70
Tabel 4.4 Rekapitulasi Penulangan Kolom.....	79

abel 4.5	Rekapitulasi Penulangan Pelat Lantai 2-3 .....	85
Tabel 4.6	Rekapitulasi Penulangan Pelat Atap .....	92
Tabel 4.7	Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang dan Jumlah Tiang ....	94
Tabel 4.8	Perhitungan Kapasitas Ultimit Kelompok Tiang Pancang .....	94
Tabel 4.9	Rekapitulasi Penulangan Pilecap .....	103
Tabel 4.10	Perbandingan Penulangan Balok .....	104
Tabel 4.11	Perbandingan Penulangan Kolom.....	104
Tabel 4.12	Perbandingan Penulangan Pelat.....	104
Tabel 4.13	Perbandingan Penulangan Pilecap .....	104



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tipe – Tipe Pondasi yang Umum.....	11
Gambar 2.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Hasil Uji Sondir (Robertson & Campanella, 1983).....	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	49
Gambar 4.1 Spektrum Respon Desain Wilayah MAN I Langkat .....	53



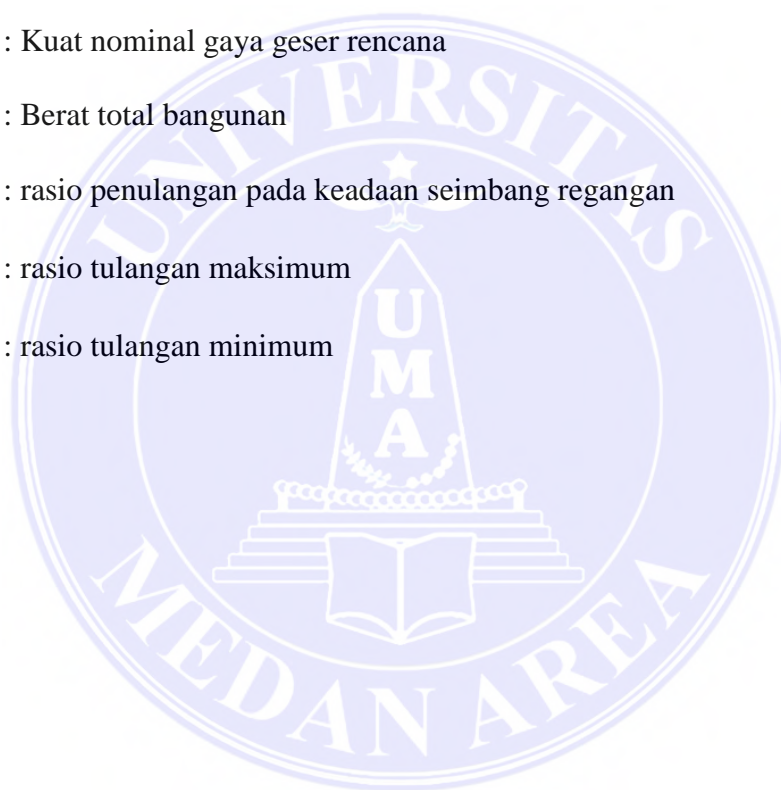


## DAFTAR NOTASI

$\beta_1$	: Faktor reduksi tinggi blok tegangan tekan ekivalen beton
$\Omega_0$	: Faktor kuat lebih sistem
$A_s$	: Luas penampang tulangan
$C_d$	: Faktor pembesaran simpangan lateral
$C_{R1}$	: Nilai terpeta koefisien risiko spesifik situs pada periode 1 detik
$C_{RS}$	: Nilai terpeta koefisien risiko spesifik situs pada periode pendek
$C_u$	: Kekuatan geser <i>undrained</i> ; Koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung
$D$	: <i>Dead Load</i> (beban mati)
$D$	: Diameter tulangan ( <i>deform</i> )
$DX$	: Gempa dinamik arah X
$DY$	: Gempa dinamik arah Y
$\delta_{xe}$	: Simpangan di tingkat-x yang disyaratkan
$EX$	: <i>Earthquake</i> (beban gempa arah X)
$EY$	: <i>Earthquake</i> (beban gempa arah Y)
$\epsilon_y$	: Regangan luluh tulangan baja
$F_a$	: Koefisien situs untuk periode pendek yaitu pada periode 0,2 detik
$f'_c$	: Kuat tekan beton
$F_{PGA}$	: Koefisien situs untuk PGA
$f_r$	: Rasio gesekan sondir
$f_s$	: Tegangan tarik izin tulangan baja
$F_v$	: Koefisien situs untuk periode panjang (pada periode 1 detik)

- $f_y$  : Tegangan leleh rencana baja
- $I_e$  : Faktor keutamaan gempa
- KDS : Kategori desain seismic
- LL : *Live Load* (beban hidup)
- MCE : Gempa maksimum yang dipertimbangkan
- $M_n$  : Kuat nominal momen rencana
- $\sigma$  : Kuat nominal; diameter tulangan
- $\phi$  : Faktor reduksi kekuatan
- PGA : Percepatan muka tanah puncak MCEG terpeta
- $P_n$  : Kuat nominal gaya torsi rencana
- $q_c$  : Tahanan konus sondir
- R : Koefisien modifikasi respons
- $R_n$  : Faktor tahanan momen
- $S_1$  : Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik
- SD : *Superdead Load* (beban mati tambahan)
- $S_{D1}$  : Parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik
- $S_{DS}$  : Parameter percepatan respons spektral pada periode pendek
- $S_{M1}$  : percepatan percepatan respons spektral MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
- $S_{MS}$  : Parameter percepatan respons spektral MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
- $S_s$  : Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek

- $SX$  : Gempa statik ekuivalen arah X
- $SY$  : Gempa statik ekuivalen arah Y
- $T$  : Periode fundamental struktur yang ditentukan dari model dengan dasar fleksibel
- $T_a$  : Periode fundamental pendekatan
- $T_c$  : Periode getar yang diperoleh dari program analisis struktur
- $V$  : Gaya geser dasar horizontal
- $V_n$  : Kuat nominal gaya geser rencana
- $W$  : Berat total bangunan
- $\rho_b$  : rasio penulangan pada keadaan seimbang regangan
- $\rho_{maks}$  : rasio tulangan maksimum
- $\rho_{min}$  : rasio tulangan minimum



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Semakin meningkatnya pertumbuhan dalam bidang pendidikan mengakibatkan kebutuhan akan prasarana dan sarana bangunan gedung juga semakin bertambah. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan bangunan tersebut, ketersediaan lahan yang ada menjadi semakin sedikit. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan melakukan pembangunan secara vertikal, yaitu dengan pembangunan gedung bertingkat.

Perhitungan gedung bertingkat harus memperhatikan beberapa faktor penting antara lain fungsi, kekuatan, keamanan, kestabilan, keindahan, keekonomisan dan kemudahan dalam pelaksanaan konstruksi.

Secara keseluruhan struktur bangunan gedung terdiri dari dua bagian yaitu struktur bagian atas yang berupa kolom, balok, pelat lantai dan atap sedangkan struktur bagian bawah berupa Pondasi. Struktur atas berfungsi sebagai pendukung gaya-gaya yang bekerja pada suatu gedung, sedangkan struktur bawah berfungsi menahan serta menyalurkan gaya - gaya tersebut ke tanah.

Semakin rumit suatu struktur maka akan menghasilkan banyak derajat kebebasan dan jika dihitung dengan cara manual akan membutuhkan waktu yang lama dan tidak efisien dalam pengerjaannya. Salah satu teknologi komputasi yang sangat umum dipakai untuk mempermudah proses analisis struktur adalah Program SAP 2000 yang mampu memvisualisasikan analisa mekanika dan analisa non linear.

Analisis perhitungan struktur pada penelitian ini dilakukan dengan pemodelan struktur 3D menggunakan program SAP 2000 untuk mendapat besaran gaya-gaya dalam yaitu gaya yang bekerja di dalam sebuah konstruksi bangunan akibat adanya beban-beban yang terdapat pada struktur bangunan tersebut. Gaya-gaya tersebut berupa momen, lintang dan normal yang selanjutnya digunakan untuk perhitungan tulangan elemen struktur.

## **1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.2.1 Maksud Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah menganalisis perencanaan struktur gedung asrama Madrasah Aliyah Negeri I Tanjung Pura, Kab. Langkat menggunakan software SAP 2000.

### **1.2.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan perhitungan tulangan elemen struktur gedung asrama Madrasah Aliyah Negeri I Tanjung Pura, Kab. Langkat yaitu kolom, balok, pelat, pondasi menggunakan software SAP 2000 dan membandingkan dengan konsultan perencana.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana cara perhitungan tulangan elemen struktur gedung asrama Madrasah Aliyah Negeri I Tanjung Pura, Kab. Langkat yaitu kolom, balok, pelat dan pondasi menggunakan software SAP 2000.

#### 1.4 Batasan Masalah

Perhitungan tulangan elemen struktur pada penelitian ini dibatasi pada perhitungan tulangan elemen struktur kolom, balok, pelat dan pondasi pilecap.

#### 1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif untuk menganalisis data dengan mendeskripsikan data yang telah dikumpulkan, yang bersifat deskriptif dan menggunakan analisis.

##### 1. Sumber Data

Data primer pada penelitian ini berupa shop drawing, data tanah hasil sondir dan spesifikasi teknik. Dari data tersebut kemudian diketahui dimensi dan spesifikasi struktur yang digunakan sehingga dapat dilakukan permodelan 3D gedung asrama Madrasah Aliyah Negeri 1 Tanjung Pura, Kab. Langkat dan analisa menggunakan *software* SAP 2000.

Data sekunder yaitu data-data pendukung data primer antara lain adalah pedoman peraturan dan syarat yang berlaku, literatur-literatur penunjang, grafik, tabel, peta dan data yang berkaitan erat dengan proses perancangan struktur bangunan gedung.

##### 2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan teknik observasi yaitu dengan melakukan pengamatan langsung terhadap obyek yang dikaji. Obyek yang diamati adalah data primer ditambah

data sekunder, hasil dari pengamatan kemudian ditulis secara deskriptif.

### 3. Teknik Penyusunan dan Penyajian Data

Penyusunan dan penyajian data dalam penelitian ini menggunakan program Microsoft Excel untuk perhitungan tulangan secara manual. Kemudian hasil perhitungan tulangan digambar dengan menggunakan program Autocad. Sedangkan data-data yang bersifat penjelasan ditampilkan secara deskriptif kualitatif dalam bentuk uraian.

### 4. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan *software* SAP 2000 dengan pemodelan struktur 3 Dimensi (3D). Hasil *running output* SAP 2000 yang disajikan dalam bentuk grafik dan tabel kemudian lebih lanjut dijadikan acuan dalam hasil dan pembahasan.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui perhitungan tulangan elemen struktur gedung asrama Madrasah Aliyah Negeri I Tanjung Pura, Kab. Langkat yaitu kolom, balok, pelat dan pondasi menggunakan *software* SAP 2000.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Umum

Perencanaan struktur gedung bertingkat harus berpedoman pada syarat-syarat dan ketentuan yang berlaku di negara tempat proyek tersebut dilaksanakan, dalam penelitian ini proyek dilaksanakan di Indonesia maka harus berpedoman pada Standar Nasional Indonesia. Adapun syarat-syarat dan ketentuan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2.1 Pedoman Syarat-Syarat dan Ketentuan

Peraturan	Tentang
SNI 2847-2019	Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung
SNI 1727-2020	Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain
SNI 1726-2019	Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
PPIUG 1983	Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung
SK SNI T-15-1991-03	Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang

Sumber: Penulis, 2022

#### 2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu bertujuan untuk mendapatkan bahan perbandingan dan acuan. Untuk mencapai hasil penelitian yang lebih baik, maka perlu dilakukan peninjauan terhadap pustaka yang mangacu pada penelitian - penelitian terdahulu yang berkaitan dengan “Analisis Perhitungan Struktur Gedung Asrama Madrasah Aliyah Negeri 1 Tanjung Pura Kab. Langkat Menggunakan Software SAP 2000”. Lima penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang mempunyai keterkaitan dan dapat digunakan sebagai tinjauan pustaka, dijelaskan berikut ini.



1. Penelitian yang dilakukan oleh Maysarah., Yulina.L., and Meilandy.P. 2020. Analisis Perhitungan Struktur Laboratorium Teknik Sipil Type II Fakultas Teknik Universitas Samudra.. Tujuan penelitian ini adalah merencanakan dimensi dan penulangan balok, kolom, pelat dan tangga. Hasil analisis diperoleh tebal pelat lantai 13 cm dengan menggunakan tulangan D10-200mm untuk tulangan pokok dan D10-300mm untuk tulangan bagi. Dimensi balok B1 50x70cm menggunakan tulangan 12D25 untuk daerah tumpuan dengan tulangan sengkang D10-80mm dan 8D25 untuk daerah lapangan dengan tulangan sengkang D10-120mm. Dimensi kolom K1 60x80cm menggunakan tulangan 10D25 dengan tulangan sengkang D10-300mm. Tebal pelat tangga dan bordes diperoleh 13 cm menggunakan tulangan D10-200mm.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Nugroho,T. and Fatmawati.O. 2019. Perencanaan Struktur Gedung Hotel 5 Lantai di Daerah Pangandaran Jawa Barat Menggunakan Program SAP 2000. Tujuan penelitian tersebut adalah untuk merancang dan menghitung struktur konstruksi gedung hotel yang kuat dan tahan lama dekat dengan pantai yang memiliki beban angin kencang dan juga beban gempa. Hasil penelitian ini adalah kolom dimensi 450x600mm dengan tulangan lentur 12D22 dan tulangan geser 4D13-100. Balok dimensi 450x600mm dengan tulangan lentur tumpuan atas 6D22, tulangan lentur tumpuan bawah 4D22, tulangan geser 5D10-110, tulangan lentur lapangan atas 5D22, tulangan lentur lapangan bawah 2D22, dan tulangan geser 4D10-200.

Pelat tebal 15 cm dengan tulangan tumpuan dan lapangan array X dan Y adalah  $\phi 10-250$ .

3. Penelitian yang dilakukan oleh Kelven., Budiono., and Penta-Artiningsih,T. 2018. Perencanaan Struktur Beton Bertulang Bangunan Tingkat Tinggi Tidak Simetris Dengan Program SAP 2000. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan dimensi serta penulangan pada kolom, balok dan pelat sesuai dengan standard yang berlaku di Indonesia (SNI). Hasil penelitian ini adalah kolom dimensi 450x650mm dengan tulangan lentur 24D22 dan tulangan geser 2D13-100. Balok dimensi 450x650mm dengan tulangan lentur tumpuan atas 7D22, tulangan lentur tumpuan bawah 7D19, tulangan geser 2D13-110, tulangan lentur lapangan atas 4D19, tulangan lentur lapangan bawah 6D19, dan tulangan geser 2D13-190. Pelat tebal 15 cm dengan tulangan tumpuan dan lapangan array X dan Y adalah  $\phi 10-250$ .
4. Penelitian yang dilakukan oleh Puspita.R., Yoke.L., and Setya-Budi,G. 2017. Analisis Perhitungan Struktur Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura Pontianak. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa perhitungan gaya-gaya dalam pada struktur akibat beban vertikal dan beban horizontal. Hasil penelitian ini adalah terdapat perbedaan dimensi komponen struktur pada hasil analisis dengan keadaan eksisting dikarenakan pada penelitian ini memperhitungkan beban gempa.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Deden.P., Sekar-Pujaningtyas,N., and Agung.K. 2019. Analisis Perencanaan Struktur Gedung Lab School

Universitas PGRI Semarang. Maksud penelitian tersebut adalah untuk menganalisis perencanaan struktur pada pembangunan gedung Lab School Universitas PGRI Semarang dengan menggunakan bantuan software SAP 2000 versi 14.0. Hasil penelitian ini adalah K1 diperoleh dimensi 50 x 50 dengan tulangan tumpuan lapangan 13D16 dan sengkang D10-125, K1 diperoleh dimensi 50 x 50 dengan tulangan tumpuan lapangan 13D16 dan sengkang D10-125, Pelat lantai beton 12 cm di elv.+ 4.00 dan elv.+ 7.50 menggunakan tulangan  $\emptyset$  10- 200, dan pondasi yang digunakan menggunakan pondasi tiang pancang jenis minipile dimana untuk pondasi dengan poer dimensi B= 23m, L=2 m, h = 1,1 m dengan kedalaman pondasi 1 adalah 24 m.

### 2.3 Beton Bertulang

Menurut SNI 2847:2002 pasal 3.13, beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum, yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja.

### 2.4 Kolom

Menurut SNI 2847:2019, kolom adalah komponen struktur umumnya vertikal, digunakan untuk memikul beban tekan aksial, tapi dapat juga memikul momen, geser atau torsi. Kolom yang digunakan sebagai bagian sistem rangka pemikul gaya lateral menahan kombinasi beban aksial, momen dan geser.

## 2.5 Balok

*Beam*, balok/rasuk adalah bagian struktur yang didesain untuk menahan beban yang menekuknya. Efek tekuk pada setiap titik diketahui dengan menghitung momen tekuknya. Balok biasanya terbuat dari kayu, baja, campuran baja ringan atau beton bertulang atau beton pratekan. (Jhon S. Scott, 1994 : 43).

## 2.6 Pelat

Pelat merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin bertulangan dua atau satu arah saja, tergantung sistem strukturnya. (Istimawan, 1994: 207)

Petak pelat dibatasi oleh balok anak pada kedua sisi panjang dan oleh balok induk pada kedua sisi pendek. Apabila pelat didukung sepanjang keempat sisinya seperti tersebut di atas, dinamakan sebagai pelat dua arah di mana lenturan akan timbul pada dua arah yang saling tegak lurus. Namun apabila perbandingan sisi panjang terhadap sisi pendek yang saling tegak lurus lebih besar dari 2, pelat dianggap hanya bekerja sebagai pelat satu arah dengan lenturan utama pada arah sisi yang lebih pendek. Sehingga struktur pelat satu arah dapat didefinisikan sebagai pelat yang didukung pada dua tepi yang berhadapan sedemikian sehingga lenturan timbul hanya dalam satu arah saja, yaitu pada arah yang tegak lurus terhadap arah dukungan tepi. (Istimawan, 1994: 45)

## 2.7 Pondasi

Bagian paling bawah dari suatu konstruksi dinamakan pondasi. Fungsi pondasi ini adalah meneruskan beban konstruksi ke lapisan tanah yang berada di bawah pondasi. Bentuk pondasi ini bermacam-macam. Bentuknya biasanya dipilih

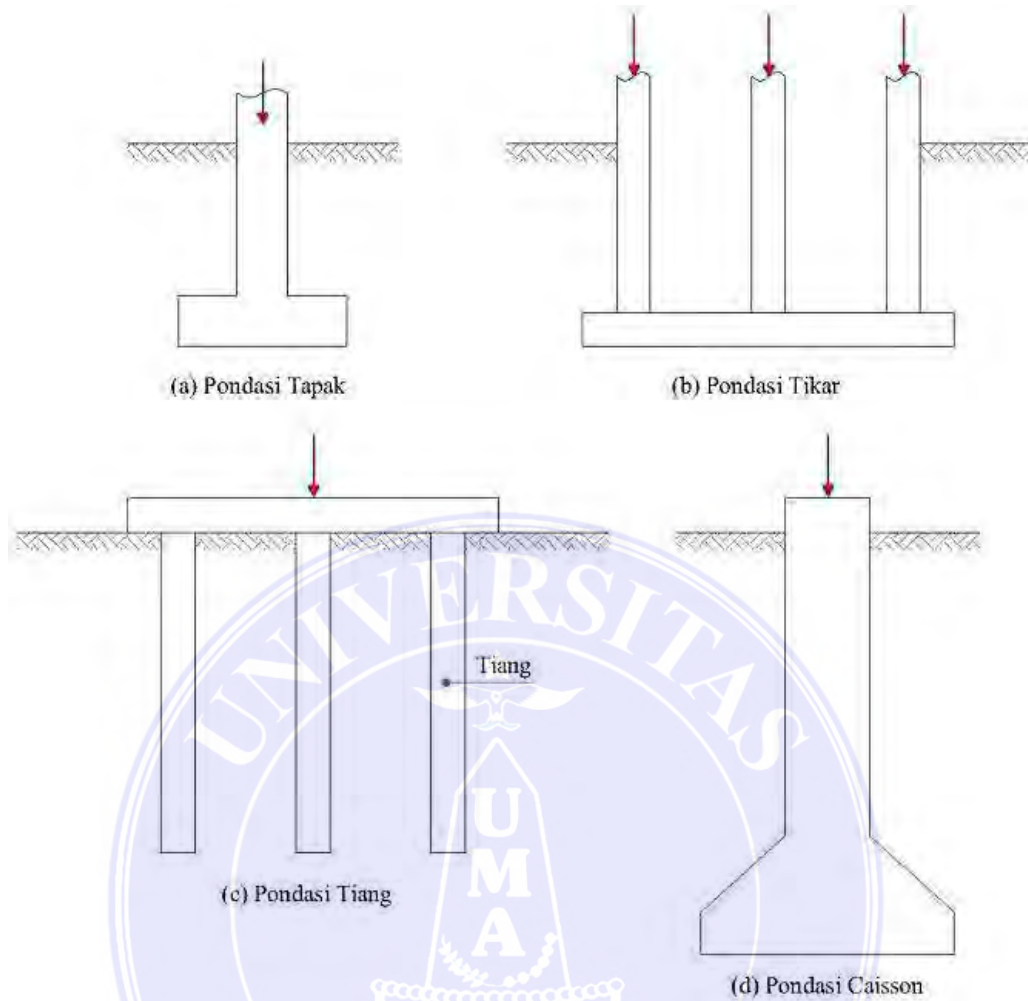
sesuai dengan jenis bangunan dan tanah dimana gambar 2.1 menunjukkan tipe-tipe pondasi umum. (Braja M. Das, 1993:115)

Pondasi tapak (spread foating) mempunyai bentuk seperti kolom suatu bangunan, tetapi ukurannya dibuat lebih besar dari kolom sehingga beban yang diteruskan ke pondasi dapat disebar ke luasan tanah yang lebih besar. Untuk tanah dengan daya dukung rendah, ukuran dari pondasi tapak biasanya terlalu besar sehingga tidak praktis. Oleh karena itu, untuk keadaan tersebut akan lebih ekonomis kalau seluruh konstruksi dibangun di atas suatu lantai beton yang luas. Tipe pondasi tadi dinamakan pondasi tikar (mat foundation).

Pondasi tiang dan pondasi caisson digunakan untuk konstruksi yang lebih berat, yaitu bila kedalaman pondasi yang dibutuhkan untuk memikul beban sangat besar. Pondasi tiang biasanya terbuat dari kayu, beton atau besi yang berfungsi untuk meneruskan beban dari konstruksi bagian atas ke lapisan tanah yang paling bawah.

Pondasi caisson dapat dibuat dengan cara memasukkan batang pipa ke dalam tanah dan kemudian diisi dengan beton. Pipa tersebut dapat ditinggalkan di dalam tanah atau ditarik ke luar selama pengecoran beton berlangsung.

Pondasi tapak dan pondasi tikar pada umumnya dinamakan pondasi dangkal dan pondasi tiang sementara itu pondasi caisson disebut sebagai pondasi dalam.



Gambar 2.1 Tipe – Tipe Pondasi yang Umum

Sumber: Braja M. Das, 1993: 116

Adapun tipe pondasi pada penelitian ini menggunakan pondasi tiang pancang bentuk kotak (*square pile*) ukuran 25 cm x 25 cm.

### 2.7.1 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang dengan Data Sondir

Daya dukung tiang dalam penelitian ini dihitung berdasarkan hasil pengujian sondir. Metode perhitungan analisis daya dukung tiang dilakukan dengan Metode Meyerhof (1976) sebagai berikut:

$$Q_u = (q_c \times A_p) + (JHL \times K_p)$$

Keterangan:

$Q_u$  = daya dukung ultimate tiang pancang tunggal

$q_c$  = perlawanan konus

$A_p$  = luas penampang tiang

JHL = jumlah hambatan lekat

$K_p$  = keliling penampang tiang

Perhitungan jumlah tiang pada masing – masing join dilakukan dengan cara membagi beban aksial maksimum yang diperoleh dari hasil output SAP2000 dengan nilai daya dukung ultimate tiang pancang tunggal.

### 2.7.2 Pemeriksaan Kapasitas Ultimit Kelompok Tiang

Efisiensi kelompok tiang dihitung berdasarkan formula.

$$E_g = 1 - \frac{\text{Arc tan } \frac{D}{S}}{90} \times \frac{(m-1)n+(n-1)m}{mn}$$

Keterangan:

$E_g$  = Efisiensi kelompok tiang pancang

$m$  = jumlah baris tiang pancang arah x

$n$  = jumlah baris tiang pancang arah y

$D$  = diameter tiang

$S$  = jarak antar as tiang digunakan

$S'$  = Jarak antar tepi pilecap dengan tiang pancang digunakan

### 2.8 Perhitungan Penulangan Struktur

Perhitungan tulangan elemen struktur sesuai dengan aturan yang terdapat pada SNI 2847-2013. Nilai gaya-gaya dalam diperoleh menggunakan *software*

SAP 2000. Untuk pelat lantai, nilai gaya-gaya dalam diperoleh berdasarkan perhitungan pembebanan. Berikut langkah-langkah perhitungan penulangan struktur:

### 2.8.1 Pelat

1. Perhitungan momen arah X dan Y pada pelat diperoleh dari perhitungan momen manual sesuai buku Gideon Jilid 4.

2. Menghitung kuat nominal momen rencana

$$Mn = \frac{Mu}{\phi}$$

3. Menghitung faktor tahanan momen

$$Rn = \frac{Mn}{b \times d^2}$$

4. Menghitung rasio penulangan

$$\rho_{\min} = \frac{0,25\sqrt{f_c}}{f_y}$$

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

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_{\text{balance}}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c} \quad (\text{Wang, C.Salmon pers. 3.8.4.a})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{f_y}} \right) \quad (\text{Wang, C.Salmon pers. 3.8.4.a})$$

5. Menghitung kebutuhan tulangan

$$As = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \quad (\text{Wang, C.Salmon pers. 3.5.1})$$

Apabila  $\rho_{\min} > \rho_{\text{perlu}}$ , maka digunakan  $\rho_{\min}$

6. Kontrol jarak spasi tulangan

$$S_{\max} < 2 \times h$$

7. Gambar hasil perhitungan tulangan.



### 2.8.2 Balok

1. Menghitung tulangan longitudinal. Momen tumpuan dan lapangan diperoleh dari *output* SAP 2000.

2. Menghitung kuat nominal momen rencana

$$M_n = \frac{Mu}{\phi}$$

3. Menghitung

$$d = bw - \text{decking} - \phi \text{ sengkang} - \frac{1}{2} D \text{ Tulangan utama}$$

4. Menghitung faktor tahanan momen

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2}$$

5. Menghitung rasio penulangan

$$\rho_{\min} = \frac{0,25\sqrt{f_c}}{f_y}$$

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

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_{\text{balance}}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c} \quad (\text{Wang, C.Salmon pers. 3.8.4.a})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \quad (\text{Wang, C.Salmon pers. 3.8.4.a})$$

6. Menghitung kebutuhan tulangan

$\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$ , maka digunakan  $\rho_{\text{perlu}}$

$\rho_{\min} > \rho_{\text{perlu}}$ , maka digunakan  $\rho_{\min}$

$A_s = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d$  atau  $A_s = \rho_{\min} \times b \times d$

$$n = \frac{A_s}{A_s \text{ pakai}}$$

- Menghitung tulangan geser. Gaya lintang maksimum ( $V_u$ ) diperoleh dari *output* SAP 2000.

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \times b_w \times d$$

$$V_s = \frac{V_c}{\phi}$$

Untuk gaya geser minimum harus digunakan tulangan geser:

$$V_s \text{ min} = \frac{1}{3} \times b_w \times d$$

$$V_s \text{ max} = \frac{2}{3} \sqrt{f_c} \times b_w \times d$$

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

Luas tulangan minimum yang harus terpasang

$$A_v \text{ min} = \frac{b_w \times s}{3 \times f_y}$$

- Kontrol jarak spasi tulangan

$$S_{\text{max}} \leq \frac{d}{2}$$

- Gambar hasil perhitungan tulangan.

### 2.8.3 Kolom

- Menghitung tulangan longitudinal. Gaya aksial dan momen maksimum diperoleh dari *output* SAP 2000.
- Menghitung factor kekakuan (EI) kolom.
- Menghitung factor kekangan ujung-ujung kolom  $\psi_A$  dan  $\psi_B$
- Menghitung factor panjang efektif (k) dari nomogram SNI 2847:2019 Pasal 6.2.5:93.
- Menghitung  $P_c$  (Beban kritis) kolom-kolom yang bersangkutan.

6. Menghitung factor pembesaran momen ( $\delta_s$  dan  $\delta_{ns}$ )
7. Menghitung kebutuhan tulangan
8. Kontrol persyaratan rasio tulangan kolom
9. Kontrol jarak spasi tulangan

$$S_1 = 48 \times \emptyset \text{ tulangan sengkang}$$

$$S_2 = 16 \times D \text{ tulangan longitudinal}$$

$$S_3 = \text{sisi terpendek penampang}$$

$$S_4 = \frac{b}{2}$$

$$S_{\text{pakai}} = \text{Dipilih terpendek}$$

10. Gambar hasil perhitungan tulangan.

#### 2.8.4 Pondasi Pilecap

1. Perhitungan gaya – gaya dalam momen arah X dan Y maksimum diperoleh dari output SAP 2000.
2. Menghitung kuat nominal momen rencana

$$M_n = \frac{Mu}{\emptyset}$$

3. Menghitung faktor tahanan momen

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2}$$

4. Menghitung rasio penulangan

$$\rho_{\text{min}} = \frac{0,25\sqrt{f_c}}{f_y}$$

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

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times \rho_{\text{balance}}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c}$$

(Wang, C.Salmon pers. 3.8.4.a)

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{f_y}} \right) \text{ (Wang, C.Salmon pers. 3.8.4.a)}$$

5. Menghitung kebutuhan tulangan

$$A_s = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \quad \text{(Wang, C.Salmon pers. 3.5.1)}$$

Apabila  $\rho_{\text{min}} > \rho_{\text{perlu}}$ , maka digunakan  $\rho_{\text{min}}$

6. Kontrol jarak spasi tulangan

$$S_{\text{max}} < 2 \times h$$

7. Gambar hasil perhitungan tulangan.

## 2.9 Pembebanan

### 2.9.1 Beban Mati

Menurut SNI 1727:2020 pasal 3.1, beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat derek dan sistem pengangkut material.

Beban mati sendiri gedung (*Dead Load*) akan dihitung otomatis sebagai self weight oleh software SAP 2000 berdasarkan input data material dan dimensi material yang digunakan.

Adapun beban mati tambahan (*Super Dead Load*) yang diperhitungkan adalah beban dinding pasangan  $\frac{1}{2}$  bata, waterproofing, spesi keramik, keramik, plafond dan penggantung.

Tabel 2.2 Berat Sendiri Bahan Bangunan

Baja	7,850	kg/m <sup>3</sup>
Batu alam	2,600	kg/m <sup>3</sup>
Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk)	1,500	kg/m <sup>3</sup>
Batu karang (berat tumpuk)	700	kg/m <sup>3</sup>
Batu pecah	1,450	kg/m <sup>3</sup>
Besi tuang	7,250	kg/m <sup>3</sup>
Beton	2,200	kg/m <sup>3</sup>
Beton bertulang	2,400	kg/m <sup>3</sup>
Kayu kelas I	1,000	kg/m <sup>3</sup>
Kerikil, koral (kering udara sampai lembab, tanpa diayak)	1,650	kg/m <sup>3</sup>
Pasangan bata merah	1,700	kg/m <sup>3</sup>
Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2,200	kg/m <sup>3</sup>
Pasangan batu cetak	2,200	kg/m <sup>3</sup>
Pasangan batu karang	1,450	kg/m <sup>3</sup>
Pasir (kering udara sampai lembab)	1,600	kg/m <sup>3</sup>
Pasir (jenuh air)	1,800	kg/m <sup>3</sup>
Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembab)	1,850	kg/m <sup>3</sup>
Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembab)	1,700	kg/m <sup>3</sup>
Tanah, lempung dan lanau (basah)	2,000	kg/m <sup>3</sup>
Timah hitam (timbel)	11,400	kg/m <sup>3</sup>

Sumber: Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983: 11

Menurut PPIUG pasal 2.2.1, apabila beban mati memberikan pengaruh yang menguntungkan terhadap pengerahan kekuatan suatu struktur atau unsur struktur suatu gedung, maka beban mati tersebut harus diambil menurut tabel 2.3 dengan mengalikan dengan koefisien reduksi 0.9.

Tabel 2.3 Berat Sendiri Komponen Gedung

Adukan, per cm tebal:		
- dari semen	21	kg/m <sup>2</sup>
- dari kapur, semen merah atau tras	17	kg/m <sup>2</sup>
Aspal, termasuk bahan - bahan mineral penambah per cm tebal	14	kg/m <sup>2</sup>
Dinding pasangan bata merah:		
- satu batu	450	kg/m <sup>2</sup>
- setengah batu	250	kg/m <sup>2</sup>

Sumber: Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983: 11-12

Lanjutan Tabel 2.3 Berat Sendiri Komponen Gedung

Dinding pasangan batako:		
- Berlubang:		
tebal dinding 20 cm (HB 20)	200	kg/m <sup>2</sup>
tebal dinding 10 cm (HB 10)	120	kg/m <sup>2</sup>
- Tanpa lubang :		
tebal dinding 15 cm	300	kg/m <sup>2</sup>
tebal dinding 10 cm	200	kg/m <sup>2</sup>
Langit-langit & dinding (termasuk rusuk - rusuknya, tanpa penggantung langit - langit atau pengaku), terdiri:		
- semen asbes (eternit dan bahan lain sejenis), tebal maks. 4 mm	11	kg/m <sup>2</sup>
- kaca, dengan tebal 3-5 mm	10	kg/m <sup>2</sup>
Lantai kayu sederhana dengan balok kayu, tanpa langit - langit dengan bentang maksimum 5 m dan untuk beban hidup maksimum 200 kg/m <sup>2</sup>	40	kg/m <sup>2</sup>
Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s minimum 0.8 m	7	kg/m <sup>2</sup>
Penutup atap genteng dengan reng dan usuk/kaso, per m <sup>2</sup> bidang atap	50	kg/m <sup>2</sup>
Penutup atap sirap dengan reng usuk/kaso, per m <sup>2</sup> bidang atap	40	kg/m <sup>2</sup>
Penutup atap seng gelombang (BWG 24) tanpa gordeng	10	kg/m <sup>2</sup>
Penutup lantai dari ubin semen portland, teraso dan beton, tanpa adukan, per cm tebal	24	kg/m <sup>2</sup>
Semen asbes gelombang (tebal 5 mm)	11	kg/m <sup>2</sup>

Sumber: Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983: 11-12

## 2.9.2 Beban Hidup

Menurut SNI 1727:2020 pasal 4.1, beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.

Tabel 2.4 Beban Hidup pada Lantai Gedung

a.	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b.	200	kg/m <sup>2</sup>
b.	Lantai dan tangga rumah sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel.	125	kg/m <sup>2</sup>
c.	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit.	250	kg/m <sup>2</sup>
d.	Lantai ruang olah raga.	400	kg/m <sup>2</sup>
e.	Lantai ruang dansa.	500	kg/m <sup>2</sup>

Sumber: Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983:17

Lanjutan Tabel 2.4 Beban Hidup pada Lantai Gedung

f.	Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari pada yang disebut dalam a s/d e, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton.	400	kg/m <sup>2</sup>
g.	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri.	500	kg/m <sup>2</sup>
h.	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c.	300	kg/m <sup>2</sup>
i.	Tangga, bordes tangga dan gang yang disebut dalam d, e, f dan g.	500	kg/m <sup>2</sup>
j.	Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c, d, e, f dan g.	250	kg/m <sup>2</sup>
k.	Lantai untuk: pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri dengan minimum.	400	kg/m <sup>2</sup>
l.	Lantai gedung parkir bertingkat:		
	- untuk lantai bawah.	800	kg/m <sup>2</sup>
	- untuk lantai tingkat lainnya.	400	kg/m <sup>2</sup>
m.	Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan dengan minimum.	300	kg/m <sup>2</sup>

Sumber: Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983:17

Reduksi beban hidup pada perencanaan balok induk dan portal (beban horizontal/gempa dan angin), dapat dikalikan dengan faktor reduksi seperti pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Koefisien Reduksi Beban Hidup

Penggunaan Gedung	Koefisien reduksi beban hidup	
	Peninjauan Beban Gravitasi	Peninjauan Beban Gempa
<b>PERUMAHAN/HUNIAN</b>		
Rumah tinggal, asrama, hotel, rumah sakit	0,75	0,30
<b>PENDIDIKAN</b>		
Sekolah, ruang kuliah	0,90	0,50
<b>PERTEMUAN UMUM</b>		
Masjid, gereja, bioskop, restoran, ruang dansa, ruang pagelaran	0,90	0,50
<b>PERKANTORAN</b>		
Kantor, bank	0,60	0,30
<b>PERDAGANGAN</b>		
Toko, toserba, pasar	0,80	0,80

Sumber: Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983:21

Lanjutan Tabel 2.5 Koefisien Reduksi Beban Hidup

Penggunaan Gedung	Koefisien reduksi beban hidup	
	Peninjauan Beban Gravitasi	Peninjauan Beban Gempa
<b>PENYIMPANAN</b>		
Gudang, perpustakaan, ruang arsip	0,80	0,80
<b>INDUSTRI</b>		
Pabrik, bengkel	1,0	0,90
<b>TEMPAT KENDARAAN</b>		
Garasi, gedung parkir	0,90	0,50
<b>GANG DAN TANGGA</b>		
- perumahan	0,75	0,30
- pendidikan, kantor	0,75	0,50
- pertemuan umum, perdagangan, penyimpanan, industri, tempat kendaraan	0,90	0,50

Sumber: Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983:21

### 2.9.3 Beban Gempa

Menurut PPIUG pasal 1.0.4, beban gempa ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa di sini adalah gaya - gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

Dalam perhitungan gedung asrama ini, beban gempa dihitung menggunakan analisa respons sepektrum. Berdasarkan SNI gempa 1726:2019, perencanaan beban gempa dapat dianalisa dengan prosedur sebagai berikut:

1. Menentukan Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa.



Tabel 2.6 Kategori Risiko Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:	
- <del>Bangunan-Bangunan monumental</del>	
- <del>Gedung sekolah dan Fasilitas pendidikan</del>	
- Rumah ibadah	
- Rumah sakit dan Fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki Fasilitas bedah dan unit gawat darurat	
- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat	
- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya	
- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat	IV
- Pusat pembangkit energi dan Fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat	
- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, 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	
Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.	

Sumber: Tabel 3 SNI 1726:2019:24

## 2. Menentukan faktor keutamaan gempa

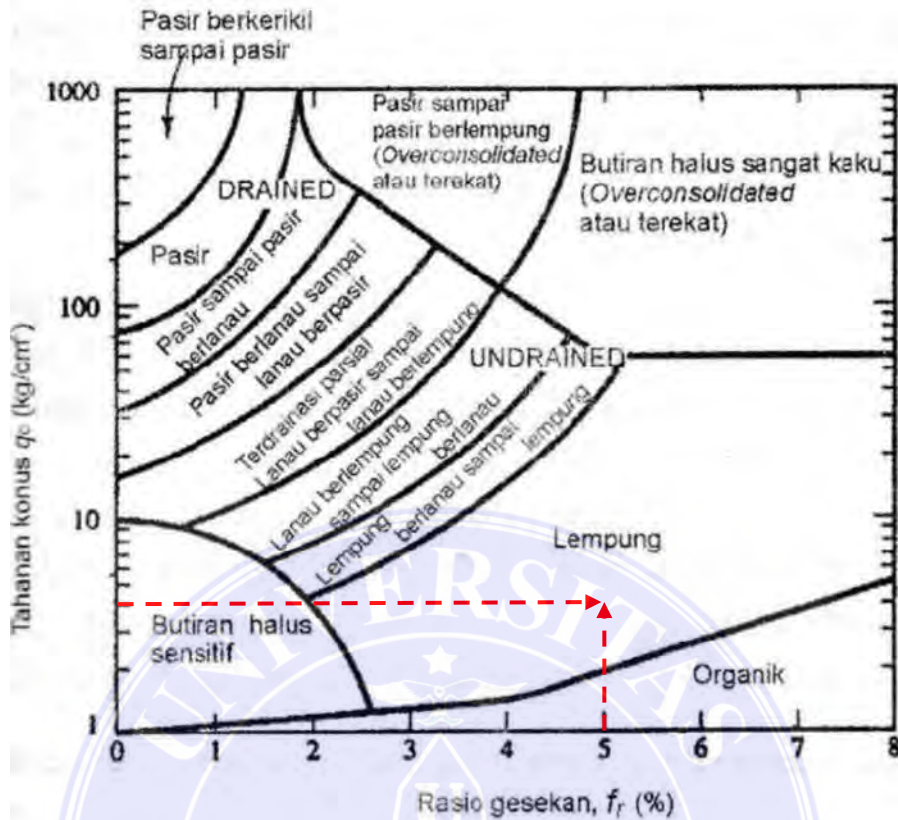
Tabel 2.7 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, Ie
I atau II	1.00
III	1.25
IV	1.50

Sumber: Tabel 4 SNI 1726:2019:25

## 3. Menentukan Klasifikasi situs

Pendekatan penentuan klasifikasi tanah dari uji sondir dikemukakan oleh Robertson dan Campanella (1983) berdasarkan hubungan antara tahanan konus ( $q_c$ ) dengan rasio gesekan  $f_r$ .



Gambar 2.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Hasil Uji Sondir (Robertson & Campanella, 1983)

Klasifikasi tanah merujuk usulan Robertson dan Campanella (1983) hasil pemplotan antara nilai konus sebesar 4 kg/cm<sup>2</sup> dengan rasio gesekan 5 % menunjukkan jenis tanah adalah lempung.

Dalam penelitian ini dilakukan korelasi hasil sondir untuk mencari pendekatan dari karakteristik tanah. Hal ini didasarkan dengan nilai taksiran harga tahanan konus ( $q_c$ ) dan konsistensi tanah. Berdasarkan hasil pengujian sondir yaitu dari data perlawanan konus (conus resitant), diperoleh rata-rata nilai maksimum perlawanan konus = 16 kg/cm<sup>2</sup> = 1600 kPa.

Tabel 2.8 Hubungan antara parameter tanah untuk tanah lempung atau lanau

Konsistensi Tanah	Taksiran Harga kekuatan Geser Undrained, $C_u$		Taksiran Harga SPT, Harga N	Taksiran Harga Tahanan Conus, $q_c$ (dari Sondir)	
	kPa	Ton / m <sup>2</sup>		kg / cm <sup>2</sup>	kPa
Sangat Lunak ( <i>very soft</i> )	0-12.5	0-1.25	0-2.5	0-10	0-1000
Lunak ( <i>soft</i> )	12.5-25	1.25-2.5	2.5-5	10-20	1000-2000
Menengah ( <i>medium</i> )	25-50	2.5-5	5-10	20-40	2000-4000
Kaku ( <i>stiff</i> )	50-100	5-10	10-20	40-75	4000-7500
Sangat Kaku ( <i>very stiff</i> )	100-200	10-20	20-40	75-150	7500-15000
Keras ( <i>hard</i> )	>200	> 20	>40	>150	>15000

Sumber: Mochtar (2006), revised (2012)

#### 4. Spektrum Desain Respon Gempa

Untuk penentuan parameter respon spektra percepatan di permukaan tanah menggunakan bantuan program yang disediakan oleh dinas pekerjaan umum melalui situs [puskim.go.id](http://puskim.go.id) desain spektra Indonesia 2011. Selanjutnya parameter – parameter di input pada program SAP 2000.

#### 5. Menentukan kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

Tabel 2.9 Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Peiode Pendek

Nilai $S_{DS}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$SDS < 0.167$	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: Tabel 8 SNI 1726:2019:37

#### 6. Menentukan kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik

Tabel 2.10 Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Peiode Pendek

Nilai $S_{D1}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$SD1 < 0.067$	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: Tabel 9 SNI 1726:2019:37

7. Kategori desain seismik (KDS) dan risiko kegempaan

Tabel 2.11 Kategori seismik (KDS) dan risiko kegempaan

Tinggi Resiko Kegempaan		
Rendah	Menengah	Tinggi
KDS : A, B	KDS : C	KDS : D, E, F
SRPMB / M / K	SRPMM / K	SRPMK

Sumber: SNI 1726:2019:37

Keterangan:

- SRPMB : Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa
- SRPMM : Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah
- SRPMK : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

8. Menentukan nilai faktor R

Tabel 2.12 Faktor R, Cd dan  $\Omega_0$  untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik

Sistem pemikul gaya seismik	$R^a$	$\Omega_0^b$	$C_d^0$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, Kategori desain seismik				
				B	C	D <sup>e</sup>	E <sup>e</sup>	F <sup>f</sup>
				C. Sistem rangka pemikul momen				
1. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus <sup>m</sup>	8	3	5/2	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4/2	TB	TB	TI	TI	TI
3. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2/2	TB	TI	TI	TI	TI

Sumber: Tabel 12 SNI 1726:2019:50

Tabel 2.13 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, SD1	Koefisien Cu
$\geq 0.4$	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
$\leq 0.1$	1.7

Sumber: Tabel 17 SNI 1726:2019:72

Tabel 2.14 Nilai parameter periode pendekatan Ct dan x

Tipe Struktur	Ct	x
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	0.80
- Rangka beton pemikul momen	0.0466	0.90
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: Tabel 18 SNI 1726:2019:72

#### 9. Kontrol Periode Fundamental

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

$$T_{max} = C_u \cdot T_a$$

$$T_c = \text{Periode getar yang diperoleh dari hasil analisis program SAP 2000}$$

## 2.10 Kombinasi Pembebanan

Menurut SNI 2847:2019 pasal 5.3.1, kombinasi pembebanan adalah sebagai berikut:

1.  $1.4 D + 1.4 SD$
2.  $1.2 D + 1.2 SD + 1.6 L$
3.  $1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L + 1.0 EX + 0.3 EY$
4.  $1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L + 1.0 EX - 0.3 EY$
5.  $1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L - 1.0 EX + 0.3 EY$

6.  $1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L - 10 EX - 0.3 EY$
7.  $1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L + 0.3 EX + 1.0 EY$
8.  $1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L + 0.3 EX - 1.0 EY$
9.  $1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L - 0.3 EX + 1.0 EY$
10.  $1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L - 0.3 EX - 1.0 EY$
11.  $0.9 D + 0.9 SD + 1.0 EX + 0.3 EY$
12.  $0.9 D + 0.9 SD + 1.0 EX - 0.3 EY$
13.  $0.9 D + 0.9 SD - 1.0 EX + 0.3 EY$
14.  $0.9 D + 0.9 SD - 1.0 EX - 0.3 EY$
15.  $0.9 D + 0.9 SD + 0.3 EX + 1.0 EY$
16.  $0.9 D + 0.9 SD + 0.3 EX - 1.0 EY$
17.  $0.9 D + 0.9 SD - 0.3 EX + 1.0 EY$
18.  $0.9 D + 0.9 SD - 0.3 EX - 1.0 EY$

Keterangan:

D = beban mati

SD = beban mati tambahan

L = beban hidup

EX = beban gempa arah X

EY = beban gempa arah Y

Pada penelitian ini, kombinasi pembebanan pada software SAP2000 akan ditambahkan kombinasi pembebanan COMBMAX. Adapun fungsi dari kombinasi pembebanan tersebut adalah untuk melihat gaya – gaya dalam terbesar yang terjadi dari seluruh kombinasi pembebanan yang ada. Sehingga nantinya tidak

perlu meninjau satu persatu dari kedelapan belas kombinasi pembebanan untuk melihat dimana hasil gaya-gaya dalam maksimum yang terjadi.

## 2.11 Program Analisis Struktur SAP 2000

SAP 2000 merupakan program versi terakhir yang paling lengkap dari seri-seri program analisa struktur SAP, baik SAP 80 maupun SAP 90. Keunggulan SAP 2000 antara lain ditunjukkan dengan adanya fasilitas untuk desain elemen, baik untuk material baja maupun beton. Di samping itu juga adanya fasilitas *design* baja dengan mengoptimalkan profil untuk masing-masing elemen, tetapi cukup memberikan data profil secukupnya, dan program akan memilih sendiri profil yang paling optimal dan ekonomis. (Haryanto Yoso Wigroho, 2001:1)

1. Langkah-langkah Utama Analisa Program Analisa Struktur
  - a. Samakan satuan
  - b. Buat model struktur
  - c. Definisikan material yang dipakai
  - d. Definisikan profil yang dipakai
  - e. Aplikasi profil pada struktur
  - f. Definisikan beban
  - g. Aplikasikan beban
  - h. Cek gambar struktur-model program analisa struktur
  - i. Jalankan analisis
  - j. Cek hasil analisis

## 2. Langkah-Langkah Analisis dan Disain Struktur Program Analisa Struktur

### a. Menetapkan satuan

Pilih satuan pada pojok kanan bawah (misal: kg-m, kg-cm)

### b. Membuat dokumen baru

Klik *File* > *New* > Pilih Model Struktur

### c. Membuka dokumen

Klik *File* > *Open* > Pilih Nama *File*

### d. Menyimpan *File*

Klik *File* > Pilih *Save/Save As* > Ketik Nama *File* > *Ok*

### e. Mendefinisikan Material

Klik *Define* > *Materials* > Pilih *Add New Material* > *Input Data Material*

### f. Mendefinisikan Penampang *Frame*

Klik *Define* > *Frame Section* > *Add New Property* > Pilih *Frame Section Property Type* > *Input Dimensi Penampang* > *Ok* > *Ok*

### g. Mendefinisikan Penampang *Shell*

Klik *Define* > *Area Section* > Pilih *Shell* > Pilih *Add New Section* > Ketik Nama *Shell* > *Input Data Shell*

### h. Mendefinisikan jenis beban

Klik *Define* > *Load Case* > Ketik nama beban pada *Load Name*, pilih *Type*, pada *self weight Multiplier* ketik 1 (berat sendiri dihitung) ketik 0 (berat sendiri tidak dihitung) > Klik *Add New Load* untuk menambah, klik *Modify Load* untuk Modifikasi > *Ok*



i. Mendefinisikan jenis analisis

Klik *Define* > Analisis *Case* > Klik *Add New Case* atau *Modify/Show Case* > Ketik Nama Jenis Analisi pada Analisis *Case Name*, pilih *Analysis Type*, pilih *Load Applied* > *Ok*

j. Mendefinisikan kombinasi beban

k. Klik *Define* > *Combinations* > Klik *Add New Combo* > Ketik Nama Kombinasi pada *Response Combination Name*, pilih *Case Name*, ketik *Scale Factor*, klik *Add* > *Ok*

l. Membuat grid struktur

Klik Kanan *Mouse* > *Edit Grid* > Pada Sistem pilih *Global* > Pilih *Modify/Show System* > Ketik Koordinat sumbu X, Y, Z pada *ordinate* > *Ok*

m. Assign penampang dan beban ke elemen struktur

1) *Assign Penampang Frame*

Pilih elemen *frame* > Klik *Assign* > Pilih *Frame* > Pilih *Frame Section* > Pilih penampang > *Ok*

2) *Assign Beban Frame*

Pilih elemen *frame* > Klik *Assign* > Pilih *Frame Loads*

3) *Assign Penampang Shell*

Pilih elemen *shell* > Klik *Assign* > Klik *Area* > Pilih *Section* > Pilih Nama *Shell* pada *section* > *Ok*

4) *Assign Beban Shell*

Pilih elemen *shell* > Klik *Assign* > Pilih *Area Loads* > Pilih *Uniform (Shell)* > Pilih beban, ketik nilai beban > *Ok*

- n. Memberi kondisi batas atau perletakan pada *joint* elemen struktur  
Pilih *Joint* Struktur > Klik *Assign* > Pilih *Joint* > Pilih *Restraints* >  
Pilih jenis Perletakan > *Ok*
- o. Menampilkan nomor, penampang, *localaxes joint/frame/Shell/Solid*  
Klik *View* > Pilih *Set Display Options* > Pilih item yang diinginkan  
> *Ok*
- p. *Analysis*
- 1) *Set Analysis Options*  
Klik *Analyze* > Pilih *Set Analysis Options DOF (Degree of Freedom)* dari struktur 3D > *Ok*
- 2) *Analysis*  
Klik *Analyze* > Pilih *Run Analysis* atau tekan F5 > Pilih  
*Analysis Case* yang akan di *Running* > *Run Now*
- q. Menampilkan Deformasi  
Klik *Display* > Pilih *Show Deformed Shape* > Pilih *Case/Combo Name* > *Ok*
- r. Menampilkan Reaksi Perletakan  
Klik *Display* > Pilih *Show Force/Stresses* > Pilih *Joint* > Pilih  
*Case/Combo Name* > *Ok*
- s. Menampilkan gaya-gaya dalam *frame*  
Klik *Display* > Pilih *Show Force/Stresses* > Pilih *Fame/Cables* >  
Pilih *Case/Combo Name* > Pilih *Component, Scaling, Options* >  
*Ok*

## 2.12 Pemeriksaan Hasil Analisis Struktur SAP 2000

### 2.12.1 Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI 1726 tahun 2019, hasil analisis yang dilakukan harus memiliki jumlah variasi yang cukup dengan jumlah variasi partisipasi massa gabungan minimal 90% dari massa aktual pada masing-masing arah horizontal orthogonal dari respons yang ditinjau model.

### 2.12.2 Simpangan Antar Lantai

Sesuai SNI gempa pasal 7.8.6 penentuan simpangan antar lantai desain ( $\Delta$ ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau.

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e}$$

Keterangan:

$C_d$  = faktor pembesaran simpangan lateral

$\delta_{xe}$  = simpangan di tingkat-x yang disyaratkan

$I_e$  = faktor keutamaan gempa

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Gambaran Umum

Metodologi penelitian ini menggunakan metode studi kasus. Metode studi kasus berupa pembuatan ulang dengan menggunakan model yang dibuat sesuai data primer yang tercantum dalam shop drawing dan spesifikasi teknik dengan menggunakan program SAP 2000. Perhitungan penulangan mengacu pada SNI 2847-2019 dan PPIUG 1983 sebagai acuan pembebanan yang dipikul oleh struktur tersebut.

Metode yang digunakan memiliki tiga tahap. Tahap tersebut adalah tahap input, analisis dan output. Tahapan input akan dijelaskan tentang dimensi, spesifikasi elemen struktur dan penentuan beban yang bekerja. Tahapan analisis antara lain pemodelan struktur 3D dengan menggunakan program SAP 2000 dan memasukkan perhitungan beban - beban elemen struktur pada program SAP 2000. Tahap akhir yaitu tahap output membahas tentang detail dari gaya-gaya dalam yang terjadi dan selanjutnya perhitungan tulangan dilakukan secara manual.

#### 3.2 Pengolahan Data Menggunakan Software SAP 2000

##### 3.2.1 Pemodelan Struktur 3D

1. Klik menu *File > New Model*
2. Selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog *New Model*. (Lampiran II Gambar 1)
3. Pilih satuan yang akan digunakan kgf, m , C

4. Pilih *Grid Only* > Klik OK > Klik Kanan pada Antar Muka SAP 2000 > Edit Grid Data
5. Akan ditampilkan kotak dialog *Coordinate/Grid Systems* > Klik *Modify/Show System*. (Lampiran II Gambar 2)
6. Selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog *Define Grid System Data* > Input data Struktur Gedung MAN 1 Tanjung Pura, Kab. Langkat. (Lampiran II Gambar 3)
7. Klik OK
8. Selanjutnya akan ditampilkan Grid Model 3D Struktur Gedung MAN 1 Tanjung Pura, Kab. Langkat. (Lampiran II Gambar 4)

### 3.2.2 Mendefinisikan Material Struktur Beton

1. Pilih menu *Define* > *Materials* pada kotak dialog Define Materials pilih 4000 psi yang merupakan material defaults concrete pada SAP 2000 > *Modify/Show Material* > Input data material beton > Klik OK. (Lampiran II Gambar 5)

### 3.2.3 Mendefinisikan Penampang Struktur

1. Penampang Balok

Pilih menu *Define* > *Section Properties* > *Frame Section* > *Add New Property* > pada *Select Property Type* pilih *Concrete* > pada *Click to Add a Concrete Section* Pilih *Rectangular* > Input data elemen balok (Lampiran II Gambar 6) > Klik *Concrete Reinforcement* > pada kotak

dialog *Reinforcement Data Design Type* pilih *Beam (M3 Design Only)* (Lampiran II Gambar 7) > Klik OK.

Lakukan langkah-langkah yang sama untuk mendefinisikan penampang balok B2 Uk.25cm x 60cm, B3 Uk.20cm x 40cm, BA Uk.20cm x 30cm dan RB Uk.15cm x 20cm.

## 2. Penampang Kolom

Pilih menu *Define > Section Properties > Frame Section > Add New Property >* pada *Select Property Type* pilih *Concrete >* pada *Click to Add a Concrete Section* Pilih *Rectangular >* Input data elemen kolom (Lampiran II Gambar 8) > Klik *Concrete Reinforcement >* pada kotak dialog *Reinforcement Data Design Type* pilih *Column (P-M2-M3 Design)* (Lampiran II Gambar 9) > Klik OK

Lakukan langkah-langkah yang sama untuk mendefinisikan penampang Kolom K2 Uk.30cm x 30cm dan KP Uk.13cm x 13cm

## 3. Penampang Pelat Lantai

Pilih menu *Define > Section Properties > Area Section > Add New Section >* input data pelat lantai pada kotak dialog *shell Section Data* (Lampiran II Gambar 10) > Klik OK

## 4. Penampang Pelat Atap

Pilih menu *Define > Section Properties > Area Section > Add New Section >* input data pelat lantai pada kotak dialog *shell Section Data* (Lampiran II Gambar 11) > Klik OK

Hasil pendefinisian penampang Balok dan Kolom gedung Asrama MAN 1 Tanjung Pura, Kab. Langkat (Lampiran II Gambar 12)

Hasil pendefinisian penampang Pelat Lantai dan Pelat Atap Gedung Asrama MAN 1 Tanjung Pura, Kab. Langkat (Lampiran II Gambar 13)

### 3.2.4 Menggambar Elemen Struktur

#### 1. Menggambar Elemen Struktur Balok

Menggambar elemen struktur balok B1 dilakukan dengan cara aktifkan *window X-Y Plane* > tentukan posisi elevasi balok > Klik menu *Draw* pada Toolbar > *Draw Frame / Cable / Tendon* > pada kotak dialog *Properties of Object* pilih Section B1 Uk.25cm x 50cm. (Lampiran II Gambar 14)

Lakukan langkah-langkah yang sama untuk menggambar elemen struktur balok B2 Uk.25cm x 60cm, B3 Uk.20cm x 40cm, BA Uk.20cm x 30cm dan RB Uk.15cm x 20cm.

#### 2. Menggambar Elemen Struktur Kolom

Menggambar elemen struktur kolom K1 dilakukan dengan cara aktifkan *window X-Z Plane* > tentukan posisi elevasi kolom > Klik menu *Draw* pada Toolbar > *Draw Frame / Cable / Tendon* > pada kotak dialog *Properties of Object* pilih Section K1 Uk.40cm x 40cm. (Lampiran II Gambar 15)

Lakukan langkah-langkah yang sama untuk menggambar elemen Kolom K2 Uk.30cm x 30cm dan KP Uk.13cm x 13cm

#### 3. Menggambar Elemen Struktur Pelat Lantai

Menggambar elemen struktur pelat lantai dilakukan dengan cara aktifkan *window X-Y Plane* > tentukan posisi elevasi pelat > Klik menu

*Draw* pada Toolbar > *Draw Poly Area* > pada kotak dialog Properties of Object pilih Section Pelat Lantai (PL). (Lampiran II Gambar 16)

Lakukan langkah-langkah yang sama untuk menggambar elemen struktur pelat atap.

Hasil pemodelan elemen struktur Gedung Asrama MAN 1 Tanjung Pura, Kab. Langkat. (Lampiran II Gambar 17)

### 3.2.5 Menentukan Jenis Perletakan / Restraint

Sesuai SNI 1726:2019 pasal 7.7.1 pemodelan pondasi diizinkan dengan menganggap struktur terjepit di dasarnya. Penentuan tumpuan tersebut dapat dilakukan dengan klik semua kolom pada lantai dasar, kemudian *Assign* > *Joint* > *Restraint* > pada kotak dialog joint restrain pilih jenis perletakan jepit (Lampiran II Gambar 18) > Klik OK. Hasil penentuan jenis perletakan sebagai jepit. (Lampiran II Gambar 19)

### 3.2.6 Menentukan Jenis Pembebanan

Langkah selanjutnya adalah menentukan jenis beban, yaitu beban mati sendiri (*Dead Load*), Beban mati tambahan (*Super Dead Load*), dan Beban hidup (*Live Load*).

1. Pilih menu *Define* > *Load Pattern*
2. Selanjutnya akan muncul kotak dialog *Define Load Pattern*. (Lampiran II Gambar 20)
3. Pada kotak masukan *Load Pattern Name*, isikan nama beban mati sendiri yaitu *DEAD*. Pada menu drop-down Type, klik tanda segitiga



dan pilih *DEAD*. Pada kotak masukan *Self Weight Multiplier*, isikan berat sendiri yaitu 1.

4. Klik *Modify Load Pattern*. Pada kotak masukan *Load Pattern Name*, isikan nama beban mati tambahan yaitu *SUPER DEAD*. Pada menu drop-down *Type*, klik tanda segitiga dan pilih *SUPER DEAD*. Pada kotak masukan *Self Weight Multiplier*, isikan berat sendiri yaitu 0.
5. Klik *Modify Load Pattern*. Pada kotak masukan *Load Pattern*, isikan nama beban hidup, yaitu *LIVE*. Pada menu drop-down *Type*, klik tanda segitiga dan pilih *LIVE*. Pada kotak masukan *Self Weight Multiplier*, isikan berat sendiri yaitu 0.
6. Selanjutnya akan muncul hasil pendefinisian beban. (Lampiran II Gambar 21) > Klik Ok.

### 3.2.7 Mengaplikasikan Pembebanan

1. Beban mati tambahan (*SUPER DEAD*) pada Pelat
  - a. Tentukan pelat lantai yang akan diinput beban dengan cara Pilih menu *Select > Select > Properties > Area sections >* pada kelompok *Select*, pilih (PL) untuk pelat lantai dan (PA) untuk pelat atap. (Lampiran II Gambar 22)
  - b. Pilih menu *Assign > Area Loads > Uniform to Frame (Shell) >* Selanjutnya akan muncul kotak dialog *Area Uniform Load to Frame >* Pada menu drop-down *Load Pattern Name*, klik tanda segitiga dan pilih *SUPER DEAD >* Pada kelompok *Uniform Load*, pilih *Load* dan input beban mati tambahan sebesar 94.5 kg/m<sup>2</sup>

- untuk PL dan 19.5 kg/m<sup>2</sup> untuk PA > Pada kelompok *Uniform Load*, Distribution klik tanda segitiga pilih *Two-Way*. (Lampiran II Gambar 23)
- c. Lakukan langkah-langkah yang sama untuk input beban mati tambahan pada pelat atap.
  - d. Klik ok untuk menutup kotak dialognya.
  - e. Selanjutnya akan muncul hasil pembebanan beban mati tambahan (*SUPER DEAD*) pelat lantai dan pelat atap. (Lampiran II Gambar 24)
2. Beban mati tambahan (*SUPER DEAD*) pada balok.
- a. Pilih balok yang akan diinput beban dengan cara aktifkan *window X-Y Plane* > tentukan posisi elevasi balok > *Select*. (Lampiran II Gambar 25)
  - b. Pilih menu *Assign > Frame Loads > Distributed* > Selanjutnya akan muncul kotak dialog *Frame Distributed Loads* > Pada menu drop-down *Load Pattern Name*, klik tanda segitiga dan pilih *SUPER DEAD* > Pada kelompok *Uniform Load*, pada *Load* input beban sebesar 875 kg/m<sup>2</sup> untuk balok Elv. +4.00 & Elv. +7.50, 250 kg/m<sup>2</sup> untuk balok Elv. +11.00 dan 650 kg/m<sup>2</sup> balok Elv. +13.60. (Lampiran II Gambar 26)
  - c. Lakukan langkah-langkah yang sama untuk input beban mati tambahan pada balok Elv.+7.50, +11.00 dan +13.60.
  - d. Klik ok untuk menutup kotak dialognya.

- e. Selanjutnya akan muncul hasil pembebanan beban mati tambahan (*SUPER DEAD*) balok. (Lampiran II Gambar 27)
3. Input beban hidup (*LIVE*) pada Pelat.
    - a. Tentukan pelat lantai yang akan diinput beban dengan cara Pilih menu *Select > Select > Properties > Area sections >* pada kelompok *Select*, pilih (PL) untuk pelat lantai dan (PA) untuk pelat atap. (Lampiran II Gambar 28)
    - b. Pilih menu *Assign > Area Loads > Uniform to Frame (Shell) >* Selanjutnya akan muncul kotak dialog *Area Uniform Load to Frame >* Pada menu drop-down *Load Pattern Name*, klik tanda segitiga dan pilih *LIVE >* Pada kelompok *Uniform Load*, pilih *Load* dan input beban hidup sebesar 250 kg/m<sup>2</sup> untuk PL dan 100 kg/m<sup>2</sup> untuk PA > Pada kelompok *Uniform Load*, *Distribution* klik tanda segitiga pilih *Two-Way*. (Lampiran II Gambar 29)
    - c. Lakukan langkah-langkah yang sama untuk input beban hidup pada pelat atap.
    - d. Klik OK untuk menutup kotak dialognya.
    - e. Selanjutnya akan muncul hasil pembebanan beban hidup (*LIVE*) pelat lantai dan pelat atap. (Lampiran II Gambar 30)

### 3.2.8 Mendefinisikan Beban Gempa

#### 1. Gempa Statik Ekuivalen

Beban gempa statik ekuivalen adalah penyederhanaan dari perhitungan gempa yang sebenarnya, dengan asumsi tanah dasar dianggap tetap

(tidak bergetar), sehingga beban gempa diekivalensikan menjadi beban lateral statik yang bekerja pada pusat massa struktur tiap lantai bangunan. Perhitungan gempa statik ekuivalen dapat dilakukan secara otomatis dengan Auto Lateral Loads dan secara manual dengan cara menginput besarnya beban gempa ke pusat massa struktur tiap lantai.

- a. Pilih menu *Define > Load Pattern*
- b. Pada kotak masukan Load Pattern Name, isikan nama beban (SX) beban gempa static ekuivalen arah X dan (SY) beban gempa static ekuivalen arah Y. Pada menu drop-down Type, klik tanda segitiga dan pilih *QUAKE*. Pada kotak masukan *Self Weight Multiplier*, isikan berat sendiri yaitu 0 > Pada kotak masukan *Auto Lateral Load Pattern*, klik tanda segitiga dan pilih *IBC 2006*. (Lampiran II Gambar 31)
- c. Klik *Modify Lateral Load Pattern >* Selanjutnya akan muncul kotak dialog *IBC 2006 Seismic Load Pattern*
- d. Pada kotak masukan *Load Direction and Diaphragm Eccentricity* pilih Global X Direction. Pada kotak masukan Time Periode pilih *Program Calc*, klik tanda segitiga dan pilih Ct (ft), x 0.016; 0.9. Pada kotak masukan *Lateral Load Elevation Range* pilih *Program Calculated*. Pada kotak masukan *Factors* input data R = 8, Omega = 3, Cd = 5.5 dan I = 1.5
- e. Pada kotak masukan *Seismic Coefficients* pilih Ss and S1 *User Specified* input data Ss = 0.550, S1 = 0.333 dan *Long-Period Transition Period* = 4. (Lampiran II Gambar 32)

- f. Pada kotak masukan *Site Class*, klik tanda segitiga dan pilih E
- g. Lakukan langkah – langkah yang sama untuk beban gempa statik ekivalen arah Y. (Lampiran II Gambar 33)

## 2. Gempa Dinamik (Respon Spectrum)

Respon Spektrum adalah suatu spectrum yang disajikan dalam bentuk grafik/plot antara periode getar struktur T, versus respon - respon maksimum dapat berupa simpangan maksimum (spectral displacement, SD), kecepatan maksimum (Spectral Velocity, SV) atau percepatan maksimum (Spectral Acceleration, SA) dari massa degree of Freedom (SDOF).

- a. Pilih menu *Define > Functions >* Selanjutnya akan muncul kotak dialog *Define Response Spectrum Functions >* Pada kotak masukan Choose Function Type to Add, klik segitiga dan pilih *IBC 2006* (Dipilih IBC 2006 ini karena parameter – parameter didalamnya juga sama dengan SNI 1726. Sisanya disesuaikan dengan zona peta gempa Indonesia). (Lampiran II Gambar 34)
- b. Klik *Add New Function >* Selanjutnya akan muncul kotak dialog *Response Spectrum IBC 2006 Function Definition >* Ketik RS Langkat pada kotak isian Function Name > Pada kotak masukan Parameters pilih *Ss and S1 User Specified* input data  $S_s = 0.550$  dan  $S_1 = 0.333$  dan *Long-Period Transition Period = 4*. (Lampiran II Gambar 35)

### 3.2.9 Menentukan Kombinasi Pembebanan

1. Pilih menu *Define > Load Combination* selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog *Define Load Combination*. (Lampiran II Gambar 36)
2. Pilih *Add New Combo* akan muncul kotak dialog *Load Combination Data*. (Lampiran II Gambar 37)
3. Pilih *DEAD* pada menu drop-down *Load Case Name*.
4. Isikan 1.4 pada *Scale Factor > Klik Add*.
5. Pilih *SUPER DEAD* pada menu drop-down *Load Case Name*.
6. Isikan 1.4 pada *Scale Factor*.
7. Klik *Add* dan Klik *Ok* selanjutnya akan muncul hasil setting kombinasi pembebanan *COMB1*. (Lampiran II Gambar 38)
8. Lakukan langkah yang sama untuk menentukan kombinasi pembebanan *COMB2* sampai dengan *COMB18*.
9. Hasil *setting* kombinasi pembebanan *COMB2* sampai dengan *COMB18* dan *COMBMAX*. (Lampiran II Gambar 39 sampai dengan Gambar 56)

### 3.2.10 Menentukan Faktor Pengali Respon Spektrum

Sesuai SNI 1726:2019 maka input respons spektrum diberikan nilai pengali sebesar  $g \times I/R$ . Untuk gedung asrama MAN 1 Tanjung Pura Langkat berada pada (KDS D) maka nilai-nilai tersebut adalah sebagai berikut:

$$\text{Faktor Pengali} = g \times I/R = 9.81 \times 1.5/8 = 1.839$$

Keterangan:

$$g = \text{gravitasi bumi (9.81 m/s}^2\text{)}$$

I = factor keutamaan gedung

R = factor reduksi gempa

1. Pilih menu *Define > Load Case >* Selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog *Define Load Case*. (Lampiran II Gambar 57)
2. Pada *Load Case Name* pilih *Response Spectrum DX* dan *DY > Modify Show / Load Case >* Selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog *Load Case Data – Response Spectrum* dan input parameter. (Lampiran II Gambar 58 dan Lampiran Gambar 59)

### 3.2.11 Menentukan Massa Struktur

Langkah yang tidak kalah penting adalah mendefinisikan massa struktur yang akan digunakan dalam analisis karena bila tidak tepat maka gaya beban gempa yang dihasilkan juga bias terlalu kecil atau terlalu besar.

1. Definisikan massa struktur dengan cara pilih menu *Define > Mass Source >* Selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog *Define Mass Source >* Pada kotak masukan *Mass Definition* pilih *From Loads >* Pada menu drop-down *Load*, klik tanda segitiga dan pilih *DEAD*. Pada kotak masukan *Multiplier*, isikan massa yaitu 1 > *Add*. Pada menu drop-down *Load*, klik tanda segitiga dan pilih *SUPER DEAD*. Pada kotak masukan *Multiplier*, isikan massa yaitu 1 > *Add*. Pada menu drop-down *Load*, klik tanda segitiga dan pilih *LIVE*. Pada kotak masukan *Multiplier*, isikan massa yaitu 0.3 > *Add*. (Lampiran II Gambar 60)

### 3.2.12 Menetapkan Lantai Tingkat sebagai Diafragma

Pada SNI Gempa 1726:2019 disimpulkan bahwa, analisis struktur harus mempertimbangkan kekakuan relatif diafragma dan element vertical system penahan gempa. Dalam hal ini pelat lantai dan atap beton berfungsi sebagai diafragma yang dapat menyumbangkan kekakuan gedung ketika beban gempa bekerja.

1. Mengaplikasi lantai diafragma dengan cara pilih menu *Select ALL > Assign > Joint > Constraints >* Selanjutnya akan muncul kotak dialog *Assign/Define Constrains*. (Lampiran II Gambar 61)
2. Pada menu Pada menu drop-down *Choose Constraint Type to Add*, klik tanda segitiga dan pilih *Diaphragm > Add New Constrain >* Selanjutnya akan muncul Kotak Dialog *Diaphragm Constrain*. Pada kotak masukan *Constrain Name* ubah nama *Diaphragm >* Pada kotak masukan *Constraint Axis* pilih *Z Axis*. Selanjutnya ceklis kotak *Assign a different diaphragm constraint to each different selected Z level*. (Lampiran II Gambar 62 dan 63)

### 3.2.13 Analisis (Run) Gaya – Gaya Dalam Struktur yang Dimodelkan

1. Pilih menu *Analyze > Set Analysis Option >* selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog *Analysis Options*, pada pilihan *Fast Dofs* pilih *Space Frame >* Klik Oke. (Lampiran II Gambar 64)
2. Pilih menu *Analyze > Run Analysis*, akan muncul kotak dialog *Set Loads Case to Run*, pada *Action Do Not Run Case Name* *MODAL >* *Run Now*. (Lampiran II Gambar 65)



3. Program analisa struktur akan menghitung konstruksi, Selanjutnya akan muncul deformasi dari struktur gedung tersebut. (Lampiran II Gambar 66)
4. Untuk melihat kembali pesan-pesan dan untuk mengontrol beberapa error (kesalahan) pilih menu *Analyze > Show Last Run Details*, maka akan muncul window dengan menampilkan beberapa variasi analisis. Apabila analisis telah lengkap dan tidak ada kesalahan maka akan muncul pesan *ANALYSIS COMPLETE* pada akhir baris. (Lampiran II Gambar 67)
5. Klik Ok untuk menutup window analisis.

#### 3.2.14 Menampilkan Diagram Gaya – Gaya Dalam

Setelah proses perhitungan selesai, maka setiap struktur akan memberikan hasil gaya-gaya dalam berupa bidang momen, lintang dan normal untuk tiap-tiap jenis beban. Untuk menampilkan masing-masing gaya dalam struktur dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Menampilkan hasil bidang momen karena kombinasi pembebanan *COMBMAX*.
2. Pilih menu *Display > Show Forces/Stresses > Frame/Cables*.
3. Selanjutnya akan muncul kotak dialog *Member Force Diagram for Frames*. (Lampiran II Gambar 68)
4. Pada kelompok *Case/Combo*, klik tanda segitiga menu *drop-down Case/Combo Name* dan pilih *COMBMAX*.

5. Pada kotak *Member Force Diagram for Frames* kelompok *Component*, pilih tombol *Moment 3-3* untuk menampilkan bidang momen.
6. Pada kelompok *Scaling*, pilih *Auto*.
7. Pada kelompok *Options*, pilih *Show Values on Diagram*.
8. Klik *Ok*. Selanjutnya akan muncul hasil bidang dan nilai momen akibat beban mati. (Lampiran II Gambar 69)
9. Lakukan langkah yang sama dengan memilih *Component*, pilih tombol *Shear 2-2* untuk menampilkan bidang lintang dan pilih tombol *Axial Force* untuk menampilkan bidang normal. (Lampiran II Gambar 70 dan Gambar 71)

### 3.2.15 Export Nilai Gaya – Gaya Dalam ke Microsoft Excel

Export nilai gaya – gaya dalam ke Microsoft Excel dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

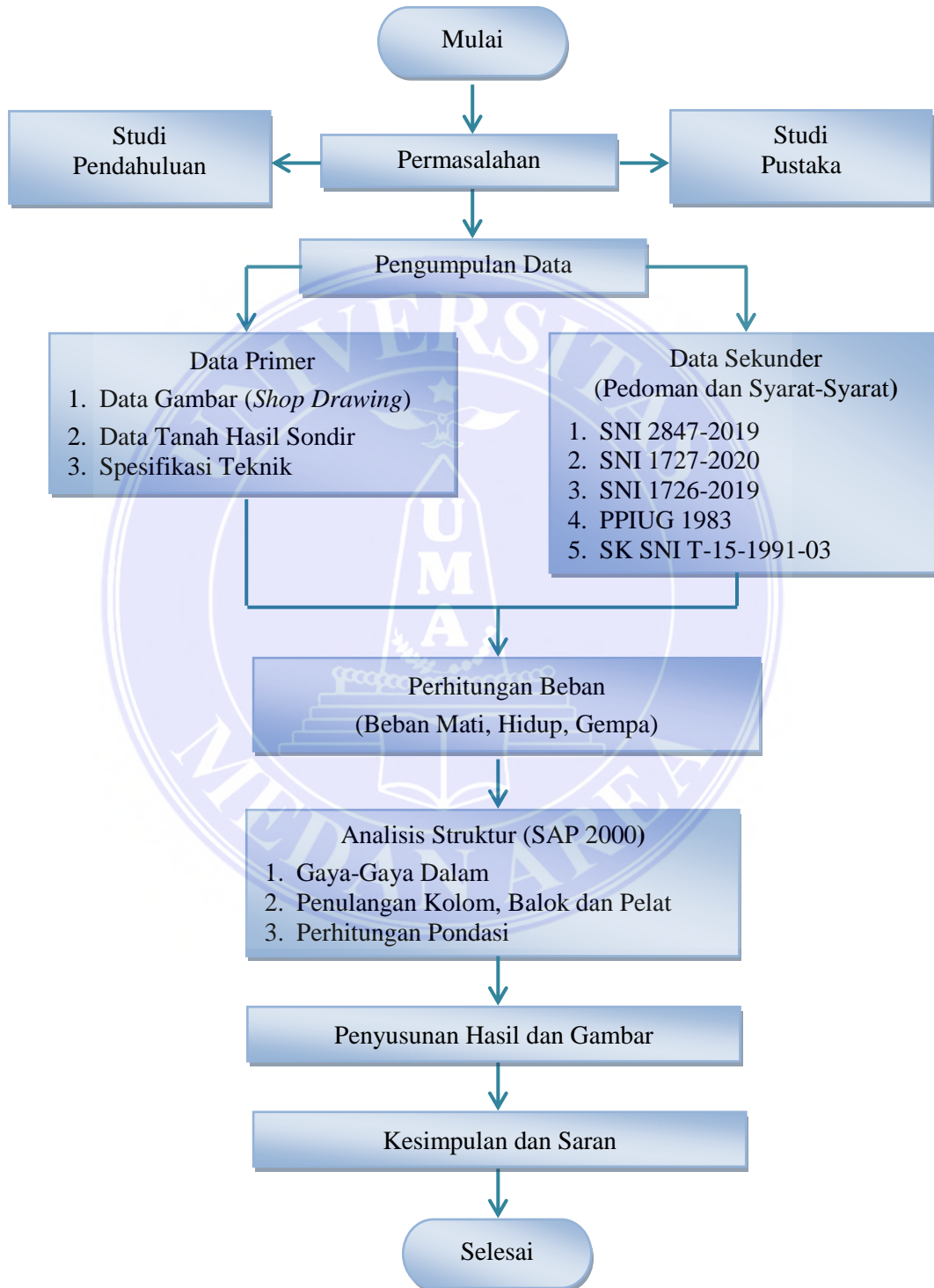
1. Pilih menu *Select > Properties > Frame Section > Pilih B1 25/50 > Klik Ok*. (Lampiran II Gambar 72)
2. Pilih menu *Display > Show Tables > Selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog Chose Table for Display > Pada pilihan Load Case (Results) pilih COMBMAX > Klik OK*. (Lampiran II Gambar 73)
3. Pada pilihan *ANALYSIS RESULT* pilih *Element Output > Frame Output > Table: Element Forces – Frames*. (Lampiran II Gambar 74)

4. Klik OK > Selanjutnya akan ditampilkan hasil nilai gaya-gaya dalam. Hasil tersebut dapat di export kedalam bentuk file Excel. (Lampiran II Gambar 75)
5. Lakukan langkah - langkah yang sama untuk menampilkan hasil nilai gaya-gaya dalam kolom dan pelat.



### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Secara sistematis rencana penyusunan (diagram alir penelitian) dapat dilihat dalam gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu K1 40x40cm menggunakan tulangan 8D22mm dengan begel  $\phi$ 10-200mm. Kolom K2 30x30cm menggunakan tulangan 8D16mm dengan begel  $\phi$ 10-150mm. Balok B1 25x50cm menggunakan tulangan tumpuan (T) 8D16mm, tulangan lapangan (L) 9D16mm dan begel  $\phi$ 10-170mm. Balok B2 25x60cm T8D16mm, L7D16mm dan begel  $\phi$ 10-130mm. Balok B3 20x40cm T6D16mm, L7D16mm dan begel  $\phi$ 10-170 mm. Balok BA 20x30cm T5D16mm, L5D16mm dan begel  $\phi$ 10-120mm. Pelat atap tebal 10cm menggunakan tulangan  $\phi$ 10-200mm. Pelat lantai tebal 12cm menggunakan tulangan  $\phi$ 10-150mm. Pondasi pilecap S-4, S-5 dan S-6 menggunakan tulangan D16-200mm untuk arah X dan Y

Setelah dianalisa hasil dari SAP 2000 diatas dan dibandingkan dengan konsultan perencana, tulangan hasil analisis perhitungan menggunakan SAP 2000 didapat lebih besar dari tulangan konsultan perencana dengan nilai perbandingan maksimum 50%, perbedaan tersebut terjadi karena adanya asumsi-asumsi yang memperhatikan keekonomisan dan kemudahan dalam pelaksanaan dilapangan.

#### 5.2 Saran

Bedasarkan analisis perhitungan yang sudah dilakukan terdapat beberapa saran untuk peneliti selanjutnya, diantaranya perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai aspek ekonomis struktur gedung. Karya tulis ini dapat dilanjutkan untuk mahasiswa yang sedang menempuh tugas akhir untuk lebih lanjut dilakukan

analisa rencana anggaran biaya dan lain sebagainya terkait metode-metode lain dalam analisa perhitungan struktur baik manual ataupun program komputer dengan pemodelan struktur gedung yang sama ataupun lebih sederhana menggunakan metode yang serupa dengan analisis pada penelitian ini.



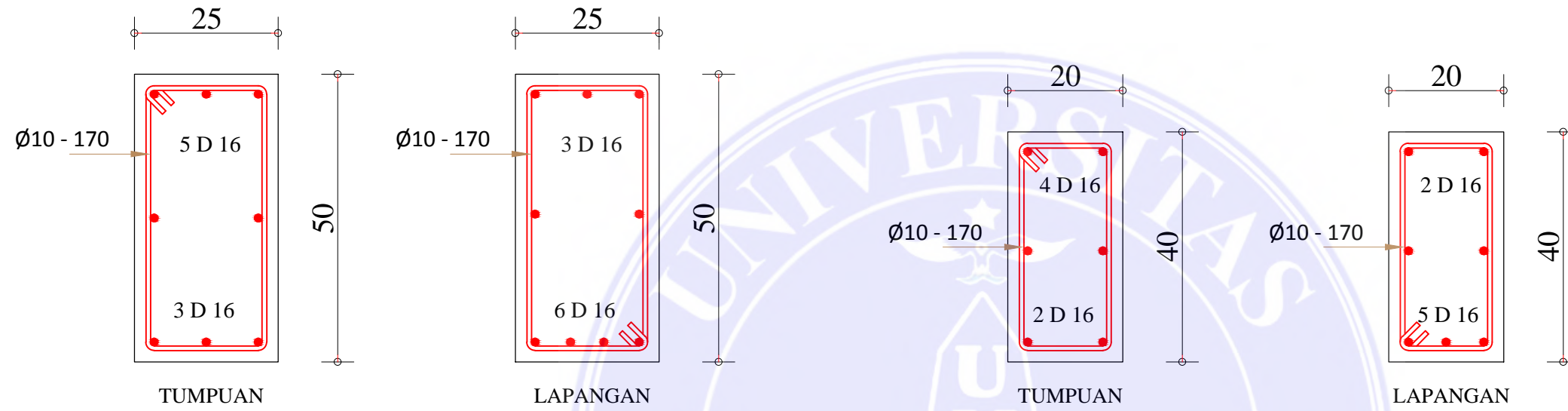
## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2020. Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2020). Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2019). Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2019). Jakarta.
- Das, Braja M. 1993, Alih Bahasa: Noor E Mochtar, Indra Surya B. Mochtar. Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis, Jilid 2. Surabaya: Erlangga.
- Deden.P., Sekar-Pujaningtyas,N., and Agung.K. 2019. Analisis Perencanaan Struktur Gedung Lab School Universitas PGRI Semarang. 1:57-62.
- Dipohusodo, Istimawan. 1999. Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1983. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Kelven., Budiono., and Penta-Artiningsih,T. 2018. Perencanaan Struktur Beton Bertulang Bangunan Tingkat Tinggi Tidak Simetris Dengan Program SAP 2000. 1:1-7.
- Kusuma, Gideon dan W.C. Vis. 1993. Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03, Seri Beton 1. Jakarta: Erlangga.

- Kusuma, Gideon dan W.C. Vis. 1993. Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03, Seri Beton 4. Jakarta: Erlangga.
- Maysarah., Yulina.L., and Meilandy.P. 2020. Analisis Perhitungan Struktur Laboratorium Teknik Sipil Type II Fakultas Teknik Universitas Samudra. 1:20-21.
- Mc Cormac, Jack C. 2000, Alih Bahasa: Sumargo, Ph.D. Desain Beton Bertulang, Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Nugroho,T. and Fatmawati.O. 2019. Perencanaan Struktur Gedung Hotel 5 Lantai di Daerah Pangandaran Jawa Barat Menggunakan Program SAP 2000. 18:40-47.
- Prabowati Th Arie, dkk. 2010. Analisis Struktur Bangunan dan Gedung dengan SAP2000 Versi 14. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Pramono, Handi. 2007. Desain Konstruksi dengan SAP 2000 Versi 9.Yogyakarta: Cv. Andi Offset.
- Pramono, Handi. 2007. Desain Konstruksi Plat & Rangka Beton Bertulang dengan SAP 2000 Versi 9.Yogyakarta: Cv. Andi Offset.
- Puspita.R., Yoke.L., and Setya-Budi,G. 2017. Analisis Perhitungan Struktur Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura Pontianak. 4:1-9.
- Wigroho, Haryanto Yoso. 2001. Analisis & Perancangan Struktur Frame menggunakan SAP2000 Versi 7.42. Yogyakarta: Andi.

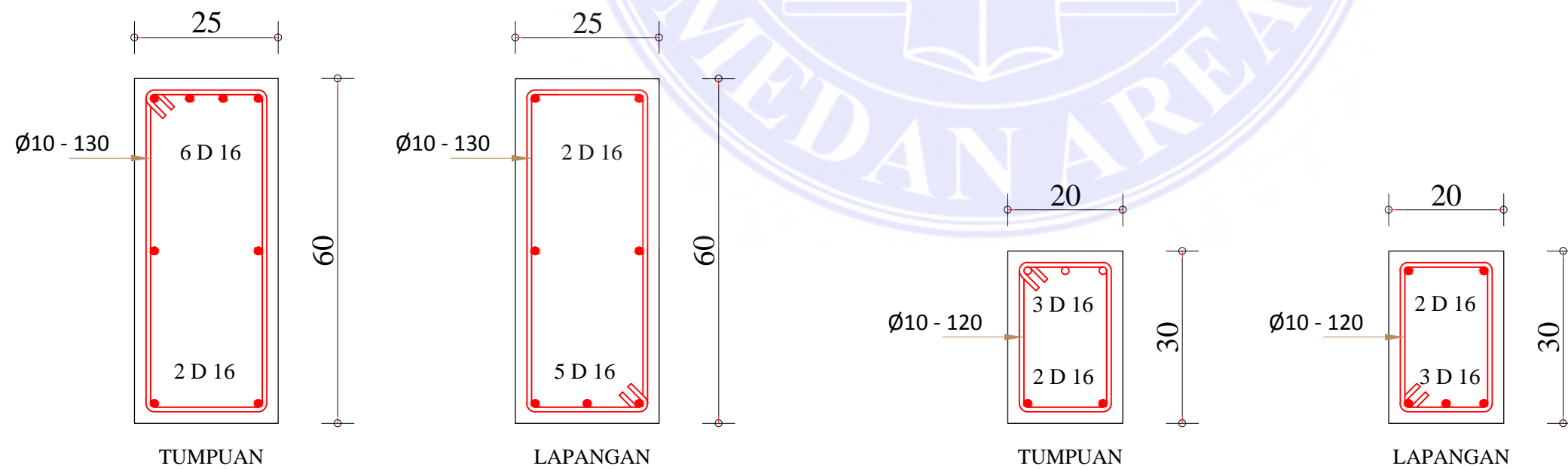






**PENULANGAN BALOK B1 25/50**  
Skala 1 : 10

**PENULANGAN BALOK B3 20/40**  
Skala 1 : 10



**PENULANGAN BALOK B2 25/60**  
Skala 1 : 10

**PENULANGAN BALOK BA 20/30**  
Skala 1 : 10

KETERANGAN

NO	Revisi	Paraf	TGL

JUDUL PEKERJAAN

DISETUJUI :

KONSULTAN PERENCANA :

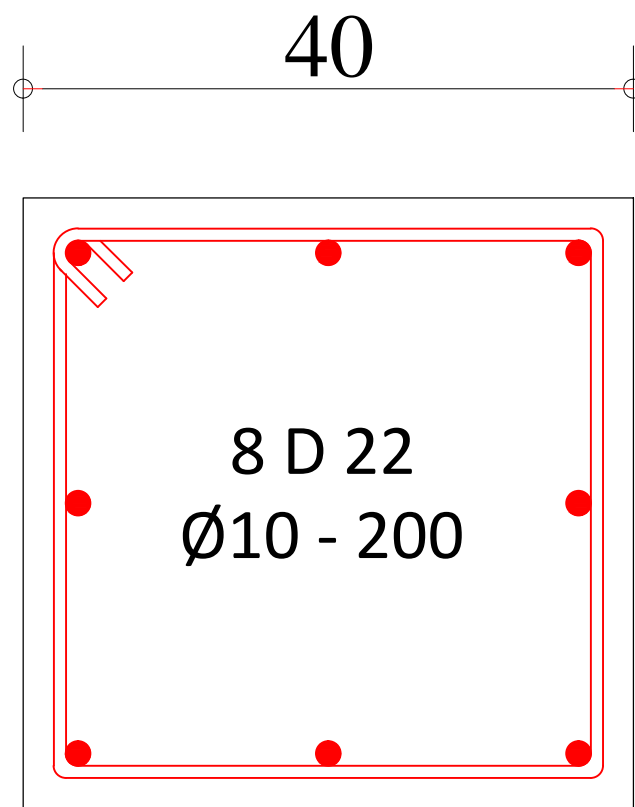
TEAM LEADER :

NAMA GAMBAR

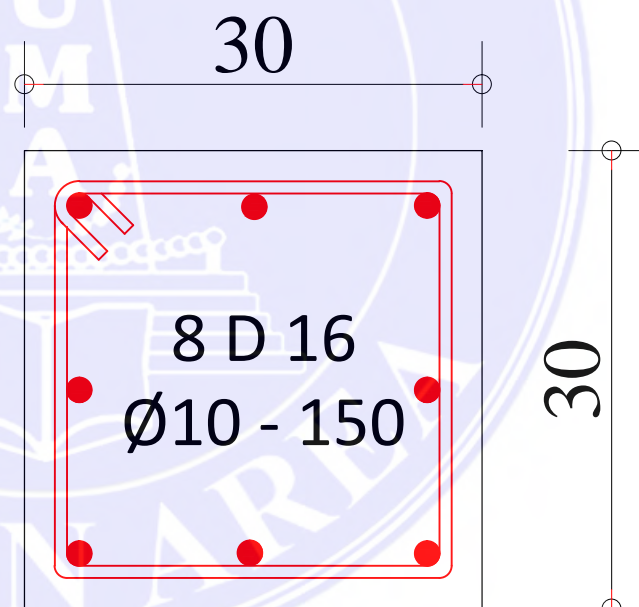
PENULANGAN BALOK

SKALA	KODE GBR	NO GAMBAR	JML LBR
1 : 10	ST.B	01	06

Document Accepted 24/11/22



**PENULANGAN K1 40/40**  
Skala 1 : 5



**PENULANGAN K2 30/30**  
Skala 1 : 5

KETERANGAN

NO	Revisi	Paraf	TGL

JUDUL PEKERJAAN

DISETUJUI :

KONSULTAN PERENCANA :

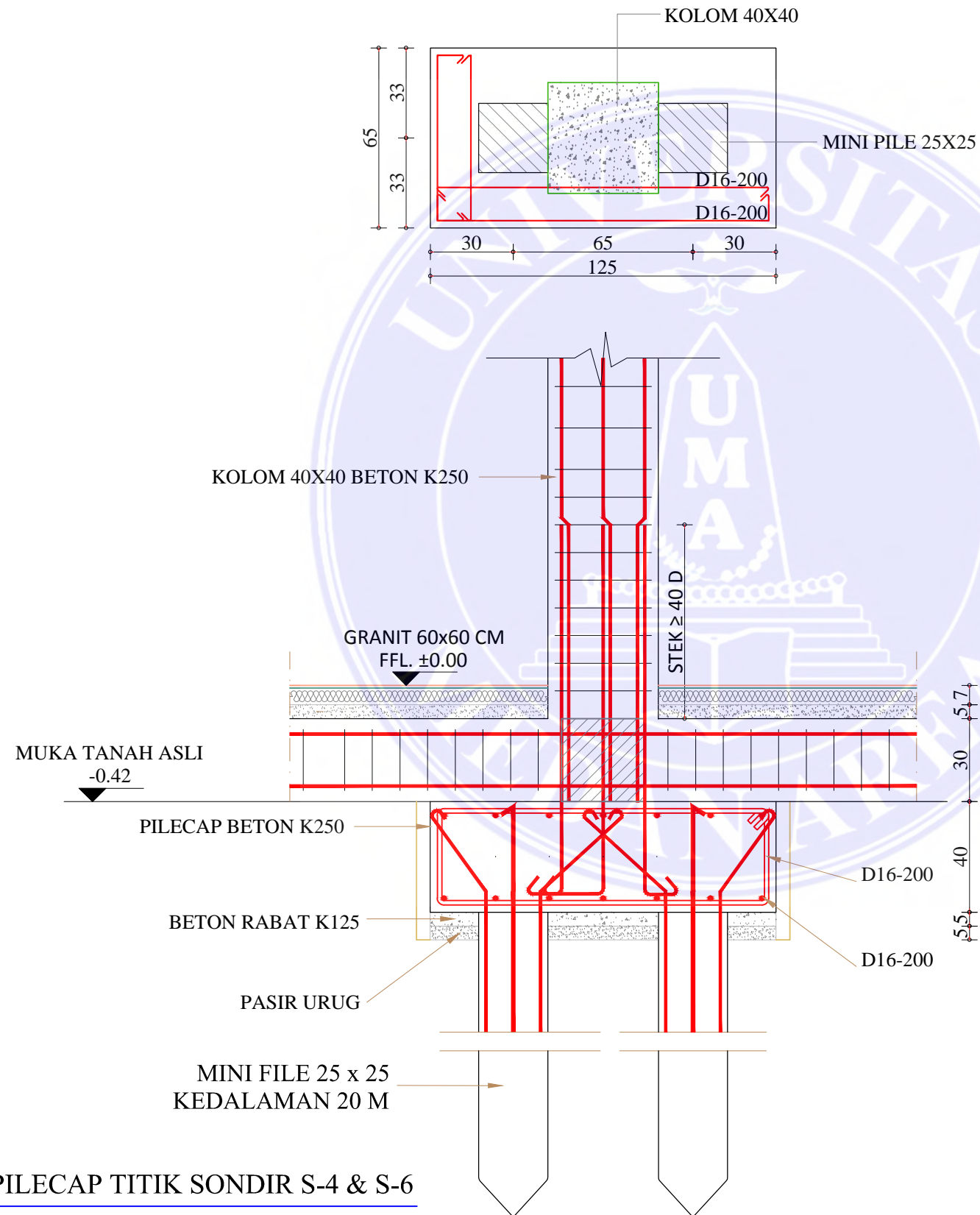
TEAM LEADER :

NAMA GAMBAR

PENULANGAN KOLOM

SKALA	KODE GBR	NO GAMBAR	JML LBR
1 : 5	ST.K	02	06

Document Accepted 24/11/22



UNIVERSITAS MEDAN AREA PENULANGAN PILECAP TITIK SONDIR S-4 & S-6

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang  
Skala 1 : 20

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

KETERANGAN

NO	Revisi	Paraf	TGL

JUDUL PEKERJAAN

DISETUJUI:

KONSULTAN PERENCANA :

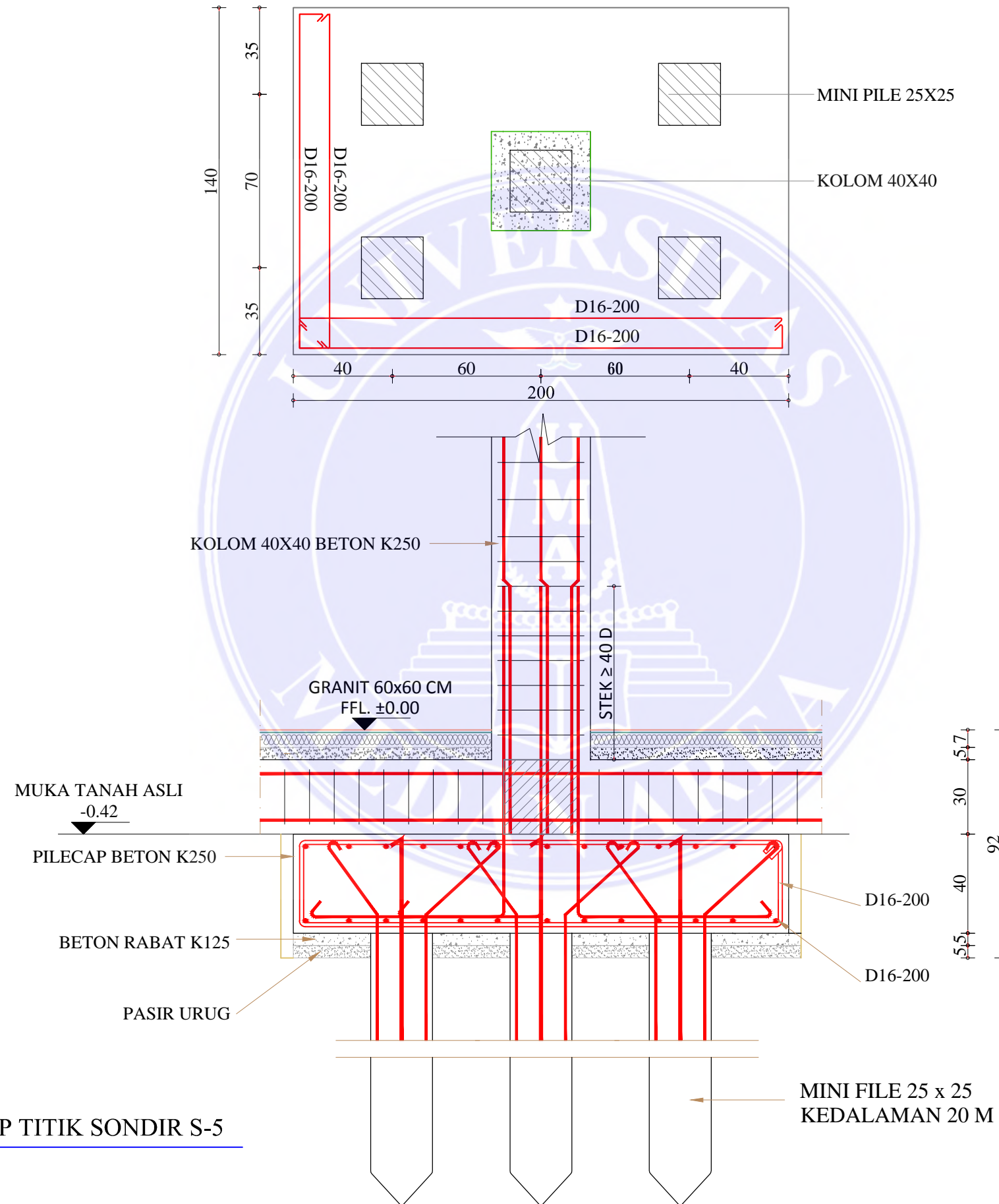
TEAM LEADER :

NAMA GAMBAR

PENULANGAN PONDASI PILECAP

SKALA	KODE GBR	NO GAMBAR	JML LBR
1 : 20	ST.P	05	06

Document Accepted 24/11/22



KETERANGAN

NO	Revisi	Paraf	TGL

JUDUL PEKERJAAN

DISETUJUI :

KONSULTAN PERENCANA :

TEAM LEADER :

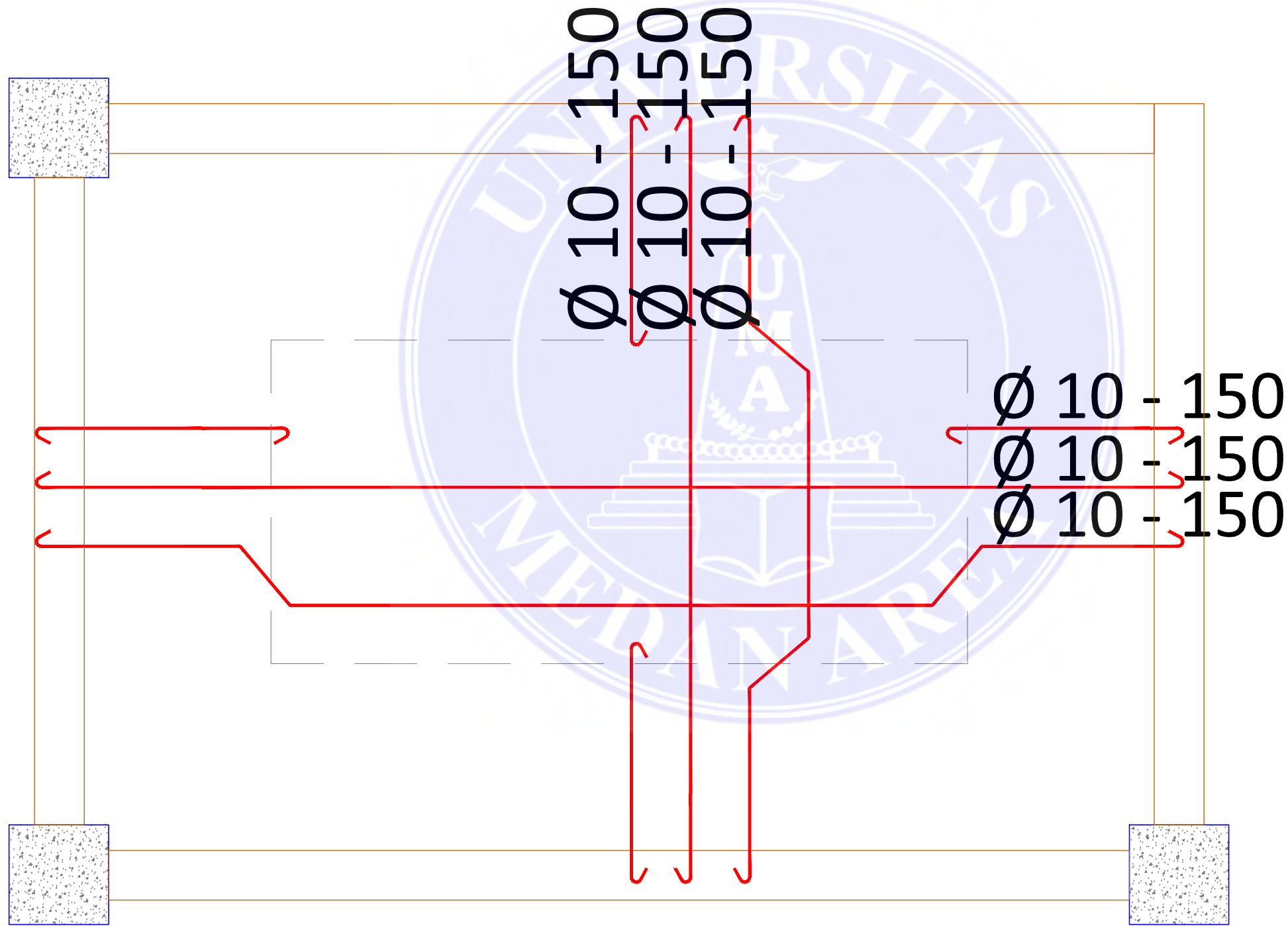
NAMA GAMBAR

PENULANGAN PONDASI PILECAP

SKALA	KODE GBR	NO GAMBAR	JML LBR
1 : 20	ST.P	06	06

Document Accepted 24/11/22

PENULANGAN PILECAP TITIK SONDIR S-5



**PENULANGAN PELAT LANTAI 2-3**  
Skala 1 : 20

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

KETERANGAN

NO	Revisi	Paraf	TGL

JUDUL PEKERJAAN

DISETUJUI :

KONSULTAN PERENCANA :

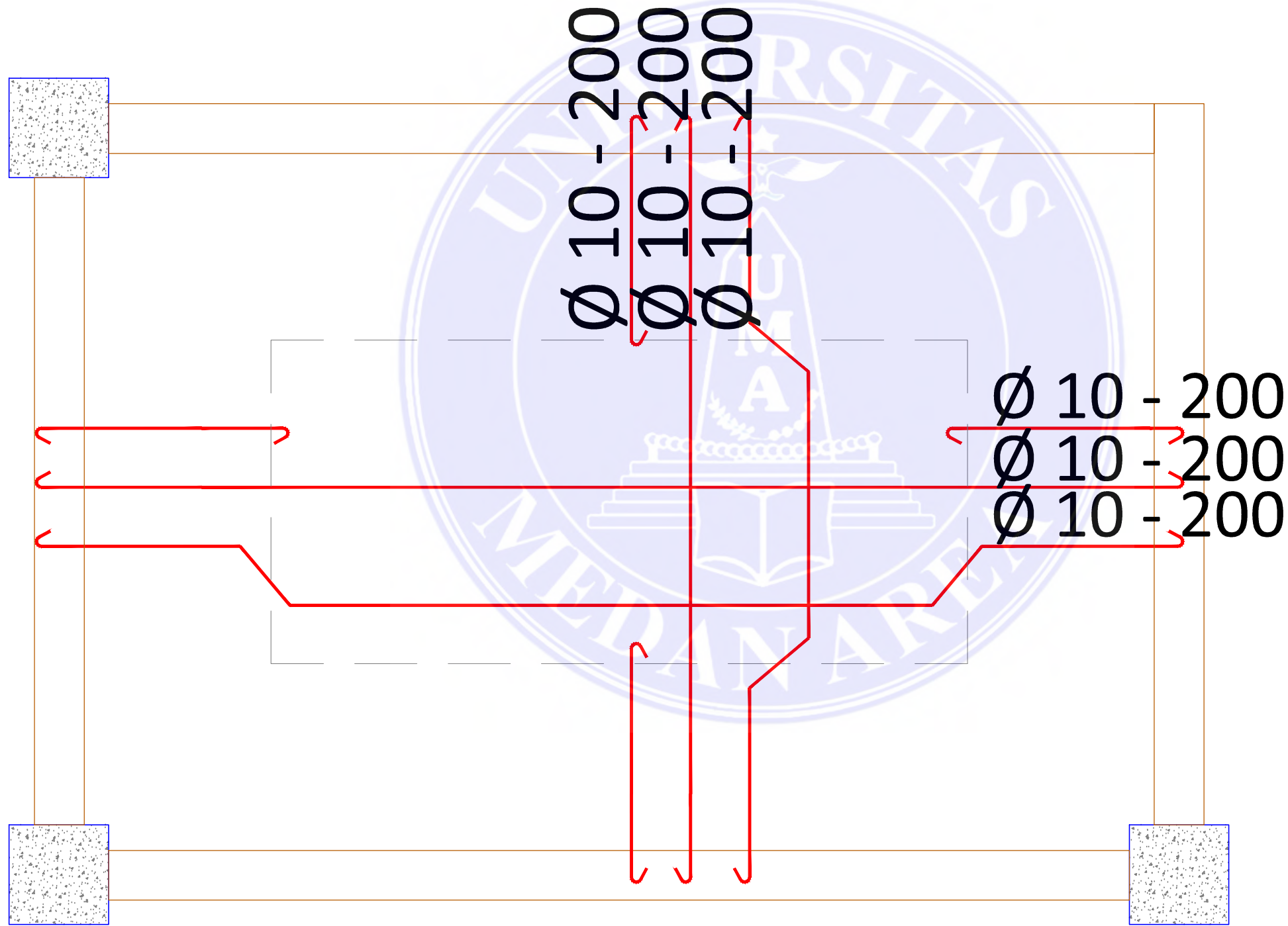
TEAM LEADER :

NAMA GAMBAR

PENULANGAN PELAT LANTAI

SKALA	KODE GBR	NO GAMBAR	JML LBR
1 : 20	ST.P	03	06

Document Accepted 24/11/22



**PENULANGAN PELAT ATAP**  
Skala 1 : 20

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

KETERANGAN

NO	Revisi	Paraf	TGL

JUDUL PEKERJAAN

DISETUJUI :

KONSULTAN PERENCANA :

TEAM LEADER :

NAMA GAMBAR

PENULANGAN PELAT ATAP

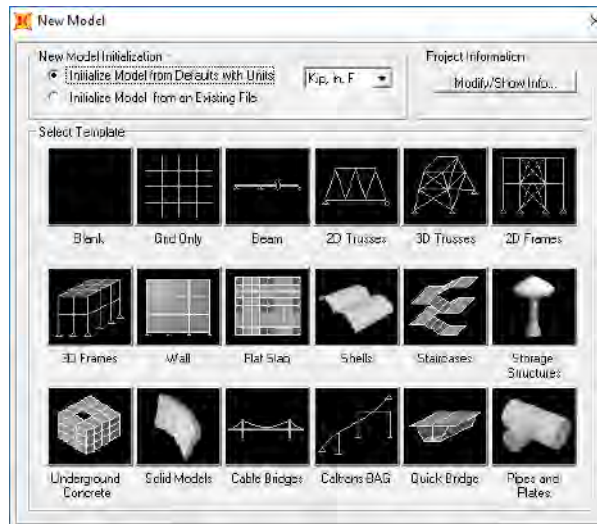
SKALA	KODE GBR	NO GAMBAR	JML LBR
1 : 20	ST.P	04	06

Document Accepted 24/11/22

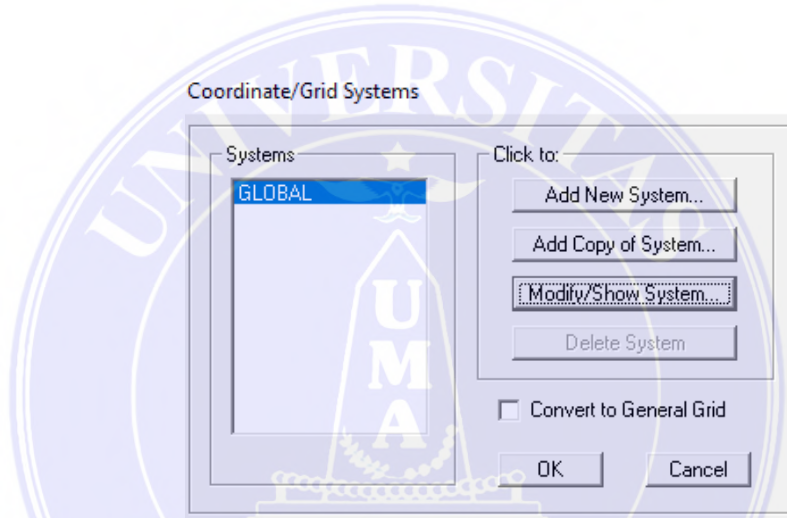


## LAMPIRAN II

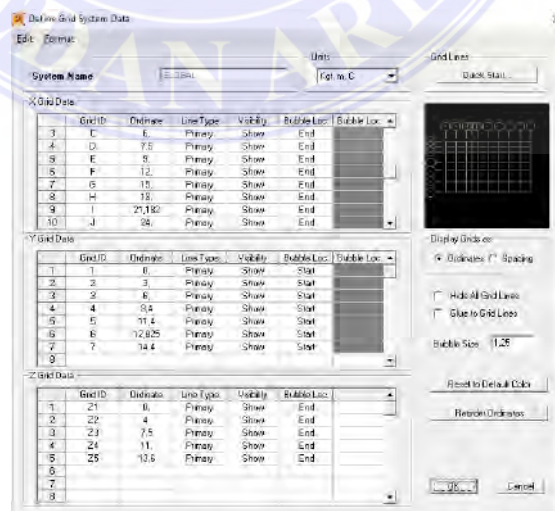




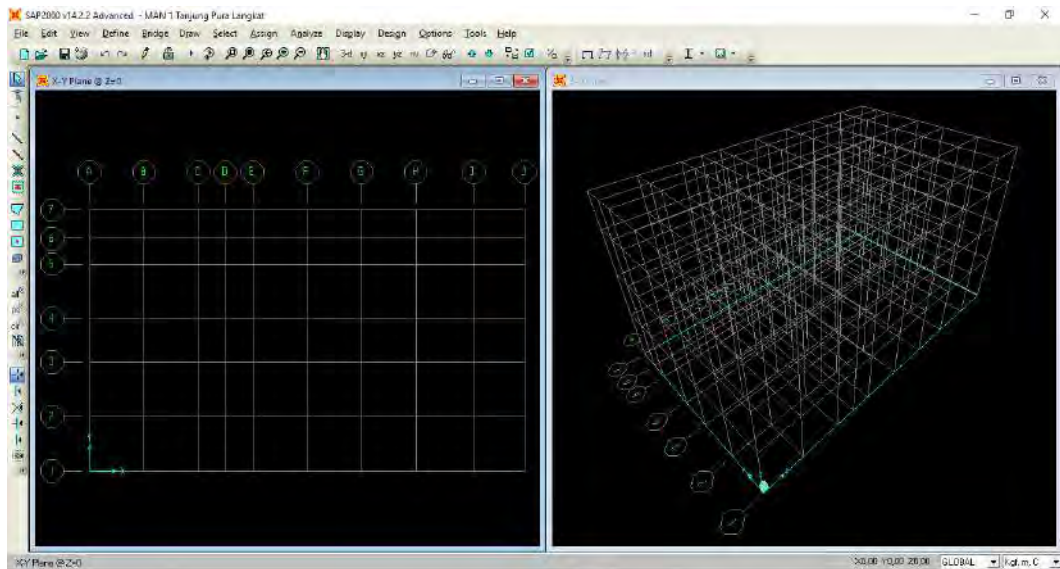
Gambar 1. Kotak Dialog Pilihan Template *New Model*



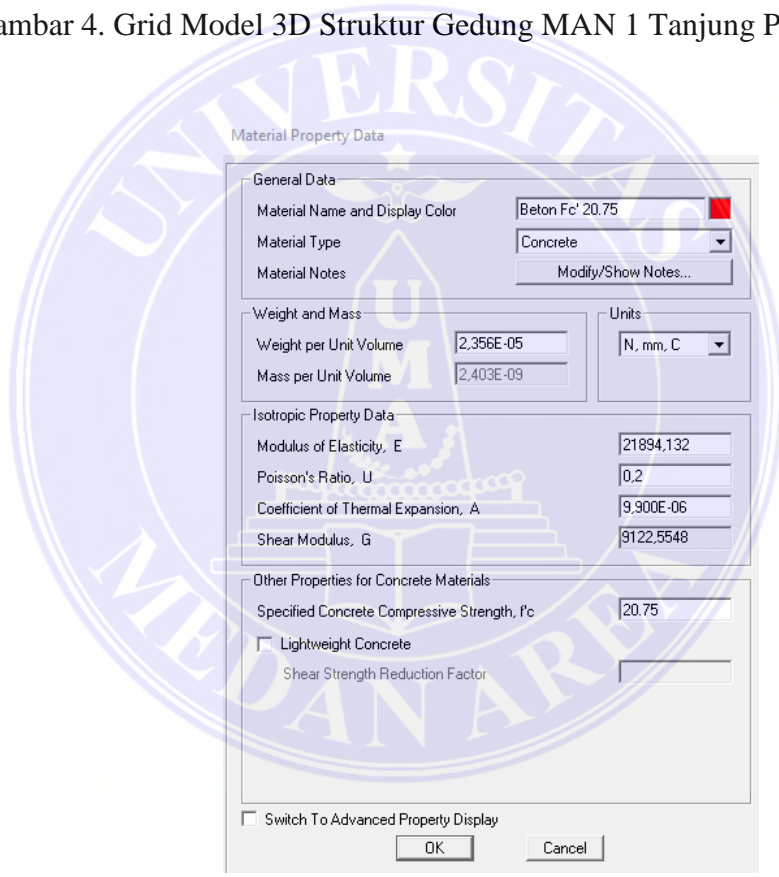
Gambar 2. Kotak Dialog *Coordinate/Grid Systems*



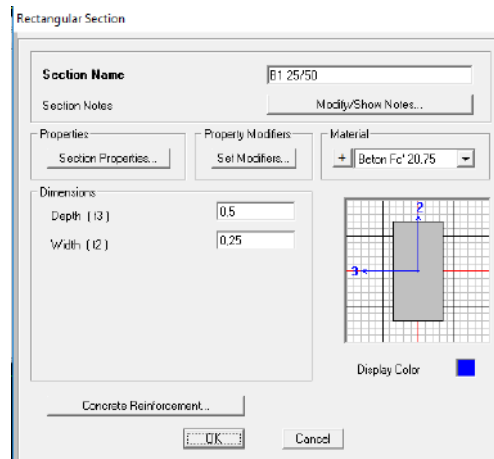
Gambar 3. Input *Define Grid Systems* Data Struktur Gedung MAN 1 Langkat



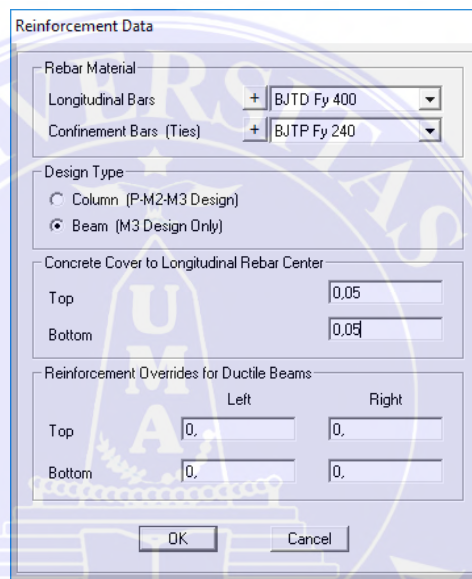
Gambar 4. Grid Model 3D Struktur Gedung MAN 1 Tanjung Pura, Kab. Langkat



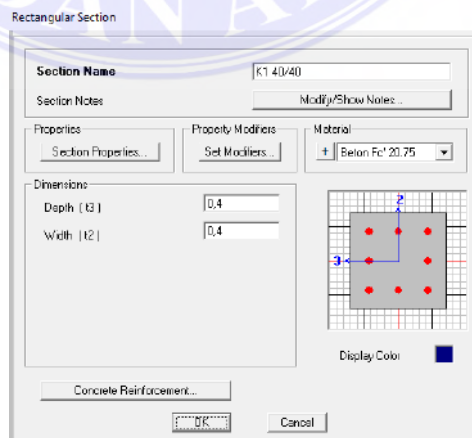
Gambar 5. Input Material Property Data Concrete Fc 20.75 Mpa



Gambar 6. Input Penampang Balok B1 Uk.25cm x 50cm



Gambar 7. Kotak Dialog Reinforcement Data Balok



Gambar 8. Input Penampang Kolom K1 Uk.40cm x 40cm

Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars + BJTD Fy 400

Confinement Bars (Ties) + BJTP Fy 240

Design Type

Column (P-M2-M3 Design)

Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration

Rectangular

Circular

Confinement Bars

Ties

Spiral

Longitudinal Bars - Rectangular Configuration

Clear Cover for Confinement Bars 0,05

Number of Long Bars Along 3-dir Face 3

Number of Long Bars Along 2-dir Face 3

Longitudinal Bar Size + #9

Confinement Bars

Confinement Bar Size + #4

Longitudinal Spacing of Confinement Bars 0,15

Number of Confinement Bars in 3-dir 3

Number of Confinement Bars in 2-dir 3

Check/Design

Reinforcement to be Checked

Reinforcement to be Designed

OK

Cancel

Gambar 9. Kotak Dialog Reinforcement Data Kolom

Shell Section Data

Section Name PL

Section Notes Modify/Show...

Display Color ■

Type

Shell - Thin

Shell - Thick

Plate - Thin

Plate Thick

Membrane

Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Material

Material Name + Beton Fc' 20.75

Material Angle 0,

Thickness

Membrane 0,12

Bending 0,12

Concrete Shell Section Design Parameters

Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers

Set Modifiers...

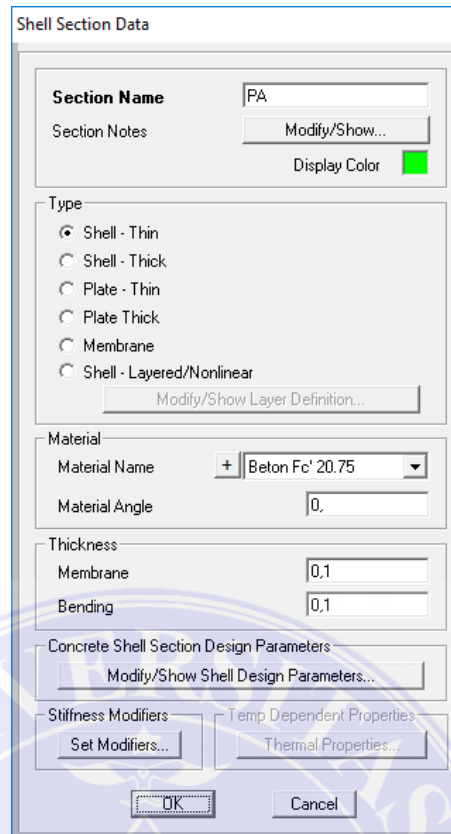
Temp Dependent Properties

Thermal Properties...

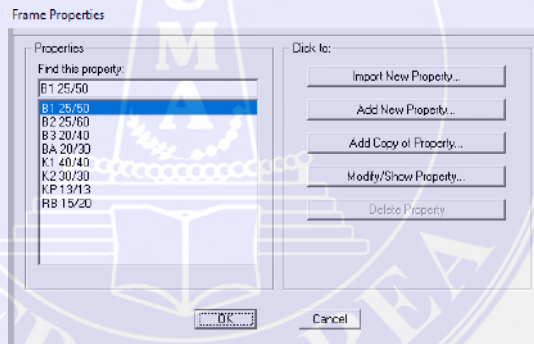
OK

Cancel

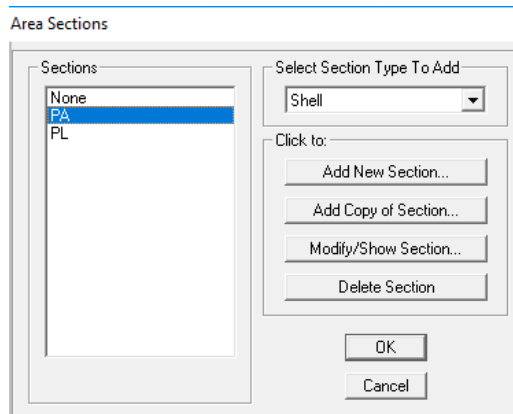
Gambar 10. Input Penampang Pelat Lantai Tbl. 12 cm



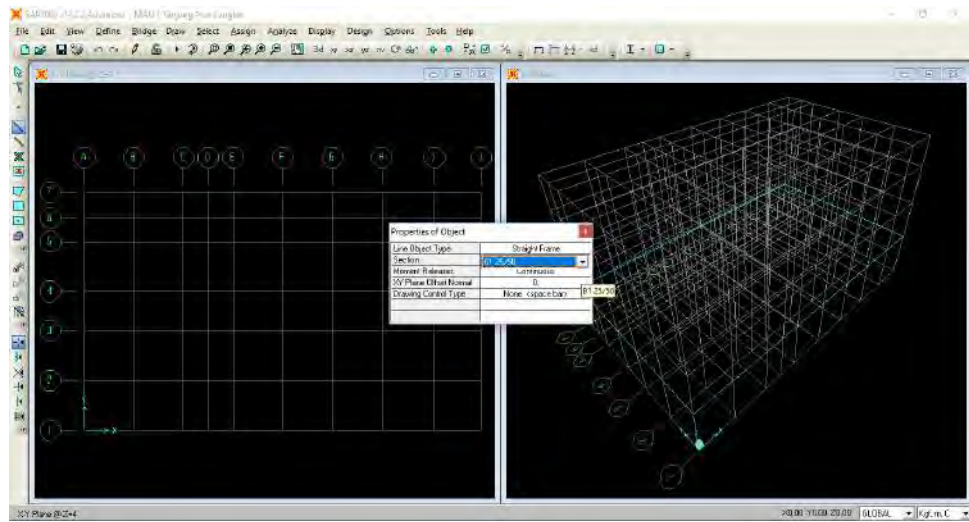
Gambar 11. Input Penampang Pelat Lantai Tbl. 10 cm



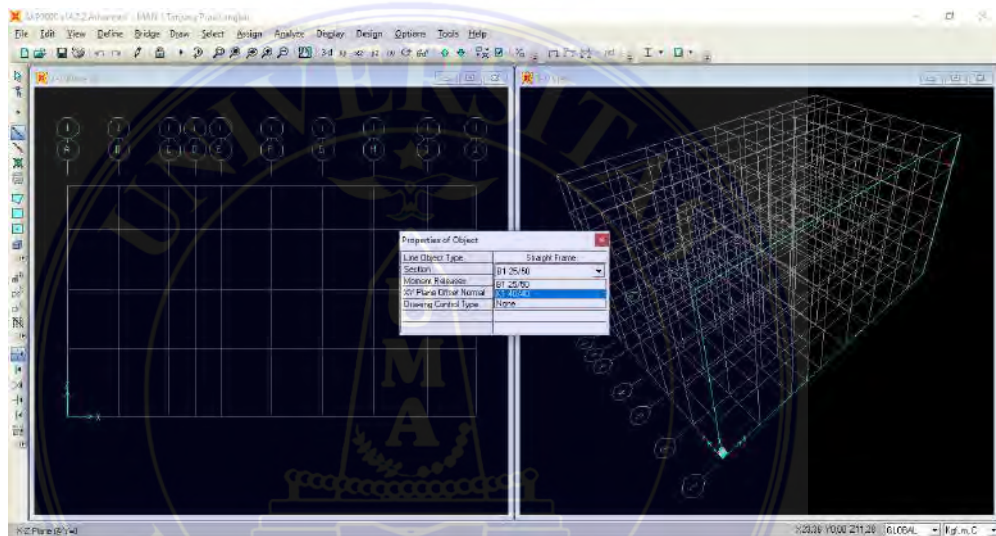
Gambar 12. Hasil Input Penampang Balok dan Kolom



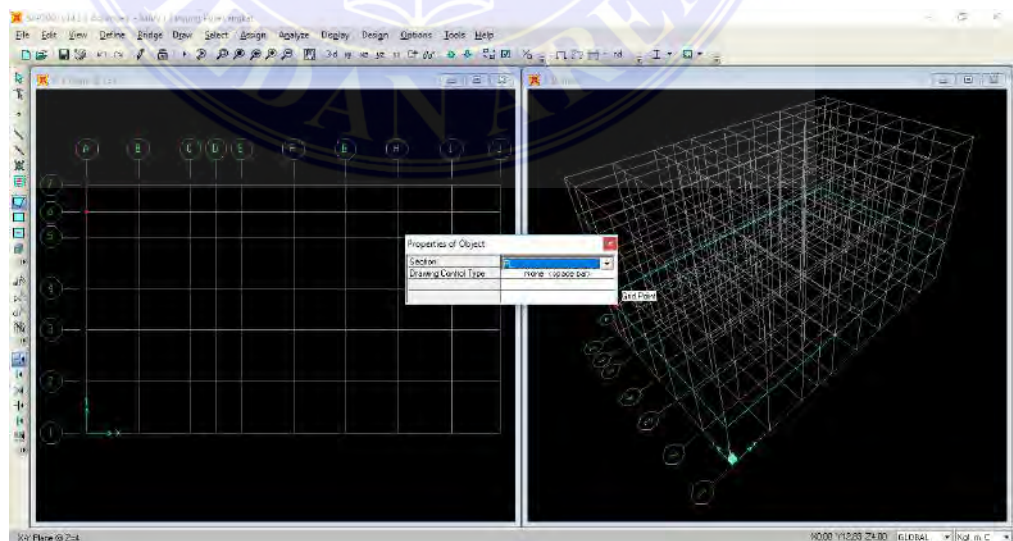
Gambar 13. Hasil Input Penampang Pelat Lantai dan Pelat Atap



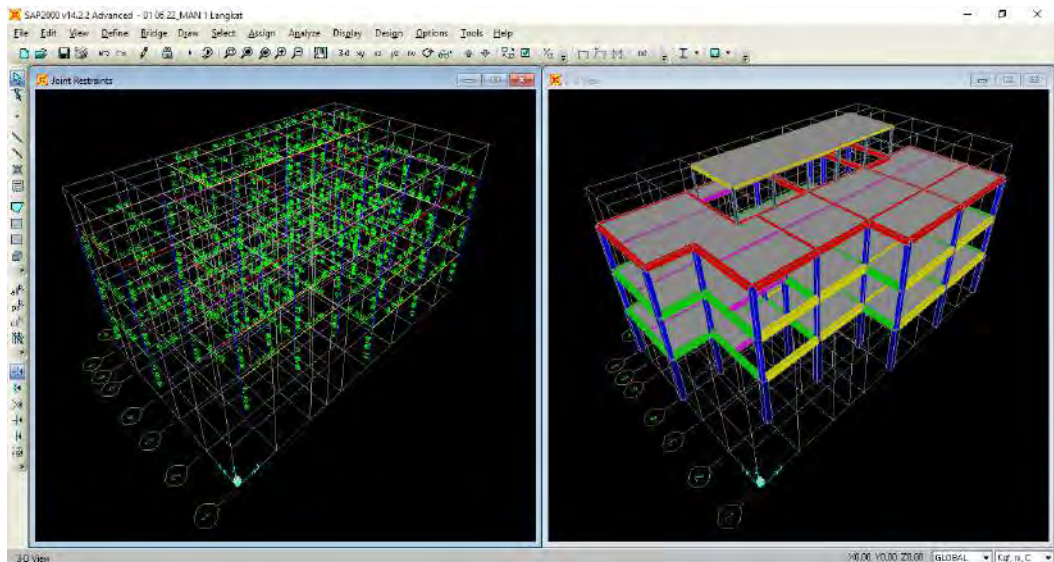
Gambar 14. Pemodelan Elemen Struktur Balok B1 Uk.25cm x 50cm



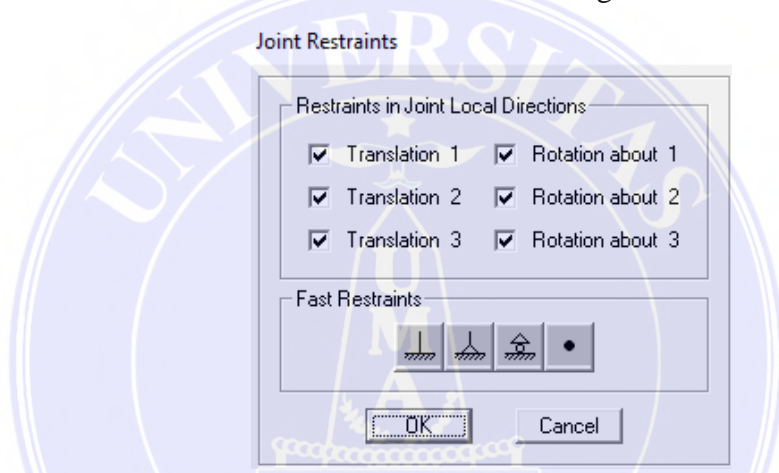
Gambar 15. Pemodelan Elemen Struktur Kolom K1 Uk.40cm x 40cm



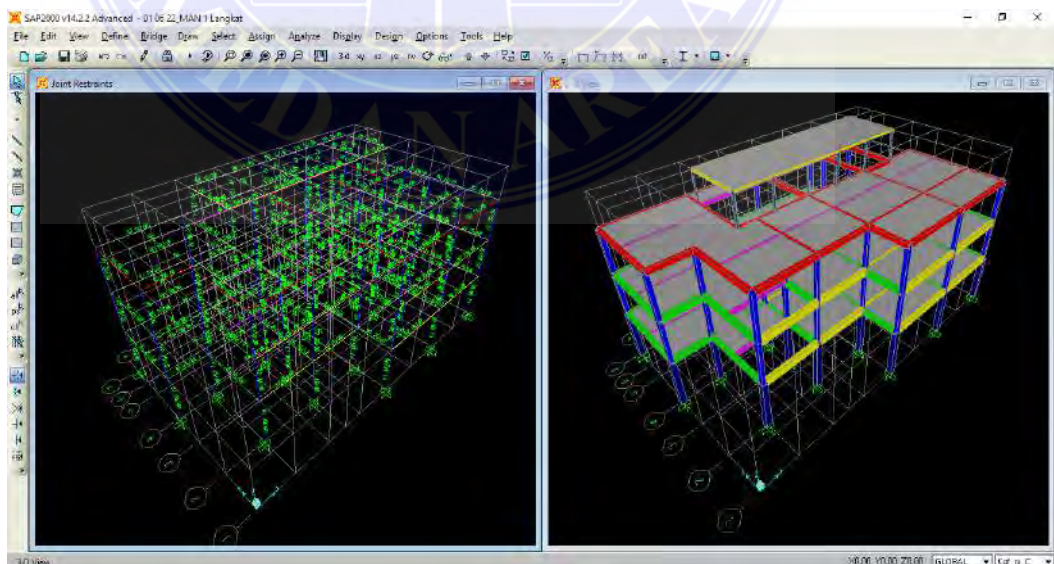
Gambar 16. Pemodelan Elemen Pelat Lantai



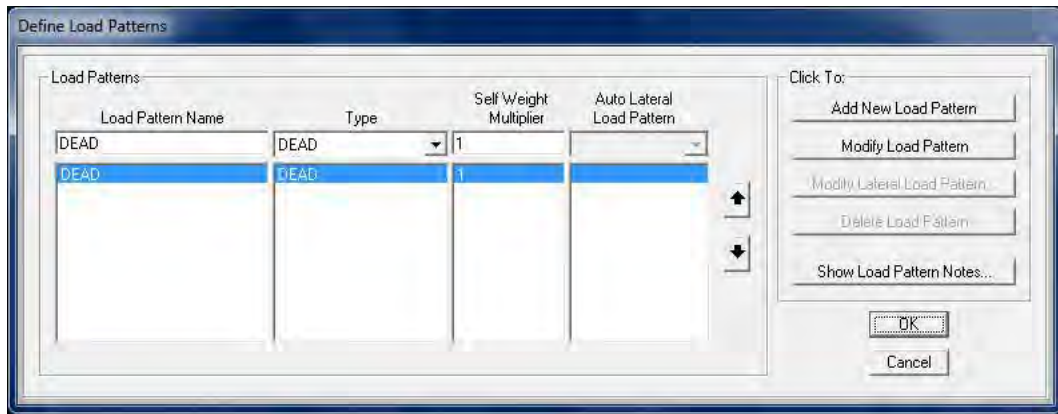
Gambar 17. Pemodelan Struktur 3D Gedung Asrama MAN 1 Langkat



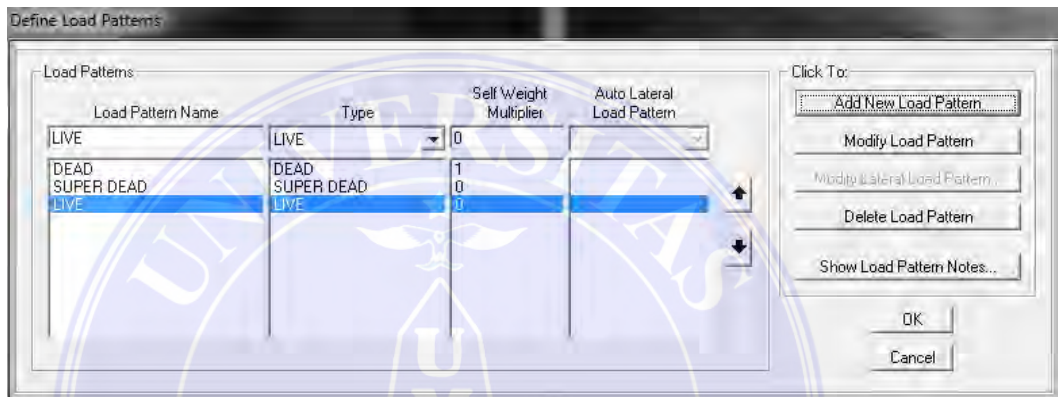
Gambar 18. Kotak Dialog *Joint Restraints*



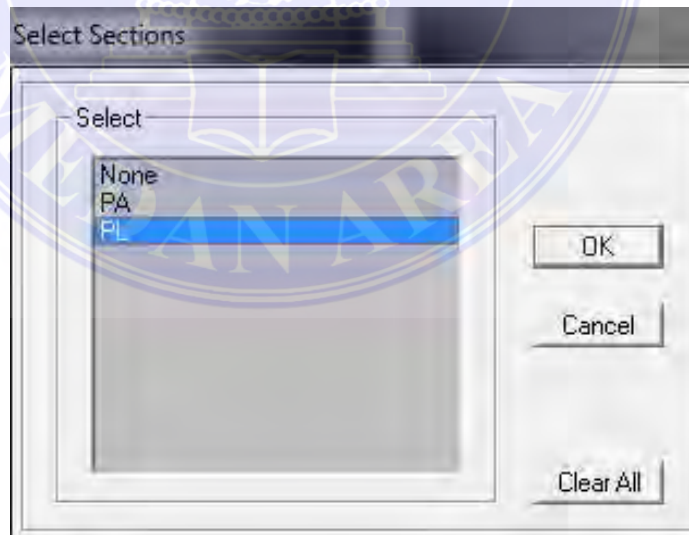
Gambar 19. Hasil Penentuan Jenis Perletakan Jepit



Gambar 20. Kotak Dialog Define Load Pattern

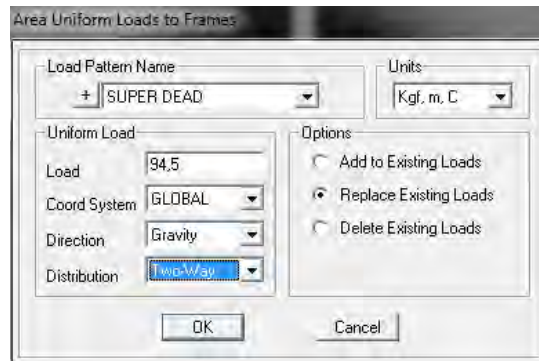


Gambar 21. Hasil Pendefinisian Beban

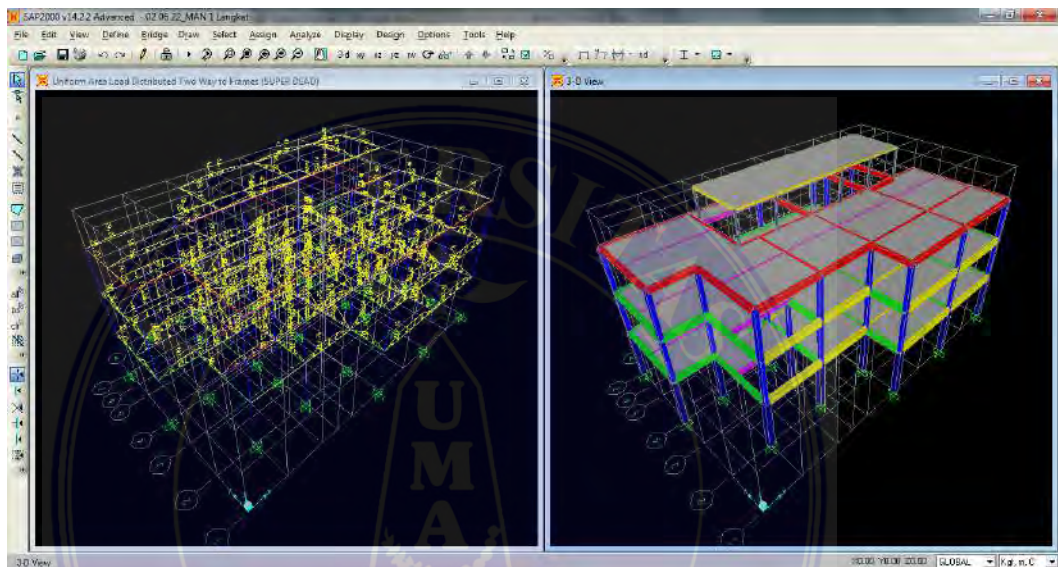


Gambar 22. Kotak Dialog Select Sections

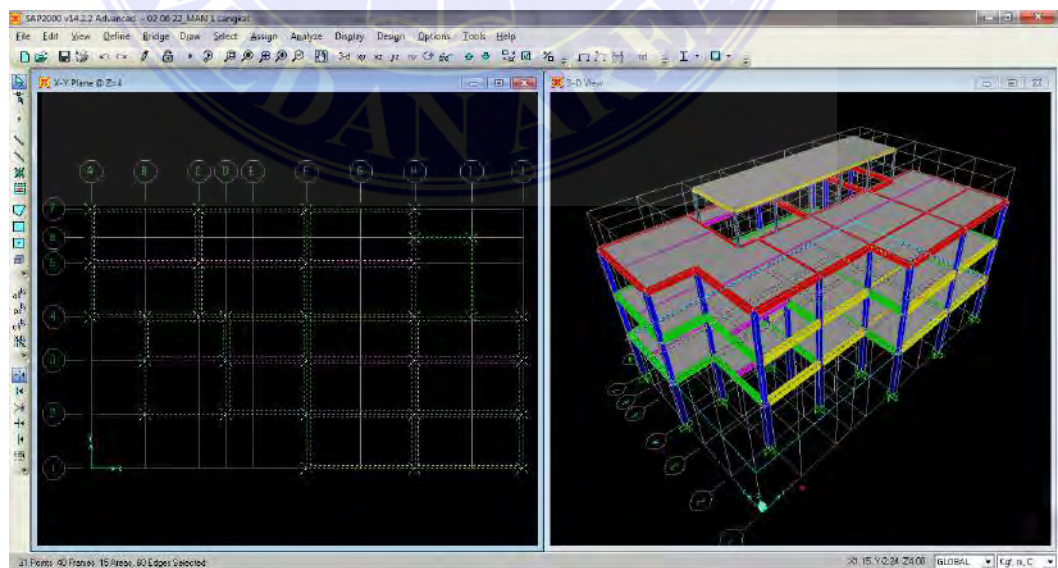




Gambar 23. Pemberian Beban Mati Tambahan (SUPER DEAD)



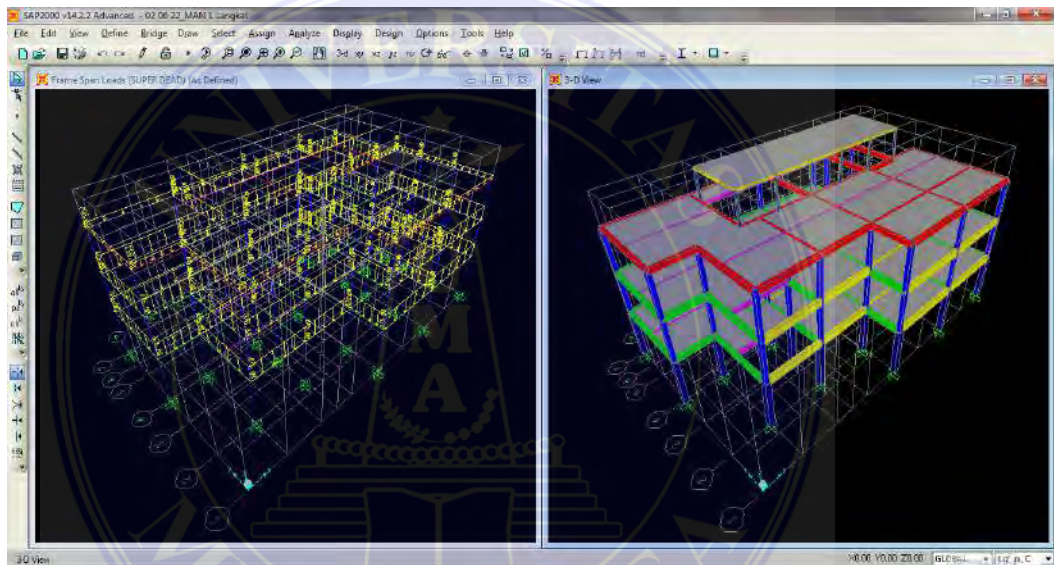
Gambar 24. Pembebanan Beban Mati Tambahan Pelat Lantai dan Pelat Atap



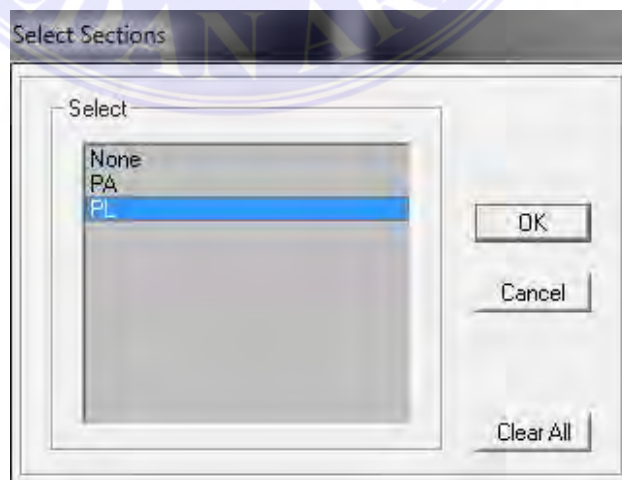
Gambar 25. Pemilihan Balok



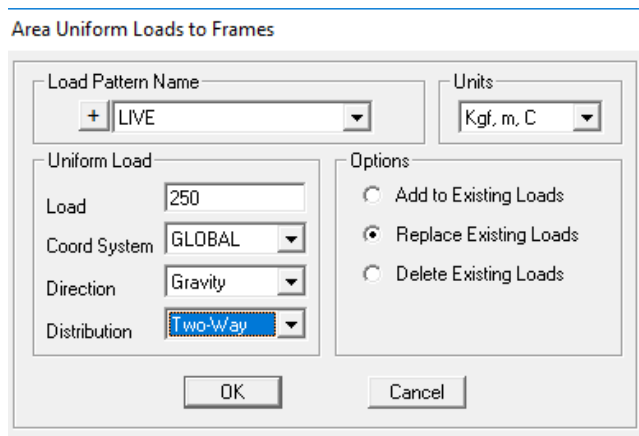
Gambar 26. Pemberian Beban Mati Tambahan (SUPER DEAD)



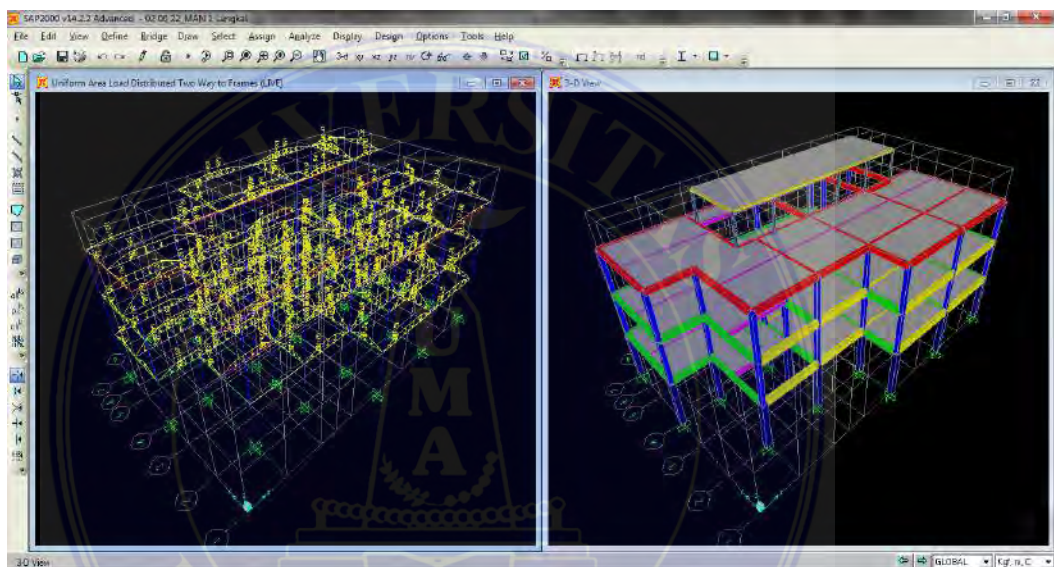
Gambar 27. Pembebanan Beban Mati Tambahan (SUPER DEAD) pada Balok



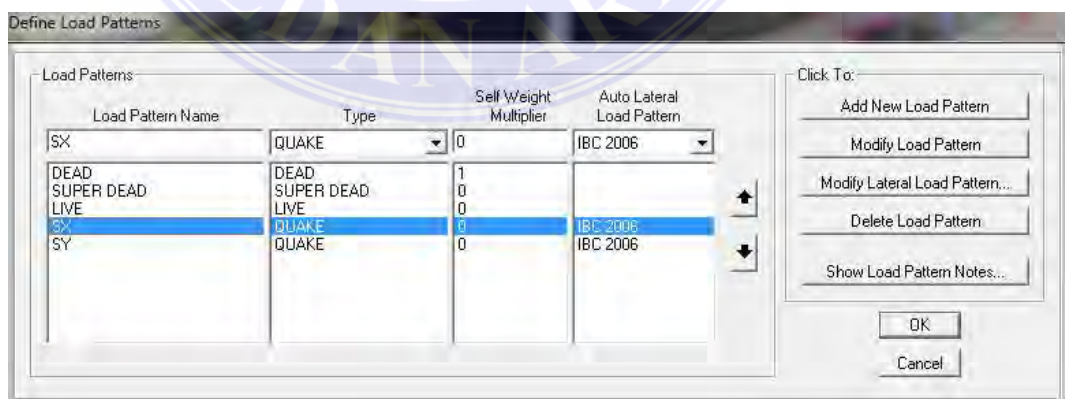
Gambar 28. Kotak Dialog *Select Sections*



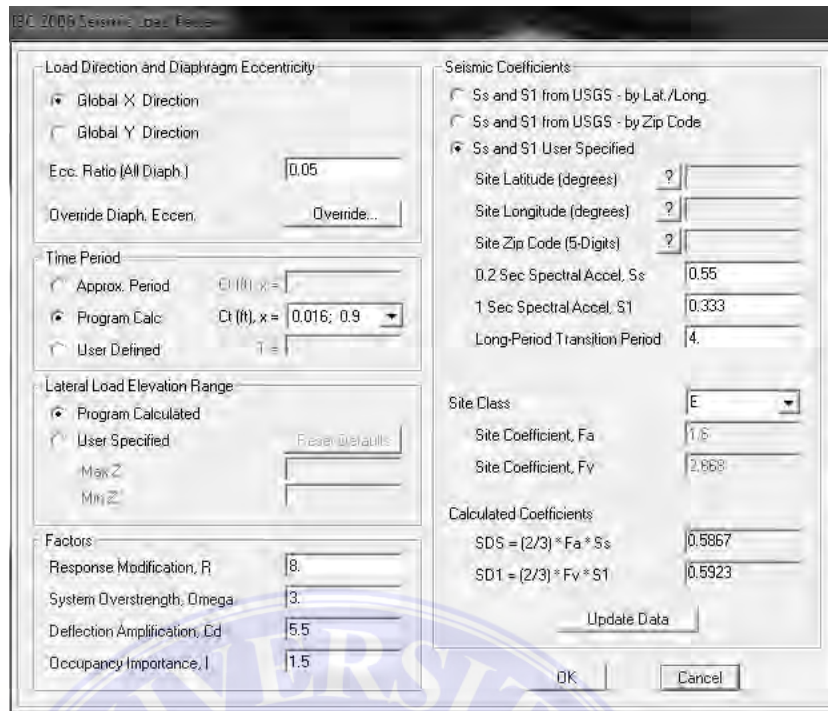
Gambar 29. Pemberian Beban Hidup (LIVE)



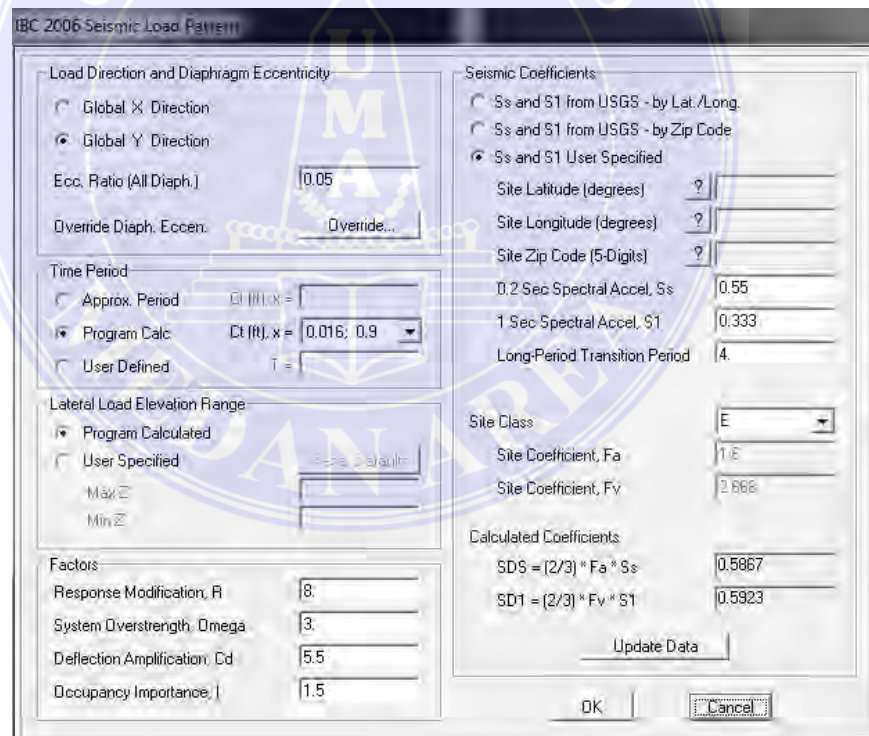
Gambar 30. Hasil Pembebanan Beban Hidup Pelat Lantai dan Pelat Atap



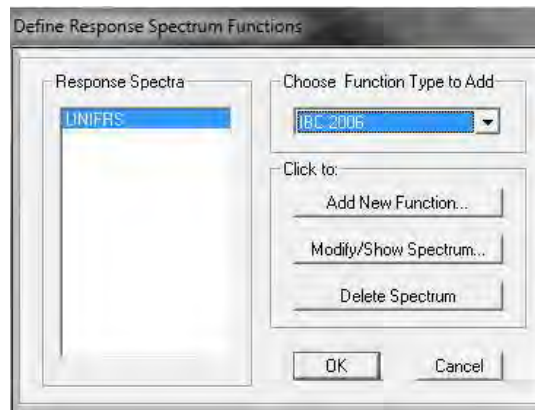
Gambar 31. Pendefinisian Beban Gempa Statik Ekuivalen IBC 2006



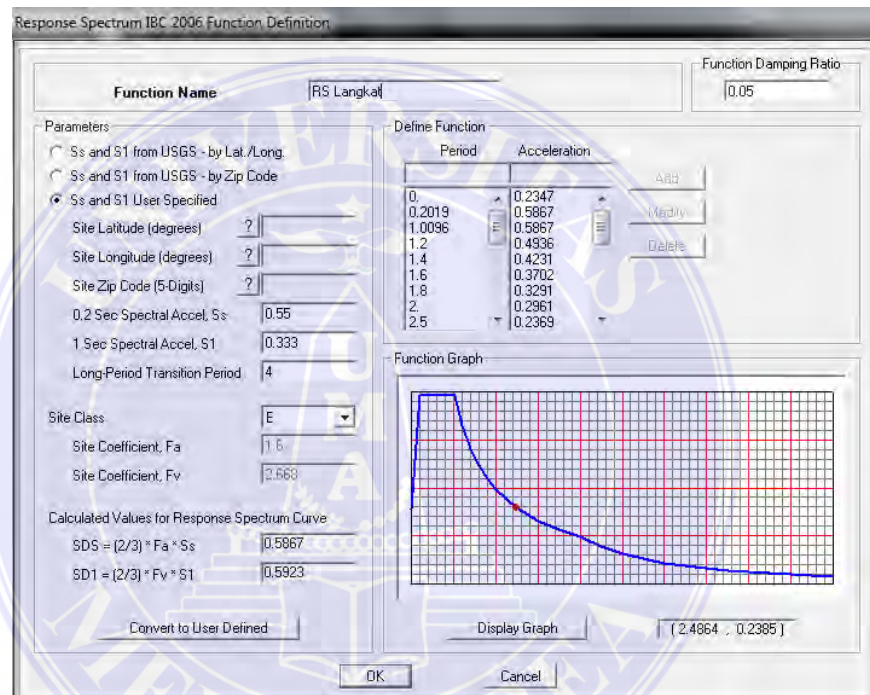
Gambar 32. Beban Gempa Statik Ekivalen Arah X (SX) IBC 2006/SNI 1726



Gambar 33. Beban Gempa Statik Ekivalen Arah Y (SY) IBC 2006/SNI 1726



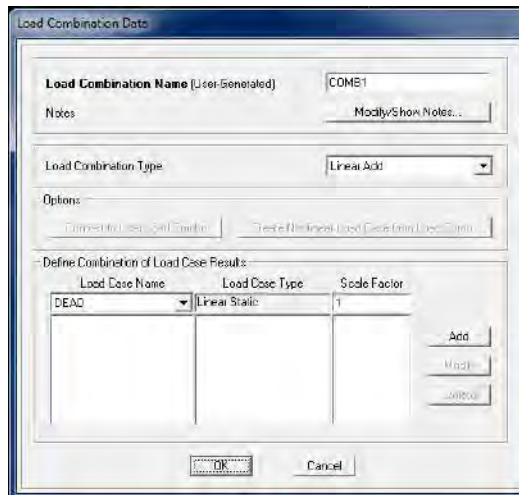
Gambar 34. Define Response Spectrum Functions



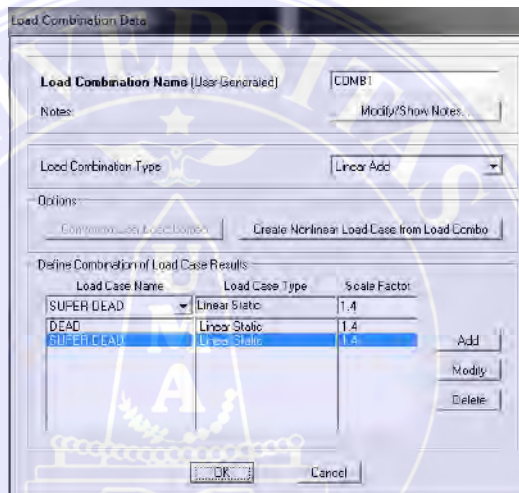
Gambar 35. Input Kurva Respons Spektrum IBC 2006



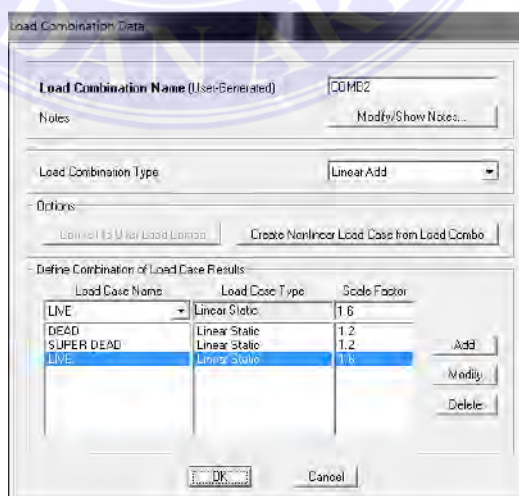
Gambar 36. Kotak Dialog Define Load Combination



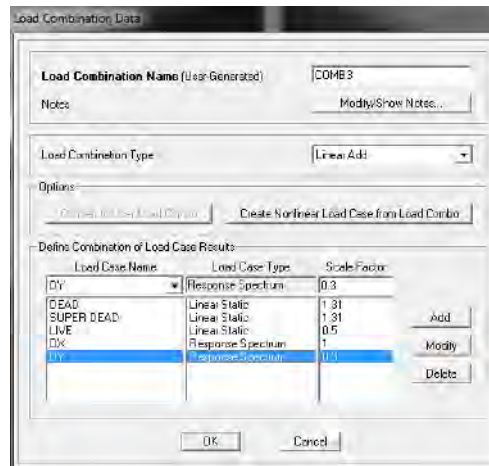
Gambar 37. Kotak Dialog *Load Combination Data*



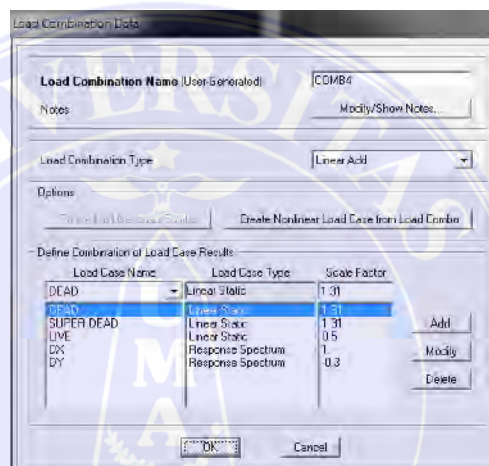
Gambar 38. COMB1 1.4 D + 1.4 SD



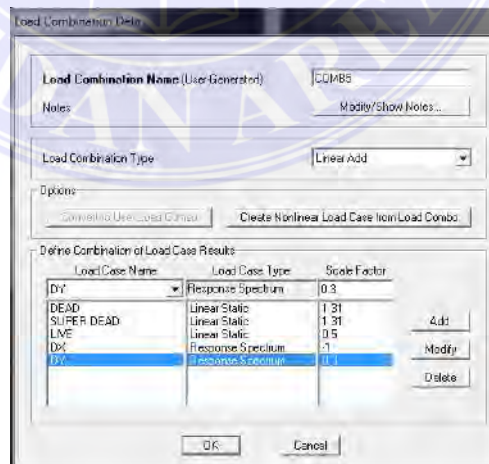
Gambar 39. Hasil *setting* COMB2 1.2 D + 1.2 SD + 1.6 L



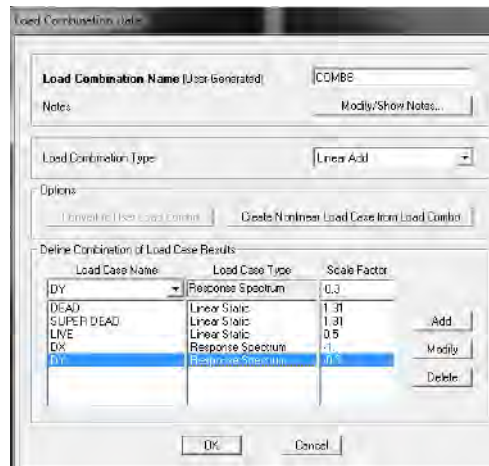
Gambar 40. Hasil *setting* COMB3 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L + 1 DX + 0.3 DY



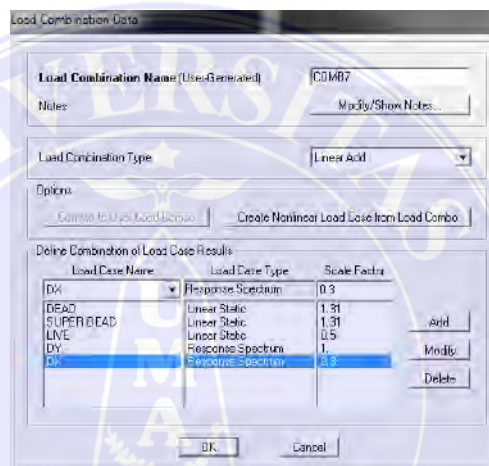
Gambar 41. Hasil *setting* COMB4 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L + 1 DX - 0.3 DY



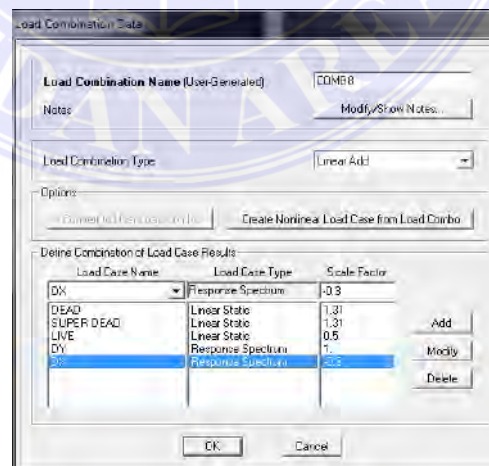
Gambar 42. Hasil *setting* COMB5 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L - 1 DX + 0.3 DY



Gambar 43. Hasil setting COMB6 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L - 1 DX - 0.3 DY

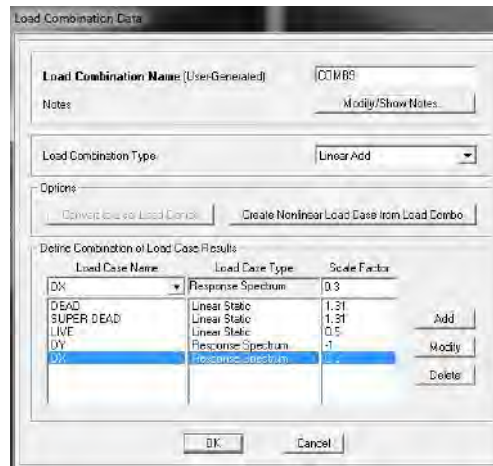


Gambar 44. Hasil setting COMB7 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L + 0.3 DX + 1 DY

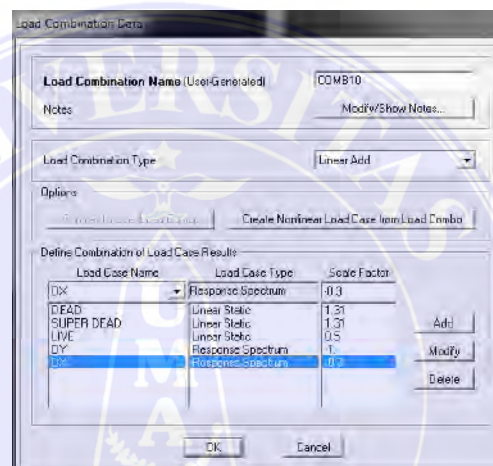


Gambar 45. Hasil setting COMB8 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L + 0.3 DX - 1 DY

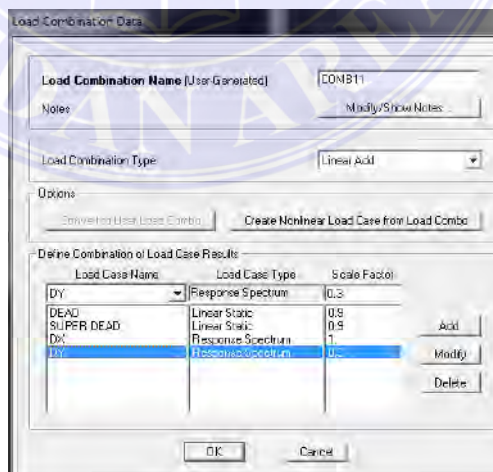




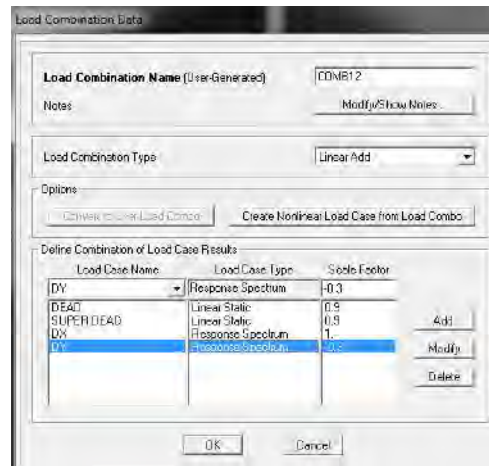
Gambar 46. Hasil *setting* COMB9 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L - 0.3 DX + 1 DY



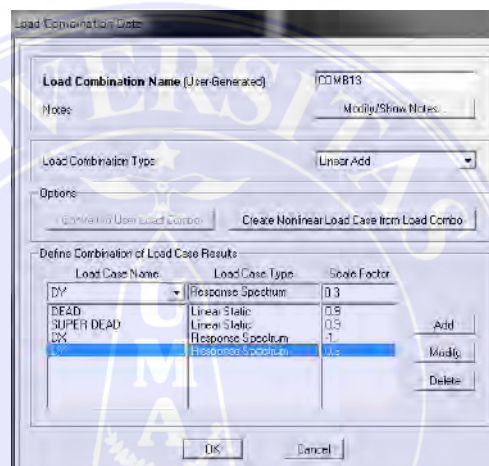
Gambar 47. Hasil *setting* COMB10 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L - 0.3 DX - 1 DY



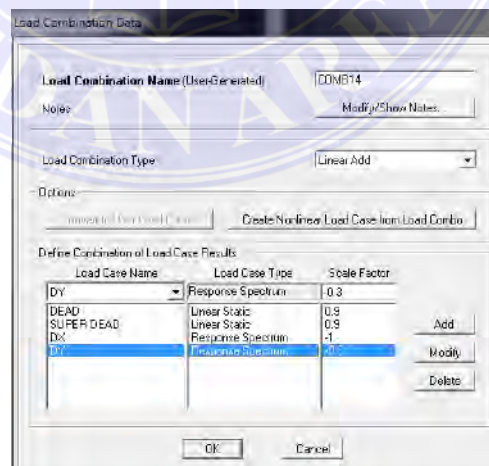
Gambar 48. Hasil *setting* COMB11 0.9 D + 0.9 SD + 1 DX + 0.3 DY



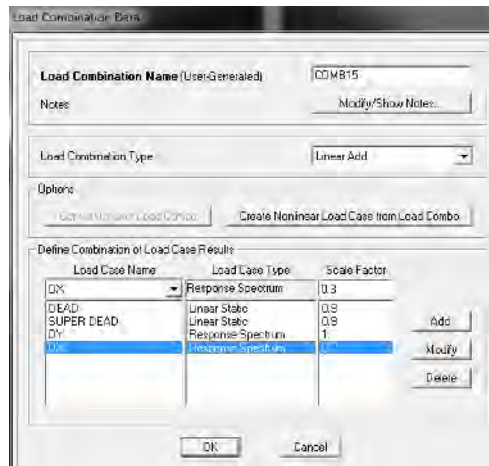
Gambar 49. Hasil *setting* COMB12 0.9 D + 0.9 SD + 1 DX - 0.3 DY



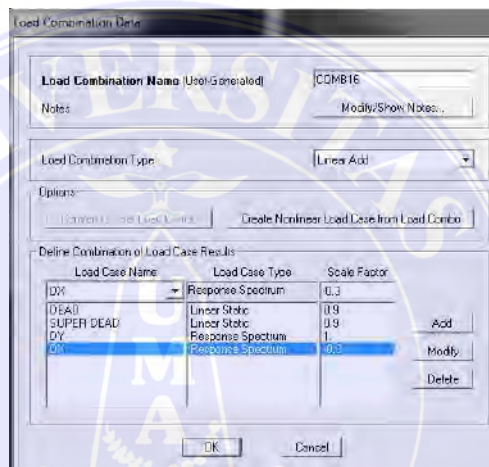
Gambar 50. Hasil *setting* COMB13 0.9 D + 0.9 SD - 1 DX + 0.3 DY



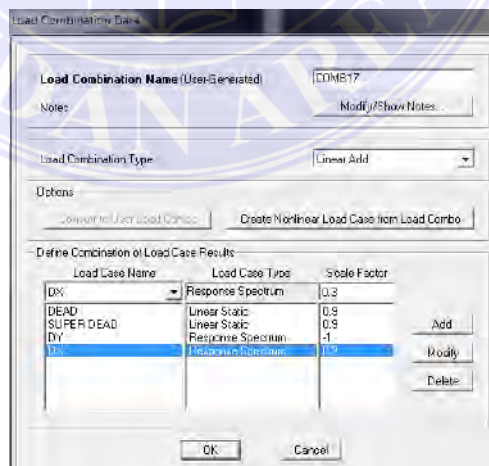
Gambar 51. Hasil *setting* COMB14 0.9 D + 0.9 SD - 1 DX - 0.3 DY



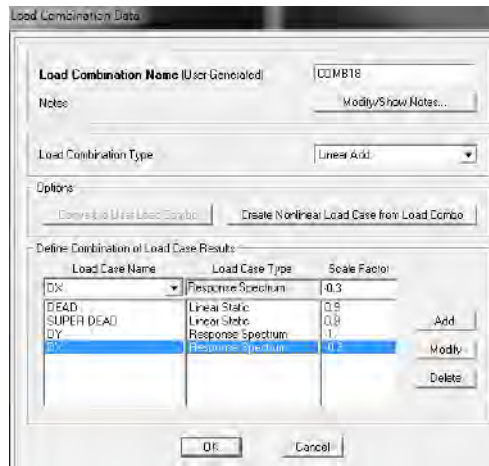
Gambar 52. Hasil *setting* COMB15 0.9 D + 0.9 SD + 0.3 DX + 1 DY



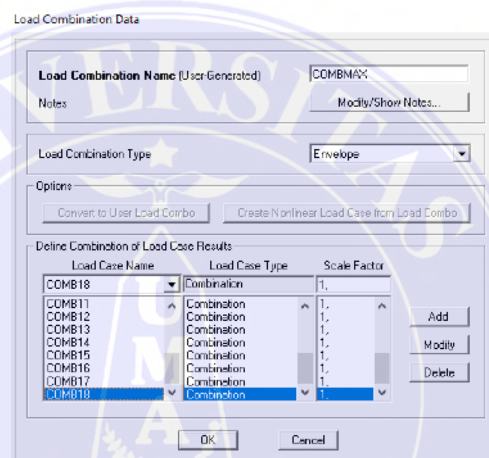
Gambar 53. Hasil *setting* COMB16 0.9 D + 0.9 SD + 0.3 DX - 1 DY



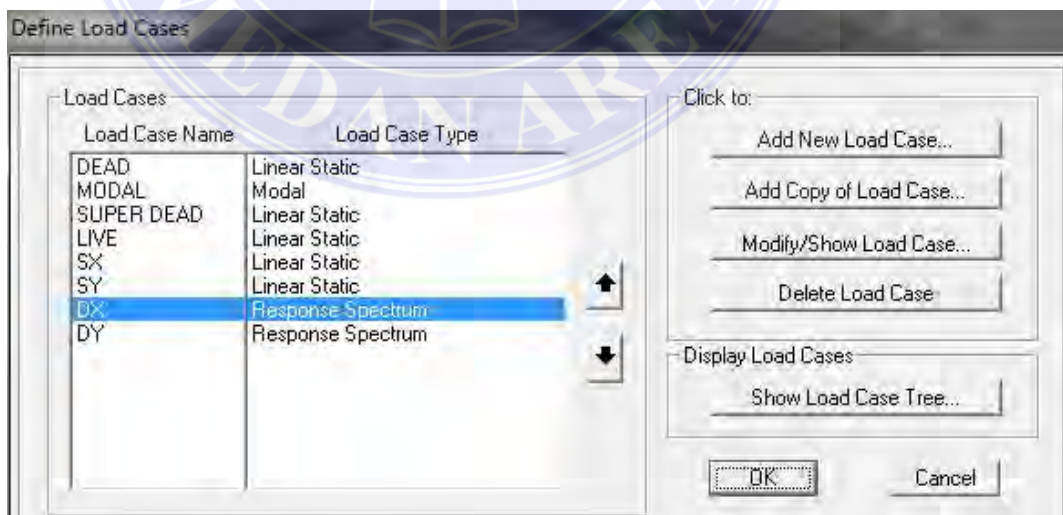
Gambar 54. Hasil *setting* COMB17 0.9 D + 0.9 SD - 0.3 DX + 1 DY



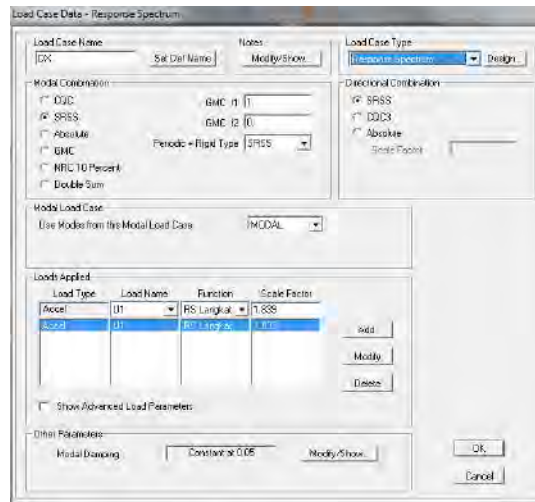
Gambar 55. Hasil setting COMB18 0.9 D + 0.9 SD - 0.3 DX - 1 DY



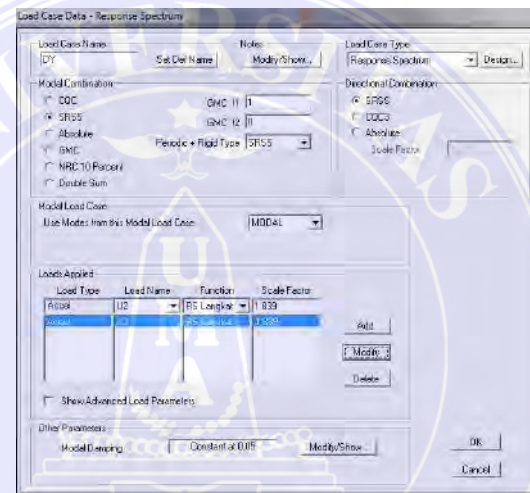
Gambar 56. Hasil setting Kombinasi COMBMAX



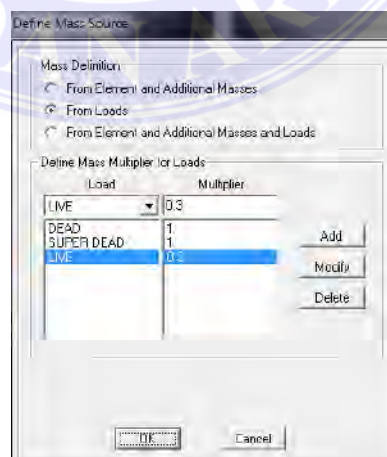
Gambar 57. Kotak Dialog Define Load Case



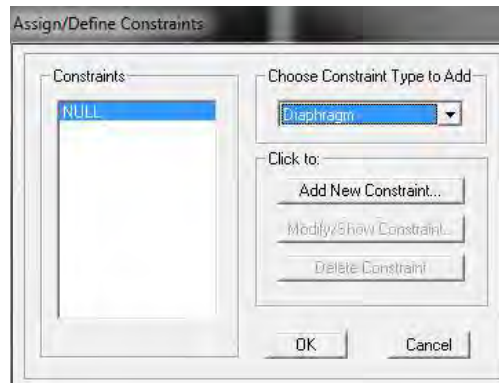
Gambar 58. Input Faktor Pengali Response Spectrum DX



Gambar 59. Input Faktor Pengali Response Spectrum DY



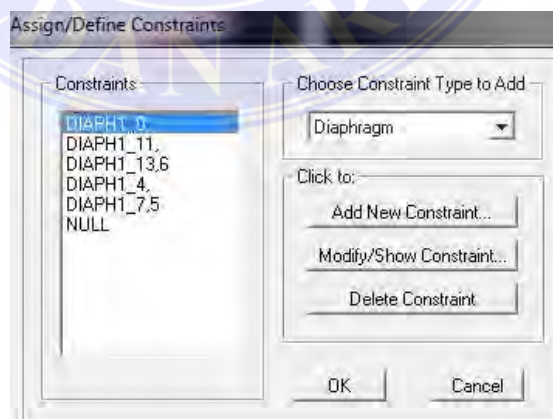
Gambar 60. Penentuan Massa Struktur



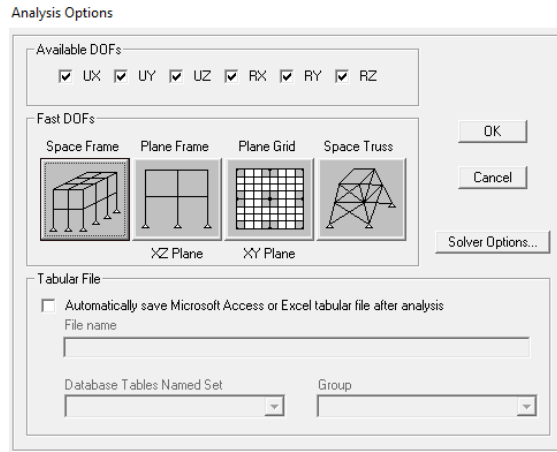
Gambar 61. Kotak Dialog *Assign/Define Constraints*



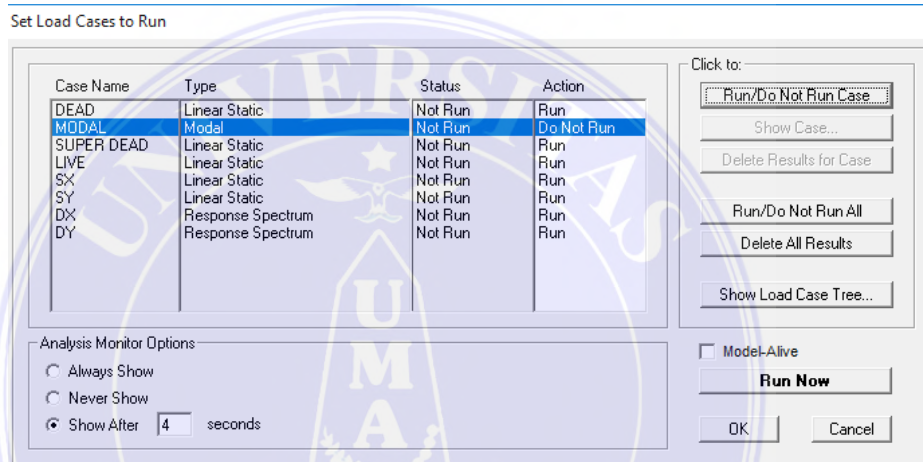
Gambar 62. Kotak Dialog *Diaphragm Constraints*



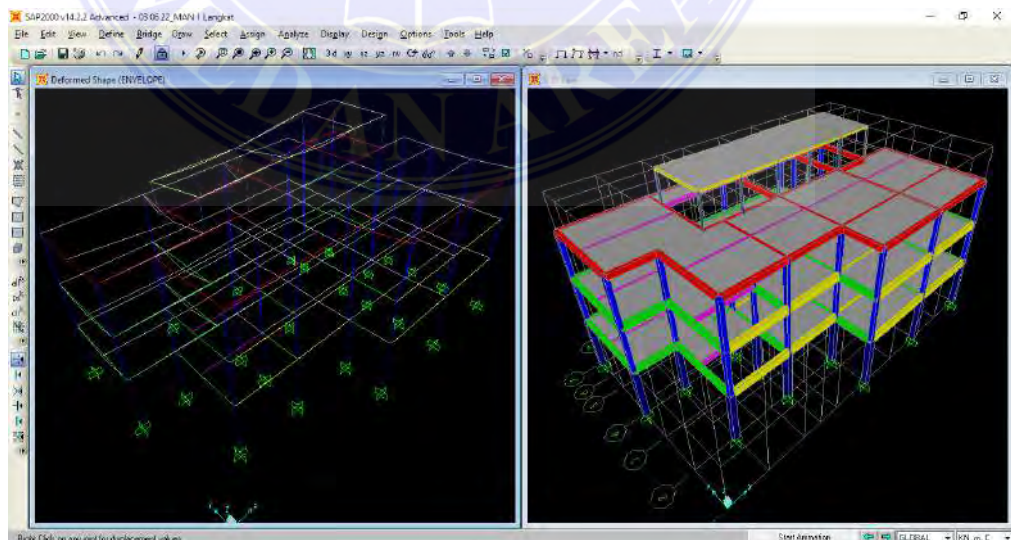
Gambar 63. Menetapkan Lantai Tingkat Sebagai Diafragma



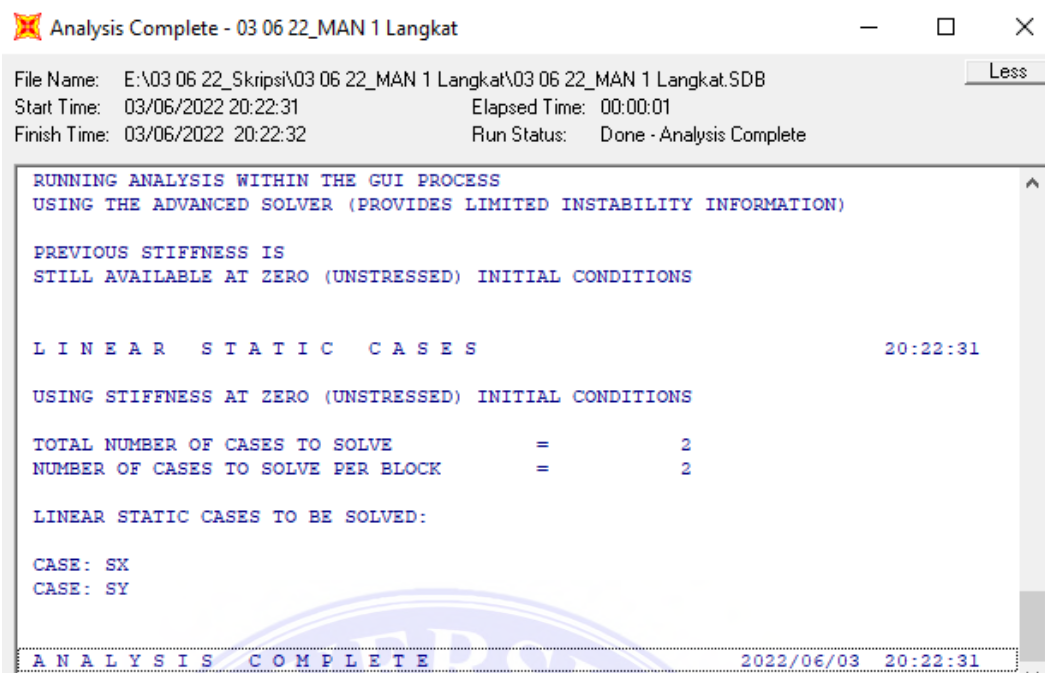
Gambar 64. Kotak Dialog *Analysis Options*



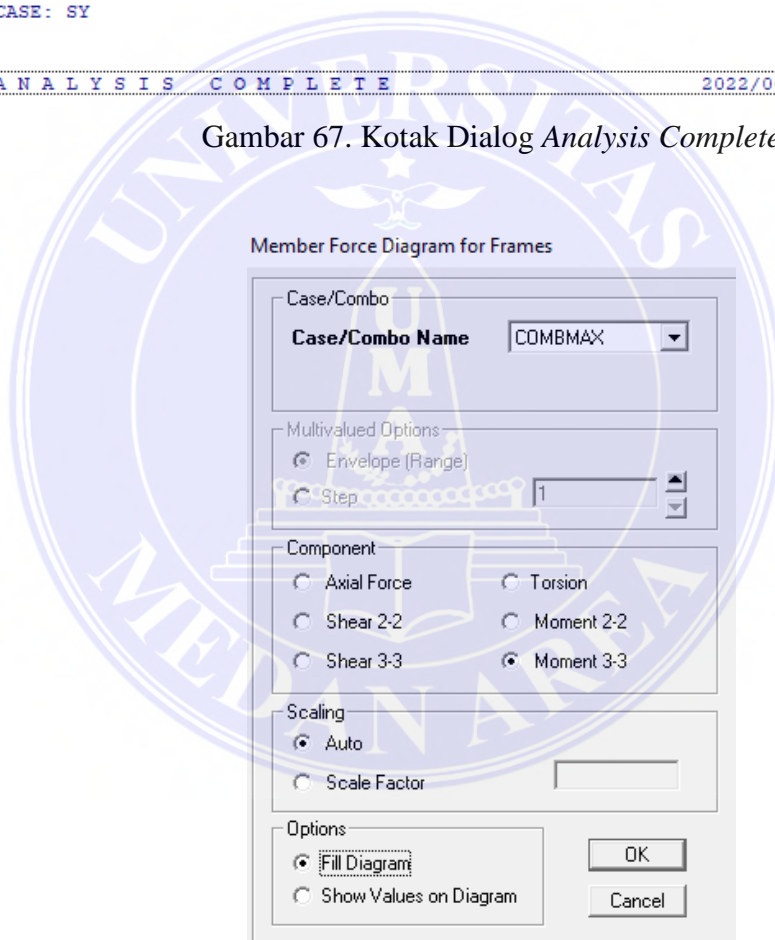
Gambar 65. Kotak Dialog *Set Load Cases to Run*



Gambar 66. Hasil Deformasi Struktur

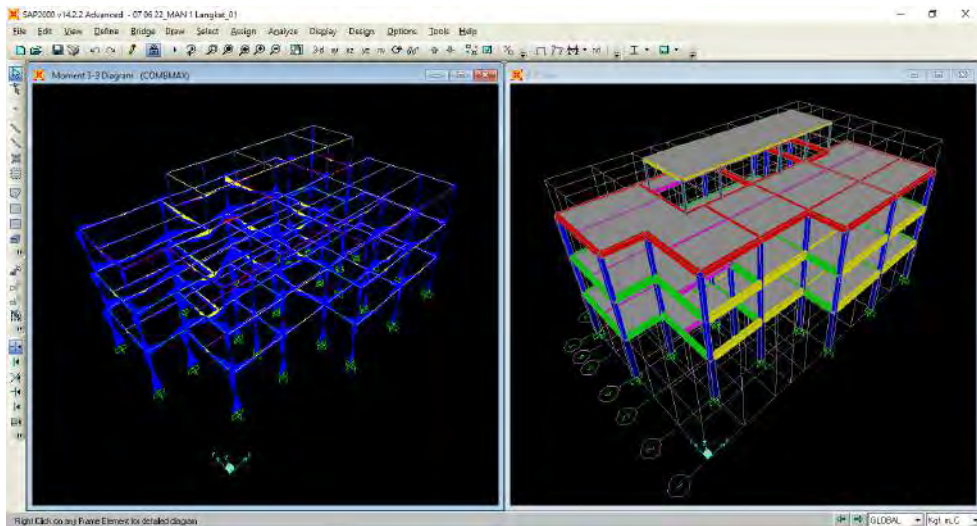


Gambar 67. Kotak Dialog *Analysis Complete*

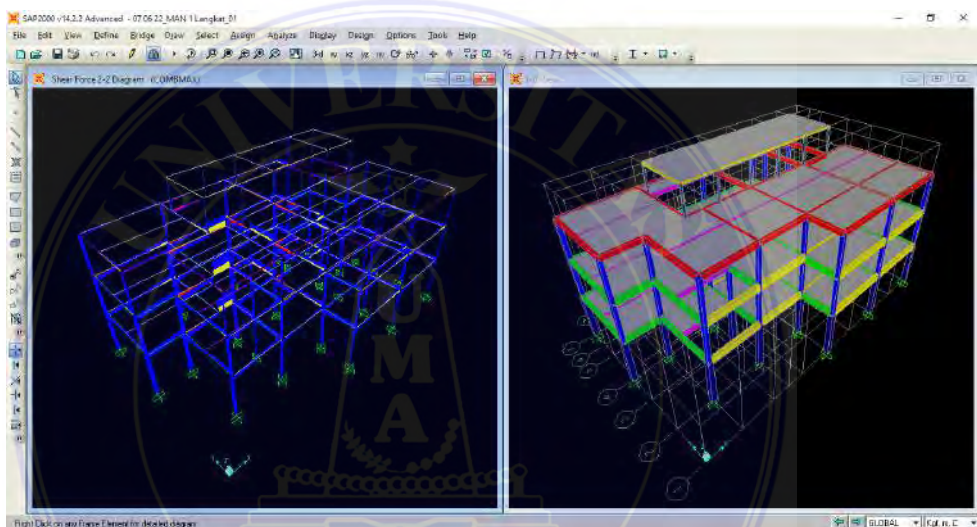


Gambar 68. Parameter Bidang Momen *Case/Combo COMBMAX*

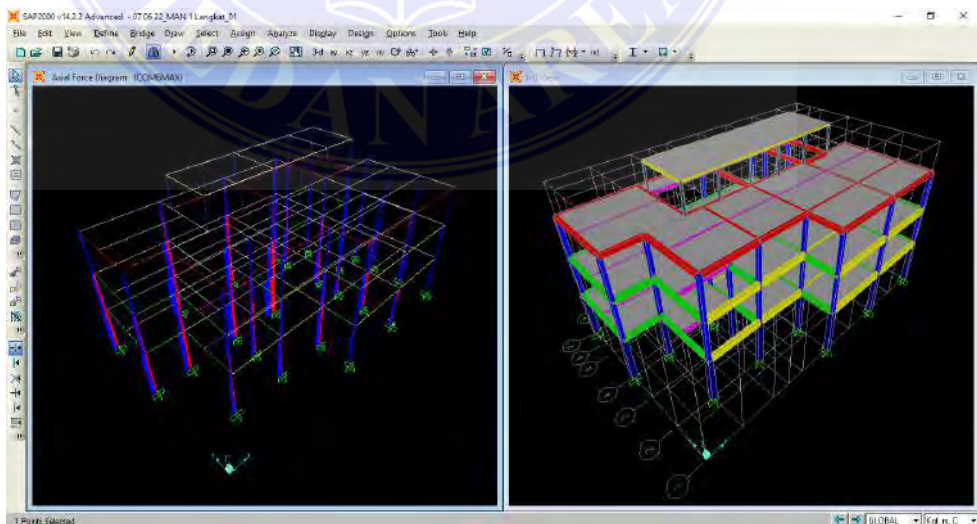




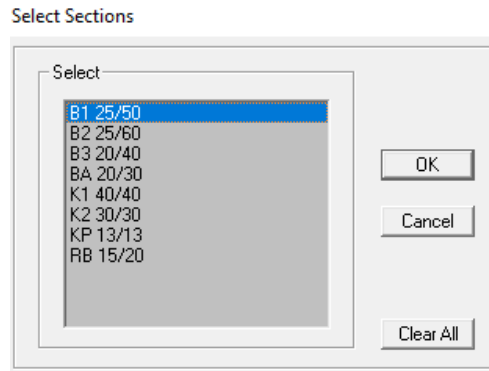
Gambar 69. Bidang *Momen 3-3 Case/Combo COMBMAX*



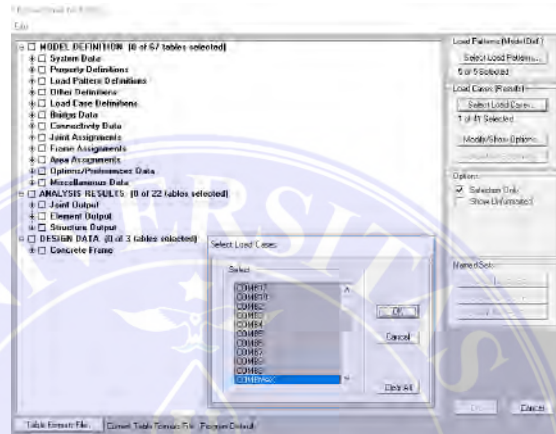
Gambar 70. Bidang *Shear 2-2 Case/Combo COMBMAX*



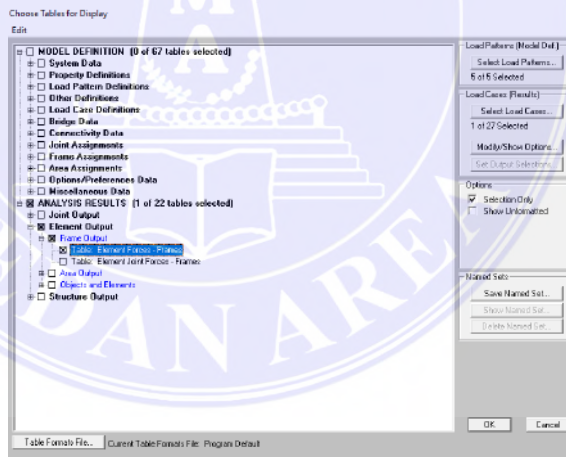
Gambar 71. Bidang *Axial Force Case/Combo COMBMAX*



Gambar 72. Select Sections Balok B1 Uk.25cm x 50cm



Gambar 73. Kotak Dialog Select Load case (Result) COMBMAX



Gambar 74. Kotak Dialog Chose Table for Display

Step	Type	Test	P (Kgf)	V2 (Kgf)	V3 (Kgf)	T (Kgf-m)		
1	Min	To Access	89578	86289	0.0017	206.08		
1	Max	To Access	89577	86281	0.0017	206.08		
1	Min		1127143	640.1	0.00385	-17.01		
1	Max		1126263	-1805.22	0.00385	-17.01		
1	Min		102958	1307.2	0.00385	-17.01		
1	Max		21.3	-1392.33	0.35	384.58		
1	Max		-20.61	1371.85	0.35	384.58		
1	Max		21.12	2307.45	0.0746	247.51		
1	Max		-21.2	-2305.4	0.0746	247.51		
1	Max		21.88	1928.6	0.0746	247.51		
1	Min		-47.51	-1977.55	-0.07172	-131.23		
1	Min		46.47	-31.6501	0.07172	131.23		
1	Min		39.18	-2272.21	-0.2	-396.58		
1	Min		38.28	-1760.07	-0.2	-396.58		
1	Min		-49.13	1006.02	-0.2	-396.58		
29	0	ENVELOPE	Combination	Max	-0.05	627.85	0.0004654	371.71
29	0	ENVELOPE	Combination	Max	2.07	150.85	0.0004654	371.71
29	0	ENVELOPE	Combination	Max	1.85	893.85	0.0004654	371.71
29	0	ENVELOPE	Combination	Min	5.7	-2086.55	0.00178	87.88

Gambar 75. Export Nilai Gaya-Gaya Dalam ke File Excel



Tabel 1 Kontrol Partisipasi Massa

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Modal	Mode	1	0.79	0.19	0.37	0.00	0.19	0.37
Modal	Mode	2	0.75	0.47	0.24	0.00	0.66	0.60
Modal	Mode	3	0.65	0.07	0.06	0.00	0.73	0.67
Modal	Mode	4	0.55	0.01	0.13	0.00	0.74	0.80
Modal	Mode	5	0.53	0.10	0.01	0.00	0.84	0.80
Modal	Mode	6	0.50	0.00	0.03	0.00	0.84	0.84
Modal	Mode	7	0.27	0.00	0.04	0.01	0.84	0.88
Modal	Mode	8	0.25	0.06	0.01	0.01	0.90	0.89
Modal	Mode	9	0.25	0.05	0.02	0.01	0.94	0.91
Modal	Mode	10	0.23	0.00	0.00	0.00	0.94	0.91
Modal	Mode	11	0.22	0.00	0.04	0.00	0.94	0.95
Modal	Mode	12	0.22	0.00	0.00	0.00	0.94	0.95

Keterangan: Jumlah partisipasi massa pada mode 12 (lebih dari 90% atau 0.9)

Tabel 2 Hasil (Output) SAP 2000 Simpangan Antar Lantai

TABLE: Joint Displacements						
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3
Text	Text	Text	Text	mm	mm	mm
57	DX	LinRespSpec	Max	4.727	3.047	0.096
57	DY	LinRespSpec	Max	4.972	3.012	0.124
107	DX	LinRespSpec	Max	12.600	8.246	0.173
107	DY	LinRespSpec	Max	13.341	7.957	0.226
133	DX	LinRespSpec	Max	17.121	11.257	0.202
133	DY	LinRespSpec	Max	18.255	10.677	0.264
150	DX	LinRespSpec	Max	30.922	18.720	0.230
150	DY	LinRespSpec	Max	31.539	19.467	0.301
178	DX	LinRespSpec	Max	0.000	0.000	0.000
178	DY	LinRespSpec	Max	0.000	0.000	0.000



Tabel 1 Gaya Gaya Dalam Maksimum Balok B1 Uk.25 cm x 50cm

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	V2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN-m
98	0.00	COMBMAX	Combination	Max	-25.79	-6.67
98	3.00	COMBMAX	Combination	Max	-17.84	141.77
98	3.00	COMBMAX	Combination	Max	84.93	140.41
98	6.00	COMBMAX	Combination	Max	95.53	-33.18
98	0.00	COMBMAX	Combination	Min	-74.65	-76.05
98	3.00	COMBMAX	Combination	Min	-64.05	51.80
98	3.00	COMBMAX	Combination	Min	24.21	51.28
98	6.00	COMBMAX	Combination	Min	32.16	-130.28

Tabel 2 Gaya Gaya Dalam Maksimum Balok B2 Uk.25cm x 60 cm

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	V2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN-m
123	0	COMBMAX	Combination	Max	-31.60	-12.45
123	3	COMBMAX	Combination	Max	6.75	157.63
123	6	COMBMAX	Combination	Max	66.67	12.68
123	0	COMBMAX	Combination	Min	-155.20	-187.54
123	3	COMBMAX	Combination	Min	-14.54	26.70
123	6	COMBMAX	Combination	Min	25.89	-65.88

Tabel 3 Gaya Gaya Dalam Maksimum Balok B3 Uk.20 cm x 40 cm

TABLE: Element Forces -Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	V2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN-m
133	0	COMBMAX	Combination	Max	18.42	98.12
133	3	COMBMAX	Combination	Max	27.68	29.63
133	6	COMBMAX	Combination	Max	36.94	-26.39
133	0	COMBMAX	Combination	Min	5.26	43.22
133	3	COMBMAX	Combination	Min	11.62	17.26
133	6	COMBMAX	Combination	Min	17.99	-68.06

Tabel 4 Gaya Gaya Dalam Maksimum Balok BA Uk.20 cm x 30 cm

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	V2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN-m
11	0	COMBMAX	Combination	Max	-30.22	-25.89
11	3	COMBMAX	Combination	Max	1.99	36.50
11	6	COMBMAX	Combination	Max	60.07	-22.42
11	0	COMBMAX	Combination	Min	-62.60	-57.07
11	3	COMBMAX	Combination	Min	-3.38	18.05
11	6	COMBMAX	Combination	Min	29.23	-40.52

Tabel 5 Gaya Gaya Dalam Maksimum Kolom K1 Uk.40 cm x 40 cm

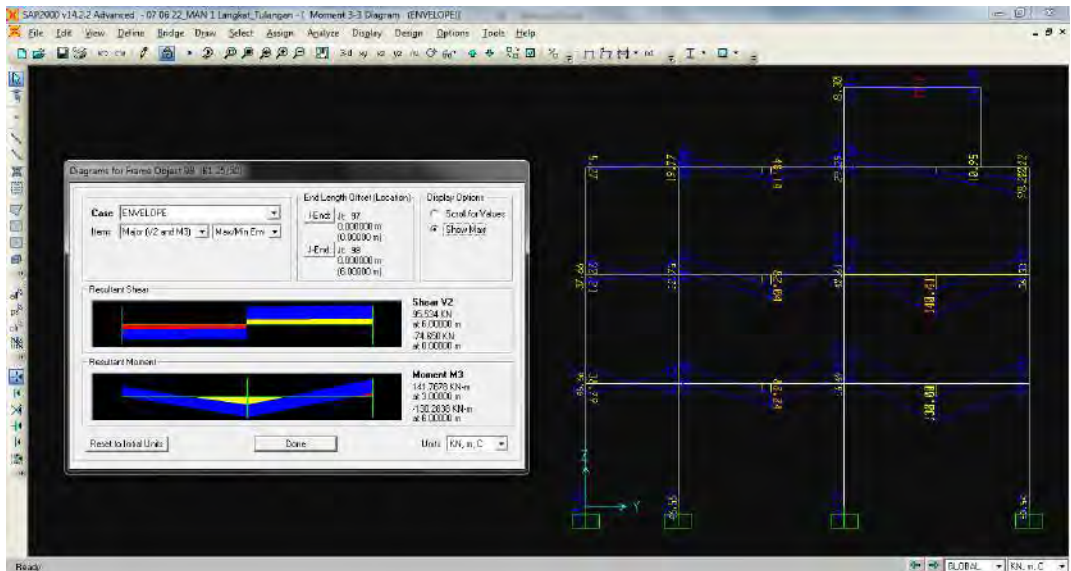
TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN-m
199	0	COMBMAX	Combination	Max	-586.99	20.20	45.23
199	2.00	COMBMAX	Combination	Max	-580.20	20.20	5.97
199	4.00	COMBMAX	Combination	Max	-573.41	20.20	56.69
199	0	COMBMAX	Combination	Min	-1255.29	-28.50	-57.32
199	2.00	COMBMAX	Combination	Min	-1246.25	-28.50	-1.47
199	4.00	COMBMAX	Combination	Min	-1237.20	-28.50	-35.58

Tabel 6 Gaya Gaya Dalam Maksimum Kolom K2 Uk. 30 cm x 30 cm

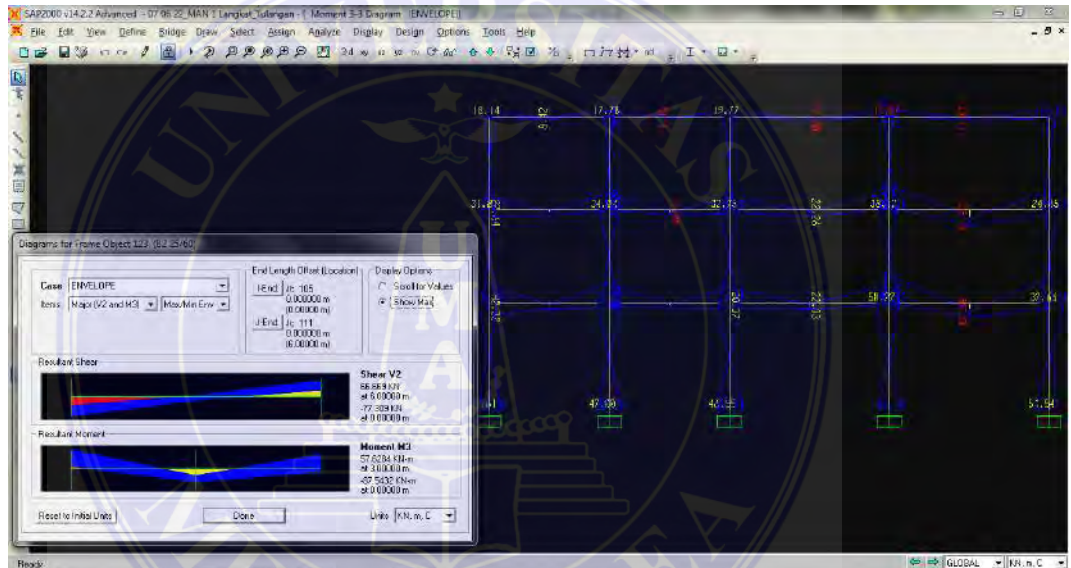
TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN-m
223	0	COMBMAX	Combination	Max	-361.08	16.01	27.76
223	1.75	COMBMAX	Combination	Max	-357.74	16.01	0.71
223	3.50	COMBMAX	Combination	Max	-354.40	16.01	42.61
223	0	COMBMAX	Combination	Min	-751.98	-23.96	-41.25
223	1.75	COMBMAX	Combination	Min	-747.52	-23.96	-0.30
223	3.50	COMBMAX	Combination	Min	-743.07	-23.96	-28.29

Tabel 7 Gaya Gaya Dalam Maksimum pada Titik Sondir S-4, S-5, dan S-6

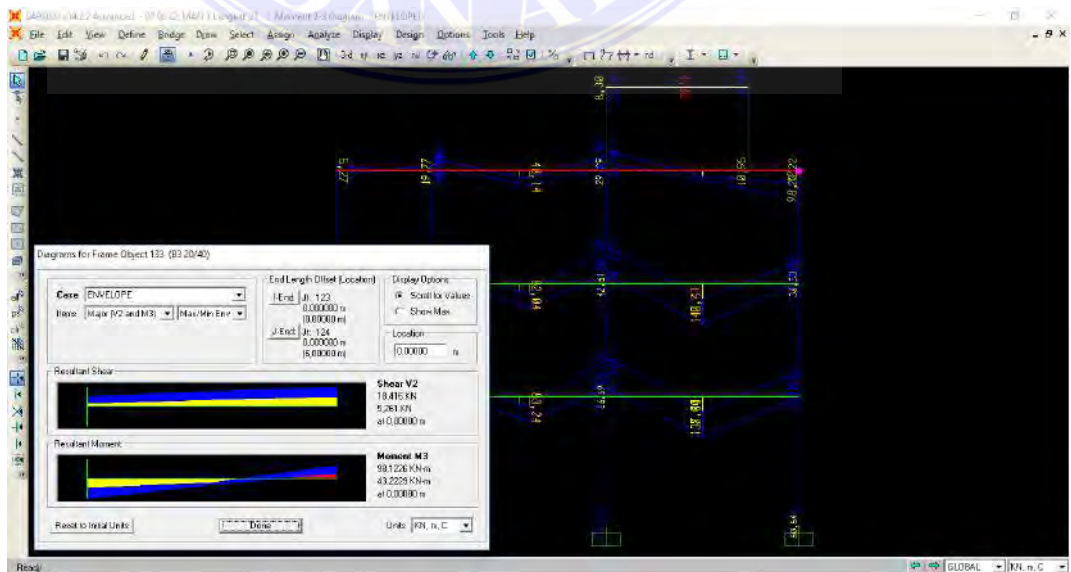
TABLE: Joint Reactions						
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	M1	M2	
Text	Text	Text	Text	KN-m	KN-m	
158	COMBMAX	Combination	Max	28.87	34.10	
158	COMBMAX	Combination	Min	-34.63	-50.35	
174	COMBMAX	Combination	Max	39.20	57.32	
174	COMBMAX	Combination	Min	-56.75	-45.23	
183	COMBMAX	Combination	Max	79.65	58.17	
183	COMBMAX	Combination	Min	-49.90	-35.30	



Gambar 1 Gaya Gaya Dalam Maksimum Balok B1 Uk.25 cm x 50cm

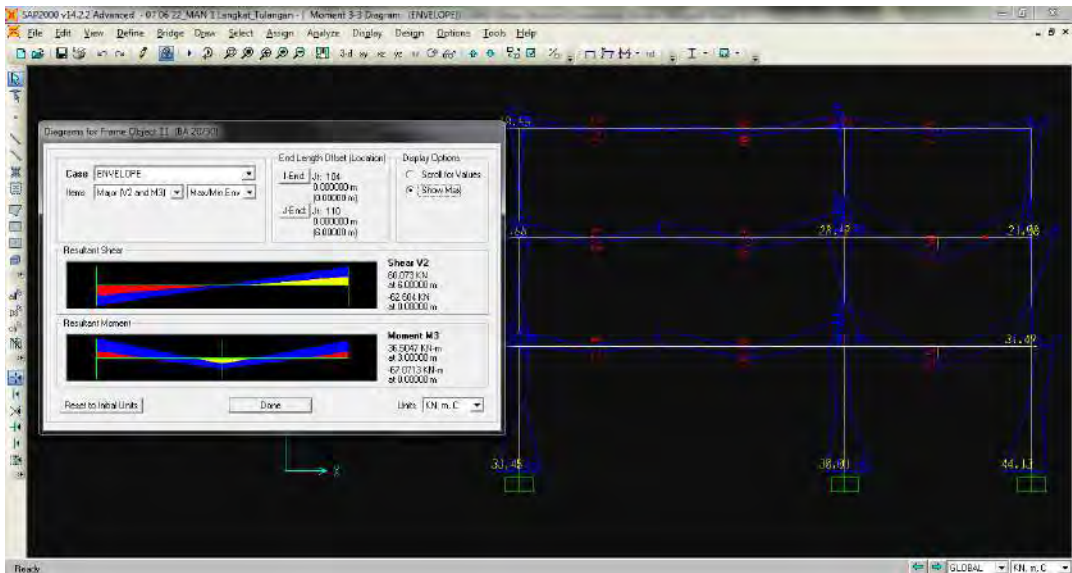


Gambar 2 Gaya Gaya Dalam Maksimum Balok B2 Uk.25cm x 60 cm

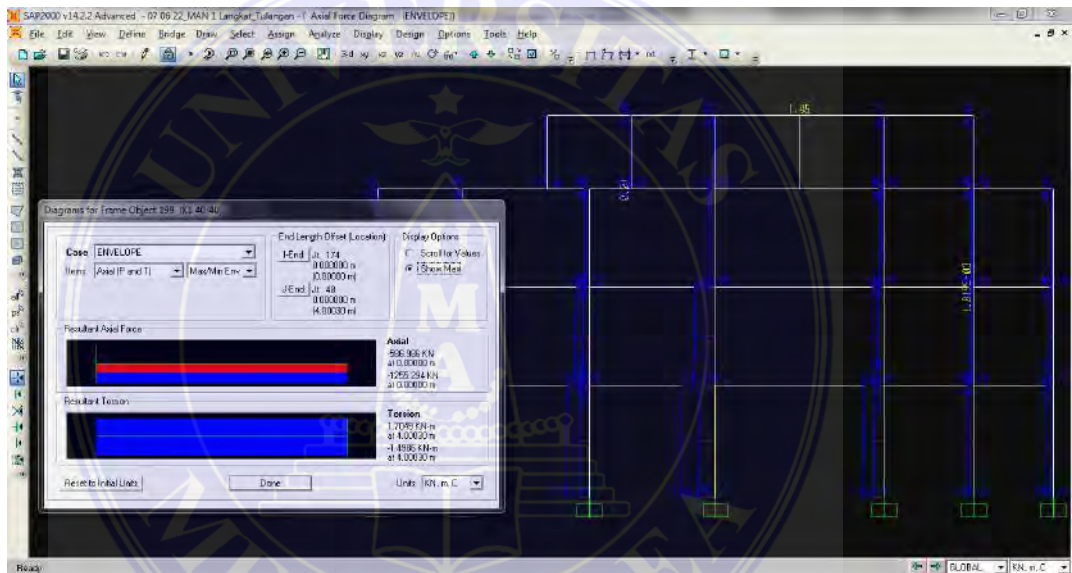


Gambar 3 Gaya Gaya Dalam Maksimum Balok B3 Uk.20 cm x 40 cm

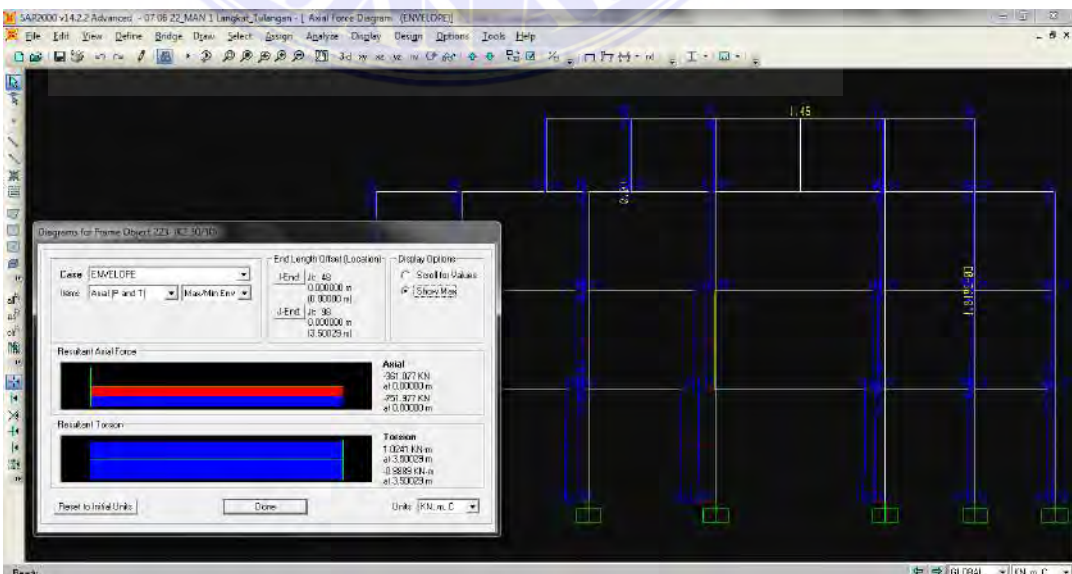




Gambar 4 Gaya Gaya Dalam Maksimum Balok BA Uk.20 cm x 30 cm



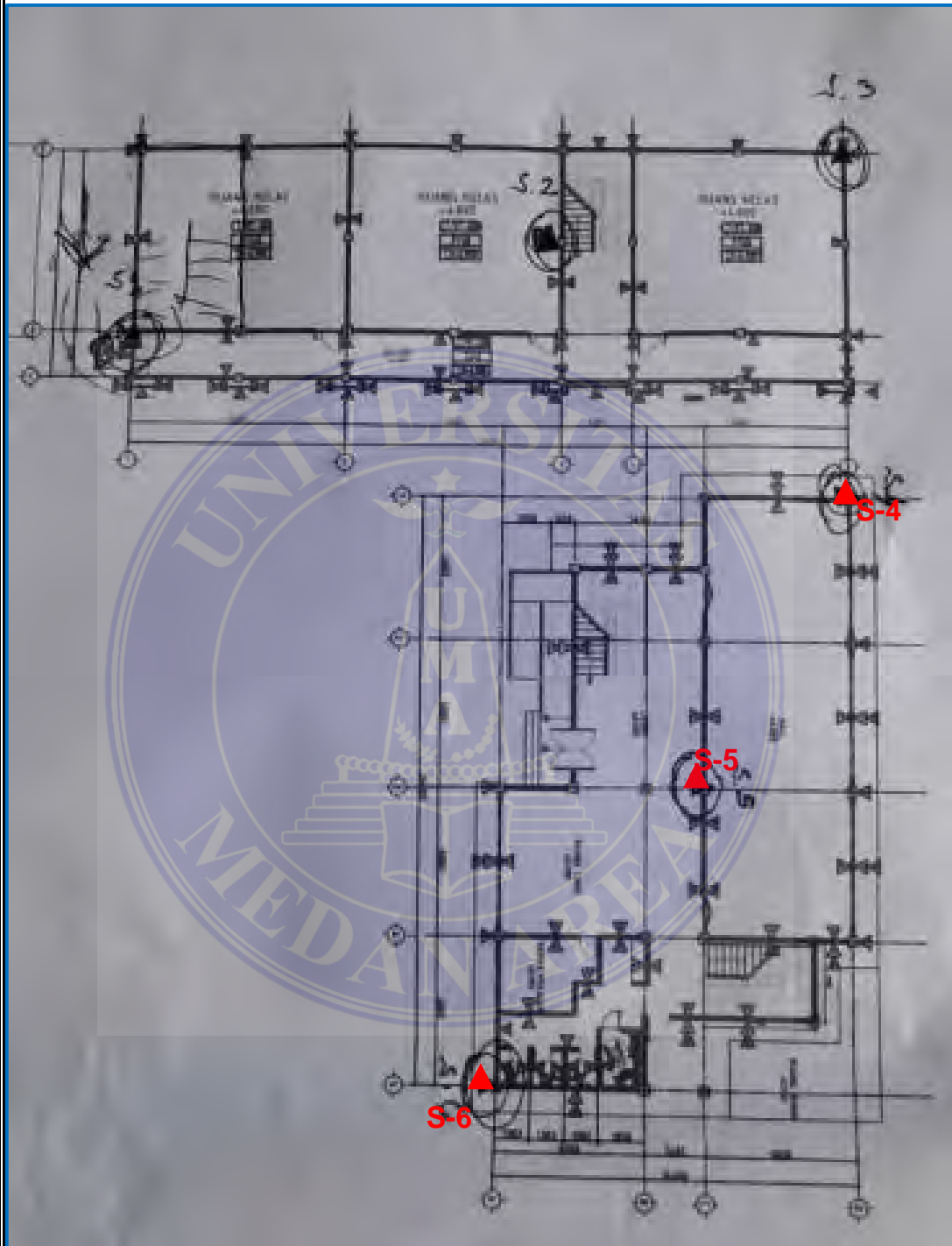
Gambar 5 Gaya Gaya Dalam Maksimum Kolom K1 Uk.40 cm x 40 cm



Gambar 6 Gaya Gaya Dalam Maksimum Kolom K2 Uk. 30 cm x 30 cm

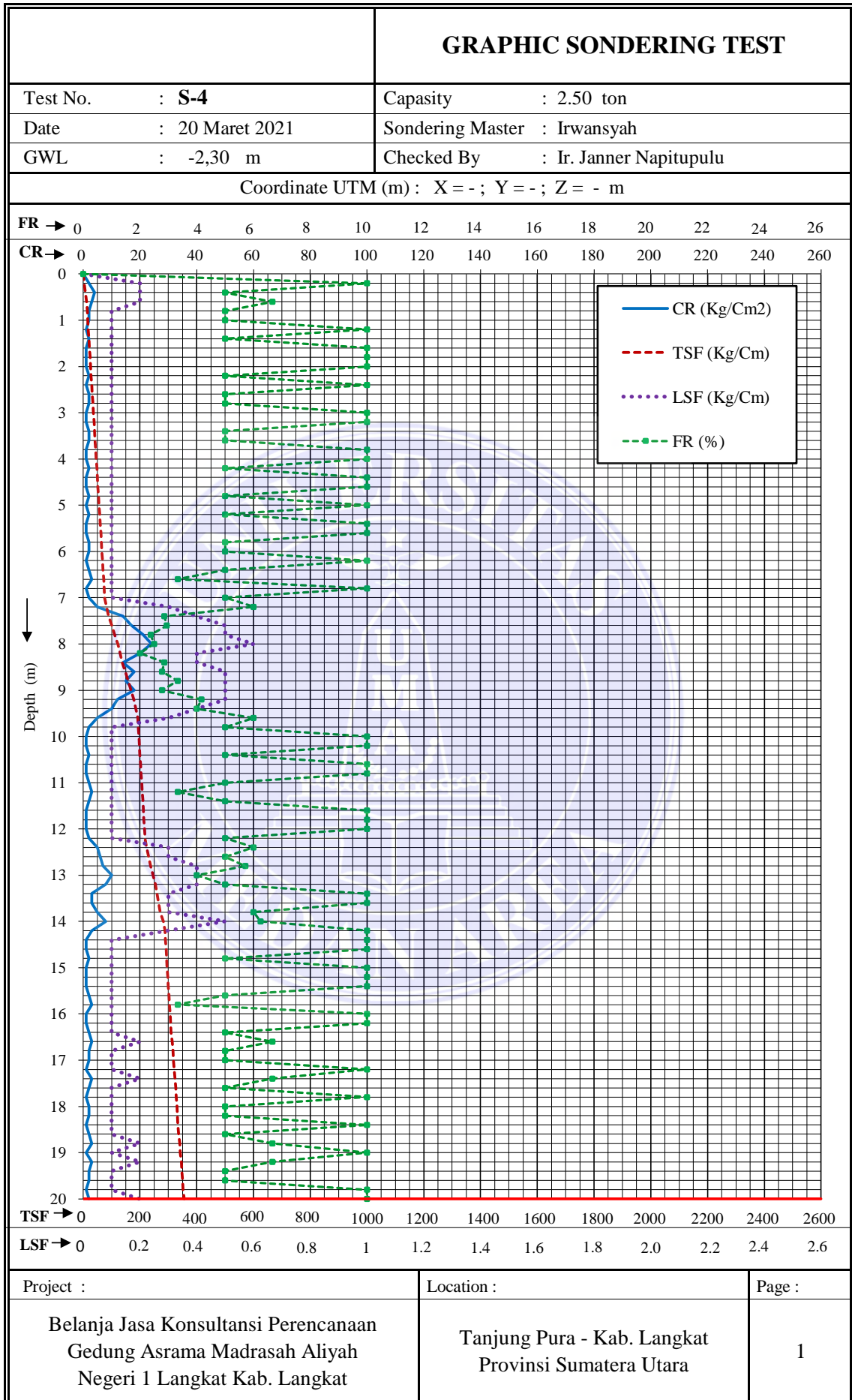


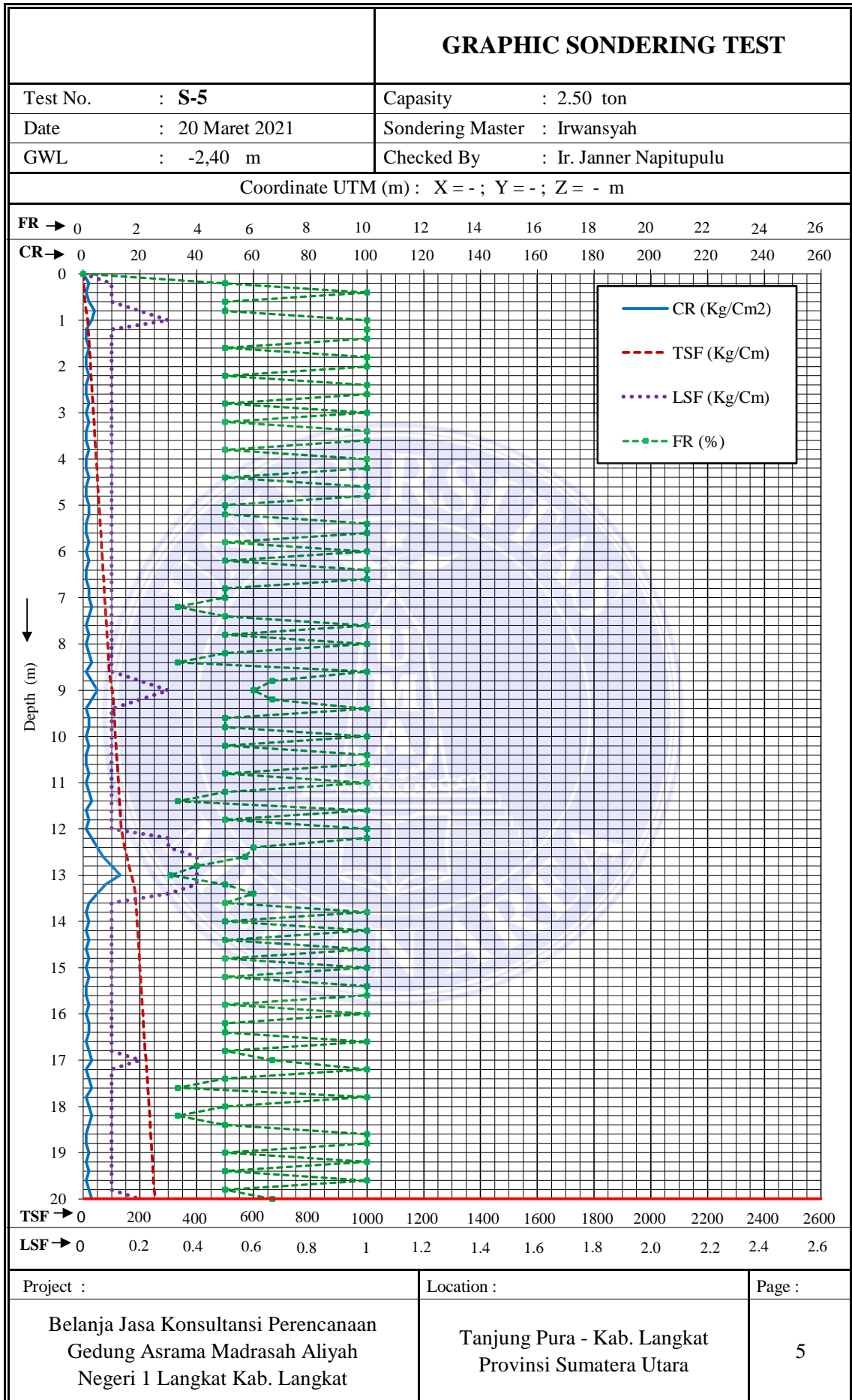
## SITE LAY OUT

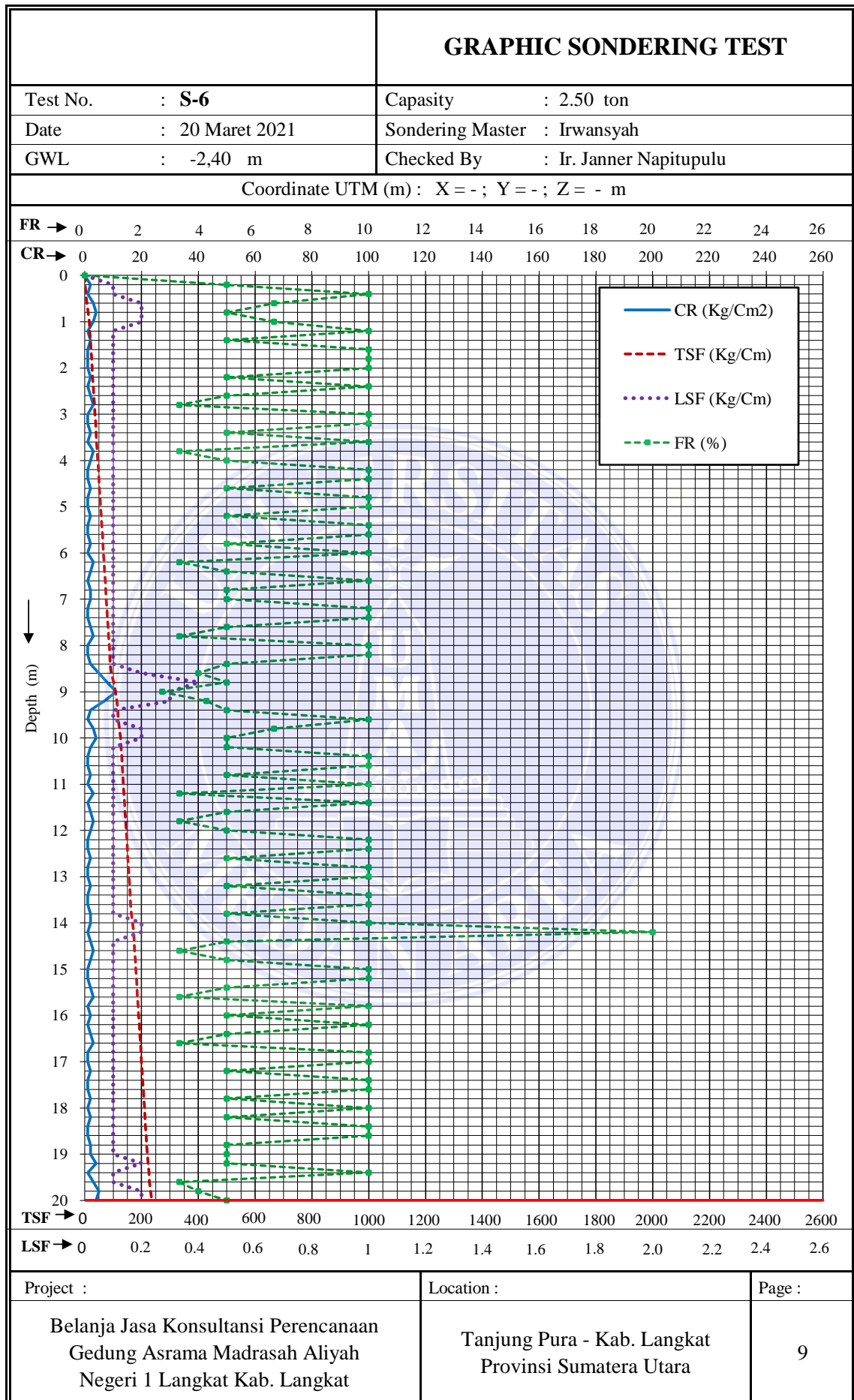


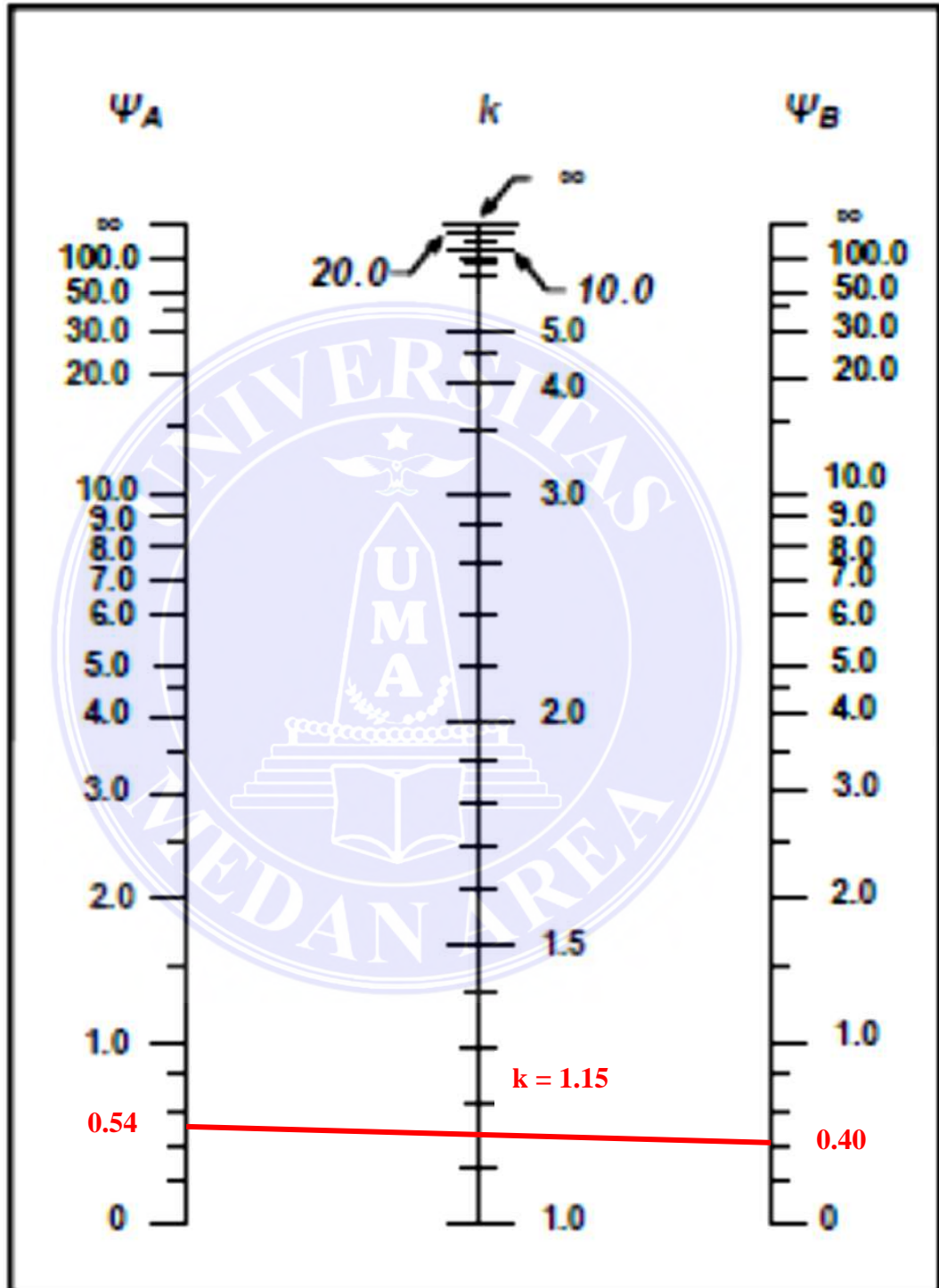
Keterangan : ▲ Titik Sondir

Project :	Location :	Page :
Belanja Jasa Konsultansi Perencanaan Gedung Asrama Madrasah Aliyah Negeri 1 Langkat	Tanjung Pura - Kab. Langkat Provinsi Sumatera Utara	1

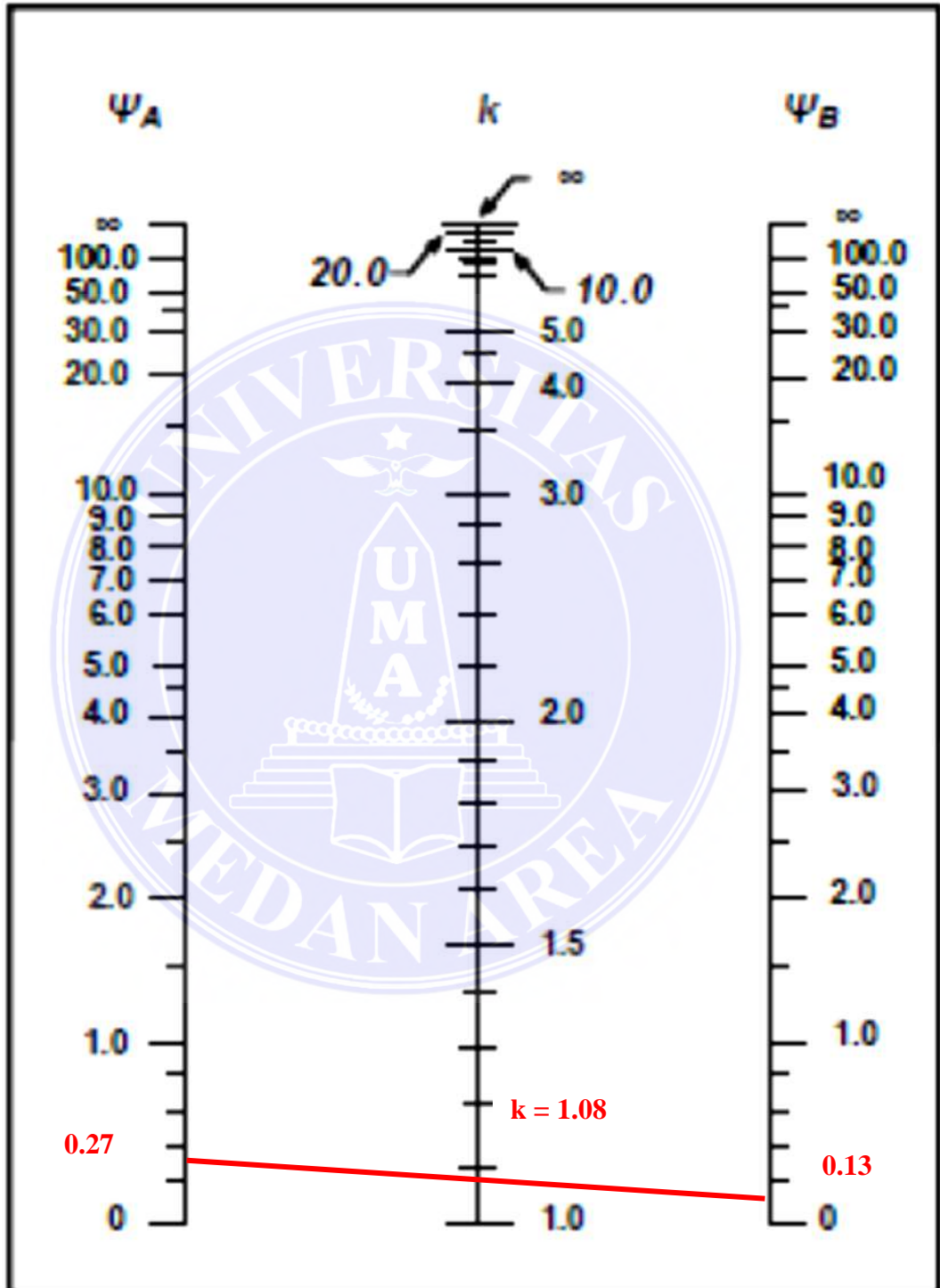








(b) Rangka bergoyang



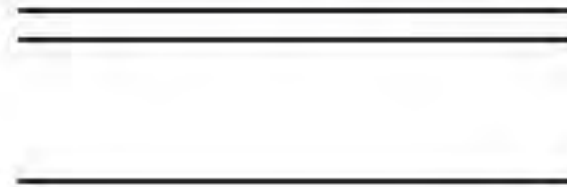
(b) Rangka bergoyang

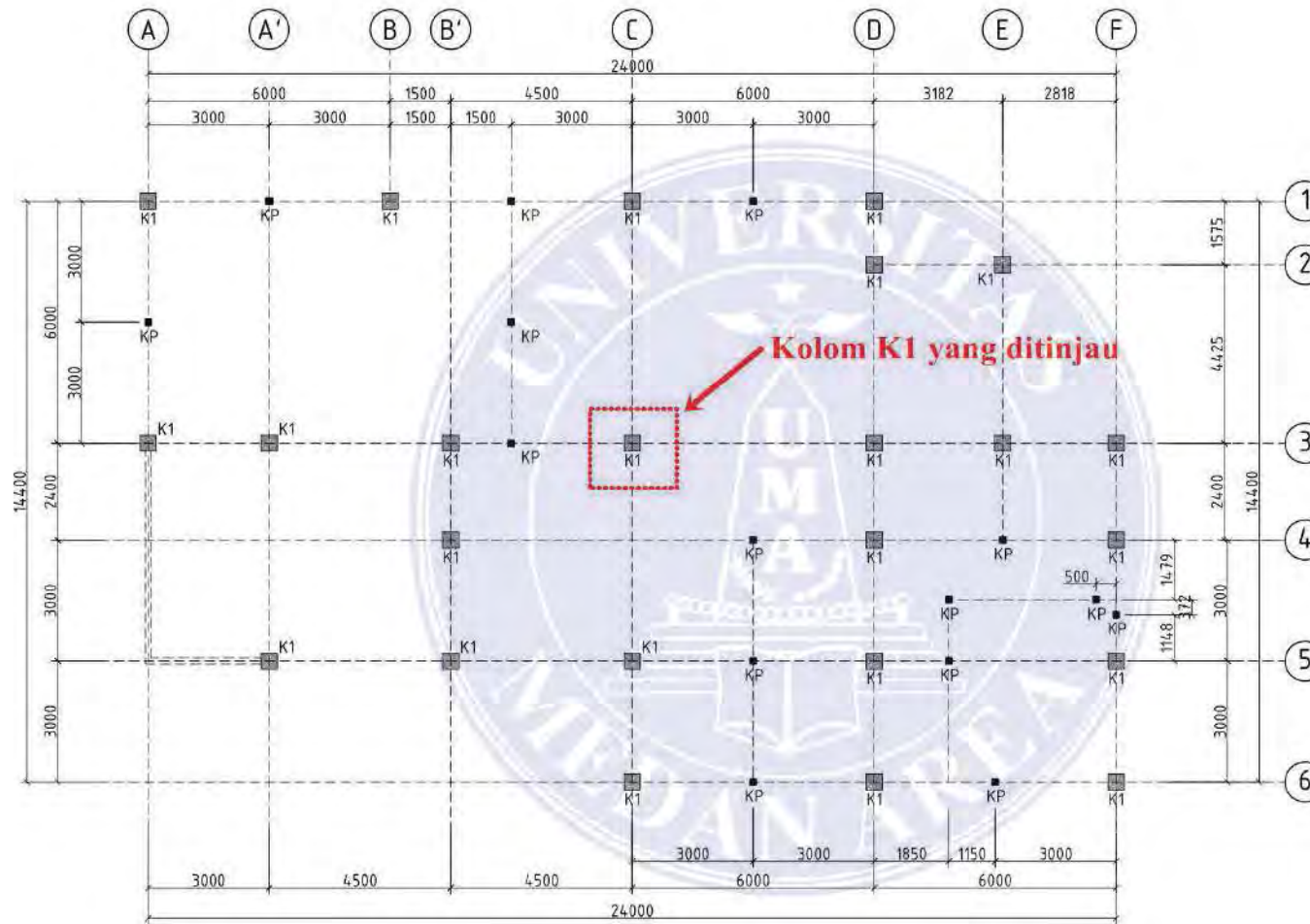


# GAMBAR STRUKTUR

PEKERJAAN :

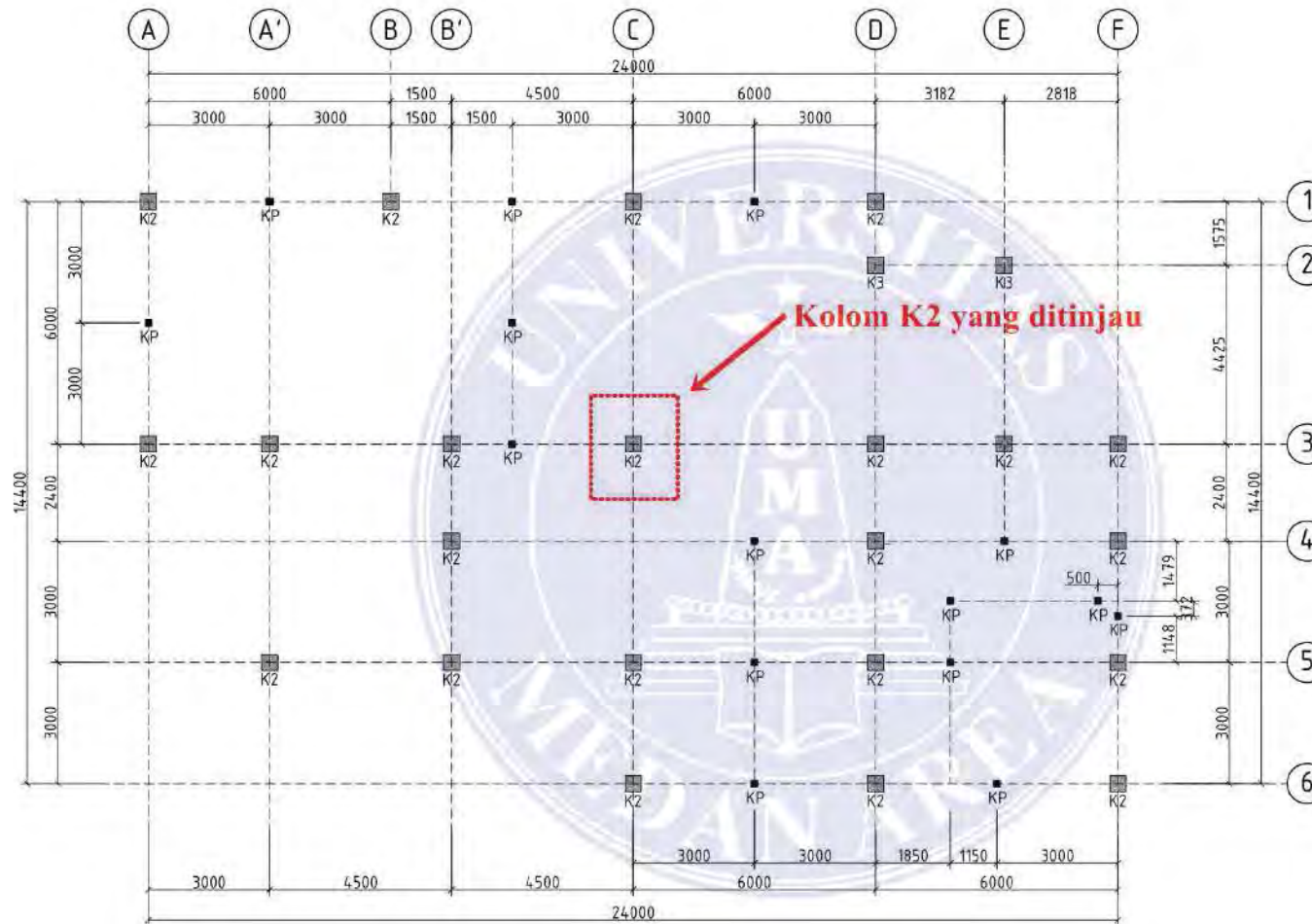
**PERENCANAAN GEDUNG ASRAMA TYPE 1  
MADRASAH ALYAH NEGERI 1 LANGKAT**



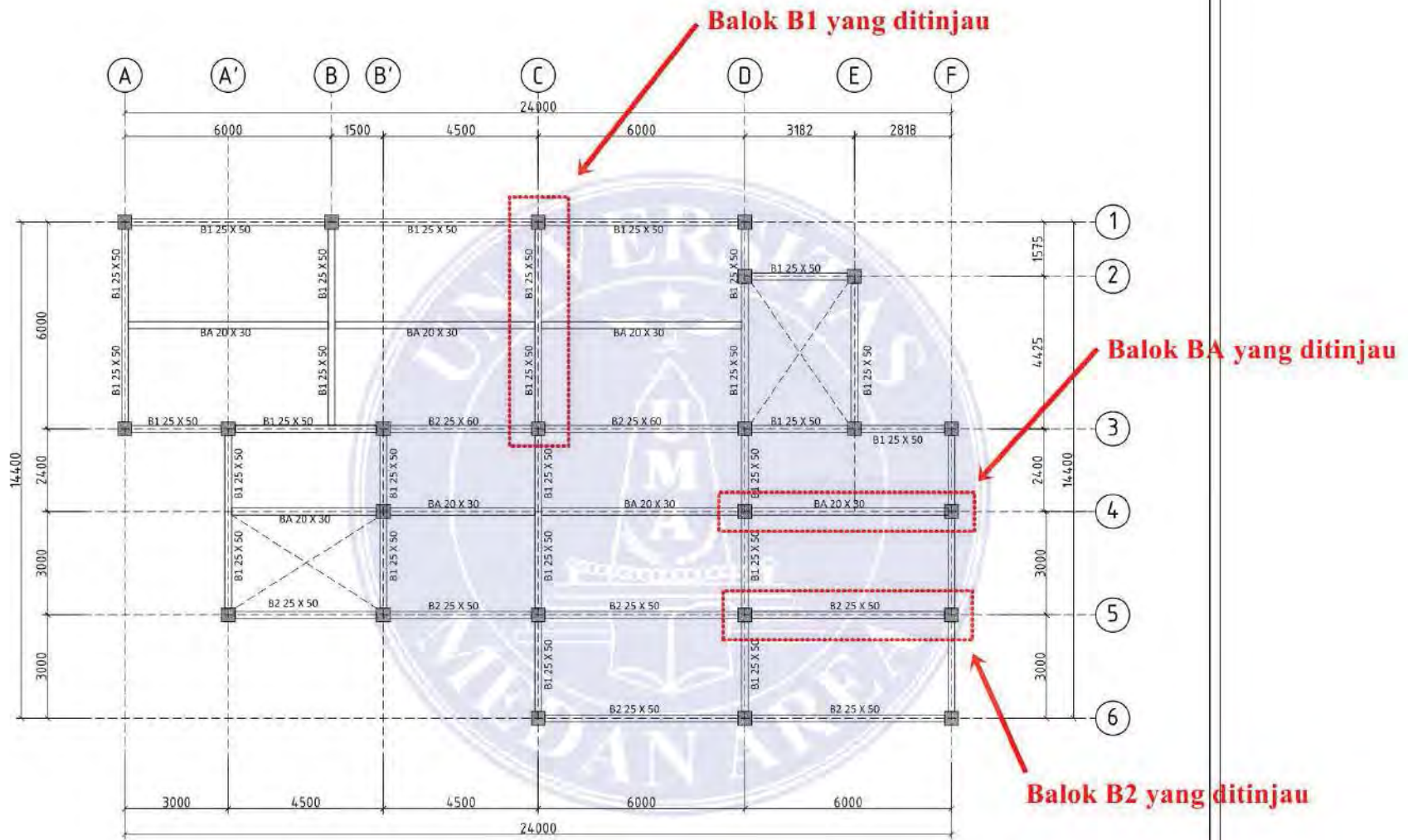


DENAH KOLOM LANTAI 2

Skala 1 : 320

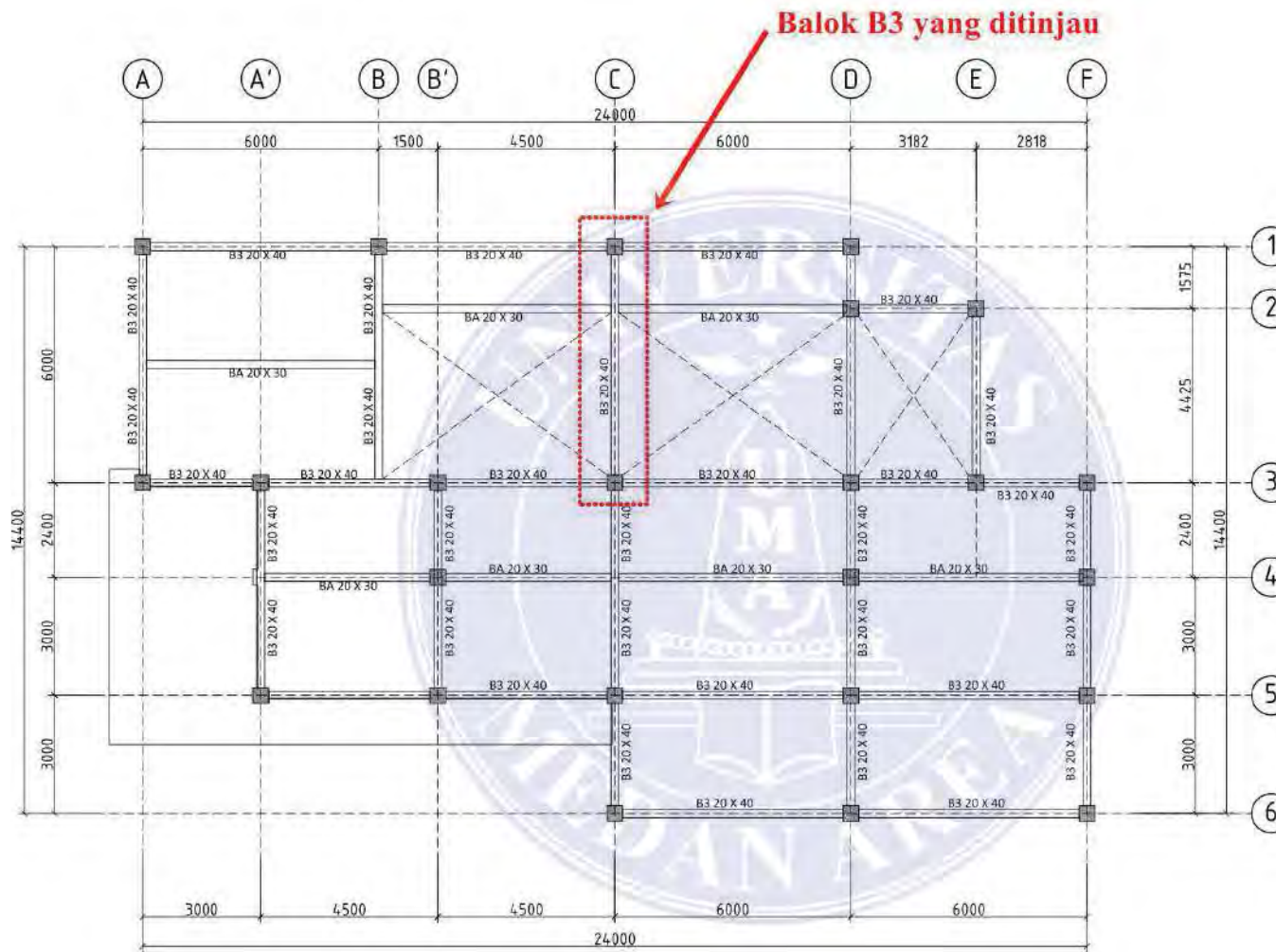


**DENAH KOLOM LANTAI 3**  
Skala 1 : 120

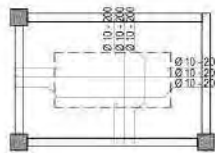
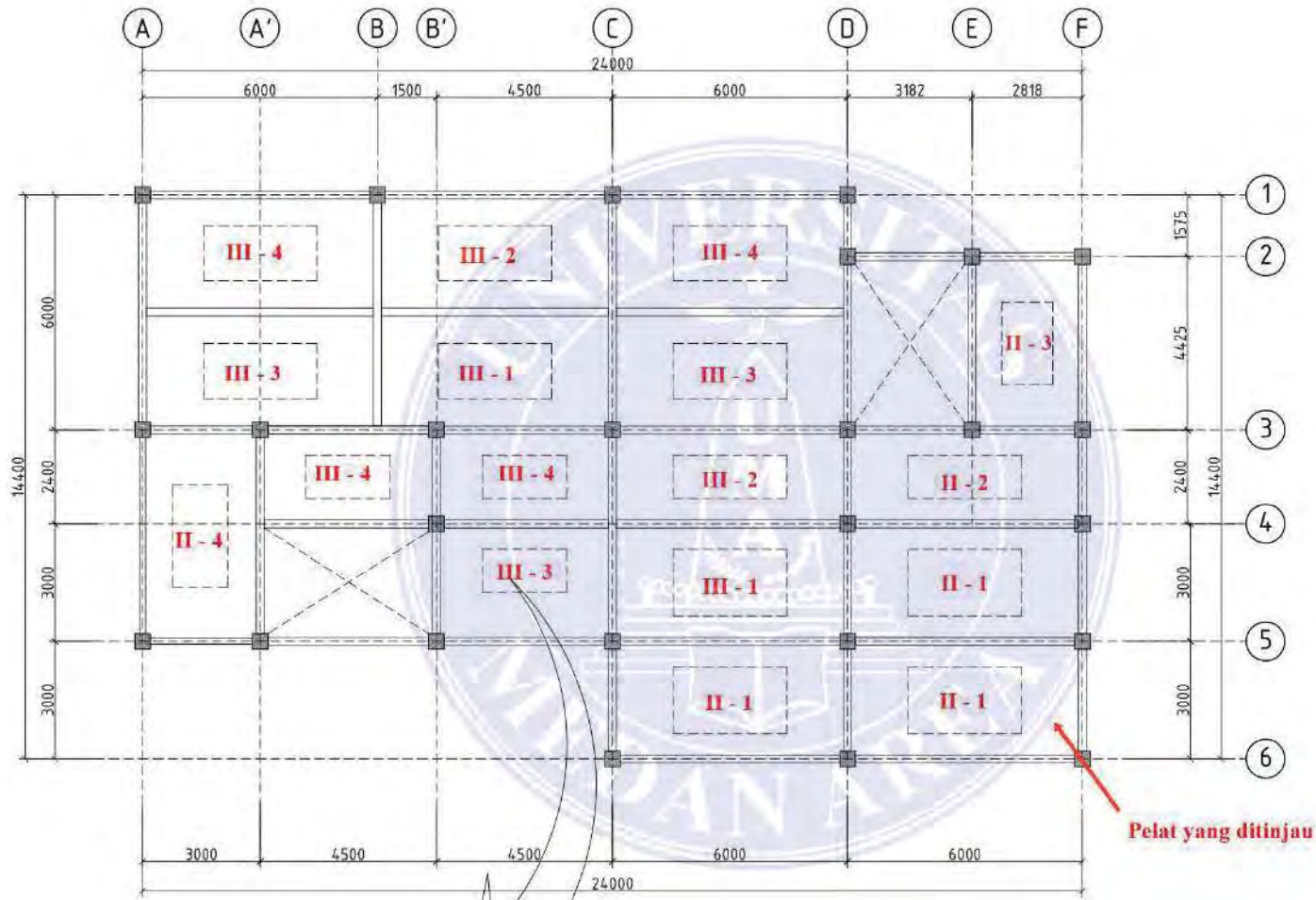


DENAH BALOK LANTAI 3

Skala 1 : 120



**DENAH BALOK LANTAI DAK**  
Skala 1 : 120



DETAIL PENULANGAN PLAT LANTAI 2

Skala 1 : 120

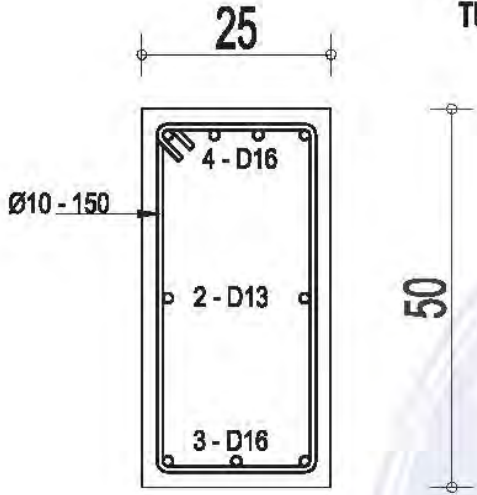
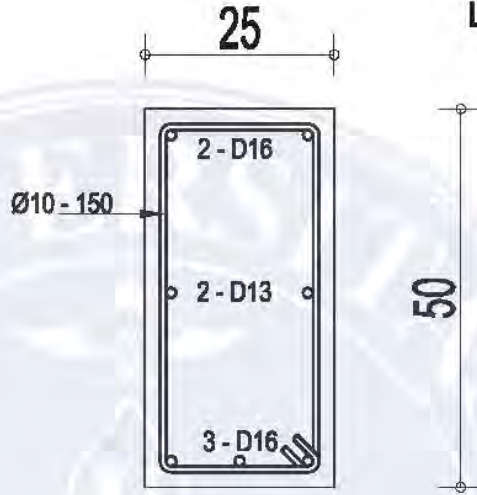
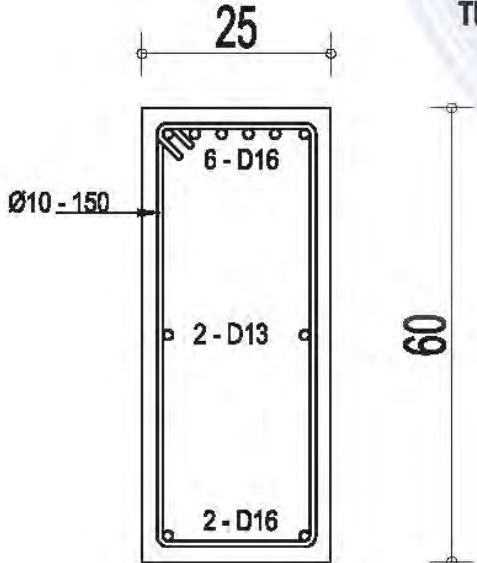
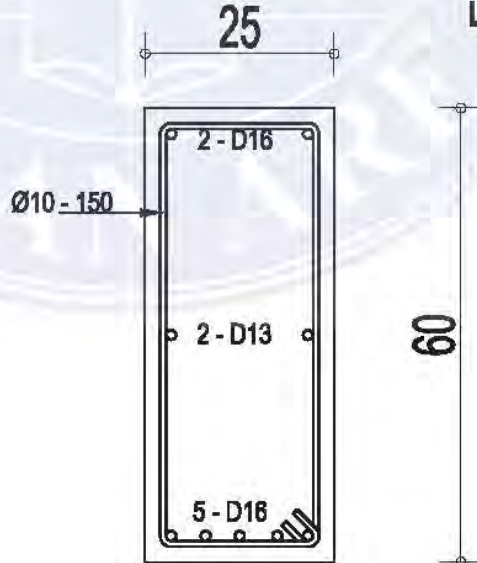
# KOLOM

TYPE	KOLOM K1 (40 X 40 ) cm
<b>DIMENSI</b>	
	<p style="text-align: center;"><b>KOLOM K2 (30 X 30 ) cm</b></p>
	<p style="text-align: center;"><b>KOLOM KP (13 X 13 ) cm</b></p>



KETERANGAN

# BALOK

TYPE	<b>BALOK B1 (25 X 50) cm</b>	
DIMENSI	<p style="text-align: center;">25      TUMPUAN</p> 	<p style="text-align: center;">25      LAPANGAN</p> 
TYPE	<b>BALOK B2 (25 X 60) cm</b>	
DIMENSI	<p style="text-align: center;">25      TUMPUAN</p> 	<p style="text-align: center;">25      LAPANGAN</p> 



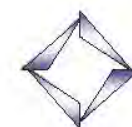
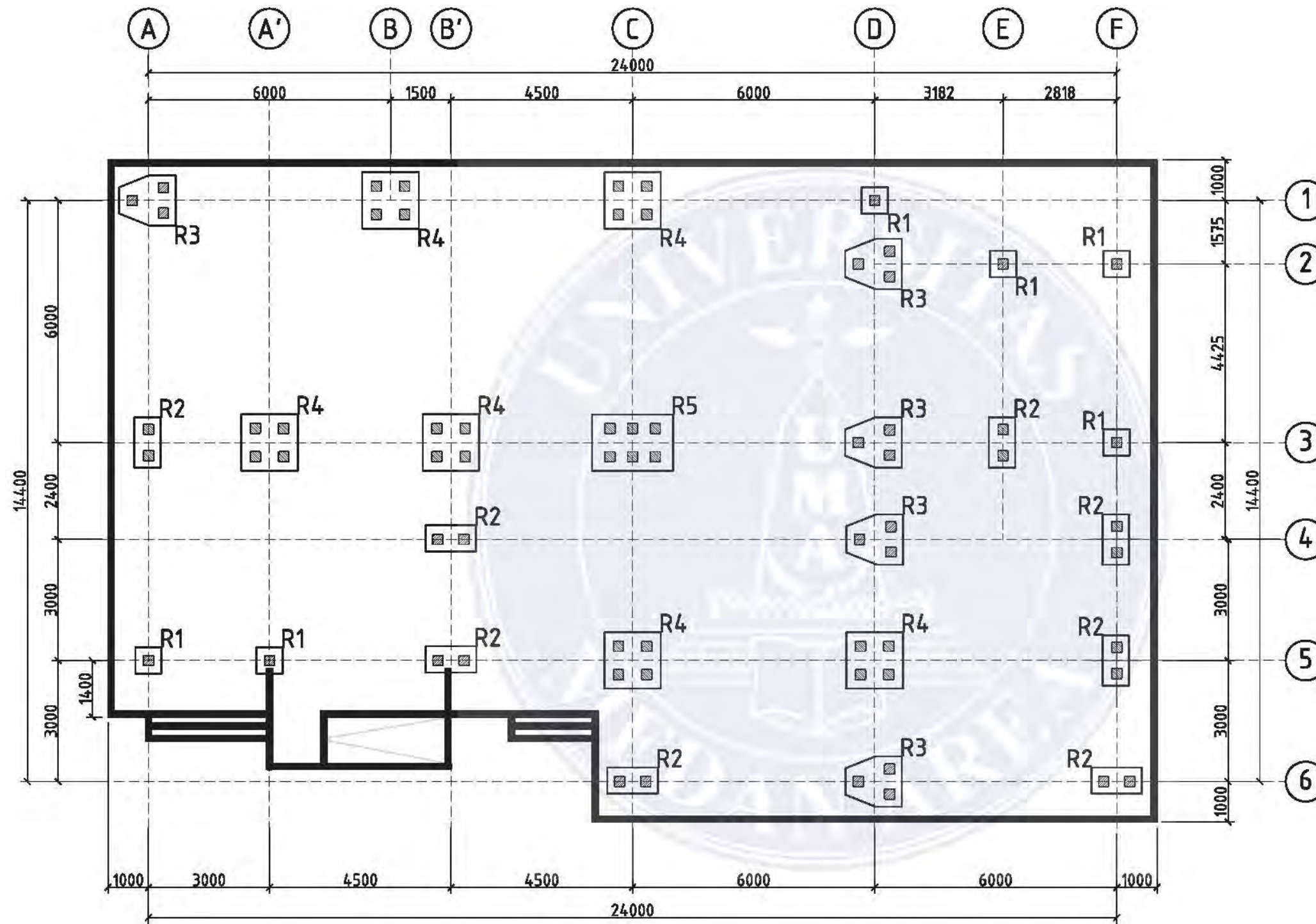
KETERANGAN



# BALOK

<b>TYPE</b>	<b>BALOK BA (20 X 30 ) cm</b>	
<b>DIMENSI</b>	<p style="text-align: center;">TUMPUAN</p>	<p style="text-align: center;">LAPANGAN</p>
<b>TYPE</b>	<b>BALOK B3 (20 X 40 ) cm</b>	
<b>DIMENSI</b>	<p style="text-align: center;">TUMPUAN</p>	<p style="text-align: center;">LAPANGAN</p>
<b>TYPE</b>	<b>BALOK LATEI BL (10 X 15 ) cm</b>	<b>RING BALOK RB (15 X 20 ) cm</b>
<b>DIMENSI</b>		





**DENAH PONDASI**

Skala 1 : 120

