

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL PADMA SEMARANG**

Diajukan untuk melengkapi Persyaratan Menempuh Ujian Akhir  
Program S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Semarang



**Disusun Oleh :**

**SANDIKA WINDU SANJAYA ( C.111.17.0037 )**

**MARTHA TRY HANDAYANI ( C.111.17.0119 )**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS SEMARANG**

**2020**

# PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL PADMA SEMARANG

Disusun Oleh

SANDIKA WINDU SANJAYA

NIM C.111.17.0037

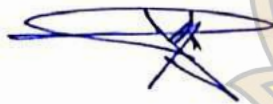
MARTHA TRY HANDAYANI

NIM C.111.17.0119

Tugas akhir ini telah diterima  
Sebagai salah satu persyaratan menempuh ujian akhir  
Semarang, Januari 2021

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



( Purwanto, S.T, M.T. )

NIS. 06557003102051



(Trias Widorini, S.T.,M.Eng. )

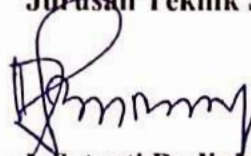
NIS. 06557003102152

**USM**

Mengetahui:

Ketua Program Studi S1

Jurusan Teknik Sipil



( Ir. Dyah Setyati Budiningrum, M.T )

NIS. 065570031002020

## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

### PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL PADMA SEMARANG

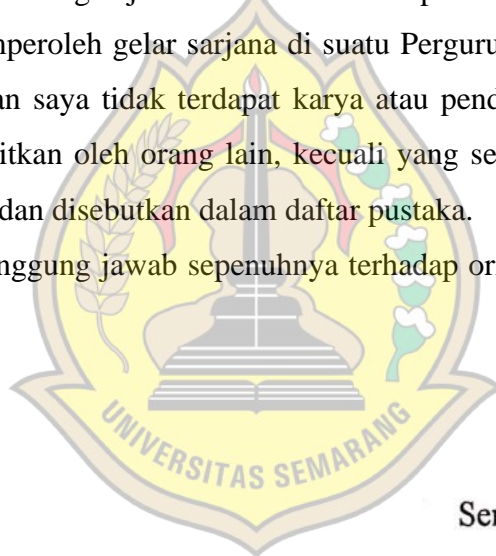
Dipersiapkan dan ditulis oleh :

Nama : SANDIKA WINDU SANJAYA

NIM : C.111.17.0037

Bersama ini saya menyatakan bahwa :

1. Tugas Akhir dengan judul diatas tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Saya bertanggung jawab sepenuhnya terhadap orisinalitas isi Tugas Akhir ini.



USM

Semarang, 4 Februari 2021

Penulis,



Sandika Windu Sanjaya

NIM. C.111.17.0037

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ( TA ) dengan judul “Perencanaan Struktur Hotel Padma Semarang”

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat akademis yang diwajibkan kepada mahasiswa jurusan Teknik Sipil Universitas Semarang. Proposal ini mempunyai proses penyusunan yaitu bimbingan yang diberikan dosen pembimbing dan juga pihak yang lainnya sehingga kesulitan – kesulitan selama penyusunan proposal dapat diselesaikan. Oleh karena itu kesempatan kali ini, turut disampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyelesaian Laporan Tugas Akhir ( TA ) ini, antara lain :

1. Ibu Ir. Diah Setyati Budiningrum, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Semarang yang telah memberikan pengarahan dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ( TA ).
2. Bapak Purwanto, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan secara teknis maupun non teknis dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ( TA ).
3. Ibu Trias Widorini, S.T.,M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan secara Teknik maupun non teknis dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ( TA ).
4. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Sipil di Universitas Semarang.
5. Seluruh keluarga yang selalu mendukung dan memberikan semangat.
6. Rekan – rekan se-angkatan di Jurusan Teknik Sipil Universitas Semarang atas segala kenangan. Memori, dan kisah uniknya.
7. Semua pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ( TA ) yang tidak dapat disebutkan satu dem satu.

Penyusun menyadari dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ( TA ) ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penusun memohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ( TA ) ini.



Penyusun berharap semoga Laporan Tugas Akhir ( TA ) ini bermanfaat bagi penyusun maupun pembaca yang Budiman guna meningkatkan semangat dalam belajar dan bekerja.

Semarang, Januari 2021

Penyusun



# **PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL PADMA SEMARANG**

**Sandika Windu Sanjaya.<sup>(1)</sup>, Martha Try Handayani.<sup>(2)</sup>**

**Purwanto, ST, MT.<sup>(3)</sup>, Trias Widorini, S.T.,M.Eng.<sup>(4)</sup>**

**<sup>(1),(2)</sup> Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Semarang**

**<sup>(2),(3)</sup> Dosen Teknik Sipil Universitas Semarang**

## **Abstrak**

Pembangunan tempat-tempat penginapan seperti vila, apartemen, ataupun hotel semakin meningkat seiring dengan perkembangan dunia pariwisata yang semakin pesat di Indonesia. Perencanaan pembangunan tempat penginapan yang berupa bangunan bertingkat banyak atau hotel tidak dapat disamakan seperti pembangunan bangunan biasa, sebab hotel perlu memperhatikan faktor keamanan struktur yang lebih tinggi. Oleh karena itu, tugas akhir ini akan membahas perencanaan struktur hotel padma semarang dengan ketahanan terhadap gempa.

Perencanaan Struktur Hotel Padma Semarang, berlokasi di Jl. Sultan Agung No. 86 Semarang, Kelurahan Wonotingal, Kecamatan Candisari, Kota Semarang. Dengan kemajuan zaman dan perkembangan dibidang teknik sipil maka proyek ini direncanakan dengan mempertimbangkan aspek arsitektural. Fungsional kestabilan struktur, ekonomi dan kemudahan pelaksanaan kemampuan struktur mengakomodasi sistem gedung serta aspek lingkungan sekitar proyek sebagai suatu tempat tinggal atau hunian yang baru di kota semarang. Perencanaan struktur sangat diperlukan untuk mendapat Gedung yang sesuai dengan aturan standar nasional Indonesia. Perencanaan Struktur Hotel Padma Semarang ini mengacu pada peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI), SNI 1726:2012 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung), SNI-03-1729-2002 (Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung), Peraturan Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987, Kusuma, Gideon 1991-03 (Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang).

Perencanaan Struktur Hotel Padma Semarang ini meliputi perencanaan struktur atas dan struktur bawah. Dalam perencanaan struktur dimodelkan melalui SAP 2000.V.14 dan V.20 Struktur atas yang dimaksud meliputi perencanaan atap, pelat, balok, kolom sedangkan untuk struktur bawah meliputi perencanaan pondasi. Pembebanan yang di input seperti beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa.

Kata Kunci : Struktur Gedung, Balok, Atap, Pondasi.

# PADMA HOTEL STRUCTURE PLANNING

## SEMARANG

**Sandika Windu Sanjaya.<sup>(1)</sup> , Martha Try Handayani.<sup>(2)</sup>**

**Purwanto, ST, MT.<sup>(3)</sup> , Trias Widorini, S.T.,M.Eng.<sup>(4)</sup>**

**<sup>(1),(2)</sup> Civil Engineering Students of Semarang University**

**<sup>(2),(3)</sup> Lecturer in Civil Engineering, University Semarang**

### **Abstract**

*The Construction of lodging places such as villa, apartments or hotels is increasing along with the increasingly rapid development of the world of tourism in Indonesia. Planning to build lodging in the form of multi – storey buildings, because hotels need to pay attention to higher structural security factors. Therefore, this final project will discuss the planning of the Padma Hotel Semarang structure with earthquake resistance.*

*Structural Planning Hotel Padma Semarang, located on Sultan Agung Street Number 86 Semarang, Wonotingal, Candisari, Semarang. With the advanced of times and developments in the field of civil engineering, this project is planned by considering architectural aspects. Functional structural stability, economy and ease of implementation of the ability of the structure to accommodate the building system and environmental aspects around the project as a new residence or residence in the city of Semarang. Structural planning is needed to obtain buildings that comply with Indonesian national standards. This Padma Semarang Hotel Structure Planning refers to the Indonesian National Standard ( SNI ) regulation, SNI 1726:2012 ( Earthquake Resistance Planning Procedures for Building and Non – Building Structures ), SNI- 03 -1729 – 2002 ( Steel Structure Planning Procedures for Buildings ), Loading Planning Regulations for Houses and Buildings 1987, Kusuma, Gideon 1991 – 03 ( Graphs and Calculation Tables for Reinforced Concrete )*

*This Padma Semarang Hotel Structure Planning includes the upper and lower structure planning. In planning the structure is modeled via SAP 2000 V.14 and V.20 the upper structure in question includes the planning of the roof, plates, beams, columns, while the lower structure includes foundation planning. The loads that are input are such as dead load, live load, wind load and earthquake load.*

**Keywords : Building Structure, Beams, Columns, Plates, Foundations, Roofs.**

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR ASISTENSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>SURAT TUGAS DOSEN PEMBIMBING.....</b>	<b>xv</b>
<b>LEMBAR SOAL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR / GRAFIK.....</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....</b>	<b>xxii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xxvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    Judul Tugas Akhir .....	1
1.2    Bidang Ilmu .....	1
1.3    Latar Belakang.....	1
1.4    Perumusan Masalah.....	2
1.5    Batasan Masalah .....	2
1.6    Maksud, Tujuan dan Manfaat Perencanaan.....	2
1.6.1    Maksud Perencanaan .....	2
1.6.2    Tujuan Perencanaan.....	2
1.6.3    Manfaat Perencanaan.....	2
1.7    Lokasi Perencanaan .....	3
1.8    Sistematika Penyusunan .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1    Tinjauan Umum.....	5
2.1.1    Struktur Atas.....	6
2.1.2    Struktur Bawah .....	6

2.2	Landasan Dalam Perencanaan .....	7
2.3	Mutu Bahan .....	7
2.4	Konsep Perencanaan Gedung .....	7
2.4.1	Desain Terhadap Beban .....	7
2.4.2	Analisa Struktur Terhadap Gempa .....	8
2.4.2.1	Ketidakteraturan Horisontal .....	9
2.4.2.2	Ketidakteraturan Vertikal .....	11
2.5	Perencanaan Struktur Bangunan.....	11
2.5.1	Beban Statis .....	12
2.5.2	Beban Dinamis .....	22
2.6	Perencanaan Struktur Atas (Upper Structure) .....	38
2.6.1	Perencanaan Atap .....	38
2.6.2	Perencanaan Pelat Lantai.....	41
2.6.3	Perencanaan Balok .....	43
2.6.4	Perencanaan Kolom.....	49
2.6.5	Perencanaan Tangga.....	55
2.6.6	Perencanaan Lift.....	55
2.7	Perencanaan Struktur Bawah (Sub Structure) .....	56
2.7.1	Daya Dukung Tanah.....	56
2.7.2	Tegangan Kontak.....	57
2.7.3	Perencanaan Pile Cap .....	58
2.7.4	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang .....	59
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>		<b>64</b>
3.1	Tinjauan Umum.....	64
3.2	Pengumpulan Data.....	64
3.2.1	Data Sekunder .....	64
3.3	Metode Analisis .....	65
3.4	Rencana Teknis Pelaksanaan Studi .....	67
3.4.1	Tahap Pelaksanaan Studi .....	67
3.5	Time Schedule Penyusunan Tugas Akhir.....	69
<b>BAB IV PERHITUNGAN STRUKTUR.....</b>		<b>70</b>
4.1	Perencanaan Struktur Atap .....	70
4.1.1	Pedoman Perhitungan Atap .....	71
4.2.	Dasar Perencanaan .....	72

4.1.3	Perencanaan Pembebanan Gording Utama .....	74
4.1.3.1	Perhitungan Gording .....	75
4.1.3.2	Kombinasi Pembebanan Gording.....	78
4.1.3.3	Kontrol Kekuatan Profil .....	78
4.1.3.4	Mendimensi Trackstang .....	82
4.1.4	Perencanaan Kuda – Kuda.....	82
4.1.4.1	Data Pengimputan Di SAP 2000 .....	83
4.1.4.2	Pembebanan Kuda -Kuda .....	88
4.1.4.3	Perhitungan Batang Tekan .....	95
4.1.4.4	Periksa terhadap Kelangsingan Elemen Penampang.....	97
4.1.4.5	Periksa terhadap Kelangsingan dan Kestabilan Komponen .....	97
4.1.4.6	Menghitung Daya Dukung Tekan Nominal Komponen .....	99
4.1.4.7	Menghitung koefisien tekuk arah sumbu bebas bahan (sumbu y) “ $\omega_y$ ” .....	100
4.1.4.8	Perhitungan Batang Tarik.....	104
4.1.5	Perhitungan Sambungan.....	109
4.1.6	Perhitungan Pelat Kopel.....	110
4.2	Perencanaan Plat Lantai .....	115
2.2.1	Pedoman Perhitungan Pelat.....	115
4.2.2	Perhitungan Pelat Lantai.....	116
4.2.2.1	Data Teknis Pelat Lantai Rencana:.....	116
4.2.2.2	Menentukan Syarat-Syarat Batas dan Bentang Pelat Lantai .....	117
4.2.2.3	Menentukan Tebal Pelat Lantai.....	118
4.2.2.5	Pembebanan Pada Pelat.....	118
4.2.2.6	Perhitungan Momen pada Tumpuan dan Lapangan .....	119
4.2.2.7	Momen Yang Dihasilkan.....	123
4.2.2.8	Perhitungan Penulangan Pelat .....	128
4.2.2.9	Tulangan Yang Dihasilkan .....	129
4.3	Perhitungan Struktur Portal .....	137
4.3.1	Pedoman Perhitungan Balok dan Kolom .....	137
4.3.2	Perhitungan Balok dan Kolom .....	137
4.3.2.1	Data Teknis Portal .....	137
4.3.2.2	Menentukan Syarat-syarat Batas dan Panjang Bentang .....	138
4.3.2.3	Menentukan Dimensi.....	138
4.3.2.4	Pembebanan Portal .....	138



4.3.2.5	Menentukan Momen pada Portal.....	139
4.4	Perencanaan Tangga.....	150
4.4.1	Perencanaan Dimensi Tangga .....	150
4.4.2	Perhitungan Pembebanan Tangga .....	151
4.4.3	Analisa Perhitungan Struktur Tangga .....	152
4.4.4	Perhitungan Tulangan Struktur Tangga.....	154
4.4.4.1	Perhitungan Tulangan Pelat Tangga M22 (arahx).....	154
4.4.4.2	Perhitungan Tulangan Pelat Tangga M11 (arahy).....	155
4.4.4.3	Perhitungan Tulangan Pelat Tangga M22 (arahx).....	157
4.4.4.4	Perhitungan Tulangan Pelat Tangga M11 (arahy).....	158
4.4.4.5	Rekap Perhitungan Tulangan Pelat Tangga dan Bordes .....	159
4.5	Beban Gempa .....	160
4.5.1	Menentukan Faktor Keutamaan Gedung.....	160
4.5.2	Menentukan Klasifikasi Situs.....	160
4.6	PERHITUNGAN PONDASI.....	167
4.6.1	Pedoman .....	168
4.6.2	Perencanaan Pondasi .....	168
4.6.2.1	Data Tanah dan Daya Dukung Tanah.....	169
4.6.2.2	Perencanaan Jumlah <i>Spun Pile</i> dan <i>Pile cap</i> .....	173
4.6.2.3	Pemeriksaan Daya Dukung Per Pancang .....	178
4.6.2.4	Pemeriksaan Terhadap Geser Pons dan Geser Lentur Pons .....	180
4.6.2.5	Penulangan Pile Cap.....	181
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>191</b>
5.1	Kesimpulan.....	191
5.2	Saran .....	191
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>193</b>



USM

# YAYASAN ALUMNI UNIVERSITAS DIPONEGORO UNIVERSITAS SEMARANG FAKULTAS TEKNIK

Sekretariat : Jl. Soekarno Hatta Tlogosari Semarang 50196 Telp. (024) 6702757 Fax. (024) 6702272  
Website : www.usm.ac.id Email : univ\_smg@usm.ac.id

No. : **1217** / USM.H4.FT/I/2020  
Lamp : -  
Hal : **Tugas Akhir (TA)**

4 September 2020

Kepada :  
Yth. **Purwanto, ST, MT**  
Dosen Pembimbing Utama  
di  
Semarang.

Dengan hormat,

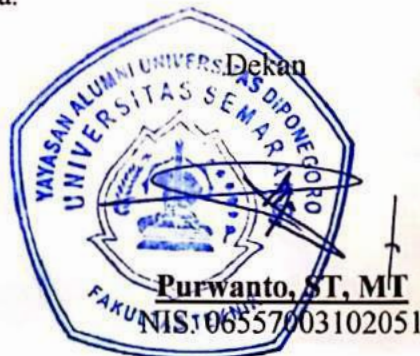
Untuk menempuh mata Kuliah Tugas Akhir (TA), pada Program S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Semarang mohon kepada mahasiswa yang tersebut di bawah ini:

No	Nama	NIM
1	<b>Sandika Windu Sanjaya</b>	<b>C.111.17.0037</b>
2	<b>Martha Try Handayani</b>	<b>C.111.17.0119</b>

### Program Studi : S-1 Teknik Sipil

Mohon dapat diberikan soal Tugas Akhir, sekaligus asistensi dan responsinya. Kami beritahukan bahwa waktu penyelesaian. Tugas Akhir (TA) selama 6 (enam) bulan terhitung dari tanggal diterbitkannya surat Tugas Akhir. Apabila dalam jangka waktu tersebut belum selesai, maka mahasiswa tersebut harus mengajukan Perpanjangan Waktu Penyelesaian Tugas Akhir (TA) melalui Jurusan, maksimal 6 (enam) bulan.

Demikian untuk menjadikan perhatian dan guna seperlunya.



Tembusan:

\* JURUSAN TEKNIK SIPIL :  
- Program Studi S1 Teknik Sipil

\* JURUSAN TEKNIK ELEKTRO :  
- Program Studi S1 Teknik Elektro

\* JURUSAN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA:  
- Program Studi S1 Perencanaan Wilayah dan Kota

# SOAL TUGAS AKHIR

Diberikan kepada :

Nama

: Sandika Windu Sangaya / Martha Try Handayani

NIM

: C.111.17.0037 / C.111.17.0119

NIRM

: .....

Program Studi

: S I Teknik Sipil

Fakultas

: Teknik

Tanggal

: .....

## SOAL :

Pencarakan STRUKTUR Gedung 5 Lantai. Gedung di fungsikan untuk hotel dan terletak di kota Semarang.

Perencanaan meliputi :

1. Pondasi
2. Kolom
3. Balok
4. Pelat
5. atap kerucut
6. Gambar & potongan

Waktu pelaksanaan Tugas Akhir selama 3 ( tiga ) bulan mulai tanggal :

7 September 2020 s/d 7 Maret 2021

Pembimbing Utama :



Tembusan ( dicopy ) :

1. Arsip



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Ketidakberaturan Horisontal Pada Struktur .....	10
Tabel 2.2. Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur .....	11
Tabel 2.3. Berat Sendiri Material Konstruksi .....	14
Tabel 2.4 Berat Sendiri Komponen Gedung .....	15
Tabel 2.5 Beban Hidup Pada Lantai Gedung .....	17
Tabel 2.6 Beban Hidup Pada Atap Gedung .....	18
Tabel 2.7 Koefisien Reduksi Beban Hidup .....	18
Tabel 2.8. Koefisien Angin Untuk Gedung Tertutup .....	20
Tabel 2.9. Koefisien Angin untuk Bidang Pelana Biasa Tanpa Dinding .....	21
Tabel 2.10 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa .....	23
Tabel 2.11 Faktor Keutamaan Gempa .....	26
Tabel 2.12 Klasifikasi Situs .....	27
Tabel 2.13 Koefisien Situs ( $F_a$ ) .....	30
Tabel 2.14 Koefisien Situs ( $F_v$ ) .....	31
Tabel 2.15. Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek .....	33
Tabel 2.16. Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 detik .....	33
Tabel 2.17 Faktor R, Cd dan $\Omega_0$ untuk Sistem penahan Gaya Gempa .....	34
Tabel 2.18 Koefisien Batas Atas Periode .....	36
Tabel 2.19 Nilai Parameter Periode Pendekatan Ct dan $\alpha$ .....	37
Tabel 4.1. Sifat Mekanis Baja Struktural .....	73
Tabel 4.2 Profil Konstruksi Baja, hal 54 .....	74
Tabel 4.3 Skema Penulangan Pelat Model I – 2 .....	120
Tabel 4.4 Skema Penulangan Pelat Model I – 4 .....	122

Tabel 4.5 Skema Penulangan Pelat Model I – 5 .....	123
Tabel 4.6 Momen Pelat Yang Dihasilkan .....	128
Tabel 4.7 Penentuan $\rho$ pada Mutu beton $f'c$ 25 .....	130
Tabel 4.8 Diameter Batang dalam mm <sup>2</sup> per meter lebar Pelat .....	131
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Tulangan Pelat .....	135
Tabel 4.10 Perhitungan Penulangan Balok Induk .....	142
Tabel 4.11 Perhitungan Penulangan Kolom 60 x 60 cm .....	147
Tabel 4.12 Momen Pelat Tangga Dan Bordes .....	154
Tabel 4.11 Daftar Tulangan Pelat Tangga dan Bordes .....	159
Tabel 4.12 Perhitungan Nilai SPT Rata – rata .....	161
Tabel 4.13 Nilai $S_s$ dan $S_1$ Renpon Spektra .....	162
Tabel 4.14 Spektrum Respons Desain .....	164
Tabel 4.15 Faktor $R$ , $C_d$ , $\Omega_0$ , untuk Sistem Penahan Gaya Gempa .....	165
Tabel 4.16 Nilai Parameter Perioda Pendekatan .....	166
Tabel 4.17 koefisien Batas Atas Perioda .....	167
Tabel 4.18 Nilai <i>Sondir Titik S1</i> pada Lokasi Pembangunan Gedung Hotel, Kota Semarang .	169
Tabel 4.19 Data Sondir Tanah Kedalaman 36 m dengan Daya Dukung Tanah .....	172
Tabel 4.20 Data Sondir Tanah Kedalaman 12 m dengan Daya Dukung Tanah .....	173
Tabel 4.21 Jumlah Tiang Pancang Perlu .....	173
Tabel 4.22 Efisiensi <i>Pile Cap Group</i> .....	178
Tabel 4.23 Pemeriksaan Daya Dukung <i>Pile Group</i> .....	178
Tabel 4.24 Gaya Aksial dan Momen pada Joint .....	178
Tabel 4.25 Pemeriksaan Daya Dukung per <i>Spun Pile</i> Tipe P-2.....	179
Tabel 4.26 Pemeriksaan Daya Dukung per <i>Spun Pile</i> Tipe P-4.....	180

## DAFTAR GAMBAR / GRAFIK

Gambar 1. 1 Lokasi Perencanaan Apartment Enam Lantai .....	4
Gambar 2.1. Ss Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget ( $MCE_R$ ) kelas situs SB .....	22
Gambar 2.2 Spektrum Respons Desain .....	32
Gambar 2.3 Prinsip Desain Pelat .....	41
Gambar 2.4. Penulangan Pada Balok .....	43
Gambar 2.5. Pemasangan Tulangan Pokok Balok .....	45
Gambar 2.6 Bidang Momen dan Bidang Lintang Akibat Gaya Geser .....	46
Gambar 2.7 Diagram Gaya Geser .....	47
Gambar 2.8. Jenis Kolom Beton Bertulang .....	50
Gambar 2.9 Jenis Sengkang Pengikat .....	54
Gambar 2.10. Tegangan Kontak Akibat Beban Aksial .....	58
Gambar 2.11. Pemindahan Tiang Pancang Lurus .....	61
Gambar 2.12. Pengangkatan dan Pemasangan Tiang Pancang .....	62
Gambar 3.1 Bagan Metodologi Rencana Pelaksanaan/ Penyusunan Tugas Akhir .....	68
Gambar 4.1 Perspektif Rangka Atap .....	70
Gambar 4.3 Tampak Atas Denah Atap .....	71
Gambar 4.4 Potongan Kuda – Kuda Utama .....	71
Gambar 4.5 Profil Gording .....	75
Gambar 4.6 Modulus Elastis Penampang Gording .....	79
Gambar 4.7 Define Grid Data .....	84
Gambar 4.8 Material Property Data .....	84
Gambar 4.9 Define Load Pattern .....	85
Gambar 4.10 Define Load Combination 1 .....	85
Gambar 4.11 Define Load Combination 2 .....	86
Gambar 4.12 Define Load Combination 3 .....	86
Gambar 4.13 Define Load Combination 4 .....	87
Gambar 4.14 Define Load Combination 5 .....	87
Gambar 4.15 Input Beban Atap .....	88



Gambar 4.16 Display Beban Atap .....	88
Gambar 4.17 Input Beban Gording .....	89
<i>Gambar 4.18 Display Beban Gording .....</i>	<i>89</i>
Gambar 4.19 Input Beban Air Hujan .....	90
Gambar 4.20 Display Beban Air Hujan .....	91
Gambar 4.21 Input Beban plafond .....	91
Gambar 4.22 Display Beban Plafond .....	92
Gambar 4.23 Input Beban Angin Tekan .....	93
Gambar 4.24 Input Beban Angin Hisap .....	94
Gambar 4.25 Display Beban Angin .....	94
Gambar 4.26 Permodelan Kuda-Kuda .....	95
Gambar 4.27 Moment Inersia Penampang .....	96
Gambar 4.28 Titik Pusat Geser Penampang .....	102
Gambar 4.29 Diagram of Frame .....	104
Gambar 4.30 Pemodelan Jarak Baut .....	105
Gambar 4.31 Pemodelan Letak Baut .....	106
Gambar 4.32 Pemodelan Area Geser .....	107
Gambar 4.33 Pemodelan <i>Area</i> Geser .....	108
Gambar 4.34 Pemodelan <i>Area</i> Geser .....	111
Gambar 4.35 Pemodelan <i>Area</i> Geser .....	113
Gambar 4.36 Perspektif Struktur Pelat Lantai .....	115
Gambar 4.37 Denah Perencanaan Plat Lantai .....	116
Gambar 4.38 Penulangan Pelat Model .....	117
Gambar 4.39 Skema Penulangan Pelat Model I – 2 .....	120
Gambar 4.40 Skema Penulangan Pelat Model I – 4 .....	121
Gambar 4.41 Skema Penulangan Pelat Model I – 5 .....	122
Gambar 4.42 Penulangan Plat Lantai Basement .....	135
Gambar 4.43 Penulangan Plat Lantai 1 – 5 .....	136
Gambar 4.44 Penulangan Plat Lantai Atap .....	136
Gambar 4.45 Prespektif Rangka Portal Struktur Beton .....	137
Gambar 4.46 Penulangan Balok Basement – Lantai 1 .....	145
Gambar 4.47 Penulangan Balok Lantai 2 – Lantai 4 .....	145

Gambar 4.48 Penulangan Balok Lantai 5 – Atap.....	145
Gambar 4.49 Penulangan Kolom Basement – Lantai 1 .....	149
Gambar 4.50 Penulangan Kolom Lantai 2 – Lantai 4.....	149
Gambar 4.51 Penulangan Kolom Lantai 5 – Atap .....	149
Gambar 4.52 Dimensi Tangga .....	150
Gambar 4.53 Pemodelan Analisa Struktur Tangga.....	152
Gambar 4.54 Pemodelan Analisa Struktur Tangga (M11).....	153
Gambar 4.55 Pemodelan Analisa Struktur Tangga (M22).....	153
Gambar 4.56 Penulangan Tangga dan Balok Bordes.....	160
Gambar 4.58 Kurva Respons Spektrum .....	163
Gambar 4.59 Pemodelan Pondasi .....	168
Gambar 4.60 Tampak Atas <i>Pile Cap</i> Tipe P-2 dan P-4 .....	177
Gambar 4.61 Penulangan <i>Pile Cap</i> Tipe P-2 .....	185
Gambar 4.62 Penulangan <i>Pile Cap</i> Tipe P-4 .....	190



## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

$Ach$	= luas penampang dari sisi luar ke sisi luar tulangan transversal, mm <sup>2</sup>
$Acv$	= luas bruto penampang beton yang dibatasi oleh tebal badan dan panjang penampang dalam arah gaya geser yang ditinjau, mm <sup>2</sup> ,
$Aj$	= luas efektif joint, mm <sup>2</sup> ,
$A_g$	= luas bruto, mm <sup>2</sup> ,
$A_s$	= luas tulangan tarik non-prategang, mm <sup>2</sup> ,
$A_{sh}$	= luas tulangan sengkang, mm <sup>2</sup> ,
$A_v$	= luas tulangan geser dalam daerah sejarak $s$ , mm <sup>2</sup> ,
$B$	= lebar penampang, mm,
$B_w$	= lebar bagian badan, mm,
$CI$	= nilai faktor respons gempa,
$C_m$	= koefisien momen,
$d$	= jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik, mm,
$d'$	= jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan, mm,
$DF$	= faktor distribusi momen untuk kolom,
$d_i$	= simpangan horisontal lantai tingkat ke- $i$ , mm,
$E_c$	= modulus elastisitas beton, MPa,
$EI$	= kekakuan lentur komponen struktur tekan, N-mm <sup>2</sup> ,
$E_s$	= modulus elastisitas tulangan, MPa,
$f'c$	= kuat tekan beton karakteristik, MPa,
$F_i$	= gaya gempa tiap lantai, kN,
$f_y$	= kuat leleh yang disyaratkan untuk tulangan non-prategang,
$MPa, g$	= gaya gravitasi, m/detik <sup>2</sup> ,
$h$	= tinggi penampang, mm,
$h_c$	= dimensi penampang inti kolom diukur dari sumbu ke sumbu tulangan pengekang, mm,
$h_i$	= tinggi lantai tingkat ke- $i$ struktur atas suatu gedung, mm,
$h_w$	= tinggi dinding keseluruhan atau segmen dinding yang ditinjau, mm,
$h_x$	= spasi horizontal maksimum untuk kaki – kaki sengkang tertutup atau sengkang ikat pada semua muka kolom, mm,

$I$	= faktor keutamaan gedung,
$I_b$	= momen inersia balok, $\text{mm}^4$ ,
$I_g$	= momen inersia bruto, $\text{mm}^4$ ,
$I_k$	= momen inersia kolom, $\text{mm}^4$ ,
$k$	= faktor panjang efektif komponen struktur tekan,
$k_{lx}$	= koefisien lapangan arah x,
$k_{ly}$	= koefisien lapangan arah y,
$k_{tx}$	= koefisien tumpuan arah x,
$k_{ty}$	= koefisien tumpuan arah y,
$L$	= panjang bentang, mm = panjang minimum diukur dari muka join sepanjang sumbu
$l_o$	komponen struktur, dimana harus disediakan tulangan transversal, mm,
$l_u$	= panjang bersih antar lantai, mm,
$l_w$	= panjang keseluruhan dinding atau segmen dinding yang ditinjau dalam arah gaya geser, mm,
$l_x$	= panjang bentang pendek, mm,
$l_y$	= panjang bentang panjang, mm
$M_e$	= momen akibat gaya aksial, kNm,
$M_g$	= momen kapasitas akibat gempa, kNm,
$M_n$	= kuat momen nominal pada penampang, kNm,
$M_{pr}$	= momen kapasitas positif pada penampang, kNm,
$M_{nr}$	= momen kapasitas negatif pada penampang, kNm,
$M_u$	= momen terfaktor pada penampang, kNm,
$n$	= jumlah lantai tingkat struktur gedung,
$N_{DL}$	= gaya aksial akibat beban mati, kN,
$N_{LL}$	= gaya aksial akibat beban hidup, kN,
$N_u$	= beban aksial terfaktor yang terjadi bersamaan dengan $V_u$ , kN,
$P_c$	= beban kritis, kN,
$P_n$	= kuat nominal penampang yang mengalami tekan, kN,
$P_u$	= beban aksial terfaktor, kN,

$QDL$	= beban mati per satuan luas, $kN/m^2$ ,
$QLL$	= beban hidup per satuan luas, $kN/m^2$ ,
$R$	= faktor reduksi gempa,
$Rn$	= tahanan momen nominal, $kN/mm^2$ ,
$r$	= radius girasi, mm,
$s$	= jarak antar tulangan, mm,
$T1, T2$	= gaya tarik tulangan, kN,
$T1$	= waktu getar alami fundamental struktur gedung, detik,
$Ux$	= simpangan arah x, mm,
$Uy$	= simpangan arah y, mm,
$V$	= gaya geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh gempa rencana yang bekerja di tingkat dasar struktur, kN,
$V1$	= gaya geser dasar nominal yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung dengan tingkat daktilitas umum, kN,
$Vc$	= gaya geser nominal yang disumbangkan oleh beton, kN,
$Ve$	= gaya geser akibat gempa, kN,
$Vg$	= gaya geser akibat beban gravitasi, kN,
$Vh$	= gaya geser horizontal, kN,
$Vj$	= gaya geser pada joint, kN,
$Vn$	= kuat geser nominal, kN,
$Vs$	= kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser, kN,
$Vu$	= gaya geser terfaktor pada penampang, kN,
$Vu-d$	= gaya geser terfaktor pada penampang sejauh $d$ dari muka kolom, kN,
$Vu-2h$	= gaya geser terfaktor pada penampang sejauh $2h$ dari muka kolom, kN,
$Wu$	= beban terfaktor per unit panjang dari balok atau per unit luas pelat kN/m,
$Wi$	= berat lantai tingkat ke- $i$ struktur atas suatu gedung, kN,
$Wt$	= berat total gedung, kN,
$t_c$	= koefisien yang mendefinisikan kontribusi relative dari tahanan beton terhadap tahanan dinding,
$\Delta s$	= selisih simpangan antar tingkat, mm,
$\Phi$	= faktor reduksi kekuatan,

- $\rho$  = rasio tulangan tarik non-prategang,
- $\rho_n$  = rasio luas tulangan yang tersebar pada bidang yang paralel bidang  
 $A_{cv}$  = terhadap luas beton bruto yang tegak lurus terhadap tulangan tersebut,
- $\rho_v$  = rasio luas tulangan yang tersebar pada bidang yang tegak lurus  
bidang  $A_{cv}$  terhadap luas beton bruto  $A_{cv}$ ,
- $\zeta$  = koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung yang  
membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung,
- $\psi$  = faktor kekangan ujung kolom,





## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tmapak Depan
Lampiran 1.1	Tampak Belakang
Lampiran 1.2	Potongan Portal A-A
Lampiran 1.3	Potongan Portal B-B
Lampiran 1.4	Denah Basement
Lampiran 1.5	Denah Kolom Basemnet
Lampiran 1.6	Denah Balok Basement
Lampiran 1.7	Denah Plat Lantai Basement
Lampiran 1.8	Denah Lantai 1
Lampiran 1.9	Denah Kolom Lantai 1
Lampiran 1.10	Denah Balok Lantai 1
Lampiran 1.11	Denah Plat Lantai 1
Lampiran 1.12	Denah Lantai 2
Lampiran 1.13	Denah Kolom Lantai 2
Lampiran 1.14	Denah Balok Lantai 2
Lampiran 1.15	Denah Plat lantai 2
Lampiran 1.16	Denah Lantai 3
Lampiran 1.17	Denah Kolom Lantai 3
Lampiran 1.18	Denah Balok Lantai 3
Lampiran 1.19	Denah Plat Lantai 3
Lampiran 1.20	Denah Lantai 4
Lampiran 1.21	Denah Kolom Lantai 4
Lampiran 1.22	Denah Balok Lantai 4
Lampiran 1.23	Denah Plat Lanati 4
Lampiran 1.24	Denah Lantai 5
Lampiran 1.25	Denah Kolom Lantai 5
Lampiran 1.26	Denah Balok Lantai 5
Lampiran 1.27	Denah Plat Lantai 5
Lampiran 1.28	Denah Atap
Lampiran 1.29	Denah Kolom Atap

Lampiran 1.30	Denah Balok Atap
Lampiran 1.31	Denah Plat Lantai Atap
Lampiran 1.32	Detail Balok
Lampiran 1.33	Detail Kolom
Lampiran 1.34	Tangga
Lampiran 1.35	Detail Pondasi
Lampiran 1.36	Detail Sambungan Kuda-Kuda



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Judul Tugas Akhir**

Perencanaan Struktur Hotel Padma Semarang

### **1.2 Bidang Ilmu**

Teknik Sipil (Struktur Gedung)

### **1.3 Latar Belakang**

Salah satu mata kuliah wajib yang harus diselesaikan mahasiswa sebagai salah satu syarat akademis dalam menyelesaikan pendidikan tingkat Sarjana Program Strata 1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Semarang adalah Tugas Akhir dengan bobot 4 SKS. Tugas Akhir ini diambil oleh mahasiswa setelah mengikuti Kerja Praktek yang telah selesai dilaksanakan.

Dengan adanya Tugas Akhir ini diharapkan mahasiswa dapat merencanakan suatu konstruksi gedung sesuai dengan keahlian yang telah didapat selama mengikuti perkuliahan. Tugas Akhir yang dipilih berjudul **“PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL PADMA SEMARANG”**.

Pesatnya perkembangan di Kota Semarang menjadikan kota ini sebagai salah satu kota metropolitan terbesar di Indonesia yang berdampak pada perkembangan ekonomi global di kota ini. Maraknya kegiatan ekonomi yang terjadi di Kota Semarang turut menyerap kebutuhan Sumber Daya Manusia (SDM) atau tenaga kerja yang cukup banyak, bahkan dari kota-kota lain di sekitarnya. Kebutuhan SDM atau tenaga kerja yang cukup banyak di Kota Semarang membuat arus migrasi di kota ini terus mengalami peningkatan sehingga berdampak pada kepadatan dan peningkatan jumlah penduduk yang ada. Di sisi lain, peluang Kota Semarang juga tercipta karena menjadi salah satu destinasi utama bagi ribuan mahasiswa baru dari berbagai daerah di Indonesia yang ingin meneruskan pendidikannya ke perguruan tinggi di Semarang. Besarnya peningkatan jumlah penduduk di suatu kota tentunya turut berdampak pada kebutuhan akan tempat tinggal.

Dalam laporan ini, penyusun menguraikan tentang struktur bawah dan struktur atas gedung. Tetapi penyusun tetap mendapat intisari bangunan, seperti konstruksi struktur beton dan pondasi serta bentuk dan estetika bangunan.

## 1.4 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dihadapi dalam perencanaan struktur Gedung Hotel di Kota Semarang adalah sebagai berikut.

- a) Bagaimana proses untuk merencanakan sebuah Hotel di Kota Semarang ?
- b) Apa standar/acuan yang akan digunakan dalam perencanaan struktur bangunan Hotel di Kota Semarang ?
- c) Apakah perencanaan Gedung tersebut layak dipergunakan ?

## 1.5 Batasan Masalah

Perencanaan gedung dalam Laporan Tugas Akhir ini, pembahasannya dibatasi pada struktur utama saja dengan tidak mengabaikan pembahasan lain yang menunjang. Jadi selain permasalahan struktur utama, pembahasan dibuat secukupnya. Perencanaan ini mencakup pembahasan dari tahap pra-desain, perencanaan, dan konstruksi (analisa dan perhitungan struktur).

## 1.6 Maksud, Tujuan dan Manfaat Perencanaan

### 1.6.1 Maksud Perencanaan

Perencanaan struktur bangunan hotel Padma Semarang ini bermaksud untuk menyediakan sarana dan prasarana penginapan bagi pendatang yang akan singgah di kota Semarang, demi menunjang kota Semarang sebagai kota bisnis dan kota pariwisata.

### 1.6.2 Tujuan Perencanaan

Tujuan dari Perencanaan struktur Hotel Padma Semarang ini adalah:

1. Dapat merencanakan elemen-elemen struktur beton bertulang yang aman dan ekonomis
2. Dapat merancang dan mendesain bangunan atas dan pondasi yang digunakan
3. Membantu meningkatkan pendapatan daerah
4. Membangun tempat tinggal atau yang nyaman dan nyaman untuk masyarakat.

### 1.6.3 Manfaat Perencanaan

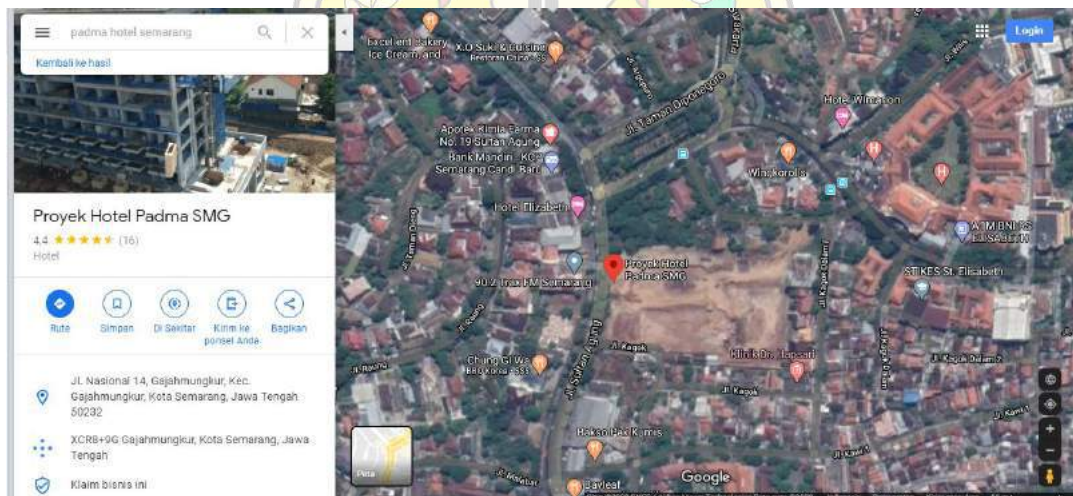
Manfaat yang diharapkan dari Perencanaan Struktur Hotel Padma Semarang ini adalah :

1. Memberikan ide dan gagasan untuk merencanakan dan merancang suatu gedung sesuai dengan kebutuhan pengguna dan fungsi ruang yang ada
2. Untuk dapat lebih memahami dalam merencanakan dan memecahkan masalah yang ada dalam perencanaan proyek gedung apartment
3. Untuk mendapatkan gelar strata 1 (satu) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Semarang.

## 1.7 Lokasi Perencanaan

Lokasi Perencanaan Struktur Hotel Padma Semarang, berlokasi di Jl. Sultan Agung No. 86 Semarang, Kelurahan Wonotingal, Kecamatan Candisari, Kota Semarang. Adapun batas-batas dari proyek ini adalah sebagai berikut :

Sebelah Utara : Dinas KASDAM  
 Sebelah Timur : Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Elisabeth  
 Sebelah Selatan : SMP Negeri 5 Semarang  
 Sebelah Barat : Swalayan Tonghien



Gambar 1. 2 Lokasi Perencanaan Apartment Enam Lantai

Sumber : Google Maps Tahun 2020

## 1.8 Sistematika Penyusunan

Sistematika pembahasan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai Judul Tugas Akhir, Bidang Ilmu, Latar Belakang,

Perumusan dan Batasan Masalah, Maksud, Tujuan dan Manfaat Perencanaan, Lokasi Perencanaan Proyek serta Sistematika Penyusunan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dikemukakan kajian-kajian teori berdasarkan studi pustaka, diantaranya mencakup Tinjauan Umum, Aspek-aspek Perencanaan dan Perancangan Analisa Pembebanan Struktur yang merupakan landasan teori yang digunakan sehingga dapat dijadikan dasar teoritis analisis selanjutnya.

## **BAB III METODOLOGI**

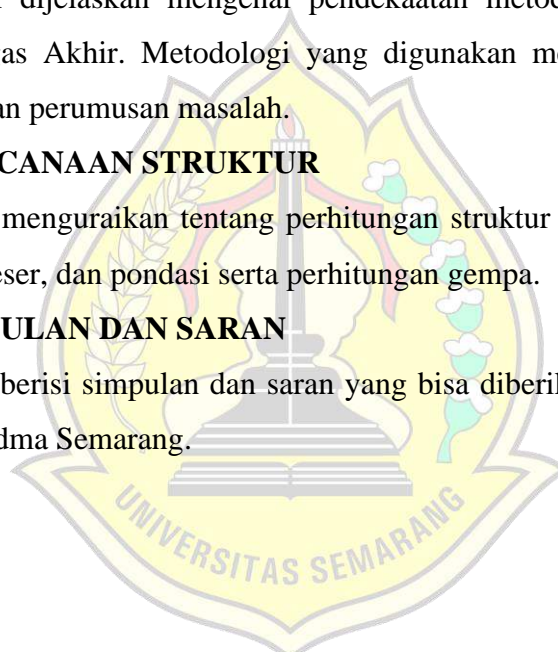
Pada bab ini dijelaskan mengenai pendekatan metode yang digunakan dalam mengerjakan Tugas Akhir. Metodologi yang digunakan meliputi pengumpulan data, metode analisis dan perumusan masalah.

## **BAB IV PERENCANAAN STRUKTUR**

Pada bab ini menguraikan tentang perhitungan struktur atap, struktur pelat, balok, kolom, dinding geser, dan pondasi serta perhitungan gempa.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi simpulan dan saran yang bisa diberikan dari hasil Perencanaan Struktur Hotel Padma Semarang.



**USM**



# BAB II

## TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Umum

Struktur bangunan merupakan sarana untuk menyalurkan beban yang diakibatkan penggunaan atau kehadiran bangunan di atas tanah. Struktur terdiri dari elemen-elemen yang terintegrasi dan berfungsi sebagai satu kesatuan utuh untuk menyalurkan semua jenis beban yang diantisipasi ke tanah.

Gedung yang direncanakan merupakan struktur hotel bertingkat lima lantai. Perencanaan struktur bangunan gedung harus memenuhi syarat keandalan bangunan gedung seperti yang disebutkan dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, yaitu :

1. Struktur Bangunan Gedung

Setiap bangunan gedung, strukturnya harus direncanakan dan dilaksanakan agar kuat, kokoh, dan stabil dalam memikul beban/kombinasi beban dan memenuhi persyaratan keselamatan (*safety*), serta memenuhi persyaratan kelayakan (*serviceability*) selama umur layanan yang direncanakan dengan mempertimbangkan fungsi bangunan gedung, lokasi, keawetan dan kemungkinan pelaksanaan konstruksinya.

2. Pembebanan pada bangunan gedung

Analisis struktur harus dilakukan untuk memeriksa respon struktur terhadap beban-beban yang mungkin bekerja selama umur kelayakan struktur, termasuk beban tetap, beban sementara dan beban khusus.

3. Struktur atas bangunan gedung

Perencanaan konstruksi beton dan baja harus mengikuti peraturan-peraturan yang berlaku, salah satunya yaitu SNI 03-2847-2013 dan SNI 03-1729-2012, masing-masing merupakan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung dan Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.

4. Struktur bawah bangunan gedung

Perhitungan daya dukung dan penurunan pondasi dilakukan sesuai teori

kanika tanah yang baku dan lazim dalam praktek, berdasarkan parameter tanah yang ditemukan dari penyelidikan tanah dengan memperhatikan nilai tipikal dan korelasi tipikal dengan parameter tanah yang lain.

Dalam proses perencanaan dibutuhkan pendekatan terhadap beberapa aspek yaitu; aspek arsitektural, aspek lingkungan, dan kemudahan dalam pelaksanaan serta efisiensi biaya yang diperlukan tanpa mengurangi mutu bangunan tersebut supaya fungsi utama bangunan setelah selesai dapat tercapai. Analisa perencanaan pada suatu konstruksi bangunan meliputi struktur bagian atas dan struktur bagian bawah adapun penjelasannya dibawah ini:

### 2.1.1 Struktur Atas

Struktur atas adalah seluruh bagian struktur yang berada diatas muka tanah, dan harus mampu menjamin keamanan dan kenyamanan bagi penggunanya. Maka dari itu pemilihan material yang akan digunakan sebagai bahan bangunan harus sesuai sebagai berikut :

- a. Tahan api
- b. Kuat dan kokoh
- c. Awet untuk jangka waktu yang lama
- d. Ekonomis

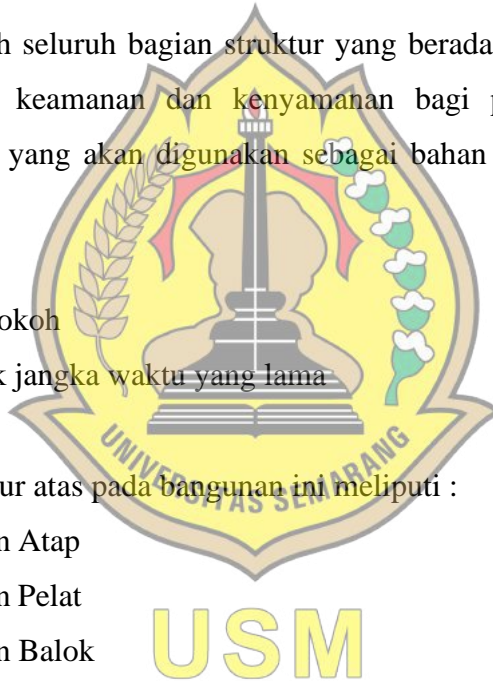
Perencanaan Struktur atas pada bangunan ini meliputi :

- a. Perhitungan Atap
- b. Perhitungan Pelat
- c. Perhitungan Balok
- d. Perhitungan Kolom
- e. Perhitungan Tangga

### 2.1.2 Struktur Bawah

Struktur atas adalah seluruh bagian struktur yang berada dibawah muka tanah, dan harus mampu menerima beban struktur atas yang diteruskan ketanah dibawahnya. Perencanaan struktur bawah ini meliputi :

- a. Perencanaan Sloof
- b. Perencanaan Pondasi.



## 2.2 Landasan Dalam Perencanaan

Pada perencanaan struktur gedung bertingkat harus berpedoman pada syarat- dan ketentuan yang berlaku di negara tempat proyek tersebut dilaksanakan. Dalam kasus ini proyek dilaksanakan di Indonesia tepatnya di daerah Semarang maka harus berpedoman pada aturan Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai perencanaan gedung dan buku pedoman lain yang dirasa sesuai untuk digunakan. Adapun syarat-syarat dan ketentuan tersebut terdapat pada buku pedoman, antara lain:

- a. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2013.
- b. Spesifikasi untuk Gedung Baja Struktural SNI 2847-2012.
- c. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726-2012.
- d. Pedoman Perencanaan Pembangunan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987).
- e. Peraturan-peraturan lain yang relevan.

## 2.3 Mutu Bahan

Gedung direncanakan dengan mutu bahan beton  $f'_c = 30$  MPa baik pada struktur atas maupun struktur bawah. Dengan bahan pendukung baja tulangan menggunakan mutu baja  $f_y = 400$  Mpa (tulangan pokok) dan  $f_y = 240$  MPa (tulangan sengkang). Sedangkan untuk perencanaan kuda-kuda baja menggunakan bahan dengan jenis baja BJ 37.

## 2.4 Konsep Perencanaan Gedung

Konsep tersebut merupakan dasar teori perencanaan dan perhitungan struktur, yang meliputi desain terhadap beban *lateral* (gempa) dan metode analisis struktur yang digunakan.

### 2.4.1 Desain Terhadap Beban

Pada perencanaan struktur bangunan, kestabilan lateral adalah hal terpenting karena gaya lateral yang terjadi mempengaruhi desain struktur baik vertikal dan horisontal. Mekanisme dasar untuk menjamin kestabilan lateral diperoleh dengan menggunakan hubungan kaku untuk memperoleh bidang geser kaku yang dapat memikul beban lateral.

Beban lateral yang dominan berpengaruh terhadap kestabilan struktur adalah beban

gempa dimana efek dinamisnya menjadikan analisisnya lebih kompleks. Tinjauan ini dilakukan untuk mendesain elemen struktur agar konstruksi bangunan tersebut kuat menahan gaya gempa.

## 2.4.2 Analisa Struktur Terhadap Gempa

Struktur bangunan gedung terdiri dari struktur atas dan bawah. Struktur atas adalah bagian struktur gedung yang berada di atas permukaan tanah dan struktur bawah adalah bagian dari struktur bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah yang dapat terdiri dari struktur basemen, dan atau struktur pondasi lainnya. (SNI 03-1726-2012).

### 1. Persyaratan Dasar

Prosedur analisis dan desain seismik yang digunakan dalam perencanaan struktur bangunan gedung dan komponennya seperti yang ditetapkan dalam pasal ini. Struktur bangunan gedung harus memiliki sistem penahan gaya lateral dan vertikal yang lengkap, yang mampu memberikan kekuatan, kekakuan dan kapasitas disipasi energi yang cukup untuk menahan gerak tanah desain dalam batasan-batasan kebutuhan deformasi dan kekuatan yang disyaratkan. Gerak tanah desain harus diasumsikan terjadi di sepanjang setiap arah horizontal struktur bangunan gedung.

### 2. Desain Elemen Struktur, Desain Sambungan dan Batasan Deformasi

Komponen struktur individu, termasuk yang bukan merupakan bagian sistem penahan gaya gempa, harus disediakan dengan kekuatan yang cukup untuk menahan geser, gaya aksial dan momen yang ditentukan sesuai dengan tata cara ini. Deformasi struktur tidak boleh melebihi batasan yang ditetapkan pada saat struktur tersebut dikenai beban gempa.

### 3. Lintasan Beban yang Menerus dan Keterhubungan

Lintasan-lintasan beban yang menerus dengan kekakuan dan kekuatan yang memadai harus disediakan untuk mentransfer semua gaya dan titik pembebanan hingga titik akhir penumpuan. Semua bagian struktur antara join pemisah harus terhubung untuk membentuk lintasan menerus ke sistem penahan gaya gempa, dan sambungan harus mampu menyalurkan gaya gempa yang ditimbulkan oleh bagian-bagian yang terhubung.

### 4. Sambungan ke Tumpuan

Sambungan pengaman untuk menahan gaya horisontal yang berkerja paralel terhadap elemen struktur harus disediakan untuk setiap balok, girder langsung ke

elemen tumpuannya atau ke pelat yang di desain bekerja sebagai diafragma maka elemen tumpuan elemen struktur harus juga dihubungkan pada diafragma itu. Ssambungan harus mempunyai kuat desain minimum sebesar 5% dari reaksi beban mati ditambah beban hidup.

## 5. Desain Pondasi

Pondasi harus didesain untuk menahan gaya yang dihasilkan dan mengakomodasi pergerakan yang disalurkan ke struktur oleh gerak tanah desain. Sifat dinamis gaya, gerak tanah yang diharapkan, dasar desain untuk kekuatan dan kapasitas disipasi energi struktur dan properti dinamis tanah harus disertakan dalam penentuan kriteria pondasi.

Struktur bangunan gedung harus diklasifikasikan sebagai beraturan atau tidak beraturan. Struktur yang tidak memenuhi ketentuan diatas ditetapkan sebagai gedung tidak beraturan berdasarkan konfigurasi horisontal dan vertikal bangunan gedung.

### 2.4.2.1 Ketidakberaturan Horisontal

Struktur bangunan gedung yang mempunyai satu atau lebih tipe ketidakberaturan seperti yang terdaftar dalam Tabel 2.1. harus dianggap mempunyai ketidakberaturan struktur horisontal. Struktur yang dirancang untuk kategori desain seismik sebagaimana yang terdaftar dalam Tabel 2.1. harus memenuhi persyaratan dalam pasal-pasal yang dirujuk dalam tabel itu



USM



	Tipe dan penjelasan ketidakberaturan	Pasal referensi	Penerapan kategori desain seismik
1a.	<b>Ketidakberaturan torsi</b> didefinisikan ada jika simpangan antar lantai tingkat maksimum, torsi yang dihitung termasuk tak terduga, di sebuah ujung struktur melintang terhadap sumbu lebih dari 1,2 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratan ketidakberaturan torsi dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur di mana diafragmanya kaku atau setengah kaku.	7.3.3.4 7.7.3 7.8.4.3 7.12.1 Tabel13 12.2.2	D, E, dan F B, C, D, E, dan F C, D, E, dan F C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F
1b.	<b>Ketidakberaturan torsi berlebihan</b> didefinisikan ada jika simpangan antar lantai tingkat maksimum, torsi yang dihitung termasuk tak terduga, di sebuah ujung struktur melintang terhadap sumbu lebih dari 1,4 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratan ketidakberaturan torsi berlebihan dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur di mana diafragmanya kaku atau setengah kaku.	7.3.3.1 7.3.3.4 7.7.3 7.8.4.3 7.12.1 Tabel13 12.2.2	E dan F D B, C, dan D C dan D C dan D D B, C, dan D
2.	<b>Ketidakberaturan sudut dalam</b> didefinisikan ada jika kedua proyeksi denah struktur dari sudut dalam lebih besar dari 15 persen dimensi denah struktur dalam arah yang ditentukan.	7.3.3.4 Tabel13	D, E, dan F D, E, dan F
3.	<b>Ketidakberaturan diskontinuitas diafragma</b> didefinisikan ada jika terdapat diafragma dengan diskontinuitas atau variasi kekakuan mendadak, termasuk yang mempunyai daerah terpotong atau terbuka lebih besar dari 50 persen daerah diafragma bruto yang melingkupinya, atau perubahan kekakuan diafragma efektif lebih dari 50 persen dari suatu tingkat ke tingkat selanjutnya.	7.3.3.4 Tabel13	D, E, dan F D, E, dan F
4.	<b>Ketidakberaturan pergeseran melintang terhadap bidang</b> didefinisikan ada jika terdapat diskontinuitas dalam lintasan tahanan gaya lateral, seperti pergeseran melintang terhadap bidang elemen vertikal.	7.3.3.3 7.3.3.4 7.7.3 Tabel13 12.2.2	B, C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F
5.	<b>Ketidakberaturan sistem nonparalel</b> didefinisikan ada jika elemen penahan gaya lateral vertikal tidak paralel atau simetris terhadap sumbu-sumbu ortogonal utama sistem penahan gaya gempa.	7.5.3 7.7.3 Tabel13 12.2.2	C, D, E, dan F B, C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F

**Tabel 2.1. Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur**

*Sumber : SNI 03-1726 SNI 2847-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*



### 2.4.2.1 Ketidakberaturan Vertikal

Struktur bangunan gedung yang mempunyai satu atau lebih tipe ketidakberaturan seperti dalam **Tabel 2.2.** harus dianggap mempunyai ketidakberaturan vertikal. Struktur dirancang untuk kategori desain seismik sebagaimana terdaftar **Tabel 2.2.** harus memenuhi persyaratan dalam pasal-pasal yang dirujuk dalam tabel itu.

	Tipe dan penjelasan ketidakberaturan	Pasal referensi	Penerapan kategori desain seismik
1a.	<b>Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak</b> didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat di mana kekakuan lateralnya kurang dari 70 persen kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80 persen kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya.	Tabel13	D, E, dan F
1b.	<b>Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan</b> didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat di mana kekakuan lateralnya kurang dari 60 persen kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 70 persen kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya.	7.3.3.1 Tabel13	E dan F D, E, dan F
2.	<b>Ketidakberaturan Berat (Massa)</b> didefinisikan ada jika massa efektif semua tingkat lebih dari 150 persen massa efektif tingkat di dekatnya. Atap yang lebih ringan dari lantai di bawahnya tidak perlu ditinjau.	Tabel13	D, E, dan F
3.	<b>Ketidakberaturan Geometri Vertikal</b> didefinisikan ada jika dimensi horisontal sistem penahan gaya gempa di semua tingkat lebih dari 130 persen dimensi horisontal sistem penahan gaya gempa tingkat di dekatnya.	Tabel13	D, E, dan F
4.	<b>Diskontinuitas Arah Bidang dalam Ketidakberaturan Elemen Penahan Gaya Lateral Vertikal</b> didefinisikan ada jika pegeseran arah bidang elemen penahan gaya lateral lebih besar dari panjang elemen itu atau terdapat reduksi kekakuan elemen penahan di tingkat di bawahnya.	7.3.3.3 7.3.3.4 Tabel 13	B, C, D, E, dan F D, E, dan F D, E, dan F
5a.	<b>Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat</b> didefinisikan ada jika kuat lateral tingkat kurang dari 80 persen kuat lateral tingkat di atasnya. Kuat lateral tingkat adalah kuat lateral total semua elemen penahan seismik yang berbagi geser tingkat untuk arah yang ditinjau.	7.3.3.1 Tabel13	E dan F D, E, dan F
5b.	<b>Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat yang Berlebihan</b> didefinisikan ada jika kuat lateral tingkat kurang dari 65 persen kuat lateral tingkat di atasnya. Kuat tingkat adalah kuat total semua elemen penahan seismik yang berbagi geser tingkat untuk arah yang ditinjau.	7.3.3.1 7.3.3.2 Tabel13	D, E, dan F B dan C D, E, dan F

**Tabel 2.2. Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur**

*Sumber : SNI 03-1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*

## 2.5 Perencanaan Struktur Bangunan

Pada suatu konstruksi bangunan pembebanan menjadi hal terpenting, dikarenakan pembebanan menjadi tolok ukur seberapa besar beban yang dapat diterima pada bangunan tersebut. Pemisahan antara beban statis dan dinamis merupakan hal yang dasar dalam tahap analisa pembebanan untuk perencanaan konstruksi. Konsep pemisahan ini untuk mempermudah dalam pengelompokan.

### 2.5.1 Beban Statis

Beban statis adalah beban yang bersifat tetap sepanjang masa selama bangunan masih tetap ada, bekerja secara terus-menerus pada struktur. Beban statis pada umumnya dapat dibagi menjadi beban mati, beban hidup dan beban khusus. Beban Khusus adalah beban yang terjadi akibat penurunan pondasi atau efek temperatur. Beban statis juga diasosiasikan dengan beban-beban yang secara perlahan-lahan timbul serta mempunyai variabel besaran yang bersifat tetap (steady states). Dengan demikian, jika suatu beban mempunyai perubahan intensitas yang berjalan cukup perlahan sedemikian rupa sehingga pengaruh waktu tidak dominan, maka beban tersebut dapat dikelompokkan sebagai beban statis (static load). Deformasi dari struktur akibat beban statik akan mencapai puncaknya jika beban ini mencapai nilainya yang maksimum.

#### a. Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin – mesin serta peratan yang tak terpisahkan dari gedung itu.

Menurut Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung tahun 1987 beban mati pada struktur terbagi menjadi 2, yaitu Beban mati akibat material konstruksi dapat dilihat pada **Tabel 2.3** serta Beban mati akibat komponen gedung dapat dilihat pada **Tabel 2.4**

No.	Material	Berat	Keterangan
1.	Baja	7850 kg/m <sup>3</sup>	
2.	Batu alam	2600 kg/m <sup>3</sup>	

3.	Batu belah, batu bulat, batu gunung	1500 kg/m <sup>3</sup>	berat tumpuk
4.	Batu karang	700 kg/m <sup>3</sup>	berat tumpuk
5.	Batu pecah	1450 kg/m <sup>3</sup>	
6.	Besi tuang	7250 kg/m <sup>3</sup>	
7.	Beton	2200 kg/m <sup>3</sup>	
8.	Beton bertulang	2400 kg/m <sup>3</sup>	
9.	Kayu	1000 kg/m <sup>3</sup>	kelas I
10.	Kerikil, koral	1650 kg/m <sup>3</sup>	kering udara sampai lembab, tanpa diayak
11.	Pasangan bata merah	1700 kg/m <sup>3</sup>	
12.	Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2200 kg/m <sup>3</sup>	
13.	Pasangan batu cetak	2200 kg/m <sup>3</sup>	
14.	Pasangan batu karang	1450 kg/m <sup>3</sup>	
15.	Pasir	1600 kg/m <sup>3</sup>	kering udara sampai lembab
16.	Pasir	1800 kg/m <sup>3</sup>	jenuh air
17.	Pasir kerikil, koral	1850 kg/m <sup>3</sup>	kering udara sampai lembab
18.	Tanah, lempung dan lanau	1700 kg/m <sup>3</sup>	kering udara sampai lembab
19.	Tanah, lempung dan lanau	2000 kg/m <sup>3</sup>	Basah

20.	Timah hitam / timbel	11400 kg/m <sup>3</sup>	
-----	----------------------	-------------------------	--

**Tabel 2.3. Berat Sendiri Material Konstruksi**

*Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung  
1987*

No.	Material	Berat	Keterangan
1.	Adukan, per cm tebal : - dari semen - dari kapur, semen merah/tras	21 kg/m <sup>2</sup> 17 kg/m <sup>2</sup>	
2.	Aspal, per cm tebal :	14 kg/m <sup>2</sup>	
3.	Dinding pasangan bata merah: - satu batu - setengah batu	450 kg/m <sup>2</sup> 250 kg/m <sup>2</sup>	
4.	Dinding pasangan batako : - berlubang : tebal dinding 20 cm (HB 20) tebal dinding 10 cm (HB 10) - tanpa lubang : tebal dinding 15 cm tebal dinding 10 cm	200 kg/m <sup>2</sup> 120 kg/m <sup>2</sup> 300 kg/m <sup>2</sup> 200 kg/m <sup>2</sup>	
5.	Langit-langit & dinding, terdiri: - semen asbes (eternit), tebal maks. 4 mm - kaca, tebal 3-5 mm	11 kg/m <sup>2</sup> 10 kg/m <sup>2</sup>	termasuk rusuk-rusuk, tanpa pengantung atau pengaku

6.	Lantai kayu sederhana dengan balok kayu	40 kg/m <sup>2</sup>	tanpa langit-langit, bentang maks. 5 m, beban hidup maks. 200 kg/m <sup>2</sup>
7.	Penggantung langit-langit (kayu)	7 kg/m <sup>2</sup>	bentang maks. 5 m, jarak s.k.s. min. 0.80 m

8.	Penutup atap genteng	50 kg/m <sup>2</sup>	dengan reng dan usuk / kaso per m <sup>2</sup> bidang atap
9.	Penutup atap sirap	40 kg/m <sup>2</sup>	dengan reng dan usuk / kaso per m <sup>2</sup> bidang atap
10.	Penutup atap seng gelombang (BJLS-25)	10 kg/m <sup>2</sup>	tanpa usuk
11.	Penutup lantai ubin, /cm tebal	24 kg/m <sup>2</sup>	ubin semen portland, teraso dan beton, tanpa adukan
12.	Semen asbes gelombang (5 mm)	11 kg/m <sup>2</sup>	

**Tabel 2.4 Berat Sendiri Komponen Gedung**

*Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung*

1987

**b. Beban Hidup**

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan di dalamnya termasuk beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti



selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan pada lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap kedalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh butiran air. Kedalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa dan beban khusus. Pembebanan untuk Beban hidup pada lantai gedung dapat dilihat pada **Tabel 2.5** serta Beban hidup pada atap gedung dapat dilihat pada **Tabel 2.6**.

No	Penggunaan	Berat	Keterangan
1.	Lantai dan tangga rumah tinggal	200 kg/m <sup>2</sup>	kecuali yang disebut no.2
2.	- Lantai & tangga rumah tinggal sederhana - Gudang-gudang selain untuk toko, pabrik, bengkel	125 kg/m <sup>2</sup>	
3.	- Sekolah, ruang kuliah - Kantor - toko - Restoran - Hotel, asrama - Rumah Sakit	250 kg/m <sup>2</sup>	
4.	Ruang olahraga	400 kg/m <sup>2</sup>	
5.	Ruang dansa	500 kg/m <sup>2</sup>	



6.	Lantai dan balkon dalam dari ruang pertemuan	400 kg/m <sup>2</sup>	masjid, gereja, ruang pagelaran/rapat, bioskop dengan tempat duduk tetap
7.	Panggung penonton	500 kg/m <sup>2</sup>	tempat duduk tidak tetap / penonton yang berdiri
8.	Tangga, bordes tangga dan gang	300 kg/m <sup>2</sup>	no.3
9.	Tangga, bordes tangga dan gang	500 kg/m <sup>2</sup>	no. 4, 5, 6, 7
10.	Ruang pelengkap	250 kg/m <sup>2</sup>	no. 3, 4, 5, 6, 7
11.	- Pabrik, bengkel, gudang - Perpustakaan, r.arsip, toko buku Ruang alat dan mesin	400 kg/m <sup>2</sup>	Minimum
12.	Gedung parkir bertingkat : - Lantai bawah - Lantai tingkat lainnya	800 kg/m <sup>2</sup> 400 kg/m <sup>2</sup>	
13.	Balkon menjorok bebas keluar	300 kg/m <sup>2</sup>	Minimum

**Tabel 2.5 Beban Hidup Pada Lantai Gedung**

*Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung*

No	Bagian Atap	Berat	Keterangan
1.	Atap / bagiannya dapat dicapai orang, termasuk kanopi	100 kg/m <sup>2</sup>	atap dak
2.	Atap / bagiannya tidak dapat dicapai orang (diambil min.): - beban hujan  - beban terpusat	(40-0,8.α) kg/m <sup>2</sup>	α = sudut atap, min. 20 kg/m <sup>2</sup> , tak perlu ditinjau bila α > 50°  beban dari seorang pekerja atau seorang dengan peralatannya

Tabel 2.6 Beban Hidup Pada Atap Gedung

Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung 1987

No.	Penggunaan Gedung	Koef. Reduksi Beban Hidup	
		Untuk perencanaan balok induk dan portal	Untuk peninjauan gempa
1.	Perumahan / Penghunian - Rumah tinggal - Asrama - Hotel	0,75	0,30

	- Rumah sakit		
2.	Pendidikan - Sekolah - Ruang kuliah	0,90	0,50
3.	Pertemuan Umum : - Mesjid - Gereja - Bioskop - Restoran - Ruang Dansa - Ruang Pagelaran	0,90	0,50
4.	Kantor / Bank	0,60	0,30
5.	Perdagangan : - Toko - Toko serba guna dan Pasar	0,80	0,80
6.	Penyimpanan : - Gudang - Perpustakaan - Ruang Arsip	0,80	0,80
7.	Industri : Pabrik / bengkel	1,00	0,90
8.	Tempat Kendaraan: Garasi / Gedung Parkir	0,90	0,50

9.	Gang dan Tangga :		
	- Perumahan/penghunian	0,75	0,30
	- Pendidikan / kantor	0,75	0,30
	- Pertemuan umum, perdagangan penyimpanan, industri, tempat kendaraan	0,90	0,50

**Tabel 2.7 Koefisien Reduksi Beban Hidup**

*Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung*

1987

c. Beban Angin

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Beban angin dapat ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif, yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan ini dinyatakan dalam  $\text{kg/m}^2$ , dengan mengalikan tekanan tiup dengan koefisien-koefisien angin. Adapun ketentuan-ketentuan dalam pembebanan angin sebagai berikut :

a) Tekanan Tiup

- Tekanan tiup minimum  $25 \text{ kg/m}^2$
- Tekanan tiup minimum di laut dan tepi laut sampai 5 km dari pantai diambil  $40 \text{ kg/m}^2$

b) Koefisien Angin

Untuk atap-atap dengan gedung tertutup khususnya pada atap segi tiga koefisien angin dapat ditentukan sesuai dengan Tabel 2.8

No.	Kemiringan Atap	Bidang Atap di Pihak Angin	Bidang Atap Lain
1.	• $\alpha < 65^\circ$	$0,02 \alpha - 0,4$	- 0,4

	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>65^\circ &lt; \alpha &lt; 90^\circ</math></li> </ul>	+ 0,9	- 0,4
--	---	-------	-------

**Tabel 2.8. Koefisien Angin Untuk Gedung Tertutup**

Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung  
1987

Untuk beban angin dari satu jurusan, atap pelana biasa tanpa dinding harus direncanakan menurut keadaan berbahaya diantara 2 cara (1 dan 2 ) dengan koefisien angin dapat ditentukan sesuai dengan **Tabel 2.9.**

No.	Kemiringan Atap	Bidang Atap di Pihak Angin	Bidang Atap Lain
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>0^\circ &lt; \alpha &lt; 20^\circ</math></li> </ul>	-1,2	- 0,4
	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\alpha &gt; 30^\circ</math></li> </ul>	-0,8	- 0,8
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\alpha = 0^\circ</math></li> </ul>	+ 1,2	+ 0,4
	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>10^\circ &lt; \alpha &lt; 20^\circ</math></li> </ul>	+ 0,8	0,0
	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\alpha = 30^\circ</math></li> </ul>	+ 0,8	- 0,4
	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\alpha &gt; 30^\circ</math></li> </ul>	+ 0,5	$\alpha$ (-0,4 - - ) <u>300</u>

**Tabel 2.9. Koefisien Angin untuk Bidang Pelana Biasa Tanpa Dinding**

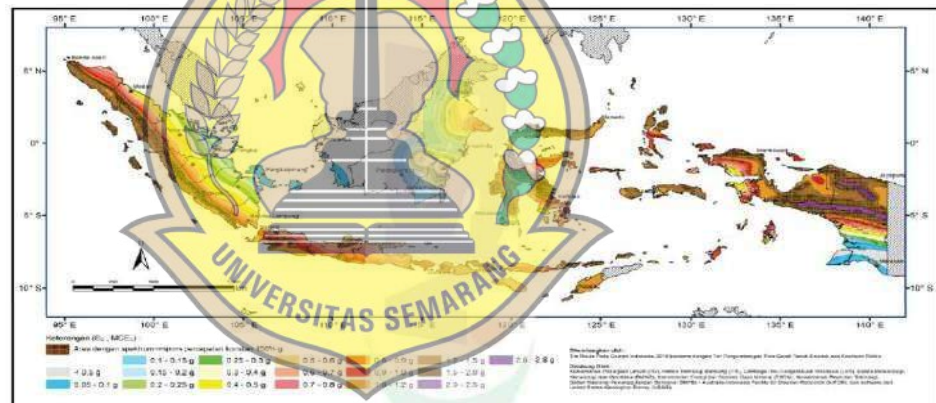
Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung  
1987

## 2.5.2 Beban Dinamis

Beban dinamis adalah beban yang bekerja secara tiba-tiba pada struktur. Pada umumnya, beban ini tidak bersifat tetap (*unsteady-state*) serta mempunyai karakteristik besaran dan arah yang berubah dengan cepat. Deformasi pada struktur akibat beban dinamik ini juga akan berubah-ubah secara cepat.

### a) Beban Gempa

Beban Gempa adalah gaya-gaya di dalam struktur bangunan yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu sendiri. Besar kecilnya beban gempa yang diterima suatu struktur tergantung lokasi dimana struktur bangunan tersebut akan dibangun. Untuk wilayah Indonesia resiko terjadinya gempa dapat dilihat pada **Gambar 2.1**



**Gambar 2.1. Ss Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget (MCE<sub>R</sub>) kelas situs SB**

*Sumber : Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk struktur Bangunan Gedung (SNI1726-2012)*

### b) Menentukan Kategori Resiko Struktur Bangunan (I-IV) dan Faktor Keutamaan (I<sub>e</sub>)

Untuk menentukan kategori risiko pada bangunan gedung dan non gedung yang direncanakan sesuai dengan fungsinya dapat dilihat sesuai

**Tabel 2.10.** Pengaruh gempa rencana terhadap jenis pemanfaatannya harus di



kalikan dengan suatu faktor keutamaan Ie sesuai dengan **Tabel 2.12**

NO	Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
1.	<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan termasuk tapi di batasi untuk antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan</li> <li>• Fasilitas sementara</li> <li>• Gudang penyimpanan</li> <li>• Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
2.	<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam ketegori I, II, IV, termasuk, tapi tidak di batasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perumahan</li> <li>• Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>• Pasar</li> <li>• Gedung perkantoran</li> <li>• Gedung apartemen / rumah susun</li> <li>• Pusat perbelanjaan / mall</li> <li>• Bangunan industri</li> <li>• Fasilitas manufaktur</li> </ul> <p>Pabrik</p>	II

3.	<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan termasuk tapi tidak di batasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioskop</li> <li>• Gedung pertemuan</li> <li>• Stadion</li> <li>• Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>• Fasilitas penitipan anak</li> <li>• Penjara</li> <li>• Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk ke dalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari – hari bila terjadi kegagalan, termasuk tapi tidak di batasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>• Fasilitas penanganan air</li> <li>• Fasilitas penangan limbah</li> <li>• Pusat telekomunikasi</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk tetapi di batasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya,</p>	III
----	---	-----

	<p>limbah berbahaya atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang diisyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	
4.	<p>Gedung dan non gedung yang di tunjukan sebagai fasilitas yang penting termasuk tetapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bangunan – bangunan monumental</li> <li>• Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>• Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>• Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garansi kendaraan darurat</li> <li>• Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>• Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat.</li> <li>• Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>• 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 di isyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk</p>	IV

	mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV	
--	---	--

**Tabel 2.10 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa**

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012*

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa ( $I_e$ )
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

**Tabel 2.11 Faktor Keutamaan Gempa**

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012*

**c) Menentukan Parameter Percepatan Gempa ( $S_s$ ,  $S_1$ )**

Parameter  $S_s$  (percepatan batuan dasar pada perioda pendek) dan  $S_1$  (percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spektral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik dengan kemungkinan 2 persen terlampaui dalam 50 tahun (MCER, 2 persen dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi. Bila  $S_1 \leq 0,04$  g dan  $S_s \leq 0,15$  g, maka struktur bangunan boleh dimasukkan kedalam kategori seismik A.

**d) Menentukan Kelas Situs**

Dalam perumusan desain seismik suatu bangunan dipermukaan tanah atau penentuan besaran Percepatan gempa puncak dari batuan dasar ke permukaan tanah untuk suatu situs, maka situs tersebut harus diklarifikasikan terlebih dahulu. Profil tanah disitus harus diklarifikasikan sesuai dengan **Tabel 2.13**,

berdasarkan profil tanah dilapangan dan dilaboratorium, yang dilakukan oleh otoritas yang berwenang atau ahli desain geoteknik bersertifikat. Dalam ini kelas situs dengan kondisi yang lebih buruk harus diberlakukan. Apabila tidak tersedia data tanah yang spesifik pada situs sampai kedalaman 30 m, maka sifat tanah harus diestimasi oleh seorang ahli geoteknik yang bersertifikat yang menyiapkan laporan penyelidikan tanah berdasarkan kondisinya

No	Kelas situs	Kecepatan gelombang geser rerata $\bar{v}_s$ ( m/detik)	Nilai hasil test penetrasi standar rerata (N atau $N_{ch}$ )	Kuat Geser niralir rerata $S_u$ (kPa)
1.	SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
2.	SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
3.	SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
4.	SD(tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
5.	SE (tanah lunak)	<175	<15	<50
		Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1) Indeks plastisitas, $PI > 20$ 2) Kadar Air $w \geq 40 \%$ 3) Kuat geser niralir $S_U < 25$ kPa		

6.	SF (tanah khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti	<p>Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih karakteristik berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah</li> <li>2) Lempung sangat organik dan atau gambut (ketebalan <math>H &gt; 3\text{m}</math>)</li> <li>3) Lempung plasitisitas sangat tinggi (ketebalan <math>H &gt; 7,5</math> indeks plasitisitas <math>PI &gt; 75</math>)</li> </ol> <p>Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan <math>S_u &lt; 50 \text{ kPa}</math></p>
----	--	---

**Catatan** : N/A = Tidak dapat di pakai

**Tabel 2.12 Klasifikasi Situs**

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012*

Penetapan kelas situs SC, SD, dan SE harus dilakukan dengan menggunakan sedikitnya hasil pengukuran dua dari tiga parameter  $v_s$ ,  $N$ ,  $S_u$  yang dihitung sesuai :

**a. Kecepatan rata-rata gelombang geser ( $v_s$ )**

Nilai  $v_s$ , harus ditentukan dengan perumusan sebagai berikut ;

$$V_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{V_{si}}}$$

Dengan :

$d_i$  = tebal setiap lapisan antara kedalaman 0 sampai 30 m

$v_{si}$  = kecepatan gelombang geser lapisan  $i$  dinyatakan dalam meter perdetik (m/detik)

$$\sum_{i=1}^n d_i = 30 \text{ m}$$



**b. Tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata ( $N$ ), dan tahanan penetrasi standar rata-rata untuk lapisan tanah non kohesif ( $Nch$ )**

Nilai  $N$  dan  $Nch$  harus ditentukan sesuai dengan perumusan berikut :

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}}$$

Dengan  $N_i$  dan  $d_i$  dalam persamaan di atas berlaku untuk tanah non kohesif, tanah kohesif, dan lapisan batuan :

$$Nch = \frac{d_s}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}}$$

Dengan  $N_i$  dan  $d_i$  dalam persamaan di atas berlaku untuk tanah non kohesif saja.

Dan :

$$\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i} = d_s$$

Dengan :

$d_s$  = ketebalan total lapisan tanah non kohesif 30 m paling atas

$N_i$  = tahanan penetrasi standar 60 persen energi ( $N_{60}$ ) yang terukur langsung di lapangan tanpa koreksi dengan nilai < 305 pukulan/m.

**USM**

**c. Kuat geser niralir rata-rata  $S_u$**

Nilai  $S_u$  harus ditentukan sebagai berikut :

$$S_u = \frac{dc}{\sum_{i=1}^k \frac{d_i}{S_{ui}}}$$

Dengan :

$$\sum_{i=1}^n d_i = dc$$

Keterangan :

$dc$  = ketebalan total dari lapisan – lapisan tanah kohesif di dalam lapisan 30 m paling atas (m).

$PI$  = indeks plastisitas.

$w$  = kadar air(%).

$S_{ui}$  = kuat geser niralir (kPa), dengan nilai tidak lebih dari 250 kPa.

**d. Menentukan Koefisien-Koefisien Situs dan Parameter-Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Resiko Tertarget ( $MCE_R$ )**

Dalam penentuan respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada perioda 0,2 detik dan perioda 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek ( $F_a$ ) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik ( $F_v$ ). Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek ( $S_{MS}$ ) dan perioda satu detik ( $S_{M1}$ ) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs.

Menghitung nilai  $S_{MS}$  dan  $S_{M1}$  menggunakan rumus empiris:

$$S_{MS} = F_a S_s \quad S_{M1} = F_v S_1$$

$S_s$  : Parameter respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  terpetakan untuk periode pendek

$S_1$  : Parameter respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  terpetakan untuk periode 1,0 detik

Dalam menentukan faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa ( $MCE_R$ ) terpetakan pada periode $T = 0,2$ detik $S_s$				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS <sup>b</sup>				
a) Untuk nilai-nilai antara $S_s$ dapat dilakukan interpolasi linier					
b) SS = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis					

**Tabel 2.13 Koefisien Situs ( $F_a$ )**

Sumber : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012

Dalam menentukan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik ( $F_v$ ), dapat ditentukan sesuai **Tabel 2.15**

Kelas Situs	Parameterrespons Spectral percepatan gempa( $MCE_R$ ) terpetakan pada				
	$S_s \leq 0,1$	$S_s = 0,2$	$S_s = 0,3$	$S_s = 0,4$	$S_s \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS				
a) Untuk nilai-nilai antara $S_i$ dapat dilakukan interpolasi linier					
b) SS=Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat pasal 6.10.1					

**Tabel 2.14 Koefisien Situs ( $F_v$ )**

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012.*

Parameter percepatan spektral desain

Parameter Percepatan spektral desain untuk periode pendek,  $S_{DS}$ , dan pada periode 1 detik,  $S_{D1}$ , harus ditentukan melalui perumusan berikut :

$$S_{DS} = 2/3 S_{MS} \quad S_{D1} = 2/3 S_{M1}$$

#### f. Menentukan Spectrum Respons Desain

Bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu dan mengikuti **Gambar 2.1** dan sesuai ketentuan di bawah ini :

- a) Untuk perioda yang lebih kecil dari  $T_0$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$  harus diambil dari persamaan:

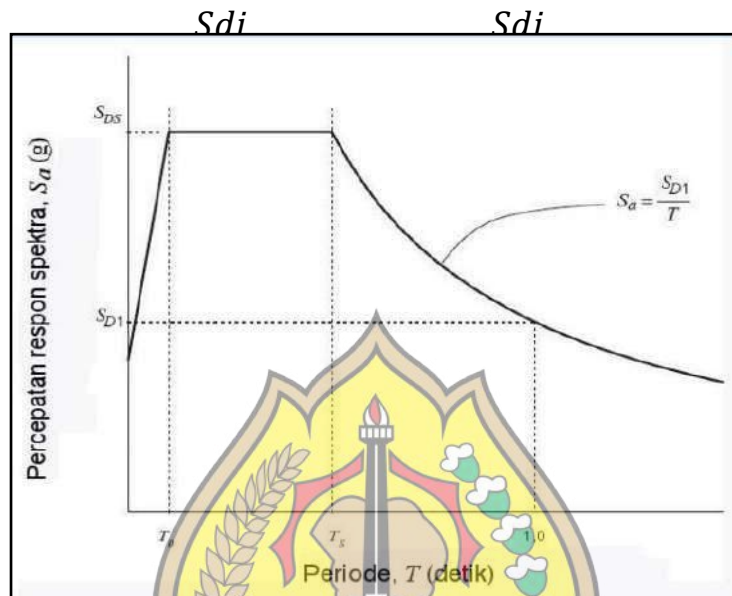
$$S_a = SDS \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

- b) Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , sama dengan  $S_{DS}$ .
- c) Untuk perioda lebih besar dari  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{di}}{T}$$

Keterangan :

$S_{DS}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek  
 $S_{D1}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik  
 $T$  = perioda getar fundamental struktur



**Gambar 2.2 Spektrum Respons Desain**

Sumber : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012

#### g. Menentukan Kategori Desain Seismik (A-D)

Struktur harus ditetapkan memiliki suatu kategori desain seismik yang mengikuti Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI-1726-2012). Struktur dengan kategori resiko I, II, atau III yang berlokasi dimana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada perioda 1 detik,  $S_I$ , lebih besar atau sama dengan 0,75 harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik E.

Struktur yang berkategori IV yang berlokasi dimana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada perioda 1 detik,  $S_I$ , lebih besar dari atau sama dengan 0,75, harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori dengan seismik F.

Semua struktur lainnya harus ditetapkan kategori seismik-nya berdasarkan kategori risikonya dan parameter respons spektral percepatan desainnya,  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$ . Bangunan dan struktur harus ditetapkan ke dalam kategori desain seismik yang lebih parah, dengan mengacu pada **Tabel 2.16** dan **Tabel 2.17**, terlepas dari nilai perioda fundamental getaran struktur  $T$ .

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

**Tabel 2.15. Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek**

Sumber : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012 g.

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

**Tabel 2.16. Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 detik**

Sumber : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012

#### **h. Pemilihan Sistem Struktur dan Parameter Sistem ( $R$ , $C_d$ , $\Omega_0$ )**

Setiap sistem penahan gaya gempa yang dipilih harus dirancang dan didetailkan sesuai dengan persyaratan khusus bagi sistem tersebut yang ditetapkan dalam dokumen acuan yang berlaku seperti dalam **Tabel 2.17**

Sistem struktur beton bertulang penahan gaya gempa	R	$\Omega_0$	$C_d$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur (m)					
				B	C	D	E	F	
A Sistem dinding penumpu									
1	Dinding geser beton bertulang khusus	5	2.5	5	TB	TB	48	48	30
2	Dinding geser beton Bertulang biasa	4	2.5	4	TB	TB	TI	TI	TI
3	Dinding geser beton Polos di detail	2	2.5	2	TB	TI	TI	TI	TI
4	Dinding geser beton Polos biasa	1.5	2.5	1.5	TB	TI	TI	TI	TI
5	Dinding geser pracetak Menengah	4	2.5	4	TB	TB	12	12	12
6	Dinding geser pracetak Biasa	3	2.5	3	TB	TI	TI	TI	TI
B Sistem Rangka									
1	Dinding geser beton bertulang khusus	6	2.5	5	TB	TB	48	48	30
2	Dinding geser beton Bertulang biasa	5	2.5	4.5	TB	TB	TI	TI	TI
3	Dinding geser beton Polos detail	2	2.5	2	TB	TI	TI	TI	TI
4	Dinding geser beton Polos biasa	1.5	2.5	1.5	TB	TI	TI	TI	TI



5	Dinding geser pracetak Menengah	5	2.5	4.5	TB	TB	12	12	12
6	Dinding geser pracetak biasa	4	2.5	4	TB	TI	TI	TI	TI
C	Sistem rangka pemikul momen								
1	Rangka beton bertulang pemikul	8	3	5.5	TB	TB	TB	TB	TB
2	Rangka beton bertulang pemikul Momen menengah	5	3	4.5	TB	TB	TI	TI	TI
3	Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2.5	TB	TI	TI	TI	TI
D	Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus								
1	Dinding geser beton bertulang khusus	7	2.5	5.5	TB	TB	TB	TB	TB
2	Dinding geser beton Bertulang biasa	6	2.5	5	TB	TB	TI	TI	TI
E	Sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah								
1	Dinding geser beton bertulang khusus	6.5	2.5	5	TB	TB	48	30	30
2	Dinding geser beton bertulangbiasa	5.5	2.5	4.5	TB	TB	TI	TI	TI
F	Sistem interaktif dinding geser rangka dengan rangka pemikul momen Beton bertulang biasa dan dinding geser beton bertulang biasa								
		4.5	2.5	4	TB	TI	TI	TI	TI

G	Sistem kolom kantilever di detail untuk memenuhi persyaratan:									
1	Rangka beton Bertulang pemikul momen khusus	2.5	1.25	1.5	10	10	10	10	10	10
2	Rangka beton Bertulang pemikul momen menengah	1.5	1.25	1.5	10	10	TI	TI	TI	TI
3	Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	1	1.25	1	10	TI	TI	TI	TI	TI

**Tabel 2.17 Faktor R, Cd dan  $\Omega_0$  untuk Sistem penahan Gaya Gempa**

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012.*

**i. Batasan Periode fundamental struktur (T)**

Dalam menentukan periode fundamental struktur T dapat diperoleh dari hasil analisis struktur yang akan ditinjau. Namun SNI Gempa 2012 memberi persyaratan bahwa periode fundamental yang akan dipakai sebagai perhitungan tidak boleh melebihi dari batas atas periode fundamental pendekatan yang mana nilainya adalah perkalian dari koefisien periode batas atas ( $C_u$ ) yang dapat dilihat pada **Tabel 2.19** dengan periode pendekatan ( $T_a$ ).

Untuk memudahkan pelaksanaan, periode alami fundamental T ini boleh langsung digunakan periode pendekatan  $T_a$ .

Periode pendekatan ditentukan berdasarkan persamaan berikut ini :

$$T_a = C_t \cdot h^n \quad (1)$$

$S_{D1}$	Koefisien $C_u$
>0.4	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
$\leq 0.1$	1.7

**Tabel 2.18 Koefisien Batas Atas Periode**

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur*

*Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012.*

Dalam menentukan nilai periode pendekatan fundamental pada persamaan 1 diatas nilai koefisien  $C_t$  dan  $x$  dapat ditentukan pada **Tabel 2.20**

TipeStruktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kakudan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0.0724	0.8
Rangka beton pemikulmomen	0.0466	0.9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0.0731	0.75
Rangka baja dengan bresing Terkekang terhadap tekuk	0.0731	0.75
Semua sistem strukturlainnya	0.0488	0.75

**Tabel 2.19 Nilai Parameter Periode Pendekatan  $C_t$  dan  $x$**

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012.*

Sebagai alternatif diijinkan untuk menentukan perioda fundamental pendekatan ( $T_u$ ) dalam detik. Dari persamaan berikut untuk struktur dengan ketinggian tidak melebihi 12 tingkat dimana sistem penahan gaya gempa terdiri dari rangka penahan momen beton atau baja secara keseluruhan dan tinggi tingkat paling sedikit 3m.

$$T_a = 0,1/N \quad \rightarrow N = \text{Jumlah tingkat}$$

Perioda fundamental pendekatan,  $T_a$ , dalam detik untuk struktur dinding geser batu bata atau beton di ijinkan untuk di tentukan :

$$T_a = \frac{0,0062}{\sqrt{C_w}} h_n$$

Dimana  $h_n$  didefinisikan dalam teks terdahulu dan  $C_w$  di hitung dengan :

$$C_w = \frac{100}{ab} \sum_{i=1}^x \left(\frac{h_n}{h_i}\right)^2 \frac{A_1}{\{1+0,83\left(\frac{h_1}{D_1}\right)^2\}}$$

Keterangan :

$A_b$  = luas dasar struktur, dinyatakan dalam meter persegi( $m^2$ )

$A_i$  = luas badan dinding geser “ $i$ ” dinyatakan dalam meter persegi( $m^2$ )  $D_i$  = panjang dinding geser “ $i$ ” dinyatakan dalam meter (m)

$h_i$  = tinggi dinding geser “ $i$ ” dinyatakan dalam meter (m)

$x$  = jumlah dinding geser dalam bangunan yang efektif dalam menahan gaya lateral dalam arah yang di tinjau.

## 2.6 Perencanaan Struktur Atas (Upper Structure)

### 2.6.1 Perencanaan Atap

Konstruksi atap berbentuk limasan digunakan profil ganda dengan alat sambung las dan baut BJ 37 ( $\sigma = 1600 \text{ kg/m}^2$ ).

Analisis beban atap diperhitungkan terhadap beban mati, beban hidup, dan beban angin. Beban mati meliputi berat sendiri, rangka dan penutup atap, sedangkan beban hidup terdiri dari orang yang bekerja dan alat kerja. Beban angin ditinjau dari kanan-kiri, yakni tegak lurus terhadap bidang atap. Analisis pembebanan berdasarkan Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rencana dan Gedung 1987. Sedangkan analisis gaya batang kuda-kuda dengan analisis tak tentu menggunakan program SAP2000.

#### a) Gording

Gording dianggap sebagai gelagar yang menumpu bebas di atas dua tumpuan. Desain dalam perencanaan gording sebagai berikut :

*kontrol tegangan*

$$\sigma = \sigma_x + \sigma_y < \sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/m}^2$$

a. Momen yang Terjadi Akibat Pembebanan

- Akibat Muatan Mati

$$M_y = \frac{1}{8} x q x \sin \alpha x l^2$$

- Akibat Muatan Hidup

$$M_y = \frac{1}{8} x p x \cos \alpha x l^2$$

- Akibat Muatan Angin Hidup

- Angin Tekan

$$M_y = \frac{1}{8} x w_x l^2 x (0,02 a - 0,04)$$

- Angin Hisap

$$M_y = \frac{1}{8} x w_x l^2 x (0,04)$$

b. Kontrol Kuat Tekan lentur yang Terjadi (SNI 2002)

$$M_u \leq \Phi \cdot M_n$$

Keterangan :

$M_u$  : Kombinasi Beban Momen Terfaktor.

$\Phi$  : Faktor Reduksi Kekuatan.  $M_n$  : Kekuatan Momen Nominal.

c. Kontrol Lendutan (f) yang Terjadi

$$f_x = \frac{5 x q_x x l^4}{384 x E x l_y} + \frac{P_x x l^3}{48 x E x l_y}$$

$$f_y = \frac{5 x q_y x l^4}{384 x E x l_x} + \frac{P_y x l^3}{48 x E x l_x}$$

$$F = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} < f_{ijin} = \frac{L}{240}$$

Keterangan notasi rumus kontrol tegangan dan lendutan

$M_x$  : momen terhadap sumbu x-x

$M_y$  : momen terhadap sumbu y-y  $\sigma_x$  : tegangan arah sumbu x-x

$\sigma_y$  : tegangan arah sumbu y-y

$f_x$  : lendutan arah sumbu x-x

$f_y$  : lendutan arah sumbu y-y

$q$  : beban merata

$l$  : bentang gording

$E$  : modulus elastisitas baja ( $E = 2,0 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$ )

$I$  : momen Inersia profi

$w_x$  : momen tahanan arah sumbu x-x

$w_y$  : momen tahanan arah sumbu y-y

## b) Kuda-Kuda

Desain kuda-kuda didesain dengan memperhatikan batasan-batasan sebagai berikut

Untuk menghindari tekuk pada tahap pelaksanaan maupun akibat gaya yang bekerja, kelangsingan maksimum batang harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- Konstruksi utama tidak boleh lebih dari 150.
- Konstruksi sekunder tidak lebih dari 200.
- Angka kelangsingan

$$(\lambda) = \frac{Lk}{i_{min}}$$

dimana :

$Lk$  : panjang tekuk (m)

$i_{min}$  : jari-jari kelembaman minimum batang (m)

$$i_{min} = \frac{1}{12} bh^3$$

- b. Tegangan yang terjadi ( $\sigma$ ) tidak melebihi tegangan yang diijinkan ( $\sigma$  ijin)

$$\text{Batang Tekan } \sigma = \frac{P \times \Omega}{2F} \quad \text{Batang Tarik } \sigma = \frac{P}{F_{netto}}$$

Dimana :

$P$  = gaya batang

$F$  = luas penampang

$F_{netto} = F - \text{Ø baut, (Ø 12,7 mm (1/2"))}$

$\Omega$  = faktor tekuk

Sambungan masing-masing joint pada kuda – kuda menggunakan baut.

Sambungan yang digunakan dalam perencanaan baut adalah baut Ø 12,7 mm (1/2") dan tebal pelat buhul 10 mm.

Syarat :

Pengaruh geser, bila  $= \frac{\delta}{d} > 0,628$

Pengaruh desak, bila  $= \frac{\delta}{d} > 0,628$



$$n1 = \frac{p}{0,6 \times 2 \times 0,5 \times \sigma \times \pi \times d^2}$$

$$\text{Jarak Baut : } 2,5 d \leq a \leq 7d$$

$$e > 1,5d$$

$$e \geq 2d$$

## 2.6.2 Perencanaan Pelat Lantai

Pelat lantai merupakan suatu konstruksi yang menumpu langsung pada balok dan dinding geser. Pelat lantai dirancang dapat menahan beban mati dan beban hidup secara bersamaan sesuai kombinasi pembebanan yang bekerja di atasnya. Prinsip pelat lantai khususnya dalam pengaruh momen dalam menahan beban di atasnya dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



**Gambar 2.3 Prinsip Desain Pelat**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

### Menentukan Type Pelat

$$\text{Rasio } \frac{lx}{ly} > 2 \text{ ( desain pelat 1 arah)}$$

$$\text{Rasio } \frac{ly}{lx} > 1 \text{ s/d } 2 \text{ ( desain pelat 2 arah)}$$

### Menentukan Tebal Pelat

$$h = In \left( 0,8 + \frac{fy}{1500} \right)$$

Dimana :  $\beta$  =  $L_y/L_x$   
 $L_n$  = Panjang bersih pelat

### Menentukan Momen

$$W_u = 1,2 WD + 1,6 WL$$

Keterangan :

WL = beban hidup diambil sesuai fungsi pelat

WD = beban mati

### Menentukan Momen Nominal ( $M_n$ ) dan (Momen $M_r$ )

$$M_r = \phi \cdot M_n$$

$$M_n = A_s \cdot f_y (d - 0,5\alpha)$$

### Menentukan Rasio Tulangan

$$\rho_b = \left( \frac{(\beta \times 0,85 \times f'_c) \times 600}{f_y (600 + f_y)} \right)$$

tulangan seimbang (balance)  $\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b$

tulangan maksimal (over)  $\rho_{min} = \frac{14}{f_y}$

tulangan

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$\rho$  = tulangan direncanakan atau di desain

Perlu diperhatikan pelat tipis tulangan banyak defleksi atau lentur besar-besar maka tebal pelat diambil maksimal.

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max} \rightarrow \rho < \rho_b \text{ (runtuh tarik/lentur)}$$

$$\rho_{min} < \rho_b < \rho_{max} \rightarrow \rho = \rho_b \text{ (runtuh tarik/lentur)}$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max} \rightarrow \rho > \rho_{max} \text{ (runtuh tekan/geser/mendadak)}$$

### Menentukan Luas Tulangan ( $A_s$ )

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times (d \cdot \frac{a}{2})} \rightarrow \text{maksimum}$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

Untuk pelat satu arah maka selanjutnya dicari tulangan susut:

$$A_{s_{sst}} = 0,002 \cdot b \cdot h \quad (f_y = 300 \text{ MPa})$$

$$A_{s_{sst}} = 0,0018 \cdot b \cdot h \quad (f_y = 400 \text{ MPa})$$

### 2.6.3 Perencanaan Balok

Balok berfungsi sebagai penyangga bangunan yang ada di atasnya, serta sebagai pelimpah beban kombinasi pada pelat dan atau atap.

#### a) Syarat Kelangsingan Balok

$$h_{\min} = \frac{1}{16} \times l \text{ terpanjang}$$

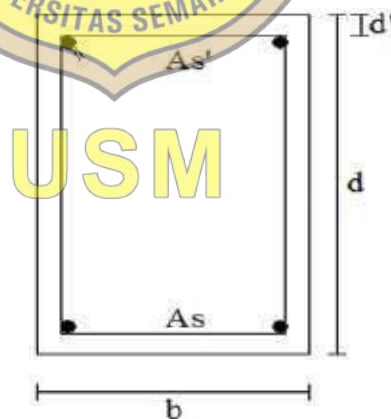
$$b = \frac{1}{12} \times h$$

Tabel 9.1.a tebal minimum h) SNI 03-1728-2002 hal. 130

#### b) Penulangan Pada Balok

Perencanaan pada penulangan balok perlu diperhatikan jumlah tulangan tarik, tekan maupun jarak sengkang, selain itu penentuan dimensi balok juga perlu diperhatikan.

Contoh penulangan pada balok dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.4. Penulangan Pada Balok

Sumber : Dokumentasi Pribadi

$A_s$  : tulangan tarik ( $A_s = \rho \cdot b \cdot d$ )

$A_s'$  : tulangan tekan

$d$  : tinggi efektif penampang  $d'$  : jarak sengkang

$$d' = c$$

dimana :

$c$  : selimut beton ( $c = 20$  mm, untuk balok yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca/tanah).

(untuk balok yang berhubungan langsung dengan cuaca dan kondisi tanah  $\rightarrow c = 40$  mm, untuk tulangan  $< \phi 16$ , sedangkan  $c = 50$  mm, untuk tulangan  $> \phi 16$ ).

$\phi_s$  : diameter tulangan sengkang

$\phi_p$  : diameter tulangan pokok

### c) Perhitungan Tinggi Efektif Pada Balok

$$d = h - (p + \phi \text{ sengkang} + 1/2 \phi \text{ tulangan utama})$$

$$d' = p + \phi \text{ sengkang} + 1/2 \phi \text{ tulangan utama}$$

$b$  = lebar balok (mm)

$h$  = tinggi balok (mm)

$d$  = tinggi efektif balok (mm)

$p$  = tebal selimut beton (mm)

$\phi$  = diameter tulangan (mm)

### d) Syarat Pembatasan Tulangan

Syarat rasio tulangan :  $\rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\max}$  Perhitungan  $\rho_{\max}$  dan  $\rho_{\min}$  :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot \beta \cdot 0,85 \cdot c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho$$

a. Perhitungan Momen

$$M_1 = A_s \cdot f_y \cdot x \cdot (d - d')$$

$$M_1 = M_n - M_2$$

b. Perhitungan  $\rho_1$  (rasio pembesian) :

$$\frac{M_1}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \rho \cdot f_y \cdot x \cdot \left(1 - 0,588 \rho \frac{f_y}{f_c}\right)$$

$$As1 = \rho * b * d$$

Perhitungan Tulangan Utama :  $As = As1 + As2$

$$As'_{max} = \rho' . b . d$$

c. Mencari Tulangan Tumpuan

- Mencari jumlah tulangan yang dipasang

$$\frac{As}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi^2} \rightarrow \text{dipasang "n" tulangan dengan } \phi \text{ sebesar "A".}$$

d. Mencari Tulangan Lapangan

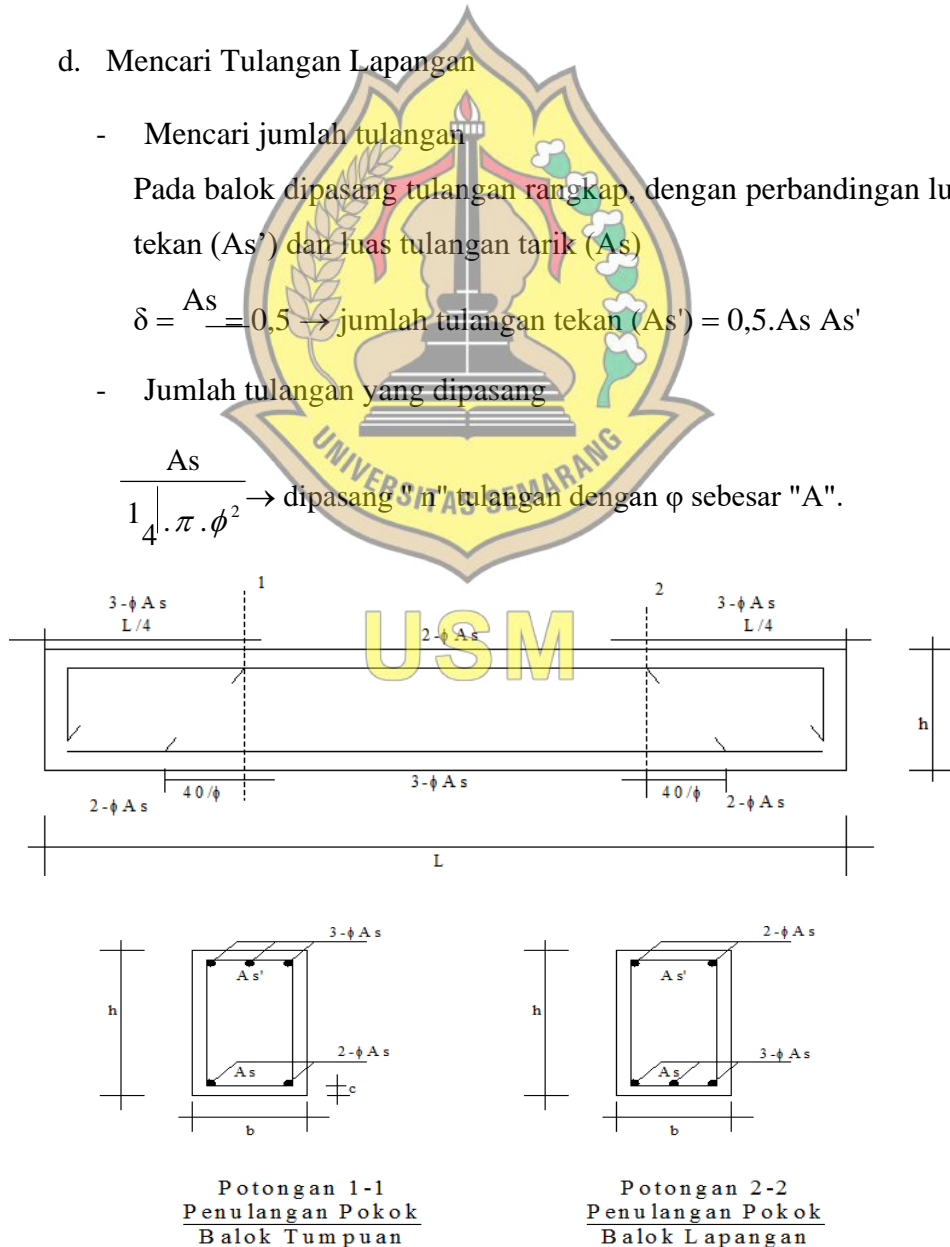
- Mencari jumlah tulangan

Pada balok dipasang tulangan rangkap, dengan perbandingan luas tulangan tekan ( $As'$ ) dan luas tulangan tarik ( $As$ )

$$\delta = \frac{As}{As'} = 0,5 \rightarrow \text{jumlah tulangan tekan } (As') = 0,5 \cdot As$$

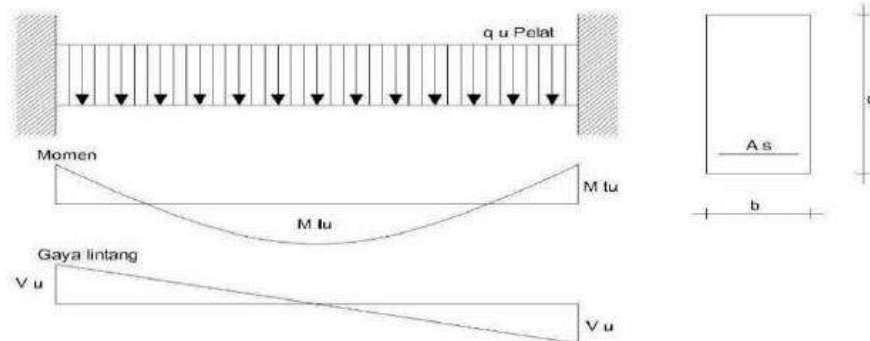
- Jumlah tulangan yang dipasang

$$\frac{As}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi^2} \rightarrow \text{dipasang "n" tulangan dengan } \phi \text{ sebesar "A".}$$



**Gambar 2.5. Pemasangan Tulangan Pokok Balok**

## e. Perhitungan Tulangan Geser (Sengkan)



Gambar 2.6 Bidang Momen dan Bidang Lintang Akibat Gaya Geser

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gaya geser

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot l \quad (\text{KN})$$

- Tegangan geser beton yang diijinkan sesuai mutu beton ( $f_c'$ )

$$\phi_{VC} = \phi \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d \quad (\text{MPa})$$

Jika tegangan geser yang terjadi akibat beban ( $v_u$ ) lebih besar dari tegangan geser yang diijinkan ( $\phi_{VC}$ )  $\rightarrow v_u > \phi_{VC}$ , maka perlu dipasang tulangan geser/sengkan pada balok.

Jika tegangan geser yang terjadi akibat beban ( $v_u$ ) lebih kecil dari tegangan geser yang diijinkan ( $\phi_{VC}$ )  $\rightarrow v_u < \phi_{VC}$ , maka tidak perlu dipasang tulangan geser/sengkan pada balok.

Tegangan geser yang dapat dipikul oleh beton dengan tulangan geser.

$$\phi_{V_{smax}} = \phi \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d \rightarrow \text{MPa}$$

Tegangan geser yang harus dipikul tulangan geser.

$$\phi_{vs} = v_u - \phi_{vc} \rightarrow \text{MPa}$$

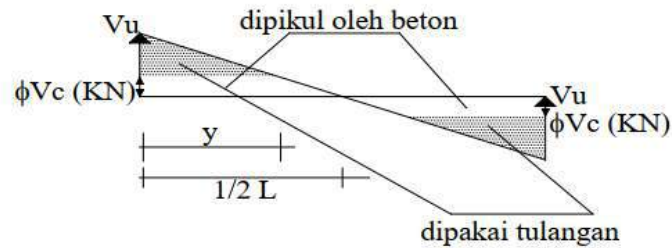
Pendimensionian balok.

jika  $\phi_{vs} < \phi_{vs_{maks}}$   $\rightarrow$  dimensi balok rencana tidak perlu diperbesar jika  $\phi_{vs} > \phi_{vs_{maks}}$   $\rightarrow$  dimensi balok rencana perlu diperbesar



Gaya geser yang dapat dipikul oleh beton.

$$V_c = \phi v_c \cdot b \cdot d \rightarrow \text{KN}$$



Gambar 2.7 Diagram Gaya Geser

Sumber Dokumentasi Pribadi Program AutoCAD v19

Keterangan :

Gaya geser pada balok, sebagian dipikul oleh kuat geser beton ( $V_c$ ) dan sisanya dipikul dipikul oleh tulangan geser (senggang).

Penentuan Tulangan Geser Pada Balok

Tulangan geser pada balok perlu dipasang sepanjang "y" dari tumpuan.

$$\frac{\frac{1}{2}L - y}{\frac{1}{2}L} = \frac{V_u}{V_c} \quad V_u \cdot (\frac{1}{2}L - y) = \frac{1}{2}L \cdot V_c$$

Resultante gaya yang bekerja di sepanjang "y"

$V_u$  (KN)<sub>Rx</sub>

$V_c$  (KN)

USM

$R_v = (V_u - V_c) \cdot y \rightarrow \text{KN}$  Tulangan geser:

$$A_v = \frac{R_v}{\phi \cdot f_y} \rightarrow \text{mm}^2$$

Dimana :  $\phi$  adalah faktor reduksi kekuatan untuk perhitungan geser ( $\phi = 0,75$ )

Tulangan geser dipasang pada 2 sisi penampang balok

Tulangan geser minimum :

$$A_{vmin} = \frac{b \cdot y}{3 \cdot f_y} \rightarrow \text{mm}^2$$

jika  $A_v > A_{vmin} \rightarrow$  pada balok dipasang tulangan geser ( $A_v$ ).

- Jumlah Tulangan Geser

tulangan geser per meter pada balok =  $\frac{Av}{v} \rightarrow mm^2$

tulangan geser per meter pada balok =  $\frac{1}{2} \left( \frac{Av}{y} \right) \rightarrow mm^2$

Jarak tulangan geser/sengkan  $s = \frac{100}{n} \rightarrow cm$

Jumlah tulangan geser per meter  $n = \frac{\left( \frac{1}{2} \cdot \frac{Av}{y} \right)}{A} \rightarrow mm^2$

f. Perhitungan Tulangan Torsi

- Cek kemampuan beton menahan torsi

$$T_c = \frac{\phi \sqrt{f'_c}}{12} \times \frac{a_{cp}^2}{P_{cp}}$$

Jika,  $T_u < T_c$ , tidak perlu tulangan puntir

$T_u \geq T_c$ , perlu tulangan puntir

- Cek Pengaruh Momen Puntir ( $T_u$ ) Kategori komponen struktur non-prategang:

$$T_c = \frac{\phi \sqrt{f'_c}}{12} \times \frac{a_{cp}^2}{P_{cp}}$$

(pengaruh puntir dapat diabaikan)

$A_{cp}$  = luas yang dibatasi oleh keliling penampang beton  $mm^2$   $P_{cp}$  = keliling luar penampang beton mm

- Menghitung Properti Penampang

$$x_1 = b - (-2) \left( d' + \frac{\phi_{sengkan}}{2} \right)$$

$$y_1 = h - (-2) \left( 40 + \frac{\phi_{sengkan}}{2} \right)$$

$$A_{oh} = x_1 + y_1$$

$$A_o = 0,85 \times A_{oh}$$

$$P_h = 2 \times (x_1 + x_2)$$

Keterangan:

$x_1$  = jarak antar pusat tulangan sengkang dalam arah sumbu x (mm)

$y_1$  = jarak antar pusat tulangan sengkang dalam arah sumbu y (mm)

$A_{oh}$  = luas daerah yang dibatasi oleh garis pusat tulangan sengkang terluar ( $mm^2$ )

$A_o = 0,85 \times A_{oh} =$  dalam satuan ( $\text{mm}^2$ )

$d$  = jarak dari serat tekan terluar beton ke pusat tulangan tarik (mm)

$P_h$  = keliling dari garis pusat tulangan sengkang torsi terluar (mm)

- Cek Penampang Balok

Kategori penampang solid

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1,7 A_{oh}^2}\right)^2} < \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + \frac{2\sqrt{f'c}}{3}\right)$$

(Penampang Memenuhi)

Dimana :

- Menentukan

$$V_c = \frac{\sqrt{f'c}}{6} b_w d$$

Torsi Transversal

$$T_n = \frac{T_u}{\phi}$$

Dimana  $\phi: 0,75$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_n}{2 \cdot A_o \cdot f_{yv} \cdot \cot \theta}$$

$\theta : 45^\circ$  (Berdasarkan SNI Beton Bertulang (13.6.3.6)) (dalam satuan  $\text{mm}^2/\text{mm}$  untuk 1 kaki dari sengkang)

- Menghitung Tulangan Torsi Longitudinal

Syarat :

$$\text{Min } A_l = \left(\frac{5\sqrt{f'c} A_{cp}}{12 \times f_{y1}}\right) - \left(\frac{A_t}{s} P_h \frac{f_{yv}}{f_{y1}}\right)$$

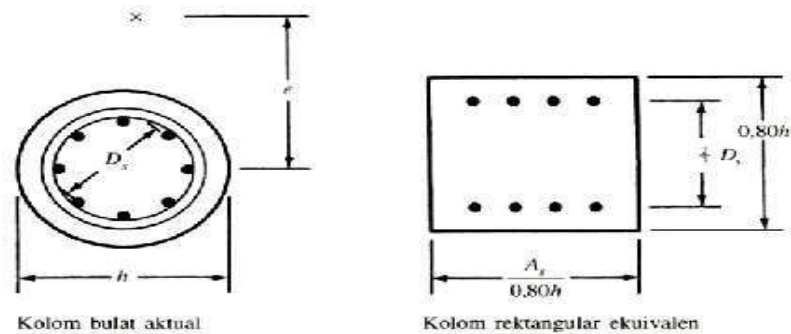
Dengan ketentuan Tulangan Longitudinal tambahan untuk menahan puntir harus di distribusikan disekeliling parameter sengkang tertutup dengan spasi tidak melebihi 300mm, dengan posisi berada di dalam sengkang (SNI Beton Bertulang 2847-2002)

## 2.6.4 Perencanaan Kolom

Kolom adalah suatu elemen tekan dan merupakan struktur utama dari bangunan yang berfungsi untuk memikul beban vertikal yang diterimanya. Pada umumnya kolom tidak

mengalami lentur secara langsung.

Kolom dibagi menjadi 2 jenis sesuai dengan **Gambar 2.7**



**Gambar 2.8. Jenis Kolom Beton Bertulang**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

Berdasarkan Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, kuat tekan rencana dari komponen struktur tekan tidak boleh diambil lebih besar dari ketentuan berikut:

Untuk komponen struktur non-prategang dengan tulangan spiral atau komponen struktural tekan komposit.

$$\Phi P_n (\max) = 0,85 \Phi [0,85 \times f'_c (A_g - A_s) + f_y \times A_s]$$

Untuk komponen struktur non-prategang dengan tulangan pengikat.

$$\Phi P_n (\max) = 0,80 \Phi [0,85 \times f'_c (A_g - A_s) + f_y \times A_s]$$

Kolom panjang atau langsing merupakan salah satu elemen yang perlu diperhatikan. Proses perhitungannya didasarkan oleh konsep perbesaran momen. Momen dihitung dengan analisis rangka biasa dan dikalikan oleh faktor perbesaran momen yang berfungsi sebagai beban tekuk kritis pada kolom. Parameter yang berpengaruh dalam perencanaan kolom beton bertulang panjang adalah :

- Panjang bebas ( $L_u$ ) dari sebuah elemen tekan harus diambil sama dengan jarak bersih antara pelat lantai, balok, atau komponen lain yang mampu memberikan tahanan lateral dalam arah yang ditinjau. Bila terdapat kepala kolom atau perbesaran balok, maka panjang beban harus diukur terhadap posisi terbawah dari kepala kolom atau perbesaran balok dalam bidang yang ditinjau.
- Panjang efektif ( $L_e$ ) adalah jarak antara momen-momen nol dalam kolom. Prosedur perhitungan yang digunakan untuk menentukan panjang efektif dapat menggunakan kurva alinyemen. Untuk menggunakan kurva alinyemen dalam kolom, faktor  $\Psi$  dihitung pada setiap ujung kolom.

Selain itu, nilai k untuk portal bergoyang juga dapat dihitung melalui persamaan:

$$\begin{array}{ll} \text{Jika } \psi_m < 2 & \text{Jika } \psi_m \geq 2 \\ k = \frac{20 - \psi_m}{20} \sqrt{1 + \psi_m} & k = 0.9 \sqrt{1 + \psi_m} \end{array}$$

Dengan  $\psi_m$  merupakan rata-rata  $\psi_A$  dan  $\psi_B$

Untuk pembahasan kolom ini, perlu dibedakan antara portal tidak bergoyang dan portal bergoyang. Suatu struktur dapat dianggap sebagai portal bergoyang jika nilai indeks stabilitas ( $Q$ )  $> 0,05$ .

$$Q = \frac{\sum P_u \times \Delta_o}{V_u \times L_c}$$

dimana :

$P_u$  = Beban Vertikal

$V_u$  = Gaya geser lantai total pada tingkat yang ditinjau

$\Delta_o$  = Simpangan relatif antar tingkat orde pertama

$L_c$  = Panjang efektif elemen kolom yang tertekan

Properti yang digunakan untuk menghitung pembesaran momen yang nantinya akan dikalikan dengan momen kolom, diantaranya adalah :

- Modulus elastisitas ditentukan dari rumus berikut:

$$E_c = W_c^{1,5} \cdot 0,043 \sqrt{f'_c} \quad (Mpa)$$

Untuk  $w_c$  antara 1500 dan 2500 kg/m<sup>3</sup> atau  $4700 \sqrt{f'_c}$  untuk beban normal.

- Momen inersia dengan  $I_g$  = momen inersia penampang bruto terhadap sumbu pusat dengan mengabaikan penulangan :

Dalam portal bergoyang untuk setiap kombinasi pembebanan perlu menentukan beban mana yang menyebabkan goyangan cukup berarti (kemungkinan beban lateral) dan mana yang tidak. Momen ujung terfaktor yang menyebabkan goyangan dinamakan  $M1s$  dan  $M2s$ , dan keduanya harus diperbesar karena pengaruh  $P\Delta$ . Momen ujung lain yang tidak menyebabkan goyangan cukup berarti adalah  $M1ns$  dan  $M2ns$ . Momen ini ditentukan dari analisis orde pertama dan tidak perlu diperbesar. Pembesaran momen  $\delta_s M_s$  dapat ditentukan dengan rumus berikut

$$\delta_s M_s = \frac{M_s}{1 - \frac{\sum P_u}{0.75 \sum P_c}} \geq M_s$$

dimana:

$P_u$  = beban vertikal dalam lantai yang ditinjau

$P_c$  = beban tekuk Euler untuk semua kolom penahan goyangan dalam lantai tersebut, dicari dengan rumus:

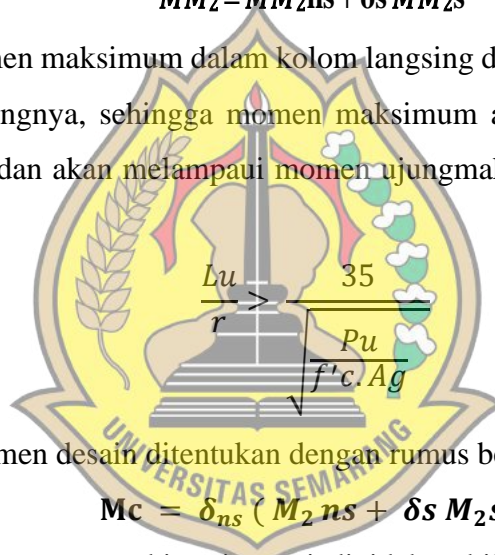
$$P_c = (\pi^2 E I) / k.Lu^2$$

Sehingga momen desain yang digunakan harus dihitung dengan rumus :

$$M_1 = M_{1ns} + \delta_s M_{1s}$$

$$M_2 = M_{2ns} + \delta_s M_{2s}$$

Terkadang titik momen maksimum dalam kolom langsing dengan beban aksial tinggi akan berada di ujung-ujungnya, sehingga momen maksimum akan terjadi pada suatu titik di antara ujung kolom dan akan melampaui momen ujungmaksimum lebih dari 5%. Hal ini terjadi bila :



untuk kasus ini, momen desain ditentukan dengan rumus berikut:

$$M_c = \delta_{ns} (M_{2ns} + \delta_s M_{2s})$$

Selain itu, portal bergoyang mungkin saja menjadi tidak stabil akibat adanya beban gravitasi, sehingga harus dilakukan kontrol terhadap ketidakstabilan beban gravitasi. Portal menjadi tidak stabil akibat gravitasi apabila  $\delta_s > 2,5$  sehingga portal harus diperkaku. Elemen kolom menerima beban lentur dan beban aksial, menurut SNI 03-1728-2002 untuk perencanaan kolom yang menerima beban lentur dan beban aksial ditetapkan koefisien reduksi bahan 0,65 sedangkan pembagian tulangan pada kolom (penampang segiempat) dapat dilakukan dengan:

- Tulangan dipasang simetris pada dua sisi kolom (*two faces*)
- Tulangan dipasang pada empat sisi kolom (*four faces*)



Pada perencanaan gedung perkantoran ini digunakan perencanaan kolom dengan menggunakan tulangan pada empat sisi kolom (*four faces*).

Perhitungan gaya-gaya dalam berupa momen, gaya geser, gaya normal maupun torsi pada kolom. Dari hasil *output* gaya-gaya dalam tersebut kemudian digunakan untuk menghitung kebutuhan tulangan pada kolom. Penulangan dalam kolom juga merupakan salah satu faktor yang ikut membantu komponen beton dalam mendukung beban yang diterima. Penulangan pada kolom dibagi menjadi tiga jenis, diantaranya adalah :

#### a) Tulangan Utama Kolom

Tulangan utama (*longitudinal reinforcing*) merupakan tulangan yang ikut mendukung beban akibat lentur (*bending*). Pada setiap penampang dari suatu komponen struktur luas, tulangan utama tidak boleh kurang dari :

$$A_s \min = \frac{\sqrt{f_c}}{2f_y} b d < A_s \min = \frac{1,4}{f_y} b d$$

dimana:

$A_s$  = luas tulangan utama

$f_c'$  = tegangan nominal dari beton  $f_y$  = tegangan leleh dari baja

$b$  = lebar penampang

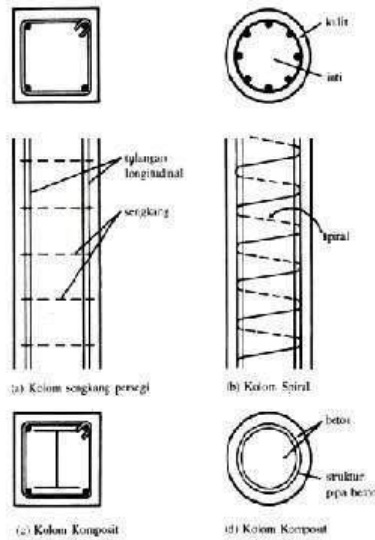
$d$  = tinggi efektif penampang

Luas tulangan utama komponen struktur tekan nonkomposit tidak boleh kurang dari 0.01 ataupun lebih dari 0.08 kali luas bruto penampang  $A_g$ . Jumlah minimum batang tulangan utama pada komponen struktur tekan dalam sengkang pengikat segiempat atau lingkaran adalah 4 batang.

#### b) Tulangan Geser Kolom

Tulangan geser (*shear reinforcing*) merupakan tulangan yang ikut mendukung beban akibat geser (*shear*). Jenis tulangan geser dapat berupa :

- a. Sengkang yang tegak lurus terhadap sumbu aksial komponen struktur
- b. Jaring kawat baja las dengan kawat – kawat yang dipasang tegak lurus terhadap sumbu aksial komponen struktur
- c. Spiral, sengkang ikat bundar atau persegi



**Gambar 2.9 Jenis Sengkang Pengikat**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

Berdasarkan Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, perencanaan penampang terhadap geser harus didasarkan pada :

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$V_n = V_c + V_s$$

keterangan :

$V_c$  = Gaya geser nominal yang disumbangkan oleh beton (N)

$V_s$  = Gaya geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser (N)

$V_u$  = Gaya geser *ultimate* yang terjadi (N)

$$V_n = \frac{V_u}{\phi}, \text{ dimana } \phi = 0,75$$

Kuat geser maksimum untuk komponen struktur (SNI 03-2847-2002 pasal 13.3.2.2) yaitu:

$$V_c = 0,3 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0,3 P_u}{A_{gr}}}$$

$$V_s = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \cdot N_u$$

Dimana :

$V_n$  = kuat geser nominal (N)

$\phi$  = faktor reduksi

$f'_c$  = kuat tekan beton (MPa)

$b$  = lebar penampang kolom (mm)

$d$  = tinggi efektif penampang kolom (mm)

$N_u$  = gaya aksial yang terjadi (N)  $A_{gr}$  = luas penampang kolom ( $\text{mm}^2$ ) Jika :

$(V_n - V_c) < V_s$  , maka penampang cukup

$(V_n - V_c) \geq V_s$  , maka penampang harus diperbesar  $V_u < \phi V_c$  , maka tidak perlu tulangan geser

$V_u \geq \phi V_c$  , maka perlu tulangan geser

Jika tidak dibutuhkan tulangan geser, maka digunakan tulangan geser minimum ( $A_v$ ) per meter.

Luas tulangan geser minimum untuk komponen struktur non prategang dihitung dengan :

$$A_v \text{ min} = \frac{75 \sqrt{f_c} \cdot b \cdot s}{1200 f_y} < A_v = \frac{1}{3} \frac{b s}{f_y}$$

dengan demikian diambil  $A_v$  terbesar, jarak sengkang dibatasi sebesar  $5/2$

### 2.6.5 Perencanaan Tangga

Semua tangga direncanakan dengan menggunakan tipe K dengan pelat miring sebagai ibu tangga. Perhitungan *optrede* dan *antrede* tangga menggunakan rumus:

$$2 \times \textit{optrede} + \textit{antrede} = 61 \text{ cm s/d } 65 \text{ cm}$$

keterangan :

*optrede* : langkah tegak

*antrede* : langkah datar

sudut tangga ( $\alpha$ ) =  $\text{arc tan} (\textit{optrede}/\textit{antrede})$

jumlah anterde = A

jumlah *optred* = O = A + 1

Analisa gaya yang bekerja pada tangga dengan menggunakan program SAP2000 sedangkan desain struktur sama dengan desain pelat dan balok sekunder.

### 2.6.6 Perencanaan Lift

Kapasitas dan jumlah *lift* akan disesuaikan dengan perkiraan jumlah pemakai *lift*, mengingat dari segi manfaat dan efisiensi biaya, serta dilihat dari kelayakan dan besarnya bangunan.

#### a) Perencanaan Konstruksi

##### a. Mekanikal

Secara mekanikal perencanaan konstruksi *lift* tidak direncanakan di sini karena sudah direncanakan di pabrik dengan spesifikasi tertentu, sebagai dasar perencanaan konstruksi dimana *lift* tersebut akan diletakkan.

## b. Kontruksi Ruang dan Tempat Lift

Lift terdiri dari tiga komponen utama, yaitu:

- Mesin dengan kabel penarik serta perangkat lainnya.
- *Trace* / traksi / kereta penumpang yang digunakan untuk mengangkut penumpang dengan pengimbangannya.
- Ruang dan landasan serta konstruksi penumpang untuk mesin, kereta, beban dan pengimbangannya.

Ruang dan landasan *lift* direncanakan berdasarkan kriteria sebagai berikut

- Ruang dan tempat mesin *lift* diletakkan pada lantai teratas bangunan. Oleh karenanya perlu dibuat dinding penutup mesin yang memenuhi syarat yang dibutuhkan mesin dan kenyamanan pemakai gedung.
- Mesin lift dengan beban-beban ( $q$ ) sama dengan jumlah dari berat penumpang, berat sendiri, berat traksi, dan berat pengimbangannya yang ditumpukan pada balok portal.
- Ruang terbawah diberi kelonggaran untuk menghindari tumbukan antara lift dan lantai dasar. Ruang terbawah ini juga direncanakan sebagai tumpuan yang menahan lift pada saat *maintenance*.

## c. Spesifikasi Lift yang Dipakai

Lift yang digunakan dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Dapat memuat penumpang 10 orang.
- Kecepatan = 150 m/menit.
- Berat lift = 10 KN.

## 2.7 Perencanaan Struktur Bawah (Sub Structure)

Dalam Perencanaan Struktur Gedung Lima Lantai, khususnya pada proyek pembangunan kantor Arthagons Corporation diperlukan penyelidikan tanah. Penyelidikan tanah ini meliputi : Tes pekerjaan *Booring*, *Sondir*, *Sieve Analysis* dan *Direct Shear Test*.

### 2.7.1 Daya Dukung Tanah

Daya dukung (*Bearing Capacity*) adalah kemampuan tanah untuk mendukung beban gedung dari segi struktur pondasi maupun bangunan di atasnya tanpa terjadi keruntuhan geser.

Daya dukung batas (*Ultimate Bearing Capacity*) adalah daya dukung terbesar dari tanah, biasanya diberi simbol  $q_{ult}$ . Besarnya daya dukung yang diijinkan ditentukan

dengan rumus berikut :

$$qa = \frac{q_{ult}}{FK}$$

Dimana :

$qa$  : daya dukung yang diijinkan  $q_{ult}$  : daya dukung terbesar dari tanah

$FK$  : angka keamanan

Dengan menggunakan kelompok tiang pancang (pile group) sehingga digunakan rumus Tarzaghi untuk menghitung daya dukung tanah :

$$Q_{ult} = 1,3 \cdot C \cdot N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

## 2.7.2 Tegangan Kontak

Tegangan kontak yang bekerja di bawah pondasi akibat beban struktur di atasnya (*upper structure*) diberi nama tegangan kontak (*contact pressure*). Tegangan kontak yang terjadi dibawah pondasi akibat beban aksial dapat dilihat pada **Gambar 2.9**

Menghitung tegangan kontak memakai persamaan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{Q}{A} \pm \frac{M_x \cdot x}{I_y} \pm \frac{M_y \cdot y}{I_x} \dots\dots\dots(1)$$

**Dari persamaan (1) apabila yang bekerja adalah beban aksial**

pada titik beratnya maka persamaan (1) menjadi persamaan (2), yaitu :

$$\sigma = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

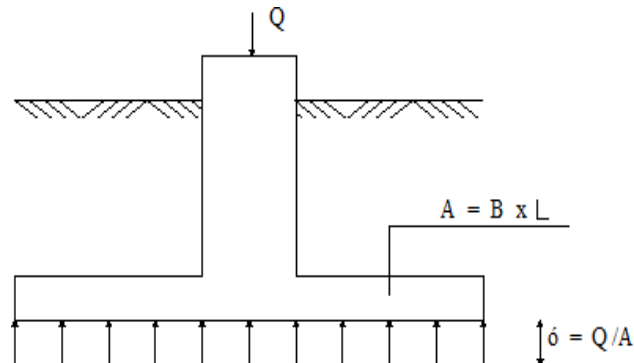
$\sigma$  : tegangan kontak ( $\text{kg/cm}^2$ )  $Q$  : beban aksial total (ton)

$A$  : luas bidang pondasi ( $\text{m}^2$ )

$M_x, M_y$ : momen total sejajar respektif terhadap sumbu x dan sumbu y (tm)

$x, y$  : jarak dari titik berat pondasi ke titik dimana tegangan kontak dihitung sepanjang respektif sumbu x dan sumbu y (m).

$I_x, I_y$  :momen Inersia respektif terhadap sumbu x dan sumbu y( $\text{m}^4$ ).



**Gambar 2.10. Tegangan Kontak Akibat Beban Aksial**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

Pengertian tegangan kontak ini akan sangat berguna terutama didalam penentuan faktor keamanan (S.F / Safety Factor).

Secara umum faktor keamanan didefinisikan sebagai berikut :

$$SF = \frac{\text{kapasitas}}{\text{beban}} = \frac{\text{kapasitas daya dukung}}{\text{tegangan kontak}}$$

Hubungan antara keduanya dinyatakan dalam bentuk faktor keamanan dimana :

- S.F = 1, artinya tegangan kontak sama dengan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*).

S.F > 1, artinya tegangan kontak lebih dari mobilisasi kapasitas daya dukung

- Lapis tanah dapat menerima beban.
- S.F < 1, artinya tegangan kontak lebih besar dari mobilisasi kapasitas daya dukung. Lapis tanah tidak dapat menerima beban.

### 2.7.3 Perencanaan Pile Cap

*Pile cap* pengikat antara pondasi dan kolom. Fungsi dari *pile cap* adalah untuk menyalurkan beban dari beban yang kemudian di teruskan ke tiang pancang.

Analisis mengenai desain *pile cap* sendiri sebagai berikut :

**Perhitungan tulangan lentur *pile cap* :**

$$\beta' = I_p - I_k$$

$$q' = 2000Ag$$

$$Mu = 2\left(\frac{Pu}{4}\right) s - 0,5q \beta^2 \quad \phi Mn = \phi AsFy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$



$$a = \frac{AsFy}{0,85 \times f'c \times b}$$

Kontrol kuat geser beton *pile cap* di ambil nilai terkecil dari =i :

$$Vc = \left( 1 + \frac{2}{\beta c} \right) \frac{\sqrt{f'c \times b \times d}}{6}$$

$$Vc = \left( \frac{\alpha s d}{\beta c} + 2 \right) \frac{\sqrt{f'c \times b \times d}}{12}$$

$$Vc = \left( \frac{1}{3} \right) \sqrt{f'c \times b \times d}$$

Ketentuan :

$\alpha_s = 40$  untuk kolom dalam

$\alpha_s = 30$  untuk kolom tepi

$\alpha_s = 20$  untuk kolom sudut

#### 2.7.4 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Pondasi merupakan struktur terakhir dari semua elemen struktur yang berada di atasnya. Beban yang di terima pondasi akan di teruskan ke lapisan di bawahnya dan sekeliling pondasi tersebut. Untuk mengetahui jenis pondasi yang akan di gunakan terlebih dahulu harus di ketahui keadaan, susunan, dan sifat - sifat tanah serta daya dukungnya yang diperoleh dari hasil tes.

Pondasi sendiri mempunyai fungsi untuk menahan beban dan sebagai penyalur beban yang bekerja di atasnya dengan kestabilan daya dukung tanah. Kapasitas daya dukung tanah ini dapat dianalisis berdasarkan hasil sondir. Perencanaan tiang pancang meliputi hal – hal sebagai berikut :

##### a) Daya dukung tiang pancang tunggal

a. Berdasarkan kekuatan bahan pancang

$$P_{\text{tiang}} = \sigma_b \times A_b$$

Dimana :

$\sigma_b$  = Tegangan tekan beton yang di ijinakan  $A_b$  = Luas permukaan tiang pancang

b. Berdasarkan hasil sondir

Kapasitas tiang ( $Q_{a11}$ ) berdasarkan hasil uji sondir di hitung menggunakan metode *Bagemann* sebagai berikut :

$$Q_{a11} = \frac{qc \times A_b}{3} + \frac{JHP \times O}{5}$$

Dimana :

$A_b$  = luas ujung bawah tanah  $O$  = luas selimut tiang

$Q_c$  = tahanan ujung kerucut statis  $JHP$  = Jumlah hambatan pelekat

#### b) Beban Ijin Tiang Pancang

Efisiensi tiang menurut *Converse Lebarre* :

$$Eff = 1 - \frac{\phi}{90} \left( \frac{(n-1) \times m + (m-1) \times n}{m \times n} \right)$$

Dimana :

$n$  = jumlah baris tiang pancang  $m$  = jumlah tiang dalam satu baris

$\phi$  = arc tg diameter tiang / jarak tiang

Beban ijin tiang pancang ditentukan dengan persamaan berikut:

$$P_{ijin} = Eff \times Q_{a11}$$

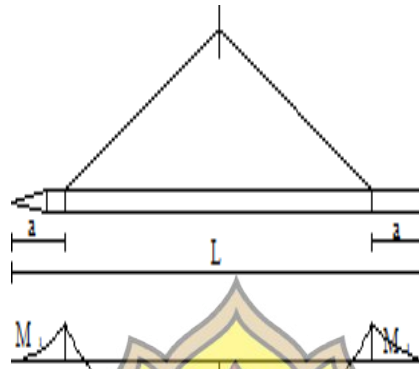
#### c) Beban Maksimum Tiang Pancang

Beban maksimum yang terjadi pada suatu tiang pancang ditentukan dari persamaan berikut :

$$P_{maks} = \frac{Pu}{n} \pm \frac{Mx.Y}{\Sigma Y^2} \pm \frac{My.X}{\Sigma X^2} < P_{ijin}$$

#### d) Pemindahan Tiang Pancang

Pada saat pemindahan tiang pancang perlu diperhatikan letak titik berat tiang pancang itu sendiri, hal ini dikarenakan pada saat pengangkatan tiang pancang mengalami momen serta supaya seimbang dalam pengangkatan. Pengangkatan tiang pancang dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2.11. Pemindahan Tiang Pancang Lurus

$$M_1 = \frac{1}{2} \times q \times a$$

$$M_2 = \frac{q \times (L - 2a)^2}{8} - \frac{qa^2}{2}$$

$$M_1 = M_2$$

$$4a^2 + 4a \cdot L - L^2 = 0 \quad \rightarrow L = 10$$

$$4a^2 + 4a \cdot 10 - 10^2 = 0$$

$$a_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$a_{1,2} = \frac{-4L \pm \sqrt{16L^2 - 4 \cdot 4 \cdot (-L)^2}}{2 \cdot 4}$$

$$a_{1,2} = \frac{-4L \pm \sqrt{32L^2}}{8}$$

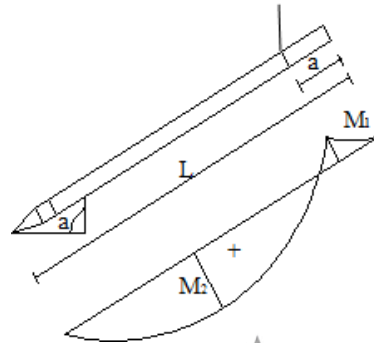
$$a_{1,2} = \frac{-4L \pm 4L\sqrt{2}}{2 \cdot 4}$$

$$a_{1,2} = \frac{1}{2}(-L \pm L\sqrt{2})$$

$$a_1 = 0,207 L$$

$$a_1 = 1,207 L$$

e) Pengangkatan dan Pemasangan Tiang Pancang



Gambar 2.12. Pengangkatan dan Pemasangan Tiang Pancang

Sumber : Dokumentasi Pribadi

$$a = \frac{(L^2 - 2aL)}{2(L - a)}$$

$$L^2 - 2aL = 2aL - 2a^2 \quad 2a^2 - 4aL + L^2 = 0$$

$$a_{12} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$a_{12} = \frac{-4L \pm \sqrt{-16L^2 - 4 \cdot 2 \cdot L}}{2 \cdot 2}$$

$$a_{12} = \frac{-4L \pm \sqrt{-16L^2 - 8L}}{4}$$

$$a_{12} = \frac{-4L \pm 2L\sqrt{6}}{4}$$

$$a_1 = 2,929.L \quad a_2 = 17,071.L$$

Jadi yang berpengaruh adalah saat kondisi  
(Pengangkatan dan pemasangan tiang pancang)

$$M_n = \frac{M_u}{8}$$

$$K = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot R\lambda}$$

$$F = 1 - \sqrt{1 - 2k}$$

$$\rho = \frac{F.R\lambda}{2400}$$
$$A_s = \rho . b . d$$



USM

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1 Tinjauan Umum**

Metodologi diartikan sebagai studi sistematis kualitatif atau kuantitatif dengan berbagai metode dengan teknik analisis. Beberapa analisis ilmiah diterapkan melalui analisis kualitatif dan dapat pula menggunakan analisis kuantitatif. Kedua analisis tersebut digunakan untuk saling melengkapi dan saling mengoreksi sejauh mana ketepatan analisisnya.

#### **3.2 Pengumpulan Data**

Data yang dijadikan bahan acuan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dapat diklasifikasikan menjadi 1 (Satu) menurut jenis datanya, yaitu data sekunder.

##### **3.2.1 Data Sekunder**

Data yang dijadikan bahan acuan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir, dimana data tersebut diperoleh dari instansi tertentu yang digunakan langsung sebagai sumber dalam Perancangan Perencanaan Struktur Hotel Padma Semarang. Klasifikasi data yang menunjang penyusunan Laporan Tugas Akhir adalah literatur- literatur penunjang, grafik, tabel dan peta-peta yang berkaitan erat dengan proses perancangan studi.

Secara garis besar data yang dibutuhkan dalam perancangan dan perhitungan struktur utama gedung ini adalah :

1. Deskripsi umum bangunan

Deskripsi umum bangunan meliputi fungsi bangunan dan lokasi yang akan didirikan. Fungsi bangunan berkaitan dengan perencanaan pembebanan sedangkan lokasi bangunan adalah untuk mengetahui keadaan tanah dan lokasi bangunan yang akan didirikan sehingga bisa direncanakan struktur bangunan bawah yang akan dipakai.

2. Denah dan sistem struktur bangunan

Yang dimaksud sistem bangunan struktur meliputi rencana struktur yang akan direncanakan, seperti atap, portal dan lain-lain sebagainya yang berfungsi sebagai perhitungan perencanaan lebih lanjut.



Sedangkan rencana denah tersebut di atas merupakan studi awal yang berkaitan dengan perencanaan posisi dan kondisi bangunan, seperti dinding, letak lift, letak tangga dan lain-lain sebagainya.

### 3. Wilayah gempa bangunan sekitar

Merencanakan suatu bangunan membutuhkan ketelitian dalam perhitungan pembebanan, salah satunya pembebanan yang diakibatkan oleh gempa. Oleh karena itu perlu diketahui wilayah gempa dari struktur yang akan dibangun. Menurut data yang ada struktur Gedung Kantor di Kota Semarang yang akan dibangun termasuk dalam wilayah zone 2.

### 4. Data tanah berdasarkan penyelidikan tanah

Data tanah berfungsi untuk merencanakan struktur bangunan bawah yang akan digunakan (pondasi). Data tanah tersebut meliputi :

#### a. Sondir

Untuk mengetahui kedalaman tanah keras di lokasi tersebut berdasarkan nilai *conus resistance* ( $q_c$ ).

#### b. Soil test

Digunakan untuk mengetahui nilai berat jenis tanah ( $\gamma$ ).

#### c. Direct shear test

Data *direct shear test* digunakan untuk mengetahui nilai kohesi tanah ( $c$ ) dan untuk mengetahui sudut geser tanah ( $\phi$ ).

Nilai-nilai yang diperoleh dari penyelidikan tanah tersebut di atas digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi yang diijinkan untuk dipikul pondasi.

## 3.3 Metode Analisis

Pada bagian sub bab ini diuraikan secara garis besar langkah-langkah (metode yang digunakan) dalam perencanaan bangunan dan perancangan strukturnya. Langkah-langkah yang dimaksud meliputi komponen bangunan non-struktural (atap), komponen bangunan struktur utama portal dan struktur pondasi.

### 1. Langkah perencanaan dan perancangan komponen non-struktural (atap) :

- a. Tentukan denah dan konfigurasi atap beserta sistem strukturnya.

- b. Estimasi dimensi elemen strukturnya.
  - c. Tentukan beban yang bekerja pada struktur.
  - d. Analisis struktur bangunan atap.
  - e. Desain elemen struktur termasuk detail joint dan perletakan serta alat sambungnya.
2. Langkah-langkah perencanaan dan perancangan komponen struktural (pelat, balok dan kolom) :
- a. Kumpulkan data perencanaan.
  - b. Kumpulkan data beban.
  - c. Lakukan perhitungan struktur sebagai berikut :
    - 1) Tentukan denah dan konfigurasi bangunan berikut sistem strukturnya.
    - 2) Tentukan daktilitas struktur yang akan datang.
    - 3) Tentukan faktor jenis struktur.
    - 4) Tentukan batas dimensi dari komponen struktur (pelat, balok, kolom).
    - 5) Hitung pelat lantai.
    - 6) Rencanakan balok portal.
    - 7) Rencanakan kolom portal.
    - 8) Tentukan penulangan pada portal.
3. Langkah-langkah dalam perencanaan dan perancangan pondasi *sub structure* (struktur bawah) :
- a. Analisis dan penentuan parameter tanah.
  - b. Pemilihan jenis pondasi.
  - c. Analisis beban yang bekerja pada pondasi.
  - d. Estimasi dimensi pondasi.
  - e. Perhitungan daya dukung pondasi.
  - f. Desain pondasi

Langkah-langkah tersebut di atas merupakan acuan dalam menyelesaikan analisis perhitungan. Dengan demikian diharapkan langkah-langkah tersebut dapat terlaksana

dengan runtut, sehingga penyusunan Laporan Tugas Akhir dapat berjalan dengan lancar.

### **3.4 Rencana Teknis Pelaksanaan Studi**

Penyusunan Tugas Akhir “Perencanaan Struktur Hotel Padma Semarang” dibatasi dalam waktu 6 bulan. Oleh karenanya, untuk dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya diperlukan perencanaan kerja yang tepat.

#### **3.4.1 Tahap Pelaksanaan Studi**

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir yang akan dilakukan meliputi berbagai tahapan, diantaranya :

##### Persiapan dan Perijinan

Sebagai langkah awal dilakukan persiapan dan perijinan yaitu persiapan dan perijinan dalam pengajuan pembuatan Tugas Akhir menurut bidang ilmu masing-masing (dalam hal ini adalah bidang ilmu struktur). Pada langkah ini, hal yang perlu dilakukan adalah permohonan soal (tugas) yang diberikan pembimbing utama.

##### 2. Studi Literatur

Studi literatur meliputi hal-hal yang berkaitan dengan struktur/konstruksi bangunan gedung. Struktur bangunan gedung yang dimaksud adalah struktur utama yang tidak menutup kemungkinan untuk pembahasan lain yang menunjang.

##### 3. Survei Lapangan

Survei dilakukan dalam rangka memperoleh data sekunder.

##### 4. Kompilasi Data

Tahapan ini merupakan tahapan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk melengkapi laporan. Data tersebut adalah data masukan yang siap dianalisis.

##### 5. Analisis Data

Berdasarkan data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui apakah perencanaan bangunan tersebut telah sesuai / layak.

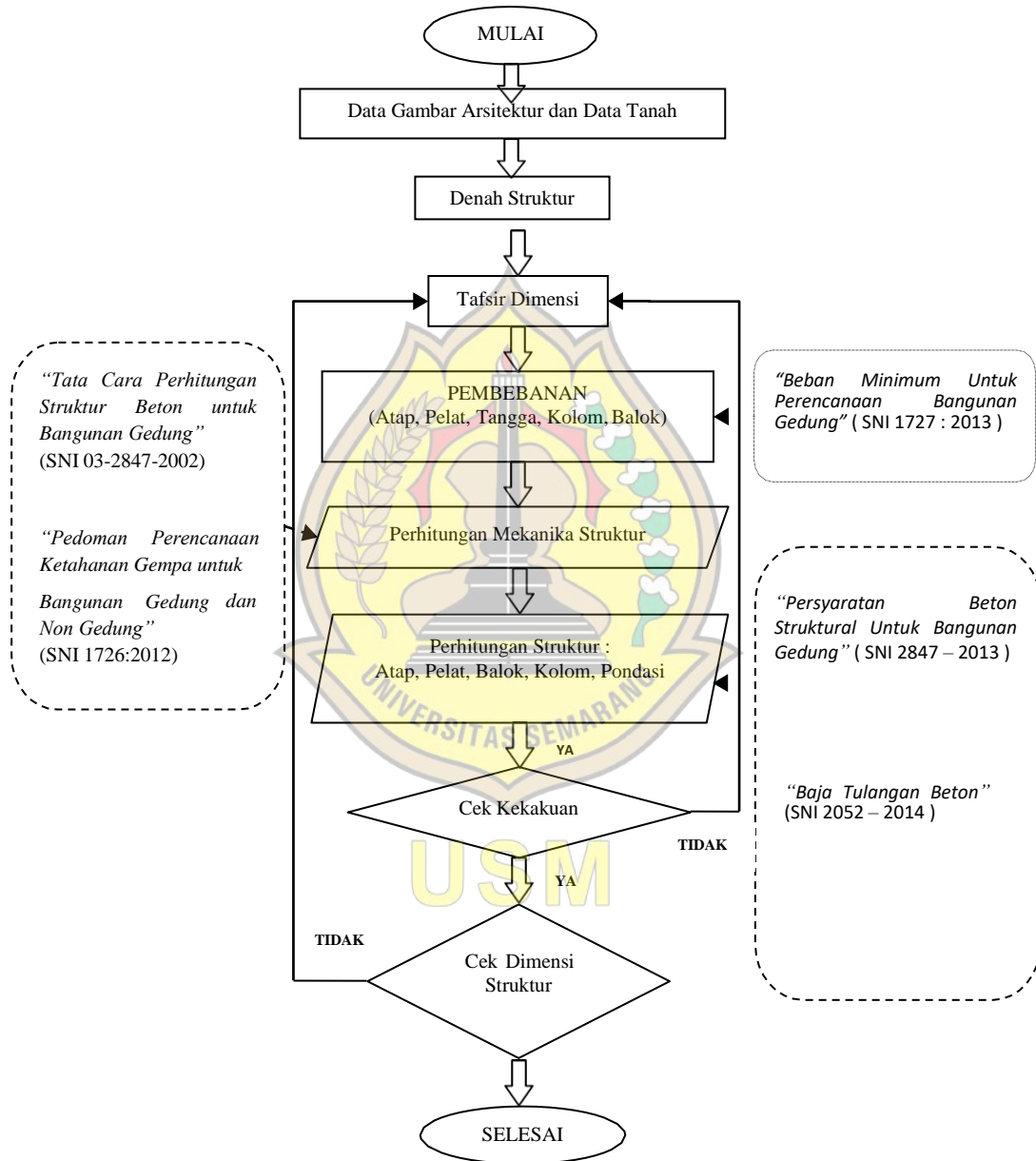
##### 6. Penyusunan Laporan

Diharapkan pada tahap ini telah sampai pada hasil analisa, sehingga dapat diambil suatu simpulan dan dapat memberikan rekomendasi walaupun bersifat sementara.

##### 7. Penyusunan Laporan Akhir

Tahapan ini merupakan tahap akhir dalam pelaksanaan studi, lengkap dengan simpulan akhir dan direkomendasi **Bagan Alir**

Dalam pembuatan laporan ini diharapkan dapat memperoleh hasil yang diinginkan dan selesai tepat pada waktunya. Secara sistematis rencana penyusunan (bagan alir) dapat di lihat dalam Gambar 3.1, berikut ini :



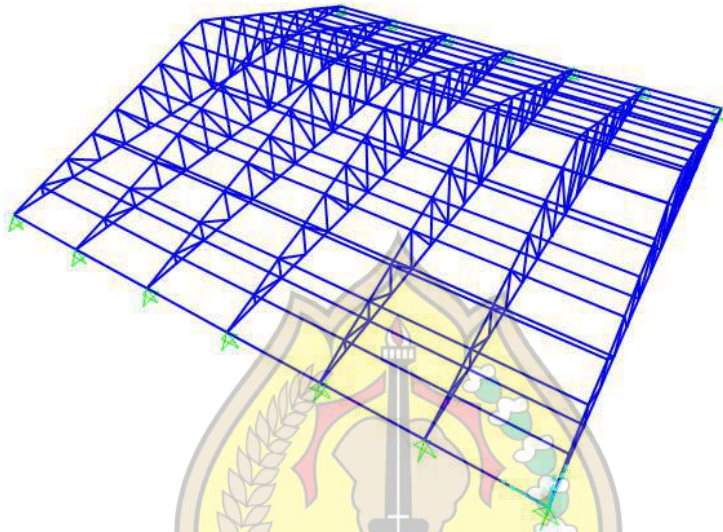
**Gambar 3.1 Bagan Metodologi Rencana Pelaksanaan/Penyusunan Tugas Akhir.**



## BAB IV

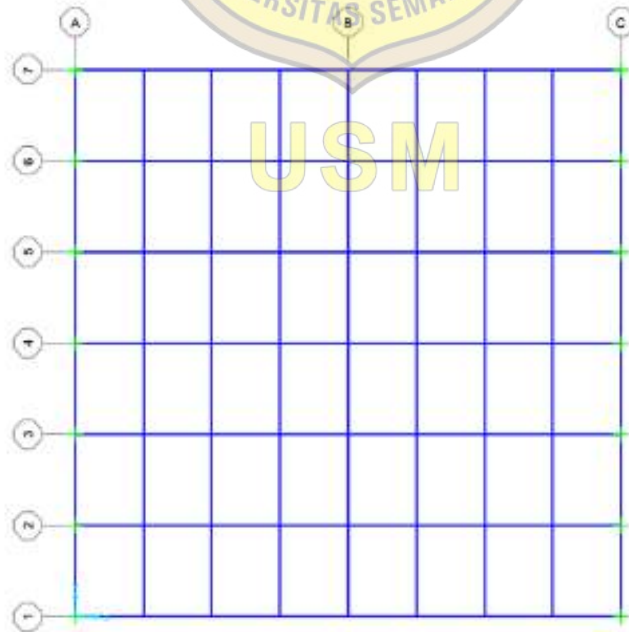
### PERHITUNGAN STRUKTUR

#### 4.1 Perencanaan Struktur Atap



**Gambar 4.1** Perspektif Rangka Atap

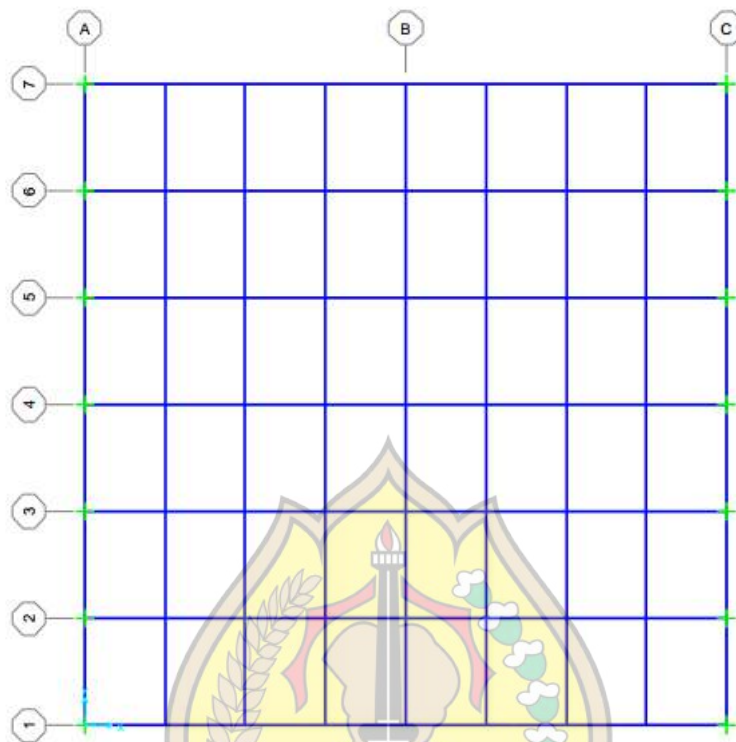
*Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SA2000 V20*



**Gambar 4.2** Tampak Atas Rangka Atap

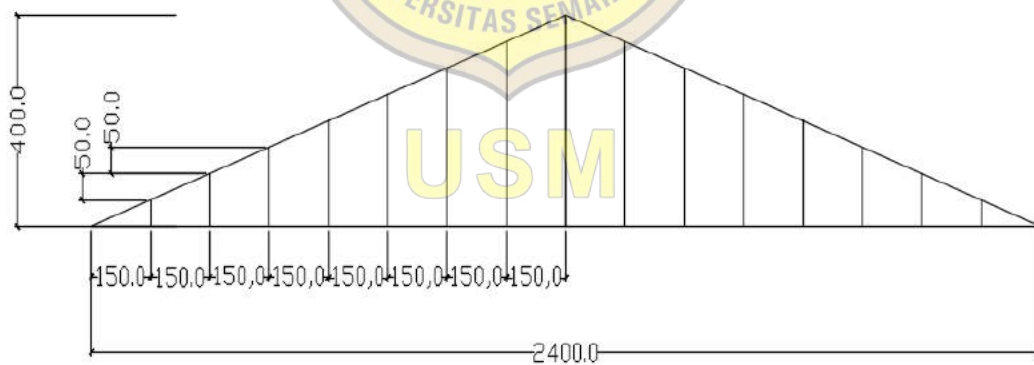
*Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20*





**Gambar 4.3 Tampak Atas Denah Atap**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V 20*



**Gambar 4.4 Potongan Kuda – Kuda Utama**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi Program AutoCAD v19*

#### **4.1.1 Pedoman Perhitungan Atap**

1. Dalam perencanaan atap, adapun pedoman yang dipakai, sebagai berikut :
2. **Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987).**
3. Gunawan, Rudy. 1988. **Tabel Profil Kontruksi Baja.** Penerbit Kanisius :

Yogyakarta.

4. Setiawan, Agus. 2013. **Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD.**
5. Penerbit Erlangga : Jakarta.
6. SNI 03- 1729- 2002. **Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung.**

#### 4.1.2 Dasar Perencanaan

Pada perencanaan gording, tahapan dalam perencanaan meliputi: data-data teknis, pembebanan gording, kombinasi dan kontrol kekuatan profil pada gording. Secara umum data yang digunakan untuk perhitungan rencana atap adalah sebagai berikut :

- a. Bentuk atap : Pelana
- b. Jarak antar kuda – kuda utama : 4 m
- c. Jarak antar gording Kutama : 1,732 m
- d. Kemiringan atap Kutama : 30°
- e. Bentang kuda – kuda Kutama : 24 m
- f. Bahan penutup atap : Genteng
- g. Bahan rangka kuda – kuda : Baja double L
- h. Bahan gording Kutama : Baja hollow Tube profil 150.100.6
- i. Alat sambung : Baut
- j.

Sifat mekanis baja struktural untuk perencanaan di tetapkan sebagai berikut :

1. Modulus Elastisitas (E) = 200000 Mpa
2. Modulus Geser (G) = 80000 Mpa
3. Poisson Ratio ( $\mu$ ) = 30 %
4. Koefisien Muai ( $\alpha$ ) =  $1,2 * 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

(pasal 5.1.3, SNI 03- 1729- 2002, hal 9)

5. Mutu Baja = BJ 37

6. Tegangan Leleh ( $f_y$ ) = 240 Mpa  
 7. Tegangan Ultimit ( $f_u$ ) = 370 Mpa  
 8. Peregangan Minimum = 20 %

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, $f_u$ (MPa)	Tegangan leleh minimum, $f_y$ (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

**Tabel 4.1. Sifat Mekanis Baja Struktural**

(Sumber : Tabel 5.3, SNI 03- 1729- 2002, hal 11)

Berat bangunan dan komponen gedung di tetapkan sebagai berikut :

1. Berat per Unit Volume Baja = 7850 kg/m<sup>3</sup>
2. Penutup Atap Genteng = 50 kg/m<sup>2</sup>
3. Plafond Eternit = 11 kg/m<sup>2</sup>
4. Penggantung = 7 kg/m<sup>2</sup>

**(PPPURG 1987, hal 5-6)**

Beban hidup pada atap di tetapkan sebagai berikut :

5. Beban Hidup Pekerja = 100 kg
6. Beban Air Hujan =  $(40 - 0,8 \times 35) = 12$  kg/m<sup>2</sup>

**(PPPURG 1987, hal 7)**

7. Tekanan Tiup Angin = 25 kg/m<sup>2</sup>

**(PPPURG 1987, hal 18)**

8. Koefisien Angin :

- Angin Tekan =  $0,02\alpha - 0,4$

- Angin Hisap = - 0,40

(PPPURG 1987, hal 20)

### 4.1.3 Perencanaan Pembebanan Gording Utama

Pada perencanaan gording menggunakan baja profil baja hollow dengan dimensi 150.100.6 dengan data sebagai berikut :

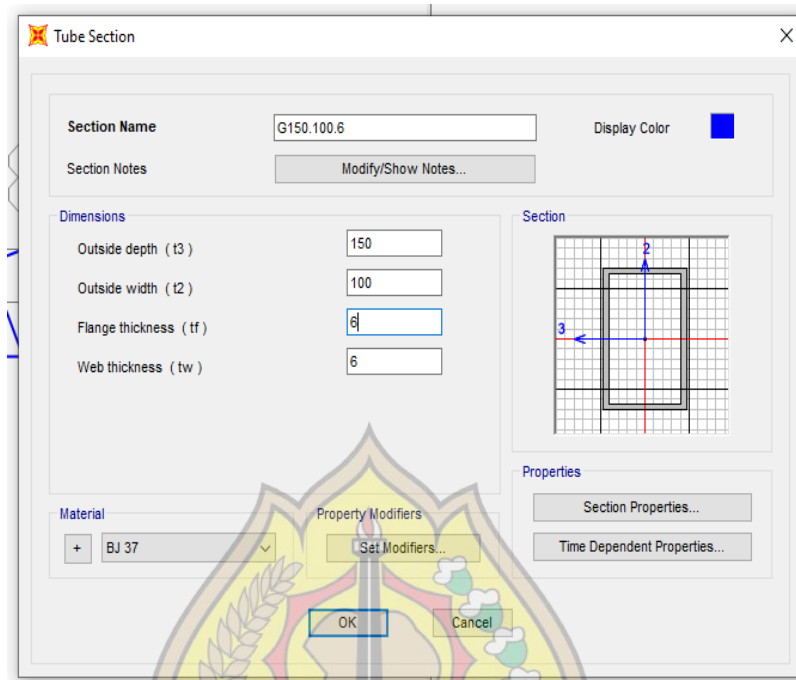
- b. Berat gording : 21,7 kg/m
- c. A : 150 mm
- d. B : 100 mm
- e. Ts : 6 mm

size ( mm )	size						Section Area		weight		
	A		B		T		cm <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>	kg/m	kg/ft	lb/ft
	mm	in	mm	in	mm	in					
150 x 100 x 6	150	5,906	100	3,937	6,0	0,236	27,63	4,283	21,70	6,610	14,58

Cx		Cy		Ix		Iy		ix		iy		Zy		Zx	
cm	in	cm	in	cm <sup>4</sup>	in <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	in <sup>4</sup>	cm	in	cm	in	cm <sup>3</sup>	in <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	in <sup>3</sup>
0	0	0	0	853	20.06	444	11	5.5	2.615	4.010	1.579	111	6.773	88.8	5

**Tabel 4.2 Profil Konstruksi Baja, hal 54**

(Sumber : tabel profil konstruksi baja, halaman 50 )



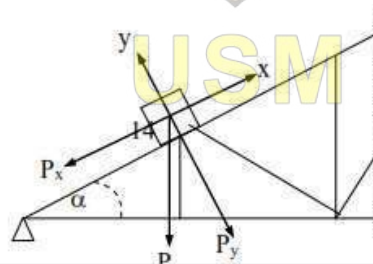
**Gambar 4.5 Profil Gording**

Sumber: Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20

#### 4.1.3.1 Perhitungan Gording

##### 1. Pembebanan

##### a. Beban Mati (titik)



$$\text{Beban gording} = 21,7 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat Penutup atap} = (1,732 \times 50) = 86,6 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat trackstarn} = 10\% \times 21,7 \text{ kg/m} = 2,17 \text{ kg/m}$$

---


$$q = 110,47 \text{ kg/m}$$

$$q_x = q \sin \alpha = 110,47 \sin 30^\circ = 55,235 \text{ kg/m}$$

$$q_y = q \cos \alpha = 110,47 \cos 30^\circ = 95,669 \text{ kg/m}$$

$$M_{x1} = 1/8 \cdot q_x \cdot L^2 = 1/8 \cdot 55,253 \cdot 4^2 = 110,506 \text{ kg.m}$$

$$M_{y1} = 1/8 \cdot q_y \cdot L^2 = 1/8 \cdot 95,669 \cdot 4^2 = 191,338 \text{ kg.m}$$

b. Beban HidupP diambil sebesar 100 kg (beban pekerja)

$$\begin{aligned} P_x &= p \sin \alpha &= 100 \sin 30^\circ &= 42,262 \text{ kg} \\ P_y &= P \cos \alpha &= 100 \cos 30^\circ &= 90,630 \text{ kg} \\ M_{x2} &= \frac{1}{4} P_x L &= \frac{1}{4} \times 42,262 \times 4 &= 42,262 \text{ kg.m} \\ M_{y2} &= \frac{1}{4} P_y L &= \frac{1}{4} \times 90,630 \times 4 &= 90,630 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

c. Beban Air Hujan

$$\begin{aligned} \text{Beban air hujan (qH perlu)} &= 40 - 0,8 \times \alpha^\circ \\ &= (40 - 0,8 \times 30^\circ) &= 16 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Beban Air Hujan Maksimum (qHmax)} = 16 \text{ kg/m}^2$$

(PPPURG 1987, hal 7)

Beban Air Hujan Perlu < Beban Air Hujan Maksimum, maka yang dipakai adalah

$$\begin{aligned} \text{Beban Air Hujan Perlu} &= 12 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Beban Air Hujan} &= 1,732 \text{ m} \times 12 \text{ kg/m}^2 \times 4 \text{ m} \\ &= 83,136 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$PH_x = 83,136 \cdot \sin 30^\circ = 41,568 \text{ kg}$$

$$PH_y = 83,136 \cdot \cos 30^\circ = 71,997 \text{ kg}$$

**Perhitungan Momen Pembebanan**

$$M_x = \frac{1}{4} \times PH_x \times l \qquad M_y = \frac{1}{4} \times PH_y \times l$$

$$M_x = \frac{1}{4} \times 41,568 \times 4 \qquad M_y = \frac{1}{4} \times 71,997 \times 4$$

$$M_x = 41,568 \qquad M_y = 71,997$$

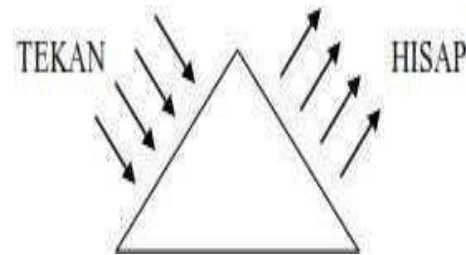
**Jadi total beban hidup pekerja dan air hujan adalah**

$$M_{x\text{total}} = 42,262 + 41,568 = 83,83 \text{ kg.m}$$

$$M_{y\text{total}} = 90,630 + 71,997 = 162,627 \text{ kg.m}$$



## d. Beban Angin



Beban angin kondisi normal, minimal =  $25 \text{ kg/m}^2$

Koefisien kemiringan atap ( $\alpha$ ) =  $30^\circ$

1. Koefisien angin tekan =  $(0,02 \alpha - 0,4)$

2. Koefisien angin hisap =  $- 0,4$

Beban angin :

1. Angin tekan (  $W_1$  ) =  $((0,02 \cdot 30^\circ) - 0,4) = 0,1$

2. Angin Hisap(  $W_2$  ) =  $- 0,4$

(pasal 2.1.3.3, PPPURG, hal 21)

Beban angin tekan

$$W_{ty} = 0,1 \times 25 \times 1,732 = 4,33 \text{ kg/m}$$

Beban Angin Hisap

$$W_{hy} = -0,4 \cdot 30 \cdot 1,732 = -20,784 \text{ kg/m}$$

Perhitungan Momen Pembebanan

$$M_{y \text{ tekan}} = \frac{1}{8} \times W_{ty} \times l^2 \qquad M_{y \text{ hisap}} = \frac{1}{8} \times W_{hy} \times l^2$$

$$M_{y \text{ tekan}} = \frac{1}{8} \times 4,33 \times 4^2 \qquad M_{y \text{ hisap}} = \frac{1}{8} \times -20,784 \times 4^2$$

$$M_{y \text{ tekan}} = 8,66 \qquad M_{y \text{ hisap}} = -41,568$$

### 4.1.3.2 Kombinasi Pembebanan Gording

#### a. 1,4 D

$$U_x = 1,4(110,506) = 154,708 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,4(191,338) = 267,873 \text{ kg.m}$$

#### b. 1,2 D + 0,5 L

$$U_x = 1,2(110,506) + 0,5(83,83) = 174,522 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,2(191,338) + 0,5(162,627) = 310,919 \text{ kg.m}$$

#### c. 1,2 D + 1,6 L + 0,8 W

$$U_x = 1,2(110,506) + 0,5(83,83) + 0,8(0) = 174,522 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,2(191,338) + 0,5(162,627) + 0,8(8,66) = 317,847 \text{ kg.m}$$

#### d. 1,2 D + 1,3 W + 0,5 L

$$U_x = 1,2(110,506) + 1,3(0) + 0,5(83,83) = 174,522 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,2(191,338) + 1,3(8,66) + 0,5(162,627) = 322,177 \text{ kg.m}$$

#### e. 0,9 D ± 1,3 W

$$U_x = 0,9(110,506) + 1,3(0) = 99,455 \text{ kg.m}$$

$$= 0,9(110,506) - 1,3(0) = 99,455 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 0,9(191,338) + 1,3(8,66) = 183,462 \text{ kg.m}$$

$$= 0,9(191,338) - 1,3(8,66) = 160,946 \text{ kg.m}$$

$$\text{Jadi, } M_{ux} \text{ Max} = 174,522 \text{ kg.m} = 174,522 \times 10^4 \text{ N.mm}$$

$$M_{uy} \text{ Max} = 322,177 \text{ kg.m} = 322,177 \times 10^4 \text{ N.mm}$$

### 4.1.3.3 Kontrol Kekuatan Profil

#### 1. Kontrol Kelangsingan Penampang

Asumsi: Penampang Kompak bila  $\lambda < \lambda_p$  Penampang Tidak Kompak bila  $\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r$

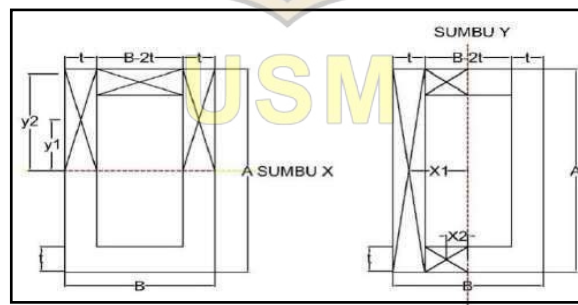
Penampang Langsing  $\lambda > \lambda_r$

(pasal 6.2.2, SNI 03-1729-2002, hal 13)

<b>Sayap</b>	<b>Badan</b>
$\pi = \frac{b}{tp} = \frac{100}{6} = 16,67$	$\pi = \frac{b}{tp} = \frac{100}{6} = 16,67$
$\lambda p = 1,12 \sqrt{\frac{E}{fy}} = 1,12 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{240}} = 32,33$	$\lambda p = 1,12 \sqrt{\frac{E}{fy}} = 1,12 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{240}} = 32,33$
$\lambda p = 1,40 \sqrt{\frac{E}{fy}} = 1,40 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{240}} = 40,415$	$\lambda p = 1,40 \sqrt{\frac{E}{fy}} =$
$1,40 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{240}} = 40,415$	
$\lambda < \lambda p$	$\lambda < \lambda p$
<b>Penampang Kompak</b>	<b>Penampang Kompak</b>

## 2. Kontrol Tahanan Nominal Lentur Penampang Terhadap Tekuk Lokal

Dari hasil analisis kelangsingan penampang pada sub bab sebelumnya diketahui bahwa profil yang digunakan merupakan penampang kompak, maka berlaku :  $M_n = M_p$



**Gambar 4.6 Modulus Plastis Penampang Gording**

Sumber : Dokumentasi Pribadi Progam Autocad V19

a. Mencari Modulus Plastis Penampang Gording Keterangan :

$A = 150 \text{ mm}$ ,  $B = 100 \text{ mm}$ ,  $t = 6 \text{ mm}$  Sumbu X

$$y_1 = \frac{1}{4}A \quad y_2 = \frac{1}{4}(A - t)$$

$$z_x = 2 \left\{ 2 \left( \frac{1}{2} \cdot A \cdot t \cdot \frac{1}{2}A \right) + (B - 2t) \cdot t \cdot \frac{1}{2}(A - t) \right\}$$

$$z_x = 2 \left\{ 2 \left( \frac{1}{2} \cdot 150 \cdot 6 \cdot \frac{1}{2}150 \right) + (100 - 2(6)) \cdot 6 \cdot \frac{1}{2}(150 - 6) \right\}$$

$$z_x = 129916 \text{ mm}^3$$

Sumbu Y

$$y_1 = \frac{1}{4}A \quad y_1 = \frac{1}{4}(A - t)$$

$$z_x = 2 \left\{ 2 \left( \frac{1}{2} \cdot A \cdot t \cdot \frac{1}{2}A \right) + (B - 2t) \cdot t \cdot \frac{1}{2}(A - t) \right\}$$

$$z_x = 2 \left\{ 2 \left( \frac{1}{2} \cdot 150 \cdot 6 \cdot \frac{1}{2}150 \right) + (100 - 2(6)) \cdot 6 \cdot \frac{1}{2}(150 - 6) \right\}$$

$$z_x = 129916 \text{ mm}^3$$

b. Mencari Momen Nominal yang Bekerja pada Profil

$$\begin{aligned} M_{nx} &= Z_x \cdot F_y \\ &= 129916 \text{ mm}^3 \cdot 240 \text{ N/mm}^2 \\ &= 31179840 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ny} &= Z_y \cdot F_y \\ &= 1145664 \text{ mm}^3 \cdot 240 \text{ N/mm}^2 \\ &= 274959360 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\text{Faktor Reduksi} = 0,9$$

$$\frac{M_{ux \max}}{\phi b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy \max}}{\phi b \cdot M_{ny}} \leq 1,0$$

$$\frac{174,522 \times 10^4}{0,9 \cdot 31179840} + \frac{322,177 \times 10^4}{0,9 \cdot 274959360} \leq 1,0$$

$$0,075 \leq 1,0$$

3. Kontrol Lendutan

$E = 2,0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  menggunakan asumsi  $1 \text{ Mpa} = 10 \text{ kg/cm}^2$ ,

Momen inersia yang berada pada profil Hollow Circular Tube,  $I_x = 835 \text{ cm}^4$ ,

$I_y = 444 \text{ cm}^4$ .

(Tabel Baja, hal 55)

a. Akibat Beban Mati

$$f_x = \frac{5 \times q_x \times l^4}{384 \times E \times I_y} = \frac{5 \times 55,235 \times 10^{-2} \times 4000^4}{384 \times 2,0 \times 10^5 \times 4440000} = 2,073 \text{ mm}$$

$$f_y = \frac{5 \times q_y \times l^4}{384 \times E \times I_x} = \frac{5 \times 95,669 \times 10^{-2} \times 4000^4}{384 \times 2,0 \times 10^5 \times 8350000} = 1,909 \text{ mm}$$

## b. Akibat Beban Hidup

$$f_x = \frac{P_x \times l^3}{48 \times E \times I_y} = \frac{83,83 \times 4000^3}{48 \times 2,0 \times 10^5 \times 4440000} = 0,125 \text{ mm}$$

$$f_y = \frac{P_y \times l^3}{48 \times E \times I_x} = \frac{162,627 \times 4000^3}{48 \times 2,0 \times 10^5 \times 8350000} = 0,129 \text{ mm}$$

## c. Akibat Beban Angin

$$f_x = 0$$

$$f_y = \frac{5 \times W_y \times l^4}{384 \times E \times I_x} = \frac{5 \times 4,33 \times 10^2 \times 4000^4}{384 \times 2,0 \times 10^5 \times 8350000} = 0,864 \text{ mm}$$

(Perencanaan Struktur Baja Dengan Methode LFRD, Hal 88)

## d. Kombinasi Lendutan

$$F_x \text{ total} = 2,073 + 0,125 + 0 = 2,198 \text{ mm}$$

$$F_y \text{ total} = 1,909 + 0,129 + 0,864 = 2,902 \text{ mm}$$

Syarat Lendutan

$$f \text{ timbul} < f \text{ izin}$$

$$f \text{ timbul} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

$$f \text{ timbul} = \sqrt{2,198^2 + 2,902^2} = 3,640 \text{ mm}$$

$$f \text{ izin} = \frac{l}{240} = \frac{4000}{240} = 16,67$$

(SNI 03 – 1729 – 2002, hal 15)

$$f \text{ izin} > f \text{ yang timbul} \rightarrow 16,67 > 3,640 \dots \dots \dots \text{ (OK)}$$

(Tabel 6.4-1, SNI 03- 1729- 2002, hal 15)

#### 4.1.3.4 Mendimensi Trackstang

$$\text{Beban Mati } q_x = 55,235 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban Hidup } P_x = 83,83 \text{ kg/m Jarak Kuda-Kuda} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Total beban} = (55,235 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m}) + 83,83 \text{ kg/m} = 304,77 \text{ kg}$$

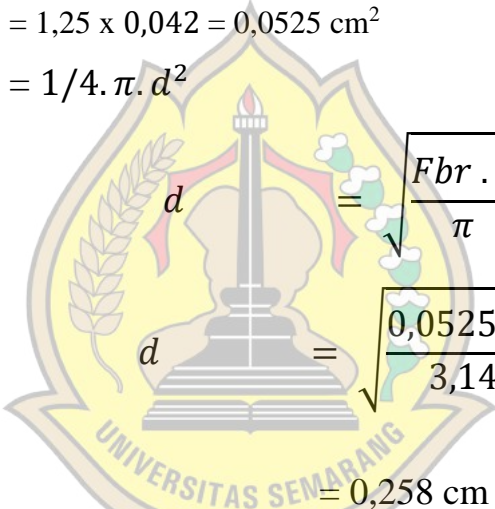
$$\text{Penggunaan 2 trackstang, maka : } P/3 \rightarrow 304,77 / 3 = 101,59 \text{ kg}$$

$$\sigma = \frac{P}{Fn} \rightarrow Fn = \frac{P}{\sigma} = \frac{101,59}{2400} = 0,042 \text{ cm}^2$$

$$Fbr = 1,25 \text{ fn}$$

$$= 1,25 \times 0,042 = 0,0525 \text{ cm}^2$$

$$Fbr = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2$$



$$d = \sqrt{\frac{Fbr \cdot 4}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,0525 \cdot 4}{3,14}}$$

$$= 0,258 \text{ cm} \rightarrow 3,00 \text{ mm} \rightarrow 8 \text{ mm}$$

Maka dalam perencanaan kuda-kuda ini menggunakan *trackstang* dengan diameter minimal = 8 mm.

#### 4.1.4 Perencanaan Kuda – Kuda

Pada perencanaan kuda-kuda, tahapan dalam perencanaan meliputi: data- data teknis, pembebanan kuda-kuda, dan kontrol kekuatan profil pada kuda-kuda.

##### 4.1.4.1 Data-Data Perencanaan

$$\text{Bentang Kuda-Kuda} = 24 \text{ m}$$

$$\text{Jarak Kuda-Kuda utama} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Jarak Gording} = 1,732 \text{ m}$$

$$\text{Sudut Kemiringan Atap} = 25^\circ \text{ (Asumsi)}$$

$$\text{Penutup Atap} = \text{Genteng Sambungan} = \text{Baut}$$

$$\text{Berat Gording} = 21,7 \text{ kg/m}$$



**(Tabel Profil Konstruksi Baja, hal 54)**

Modulus Elastisitas (E)	= 200000 Mpa
Modulus Geser (G)	= 80000 Mpa
Poisson Ratio (m)	= 30 %
Koefisien Muai (at)	= $1,2 * 10^{-5}$

**(pasal 5.1.3, SNI 03- 1729- 2002, hal 9)**

Mutu Baja	= BJ 37
Tegangan Leleh (fy)	= 240 Mpa
Tegangan Ultimit (fu)	= 370 Mpa
Peregangan Minimum	= 20 %

**(tabel 5.3, SNI 03- 1729- 2002, hal 11)**

Penutup Atap Genteng	= 50 kg/m <sup>2</sup>
----------------------	------------------------

**(PPPURG 1987, hal 6)**

Berat per Unit Volume	= 7850 kg/m <sup>3</sup>
-----------------------	--------------------------

**(tabel 1, PPPURG 1987, hal 5)**

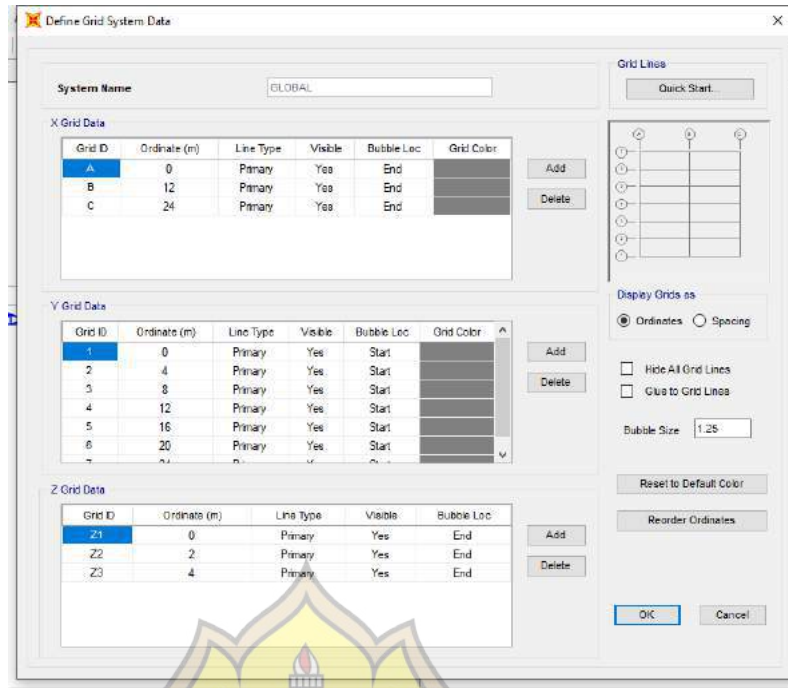
Beban Hidup Gording	= 100 kg
---------------------	----------

**(pasal 2.1.2.2, PPPURG 1987, hal 7)**

Tekanan Tiup Angin	= 25 kg/m <sup>2</sup>
--------------------	------------------------

**(pasal 2.1.3.2, PPURG 1987, hal 18)****4.1.4.2 Data Pengimputan Di SAP 2000****a. Menentukan Geometri Koordinat**

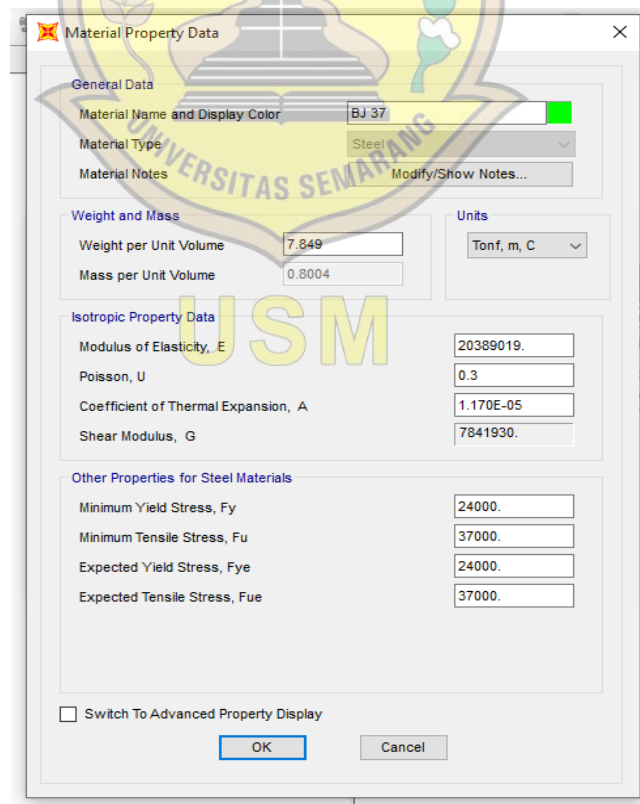
Model Geometri koordinat dipakai apabila ada salah satu sumbu memakai ukuran yang tidak sama



**Gambar 4.7 Define Grid Data**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20*

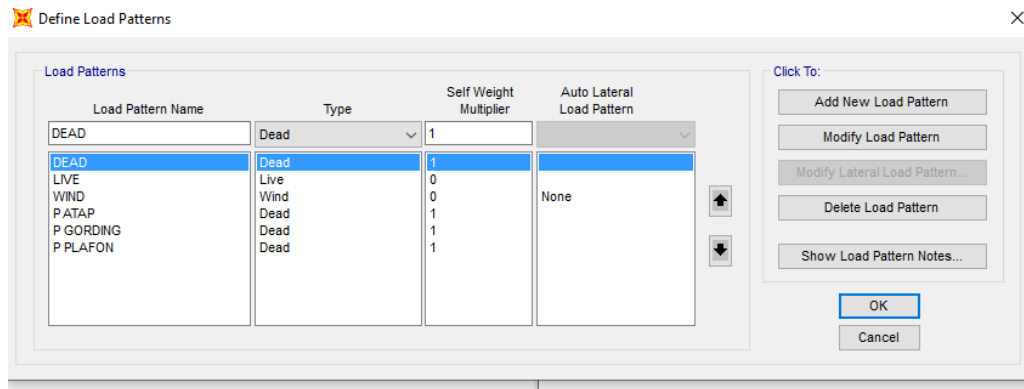
#### b. Menginput Data Pada Material Properties



**Gambar 4.8 Material Property Data**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20*

### c. Menentukan Jenis Pembebanan



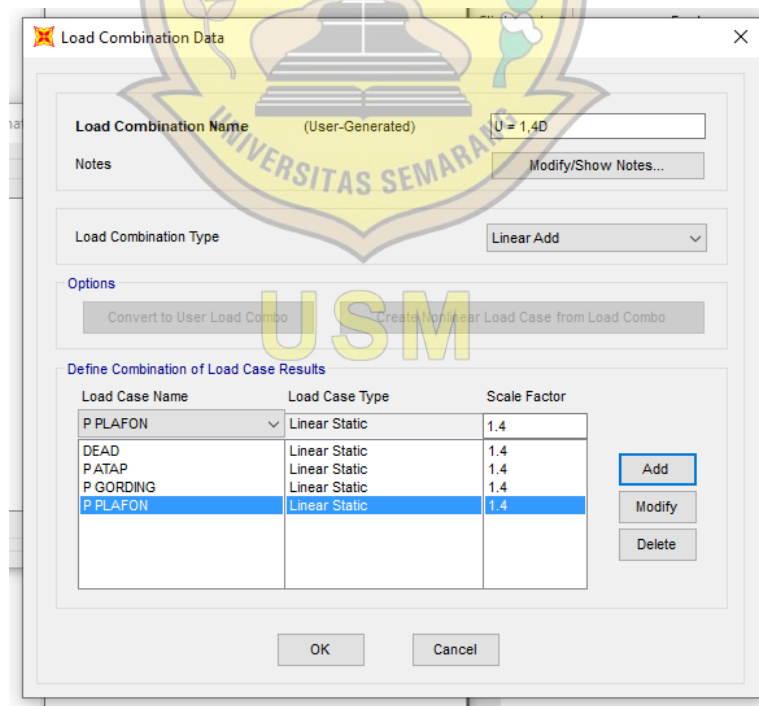
**Gambar 4.9 Define Load Pattern**

Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20

### d. Kombinasi Pembebanan Kuda-Kuda

#### 1. $U = 1,4D$

Kombinasi Pembebanan yang pertama adalah  $1,4D$  yang artinya hanya beban mati yang digunakan

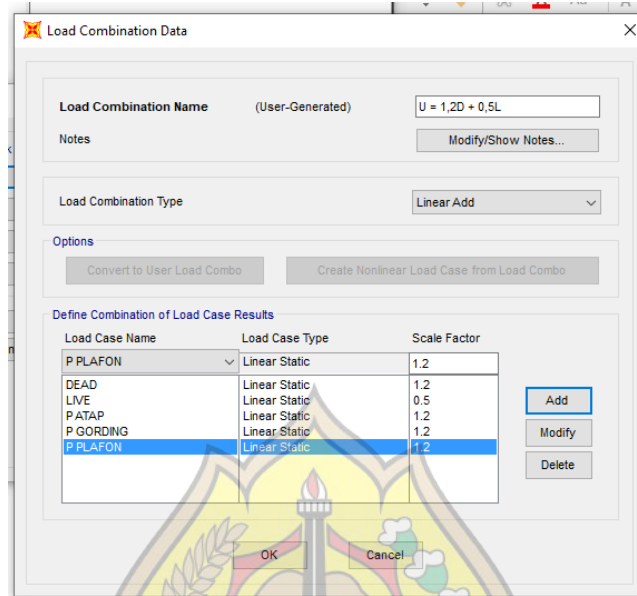


**Gambar 4.10 Define Load Combination 1**

Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20

## 2. $U = 1,2D + 0,5L$

Kombinasi Pembebanan  $1,2D + 0,5L$  artinya 1,2 beban mati ditambah 0,5 beban hidup.

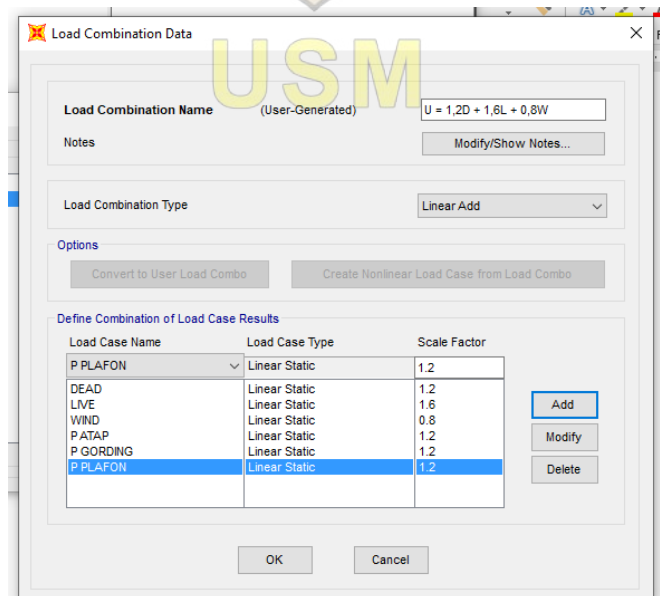


**Gambar 4.11 Define Load Combination 2**

Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20

## 3. $U = 1,2D + 1,6L + 0,8W$

Kombinasi pembebanan adalah  $1,2D + 1,6L + 0,8W$  artinya 1,2 beban mati ditambah 1,6 beban hidup dan ditambah 0,8 beban angin.

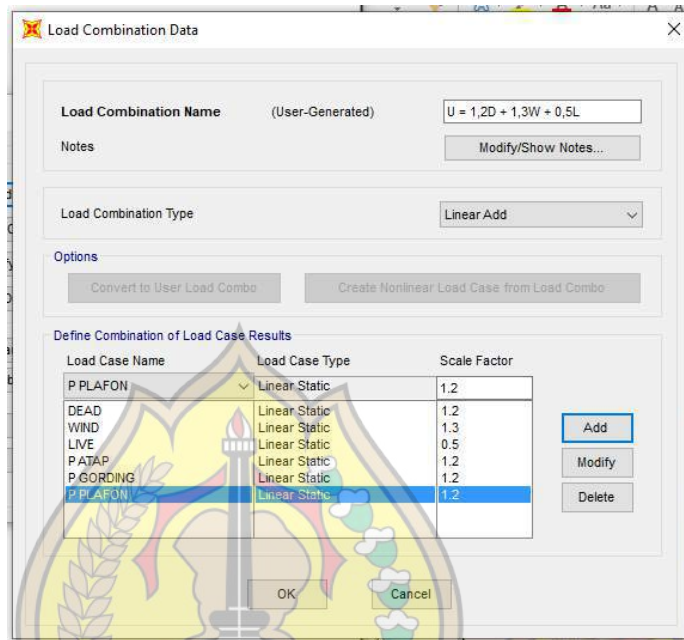


**Gambar 4.12 Define Load Combination 3**

Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20

#### 4. $U = 1,2D + 1,3W + 0,5L$

Kombinasi pembebanan adalah  $1,2D + 1,3W + 0,5L$  artinya 1,2 beban mati ditambah 1,3 beban angin ditambah 0,5 beban hidup.

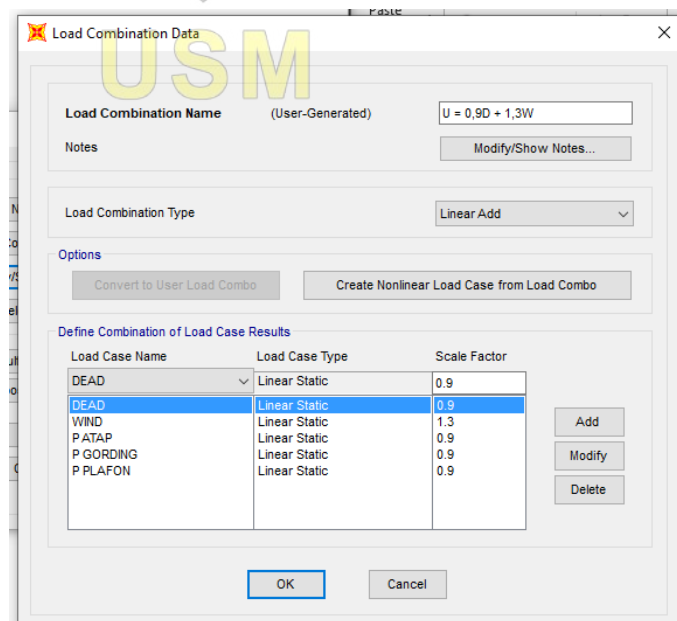


**Gambar 4.13 Define Load Combination 4**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20*

#### 5. $U = 0,9D + 1,3W$

Kombinasi pembebanan adalah  $0,9D + 1,3W$  artinya 0,9 beban mati ditambah 1,3 beban angin.



**Gambar 4.14 Define Load Combination 5**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20*

### 4.1.4.3 Pembebanan Kuda -Kuda

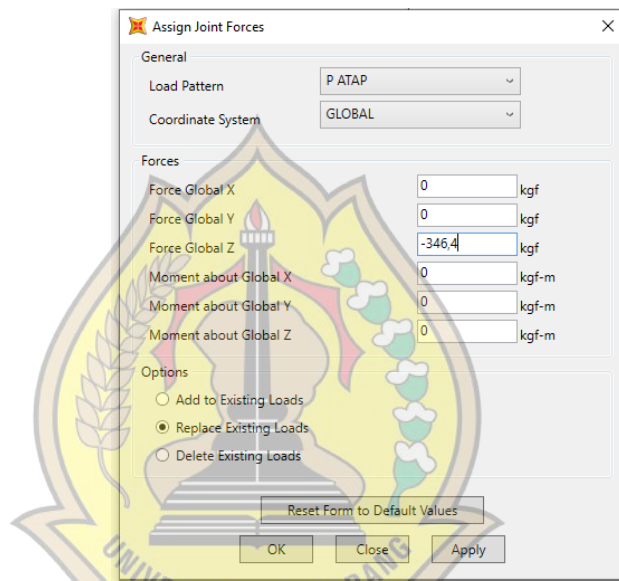
#### 1. Akibat Berat Atap

Beban permanen yang bekerja pada kuda-kuda akibat dari benda yang berada di atasnya berupa atap yang diasumsikan dengan menggunakan penutup genteng.

##### a. Kuda – Kuda Utama

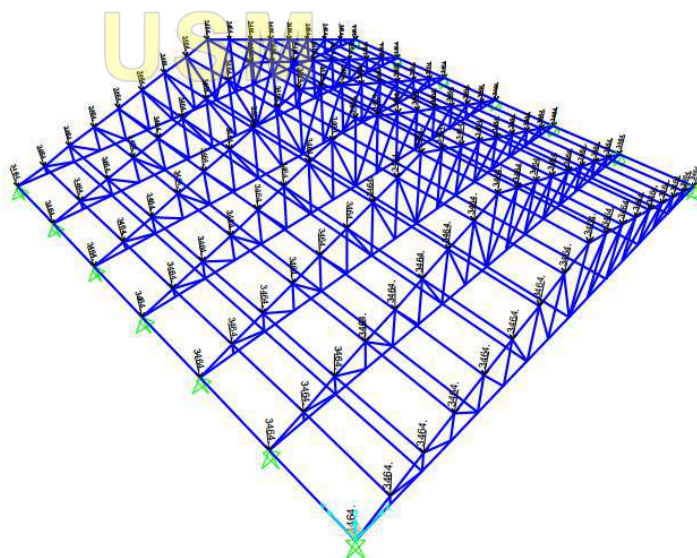
$$B_A = \text{Berat atap genteng} \times \text{jarak gording} \times \text{jarak kuda-kuda}$$

$$B_A = 50 \text{ kg/m}^2 \times 1,732 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 346,4 \text{ kg}$$



**Gambar 4.15 Input Beban Atap**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20*



**Gambar 4.16 Display Beban Atap**

*Sumber : Data Pribadi Program SAP2000 V20*



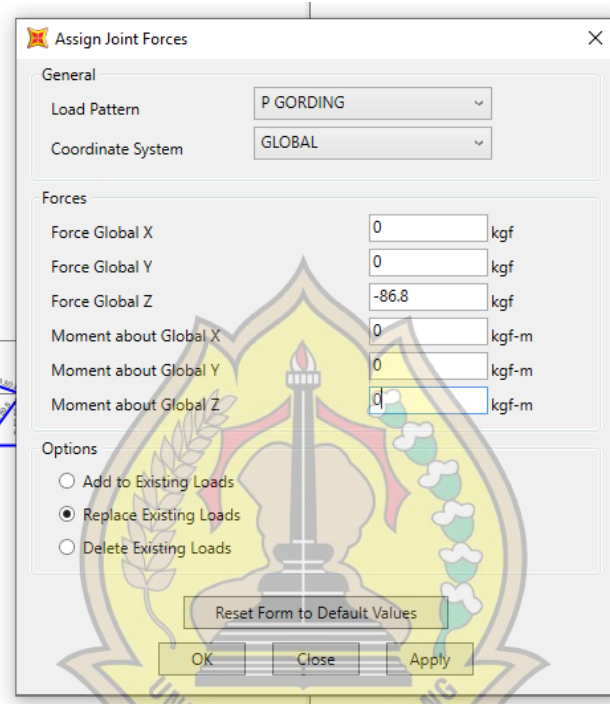
## 2. Akibat Berat Gording

Beban permanen yang timbul dari berat profil baja yang difungsikan sebagai gording.

Gording Utama

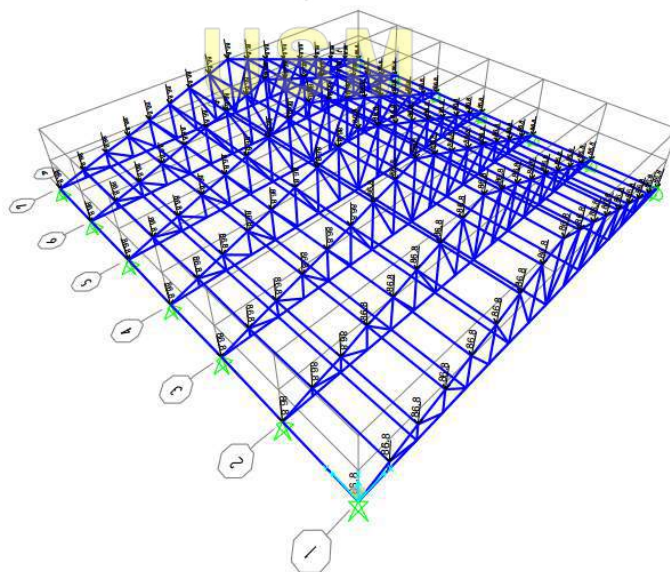
$BG = \text{berat profil baja} \times \text{jarak kuda-kuda}$

$BG = 21,7 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 86,8 \text{ kg}$



**Gambar 4.17 Input Beban Gording**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20*



**Gambar 4.18 Display Beban Gording**

*Sumber : Data Pribadi Program SAP2000 V20*

3. Akibat Berat Sendiri Kuda-Kuda

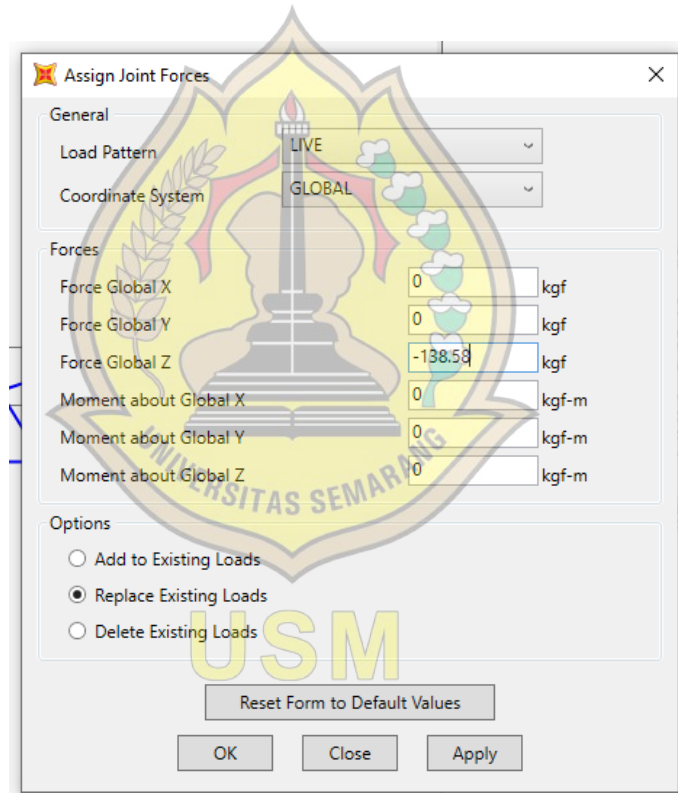
Beban permanen yang timbul dari berat profil baja yang difungsikan sebagai kuda-kuda, dihitung dalam Program SAP 2000, dalam perencanaan ini menggunakan profil baja *Double Angle Shape*.

4. Beban Hidup

Beban hidup merupakan beban terpusat dikarenakan beban pekerja pada saat pekerjaan atap dilaksanakan, dengan berat  $P = 100 \text{ kg}$ .

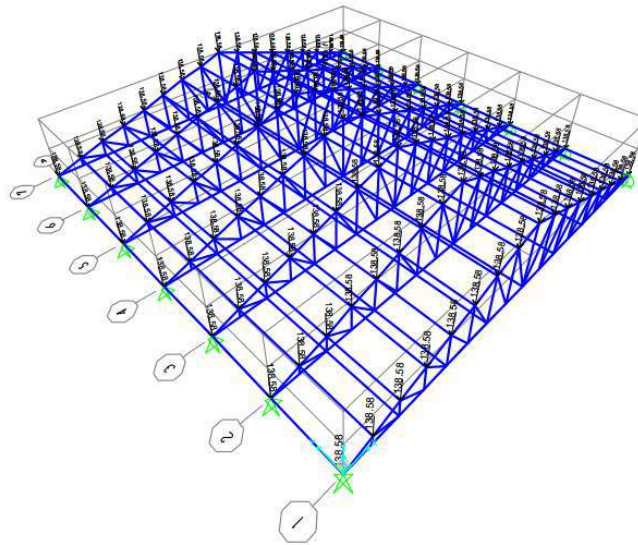
a. Kuda – Kuda Utama

$$\begin{aligned} P_{\text{Air Hujan}} &= (40 - 0,8 \times 25^\circ) = 20 \text{ kg/m}^2 \\ &= 20 \text{ kg/m}^2 \times 4 \text{ m} \times 1,732 \text{ m} = 138,56 \text{ kg} \end{aligned}$$



**Gambar 4.19 Input Beban Air Hujan**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20*



**Gambar 4.20 Display Beban Air Hujan**

Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20

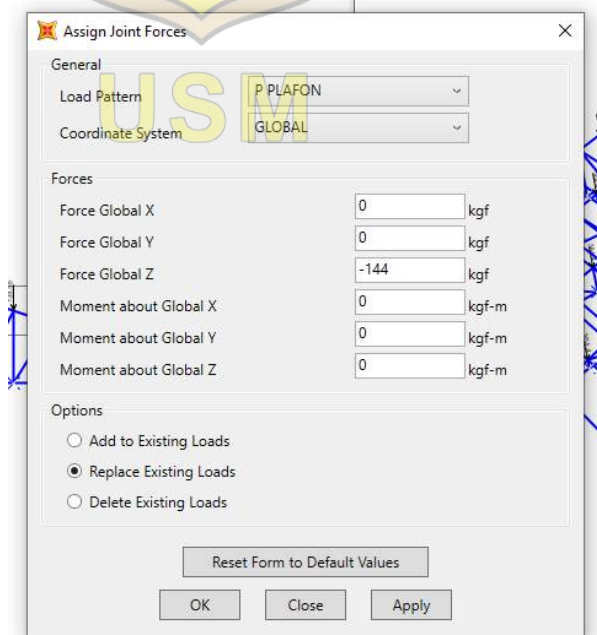
5. Akibat Berat Plafond

Beban yang timbul akibat adanya berat dari plafond yang digantungkan pada dasar kuda-kuda.

a. Kuda – Kuda Utama

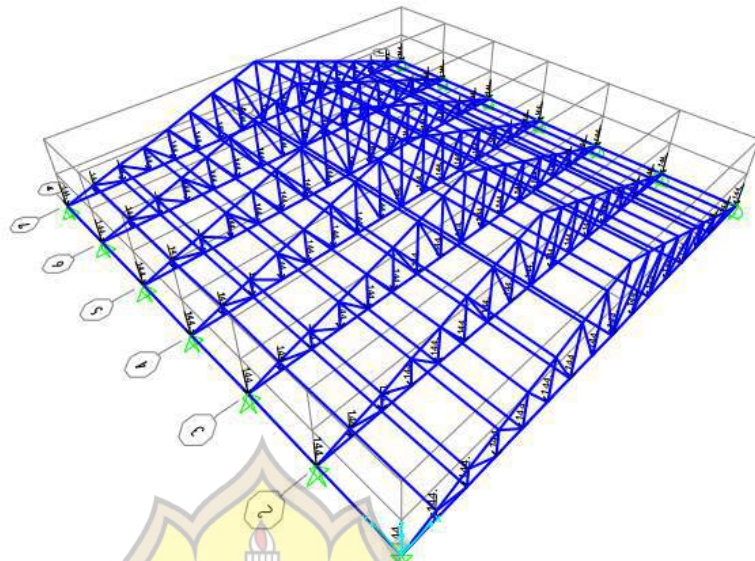
$B_p = \text{Beban Plafond} \times \text{Jarak Kuda-Kuda} \times \text{Panjang Kuda-Kuda}$

$$B_p = \frac{18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 4\text{m} \times 24\text{m}}{12} = 144 \text{ kg}$$



**Gambar 4.21 Input Beban plafond**

Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20



**Gambar 4.22 Display Beban Plafond**

*Sumber : Data Pribadi Program SAP2000 V20*

6. **Beban Angin**

Beban angin merupakan beban yang ditimbulkan oleh terpaan angin yang terdapat 2 jenis yaitu angin tekan dan angin hisap dengan arah pembebanan tegak lurus bidang atap, pada daerah ini di asumsikan

$$W = 25 \text{ kg/m}^2$$

a. Akibat Angin Tekan

$$C_q = ((0,02 \cdot \alpha) - 0,4)$$

$$C_q = ((0,02 \cdot 25^\circ) - 0,4) = 0,1$$

(pasal 2.1.3.3, PPPURG, hal 21)

1. Kuda – Kuda Utama

W Tekan Vertikal

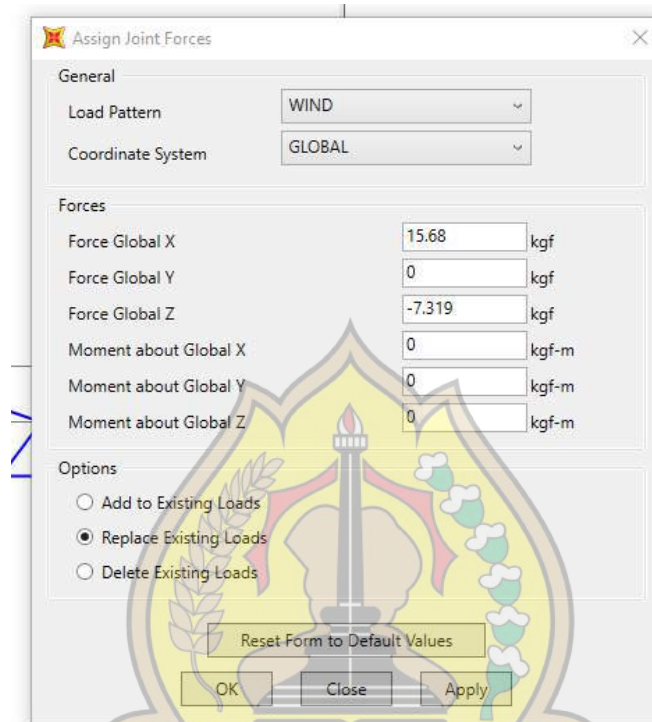
$$= C_q \times \sin \alpha \times W \times \text{jarak gording} \times \text{jarak kuda-kuda}$$

$$= 0,10 \times \sin 25^\circ \times 25 \text{ kg/m}^2 \times 1,732 \text{ m} \times 4 \text{ m}$$

$$= 7,319 \text{ kg}$$

### W Tekan Horizontal

$$\begin{aligned}
 &= C_q \times \cos \alpha \times W \times \text{jarak gording} \times \text{jarak kuda-kuda} \\
 &= 0,10 \times \cos 25^\circ \times 25 \text{ kg/m}^2 \times 1,732 \text{ m} \times 4 \text{ m} \\
 &= 15,697 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



**Gambar 4.23 Input Beban Angin Tekan**

Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20

### b. Akibat Angin Hisap

$$C_q = -0,4$$

#### 1. Kuda Kuda Utama

##### W Hisap Vertikal

$$\begin{aligned}
 &= C_q \times \sin \alpha \times W \times \text{jarak gording} \times \text{jarak kuda-kuda} \\
 &= -0,4 \times \sin 25^\circ \times 25 \text{ kg/m}^2 \times 1,732 \text{ m} \times 4 \text{ m} \\
 &= -29,278 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

##### W Hisap Horizontal

$$\begin{aligned}
 &= C_q \times \cos \alpha \times W \times \text{jarak gording} \times \text{jarak kuda-kuda} \\
 &= -0,4 \times \cos 25^\circ \times 25 \text{ kg/m}^2 \times 1,732 \text{ m} \times 4 \text{ m} \\
 &= -62,789 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



**Assign Joint Forces**

General

Load Pattern: WIND

Coordinate System: GLOBAL

Forces

Force Global X: 62.79 kgf

Force Global Y: 0 kgf

Force Global Z: 29.28 kgf

Moment about Global X: 0 kgf-m

Moment about Global Y: 0 kgf-m

Moment about Global Z: 0 kgf-m

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

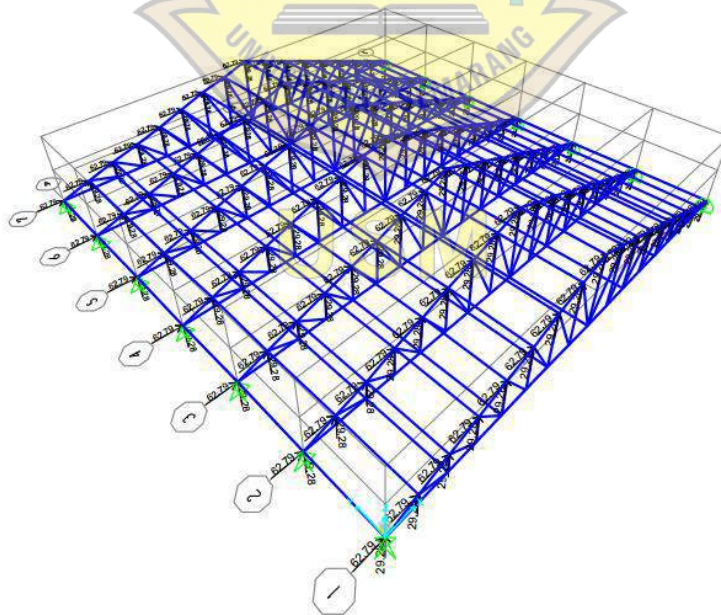
Delete Existing Loads

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

**Gambar 4.24 Input Beban Angin Hisap**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20*



**Gambar 4.25 Display Beban Angin**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP2000 V20*

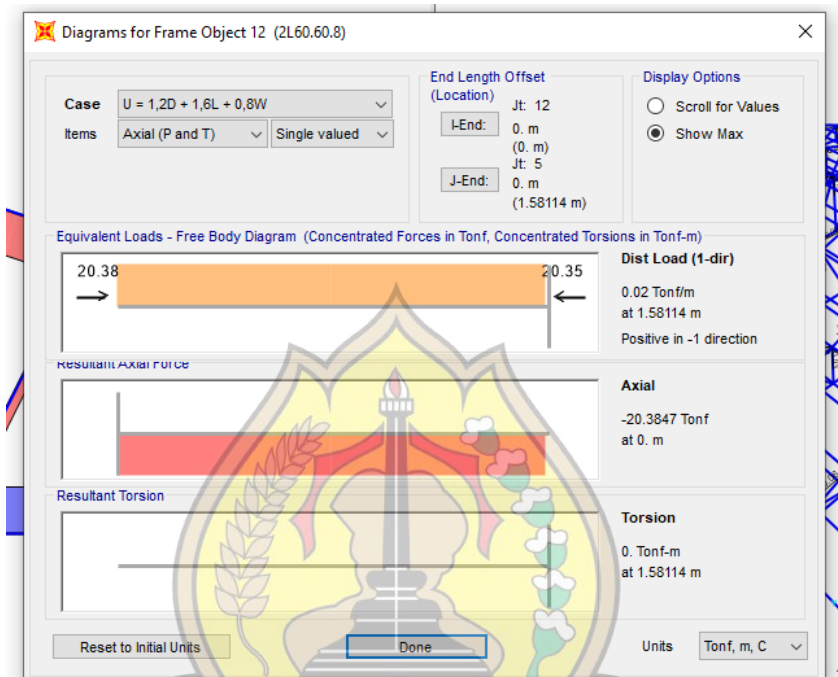


#### 4.1.4.4 Perhitungan Batang Tekan

Batang 12

P maks= Nu = - 20,3847 ton → hasil output SAP 2000

L bentang = 1581,14 mm



**Gambar 4.26 Permodelan Kuda-Kuda**

*Sumber : Data Pribadi Program SAP2000 V2*

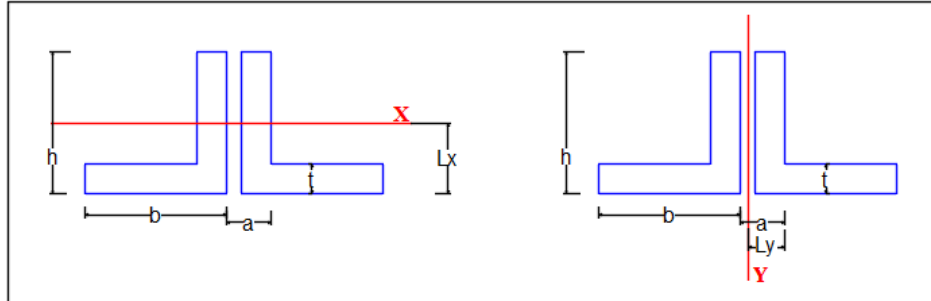
**Digunakan profil (2L.60.60.8)**

Properti penampang elemen 2L.60.60.8

$A_g$	= 903 mm	$R_x=R_y$	= 18,0 mm
$e_x = e_y$	= 17,7 mm	$R_{min}$	= 11,5 mm
$I_x=I_y$	= 291000 mm <sup>4</sup>	$T_p$	= 8 mm

**(Tabel Profil Kontruksi Baja, hal 36)**

#### 4.1.4.5 Menghitung Momen Inersia Dan Jari-Jari Girasi Komponen Struktur



**Gambar 4.27** Moment Inersia Penampang

Sumber : Data Pribadi Program Autocad v19

– Keterangan :

$h = b$	$= 60$	mm	Titik Komponen
$A$	$= 10$	mm	$L_x = 30$ mm
$T$	$= 8$	mm	$L_y = 65$ mm

$$I_x = 2 \left\{ \frac{1}{12} b \cdot t^3 + b \cdot t \left( s + \left( \frac{a}{2} \right) \right)^2 + \frac{1}{12} t \cdot (h - t)^3 + t \cdot (h - t) \cdot \left( \left( \frac{h - t}{2} \right) + t \right) - s \right\}^2$$

$$I_x = 2 \left\{ \frac{1}{12} 60 \cdot 8^3 + 60 \cdot 8 \left( 30 + \left( \frac{10}{2} \right) \right)^2 + \frac{1}{12} 8 \cdot (60 - 8)^3 + 8 \cdot (60 - 8) \cdot \left( \left( \frac{60 - 8}{2} \right) + 8 \right) - 30 \right\}^2$$

$$I_x = 1381909,33 \text{ mm}^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{1381909,33}{2 \times 903}} = 27,66 \text{ mm}$$

$$I_y = 2 \left\{ \frac{1}{12} t \cdot b^3 + b \cdot t \left( \left( \frac{b}{2} \right) + \left( \frac{a}{2} \right) \right)^2 + \frac{1}{12} (h - t) t^3 + t \cdot (h - t) \cdot \left( \left( \frac{t}{2} \right) + \left( \frac{a}{2} \right) \right) \right\}^2$$

$$I_y = 2 \left\{ \frac{1}{12} 8 \cdot 60^3 + 60 \cdot 8 \left( \left( \frac{60}{2} \right) + \left( \frac{8}{2} \right) \right)^2 + \frac{1}{12} (60 - 8) 8^3 \right. \\ \left. + 8 \cdot (60 - 8) \cdot \left( \left( \frac{8}{2} \right) + \left( \frac{10}{2} \right) \right)^2 \right\}$$

$$I_y = 14695589,33 \text{ mm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{14695589,33}{2 \times 903}} = 90,21 \text{ m}$$

#### 4.1.4.6 Periksa terhadap Kelangsingan Elemen Penampang

$$\lambda = \frac{b}{t_p} = \frac{60}{8} = 7,5$$

$$\lambda_r = \frac{200}{\sqrt{f_y}} = \frac{200}{240} = 12,91$$

$$\lambda < \lambda_r$$

$$7,5 < 12,91 \text{ (penampang tak kompak)}$$

(tabel 7.5-1, SNI 03- 1729- 2002, hal 30)

(pasal 8.2.4, SNI 03- 1729- 2002, hal 36)

#### 4.1.4.7 Periksa terhadap Kelangsingan dan Kestabilan Komponen

a. Digunakan pelat kopel 8 buah → Pembagian batang minimum adalah 3

(pasal 9.3.3b, SNI 03- 1729- 2002, hal 59)

Jarak antar pelat kopel

$$L_i = \frac{L_b}{n - 1} = \frac{1581,14}{8 - 1} = 225,87 \text{ mm}$$

$$\lambda_i = \frac{L_i}{r_{\min}} = \frac{225,87}{14,6} = 15,47 \text{ mm}$$

$r_{\min}$  = jari – jari girasi minimal elemen komponen

(persamaan 9.3-4, SNI 03- 1729- 2002, hal 58)

b. Syarat kestabilan komponen

$$\lambda_i < 50$$

$$7,5 < 50 \text{ (OK)}$$


(pasal 9.3.6, SNI 03- 1729- 2002, hal 59)

c. Kondisi tumpuan sendi-sendi, maka faktor tekuk  $k = 1$

(tabel 7.6-1, SNI 03- 1729- 2002, hal 32)

$$L_{kx} = L_{ky} = L_{bentang} \times k = 1581,14 \times 1 = 1581,14 \text{ mm}$$

d. Kelangsingan arah sumbu bahan (sumbu x)



$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{r_x} < 200$$

$$\lambda_x = \frac{1581,14}{18,0} < 200$$

$$87,84 < 200$$

(pasal 7.6.4, SNI 03- 1729- 2002, hal 29)

e. Syarat kestabilan arah sumbu bahan (sumbu x)

$$\lambda_x > 1,2 \cdot \lambda_i$$

$$87,84 > 1,2 \cdot 15,47$$

$$87,84 > 18,564 \dots \dots \dots \text{ (OK)}$$

(pasal 9.3.6, SNI 03- 1729- 2002, hal 59)

f. Kelangsingan arah sumbu bebas bahan (sumbu y)

$$i_y = 2 \left( I_y + Ag \left( e_y + \frac{t_p}{2} \right)^2 \right)$$

$$= 2 \left( 291000 + 903 \left( 17,7 + \frac{8}{2} \right)^2 \right)$$

$$= 1432427,34$$

$$A_{profil} = 2 \times 903 = 1806 \text{ mm}^2$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_{profil}}} = \sqrt{\frac{1432427,34}{1806}} = 28,16$$

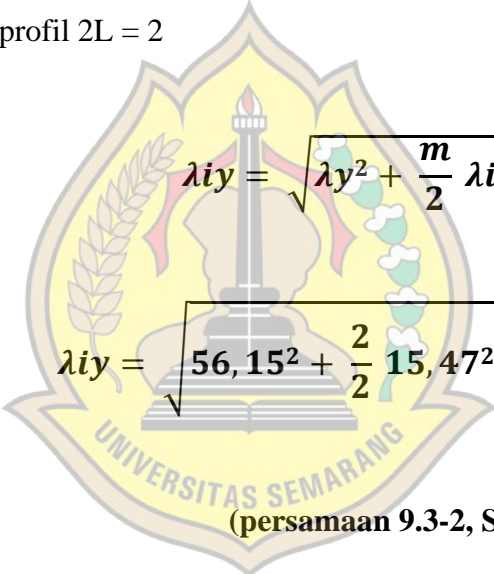
$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{r_y} = \frac{1581,14}{28,16} = 56,15$$

$$56,15 < 200 \dots \dots \dots (\text{OK})$$

(pasal 7.6.4, SNI 03- 1729- 2002, hal 29)

g. Kelangsingan ideal

Nilai m untuk profil 2L = 2



$$\lambda_{iy} = \sqrt{\lambda y^2 + \frac{m}{2} \lambda i^2}$$

$$\lambda_{iy} = \sqrt{56,15^2 + \frac{2}{2} 15,47^2} = 58,24$$

(persamaan 9.3-2, SNI 03- 1729- 2002, hal 57)

h. Syarat kestabilan arah sumbu bebas bahan (sumbu y)

$$\lambda_{iy} > 1,2 \cdot \lambda_i$$

$$58,24 > 1,2 \cdot 15,47$$

$$58,24 > 18,564 \dots \dots \dots (\text{OK})$$

(pasal 9.3.6, SNI 03- 1729- 2002, hal 59)

#### 4.1.4.8 Menghitung Daya Dukung Tekan Nominal Komponen

- a. Menghitung koefisien tekuk arah sumbu bahan (sumbu x)
- b. Parameter kelangsingan komponen


$$\lambda_{cx} = \frac{\lambda x}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$$\lambda_{cx} = \frac{87,84}{3,14} \sqrt{\frac{240}{200000}} = 0,96$$

(persamaan 7.6-2, SNI 03- 1729- 2002, hal 27)

- c. Karena  $0,25 < \lambda_{cx} > 1,2$  maka nilai  $\omega_x$  memenuhi rumus:

(pasal 7.6.2, SNI 03- 1729- 2002, hal 27)



$$\omega_x = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_{cx}}$$

$$\omega_x = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \times 0,96} = 1,49$$

(persamaan 7.6-5b, SNI 03- 1729- 2002, hal 27)

- d. Daya dukung komponen arah sumbu bahan (sumbu x)

$$N_n = A_g \cdot \frac{f_y}{\omega_x} = 903 \cdot \frac{240}{1,49} = 145449,66 \text{ N} = 1,45 \text{ ton}$$

(persamaan 7.6-3, SNI 03- 1729- 2002, hal 27)

#### 4.1.4.9 Menghitung koefisien tekuk arah sumbu bebas bahan (sumbu y)

“ $\omega_y$ ”

- a. Parameter kelangsingan komponen

$$\lambda_{cy} = \frac{\lambda_{iy}}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$$\lambda_{cy} = \frac{58,24}{3,14} \sqrt{\frac{240}{200000}} = 0,64$$

(persamaan 7.6-2, SNI 03- 1729- 2002, hal 27)



b. Karena  $0,25 < \lambda cy < 1,2$  maka nilai  $\omega iy$  memenuhi rumus:

(pasal 7.6.2, SNI 03- 1729- 2002, hal 27)

$$\omega iy = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda cy}$$

$$\omega iy = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \times 0,64} = 1,22$$

(persamaan 7.6-5b, SNI 03- 1729- 2002, hal 27)

c. Daya dukung komponen arah sumbu bahan (sumbu y)

$$Nn = Ag \cdot \frac{fy}{\omega iy} = 903 \cdot \frac{240}{1,22} = 177639,34 \text{ N} = 17,76 \text{ ton}$$

( persamaan 7.6-3, SNI 03- 1729- 2002, hal 27)

#### 4.1.4.10 Periksa Terhadap Tekuk Lentur Torsi

a. Modulus Geser

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = \frac{200000}{2(1+0,301)} = 76863,95 \text{ Mpa}$$

(Perencanaan Struktur Baja Dengan Methode LRFD, hal 72)

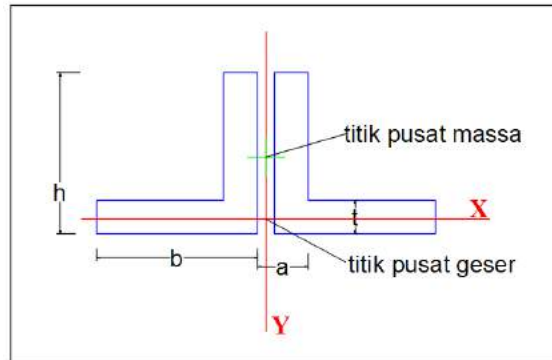
b. Konstanta Torsi

$$J = \sum \frac{b + t^3}{3} = 2 \cdot \left( \frac{b \cdot tf^3 + (h - tf) \cdot tw^3}{3} \right)$$

$$J = 2 \cdot \left( \frac{60 \cdot 8^3 + (60 - 8) \cdot 8^3}{3} \right) = 38229,33 \text{ mm}^4$$

(Perencanaan Struktur Baja Dengan Methode LRFD, hal 159)

## c. Koordinat pusat geser terhadap titik berat



Gambar 4.28 Titik Pusat Geser Penampang

Sumber : Data Pribadi Program Autocad v19

$$y_o = ex - \frac{tp}{2} = 17,7 - \frac{8}{2} = 13,7 \text{ mm}$$

$$x_o = 0$$

(Perencanaan Struktur Baja Dengan Methode LRFD, hal 74)

$$r_o^2 = \frac{I_x + I_y}{A} + x_o^2 + y_o^2$$

$$r_o^2 = \frac{1381909,33 + 14695589,33}{(2 \times 903)} + 0^2 + 13,7^2 = 9089,96 \text{ mm}^2$$

$$f_{crz} = \frac{G \cdot J}{A \cdot r_o^2} = \frac{76863,95 \times 38229,33}{903 \cdot 9089,96} = 357,99 \text{ Mpa}$$

$$H = 1 - \frac{x_o^2 + y_o^2}{r_o^2} = 1 - \frac{0^2 + 13,7^2}{9089,96} = 0,979$$

$$f_{cry} = \frac{f_y}{\omega_{iy}} = \frac{240}{1,22} = 196,72 \text{ Mpa}$$

$$f_{clt} = \left( \frac{f_{cry} + f_{crz}}{2H} \right) \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot f_{cry} \cdot f_{crz} \cdot H}{(f_{cry} + f_{crz})^2}} \right)$$

$$f_{clt} = \left( \frac{196,72 + 357,9}{2 \times 0,979} \right) \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot 196,72 \cdot 357,9 \cdot 0,979}{(196,72 + 357,9)^2}} \right)$$

$$f_{clt} = 192,02 \text{ Mpa}$$

(persamaan 9.2-1a, SNI 03- 1729- 2002, hal 55)

$$N_{clt} = A_g \cdot f_{clt} = 903 \times 192,02 = 173394,06 \text{ N} = 17,33 \text{ ton}$$

Daya dukung komponen diambil yang terkecil

$$N_n = 17,33 \text{ ton}$$

factor reduksi yang digunakan  $\Phi = 0,85$

(persamaan 6.4-2, SNI 03- 1729- 2002, hal 18)

$$N_u < \phi N_n$$

$$8,347 \text{ ton} < 0,85 \times 17,33$$

$$8,347 \text{ ton} < 14,73 \text{ ton}$$

**Profil 2L 60x60x8 aman dapat digunakan.**

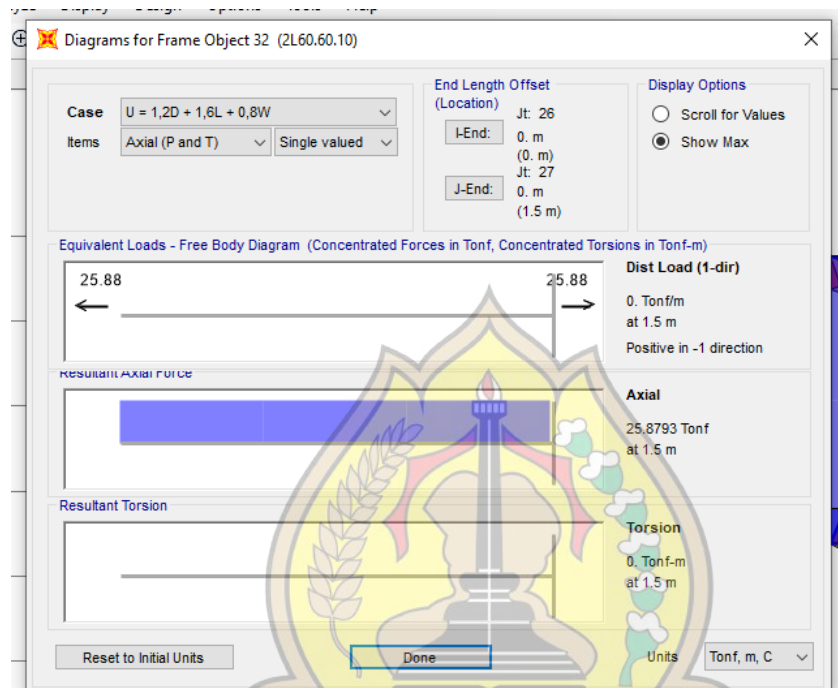
USM

#### 4.1.4.11 Perhitungan Batang Tarik

Batang 1316

$P_{maks} = N_u = 25,8793 \text{ ton} \rightarrow \text{output SAP 2000}$

$L_{bentang} = 1500 \text{ mm}$



**Gambar 4.29 Diagram of Frame**

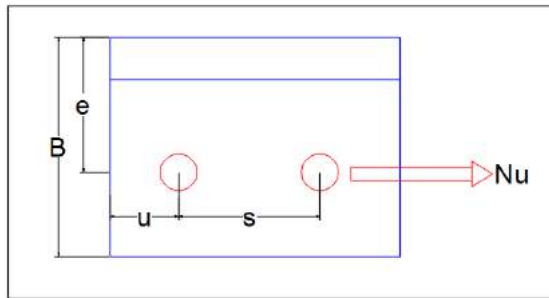
*Sumber : Data Pribadi Program SAP2000 V20*

Digunakan profil (2L.60.60.10)

Properti penampang elemen L60.60.10

$A_g$	= 1110	Mm	$r_x = r_y$	= 17,8	mm
$e_x = e_y$	= 18,5	Mm	R min	= 11,5	mm
$I_x = I_y$	= 349000	mm <sup>4</sup>	$T_p$	= 10	mm

1. Periksa Terhadap Tarik
  - a. Syarat Penempatan Baut



**Gambar 4.30 Pemodelan Jarak Baut**

*Sumber : Data Pribadi Program Autocad*

- b. Spesifikasi baut yang digunakan :

Tipe baut : A 307

Diameter : 10,4 mm (1/2")

Fu : 410 Mpa

Permukaan baut : tanpa ulir pada bidang geser

Diameter lubang baut ( $dl$ )

$$(dl) = 10,4 + 1 = 11,4 \text{ mm}$$

**(Perencanaan Struktur Baja Dengan Methode LRFD, hal 110)**

- c. Jarak antar baut

$$SS > 3 \text{ db}$$

$$3 \text{ db} = 3 \cdot 10,4 = 31,2 \text{ mm}$$

$$SS < 15 \text{ tp}$$

$$15 \text{ tp} = 15 \times 10 = 150 \text{ mm } S < 150 \text{ mm}$$

S diambil 45 mm

- d. Jarak Baut ke Tepi Pelat

$$S_{\text{tepi}} > 1,5 \text{ db}$$

$$1,5 \text{ db} = 1,5 \cdot 10,4 = 15,6$$

$$S_{\text{tepi}} = 10 \text{ tp}$$

$$12 \text{ tp} = 12 \times 10 = 120 \text{ mm } S < 120 \text{ mm}$$

S diambil 30 mm

**(pasal 13.4.2 dan 13.4.3, SNI 03- 1729- 2002, hal 104)**

## e. Spesifikasi Pelat Buhul :

Tebal plat : 10 mm  
 Mutu baja : BJ 37  
 $F_y$  : 240 Mpa  
 $F_u$  : 370 Mpa

## f. Luas Penampang Netto :

Direncanakan menggunakan tipe baut : A 307  
 baut ukuran 1/2" = 10,4 mm satu lajur  $n = 1$

$$A_{nt} = A_g - d \cdot n \cdot t_p$$

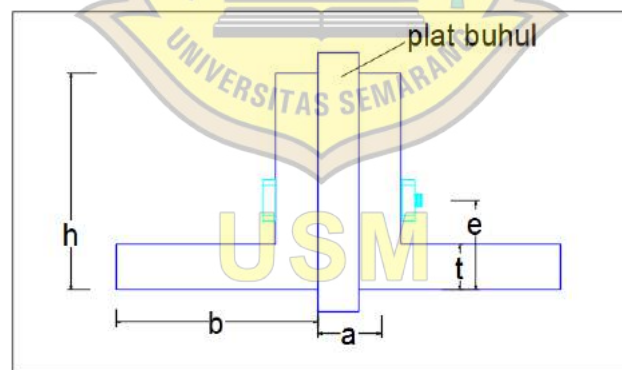
$$A_{nt} = (2 \times 1110) - 1 \times 11,4 \times 10 = 2106 \text{ mm}^2$$

(pasal 10.2.1, SNI 03- 1729- 2002, hal 71)

## g. Luas Penampang Efektif :

$b$  = lebar penampang profil

$L$  = jarak terjauh kelompok baut  $x$  = eksentrisitas sambungan



**Gambar 4.31 Pemodelan Letak Baut**

Sumber : Data Pribadi Program Autocad v19

$$x = e = 18,5 \text{ mm} = 18,5 \text{ mm}$$

$$U = 1 - \frac{x}{L} \leq 0,9$$

$$U = 1 - \frac{18,5}{45} = 0,59$$

$$0,59 \leq 0,9 \text{ (OK)}$$



$$A_e = A_n \cdot U = 210 \times 0,59 = 1242,54 \text{ mm}^2$$

(pasal 10.2, SNI 03- 1729- 2002, hal 70)

h. Daya Dukung Tarik Murni

1. Kondisi leleh

$$\phi = 0,9$$

$$A_g = 2.1110 = 2220 \text{ mm}^2$$

$$\phi N_n = \phi A_g \cdot f_y = 0,9 \times 2220 \times 240 = 479520 \text{ N} = 47,95 \text{ ton}$$

(persamaan 10.1-2a, SNI 03- 1729- 2002, hal 70)

2. Kondisi fraktur

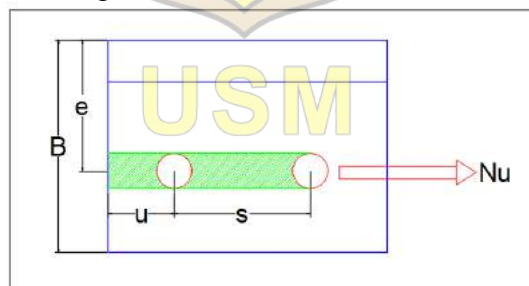
$$\Phi = 0.75$$

$$A_e = 1242,54 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \Phi N_n &= \Phi \cdot A_e \cdot f_u = 0,75 \times 1242,54 \times 370 = 344804,85 \text{ N} \\ &= 34,48 \text{ ton} \end{aligned}$$

(persamaan 10.s1-2b, SNI 03- 1729- 2002, hal 70)

i. Daya Dukung Geser Murni



Gambar 4.32 Pemodelan Area Geser

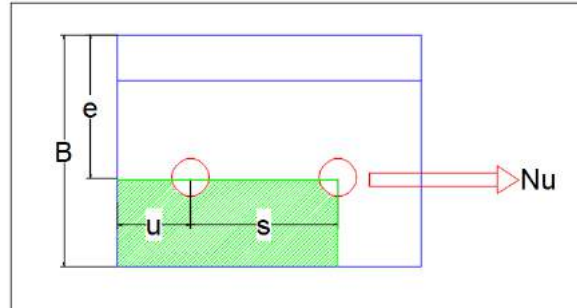
Sumber : Data Pribadi Program Autocad v19

$A_v$  = Luas penampang kotor geser

$$A_v = (2 \cdot (S + U) \cdot (tp)) \cdot 2 = (2 \cdot (45 + 30) \cdot 10) \cdot 2 = 3000 \text{ mm}^2$$

$$\phi N_n = \phi A_v \cdot (0,6 \times f_u) = 0,75 \cdot 3000 \cdot 0,6 \cdot 370 = 499500 \text{ N} = 49,95 \text{ ton}$$

j. Daya Dukung Kombinasi Tarik Dan Geser



**Gambar 4.33 Pemodelan Area Geser**

Sumber : Data Pribadi Program Autocad v19

1. Geser

Anv = Luas penampang bersih geser

$$Anv = ((S + U) - (1,5 \cdot dl)) \cdot tp \cdot 2 = ((45 + 30) - (1,5 \cdot 11,4)) \cdot 10 \cdot 2 = 1158 \text{ mm}^2$$

$$Nn = Anv \cdot (0,6 \cdot fu) = 1158 \cdot 0,6 \cdot 370 = 257076 \text{ N} = 25,71 \text{ ton}$$

2. Tarik

At = Luas penampang kotor tarik

$$At = ((B - ex) \cdot tp) \cdot 2 = (60 - 18,5) \cdot 10 \cdot 2 = 830 \text{ mm}^2$$

Ant = Luas penampang bersih tarik

$$Ant = ((B - ex - 0,5 \cdot dl) \cdot tp) \cdot 2 = (60 - 18,5 - 0,5 \cdot 11,4) \cdot 10 \cdot 2 = 716 \text{ mm}^2$$

$$Nn = Ant \cdot fu = 716 \cdot 370 = 264920 \text{ N} = 26,49 \text{ ton}$$

$Nn \text{ geser} > Nn \text{ tarik}$ , maka : Geser leleh – Tarik fraktur

$$\Phi Nn = \Phi (0,6 \cdot fy \cdot Av + fu \cdot Ant)$$

$$= 0,75 \cdot (0,6 \cdot 240 \cdot 3000 + 370 \cdot 716) = 522690 \text{ N}$$

$$= 52,27 \text{ ton}$$

**(Perencanaan Struktur Baja Dengan Methode LRFD, hal 41)**

Diambil nilai daya dukung batang tarik terkecil

$$Nn = 52,27 \text{ ton}$$

factor reduksi yang digunakan  $\Phi = 0,85$

**(persamaan 6.4-2, SNI 03- 1729- 2002, hal 18)**

$$N_u < \Phi N_n$$

$$1,0169 < 0,85 \times 52,27$$

$$1,0169 < 44,43 \text{ ton} \dots \dots \dots (\text{OK})$$

**Profil 2L 60x60x8 aman dapat digunakan.**

#### 4.1.5 Perhitungan Sambungan

Batang 1316

P maks =  $N_u = 25,8793 \text{ ton} \rightarrow$  output SAP 2000

L bentang = 1500 mm

a. Spesifikasi Baut yang Digunakan :

Tipe baut : A 307

Diameter : 10,4 mm (1/2")

Fu : 410 Mpa

Permukaan baut: tanpa ulir pada bidang geser

**(Perencanaan Struktur Baja Dengan Methode LRFD, hal 110)**

b. Spesifikasi Pelat Buhul :

Tebal plat : 10 mm

Mutu baja : BJ 37

Fy : 240 Mpa

Fu : 370 Mpa

c. Tahanan Geser Baut :

Nilai r untuk baut tanpa ulir pada bidang geser = 0,5

$$\phi V_d = \phi \cdot r \cdot f_{ub} \cdot A$$

$$\phi V_d = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 410 \cdot \left( \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 4^2 \right) = 13054,24 = 1,31 \text{ ton}$$

**(persamaan 13.2-2, SNI 03-1729-2002, hal 100)**

d. Tahanan tumpu baut :

$f_u$  = nilai tegangan tarik putus terendah dari baut dan pelat buhul

$$\phi R_d = 2 \cdot \phi \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u = 2 \cdot 0,75 \cdot 10,4 \cdot 10 \cdot 370 = 57720 \text{ n} = 5,7 \text{ ton}$$

**(persamaan 13.2-8, SNI 03-1729-2002, hal 101)**

Diambil nilai terkecil dari tahanan geser baut dan tahanan tumpu baut

$$\text{jumlah baut yang kebutuhan } \frac{Nu}{\phi Vd} = \frac{3,7714u}{1,31} = \mathbf{2,88 \text{ buah}}$$

jumlah baut minimum 2 buah Dipakai = 3 baut

e. Jarak Antar Baut

$$SS > 3 \text{ db}$$

$$3 \text{ db} = 3 \cdot 10,4 = 31,2 \text{ mm}$$

$$S < 15 \text{ tp}$$

$$15 \text{ tp} = 15 \cdot 10 = 150 \text{ mm}$$

$$SS < 150$$

S diambil 45 mm

f. Jarak Baut ke Tepi Pelat

$$S \text{ tepi} > 1,5 \text{ db}$$

$$1,5 \text{ db} = 1,5 \cdot 10,4 = 15,6 \text{ mm}$$

$$12 \text{ tp} = 12 \cdot 10 = 120 \text{ mm}$$

$$SS < 120 \text{ mm}$$

S diambil 30 mm



(pasal 13.4.2 dan 13.4.3, SNI 03- 1729- 2002, hal 104)

#### 4.1.6 Perhitungan Pelat Kopel

Batang 12

P maks= Nu = - 20,3847 ton → hasil output SAP 2000

L bentang = 1581,14 mm

Digunakan pelat kopel 8 buah Jarak antar pelat kopel

$$Li = \frac{Lb}{n - 1}$$

$$Li = \frac{1581,14}{8 - 1} = 225,91 \text{ mm}$$

- a. Menghitung tinggi pelat kopel

Digunakan pelat kopel :

Tebal = 10 mm

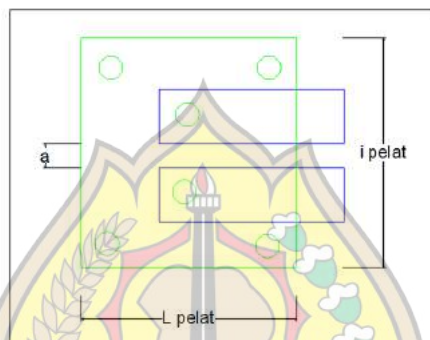
Lebar = 130 mm

Mutu baja = BJ 37

$F_y$  = 240 Mpa

$F_u$  = 370 Mpa

$\sigma$  = 160 Mpa



**Gambar 4.34** Pemodelan *Area Geser*

Sumber : Data Pribadi Program Autocad v19

$$I_{x \text{ pelat}} = \frac{1}{12} t \cdot h^3$$

$a$  = jarak antar titik pusat massa elemen komponen

$a = 2e + \text{jarak antar profil L}$

$$a = 2 \times 18,5 + 10 = 47 \text{ mm}$$

$I_{\min}$  = moment inersia minimal elemen komponen

$$I_{\min} = 146000 \text{ mm}^4 \text{ (tabel Baja Hal,37)}$$

- b. Syarat Kekakuan Pelat Kopel

$$\frac{I_{x \text{ pelat}}}{a} \geq 10 \frac{I_{\min}}{L_i}$$

(persamaan 9.3.5, SNI 03-1729-2002, hal 59)

$$\frac{1}{12} t h^3 \geq 10 \frac{a \cdot I_{\min}}{L_i}$$

$$h \geq \left(10 \cdot 10 \frac{a \cdot I_{min}}{t \cdot Li}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$h \geq \left(100 \frac{47.146000}{10.225,91}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$h \geq 67,22 \text{ mm}$$

Dipakai  $h = 100 \text{ mm}$

c. Periksa terhadap geser

Gaya lintang yang dipikul pelat kopel

$$D_u = 0,02 \quad N_u = 0,02 \cdot 8,8225 = 0,176 \text{ ton}$$

Gaya lintang yang dipikul 1 pelat kopel

$$D1 \text{ pelat} = \frac{0,176}{8} = 0,022 \text{ ton}$$

d. Tahanan Geser Pelat Kopel :

$$\lambda_w = \frac{h}{tw} = \frac{100}{10} = 10 \text{ mm}$$

$$K_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} = 27,63$$

$$\frac{h}{tw} \leq 1,10 \sqrt{\frac{K_n E}{f_y}}$$

(persamaan 8.8-2 , SNI 03-1729-2002, hal 45)

$$10 \leq 1,10 \sqrt{\frac{27,63 \cdot 200000}{240}}$$

$$10 \leq 166,91 \dots \dots \dots \text{OK}$$

Maka tahanan geser nominal pelat:

$$V_n = 2 \cdot 0,6 \cdot f_y \cdot A_w$$

$$= 2 \times 0,6 \times 240 \times 100 \times 10 = 288000 \text{ N}$$

$$= 28,8 \text{ ton}$$

(persamaan 8.8-3a , SNI 03-1729-2002, hal 45)

$$DDSS < \Phi VV_n$$



$$0,176 < 0,75 \cdot 28,8$$

$$0,176 < 21,6 \dots \dots \dots 0000$$

- e. Perhitungan Plat Landasan dan Baut Angkur

Tegangan tumpu pelat landasan

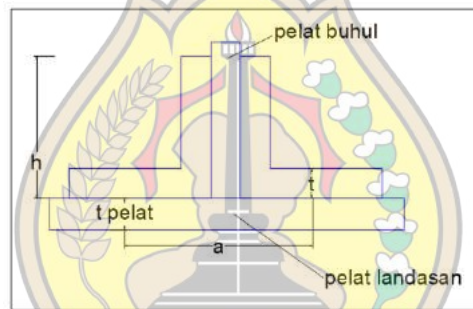
Mutu beton =  $f_c' = 25 \text{ Mpa}$

$\Sigma$  beton =  $0,3 \cdot 25 = 7,5 \text{ Mpa}$  Digunakan tebal pelat = 10 mm

P vertikal maks pada tumpuan = 3,7714 ton → hasil output SAP 2000

P horizontal maks pada tumpuan = 8,8225 ton → hasil output SAP 2000

- f. Menghitung Lebar Pelat Landasan Efektif



**Gambar 4.35** Pemodelan Area Geser

Sumber : Data Pribadi Program Autocad

- g. Lebar Efektif Pelat Landasan

$$a = 2e + \text{jarak antar profil } L$$

$$a = 2 + 18,5 + 10 = 47$$

$\sigma$  beton =  $\sigma$  pelat landasan

$$10 = \frac{Pv}{L \times a}$$

$$L = \frac{37714 \text{ N}}{10 \times 47}$$

$$L = 80,24 \text{ mm}$$

Dipakai  $L = 150 \text{ mm}$

- h. Spesifikasi Baut yang Digunakan : Tipe baut : A 307

Diameter : 10,4 mm (1/2")

Fu : 410 Mpa

i. Periksa terhadap Geser Baut

$$\phi Vd = \phi \cdot r \cdot fub \cdot A$$

$$\phi Vd = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 410 \cdot \left( \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 4^2 \right) = 13054,24 = 1,31 \text{ ton}$$

(persamaan 13.2-2, SNI 03-1729-2002, hal 100)

$$\text{jumlah baut yang kebutuhan } \frac{Nu}{\phi Vd} = \frac{3,7714}{1,31} = 2,89 \text{ buah}$$

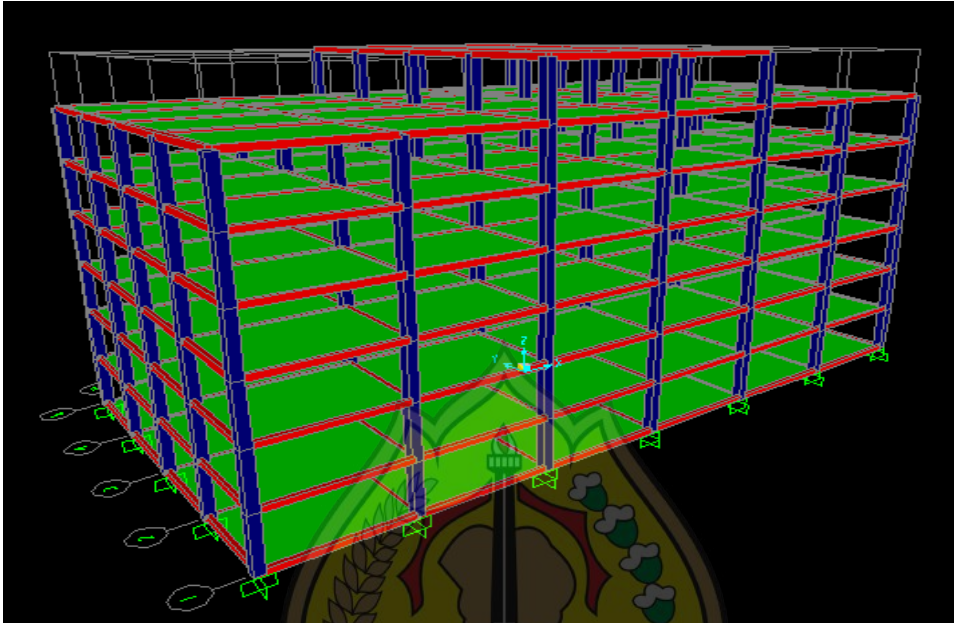
jumlah baut minimum 2 buah Dipakai = 3 baut



USM

## 4.2 Perencanaan Plat Lantai

Pada perencanaan plat lantai Gedung Hotel Padma Semarang



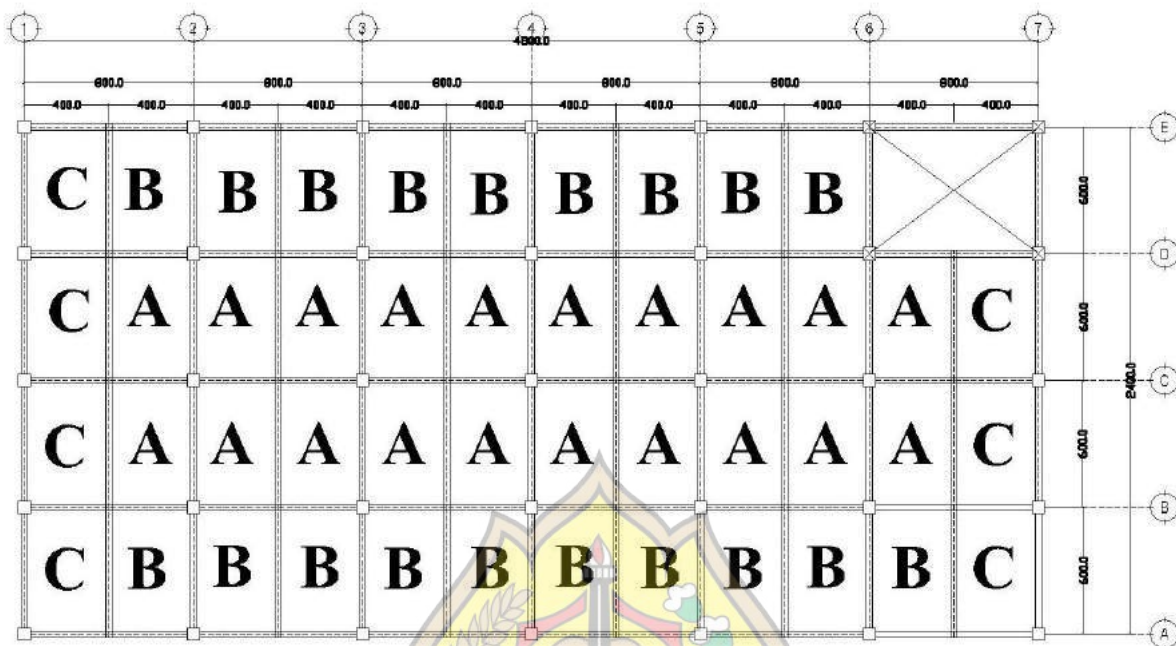
**Gambar 4.36 Perspektif Struktur Pelat Lantai**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi Program SAP V14*

### 4.2.1 Pedoman Perhitungan Pelat

Dalam perencanaan pelat lantai, pedoman yang dipakai adalah :

1. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987)
2. SNI 03-2847-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.
3. Kusuma, Gideon. 1993. Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang. Penerbit Erlangga : Jakarta.
4. Sunggono. 1984. Teknik Sipil. Penerbit Nova : Bandung



Gambar 4.37 Denah Perencanaan Plat Lantai

Sumber : Dokumentasi Pribadi AutoCad v19

## 4.2.2 Perhitungan Pelat Lantai

### 4.2.2.1 Data Teknis Pelat Lantai Rencana:

#### 1. Material Beton

$f_c = 25$  Mpa  
 Berat per unit volume = 2400 Kg/m<sup>3</sup>

(PPPURG 1987)

Modulus elastisitas = 23500 Mpa

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c} \rightarrow 4700 \sqrt{25} = 23500 \text{ Mpa}$$

(SNI -03 -2847 -2002, pasal 10.5(1), hal 54)

#### 2. Material Tulangan

$f_y = 240$  Mpa

(SNI-03-1729-2002, pasal 5.1.3, hal 9)

Berat per unit volume = 7850 kg/m<sup>3</sup>

(PPPURG 1987)

Modulus elastisitas = 200000 Mpa

(SNI-03-1729-2002, pasal 5.1.3, hal 9)

#### 4.2.2.2 Menentukan Syarat-Syarat Batas dan Bentang Pelat

##### Lantai

##### 1. Penulangan Pelat Model I – 2

Pelat Lx = 400 cm, Ly = 600 cm dengan kode A

##### 2. Penulangan Pelat Model I – 4

Pelat Lx = 400 cm, Ly = 600 cm dengan kode B

##### 3. Penulangan Pelat Model I – 5

Pelat Lx = 400 cm, Ly = 600 cm dengan kode C

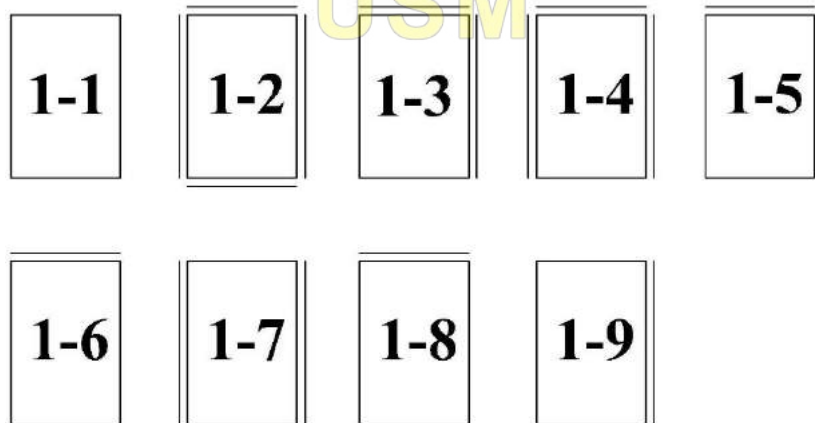
**Keterangan:** Sisi bentang pendek ( Lx )

Sisi bentang Panjang ( Ly )

$$\beta A = \frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5 < 2 \rightarrow \text{menggunakan pelat lantai dua arah (two way slab)}$$

$$\beta B = \frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5 < 2 \rightarrow \text{menggunakan pelat lantai dua arah (two way slab)}$$

$$\beta C = \frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5 < 2 \rightarrow \text{menggunakan pelat lantai dua arah (two way slab)}$$



**Gambar 4.38 Penulangan Pelat Model**

*Sumber : Gideon seri 4.38*

### 4.2.2.3 Menentukan Tebal Pelat Lantai

Perencanaan pelat dalam menentukan tebal diambil dari bentang pelat yang 3 lebih pendek ( $l_x$ ) dari luasan pelat terbesar. Pada lantai dasar sampai 5 memiliki type pelat dengan luasan yang berbeda. Dengan menggunakan asumsi pelat 2 arah, dan menggunakan standar pelat dengan ketebalan 12 cm. Asumsi menggunakan beton konvensional dengan perhitungan bahwa setiap pelat dibatasi oleh balok.

$$h = \frac{\ln \left( 0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9 \frac{L_y}{L_x}} = \frac{600 \left( 0,8 + \frac{240}{1500} \right)}{36 + 9 \frac{600}{400}} = 11,6$$

(Maka tebal pelat lantai yang digunakan yaitu 12 cm)

(SNI -03 -2847 -2002, pasal 11.5(3(3)), hal 66)

### 4.2.2.4 Data Beban Yang Bekerja Pada Pelat

#### 1. Beban Mati

- Berat jenis beton bertulang = 2400 Kg/m<sup>3</sup>
- Berat jenis Baja = 7850 Kg/m<sup>3</sup>
- Berat jenis lapisan lantai = 1800 Kg/m<sup>3</sup>
- Penutup lantai ubin = 24 Kg/m<sup>2</sup>
- Tebal lapisan lantai = 3 cm
- Berat plafond dan penggantung = 18 Kg/cm

( PPPURG 1987, hal 5 dan 6 )

#### 2. Beban Hidup

- Bangunan Hotel = 250 Kg/m<sup>2</sup>
- Dak Atap = 100 Kg/m<sup>2</sup>

( PPPURG 1987, hal 12 )

### 4.2.2.5 Pembebanan Pada Pelat

#### 1. Beban Mati (WD)

- Berat pelat lantai = 2400 x 0,12 = 288 Kg/m<sup>3</sup>
- Berat spaci lantai = 1800 x 0,03 = 54 Kg/m<sup>2</sup>



• Penutup lantai	= 24 Kg/m <sup>2</sup>	
• Berat plafond	= 18 Kg/m <sup>2</sup>	+
Total pembebanan (WD)	= 384 Kg/m <sup>2</sup>	

## 2. Beban Hidup (WL)

• Beban hidup bangunan Hotel	= 250 Kg/m <sup>2</sup>
• Dak Atap	= 100 Kg/m <sup>2</sup>

## 3. Kombinasi Pembebanan

a. Sebagai lantai utama

$$\begin{aligned}
 WU &= 1,2 WD + 1,6 WL \\
 &= 1,2 (384) + 1,6 (250) \\
 &= 860,8 \text{ Kg/m}^2 \Rightarrow 8,608 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

b. Sebagai dak atap

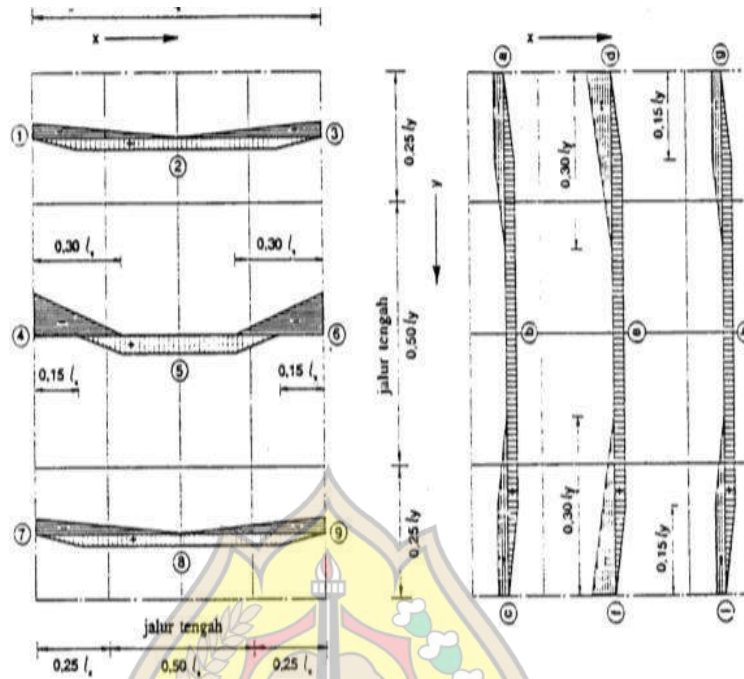
$$\begin{aligned}
 WU &= 1,2 WD + 1,6 WL \\
 &= 1,2 (384) + 1,6 (100) \\
 &= 620,8 \text{ Kg/m}^2 \rightarrow 6,208 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

### 4.2.2.6 Perhitungan Momen pada Tumpuan dan Lapangan

Penulangan Pelat model I – 2, model I – 4, model I – 5 dengan skema dari diagram momen penulangan. Momen penulangan persatuan panjang terhadap beban terbagi rata. Buku Gideon jilid 4, hal 27 tentang tipe lantai.

Keterangan : Tumpuan bebas (sederhana) = Garis tunggal —————

: Tumpuan Jepit penuh = Garis ganda

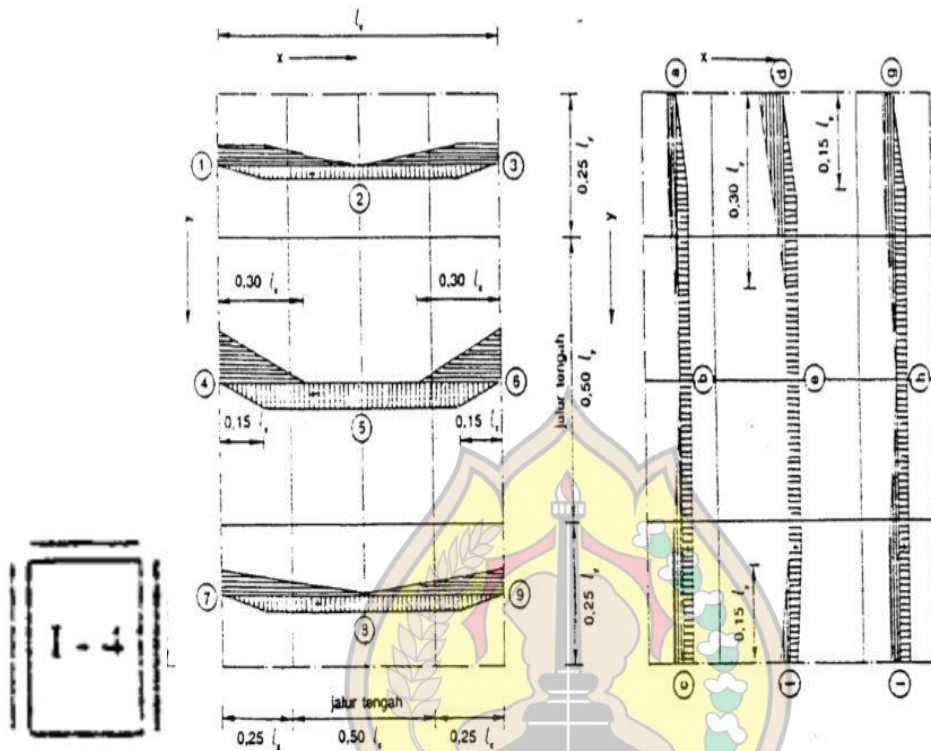


Gambar 4.39 Skema Penulangan Pelat Model I – 2

Sumber : Buku Beton Bertulang, Gideon Kusuma seri 4

Tabel 4.3 Skema Penulangan Pelat Model I – 2

Koefisien untuk momen penulangan																		
$l/l_x$	$m_{xx} = 0,001 w l_x^2 x$									$m_{yy} = 0,001 w l_y^2 x$								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1.0	-14	+11	-14	-44	+17	-44	-14	+11	-14	-14	+11	-14	-44	+17	-14	-14	+11	-14
1.2	-19	+13	-19	-56	+24	-56	-19	+13	-19	-15	+12	-15	-47	+17	-17	-15	+12	-15
1.4	-23	+15	-23	-65	+29	-65	-23	+15	-23	-15	+12	-15	-47	+16	-17	-15	+12	-15
1.6	-27	+17	-27	-71	+32	-71	-27	+17	-27	-15	+13	-15	-47	+15	-17	-15	+13	-15
1.8	-31	+18	-31	-75	+35	-75	-31	+18	-31	-15	+13	-15	-47	+15	-17	-15	+13	-15
2.0	-34	+19	-34	-78	+37	-78	-34	+19	-34	-15	+13	-15	-46	+15	-16	-15	+13	-15
2.5	-41	+20	-41	-81	+40	-81	-41	+20	-41	-15	+13	-15	-45	+15	-15	-15	+13	-15
3.0	-47	+23	-47	-83	+41	-83	-47	+23	-47	-15	+14	-15	-44	+15	-14	-15	+14	-15



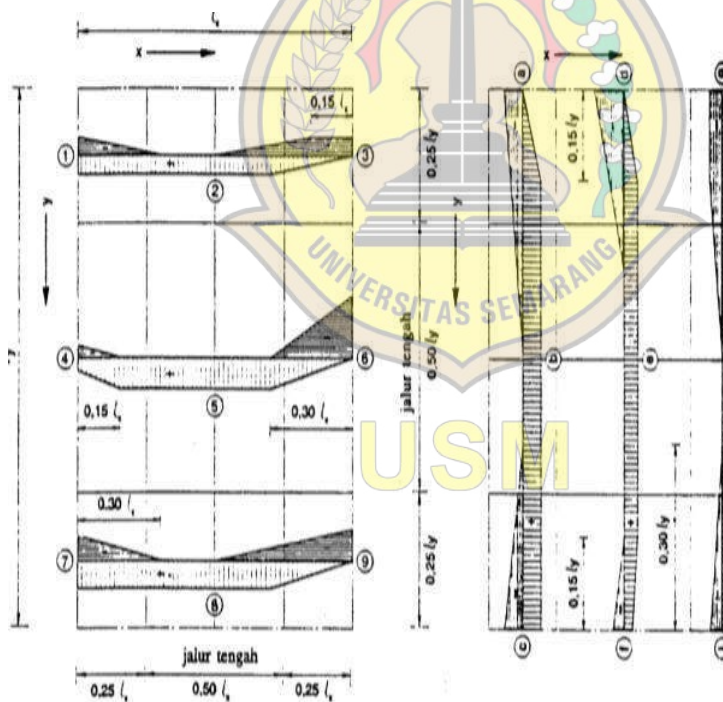
Keterangan : Tumpuan bebas (sederhana) = Garis tunggal —————  
 : Tumpuan Jepit penuh = Garis ganda =

**Gambar 4.40 Skema Penulangan Pelat Model I – 4**

Sumber : Buku Beton Bertulang, Gideon Kusuma seri 4

Koefisien untuk momen penulangan																		
$l_x/l_y$	$m_{xx} = 0,001 w l_x^2 x$									$m_{yy} = 0,001 w l_y^2 x$								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1.0	-15	+12	-15	-53	+22	-53	-30	+20	-30	-15	+17	±17	-47	+21	±10	-15	+17	±17
1.2	-19	+14	-19	-63	+28	-63	-35	+22	-35	-15	+18	±18	-48	+21	±11	-15	+18	±18
1.4	-23	+15	-23	-70	+32	-70	-39	+24	-39	-15	+18	±18	-48	+20	±11	-15	+18	±18]
1.6	-27	+17	-27	-75	+35	-75	-43	+25	-43	-15	+18	±18	-47	+20	±11	-15	+18	±18
1.8	-31	+18	-31	-76	+37	-76	-46	+25	-46	-15	+17	±17	-47	+20	±11	-15	+17	±17
2.0	-34	+19	-34	-80	+39	-80	-48	+25	-48	-15	+17	±17	-46	+20	±11	-15	+17	±17
2.5	-41	+20	-41	-82	+41	-82	-54	+27	-54	-15	+16	±16	-45	+20	±12	-15	+16	±16
3.0	-47	+23	-47	-83	+42	-83	-58	+29	-58	-15	±16	±16	-44	+20	±13	-15	+16	±16

Tabel 4.4 Skema Penulangan Pelat Model I – 4



Keterangan : Tumpuan bebas (sederhana) = Garis tunggal  
 : Tumpuan Jepit penuh = Garis ganda

Gambar 4.41 Skema Penulangan Pelat Model I – 5

Sumber : Buku Beton Bertulang, Gideon Kusuma seri 4



Koefisien untuk momen penulangan																		
$l_y/l_x$	$m_{xx} = 0,001 w l_x^2 x$									$m_{yy} = 0,001 w l_y^2 x$								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1,0	±20	+20	-16	±12	+27	-60	±31	+31	-33	-33	+31	±31	-60	+27	±12	-16	+20	±20
1,2	±24	+24	-21	±13	+37	-76	±36	+36	-41	-36	+35	±35	-65	+27	±14	-17	+22	±21
1,4	±28	+28	-26	±13	+44	-88	±40	+40	-48	-38	+38	±38	-67	+28	±15	-18	+23	±21
1,6	±30	+30	-32	±12	+50	-98	±43	+43	-54	-38	+39	±39	-67	+27	±16	-18	+23	±21
1,8	±32	+32	-36	±11	+55	-104	±45	+45	-59	-38	+39	±39	-67	+28	±16	-18	+23	±21
2,0	±33	+33	-41	±10	+59	-110	±45	+45	-63	-38	+38	±38	-66	+28	±16	-17	+23	±21
2,5	±36	+36	-51	±6	+64	-117	±46	+46	-71	-38	+37	±37	-64	+28	±17	-17	+22	±21
3,0	±38	+38	-60	±4	+67	-121	±48	+48	-78	-38	+37	±37	-63	+28	±18	-17	+22	±21

Tabel 4.5 Skema Penulangan Pelat Model I – 5

#### 4.2.2.7 Momen Yang Dihasilkan

Perhitungan pada pelat tipe A dengan dimensi 600 x 400 cm dan tipe plat I-2, lantai utama

1. Momen lapangan arah x (1)

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,5 \rightarrow x = -27$$

$$M_x = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot x$$

$$M_x = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot -27$$

$$M_x = -3,718 \text{ KN.m}$$

2. Momen arah x (2)

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,5 \rightarrow x = 17$$

$$M_x = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot x$$

$$M_x = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot 17$$

$$Mx = 2,341 \text{ KN.m}$$

3. Momen arah x (3)

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{Ly}{Lx} = 1,5 \rightarrow x = -27$$

$$Mx = 0,001 \cdot Wu \cdot Lx^2 \cdot x$$

$$Mx = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot -27$$

$$Mx = -3,718 \text{ KN.m}$$

4. Momen arah x (4)

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{Ly}{Lx} = 1,5 \rightarrow x = -71$$

$$Mx = 0,001 \cdot Wu \cdot Lx^2 \cdot x$$

$$Mx = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot -71$$

$$Mx = -9,778 \text{ KN.m}$$

5. Momen arah x (5)

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{Ly}{Lx} = 1,5 \rightarrow x = 32$$

$$Mx = 0,001 \cdot Wu \cdot Lx^2 \cdot x$$

$$Mx = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot 32$$

$$Mx = 4,407 \text{ KN.m}$$

6. Momen arah x (6)

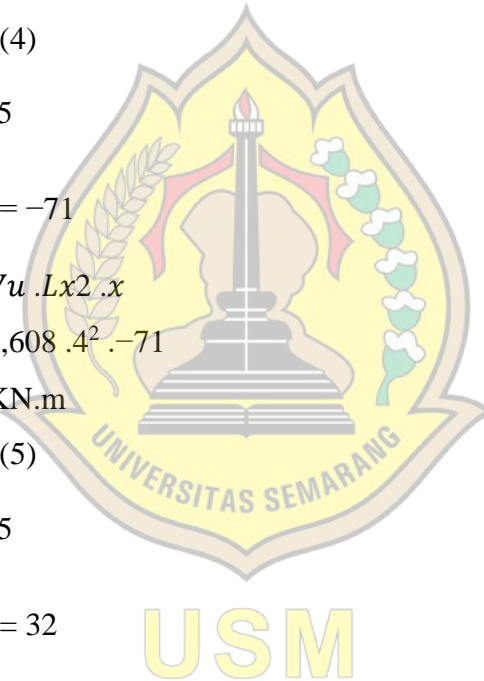
$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{Ly}{Lx} = 1,5 \rightarrow x = -71$$

$$Mx = 0,001 \cdot Wu \cdot Lx^2 \cdot x$$

$$Mx = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot -71$$

$$Mx = -9,778 \text{ KN.m}$$





## 7. Momen arah x (7)

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,5 \rightarrow x = -27$$

$$M_x = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot x$$

$$M_x = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot -27$$

$$M_x = -3,718 \text{ KN.m}$$

## 8. Momen arah x (8)

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,5 \rightarrow x = 17$$

$$M_x = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot x$$

$$M_x = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot 17$$

$$M_x = 2,341 \text{ KN.m}$$

## 9. Momen arah x (9)

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,5 \rightarrow x = -27$$

$$M_x = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot x$$

$$M_x = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot -27$$

$$M_x = -3,718 \text{ KN.m}$$

## 10. Momen arah y ( a )

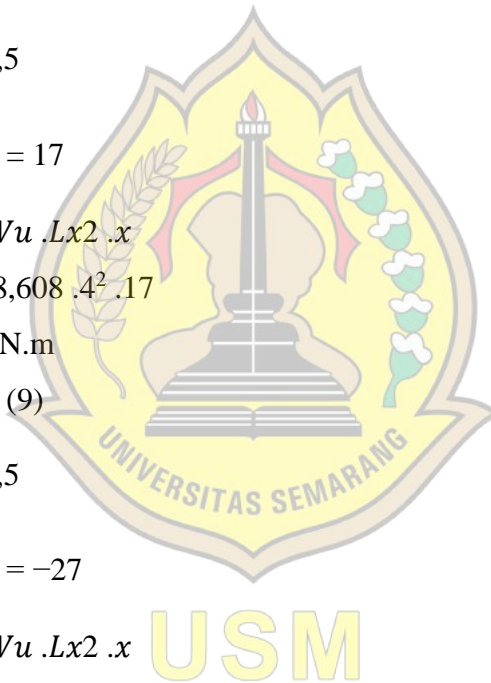
$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,5 \rightarrow x = -15$$

$$M_y = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot x$$

$$M_y = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot -15$$

$$M_y = -2,065 \text{ KN.m}$$



## 11. Momen arah y ( b )

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,5 \rightarrow x = 13$$

$$M_y = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot x$$

$$M_y = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot 13$$

$$M_y = 1,790 \text{ KN.m}$$

## 12. Momen arah y ( c )

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,5 \rightarrow x = -15$$

$$M_y = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot x$$

$$M_y = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot -15$$

$$M_y = -2,065 \text{ KN.m}$$

## 13. Momen arah y ( d )

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,5 \rightarrow x = -47$$

$$M_y = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot x$$

$$M_y = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot -47$$

$$M_y = -6,473 \text{ KN.m}$$

## 14. Momen arah y ( e )

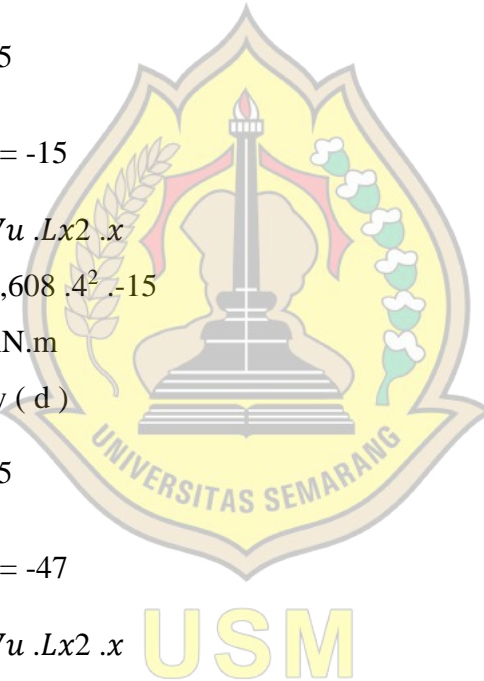
$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,5 \rightarrow x = 15$$

$$M_y = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot x$$

$$M_y = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot 15$$

$$M_y = 2,065 \text{ KN.m}$$



15. Momen arah y ( f )

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,5 \rightarrow x = -47$$

$$M_y = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot x$$

$$M_y = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot -47$$

$$M_y = -6,473 \text{ KN.m}$$

16. Momen arah y ( g )

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,5 \rightarrow x = -15$$

$$M_y = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot x$$

$$M_y = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot -15$$

$$M_y = -2,065 \text{ KN.m}$$

17. Momen arah y ( h )

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,5 \rightarrow x = 13$$

$$M_y = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot x$$

$$M_y = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot 13$$

$$M_y = 1,790 \text{ KN.m}$$

18. Momen arah y ( i )

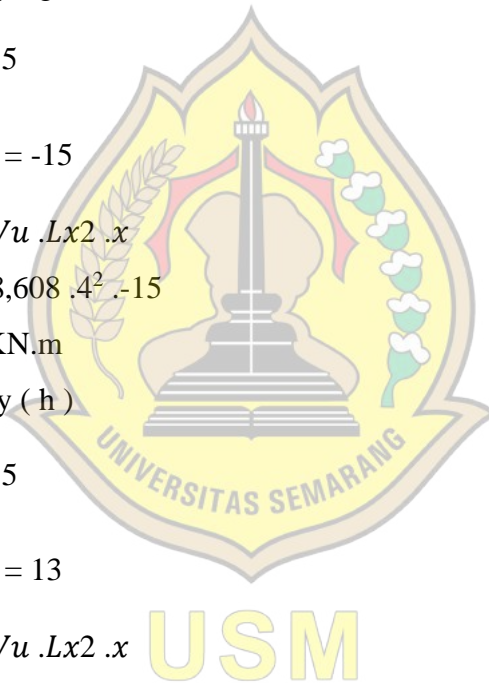
$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{400} = 1,5$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 1,5 \rightarrow x = -15$$

$$M_y = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot x$$

$$M_y = 0,001 \cdot 8,608 \cdot 4^2 \cdot -15$$

$$M_y = -2,065 \text{ KN.m}$$



## Perhitungan Momen Secara Manual Dengan Dibantu Program Excel

DIMENSI (cm)		FUNGSI	WU (KN/m <sup>2</sup> )	LY/Lx	TIPE	Koefisien Momen Penulangan Arah X								
Lx	Ly					(X)								
400	600	Lantai Utama	8,608	1,5	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9
						-27	17	-27	-71	32	-71	-27	17	-27
						$M_x = 0,001 * W_u * (L^2) * X$								
						(KN.m)								
A						-3,718	2,341	-3,718	-9,778	4,407	-9,778	-3,718	2,341	-3,718
						Koefisien Momen Penulangan Arah Y								
						(Y)								
						A	B	C	D	E	F	G	H	I
						-15	13	-15	-47	15	-47	-15	13	-15
						$M_y = 0,001 * W_u * (L^2) * X$								
						(KN.m)								
						-2,065	1,79	-2,065	-6,473	2,065	-6,473	-2,065	1,79	-2,065

DIMENSI (cm)		FUNGSI	WU (KN/m <sup>2</sup> )	LY/Lx	TIPE	Koefisien Momen Penulangan Arah X								
Lx	Ly					(X)								
400	600	Lantai Utama	8,608	1,5	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9
						-27	17	-27	-75	35	-75	-43	25	-43
						$M_x = 0,001 * W_u * (L^2) * X$								
						(KN.m)								
B						-3,718	2,341	-3,718	-10,329	4,82	-10,329	-5,922	3,443	-5,922
						Koefisien Momen Penulangan Arah Y								
						(Y)								
						A	B	C	D	E	F	G	H	I
						-15	18	18	-47	20	11	-15	18	18
						$M_y = 0,001 * W_u * (L^2) * X$								
						(KN.m)								
						-2,065	2,479	2,479	-6,473	2,754	1,515	-2,065	2,479	2,479

DIMENSI (cm)		FUNGSI	WU (KN/m <sup>2</sup> )	LY/Lx	TIPE	Koefisien Momen Penulangan Arah X								
Lx	Ly					(X)								
400	600	Lantai Utama	8,608	1,5	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9
						30	30	-32	12	50	-98	43	43	-54
						$M_x = 0,001 * W_u * (L^2) * X$								
						(KN.m)								
C						4,131	4,131	-4,407	1,652	6,886	-13,497	5,922	5,922	-7,437
						Koefisien Momen Penulangan Arah Y								
						(Y)								
						A	B	C	D	E	F	G	H	I
						-38	39	39	-67	27	16	-18	23	22
						$M_y = 0,001 * W_u * (L^2) * X$								
						(KN.m)								
						-5,233	5,371	5,371	-9,227	3,718	2,203	-2,479	3,167	3,03

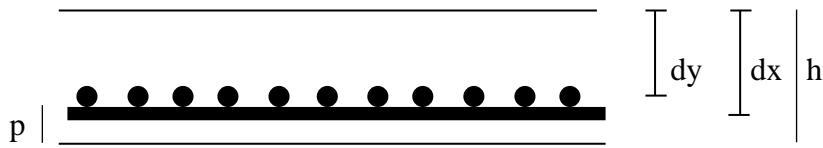
Tabel 4.6 Momen Pelat Yang Dihasilkan

Sumber : Dokumentasi Pribadi (Program Microsoft Excel)

## 4.2.2.8 Perhitungan Penulangan Pelat

- Tebal pelat (h) = 12 cm → 120 mm
- $f_c$  = 25 Mpa → 250 Kg/cm<sup>2</sup>
- $f_y$  = 240 Mpa → 2400 Kg/cm<sup>2</sup>
- Tebal Selimut Beton =  $p$  = 20 mm

(Buku Gideon jilid 1, tabel 3, hal 44)



- $p \text{ min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$

(Buku Gideon jilid 1, tabel 6, hal 51)

- Diameter Tulangan arah x =  $\varnothing 10 \rightarrow 10 \text{ mm}$

Tinggi evektif arah x

$$\begin{aligned} dx &= h - p - \frac{1}{2} \varnothing D_x \\ &= 120 - 20 - \frac{1}{2} 10 \\ &= 95 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Diameter Tulangan arah y =  $\varnothing 10 \rightarrow 10 \text{ mm}$

Tinggi evektif arah x

$$\begin{aligned} dx &= h - p - \varnothing D_y - \frac{1}{2} \varnothing D_y \\ &= 120 - 20 - 10 - \frac{1}{2} 10 \\ &= 85 \text{ mm} \end{aligned}$$

(Buku Gideon jilid 1 , hal 43-44)

#### 4.2.2.9 Tulangan Yang Dihasilkan

Perhitungan tulangan pada pelat lantai secara manual dengan dibantu program excel. Perhitungan tulangan pada interpolasi untuk menentukan ( $\rho$ ), sesuai dengan tabel 5.1h, buku Gideon jilid 4 pada halaman 51. Adapun rumus dalam interpolasi:

$$\frac{Mu}{bxd^2} = A \quad \rightarrow \rho = a$$

$$\frac{Mu}{bxd^2} = X \quad \rightarrow \text{Interpolasi}$$

$$\frac{Mu}{bxd^2} = B \quad \rightarrow \rho = b$$

Tabel 4.7 Penentuan ρ pada Mutu beton f'c 25

Sumber : Buku Struktur Beton Bertulang (Gideon Kusuma) hal.51

MUTU BETON f'c 25 φ = 1

M <sub>u</sub> / kN·m	f'c = 24.0 MPa		f'c = 40.0 MPa		z/d	z/d
	ρ	ρ	ρ	ρ		
100	0.0004	0.239	0.0003	0.399	0.006	0.998
200	0.0008	0.229	0.0005	0.398	0.011	0.995
300	0.0013	0.228	0.0008	0.397	0.017	0.993
400	0.0017	0.228	0.0010	0.396	0.022	0.990
500	0.0021	0.227	0.0013	0.395	0.028	0.988
600	0.0025	0.227	0.0015	0.394	0.034	0.986
700	0.0030	0.226	0.0018	0.393	0.039	0.983
800	0.0034	0.225	0.0020	0.392	0.045	0.981
900	0.0038	0.225	0.0023	0.391	0.051	0.978
1000	0.0043	0.224	0.0026	0.390	0.057	0.976
1100	0.0047	0.224	0.0028	0.389	0.063	0.973
1200	0.0051	0.223	0.0031	0.388	0.068	0.971
1300	0.0056	0.222	0.0034	0.387	0.074	0.968
1400	0.0060	0.222	0.0036	0.387	0.080	0.966
1500	0.0065	0.221	0.0039	0.385	0.086	0.963
1600	0.0069	0.221	0.0042	0.384	0.092	0.961
1700	0.0074	0.220	0.0044	0.383	0.098	0.958
1800	0.0078	0.220	0.0047	0.382	0.104	0.956
1900	0.0083	0.220	0.0050	0.381	0.110	0.953
2000	0.0088	0.228	0.0053	0.380	0.116	0.950
2200	0.0097	0.227	0.0058	0.378	0.129	0.945
2400	0.0106	0.226	0.0064	0.376	0.141	0.940
2600	0.0116	0.224	0.0070	0.374	0.154	0.935
2800	0.0126	0.223	0.0075	0.372	0.167	0.929
3000	0.0135	0.222	0.0081	0.369	0.180	0.924
3200	0.0145	0.220	0.0087	0.367	0.193	0.918
3400	0.0155	0.219	0.0093	0.365	0.206	0.912
3600	0.0165	0.218	0.0099	0.363	0.220	0.907
3800	0.0176	0.216	0.0105	0.360	0.234	0.901
4000	0.0186	0.215	0.0112	0.358	0.247	0.895
4200	0.0197	0.213	0.0118	0.356	0.262	0.889
4400	0.0208	0.212	0.0125	0.353	0.276	0.883
4600	0.0219	0.210	0.0131	0.351	0.291	0.877
4800	0.0230	0.209	0.0138	0.348	0.305	0.870
5000	0.0241	0.207	0.0145	0.346	0.320	0.864
5200	0.0253	0.206	0.0152	0.343	0.336	0.857
5400	0.0265	0.204	0.0159	0.340	0.351	0.851
5600	0.0277	0.203	0.0166	0.338	0.367	0.844
5800	0.0289	0.201	0.0173	0.335	0.384	0.837
6000	0.0301	0.199	0.0181	0.332	0.400	0.830
6200	0.0314	0.197	0.0188	0.329	0.417	0.823
6400	0.0327	0.196	0.0196	0.326	0.435	0.815
6600	0.0340	0.194	0.0204	0.323	0.452	0.808
6800	0.0354	0.192			0.471	0.800
7000	0.0368	0.190			0.489	0.792
7200	0.0383	0.188			0.509	0.784
7400	0.0398	0.186			0.528	0.775
7600	0.0413	0.184			0.549	0.767

Sedangkan untuk mencari tulangan pada pelat lantai dibantu dengan tabel 13a, buku Gideon jilid 1 pada halaman 82



Jarak pusat ke pusat dalam mm	Diameter dalam mm							
	6	8	10	12	14	16	19	20
50	565	1005	1571	2262	3079	4022	5671	6284
75	377	670	1047	1508	2053	2681	3780	4189
100	283	503	785	1131	1539	2011	2835	3142
125	226	402	628	905	1232	1608	2268	2513
150	188	335	524	754	1026	1340	1890	2094
175	162	287	449	646	880	1149	1620	1795
200	141	251	393	565	770	1005	1418	1571
225	126	223	349	503	684	894	1260	1396
250	113	201	314	452	616	804	1134	1257

**Tabel 4.8 Diameter Batang dalam mm<sup>2</sup> per meter lebar Pelat**

Sumber : Buku Struktur Beton Bertulang (Gideon Kusuma)

Dalam menentukan diameter dan jumlah tulangan disesuaikan dengan perencanaan yang dibuat. Adapun hasil dari perhitungan tulangan, sebagai berikut: Perhitungan pada pelat tipe A dengan dimensi 600 x 400 cm, lantai utama.

### 1. Penulangan Arah X ( 4 )

$$\text{Momen Tumpuan (Mtx1)} = -9,778 \text{ KN.m}$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = \frac{-9,778}{1,0 \times 0,095^2} = 1083,434 \text{ KN/m}^2$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = 1000 \rightarrow \rho = 0,0043$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = 1083,434 \rightarrow \text{Interpolasi}$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = 1100 \rightarrow \rho = 0,0047$$

$$\rho = 0,0043 + \frac{83,434}{100} \times (0,0047 - 0,0043)$$

$$= 0,0046 \rightarrow \rho_{\min} > \rho$$

$$A_s = \rho_{\min} \times b \times d_x$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 95$$

$$= 551 \text{ mm}^2$$

Didapat dari tabel 13a Tulangan yang dipakai  $\varnothing 10 - 125$  ( $A_s = 628 \text{ mm}^2$ )

## 2. Penulangan Arah X ( 5 )

$$\begin{aligned} \text{Momen Tumpuan (Mlx)} &= 4,407 \text{ KN.m} \\ \frac{Mu}{b \times d^2} &= \frac{4,407}{1,0 \times 0,095^2} = 488,31 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\frac{Mu}{b \times d^2} = 400 \rightarrow \rho = 0,0017$$

$$\frac{Mu}{b \times d^2} = 488,31 \rightarrow \text{Interpolasi}$$

$$\frac{Mu}{b \times d^2} = 500 \rightarrow \rho = 0,0021$$

$$\begin{aligned} \rho &= 0,0017 + \frac{88,31}{100} \times (0,0021 - 0,0017) \\ &= 0,00205 \rightarrow \rho_{\min} > \rho \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\min} \times b \times dx \\ &= 0,0058 \times 1000 \times 95 \\ &= 551 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Didapat dari tabel 13a Tulangan yang dipakai  $\varnothing 10 - 125$  ( $A_s = 628 \text{ mm}^2$ )

## 3. Penulangan Arah X ( 6 )

$$\begin{aligned} \text{Momen Tumpuan (Mtx2)} &= -9,778 \text{ KN.m} \\ \frac{Mu}{b \times d^2} &= \frac{-9,778}{1,0 \times 0,095^2} = -1083,434 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\frac{Mu}{b \times d^2} = 1000 \rightarrow \rho = 0,0043$$

$$\frac{Mu}{b \times d^2} = 1083,434 \rightarrow \text{Interpolasi}$$

$$\frac{Mu}{b \times d^2} = 1100 \rightarrow \rho = 0,0047$$

$$\begin{aligned} \rho &= 0,0043 + \frac{83,434}{100} \times (0,0047 - 0,0043) \\ &= 0,0046 \rightarrow \rho_{\min} > \rho \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\min} \times b \times dx \\ &= 0,0058 \times 1000 \times 95 \end{aligned}$$

$$= 551 \text{ mm}^2$$

Didapat dari tabel 13a Tulangan yang dipakai  $\varnothing 10 - 125$  ( $A_s = 628 \text{ mm}^2$ )

#### 4. Penulangan Arah Y ( d )

$$\text{Momen Tumpuan (Mty1)} = -6,473 \text{ KN.m}$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = \frac{-6,473}{1,0 \times 0,085^2} = 895,916 \text{ KN/m}^2$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = 800 \rightarrow \rho = 0,0034$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = 895,916 \rightarrow \text{Interpolasi}$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = 900 \rightarrow \rho = 0,0038$$

$$\rho = 0,0034 + \frac{95,916}{100} \times (0,0038 - 0,0034)$$

$$= 0,00378 \rightarrow \rho_{\min} > \rho$$

$$A_s = \rho_{\min} \times b \times d_x$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 85$$

$$= 493 \text{ mm}^2$$

Didapat dari tabel 13a Tulangan yang dipakai  $\varnothing 10 - 150$  ( $A_s = 524 \text{ mm}^2$ )

#### 5. Penulangan Arah Y ( e )

$$\text{Momen Tumpuan (Mty)} = 2,065 \text{ KN.m}$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = \frac{2,065}{1,0 \times 0,085^2} = 285,813 \text{ KN/m}^2$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = 200 \rightarrow \rho = 0,0008$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = 285,813 \rightarrow \text{Interpolasi}$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = 300 \rightarrow \rho = 0,0013$$

$$\rho = 0,0008 + \frac{85,813}{100} \times (0,0013 - 0,0008)$$

$$= 0,001229 \rightarrow \rho_{\min} > \rho$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho_{min} \times b \times d_x \\
 &= 0,0058 \times 1000 \times 85 \\
 &= 493 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Didapat dari tabel 13a Tulangan yang dipakai Ø 10 – 150 (As = 524 mm<sup>2</sup>)

**6. Penulangan Arah Y ( f )**

Momen Tumpuan (Mty2) = -6,473 KN.m

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = \frac{-6,473}{1,0 \times 0,085^2} = 895,916 \text{ KN/m}^2$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = 800 \rightarrow \rho = 0,0034$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = 895,916 \rightarrow \text{Interpolasi}$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = 900 \rightarrow \rho = 0,0038$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= 0,0034 + \frac{95,916}{100} \times (0,0038 - 0,0034) \\
 &= 0,00378 \rightarrow \rho_{min} > \rho
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho_{min} \times b \times d_x \\
 &= 0,0058 \times 1000 \times 85 \\
 &= 493 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Didapat dari tabel 13a Tulangan yang dipakai Ø 10 – 150 (As = 524 mm<sup>2</sup>)

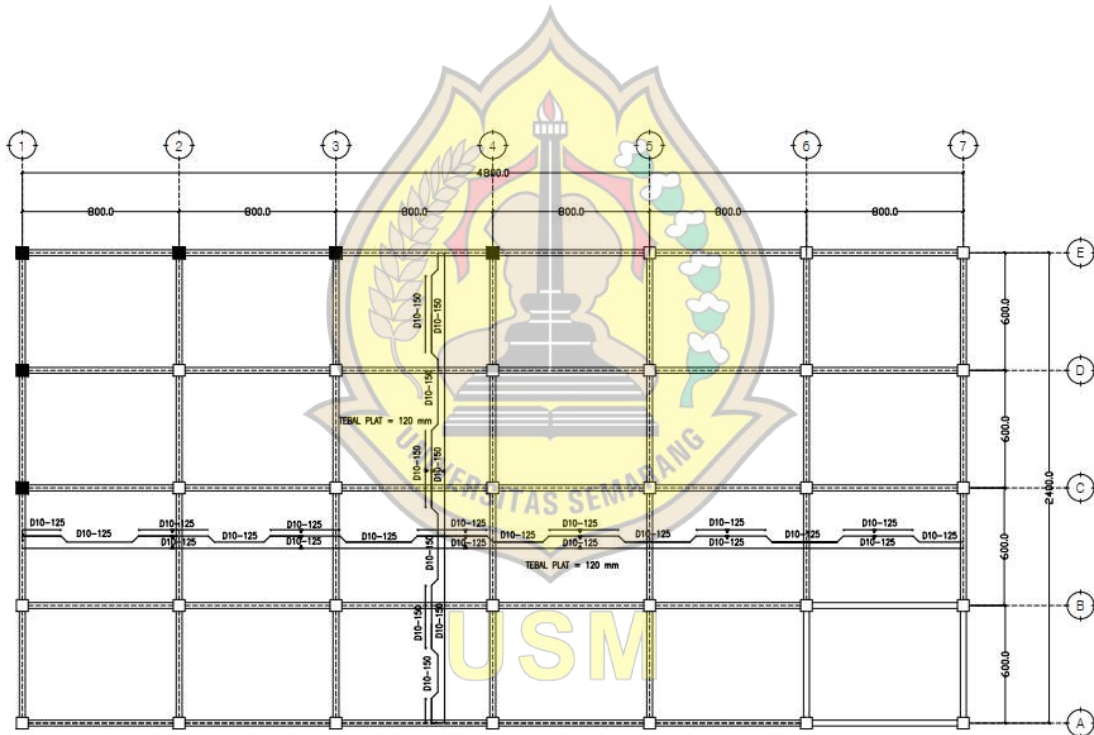
No	TIPE PLAT	Kode Tabel	Momen (Mx) (KN.m)	b (m)	d (mm)	Mu/(b*d <sup>2</sup> ) (KN/m <sup>2</sup> )	INTERPOLASI				p	p min	AS (mm <sup>2</sup> )	TULANGAN	AS' (mm <sup>2</sup> )
							Mu/(b*d <sup>2</sup> )	p'	Mu/(b*d <sup>2</sup> )	p''					
1	A	Ttx1	-9,778	1	95	1083,434	1000	0,0043	1100	0,0047	0,0046	0,0058	551	Ø 10 – 125	628
		Tlx	4,407	1	95	488,31	400	0,0017	500	0,0021	0,00205	0,0058	551	Ø 10 – 125	628
		Ttx2	-9,778	1	95	1083,434	1000	0,0043	1100	0,0047	0,0046	0,0058	551	Ø 10 – 125	628
		Kode Tabel	Momen (Mx) (KN.m)	b (m)	d (mm)	Mu/(b*d <sup>2</sup> ) (KN/m <sup>2</sup> )	INTERPOLASI				p	p min	AS (mm <sup>2</sup> )	TULANGAN	AS' (mm <sup>2</sup> )
		Tty1	-6,473	1	85	895,916	800	0,0034	900	0,0038	0,00378	0,0058	493	Ø 10 – 125	524
		Tly	2,065	1	85	285,813	200	0,0008	300	0,0013	0,00122	0,0058	493	Ø 10 – 125	524
		Tty2	-6,473	1	85	895,916	800	0,0034	900	0,0038	0,00378	0,0058	493	Ø 10 – 125	524

No	TIPE PLAT	Kode Tabel	Momen (Mx) (KN.m)	b (m)	d (mm)	Mu/(b*d <sup>2</sup> ) (KN/m <sup>2</sup> )	INTERPOLASI				p	p min	AS (mm <sup>2</sup> )	TULANGAN	AS' (mm <sup>2</sup> )
							Mu/(b*d <sup>2</sup> )	p'	Mu/(b*d <sup>2</sup> )	p''					
2	B	Ttx1	-10.329	1	95	1144.487	1100	0.0047	1200	0.0051	0.00487	0.0058	551	Ø 10 – 125	628
		Tlx	4.82	1	95	534.072	500	0.0021	600	0.0025	0.0024	0.0058	551	Ø 10 – 125	628
		Ttx2	-10.329	1	95	1144.487	1100	0.0047	1200	0.0051	0.00487	0.0058	551	Ø 10 – 125	628
		Kode Tabel	Momen (Mx) (KN.m)	b (m)	d (mm)	Mu/(b*d <sup>2</sup> ) (KN/m <sup>2</sup> )	INTERPOLASI				p	p min	AS (mm <sup>2</sup> )	TULANGAN	AS' (mm <sup>2</sup> )
		Tty1	-6.473	1	85	895.916	800	0.0034	900	0.0038	0.00378	0.0058	493	Ø 10 – 150	524
		Tly	2.754	1	85	381.176	300	0.0013	400	0.0017	0.00162	0.0058	493	Ø 10 – 150	524
		Tty2	1.515	1	85	209.688	200	0.0008	300	0.0013	0.00084	0.0058	493	Ø 10 – 150	524

No	TIPE PLAT	Kode Tabel	Momen (Mx)	b	d	Mu/(b*d <sup>2</sup> )	INTERPOLASI				p	p min	AS (mm <sup>2</sup> )	TULANGAN	AS' (mm <sup>2</sup> )	
			(KN.m)	(m)	(mm)	(KN/m <sup>2</sup> )	Mu/(b*d <sup>2</sup> )	p'	Mu/(b*d <sup>2</sup> )	p''						
3	C	Ttx1	1,652	1	95	183,047	100	0,0004	200	0,0008	0,00073	0,0058	551	∅ 10 – 125	628	
		Tlx	6,886	1	95	762,991	700	0,003	800	0,0034	0,00325	0,0058	551	∅ 10 – 125	628	
		Ttx2	-13,497	1	95	1495,512	1400	0,006	1500	0,0065	0,00647	0,0064	608	∅ 10 – 125	628	
		Kode Tabel	Momen (Mx)	b	d	Mu/(b*d <sup>2</sup> )	INTERPOLASI				p	p min	AS (mm <sup>2</sup> )	TULANGAN	AS' (mm <sup>2</sup> )	
			(KN.m)	(m)	(mm)	(KN/m <sup>2</sup> )	Mu/(b*d <sup>2</sup> )	p'	Mu/(b*d <sup>2</sup> )	p''						
			Tty1	-9,227	1	85	1277,093	1200	0,0051	1300	0,0056	0,0054	0,0058	493	∅ 10 – 125	524
			Tly	3,718	1	85	514,602	500	0,0021	600	0,0025	0,0021	0,0058	493	∅ 10 – 125	524
	Tty2	2,203	1	85	304,913	300	0,0013	400	0,0017	0,0013	0,0058	493	∅ 10 – 125	524		

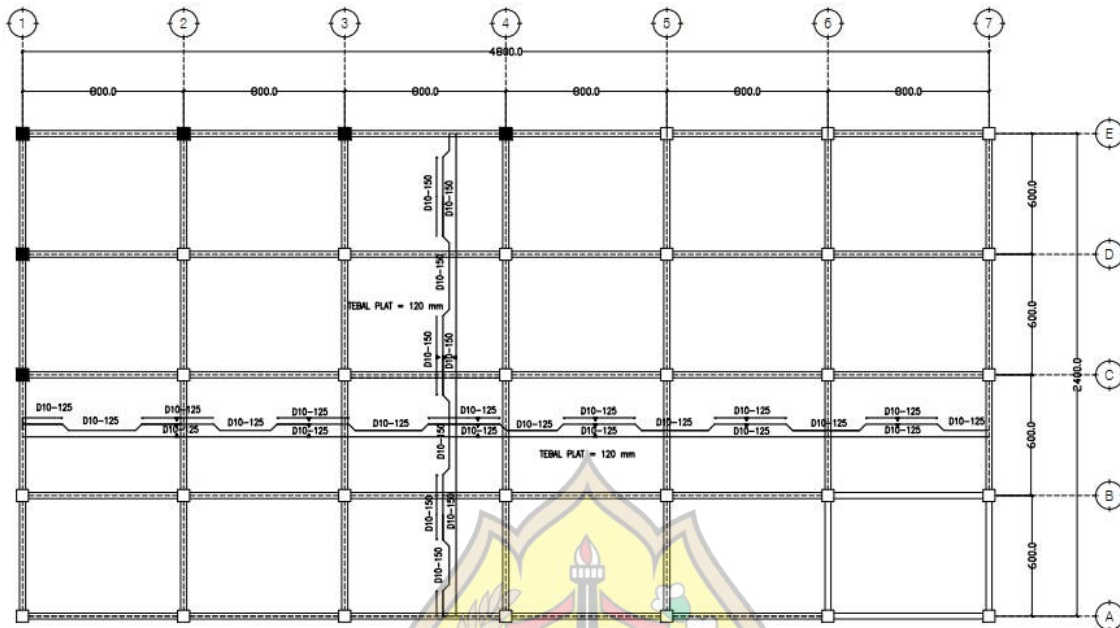
**Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Tulangan Pelat**

Sumber : Dokumentasi Pribadi (Program Microsoft Excel)



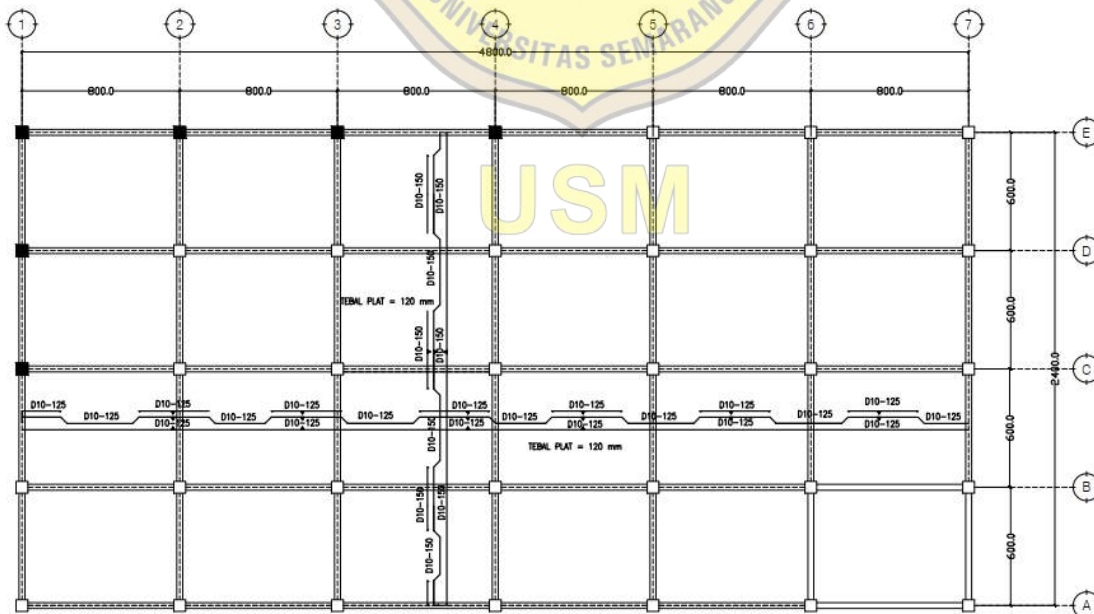
**Gambar 4.42 Penulangan Plat Lantai Basement**

Sumber : Dokumentasi pribadi menggunakan program AutoCAD V19



**Gambar 4.43 Penulangan Plat Lantai 1 – 5**

Sumber : Dokumentasi pribadi menggunakan program AutoCAD V19

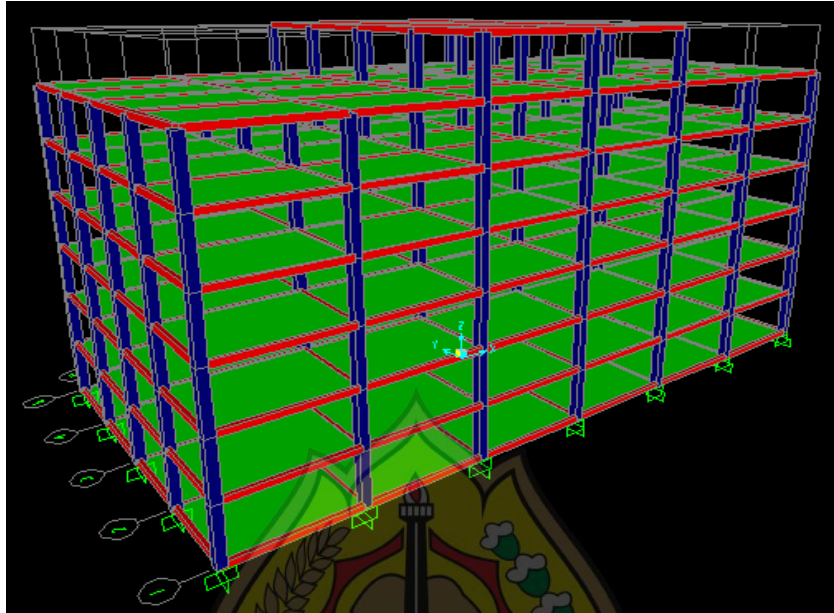


**Gambar 4.44 Penulangan Plat Lantai Atap**

Sumber : Dokumentasi pribadi menggunakan program AutoCAD V19



### 4.3 Perhitungan Struktur Portal



**Gambar 4.45** Prespektif Rangka Portal Struktur Beton

Sumber : dokumentasi pribadi (program SAP V14 )

#### 4.3.1 Pedoman Perhitungan Balok dan Kolom

Dalam perencanaan Balok dan Kolom, pedoman yang dipakai:

1. **Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung** (PPPURG 1987)
2. SNI 03-1726-2012. **Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.**
3. SNI 2847:2013. **Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.**
4. Kusuma, Gideon. 1993. **Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang.** Penerbit Erlangga : Jakarta.
5. L. Wahyudi, Syahril A. Rahim. Standar Baru SNI T-15-1991-03. **Struktur Beton Bertulang.**

#### 4.3.2 Perhitungan Balok dan Kolom

##### 4.3.2.1 Data Teknis Portal

1. Material beton

Berat per unit volume = 2400 Kg/m<sup>3</sup>

$f_c$  ( balok dan kolom ) = 25 Mpa

Modulus elastisitas = 23500 Mpa

$$E_c = 4700\sqrt{f_c} \rightarrow 4700\sqrt{25} = 23500 \text{ Mpa}$$

(SNI 2847:2013, pasal 8.5.1, hal 61 )

## 2. Material tulangan

Besi ulir ,  $F_y$  = 400 Mpa

$F_u$  = 520 Mpa

Besi polos ,  $F_y$  = 240 Mpa

$F_u$  = 370 Mpa

Berat per unit volume = 7850 kg/m<sup>3</sup>

Modulus elastisitas = 200000 Mpa

### 4.3.2.2 Menentukan Syarat-syarat Batas dan Panjang Bentang

Balok dianggap ditumpu bebas pada kedua tepinya, dengan panjang bentang 400 cm, 600 cm dan 800 cm.

### 4.3.2.3 Menentukan Dimensi

1. Pada perencanaan dimensi balok menggunakan acuan dengan asumsi awal,

1/10 dari jarak kolom.

B1 = 30 x 60 cm

B2 = 20 x 30 cm

2. Pada perencanaan dimensi kolom dengan menyesuaikan beban yang terjadi dengan asumsi awal.

K1 = 60 x 60 cm

K2 = 30 x 30 cm

K3 = 30 x 20 cm

K4 = 20 x 20 cm

### 4.3.2.4 Pembebanan Portal

Sesuai dengan Peraturan Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung ( PPPURG 1987 ), ada empat pembebanan yang ditinjau dalam portal, yaitu beban mati, beban

hidup, beban angin dan beban gempa. Sesuai dengan kegunaannya, diperoleh beban sebagai berikut:

#### A. Beban Pada Plat Lantai

##### 1. Beban mati (WD)

Berat pelat lantai	= 2400 x 0,12	= 288 Kg/m <sup>2</sup>
Urugan pasir	= 0,05 x 1600	= 80 Kg/m <sup>2</sup>
Spesi ( tebal 2 cm)	= 2 x 21	= 42 Kg/m <sup>2</sup>
Penutup lantai (tebal 0,5 cm)	= 0,5 x 24	= 12 Kg/m <sup>2</sup>
Berat plafond		= 18 Kg/m <sup>2</sup> +
Total pembebanan (WD)		<hr/> = 440 Kg/m <sup>2</sup>

##### 2. Beban Hidup (WL)

Beban hidup Hotel	= 250 Kg/m <sup>2</sup>
-------------------	-------------------------

#### B. Beban Pada Balok

Berat dinding ( batu bata merah)	= 3,2 m x 250 Kg/m <sup>2</sup>
	= 800 kg/m
Berat dinding (kaca)	= 3,2 m x 10 Kg/m <sup>2</sup>
	= 32 kg/m

Berat kuda-kuda = Beban atap langsung didistribusikan pada pembebanan portal sesuai kordinat dari tumpuan pada atap

### 4.3.2.5 Menentukan Momen pada Portal

Untuk menentukan momen, perhitungan dilakukan menggunakan bantuan program aplikasi komputer ( SAP 2000 ). Hasil momen yang didapat sesuai dengan data masukan.

Hasil momen berbentuk tabel terlampir sebagai lampiran.

#### Perhitungan Tulangan Balok

##### a. Data Balok Balok

Panjang balok	(L)	= 4250 mm
Lebar balok	(b)	= 300 mm
Tinggi balok	(h)	= 450 mm
Tebal penutup beton	(p)	= 40 mm

Diameter tulangan utama =  $D16$  mm

Diameter tulangan Sengkang =  $\emptyset 10$  mm

$F_c = 30$  Mpa  $F_y = 400$  Mpa (tulangan pokok)

$F_y = 240$  Mpa (tulangan sengkang)

Tinggi efektif  $d$  adalah :

$$\begin{aligned} d &= h - p - \emptyset_{\text{sengkang}} - \frac{1}{2} \cdot \emptyset_{\text{tul.utama}} \\ &= 450 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 16 \\ &= 392 \text{ mm} \end{aligned}$$

### b. Tulangan Tumpuan

Frame Text	DesignSect Text	DesignType Text	Status Text	Location mm	FTopCombo Text	FTopArea mm2
32	B 25X45	Beam	No Messages	300	DLEx	536,894
32	B 25X45	Beam	No Messages	756,25	DLEx	352,007
32	B 25X45	Beam	No Messages	1212,5	DLEx	258,469

Untuk nilai luas penampang balok atas(As) diambil dari output nilai SAP2000 sebesar 536,999 mm<sup>2</sup> dipakai tulangan 3D16 (603 mm<sup>2</sup>).

### c. Tulangan Lapangan

Status Text	Location mm	FTopCombo Text	FTopArea mm2	FBotCombo Text	FBotArea mm2	VCombo Text
No Messages	300	DLEx	536,894	DLEx (Sp)	341,667	DCON14 (Sp)
No Messages	756,25	DLEx	352,007	DLEx (Sp)	171,946	DCON14 (Sp)
No Messages	1212,5	DLEx	258,469	DLEx (Sp)	171,946	DCON14 (Sp)

Untuk nilai luas penampang balok atas(As) diambil dari output nilai SAP2000 sebesar 341,667 mm<sup>2</sup> dipakai tulangan 2D16 (402 mm<sup>2</sup>).

### d. Tulangan Sengkang Tumpuan

Location mm	FTopCombo Text	FTopArea mm2	FBotCombo Text	FBotArea mm2	VCombo Text	VRebar mm2/mm
3493,75	DLEx (Sp)	171,946	DLEx	341,667	DCON14 (Sp)	0,53
3950	DCON1	162,599	DLEx	341,667	DCON14 (Sp)	0,581

Penulangan Geser Minimum

$$A_v = \frac{1}{3} \times \frac{b_w \times s}{f_y} \quad (\text{Standar SNI 03-2847-2002})$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{1}{3} \times \frac{400}{240} = 0,556 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}}$$

Penulangan geser pada ujung tumpuan = 0,581 mm<sup>2</sup>/mm, maka jika digunakan tulangan sengkang  $\emptyset 10$ -100 (0,785 mm<sup>2</sup>/mm).

Jadi digunakan tulangan sengkang  $\text{Ø}10\text{-}100$  (785 mm<sup>2</sup>).

#### e. Tulangan Sengkang Lapangan

Location mm	FTopCombo Text	FTopArea mm <sup>2</sup>	FBotCombo Text	FBotArea mm <sup>2</sup>	VCombo Text	VRebar mm <sup>2</sup> /mm
2581,25	DLEx (Sp)	171,825	DLEx	193,862	DCON14 (Sp)	0,429
3037,5	DLEx (Sp)	171,825	DLEx	294,068	DCON14 (Sp)	0,48

Penulangan Geser Minimum

$$A_v = \frac{1}{3} \times \frac{b_w \times s}{f_y} \quad (\text{Standar SNI 03-2847-2002})$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{1}{3} \times \frac{400}{240} = 0,556 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}}$$

Penulangan geser pada ujung lapangan = 0,480 mm<sup>2</sup>/mm, maka jika

No	Tipe Balok	Luas Penampang Torsi ( TLngArea )		Jumlah Tulangan Torsi
		As ( SAP2000 ) ( mm <sup>2</sup> )	As ( mm <sup>2</sup> )	
1	Lantai 1	121,24	157	2D10
2	Lantai 2	121,24	157	2D10
3	Lantai 3	121,24	157	2D10
4	Lantai 4	121,24	157	2D10
5	Lantai 5	121,24	157	2D10

digunakan tulangan sengkang  $\text{Ø}10\text{-}150$  (0,524 mm<sup>2</sup>/mm).

Jadi digunakan tulangan sengkang  $\text{Ø}10\text{-}150$  (524 mm<sup>2</sup>).

#### f. Tulangan Torsi

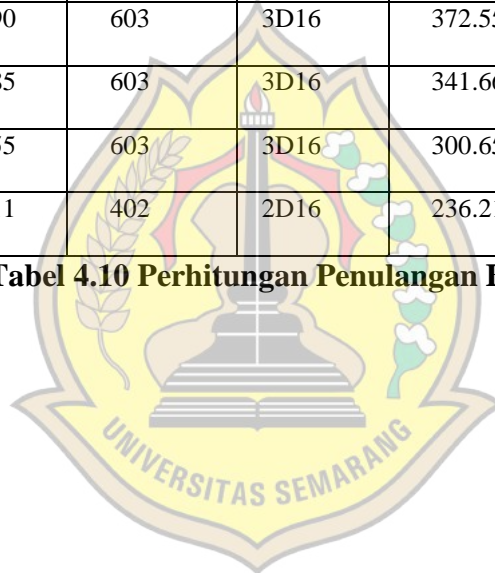
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Location	FTopCombo	FTopArea	FBotCombo	FBotArea	VCombo	VRebar	TLngCombo	TLngArea
Text	Text	Text	Text	mm	Text	mm <sup>2</sup>	Text	mm <sup>2</sup>	Text	mm <sup>2</sup> /mm	Text	mm <sup>2</sup>
3003	B5 40 x 80	Beam	No Messages	0	1.2D + 1.0L + 1.0Q	2814.617	1.2D + 1.0L + 1.0Q (Sp)	1352.295	0.9D + 1.0Q (Sp)	3.301	1.2D + 1L + 1.6W	1466.808
3003	B5 40 x 80	Beam	No Messages	500	1.2D + 1.0L + 1.0Q	2009.048	1.2D + 1.0L + 1.0Q (Sp)	885.24	0.9D + 1.0Q (Sp)	3.193	1.2D + 1L + 1.6W	1466.808

Untuk nilai luas penampang balok atas(As)diambil dari output nilai SAP2000 sebesar 121,24 mm<sup>2</sup> dipakai tulangan **2D10 (157 mm<sup>2</sup>)**.

**TULANGAN POKOK (TUMPUAN DAN LAPANGAN)**

No	Tipe Balok	Luas Penampang Atas		Jumlah Tulangan	Luas Penampang Bawah		Jumlah Tulangan
		( FTopArea )			( FBotArea )		
		As ( SAP2000 )	As		As ( SAP2000 )	As	
		( mm <sup>2</sup> )	( mm <sup>2</sup> )		( mm <sup>2</sup> )	( mm <sup>2</sup> )	
1	Lantai 1	536.999	603	3D16	341.667	603	3D16
2	Lantai 2	598.990	603	3D16	372.557	603	3D16
3	Lantai 3	551.685	603	3D16	341.667	603	3D16
4	Lantai 4	461.555	603	3D16	300.654	603	3D16
5	Lantai 5	360.711	402	2D16	236.211	402	2D16

**Tabel 4.10 Perhitungan Penulangan Balok Induk**



**USM**



No	Tipe Balok	Tulangan Sengkang Lapangan								
		Av/s perlu ( SAP2000 )	Tulangan Geser Minimum	Perencanaan Tulangan		Av	Av/s aktual	Check		Tulangan Yang digunakan
		( mm <sup>2</sup> /mm )	( mm <sup>2</sup> /mm )	Diameter	Jarak	( mm <sup>2</sup> )	( mm <sup>2</sup> /mm )	> Tul.Geser minimum	> Av/s perlu	
1	Lantai 1	3.083	0.598	10	150	401.92	4.522	OK	OK	
2	Lantai 2	3.060	0.598	10	150	401.92	4.522	OK	OK	Ø10 - 150
3	Lantai 3	2.821	0.598	10	150	401.92	4.522	OK	OK	Ø10 - 150
4	Lantai 4	2.607	0.598	10	200	401.92	3.014	OK	OK	Ø10 - 200
5	Lantai 5	2.309	0.598	10	200	401.92	3.014	OK	OK	Ø10 - 200

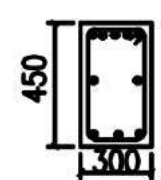
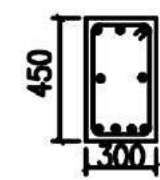


USM

No	Tipe Balok	Tulangan Sengkang Tumpuan								
		Av/s perlu	Tulangan Geser	Perencanaan		Av	Av/s aktual	Check		Tulangan Yang digunakan
		( SAP2000 )	Minimum	Tulangan				Av/s aktual	Av/s aktual	
		( mm <sup>2</sup> /mm )	( mm <sup>2</sup> /mm )	Diameter	Jarak	( mm <sup>2</sup> )	( mm <sup>2</sup> /mm )	> Tul.Geser minimum	> Av/s perlu	
1	Lantai 1	3.305	0.556	10	100	401.920	4.522	OK	OK	
2	Lantai 2	3.169	0.556	10	100	401.920	4.522	OK	OK	Ø10 - 100
3	Lantai 3	2.936	0.556	10	100	401.920	4.522	OK	OK	Ø10 - 100
4	Lantai 4	2.715	0.556	10	150	401.920	3.014	OK	OK	Ø10 - 150
5	Lantai 5	2.516	0.556	10	150	401.920	3.014	OK	OK	Ø10 - 150

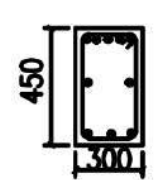
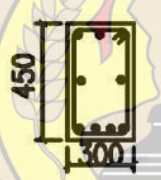
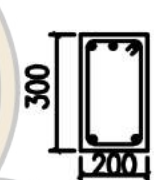
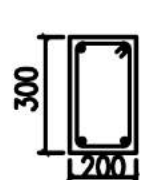


USM

TIPE	TIPE BALOK - 1	
	TUMPUAN	LAPANAN
B1		
DIMENSI	300x450	
TUL. ATAS	6 D16	3 D16
TUL. TENGAH	2 D10	2 D10
TUL. BAWAH	3 D16	4 D16

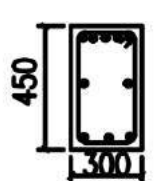
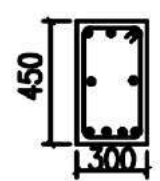
Gambar 4.46 Penulangan Balok Basement – Lantai 1

Sumber : Dokumentasi pribadi menggunakan program AutoCAD V19

TIPE	TIPE BALOK - 1		TIPE	TIPE BALOK - 2	
	TUMPUAN	LAPANAN		TUMPUAN	LAPANAN
B1			B2		
DIMENSI	300x450		DIMENSI	200x300	
TUL. ATAS	6 D16	3 D16	TUL. ATAS	3 D16	2 D16
TUL. TENGAH	2 D10	2 D10	TUL. TENGAH	-	-
TUL. BAWAH	3 D16	4 D16	TUL. BAWAH	2 D16	2 D16

Gambar 4.47 Penulangan Balok Lantai 2 – Lantai 4

Sumber : Dokumentasi pribadi menggunakan program AutoCAD V19

TIPE	TIPE BALOK - 1	
	TUMPUAN	LAPANAN
B1		
DIMENSI	300x450	
TUL. ATAS	6 D16	3 D16
TUL. TENGAH	2 D10	2 D10
TUL. BAWAH	3 D16	4 D16

Gambar 4.48 Penulangan Balok Lantai 5 – Atap

Sumber : Dokumentasi pribadi menggunakan program AutoCAD V19

## TULANGAN SENGGANG (TUMPUAN)

### a. Data Kolom Kolom 60 x 60cm

#### Diameter tulangan utama

Diameter tulangan utama =  $D22$  mm

Diameter tulangan sengkang =  $\emptyset 12$  mm

$F_c$  = 30 Mpa

$F_y$  = 400 Mpa (tulangan pokok)

$F_y$  = 240 Mpa (tulangan sengkang)

Tinggi efektif  $d$  adalah :

$$\begin{aligned} d &= h - p - \emptyset_{\text{sengkang}} - \frac{1}{2} \cdot \emptyset_{\text{tul.utama}} \\ &= 600 - 40 - 12 - \frac{1}{2} \cdot 22 \text{ mm} \\ &= 537 \text{ mm} \end{aligned}$$

### b. Tulangan Pokok

Frame	DesignSect	DesignType	DesignOpt	Status	Location	PMMCombo	PMMArea
Text	Text	Text	Text	Text	m	Text	mm2
56	K 60 X 60	Column	Design	No Messag	0	0.9D + 1.0Q	3600
56	K 60 X 60	Column	Design	No Messag	2	0.9D + 1.0Q	3600

Untuk nilai luas penampang balok atas ( $A_s$ ) diambil dari output nilai SAP2000 sebesar 3600 mm<sup>2</sup> dipakai tulangan **10D22 (3801mm<sup>2</sup>)**.

### c. Tulangan Sengkang

Frame	DesignSect	DesignType	DesignOpt	Status	Location	PMMCombo	PMMArea	VMajCombo	VMajRebar
Text	Text	Text	Text	Text	m	Text	mm2	Text	mm2/m
61	K 60 X 60	Column	Design	No Messag	0	0.9D + 1.0Q	3600	0.9D + 1.0Q (Sp)	2.592
61	K 60 X 60	Column	Design	No Messag	2	0.9D + 1.0Q	3600	0.9D + 1.0Q (Sp)	2.592

Penulangan Geser Minimum

$$V_s = \frac{A_v \text{ nilai SAP}}{S_p} \times d \times f_y$$

$$\begin{aligned} V_s &= 2.592 \times 537 \times 2,4 \\ &= 3340,570 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\emptyset V_s = 0,75 \times V_s$$

$$= 2505,428 \text{ KN}$$

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 12^2 = 226,080 \text{ mm}^2$$

Syarat Spasi Sengkang :

- Untuk memenuhi syarat kekuatan :  $s = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s} = \frac{226,080 \times 2,4 \times 537}{3340,570} = 87,222 \text{ mm}$
- Spasi sengkang maksimum :  $\frac{d}{2} = \frac{600}{2} = 300 \text{ mm}$
- Spasi maksimum tulangan geser minimum :  $s = \frac{3 \times A_v \times f_y}{b_w} = \frac{3 \times 226,080 \times 240}{600}$   
 $= 271,296 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm}$

Maka sengkang dipasang dengan tulangan Ø12 – 300 mm

### TULANGAN POKOK KOLOM

No	Tipe Kolom	Luas Tulangan Total	As	Jumlah Tulangan
		( SAP2000 ) ( mm <sup>2</sup> )	( mm <sup>2</sup> )	
1	Lantai 1	3600	3801	10D22
2	Lantai 2	3600	3801	10D22
3	Lantai 3	3600	3801	10D22
4	Lantai 4	3600	3801	10D22
5	Lantai 5	3600	3801	10D22

Tabel 4.11 Perhitungan Penulangan Kolom 60 x 60 cm

### TULANGAN SENGGANG KOLOM

No	Tipe	Tulangan Sengkang Kolom									Tulangan Yang digunaka n
		Av/s ( SAP2000 )	D	fy ( kg/mm <sup>2</sup> )	V <sub>sm</sub> KN	φVs KN	Av ( mm <sup>2</sup> )	Syarat Spasi Sengkang			
								Syarat	Maksimum	Maksimu m Tul.	
					Kekuatan		Geser Minimum				
( mm <sup>2</sup> )	( mm )	( kg/mm <sup>2</sup> )	KN	KN	( mm <sup>2</sup> )	( mm )	( mm )	( mm )			
1	Lantai 1	2.592	537	2.4	3340.57 0	2505.42 7	226.08	87.222	300	271.296	Ø12 - 300
2	Lantai 2	0.000	537	2.4	0.000	0.000	226.08	0.000	300	271.296	Ø12 - 300
3	Lantai 3	0.862	537	2.4	1110.94 6	833.209	226.08	262.274	300	271.296	Ø12 - 300
4	Lantai 4	0.862	537	2.4	1110.94 6	833.209	226.08	262.274	300	271.296	Ø12 - 300
5	Lantai 5	1.633	537	2.4	2104.610	1578.458	226.08	138.445	300	271.296	Ø12 - 300



TIPE	TIPE KOLOM - 1		TIPE	TIPE KOLOM - 2	
	TUMPUHAN	LAPANAN		TUMPUHAN	LAPANAN
K1			K2		
	DIMENSI 600x600			DIMENSI 300x300	
TUL. PONDOK	10 D22	10 D22	TUL. PONDOK	8 D16	8 D16
TUL. SENGKANG	D12-250	D12-250	TUL. SENGKANG	D10-100	D10-100

Gambar 4.49 Penulangan Kolom Basement – Lantai 1

Sumber : Dokumentasi pribadi menggunakan program AutoCAD V19

TIPE	TIPE KOLOM - 1		TIPE	TIPE KOLOM - 2	
	TUMPUHAN	LAPANAN		TUMPUHAN	LAPANAN
K1			K2		
	DIMENSI 600x600			DIMENSI 300x300	
TUL. PONDOK	10 D22	10 D22	TUL. PONDOK	8 D16	8 D16
TUL. SENGKANG	D12-250	D12-250	TUL. SENGKANG	D10-100	D10-100

TIPE	TIPE KOLOM - 3		TIPE	TIPE KOLOM - 2	
	TUMPUHAN	LAPANAN		TUMPUHAN	LAPANAN
K3			K2		
	DIMENSI 300x300			DIMENSI 200x200	
TUL. PONDOK	8 D16	8 D16	TUL. PONDOK	8 D16	8 D16
TUL. SENGKANG	D10-100	D10-100	TUL. SENGKANG	D10-100	D10-100

Gambar 4.50 Penulangan Kolom Lantai 2 – Lantai 4

Sumber : Dokumentasi pribadi menggunakan program AutoCAD V19

TIPE	TIPE KOLOM - 1	
	TUMPUHAN	LAPANAN
K1		
	DIMENSI 600x600	
TUL. PONDOK	10 D22	10 D22
TUL. SENGKANG	D12-250	D12-250

Gambar 4.51 Penulangan Kolom Lantai 5 – Atap

Sumber : Dokumentasi pribadi menggunakan program AutoCAD V19

## 4.4 Perencanaan Tangga

Tangga adalah bagian dari struktur yang berfungsi untuk menghubungkan struktur bawah dengan struktur atas sehingga mempermudah orang untuk dapat mengakses atau mobilisasi orang keatas dan kebawah struktur lantai.

### 4.4.1 Perencanaan Dimensi Tangga

Syarat kenyamanan:

Syarat kenyamanan yang digunakan menggunakan aturan acuan dimensi dan sudut anak tangga. Untuk menghasilkan struktur tangga yang nyaman dilalui, maka dimensi tangga yang digunakan pada konstruksi memakai perkiraan acuan angka dibawah ini :

$$O = \text{Optrede (langkah tegak)} = 15 \text{ cm} - 20 \text{ cm}$$

$$A = \text{Antrede (langkah datar)} = 20 \text{ cm} - 35 \text{ cm}$$

Digunakan :  $o = 17 \text{ cm}$

$$a = 30 \text{ cm}$$

$$2x_o + a = 61-65 \text{ (ideal)}$$

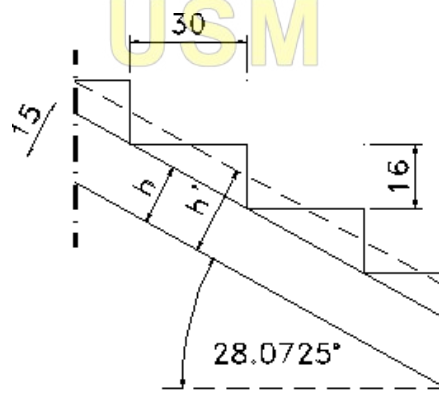
$$2x17 + 30 = 64 \dots \text{ "OK"}$$

Pengecekan kemiringan :

$$\text{Tg } a = 17 / 30 = 0,567$$

$$a = 29,54^\circ$$

Syarat kemiringan  $25^\circ < 29,54^\circ < 45^\circ \dots \text{ "OK"}$



Gambar 4.52 Dimensi Tangga

$$h' = h + \frac{o}{2} \cdot \cos \alpha = 15 + \frac{17}{2} \cdot \cos 29,54^\circ = 22,40 \text{ cm} = 0,224 \text{ m}$$

Maka ekivalen tebal anak tangga =  $0,224 - 0,15 = 0,074 \text{ m}$

Ditetapkan :

Tinggi antar lantai = 400 cm

Lebar tangga (l) = 150 cm

Lebar bordes = 100 cm

Panjang bordes = 300 cm

Tebal pelat tangga (ht) = 15 cm

Tebal pelat bordes = 17 cm

Mutu beton ( $f_c$ ) = 30 Mpa

Mutu baja ( $f_y$ ) = 400 Mpa

Optrade (o) = 17 cm

Antrede (a) = 30 cm

Kemiringan ( $\alpha$ ) =  $29,54^\circ$

Berat jenis beton =  $2400 \text{ kg/m}^3$

Tebal spesi = 3 cm

#### 4.4.2 Perhitungan Pembebanan Tangga

1. Pelat tangga (  $h = 0,15 \text{ m}$  )

a. Beban Mati (  $W_D$  )

Berat anak tangga =  $0,074 \times 2400 = 177,6 \text{ kg/m}^2$

Penutup lantai =  $1 \times 24 = 24 \text{ kg/m}^2$

Spesi (  $t=3\text{cm}$  ) =  $3 \times 21 = 63 \text{ kg/m}^2$

Handrill = taksiran =  $15 \text{ kg/m}^2$

---

=  $279,6 \text{ kg/m}^2$

b. Beban Hidup (  $W_L$  )

$W_L = 300 \text{ kg/m}^2$

c. Kombinasi pembebanan

$$\begin{aligned} W_u &= 1,2 W_D + 1,6 W_L \\ &= 1,2 \times 258,6 + 1,6 \times 300 \\ &= 790,32 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

2. Pelat Bordes (  $h=0,17 \text{ m}$  )

a. Beban Mati ( $W_D$ )

$$\begin{aligned} \text{Penutup lantai} &= 1 \times 24 = 24 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Spesi (t=3cm)} &= 3 \times 21 = 63 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban Hidup ( $W_L$ )

$$W_L = 300 \text{ kg/m}^2$$

c. Kombinasi pembebanan

$$\begin{aligned} W_u &= 1,2 W_D + 1,6 W_L \\ &= 1,2 \times 87 + 1,6 \times 300 \\ &= 584,4 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

#### 4.4.3 Analisa Perhitungan Struktur Tangga

Perhitungan analisa struktur dilakukan menggunakan bantuan program SAP 2000. Beban yang dimasukkan sebagai beban merata (*Uniform Shell*) dalam program.

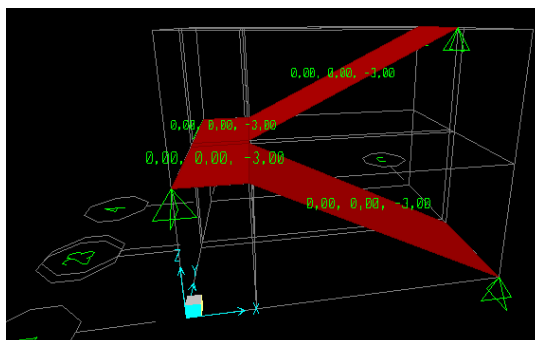
SAP2000, sedangkan tebal pelat akan dihitung otomatis oleh program dengan memasukkan angka 1 untuk *self weight multiplier* pada saat pembebanan (*load case*). Kombinasi pembebanan yang digunakan adalah :

$$1,2 \text{ DL} + 1,6$$

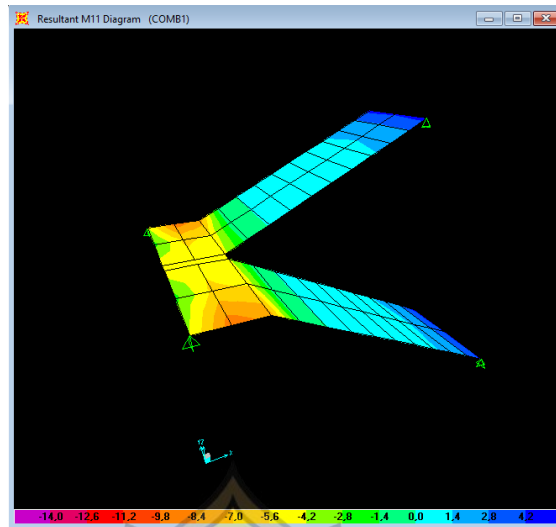
Keterangan :

DL : *dead load* (beban mati)

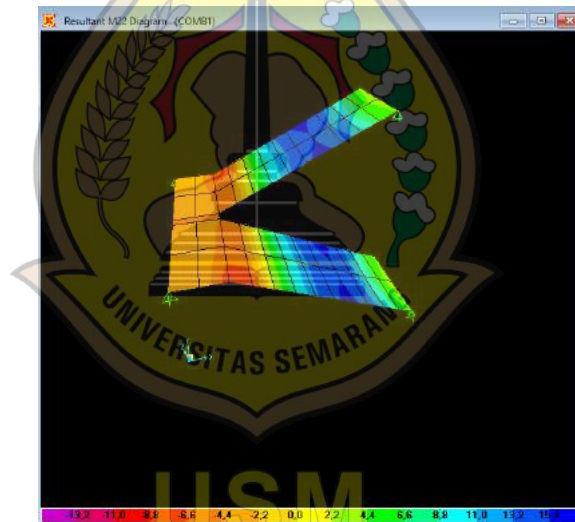
LL : *live load* (beban hidup)



Gambar 4.53 Pemodelan Analisa Struktur Tangga



Gambar 4.54 Pemodelan Analisa Struktur Tangga (M11)



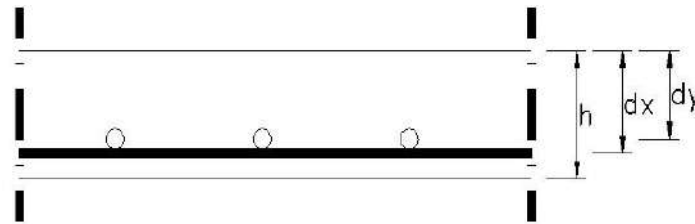
Gambar 4.55 Pemodelan Analisa Struktur Tangga (M22)

Berdasarkan hasil dari analisa program SAP2000 didapat :

Jenis Plat	$M_{max}M11$ (arah y)				$M_{max}M22$ (arah x)			
	Areas	$M_{tump.}$	Areas	$M_{lap.}$	Areas	$M_{tump.}$	Areas	$M_{lap.}$
	Text	KN.m	Text	KN.m	Text	KN.m	Text	KN.m
Tangga	1	-25.9462	1	8.5123	1	-67.3122	1	17.3104
Bordes	58	-13.8239	64	1.3404	50	-6.8061	50	1.7542

Tabel 4.12 Momen Pelat Tangga Dan Bordes

#### 4.4.4 Perhitungan Tulangan Struktur Tangga



Tebal pelat (h) = 150 mm

Tebal penutup beton (p) = 20 mm

Diameter tulangan utama ( $\emptyset$ ) = 10 mm

Tinggi efektif sumbu x (dx) =  $h - p - \frac{1}{2} \cdot \emptyset$   
 $= 150 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 10$   
 $= 125 \text{ mm} = 0,125 \text{ m}$

Tinggi efektif sumbu y (dy) =  $h - p - \emptyset - \frac{1}{2} \cdot \emptyset$   
 $= 150 - 20 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 10$   
 $= 115 \text{ mm} = 0,115 \text{ m}$

Rasio tulangan minimal

$\rho_{\min} = 0,0021$  (Tabel6, Gideon kusuma series 1, hal 50)

Rasio tulangan maksimal

$\rho_{\max} = 0,0244$  (Tabel6, Gideon kusuma series 1, hal 52)

##### 4.4.4.1 Perhitungan Tulangan Pelat Tangga M22 (arahx)

Perhitungan Tulangan Tumpuan Tangga arah x :

$M_{tx} = -67.3122 \text{ kN.m}$

$$\frac{M_{tx}}{b \cdot y \cdot dx^2} = \frac{-67.3122}{1 \cdot 0,125^2} = 4307,981 \text{ kN/m}^2$$

(Menurut tabel 5.1.i Buku Gideon Jilid 4)

$$\frac{M_u}{b d^2} = 4000 \rightarrow \rho = 0,0109$$

$$\frac{M_u}{b d^2} = 4200 \rightarrow \rho = 0,0115$$



$$\begin{aligned}\rho_{int} &= 0,0109 + \frac{4307,981 - 4000}{100} \times (0,0115 - 0,0109) \\ &= 0,0118\end{aligned}$$

$$\rho_{int} > \rho_{min}$$

0,0118 > 0,0021 → maka dipakai rasio tulangan perlu  $\rho = 0,0118$

$$\begin{aligned}\text{Asperlu} &= \rho \cdot b \cdot dx \\ &= 0,0118 \cdot 1000 \cdot 125 = 1477,993 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

**Dipilih tulangan tumpuan  $\emptyset 10 - 50 = 1571 \text{ mm}^2 > 1477,993 \text{ mm}^2$**

1. Perhitungan Tulangan Lapangan Tangga arah x :

$$M_{tx} = 17.3104 \text{ kN.m}$$

$$\frac{M_{tx}}{b \cdot y \cdot dx^2} = \frac{17.3104}{1 \cdot 0,125^2} = 1107,840 \text{ kN/m}^2$$

(Menurut tabel 5.1.i Buku Gideon Jilid 4)

$$\frac{M_u}{bd^2} = 1000 \rightarrow \rho = 0,0026$$

$$\frac{M_u}{bd^2} = 1100 \rightarrow \rho = 0,0028$$

$$\begin{aligned}\rho_{int} &= 0,0026 + \frac{1107,840 - 1000}{100} \times (0,0028 - 0,0026) \\ &= 0,0028\end{aligned}$$

$$\rho_{int} > \rho_{min}$$

0,0028 > 0,0021 → maka dipakai rasio tulangan perlu  $\rho = 0,0028$

$$\begin{aligned}\text{Asperlu} &= \rho \cdot b \cdot dx \\ &= 0,0028 \cdot 1000 \cdot 115 = 350 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

**Dipilih tulangan tumpuan  $\emptyset 10 - 200 = 393 \text{ mm}^2 > 350 \text{ mm}^2$**

#### 4.4.4.2 Perhitungan Tulangan Pelat Tangga M11 (arahy)

Perhitungan Tulangan Tumpuan Tangga arah y :

$$M_{tx} = -25,9562 \text{ kN.m}$$

$$\frac{M_{tx}}{b \cdot y \cdot dx^2} = \frac{-25,9562}{1 \cdot 0,115^2} = 1961,905 \text{ kN/m}^2$$

(Menurut tabel 5.1.i Buku Gideon Jilid 4)

$$\frac{Mu}{bd^2} = 1900 \rightarrow \rho = 0,0049$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = 2000 \rightarrow \rho = 0,0052$$

$$\begin{aligned} \rho_{int} &= 0,0049 + \frac{1961,905 - 1900}{100} \times (0,0052 - 0,0049) \\ &= 0,0051 \end{aligned}$$

$$\rho_{int} > \rho_{min}$$

$$0,0051 > 0,0021 \rightarrow \text{maka dipakai rasio tulangan perlu } \rho = 0,0051$$

$$\begin{aligned} A_{sperlu} &= \rho \cdot b \cdot dx \\ &= 0,0051 \cdot 1000 \cdot 115 = 586,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**Dipilih tulangan tumpuan  $\emptyset 10 - 125 = 628 \text{ mm}^2 > 586,5 \text{ mm}^2$**

1. Perhitungan Tulangan Lapangan Tangga arah y :

$$M_{tx} = 8.5123 \text{ kN.m}$$

$$\frac{M_{tx}}{b \cdot y \cdot dx^2} = \frac{8.5123}{1 \cdot 0,115^2} = 643,652 \text{ kN/m}^2$$

**(Menurut tabel 5.1.i Buku Gideon Jilid 4)**

$$\frac{Mu}{bd^2} = 600 \rightarrow \rho = 0,0015$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = 700 \rightarrow \rho = 0,0018$$

$$\begin{aligned} \rho_{int} &= 0,0015 + \frac{643,652 - 600}{100} \times (0,0018 - 0,0015) \\ &= 0,0016 \end{aligned}$$

$$\rho_{int} < \rho_{min}$$

$$0,0016 < 0,0021 \rightarrow \text{maka dipakai rasio tulangan perlu } \rho = 0,0021$$

$$\begin{aligned} A_{sperlu} &= \rho \cdot b \cdot dx \\ &= 0,0021 \cdot 1000 \cdot 115 = 241,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**Dipilih tulangan tumpuan  $\emptyset 10 - 200 = 393 \text{ mm}^2 > 241,5 \text{ mm}^2$**

#### 4.4.4.3 Perhitungan Tulangan Pelat Tangga M22 (arahx)

Perhitungan Tulangan Tumpuan Tangga arah x :

$$M_{tx} = -6.8061 \text{ kN.m}$$

$$\frac{M_{tx}}{b \cdot y \cdot d \cdot x^2} = \frac{-6.8061}{1 \cdot 0,125^2} = 435,590 \text{ kN/m}^2$$

(Menurut tabel 5.1.i Buku Gideon Jilid 4)

$$\frac{M_u}{b d^2} = 400 \rightarrow \rho = 0,0010$$

$$\frac{M_u}{b d^2} = 500 \rightarrow \rho = 0,0013$$

$$\begin{aligned} \rho_{int} &= 0,010 + \frac{435,590 - 400}{100} \times (0,0013 - 0,010) \\ &= 0,0011 \end{aligned}$$

$$\rho_{int} < \rho_{min}$$

$0,0011 < 0,0021 \rightarrow$  maka dipakai rasio tulangan perlu  $\rho = 0,0021$

$$\begin{aligned} A_{sperlu} &= \rho \cdot b \cdot d \cdot x \\ &= 0,0021 \cdot 1000 \cdot 125 = 262,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**Dipilih tulangan tumpuan  $\emptyset 10 - 200 = 393 \text{ mm}^2 > 262,5 \text{ mm}^2$**

1. Perhitungan Tulangan Lapangan Tangga arah x :

$$M_{tx} = 1.7542 \text{ kN.m}$$

$$\frac{M_{tx}}{b \cdot y \cdot d \cdot x^2} = \frac{1.7542}{1 \cdot 0,125^2} = 112,269 \text{ kN/m}^2$$

(Menurut tabel 5.1.i Buku Gideon Jilid 4)

$$\frac{M_u}{b d^2} = 100 \rightarrow \rho = 0,0003$$

$$\frac{M_u}{b d^2} = 200 \rightarrow \rho = 0,0005$$

$$\begin{aligned} \rho_{int} &= 0,0003 + \frac{112,269 - 100}{100} \times (0,0005 - 0,0003) \\ &= 0,0003 \end{aligned}$$

$$\rho_{int} < \rho_{min}$$

$0,0003 < 0,0021 \rightarrow$  maka dipakai rasio tulangan perlu  $\rho = 0,0021$

$$\begin{aligned} A_{sperlu} &= \rho \cdot b \cdot d \cdot x \\ &= 0,0021 \cdot 1000 \cdot 115 = 262,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipilih tulangan tumpuan  $\emptyset 10 - 200 = 393\text{mm}^2 > 262,5\text{mm}^2$

#### 4.4.4.4 Perhitungan Tulangan Pelat Tangga M11 (arahy)

Perhitungan Tulangan Tumpuan Tangga arah y :

$$M_{tx} = -13.8239\text{kN.m}$$

$$\frac{M_{tx}}{b \cdot y \cdot d \cdot x^2} = \frac{-13.8239}{1 \cdot 0,115^2} = 1045,285\text{kN/m}^2$$

(Menurut tabel 5.1.i Buku Gideon Jilid 4)

$$\frac{M_u}{b d^2} = 1000 \rightarrow \rho = 0,0026$$

$$\frac{M_u}{b d^2} = 1100 \rightarrow \rho = 0,0028$$

$$\begin{aligned} \rho_{int} &= 0,0026 + \frac{1045,285 - 1000}{100} \times (0,0028 - 0,0026) \\ &= 0,0029 \end{aligned}$$

$$\rho_{int} > \rho_{min}$$

$0,0029 > 0,0021 \rightarrow$  maka dipakai rasio tulangan perlu  $\rho = 0,0029$

$$\begin{aligned} A_{sperlu} &= \rho \cdot b \cdot d \cdot x \\ &= 0,0029 \cdot 1000 \cdot 115 = 333,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipilih tulangan tumpuan  $\emptyset 10 - 200 = 393 \text{ mm}^2 > 333,5 \text{ mm}^2$

1. Perhitungan Tulangan Lapangan Tangga arah y :

$$M_{tx} = 8.5123\text{kN.m}$$

$$\frac{M_{tx}}{b \cdot y \cdot d \cdot x^2} = \frac{8.5123}{1 \cdot 0,115^2} = 643,652 \text{ kN/m}^2$$

(Menurut tabel 5.1.i Buku Gideon Jilid 4)

$$\frac{M_u}{b d^2} = 600 \rightarrow \rho = 0,0015$$

$$\frac{M_u}{b d^2} = 700 \rightarrow \rho = 0,0018$$

$$\begin{aligned} \rho_{int} &= 0,0015 + \frac{643,652 - 600}{100} \times (0,0018 - 0,0015) \\ &= 0,0034 \end{aligned}$$

$$\rho_{int} < \rho_{min}$$

$0,0034 < 0,0021 \rightarrow$  maka dipakai rasio tulangan perlu  $\rho = 0,0034$

$$A_{sperlu} = .b \cdot d \cdot x$$

$$= 0,0034.1000.115 = 391 \text{ mm}^2$$

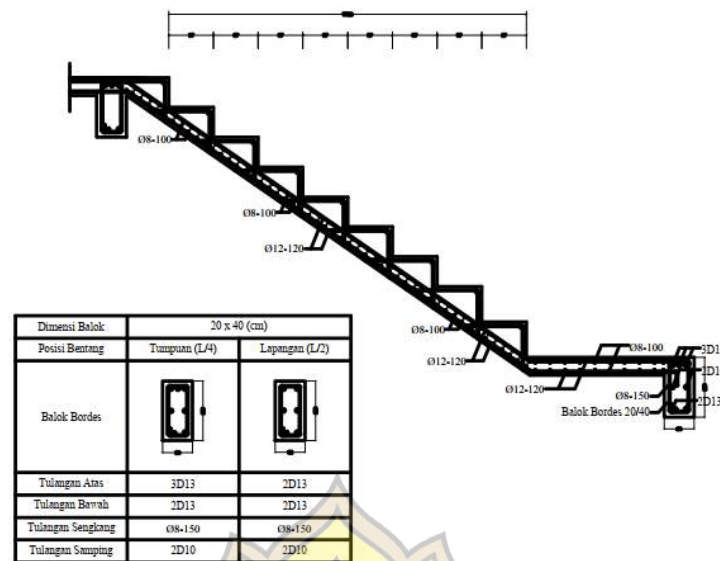
Dipilih tulangan tumpuan  $\emptyset 10 - 200 = 393\text{mm}^2 > 391\text{mm}^2$

#### 4.4.4.5 Rekap Perhitungan Tulangan Pelat Tangga dan Bordes

Selanjutnya rekap tulangan dari hasil perhitungan pelat tangga dan pelat bordes disajikan dalam bentuk tabel 4.27 di bawah ini:

Jenis Pelat Tangga	Posisi Tulangan	As Perhitungan (mm <sup>2</sup> )	Tulangan	As Tulangan (mm <sup>2</sup> )
Pelat Tangga	T x	1477,993	$\emptyset 10 - 50$	1571
	L x	350	$\emptyset 10 - 200$	393
	T y	586,5	$\emptyset 10 - 125$	628
	L y	241,5	$\emptyset 10 - 200$	393
Pelat Bordes	T x	262,5	$\emptyset 10 - 200$	393
	L x	262,5	$\emptyset 10 - 200$	393
	T y	333,5	$\emptyset 10 - 200$	393
	L y	391	$\emptyset 10 - 200$	393

Tabel 4.11 Daftar Tulangan Pelat Tangga dan Bordes



**Gambar 4.56 Penulangan Tangga dan Balok Bordes**

Sumber : Dokumentasi pribadi menggunakan program AutoCAD V19

## 4.5 Beban Gempa

Parameter Gempa mengacu pada peraturan SNI 1726:2012 dengan rincian sebagai berikut (ketentuan tabel dalam pembahasan ini disesuaikan dengan tabel pada SNI 1726:2012) :

### 4.5.1 Menentukan Faktor Keutamaan Gedung

Bersasarkan Pasal 4.1.2 (Tabel 1–Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa) gedung yang direncanakan termasuk ke dalam kategori risiko bangunan II. Dengan nilai faktor keutamaan gempa  $I_e = 1$  (Tabel 2-Faktor keutamaan gedung).

### 4.5.2 Menentukan Klasifikasi Situs

Berdasarkan Pasal 5.3. (Tabel 3-Klasifikasi situs) penentuan klasifikasi situs dapat dilakukan dengan menentukan tahanan penetrasi rata – rata (N) seperti diperhitungkan pada tabel berikut :



Lapis	N SPT	Kedalaman (m)	Tebal (m)	$N' = \text{Tebal} / \text{NSPT}$
0	0	0	0	0
1	3	3	3	1,000
2	6	6	3	0.5
3	3	9	3	1,000
4	1	12	3	3,000
5	2	15	3	1,500
6	2	18	3	1,500
7	4	21	3	0.75
8	9	24	3	0.333
9	12	27	3	0.25
10	22	30	3	0.136
11	26	33	3	0.115
12	24	36	3	0.125
13	30	39	3	0.1
14	28	42	3	0.107
15	29	45	3	0.103
16	30	48	3	0.1
Jumlah			48	10,619

**Tabel 4.12 Perhitungan Nilai SPT Rata – rata**

Berdasarkan data tanah Semarang didapatkan nilai  $N = 48 / 10,619 = 4,520$ , maka termasuk klasifikasi situs Tanah Lunak (SE).

### 1. Menentukan Parameter Percepatan Gempa

Parameter percepatan  $S_s$  dan  $S_1$  berdasarkan pada peta parameter respon spektrum pada Gambar 2.27 dan Gambar 2.28 dengan aplikasi desain spectra Indonesia yang dikeluarkan oleh pusat penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Kementrian Pekerjaan Umum. Dilihat dari lokasi koordinat yang telah ditentukan, Hotel Padma Semarang terletak pada lintang  $-6.980039439889439$  dan bujur  $110.45165064257958$ , mempunyai nilai  $S_s$  sebesar 1,061 g dan  $S_1$  sebesar 0,356g.

Jenis Batuan Tanah Lunak (E)	
Variabel	Nilai
PGA (g)	0.472
S <sub>S</sub> (g)	1.061
S <sub>1</sub> (g)	0.356
C <sub>RS</sub>	0.892
C <sub>R1</sub>	0.000
F <sub>PGA</sub>	0.900

**Tabel 4.13 Nilai S<sub>s</sub> dan S<sub>1</sub> Renpon Spektra**

Sumber : <http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain Spektra indonesia 2011/>

## 2. Menentukan Koefisien Situs Fa dan Fv

Koefisien Situs (F<sub>a</sub>) Gedung Hotel Padma Semarang didapatkan dari interpolasi linier menurut Tabel 2.8 untuk kelas situs SE yaitu 0,900. Sedangkan koefisien situs (F<sub>v</sub>) didapatkan dari interpolasi linier menurut Tabel 2.9 untuk kelas situs SE yaitu 2,576.

## 3. Menghitung Parameter Percepatan Desain Spekral

Menurut pasal 6.2 sebelum menghitung parameter percepatan desain spectral perlu dihitung nilai parameter percepatan pada periode pendek (S<sub>MS</sub>) dan periode 1 detik (S<sub>M1</sub>) seseuai dengan persamaan 5 dan 6.

$$S_{MS} = F_a \times S_s = 0,900 \times 1,061 = 0,954g$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 = 2,576 \times 0,356 = 0,917g$$

Selanjutnya nilai S<sub>DS</sub> dan S<sub>D1</sub> dapat dicari sesai Pasal 6.3 persamaan 7 dan 8. S<sub>DS</sub>

$$= \frac{2}{3} S_{MS} = \frac{2}{3} \times 0,954 = 0,636g$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} = \frac{2}{3} \times 0,917 = 0,611g$$

## 4. Menentukan Spektum Respons Desain

Bila spektum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifikasi situs tidak digunakan, maka kurva spektum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu Gambar 2.8 dan mengikuti ketentuan berikut ini :

1. Untuk perioda yang lebih kecil dari T<sub>0</sub> (T < T<sub>0</sub>), spectrum respons percepatan

desain,  $S_a$  harus diambil dari persamaan

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

2. Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$ . ( $T_0 \leq T \leq T_s$ ),

$$S_a = S_{DS}$$

3. Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$  ( $T > T_s$ ), spektrum respons percepatan desain  $S_a$  diambil berdasarkan persamaan

$$S_a = \frac{SD1}{T}$$

Dengan menggunakan  $T_0$  dan  $T_s$  sebagai berikut :

$$T_0 = 0,2 \times \frac{SD1}{SDS} = 0,2 \times \frac{1,954}{0,636} = 0,614 \text{ detik}$$

$$T_s = \frac{SD1}{SDS} = \frac{1,954}{0,636} = 3,072 \text{ detik}$$

Keterangan :

$S_{DS}$  = Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek

$SD1$  = Parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik

$T$  = Perioda fundamental struktur (detik) yang ditentukan

Sehingga didapatkan kurva respons spektrum sebagai berikut ini.



**Gambar 4.58 Kurva Respons Spektrum**

T (detik)	SA (g)	T (detik)	SA (g)
0	0.254	2.458	0.239
0.611	0.636	2.558	0.230
0.058	0.636	2.658	0.221
1.058	0.527	2.758	0.214
1.158	0.485	2.858	0.206
1.258	0.449	2.958	0.200
1.358	0.419	3.058	0.193
1.458	0.392	3.158	0.187
1.558	0.368	3.258	0.182
1.658	0.347	3.358	0.177
1.758	0.329	3.458	0.172
1.858	0.312	3.558	0.167
1.958	0.297	3.658	0.163
2.058	0.283	3.758	0.158
2.158	0.270	3.858	0.154
2.258	0.259	4	0.153
2.358	0.248		

**Tabel 4.14 Spektrum Respons Desain**

*Sumber : Data perhitungan Analisis*

#### 5. Menentukan Kategori Desain Seismik (SDC = *Seismic Design Category*)

Berdasarkan pasal 6.5 penentuan kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$ .  $S_{DS} = 0,636$ , dengan kategori risiko II maka sesuai Tabel 2.12 masuk Kategori Desain Seismik D. nilai  $S_{D1} = 0,611$  dengan kategori risiko II maka sesuai dengan Tabel 2.13 masuk dalam Kategori Desain D. maka Kategori Desain Seismik yang digunakan dalam perencanaan

adalah KDS D.

## 6. Menentukan Struktur dan Parameternya

Pemilihan sistem struktur berhubungan dengan elemen penahan beban lateral dan juga Kategori Desain Seismik yang direncanakan, pada perencanaan ini akan digunakan sistem ganda sebagai penahan beban lateral.

Tabel 9-Faktor  $R$ ,  $C_d$ , dan  $\Omega_0$  untuk sistem penahan gaya gempa (lanjutan)

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, $R^a$	Faktor kuat-lebih sistem, $\Omega_0^g$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d^b$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, $h_n$ (m) <sup>c</sup>				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D <sup>d</sup>	E <sup>d</sup>	F <sup>e</sup>
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
<b>C. Sistem rangka pemikul momen</b>								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 <sup>d,j</sup>	TI <sup>h</sup>	TI <sup>i</sup>
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI <sup>h</sup>	TI <sup>h</sup>	TI <sup>i</sup>
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	<b>TB</b>	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canai dingin pemikul momen dengan pembautan	3½	3 <sup>o</sup>	3½	10	10	10	10	10
<b>D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempa yang ditetapkan</b>								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB

Berkas Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penyanggah

Tabel 4.15 Faktor  $R$ ,  $C_d$ ,  $\Omega_0$  untuk Sistem Penahan Gaya Gempa

Sumber : SNI 1726:2012

Pada Tabel 4.14 diatas dapat ditentukan jenis Sistem Rangka Pemikul Momen, dimana untuk Kategori Desain Seismik D menggunakan sistem Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen Khusus dengan Tinggi Tidak Terbatas (gedung rencana memiliki tinggi 20 m), maka dalam perencanaan ini cukup menggunakan **Sistem Rangka Pemikul Momen Dengan Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen Khusus.**

Maka parameter faktor gempa yang digunakan adalah :



Koefisien Modifikasi respons,	$R = 8$
Faktor Kuat leleh Sistem,	$\Omega = 3$
Faktor Pembesaran Defleksi,	$C_d = 5,5$

## 7. Penentuan perioda Desain

Waktu getar / perioda alami fundamental struktur merupakan waktu yang dibutuhkan struktur untuk menempuh satu siklus gerakan yang nilainya dipengaruhi oleh distribusi massa dan kekakuan. Nilai perioda desain akan digunakan untuk mendapatkan beban gempa rencana.

Pada SNI 1726:2012 nilai perioda struktur dibatasi oleh batas bawah perioda ( Perioda Fundamental Pendekatan ) dengan batas atas perioda ( perioda maksimum ) penentuan perioda diatur pada pasal 7.8.2

Perioda fundamental pendekatan atau batas perioda minimum adalah

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

Keterangan :

$h_n$  = ketinggian struktur ( m ) dari taraf penjepitan lateral/lantai dasar sampai tingkat tinggi struktur dan koefisien  $C_t$  dan  $x$  ditentukan dari tabel berikut :

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

**Tabel 4.16 Nilai Parameter Perioda Pendekatan**

Tipe struktur yang digunakan adalah “ Semua Sistem Struktur Lainnya” karena menggunakan sistem ganda dan ketinggian gedung dari dasar = 17,5 m.

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

$$T_a = 0,0466 \times 17,5^{0,9}$$

$$T_a = \mathbf{0,6125 \text{ detik (Batas Bawah)}}$$

Karena analisa struktur dengan bantuan program untuk mendapatkan waktu getar alami struktur, maka harus dilakukan pengecekan terhadap batas atas perioda,



yaitu :

$T = C_u \times T_a$ , dengan nilai  $C_u$  berdasarkan tabel berikut ini :

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

**Tabel 4.17 koefisien Batas Atas Perioda**

Karena nilai  $S_{D1} = 0,613$  maka nilai  $C_u =$

$$1,4 T = C_u \times T_a$$

$$T = 1,4 \times 0,6125$$

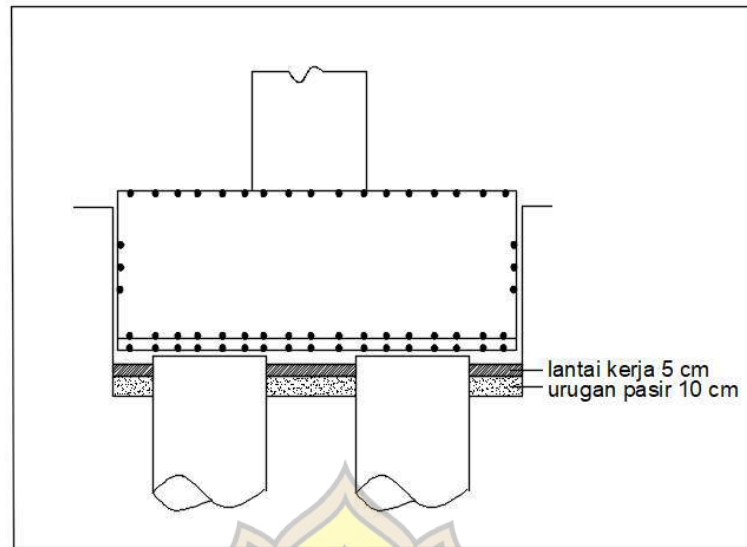
$$T = 0,857 \text{ detik (Batas Atas)}$$

#### 4.6 PERHITUNGAN PONDASI

Pondasi pada suatu struktur bangunan diperhitungkan terhadap gaya aksial, gaya geser, dan terhadap momen lentur. Pada perencanaan akan digunakan pondasi tiang pancang, dengan kapasitas daya dukung diperhitungkan berdasarkan tahanan ujung (*end Bearing*), dan gesekan tiang dengan tanah (*friction*). Pemilihan jenis pondasi dapat dilihat berdasarkan:

1. Kondisi dan karakteristik tanah
2. Beban yang diterima pondasi

### 3. Biaya pelaksanaan



**Gambar 4.59** Pemodelan Pondasi

Sumber : Dokumentasi Pribadi (Program Autocad V19)

#### 4.6.1 Pedoman

1. SNI 2847:2013. **Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.**

#### 4.6.2 Perencanaan Pondasi

Perhitungan pondasi direncanakan berdasarkan gaya maksimum pada kombinasi pembebanan yang ada. Dalam perencanaan ini, pondasi yang digunakan adalah jenis tiang *spun pile* dan untuk semua tiang harus bertumpu pada tanah keras. Penggunaan pondasi tiang kelompok direncanakan dengan jarak antar tiang tidak lebih kecil dari 3 kali diameter tiang dengan perencanaan *pile cap* dikelompokkan berdasarkan jumlah tiang pancang dan dimensi kolom.

Pondasi *Spun Pile* direncanakan menggunakan *Spun Pile* :

Diameter Pancang	: 50 cm
Tebal Beton Pancang	: 9 cm
Klasifikasi Pancang	: a1
Luas Penampang	: 1962,5 cm <sup>2</sup>
Mutu $f_c'$	: 25 Mpa

Panjang : 6 m  
 Keliling Penampang : 157 cm  
 Beban Axial Max ( Pa ) : 185,3 ton

#### 4.6.2.1 Data Tanah dan Daya Dukung Tanah

Berdasarkan penyelidikan tanah didapat data *Sondir* sebagai berikut:

**Tabel 4.18 Nilai *Sondir Titik S1* pada Lokasi Pembangunan Gedung Hotel, Kota Semarang**

DEPTH	Qc	TF	DEPTH	Qc	TF
0	0	0	20,2	2	249,33
0,2	0	0	20,4	2	252
0,4	0	0	20,6	2	254,67
0,6	3	2,67	20,8	4	257,33
0,8	3	5,33	21	4	260
1	3	8	21,2	4	262,67
1,2	2	10,67	21,4	4	265,33
1,4	2	13,33	21,6	6	268
1,6	2	16	21,8	6	270,67
1,8	2	18,67	22	6	273,33
2	1	20	22,2	10	278,67
2,2	1	21,33	22,4	10	284
2,4	1	26,67	22,6	10	289,33
2,6	1	24	22,8	10	294,67
2,8	1	25,33	23	10	300
3	1	26,67	23,2	12	305,33
3,2	1	28	23,4	12	310,67
3,4	1	29,33	23,6	16	318,67
3,6	1	30,67	23,8	16	326,67
3,8	1	32	24	20	337,33
4	1	33,33	24,2	20	350,67
4,2	1	34,67	24,4	20	364
4,4	2	37,33	24,6	20	377,33
4,6	18	40	24,8	24	390,67

4,8	16	42,67		25	24	404
5	34	50,67		25,2	24	417,33
5,2	42	56		25,4	24	430,67
5,4	52	61,33		25,6	24	444
5,6	50	66,67		25,8	24	457,33
5,8	56	72		26	24	470,67
6	54	77,33		26,2	24	484
6,2	44	82,67		26,4	24	496,33
6,4	20	88		26,6	24	510,67
6,6	24	93,33		26,8	24	524
6,8	30	98,67		27	24	537,33
7	14	104		27,2	24	550,67
7,2	8	106,67		27,4	20	564
7,4	20	102		27,6	20	577,33
7,6	20	117,33		27,8	20	590,67
7,8	20	122,67		28	24	604
8	12	125,33		28,2	26	617,33
8,2	8	128		28,4	26	630,67
8,4	6	130,67		28,6	26	644
8,6	6	133,33		28,8	26	657,33
8,8	4	136		29	26	670,67
9	4	138,67		29,2	30	684
9,2	4	141,33		29,4	30	697,67
9,4	2	144		29,6	30	710,67
9,6	2	146,67		29,8	30	724
9,8	2	149,33		30	30	737,33
10	2	152		30,2	30	750,67
10,2	1	153,33		30,4	30	764
10,4	1	154,67		30,6	30	777,33
10,6	1	156		30,8	30	790,67
10,8	1	157,33		31	30	804
11	1	158,67		31,2	30	817,33

11,2	2	161,33		31,4	34	833,33
11,4	1	162,67		31,6	34	849,33
11,6	1	164		31,8	34	865,33
11,8	1	165,33		32	34	881,33
12	1	166,67		32,2	34	897,33
12,2	1	168		32,4	34	913,33
12,4	1	169,33		32,6	44	934,67
12,6	1	170,67		32,8	44	956
12,8	1	172		33	44	977,33
13	1	173,33		33,2	40	998,67
13,2	1	174,67		33,4	40	1020
13,4	1	176		33,6	44	1041,33
13,6	1	177,33		33,8	44	1062,67
13,8	1	178,67		34	44	1084
14	1	180		34,2	46	1102,67
14,2	1	181,33		34,4	50	1129,33
14,4	1	182,67		34,6	50	1156
14,6	1	184		34,8	50	1182,67
14,8	1	185,33		35	50	1209,33
15	1	186,67		35,2	50	1236
15,2	1	188		35,4	50	1262,67
15,4	1	189,33		35,6	52	1289,33
15,6	1	190,67		35,8	52	1316
15,8	1	192		36	54	1342,67
16	1	193,33		36,2	54	1369,33
16,2	2	196		36,4	54	1396
16,4	2	198,67		36,6	60	1409,33
16,6	2	201,33		36,8	60	1422,67
16,8	2	204		37	60	1436
17	2	206,67		37,2	60	1449,33
17,2	2	209,33		37,4	64	1470,67
17,4	2	212		37,6	64	1492

17,6	2	214,67		37,8	64	1513,33
17,8	2	217,33		38	60	1540
18	2	220		38,2	60	1566,67
18,2	2	222,67		38,4	66	1596
18,4	2	225,33		38,6	66	1625,33
18,6	2	228		38,8	66	1654,67
18,8	2	230,67		39	66	1684
19	2	233,33		39,2	66	1713,33
19,2	2	236		39,4	70	1740
19,4	2	238,67		39,6	70	1,766,667
19,6	2	241,33				
19,8	2	244				
20	2	246,67				

Dengan data sondir mesin berdasarkan penyelidikan tanah disarankan perhitungan daya dukung pondasi berdasarkan lekatan, daya dukung tanah per 1 pancang dapat dihitung sebagai berikut:

Dengan rumus daya dukung tanah :

$$Q_u = \frac{Q_c \text{ luas penampang}}{3} + \frac{T_f \text{ keliling penampang}}{5}$$

$$Q_u = \frac{54.1962,5}{3} + \frac{1342,67 \cdot 157}{5}$$

$$Q_u = 77484,838 \rightarrow 77,48 \text{ ton}$$

Keterangan :

$Q_c$  : nilai konus hasil sondir ( kg / cm<sup>2</sup> )

$T_f$  : total friction ( kg/cm )

JENIS PILE	qc	luas	tf	kell	Ptiang	
	kg/cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	kg/cm	cm	Kg	Ton
BULAT D -50	54	1962,50	1342,67	157	77484,838	77,48

**Tabel 4.19 Data Sondir Tanah Kedalaman 36 m dengan Daya Dukung Tanah**



JENIS PILE	qc	luas	tf	kell	Ptiang	
	kg/cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	kg/cm	cm	Kg	Ton
BULAT D -50	1	1962,50	166,67	157	31400,628	31,4

**Tabel 4.20 Data Sondir Tanah Kedalaman 12 m dengan Daya Dukung Tanah**

#### 4.6.2.2 Perencanaan Jumlah *Spun Pile* dan *Pile cap*

Berdasarkan perhitungan, dipilih daya dukung tiang tunggal terkecil yaitu : **Qu = 77,48 ton** direncanakan jumlah tiang pancang dengan perhitungan awal Gaya aksial pada joint yang mewakili untuk perhitungan, didapat data sebagai berikut:

Tambahan beban akibat beban pile cap :

Pile Cap 2 :

$$W = \text{Vol. Pile Cap} \times \text{Bj. Beton}$$

$$= (2,5 \times 1 \times 1) \times 2,4$$

$$= 6 \text{ ton}$$

Pile Cap 4 :

$$W = \text{Vol. Pile Cap} \times \text{Bj. Beton}$$

$$= (2,5 \times 2,5 \times 1) \times 2,4$$

$$= 15 \text{ ton}$$

**Tabel 4.21 Jumlah Tiang Pancang Perlu**

JOINT	F3	P	N	TYPE PANCANG
TEXT	Tonf	Ton		
1	1,185,738	175,3	2	P-2
2	1,398,098	175,3	2	p-2
3	1,634,476	175,3	2	p-2
4	3,107,689	350,6	4	p-4
5	1,925,025	175,3	2	p-2
6	3,565,789	438,25	4	P-4
7	1,773,223	175,3	2	p-2
8	2,703,346	438,25	4	P-4

9	3,324,409	438,25	4	P-4
10	1,681,076	175,3	2	p-2
11	3,693,869	438,25	4	P-4
12	1,798,159	175,3	2	p-2
13	2,880,578	438,25	4	P-4
14	121,018	175,3	2	p-2
15	3,031,609	438,25	4	P-4
16	1,268,091	175,3	2	p-2
17	252,538	87,65	1	p-1
18	1,282,603	175,3	2	p-2
19	1,826,945	175,3	2	p-2
20	1,933,751	175,3	2	p-2
21	1,653,104	175,3	2	P-2
22	1,384,163	175,3	2	p-2
23	1,341,307	175,3	2	p-2
24	4,271,139	438,25	4	P-4
25	3,266,534	438,25	4	P-4
26	4,278,293	438,25	4	P-4
27	4,522,906	438,25	4	P-4
28	380,05	438,25	4	P-4
29	4,004,406	438,25	4	P-4
30	4,292,152	438,25	4	P-4
31	4,326,067	438,25	4	P-4
32	1,495,717	175,3	2	p-2
33	513,373	87,65	1	p-1
34	1,862,129	175,3	2	p-2
35	1,135,574	175,3	2	p-2
36	1,435,545	175,3	2	p-2
37	1,391,768	175,3	2	p-2
38	1,508,941	175,3	2	p-2
39	128,476	175,3	2	p-2

40	1,916,023	175,3	2	p-2
41	412,442	438,25	4	P-4
42	4,338,879	438,25	4	P-4
43	4,382,437	438,25	4	P-4
44	4,376,374	438,25	4	P-4
45	4,145,629	438,25	4	P-4
46	4,307,322	438,25	4	P-4
47	3,633,597	438,25	4	P-4
48	838,716	87,65	1	p-1
49	1,429,052	175,3	2	p-2
50	4,363,106	438,25	4	P-4
51	409,242	438,25	4	P-4
52	3,451,185	438,25	4	P-4
53	1,651,968	175,3	2	P-2
54	205,968	438,25	4	P-4
55	1,772,395	175,3	2	P-2
56	2,950,859	438,25	4	P-4
57	1,492,307	175,3	2	p-2
58	1,724,556	175,3	2	p-2
59	1,625,966	175,3	2	p-2
60	1,501,009	175,3	2	p-2
61	1,302,638	175,3	2	p-2
62	144,907	175,3	2	p-2
63	177,387	175,3	2	P-2
64	27,634	87,65	1	p-1
65	144,45	175,3	2	p-2
66	3,452,055	438,25	4	P-4
67	122,556	175,3	2	p-2
68	342,747	438,25	4	P-4
69	1,212,248	175,3	2	p-2
70	3,550,316	438,25	4	P-4

71	1,096,919	175,3	2	p-2
72	3,490,645	438,25	4	P-4
73	3,921,156	438,25	4	P-4
74	1,839,011	175,3	2	p-2
75	3,937,731	438,25	4	P-4
76	4,302,492	438,25	4	P-4
77	156,915	175,3	2	P-2

Berdasarkan jumlah tiang pancang direncanakan *pile cap* dengan tipe sebagai berikut :

Jarak antar tiang berdasarkan daya dukung tanah, menurut syarat Dirjen Bina Marga Departemen P.U.T.L

$$2,5 D \leq S \leq 3 D$$

$$S_{min} = 125 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 150 \text{ cm}$$

Keterangan :

S = jarak as – as tiang

D = diameter tiang pancang

Diambil perhitungan jarak antar tiang pancang pondasi :

$$S = 3D$$

$$= 3 \cdot 50 = 150 \text{ cm}$$

Perhitungan jarak antar tepi *Pile Cap* dengan tiang pancang :

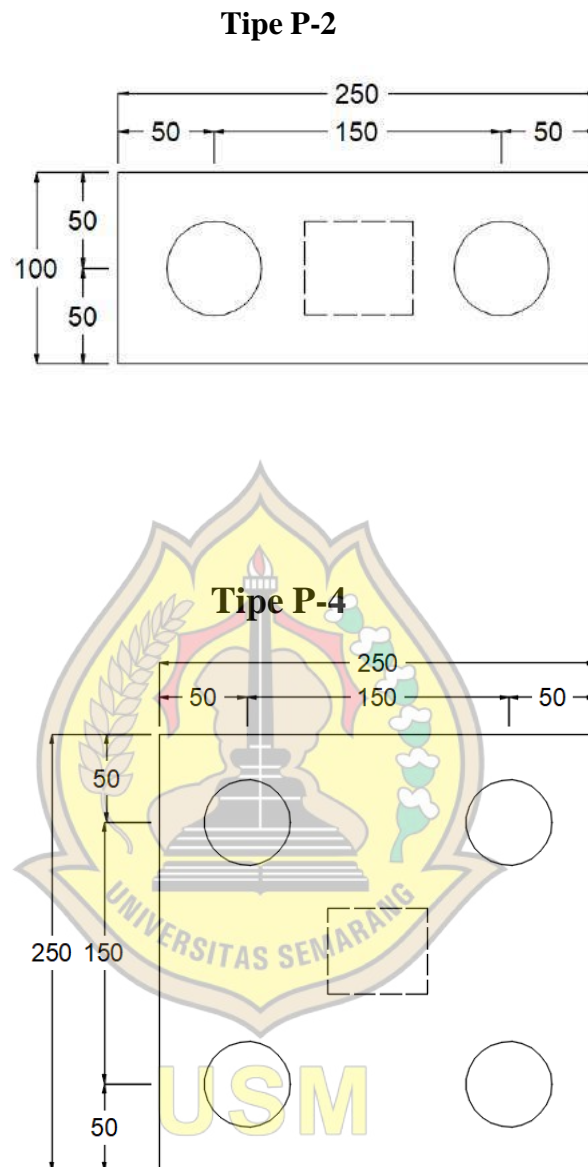
$$S \leq 1,25 D$$

$$S = 1,25 D$$

$$= 1,25 \cdot 50 = 62,5 \text{ cm diambil } 50 \text{ cm}$$

Perhitungan tebal *Pile Cap* :

Dicoba menggunakan 100 cm



**Gambar 4.60** Tampak Atas *Pile Cap* Tipe P-2 dan P-4

*Sumber : Dokumentasi Pribadi (Program Autocad v19)*

Menghitung efisiensi kelompok tiang pancang adalah dengan rumus

$$EPG = 1 - \frac{\theta}{90} \times \frac{(m-1)n + (n-1)m}{mn}$$

$$\theta = \text{Arc tan} \frac{d}{s}$$

Keterangan :

m = jumlah baris x

n = jumlah baris y

d = diameter tiang

s = jarak antar tiang

No	Tipe <i>Pile Cap</i>	d (mm)	s (mm)	arc tan d/s	m	n	Epg
1	p-2	50	150	18,43	1	2	0,90
2	P-4	50	150	18,43	2	4	0,80

Tabel 4.22 Efisiensi *Pile Cap Group*

NO	Tipe	Effisiensi	P tiang (ton)	Satu tiang (ton)	N tiang	Daya Dukung Group (ton)		CEK (Ton)	Check
1	p-2	0,90	165,3104	175,3	2	175,3	>	165,3104	Aman
2	P-4	0,80	430,732	438,25	4	438,25	>	430,25	Aman

Tabel 4.23 Pemeriksaan Daya Dukung *Pile Group*

No.	P (Ton)	Mx	My
1	165,3104	-1,091	1,987
2	430,732	1,083	-1,99

Tabel 4.24 Gaya Aksial dan Momen pada Joint

#### 4.6.2.3 Pemeriksaan Daya Dukung Per Pancang

Untuk tipe P-2  $P_u = 165,31$  ton

$M_x = -1,091$  ton.m       $M_y = 1,987$  ton.m

$$P_{total} = \frac{P_u}{n} + \frac{M_x \cdot y}{n \cdot \sum y^2} + \frac{M_y \cdot x}{n \cdot \sum x^2}$$

Keterangan :

**P<sub>total</sub>** = Beban maksimum yang diterima oleh tiang pancang ( t )

**M<sub>x</sub>** = Momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu x

**M<sub>y</sub>** = Momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu y



- n** = Jumlah kelompok tiang pancang  
**X** = Absis terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang  
**Y** = Ordinat terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang  
**nx** = Banyak-nya tiang pancang dalam satu baris arah sumbu x  
**ny** = Banyak-nya tiang pancang dalam satu baris arah sumbu y

No	x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	Pu/n	Mx* y	My* x	P Total (Ton)		P1 Tiang (Ton)	Check
1	-0,75	0	0,5625	0	82,655	0	-1,49	82,066	<	165,31	Aman
2	0,75	0	0,5625	0	82,655	0	1,49	83,244	<	165,31	Aman
<b>Total</b>			<b>1,125</b>	<b>0</b>							

**Tabel 4.25 Pemeriksaan Daya Dukung per *Spun Pile* Tipe P-2**

Untuk tipe P-4 Pu = 430,732 ton

M x = 1,083 ton.m    M y = -1,99 ton.m

$$P_{total} = \frac{Pu}{n} + \frac{Mx \cdot y}{ny \cdot \sum y^2} + \frac{My \cdot x}{nx \cdot \sum x^2}$$

Keterangan :

- Ptotal** = Beban maksimum yang diterima oleh tiang pancang ( t )  
**Mx** = Momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu x  
**My** = Momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu y  
**n** = Jumlah kelompok tiang pancang

- X** = Absis terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang  
**Y** = Ordinat terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang  
**nx** = Banyak-nya tiang pancang dalam satu baris arah sumbu x

No	x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	Pu/n	Mx*y	My*x	P Total (Ton)		P1 Tiang (Ton)	Check
1	-0,75	0,75	0,5625	0,5625	107,683	-0,812	1,493	107,677	<	430,73 2	Aman
2	0,75	0,75	0,5625	0,5625	107,683	0,812	-1,493	107,837	<	430,73 2	Aman
3	-0,75	-0,75	0,5625	0,5625	107,683	-0,812	1,493	107,837	<	430,73 2	Aman
4	0,75	-0,75	0,5625	0,5625	107,683	0,812	-1,493	107,677	<	430,73 2	Aman
Total			2,25	2,25							

Tabel 4.26 Pemeriksaan Daya Dukung per *Spun Pile* Tipe P-4

#### 4.6.2.4 Pemeriksaan Terhadap Geser Pons dan Geser Lentur Pons

##### 1. Pilecap Tipe P-2

Karena kolom bertumpu pada pile, maka  $p$  yang diperhiungkan adalah  $p$  tiang pancang.

$$P = 165,31 \text{ ton}$$

$$h = 1 \text{ m}$$

$$t = \frac{P}{4 \cdot h \cdot x (h + D)}$$

$$t = \frac{165,31}{4 \cdot 1 \cdot x (1 + 0,5)}$$

$$t = 27,552 \frac{t}{m^2} = 2,755 \frac{kg}{cm^2}$$

$$t_{ijin} = 0,65 \sqrt{f_c} = 0,65 \sqrt{361,45} = 12,358 \frac{kg}{cm^2}$$

$t < t_{ijin}$  ( maka tebal pilecap cukup, sehingga tidak memerlukan tulangan geser pons )

##### 2. Pilecap Tipe P-4

Kolom tidak bertumpu pada pile, maka  $P$  yang diperhitungkan adalah  $P$  kolom.

$$P = 430,732 \text{ ton}$$

$$h = 1 \text{ m}$$

$$t = \frac{P}{4 \cdot h \cdot x (h + D)}$$

$$t = \frac{430,732}{4 \cdot 1 \cdot x (1 + 0,5)}$$

$$t = 102,555 \frac{t}{m^2} = 10,255 \frac{kg}{cm^2}$$

$$t_{ijin} = 0,65 \sqrt{f_c} = 0,65 \sqrt{361,45} = 12,358 \frac{kg}{cm^2}$$

$t < t_{ijin}$  ( maka tebal pilecap cukup, sehingga tidak memerlukan tulangan geser pons )

#### 4.6.2.5 Penulangan Pile Cap

##### a Perhitungan Momen pada *Pile Cap* Tipe P-2

$$P_{maks} = 165,31 \text{ t}$$

$$M_u = 165,31 \text{ t.m}$$

Perhitungan tulangan direncanakan

Tebal <i>pile cap</i> (h)	= 100 cm	→ 1000 mm
Mutu beton (F <sub>c</sub> )	= 30 Mpa	→ 300 kg/cm <sup>2</sup>
Mutu tulangan (F <sub>y</sub> )	= 400 Mpa	→ 4000 kg/cm <sup>2</sup>
Diameter tulangan arah x	= D 22	→ 22 mm
Selimut Beton	=	→ 75 mm

Tinggi efektif arah x

$$d = h - p - \frac{1}{2} D \text{ tul. pokok}$$

$$= 1000 - 75 - \frac{1}{2} \cdot 22 \text{ mm}$$

$$= 914 \text{ mm}$$

Diameter tulangan arah y = D 22 → 22 mm Tinggi efektif arah y

$$d = h - p - D \text{ tul. pokok} + \frac{1}{2} D \text{ tul. Pokok}$$

$$= 1000 - 75 - 22 + \frac{1}{2} \cdot 22$$

$$= 914 \text{ mm}$$

### Tulangan pelat Arah X

Rasio tulangan minimal

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = 0,0035$$

Faktor bentuk distribusi tegangan beton ( $\beta$ ) → Untuk :  $f'_c \leq 30 \text{ MPa} = 0,85$

Rasio tulangan kondisi *balanc*

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = 0,85 \frac{0,85 \cdot 30}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,032$$

Rasio tulangan maksimal

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,032 = 0,024$$

Faktor tahanan momen maksimal

$$Rn_{\max} = \rho_{\max} \cdot f_y \left( 1 - \left( \frac{\rho_{\max}}{2} \cdot \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} \right) \right)$$

$$Rn_{\max} = 0,024 \cdot 400 \left( 1 - \left( \frac{0,024}{2} \cdot \frac{400}{0,85 \cdot 30} \right) \right)$$

$$Rn_{\max} = 7,79$$

Faktor reduksi kekuatan lentur  $\phi = 0,90$  Moment nominal rencana

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

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{165,31}{0,9} = 183,678 \text{ ton.m}$$

Faktor tahanan momen

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{183,678 \times 10^7}{1000 \cdot 914^2} = 2,199 \rightarrow Rn < Rn_{\max} \text{ (OK)}$$

Rasio tulangan perlu

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0,85 \cdot f'_c}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 2,199}{0,85 \cdot 30}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 2,483 \times 10^{-3}$$

Rasio tulangan yang digunakan

**$\rho \text{ perlu} < \rho \text{ min} \rightarrow \text{maka dipakai rasio tulangan minimal}$**

$$\rho \text{ perlu} = 0,002483$$

Luas tulangan yang diperlukan per meter

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d = 0,002483 \cdot 1000 \cdot 914 = 2269,462 \text{ mm}^2$$

Jarak tulangan yang diperlukan per meter

$$S \text{ perlu} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \frac{b}{A_s} = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 22^3 \cdot \frac{1000}{2269,462} = 167,414 \text{ mm}$$

Jarak tulangan maksimal

Jarak tulangan dipakai  **$s = 250 \text{ mm}$**

Digunakan D 22 – 250

Luas tulangan dipakai

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \frac{b}{s} = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 22^2 \cdot \frac{1000}{100} = 3799,4 \text{ mm}^2$$

$$A_s > A_s \text{ perlu} \rightarrow (OK)$$

### Tulangan Arah Y

Faktor tahanan momen maksimal

$$R_n \text{ max} = \rho \text{ max} \cdot f_y \left( 1 - \left( \frac{\rho \text{ max}}{2} \cdot \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} \right) \right)$$

$$R_n \text{ max} = 0,0244 \cdot 400 \left( 1 - \left( \frac{0,0244}{2} \cdot \frac{400}{0,85 \cdot 30} \right) \right)$$

$$R_n \text{ max} = 7,79$$

Faktor reduksi kekuatan lentur  $\phi = 0,90$  Momen nominal rencana

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

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{165,31}{0,9} = 148,788 \text{ ton.m}$$

Faktor tahanan momen

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{148,788 \times 10^7}{1000 \cdot 914^2} = 1,781 \rightarrow Rn < Rn \text{ max (OK)}$$

Rasio tulangan perlu

$$\rho \text{ perlu} = \frac{0,85 \cdot f'c}{fy} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0,85 \cdot f'c}} \right)$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{0,85 \cdot f'c}{fy} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 1,781}{0,85 \cdot 30}} \right)$$

$$\rho \text{ perlu} = 2,62 \times 10^{-3}$$

Rasio tulangan yang digunakan

$\rho \text{ perlu} > \rho \text{ min} \rightarrow$  maka dipakai rasio perlu

$$\rho \text{ perlu} = 0,00262$$

Luas tulangan yang diperlukan per meter

$$As \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d = 0,00262 \cdot 1000 \cdot 914 = 2394,68 \text{ mm}^2$$

USM

Jarak tulangan yang diperlukan per meter

$$s \text{ perlu} = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot \frac{b}{As} = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 22^2 \cdot \frac{1000}{2394,68} = 158,66 \text{ mm}$$

Jarak tulangan maksimal

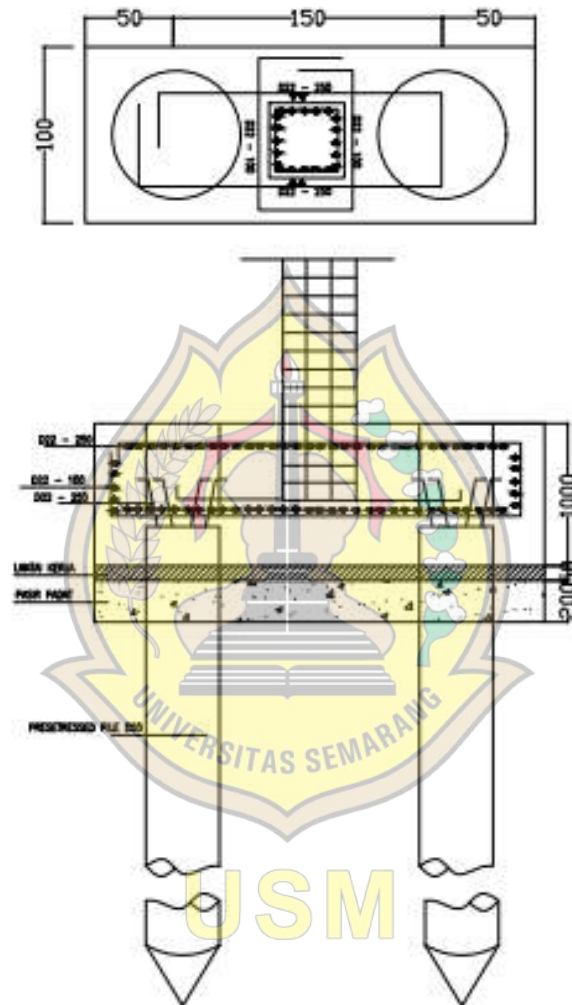
Jarak tulangan dipakai  $s = 100 \text{ mm}$

Digunakan D 22 – 100

Luas tulangan dipakai



$$A_s = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot \frac{b}{s} = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 22^2 \cdot \frac{1000}{100} = 3799,4 \text{ mm}$$



**Gambar 4.61** Penulangan *Pile Cap* Tipe P-2

Sumber : Dokumentasi pribadi menggunakan program AutoCAD V19

#### **b. Perhitungan Momen pada Pile Cap Tipe P-4**

$$P_{maks} = 430,732 \text{ t}$$

$$M_u = 430,732 \text{ t.m}$$

Perhitungan tulangan direncanakan

Tebal <i>pile cap</i> (h)	= 100 cm	→ 1000	mm
Mutu beton (F <sub>c</sub> )	= 30 Mpa	→ 300	kg/cm <sup>2</sup>

Mutu tulangan ( $F_y$ ) = 400 Mpa  $\rightarrow$  4000 kg/cm<sup>2</sup>

Diameter tulangan arah x = D 22  $\rightarrow$  22 mm

Selimut Beton

Tinggi efektif arah x =  $\rightarrow$  75 mm

$d = h - p - \frac{1}{2} D$  tul. pokok

$$= 1000 - 75 - \frac{1}{2} 22 \text{ mm}$$

$$= 914 \text{ mm}$$

Diameter tulangan arah y = D 22  $\rightarrow$  22 mm Tinggi efektif arah y

$d = h - p - D$  tul. pokok +  $\frac{1}{2} D$  tul. Pokok

$$= 1000 - 75 - 22 + \frac{1}{2} \times 22$$

$$= 914 \text{ mm}$$

### Tulangan pelat Arah X

Rasio tulangan minimal

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

Faktor bentuk distribusi tegangan beton ( $\beta$ )  $\rightarrow$  Untuk :  $f'_c \leq 30 \text{ MPa} = 0,85$

Rasio tulangan kondisi *balance*

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = 0,85 \frac{0,85 \cdot 30}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,032$$

Rasio tulangan maksimal

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,032 = 0,024$$

Faktor tahanan momen maksimal

$$Rn_{\max} = \rho_{\max} \cdot f_y \left( 1 - \left( \frac{\rho_{\max}}{2} \cdot \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} \right) \right)$$

$$Rn_{\max} = 0,024 \cdot 400 \left( 1 - \left( \frac{0,024}{2} \cdot \frac{400}{0,85 \cdot 30} \right) \right)$$

$$Rn_{\max} = 7,79$$

Faktor reduksi kekuatan lentur  $\phi = 0,90$  Moment nominal rencana

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

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{430,732}{0,9} = 478,59 \text{ ton.m}$$

Faktor tahanan momen

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{478,591 \times 10^7}{1000 \cdot 914^2} = 5,729 \rightarrow R_n < R_n \text{ max (OK)}$$

Rasio tulangan perlu

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 \cdot f'_c}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 \cdot 30}{400} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 5,729}{0,85 \cdot 30}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 1,540 \times 10^{-3}$$

Rasio tulangan yang digunakan

$\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}} \rightarrow$  maka dipakai rasio tulangan minimal

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,00164$$

Luas tulangan yang diperlukan per meter

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d = 0,00164 \cdot 1000 \cdot 619 = 1462,4 \text{ mm}^2$$

Jarak tulangan yang diperlukan per meter

$$S_{\text{perlu}} = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot \frac{b}{A_s} = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 22^2 \cdot \frac{1000}{1462,4} = 259.806 \text{ mm}^2$$

Jarak tulangan maksimal

Jarak tulangan dipakai  $s = 200 \text{ mm}$

Digunakan D 22 – 200

Luas tulangan dipakai

$$A_s = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot \frac{b}{s} = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 22^2 \cdot \frac{1000}{200} = 1899,7 \text{ mm}$$

$$A_s > A_s \text{ perlu} \rightarrow (OK)$$

### Tulangan Arah Y

Faktor tahanan momen maksimal

$$Rn \text{ max} = \rho \text{ max} \cdot f_y \left( 1 - \left( \frac{\rho \text{ max}}{2} \cdot \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} \right) \right)$$

$$Rn \text{ max} = 0,0244 \cdot 400 \left( 1 - \left( \frac{0,0244}{2} \cdot \frac{400}{0,85 \cdot 30} \right) \right)$$

$$Rn \text{ ma} = 7,79$$

Faktor reduksi kekuatan lentur  $\phi = 0,90$  Momen nominal rencana

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

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{430,732}{0,9} = 478,591 \text{ ton.m}$$

Faktor tahanan momen

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{478,591 \times 10^7}{1000 \cdot 914^2} = 5,729 \rightarrow Rn < Rn \text{ max} (OK)$$

USM

Rasio tulangan perlu

$$\rho \text{ perlu} = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0,85 \cdot f'_c}} \right)$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{0,85 \cdot 30}{400} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 5,729}{0,85 \cdot 30}} \right)$$

$$\rho \text{ perlu} = 1,640 \times 10^{-3}$$

Rasio tulangan yang digunakan

$\rho \text{ perlu} > \rho \text{ min} \rightarrow \text{maka dipakai rasio perlu}$

$$\rho \text{ perlu} = 0,00164$$

Luas tulangan yang diperlukan per meter

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d = 0,00164 \cdot 1000 \cdot 914 = 1462,4 \text{ mm}^2$$

Jarak tulangan yang diperlukan per meter

$$s \text{ perlu} = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot \frac{b}{A_s} = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 22^2 \cdot \frac{1000}{1462,4} = 259,806 \text{ mm}$$

Jarak tulangan maksimal

Jarak tulangan dipakai  $s = 200 \text{ mm}$

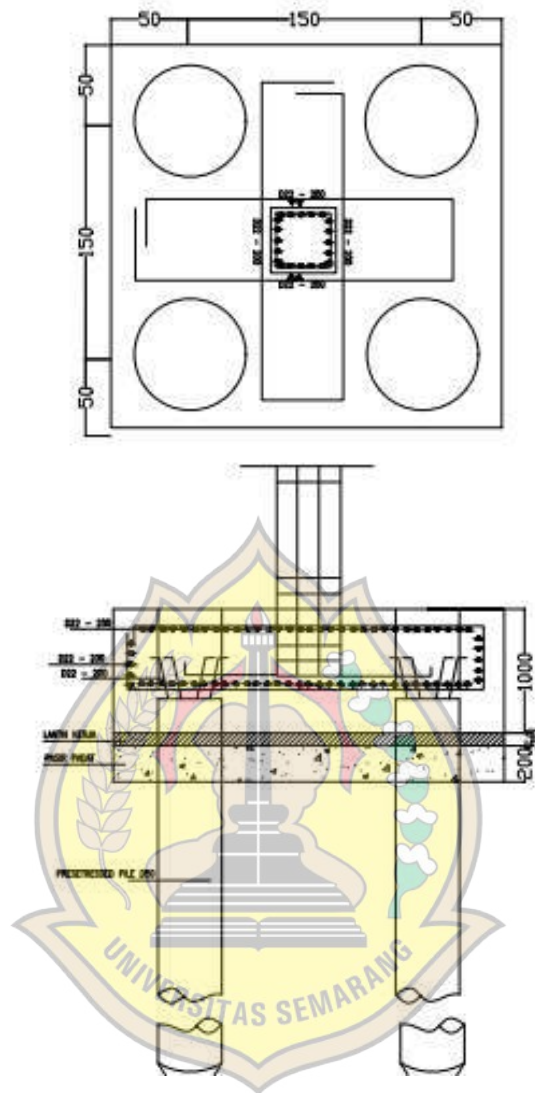
Digunakan D 22 – 200

Luas tulangan dipakai

$$A_s = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot \frac{b}{s} = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 22^2 \cdot \frac{1000}{200} = 1899,7 \text{ mm}^2$$

$A_s > A_s \text{ perl} \rightarrow (OK)$

USM



Sumber : Dokumentasi pribadi menggunakan program AutoCAD V19

**Gambar 4.62** Penulangan *Pile Cap* Tipe P-4



## **BAB V**

### **PENUTUP**

Dalam menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir Perencanaan Struktur Hotel Padma Semarang ini masih banyak kekurangan. Hal ini terjadi karena keterbatasan pengalaman serta pengetahuan dalam bidang perencanaan struktur. Sehingga perlu adanya kritik saran untuk meningkatkan kualitas laporan tugas akhir ini pada tahun selanjutnya.

Penyusun telah berusaha untuk menyelesaikan laporan ini dengan menyesuaikan kriteria-kriteria perencanaan struktur gedung sesuai dengan pedoman peraturan perencanaan struktur yang berlaku. Untuk memanbah referensi penyusun mengenai dasar perencanaan struktur penyusun selalu mengadakan kegiatan bimbingan tugas akhir pada dosen. Untuk dapat mengetahui, serta mengkoreksi dari hasil laporan tugas akhir ini.

Dengan penyusunan laporan tugas akhir ini, penyusun dapat mengaplikasikan ilmu teknik sipil yang diperoleh selama kuliah dari semester awal sampai akhir, Serta sebagai modal awal penyusun untuk terjun dalam dunia kerja bidang teknik sipil. Dalam bagian akhir, penyusun memberikan beberapa kesimpulan dan saran mengenai tugas akhir Perencanaan Struktur Hotel Padma Semarang.

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil akhir penyusunan laporan tugas akhir ini mengambil beberapa kesimpulan antara lain :

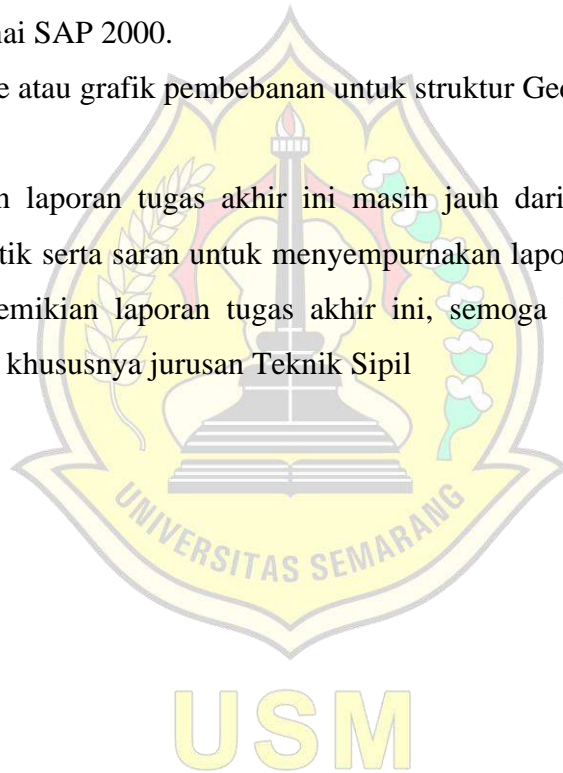
1. Perhotungan tulangan pada strukutr kolom, balok, plat lantai menggunakan SAP 2000 versi 14 dan versi 20.
2. Perhitungan beban gempa mengacu pada SNI Gempa 2012 dengan menggunakan analisis desain spectrum gempa.
3. Perhitunga struktur pondasi menggunakan perhitungan manual dengan data sondir, dan penyelidikan tanah dari Laboratorium Polines Semarang, akan tetapi untuk nilai momen, gaya aksial berdasarkan perhitungan SAP 2000 versi 14 dan versi 20.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan kendala yang penyusun hadapi selama penyusunan laporan tugas akhir ini. Penyusun memberikan saran dalam perencanaan struktur gedung antara lain:

1. Dalam penyusunan tugas akhir mengacu pada pedoman peratiran pembanunan Gedung yang masih berlaku
2. Mencari sumber buku yang lebih banyak untuk menambah wawasan pengetahuan mengenai dasar-dasar untuk merencanakan sebuah struktur Gedung.
3. Rutin melakukan kegiatan bimbingan laporan tugas akhir untuk mendapatkan masukan penyelesaian masalah yang dihadapi.
4. Untuk mendapatkan hasil akurat perhitungan disarankan penyusunan tugas akhir sudah menguasai mengenai SAP 2000.
5. Menggunakan table atau grafik pembebanan untuk struktur Gedung yang masih berlaku.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penyusun meminta kritik serta saran untuk menyempurnakan laporan tugas akhir untuk masa yang akan datang. Demikian laporan tugas akhir ini, semoga bermanfaat bagi akademik Universitas Semarang, khususnya jurusan Teknik Sipil



## DAFTAR PUSTAKA

*Google Earth*. 2017. Lokasi Candisari Semarang. <http://www.earthgoogle.com>

Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2013*.

Badan Standarisasi Nasional. 2003. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2002*.

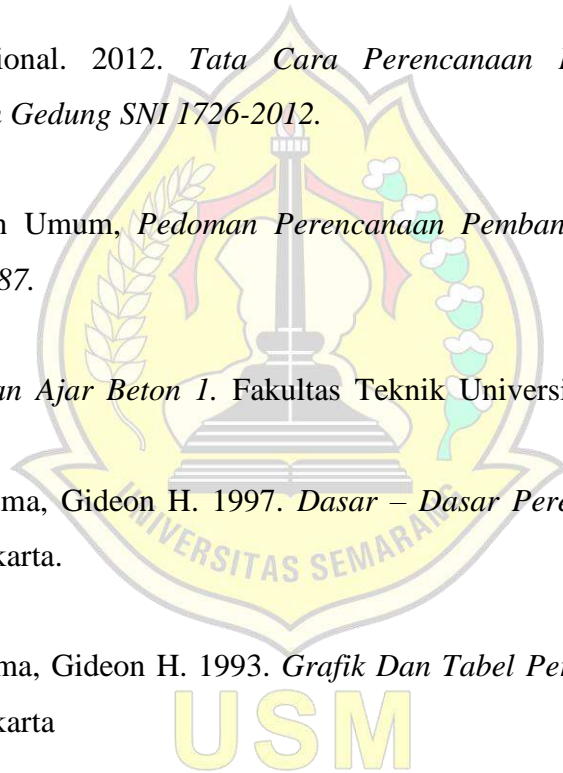
Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Rumah Dan Gedung SNI 1726-2012*.

Departemen Pekerjaan Umum, *Pedoman Perencanaan Pembangunan Untuk Rumah Dan Gedung (PPPURG) 1987*.

Purwanto. 2006. *Bahan Ajar Beton 1*. Fakultas Teknik Universitas Semarang : Semarang.

Vis, W. C. Dan Kusuma, Gideon H. 1997. *Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Penerbit Erlangga : Jakarta.

Vis, W. C. Dan Kusuma, Gideon H. 1993. *Grafik Dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang*. Penerbit Erlangga : Jakarta



## LEMBAR ASISTENSI




### LAPORAN TUGAS AKHIR PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL PADMA SEMARANG



Dosen Pembimbing Utama : Purwanto,S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Pendamping : Trias Widorini,S.T.,M.Eng.




#### Anggota Kelompok :

1. Sandika Windu Sanjaya C.111.17.0037
2. Martha Try Handayani C.111.17.0119

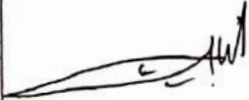

NO.	HARI DAN TANGGAL	ASISTENSI	TANDA TANGAN DOSEN PEMBIMBING
1.	Jum'at, 18 September 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dilengkapi dengan gambar kuda – kuda.</li><li>- Dilanjutkan dengan proposal.</li></ul>	
2.	Jum'at, 25 September 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Membuat Denah Gambar, Potongan, Dan Tampak</li><li>- Merubah Proposal Dari Pdf Ke Word</li></ul>	
3.	Senin, 28 September 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lengkapi Studi pustaka dengan acuan – acuan, sebagai basic untuk perencanaan struktur ( rumus – rumus untuk menghitung struktur )</li></ul>	

4	Senin, 30 September 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lengkapi dengan daftar pustaka</li> <li>- Lanjutkan kepembimbing 2</li> </ul>	
5	Selasa, 27 Oktober 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lampirkan Surat Tugas</li> <li>- Tambahkan Detail Kuda – Kuda</li> <li>- Lanjutkan</li> </ul>	
6	Rabu, 11 November 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>- File yang dikirimkan ketika dibuka berantakan dan rumus tidak terliha, dikirim dalam bentuk pdf saja.</li> <li>- Beda plat Tipe B dan Tipe C</li> <li>- Fungsi bangunan sebagai gedung atau sebagai apa? Isi disesuaikan dengan judul.</li> <li>- Jangan copy paste file orang lain.</li> </ul>	



7	Selasa, 1 Desember 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sebelum dikirim ke saya dlm bentuk pdf dibaca dan di cek dulu, masih ada</li> <li>- gambar yang menumpuk dan salah penulisan.</li> <li>- perhatikan tatacara penulisan TA</li> <li>- cek dan pelajari pembagian tipe plat</li> <li>- kirimkan gambar arsiteknya</li> <li>- kirimkan SAP200 nya</li> </ul>	
8	Rabu, 8 Desember 2020	<p>Lanjutkan gambar detail penulangan balok, kolom, pelat lantai dll dari hasil hitungan anda.</p>	
9	Kamis, 17 Desember 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pembagian tipe plat masih salah. belajar lagi.</li> </ul>	



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar detail penulangan dimasukkan juga dalam bab 4.</li> </ul>	
10	Sabtu, 26 Desember 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lanjutkan</li> <li>- Buat Artikel Jurnal Format Sesuai Templet Jurnal Teknika</li> <li>- Lengkapi Daftar Isi Dll</li> </ul>	
11	Sabtu, 16 Januari 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maju ke Pembimbing 1</li> <li>- Bila Pembimbing 1 sudah ACC dapat mendaftar seminar</li> </ul>	



USM



7A  
✓

## BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR

Pada hari ini Senin, tanggal 15 Februari 2021 bertempat di Fakultas Teknik, telah dilaksanakan Ujian IA Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Semarang Periode semester Gasal Tahun Akademik 2020/2021.

Nama Mahasiswa : SANDIKA WINDU SANJAYA  
 N I M : C.111.17.0037  
 Fakultas : Teknik  
 Program Studi : S1 Teknik Sipil  
 Judul TA : PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL PADMA SEMARANG  
 Judul KP : Hotel Padma Semarang Jalan Sultan Agung Semarang

Dengan Hasil :

NO	NAMA PENGUJI	JABATAN	NILAI	TANDA TANGAN
1	Purwanto, ST, MT	Ketua Penguji	85	
2	Trias Widorini, ST, M.Eng	Anggota Penguji	85	
Total Nilai			170	

Nilai Angka : ..... 85 .....  
 Nilai Huruf : ..... A .....  
 Keterangan : Lulus / Tidak Lulus



Mengetahui,  
 Wakil Dekan

Ir. Bambang Tutuko, M.M. M.T.  
 NIS. 06557003102013

Semarang, 15 Februari 2021  
 Ka Prodi S1 Teknik Sipil

Ir. Diah Setyati Budiningrum, M.T.  
 NIS. 06557003102020

USM



**YAYASAN ALUMNI UNIVERSITAS DIPONEGORO  
UNIVERSITAS SEMARANG  
UPT PERPUSTAKAAN**

Sekretarian : Jl. Soekarno-Hatta, Tlogosari, Semarang 50196 Telp. (024) 6702757 Fax (024) 6702272  
Website : <http://eskripsi.usm.ac.id> e\_mail : [perpustakaan@usm.ac.id](mailto:perpustakaan@usm.ac.id)

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLISH**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : SANDIKA WINDU SANJAYA  
 NIM : C.111.17.0037 Email : sandikawindu49@gmail.com  
 Fakultas : TEKNIK Program Studi : TEKNIK SIPIL  
 Judul SKRIPSI/TA : PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL PADMA SEMARANG

Dengan ini saya menyerahkan hak *non-eksklusif* kepada UPT Perpustakaan Universitas Semarang untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses SKRIPSI/TA elektronik sebagai berikut (beri tanda  pada kotak yang sesuai):

Kategori Upload <input type="checkbox"/>	Jaringan Lokal USM	Jaringan Internet
<input type="checkbox"/> <b>Publish</b>	<b>Full Document</b> (Judul, Halaman Persetujuan, Surat Keaslian (Orisinalitas), Abstrak (Indonesia-Inggris), Daftar Isi, Bab I, Bab II, Bab III, Bab IV, Bab V, Bab Penutup, Daftar Pustaka, Lembar Konsultasi, dan Lembar Publish)	<b>Full Document</b> (Judul, Halaman Persetujuan, Surat Keaslian (Orisinalitas), Abstrak (Indonesia-Inggris), Daftar Isi, Bab I, Bab II, Bab III, Bab IV, Bab V, Bab Penutup, Daftar Pustaka, Lembar Konsultasi, dan Lembar Publish)
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Approve</b>	<b>Full Document</b> (Judul, Halaman Persetujuan, Surat Keaslian (Orisinalitas), Abstrak (Indonesia-Inggris), Daftar Isi, Bab I, Bab II, Bab III, Bab IV, Bab V, Bab Penutup, Daftar Pustaka, Lembar Konsultasi, dan Lembar Publish)	<b>Half Document</b> (Judul, Abstrak (Indonesia-Inggris), Halaman Persetujuan, Surat Keaslian (Orisinalitas), Daftar Isi, Bab Penutup, Daftar Pustaka)

Apabila skripsi/Tugas Akhir ini tidak di **Publish** atau **Approve**, maka :

**Note** (diisi oleh dosen pembimbing):

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Semarang, 4 Februari 2021

Yang membuat pernyataan

SANDIKA WINDU SANJAYA

Mengetahui,

Pembimbing I

PURWANTO, S.T., M.T.

Pembimbing II

TRIAS WIDORINI, S.T., M.ENG.





**TAMPAK DEPAN**  
 SKALA 1:200

**TUGAS AKHIR**



**FAKULTAS TEKNIK  
 JURUSAN TEKNIK SIPIL  
 UNIVERSITAS SEMARANG**

**JUDUL GAMBAR**

PERENCANAAN  
 HOTEL 5 LANTAI  
 DI SEMARANG

**KETERANGAN**

**DOSEN PEMBIMBING 1**

PURWANTO, ST, MT.

**DOSEN PEMBIMBING 2**

TRIAS WIDORINI, ST, M. ENG.

**DIGAMBAR OLEH**

SANDIKA WINDU SANJAYA  
 C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
 C.111.17.0119

**NAMA GAMBAR**

**SKALA**

**KODE**

**TGL**

**LEMBAR**

ARS

JML

NO



**TAMPAK BELAKANG**

SKALA 1:200

**TUGAS AKHIR**



**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS SEMARANG**

**JUDUL GAMBAR**

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

**KETERANGAN**

**DOSEN PEMBIMBING 1**

PURWANTO, ST, MT.

**DOSEN PEMBIMBING 2**

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG.

**DIGAMBAR OLEH**

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

**NAMA GAMBAR**

**SKALA**

**KODE**

**TGL**

**LEMBAR**

ARS

JML

NO



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M. ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

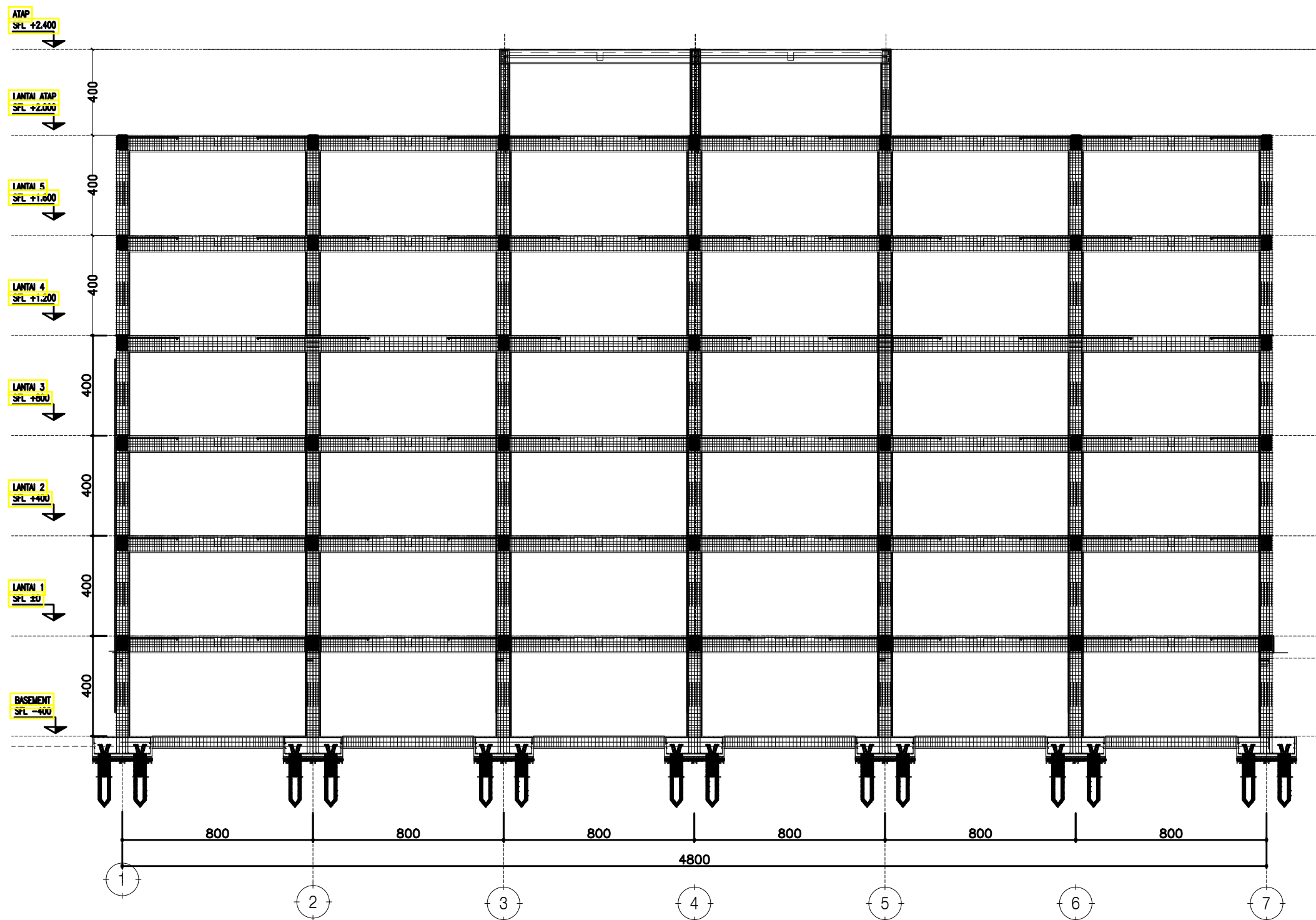
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



POTONGAN PORTAL A-A  
SCALE 1 : 100





JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

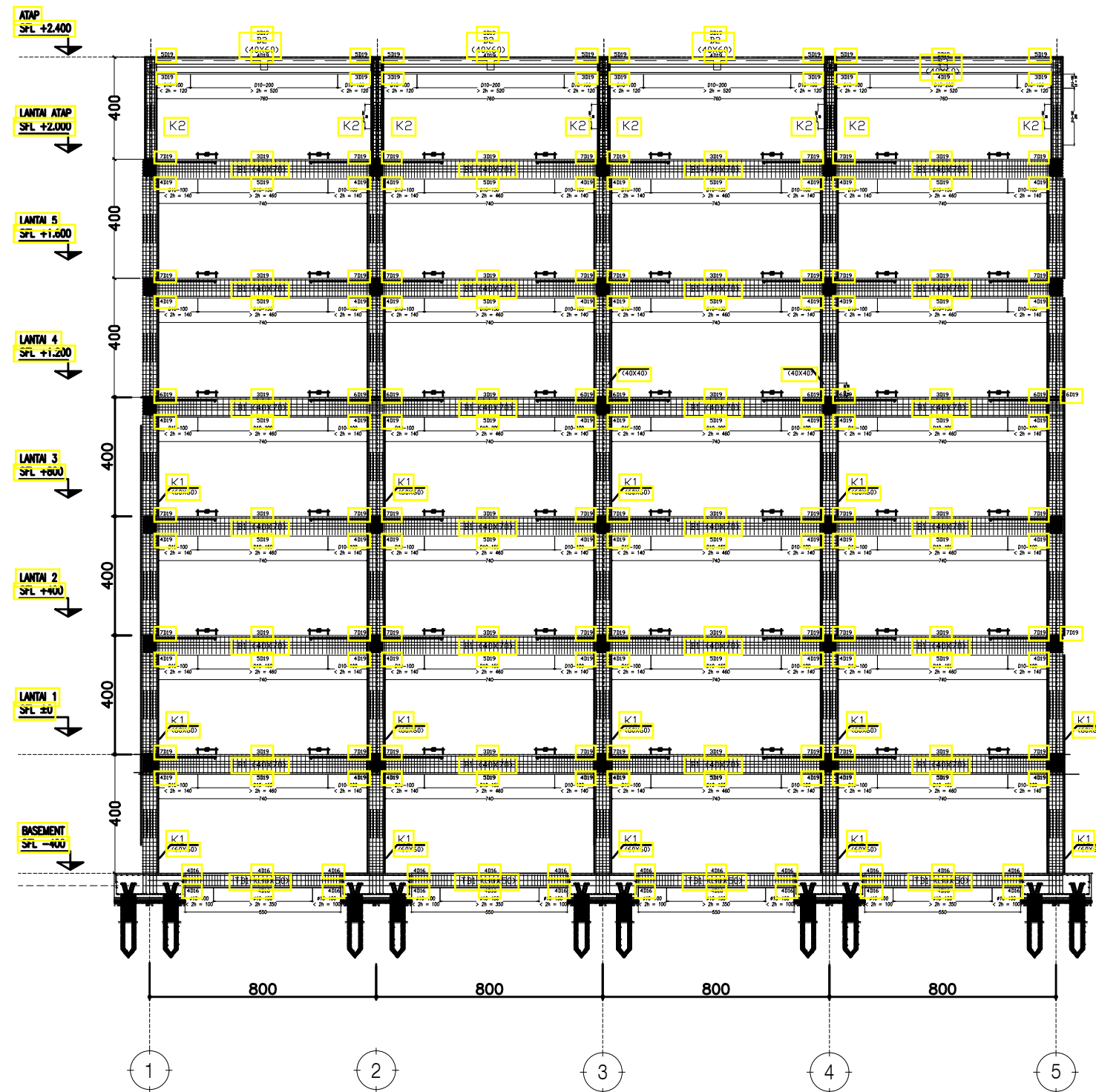
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO




**POTONGAN PORTAL B-B**  

**SCALE 1 : 100**



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT,

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG,

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

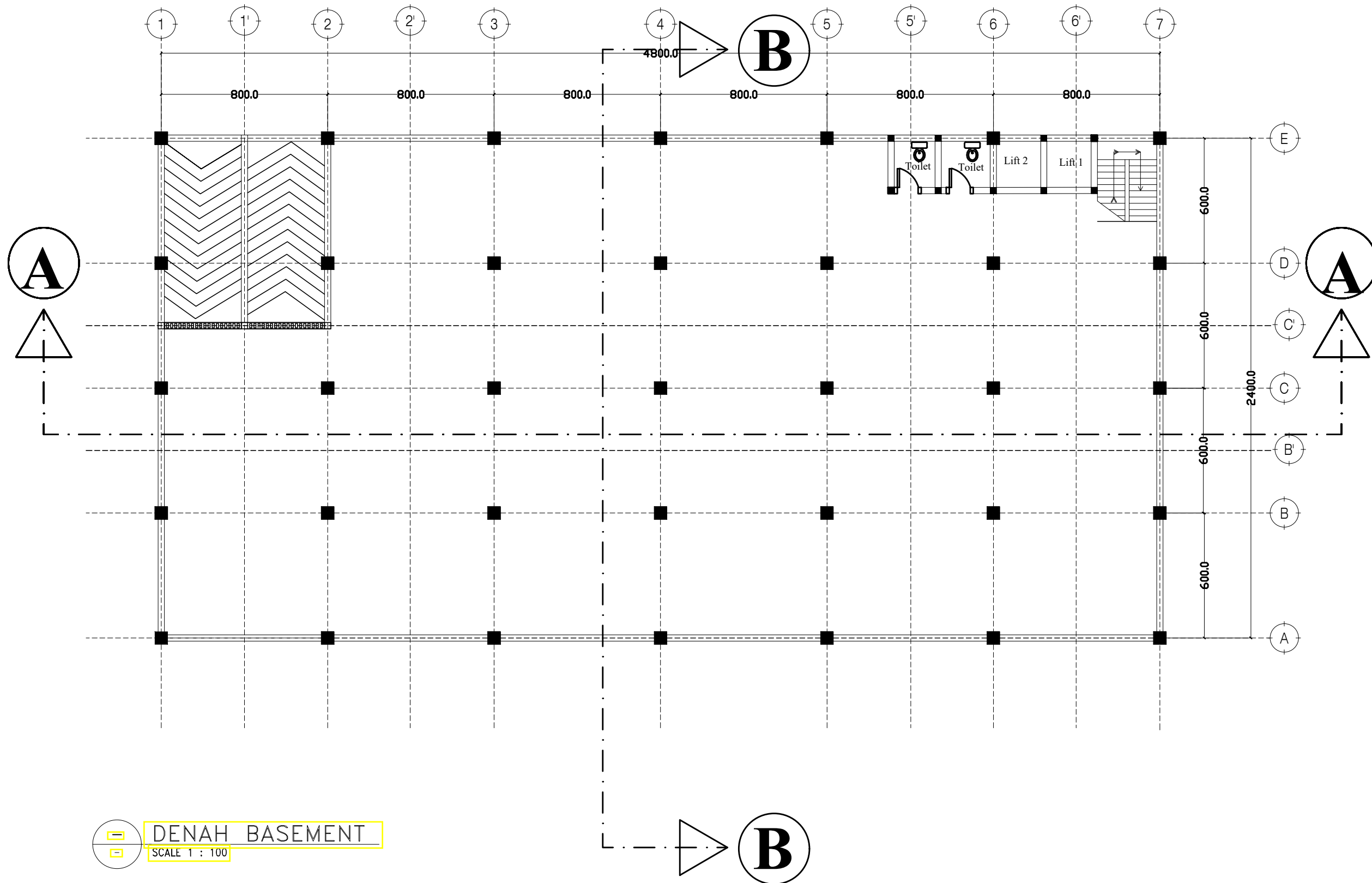
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH BASEMENT  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT,

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG,

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

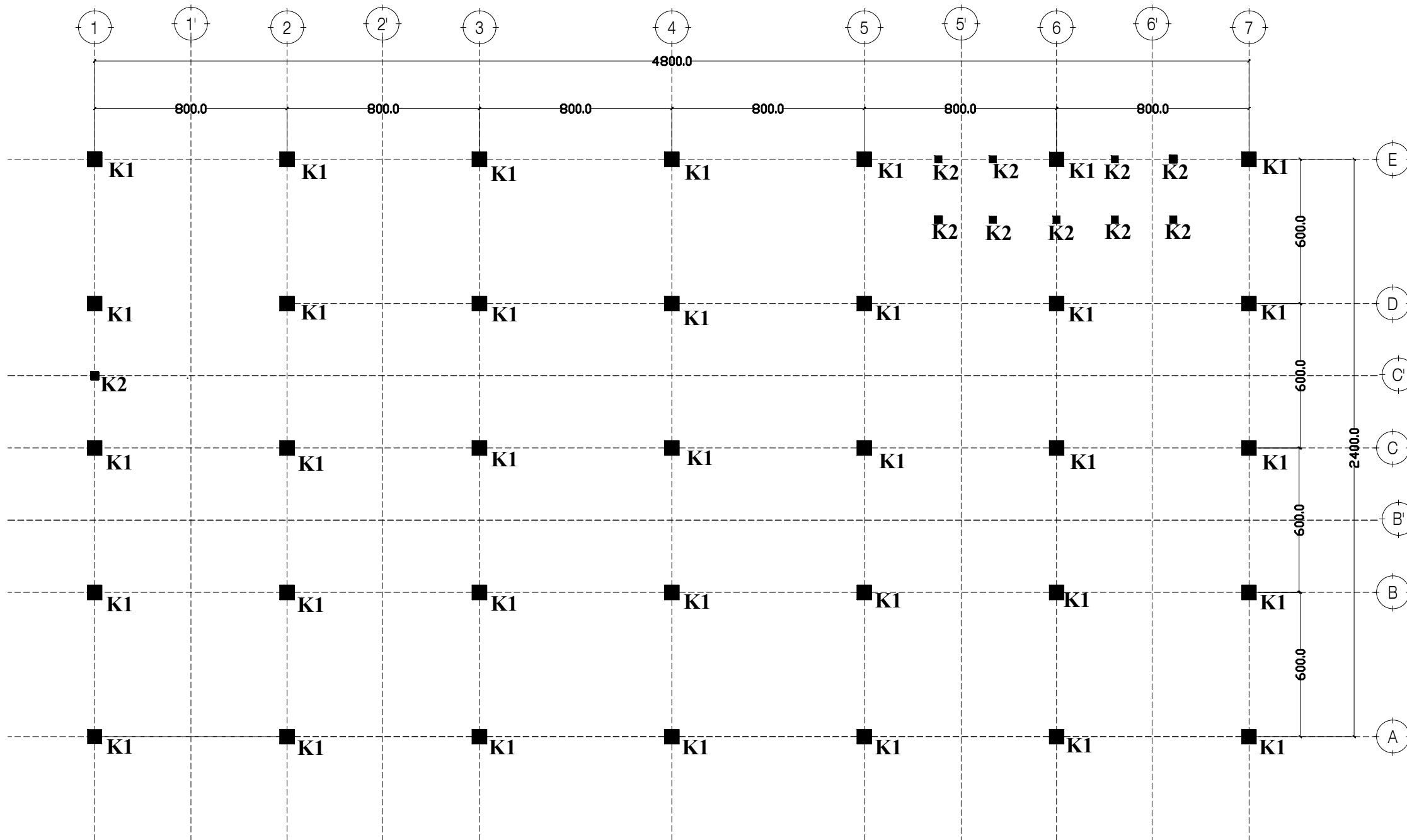
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH KOLOM BASEMENT  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M.ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

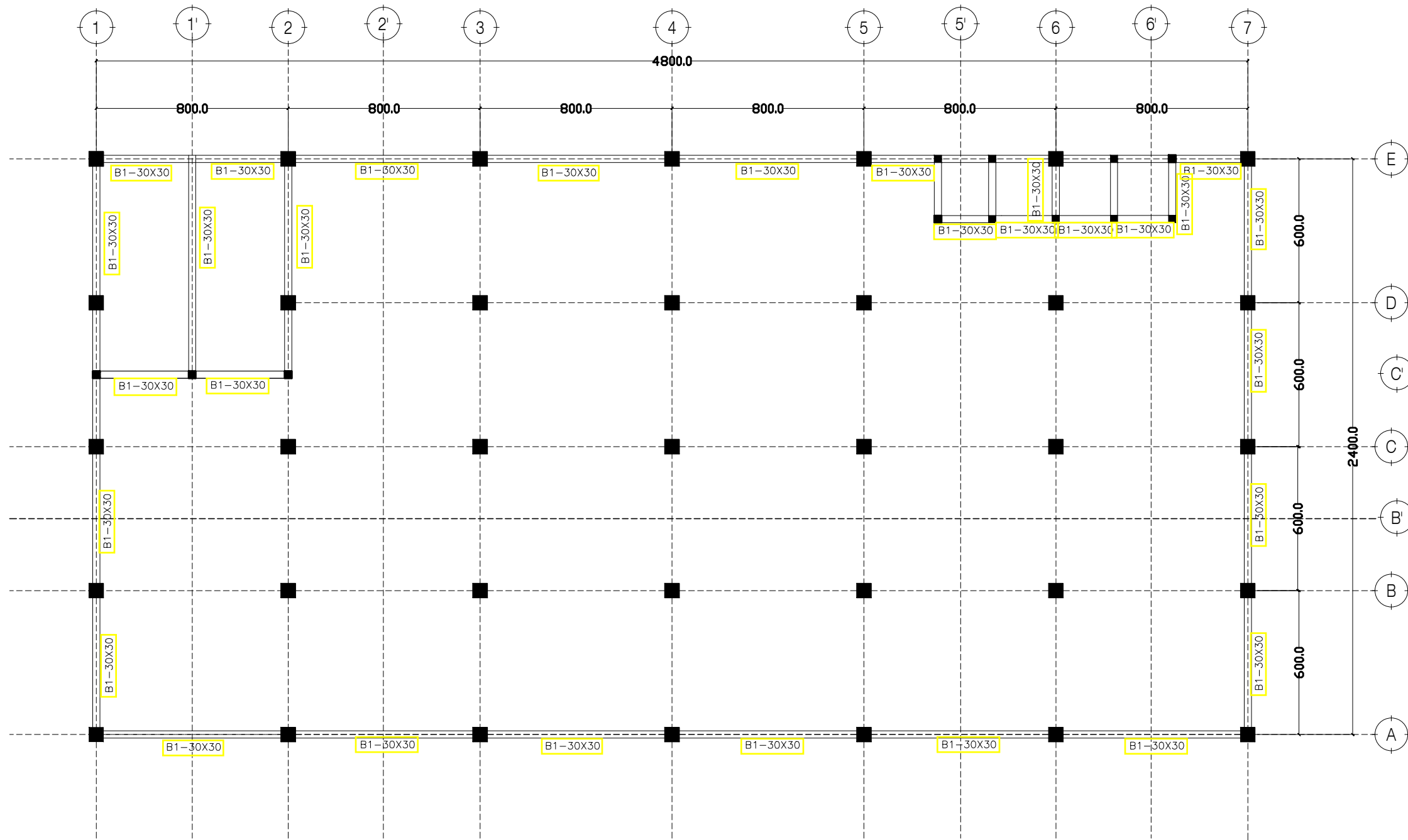
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



**DENAH BALOK BASEMENT**  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M. ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

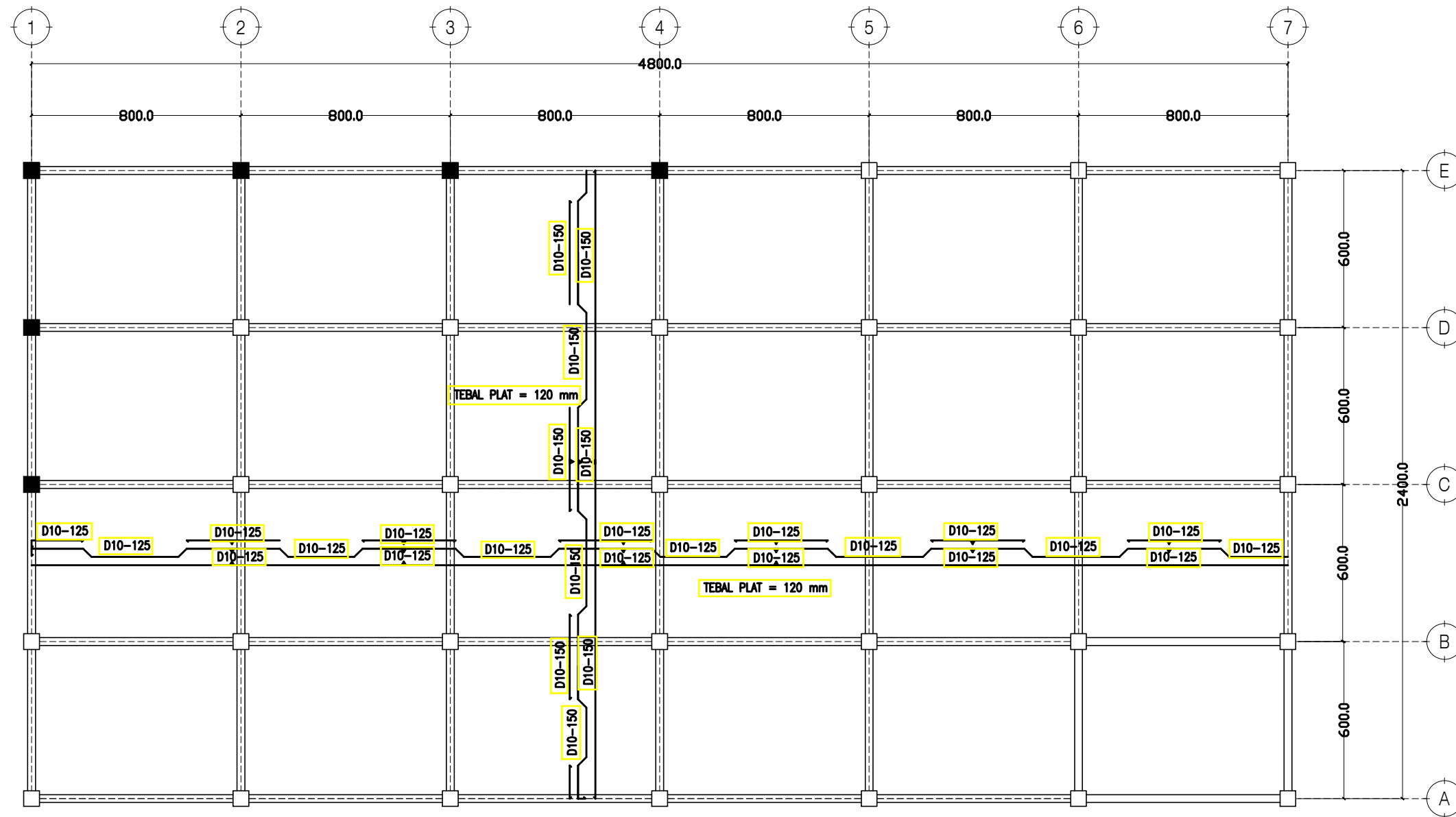
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



**DENAH PLAT LANTAI BASEMENT**  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT,

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG,

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

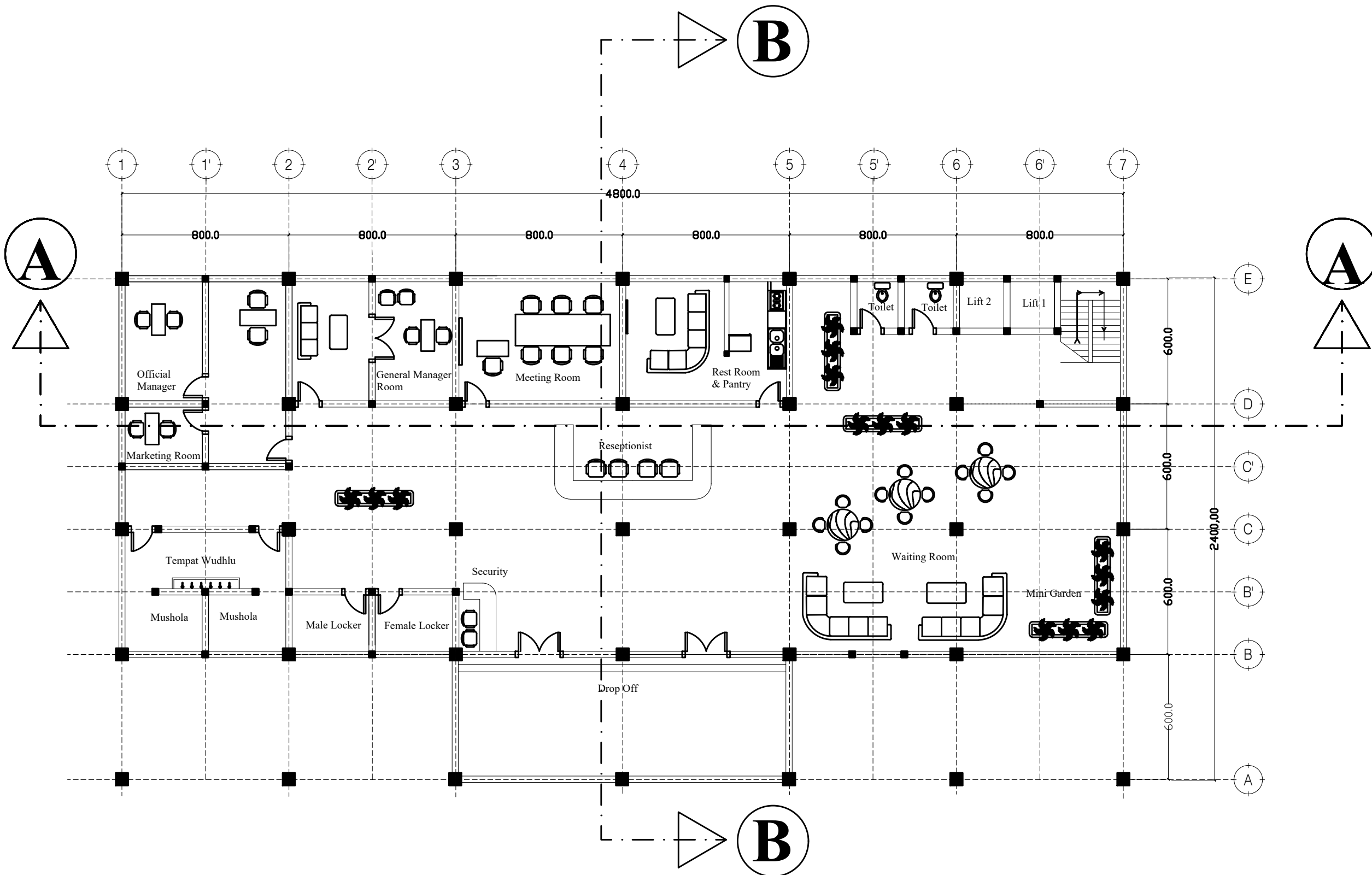
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



**DENAH LANTAI 1**  
SCALE 1 : 100





JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

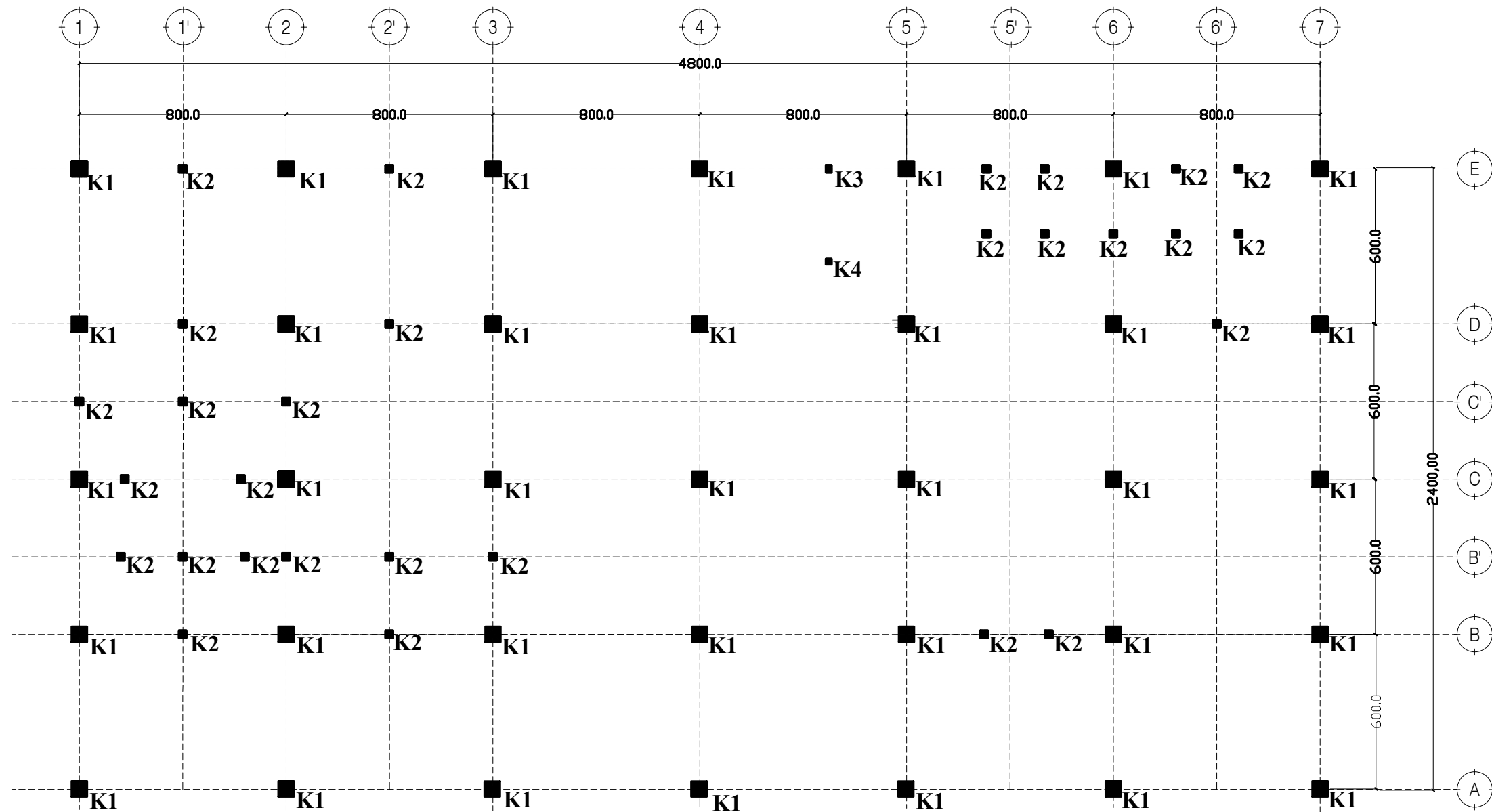
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH KOLOM LANTAI 1

SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

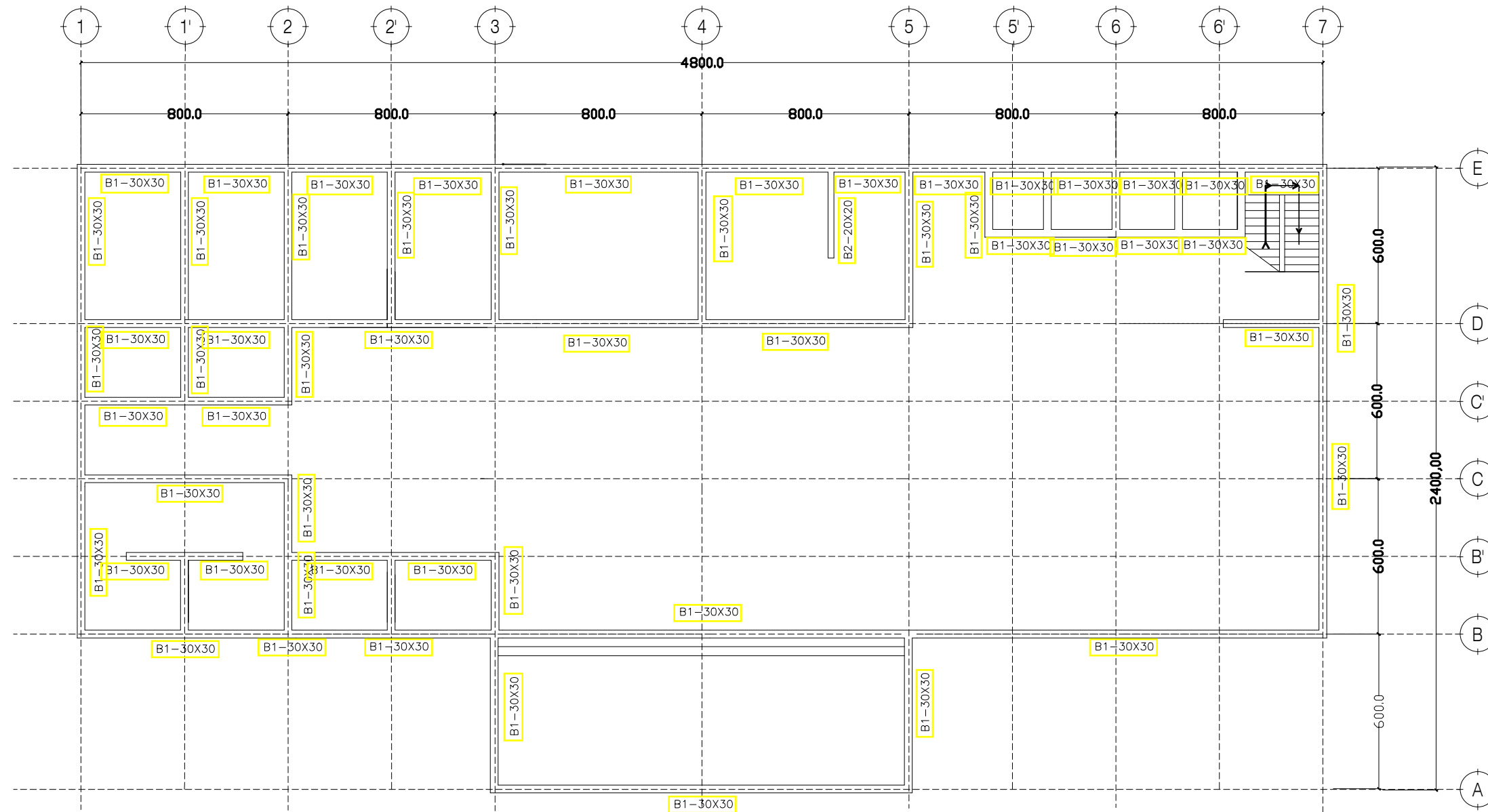
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



**DENAH BALOK LANTAI 1**  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M. ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

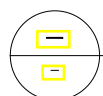
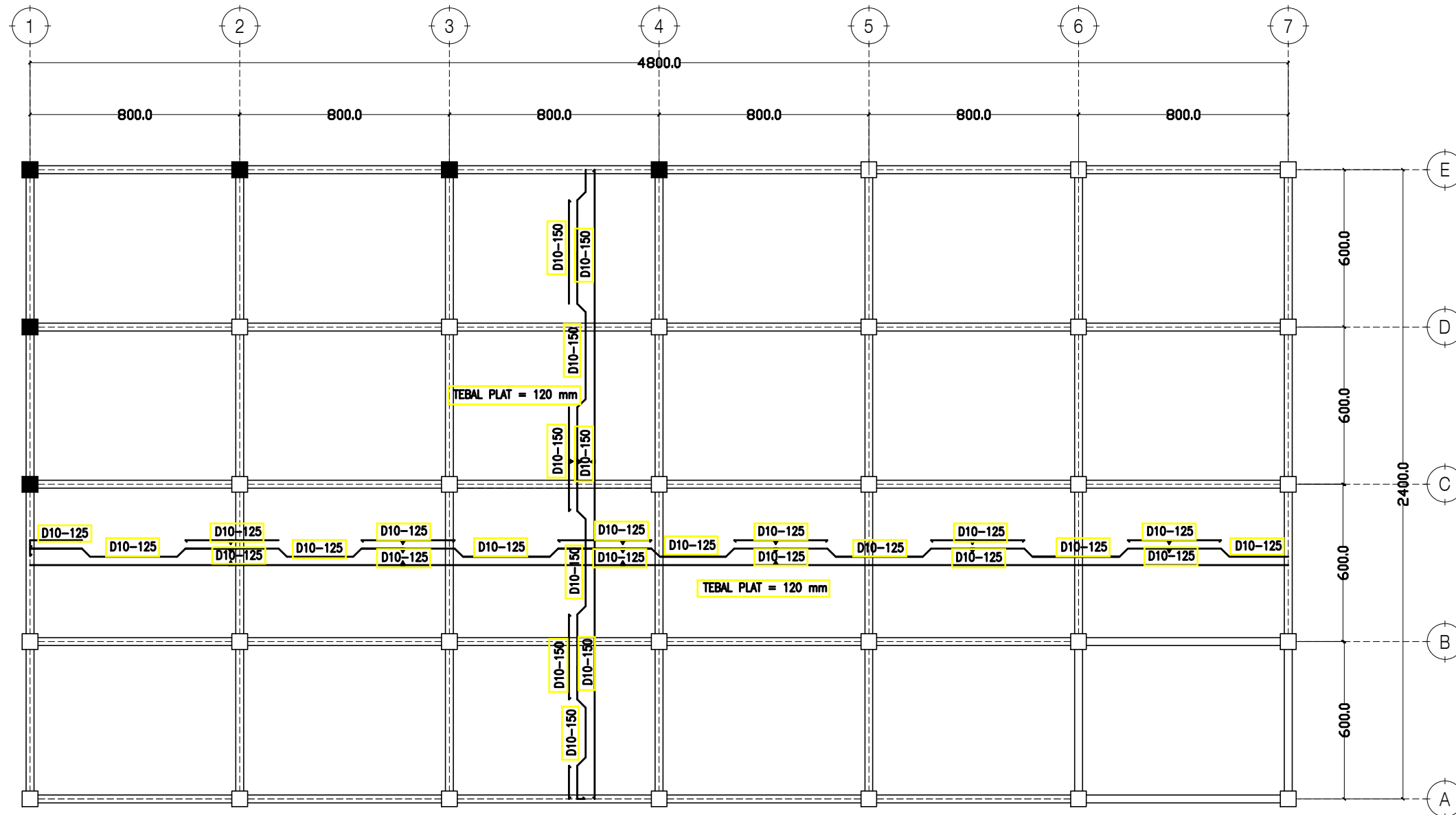
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH PLAT LANTAI 1

SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT,

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M. ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

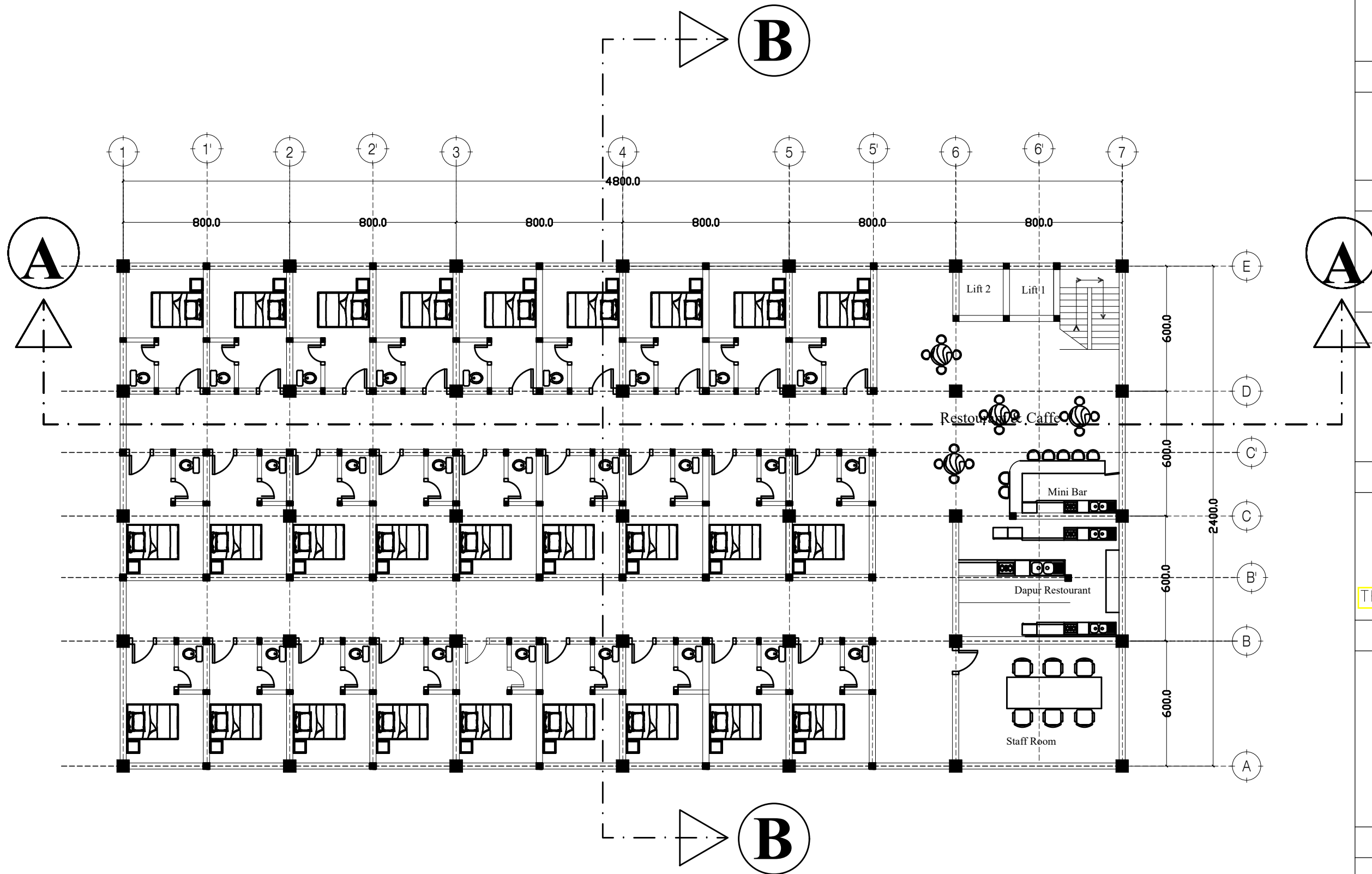
KODE

TGL

LEMBAR

ARS

JML NO



DENAH LANTAI 2  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M. ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

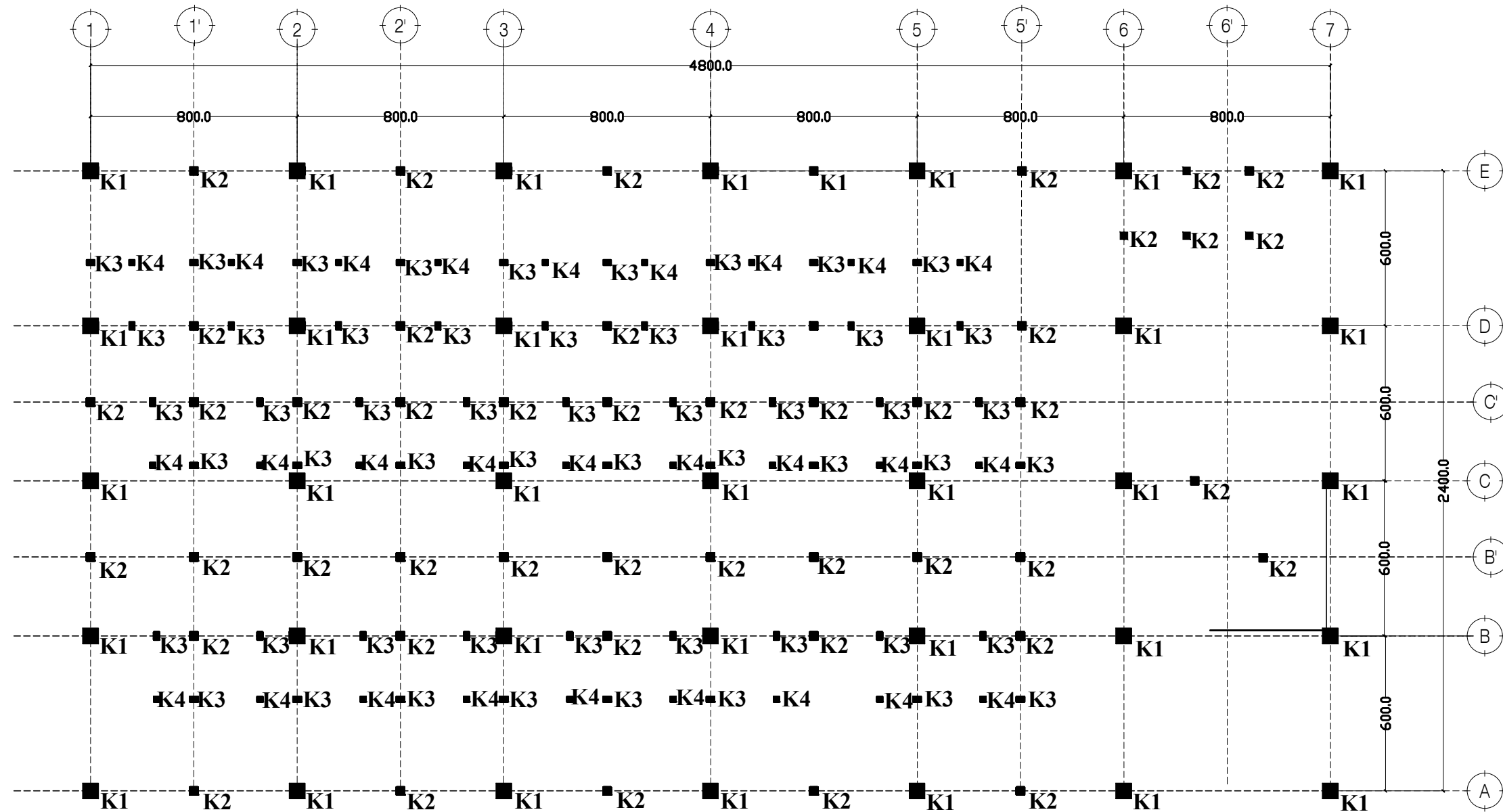
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH KOLOM LANTAI 2  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M. ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

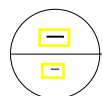
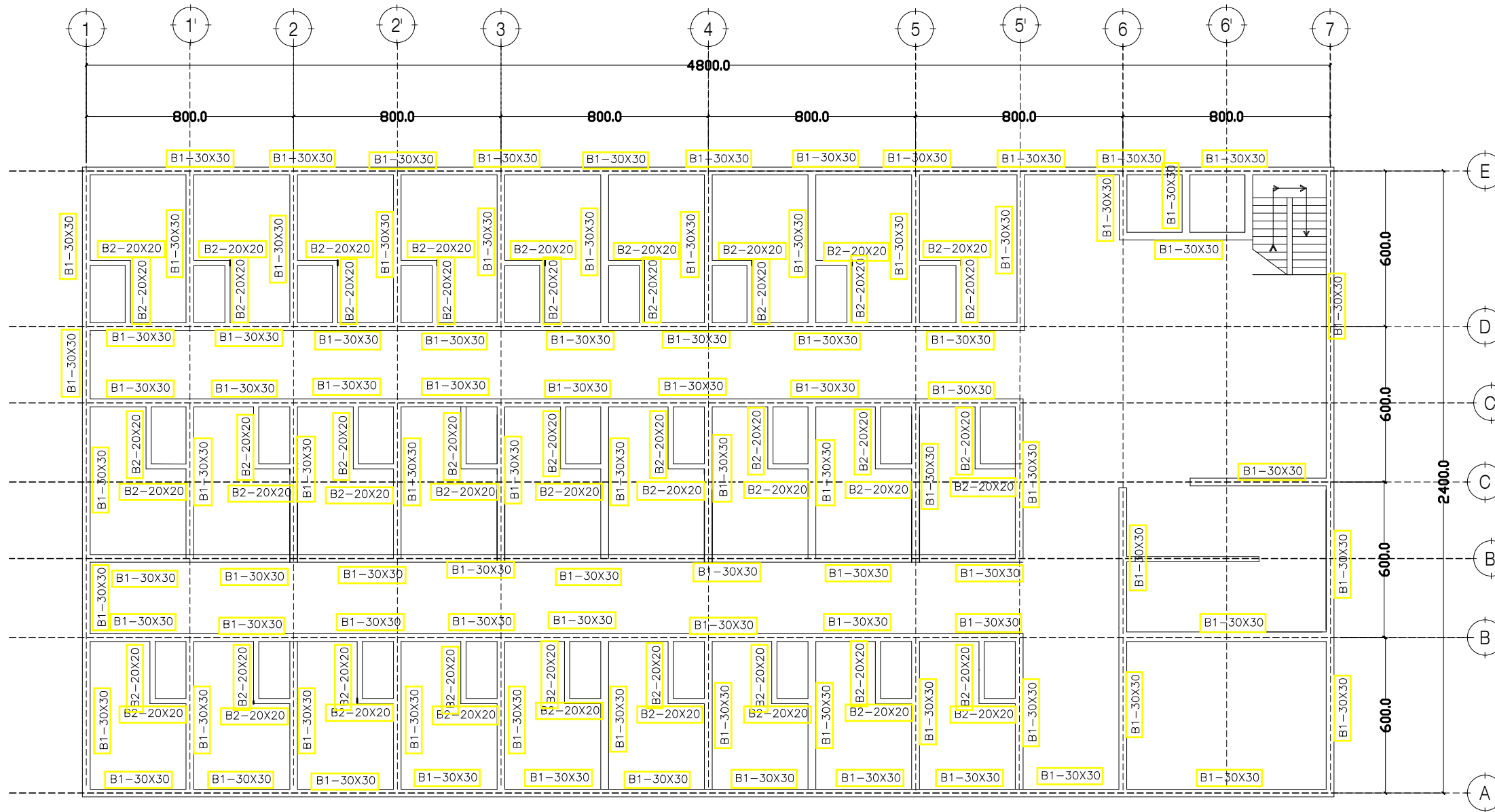
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH BALOK LANTAI 2

SCALE 1 : 100





JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M. ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

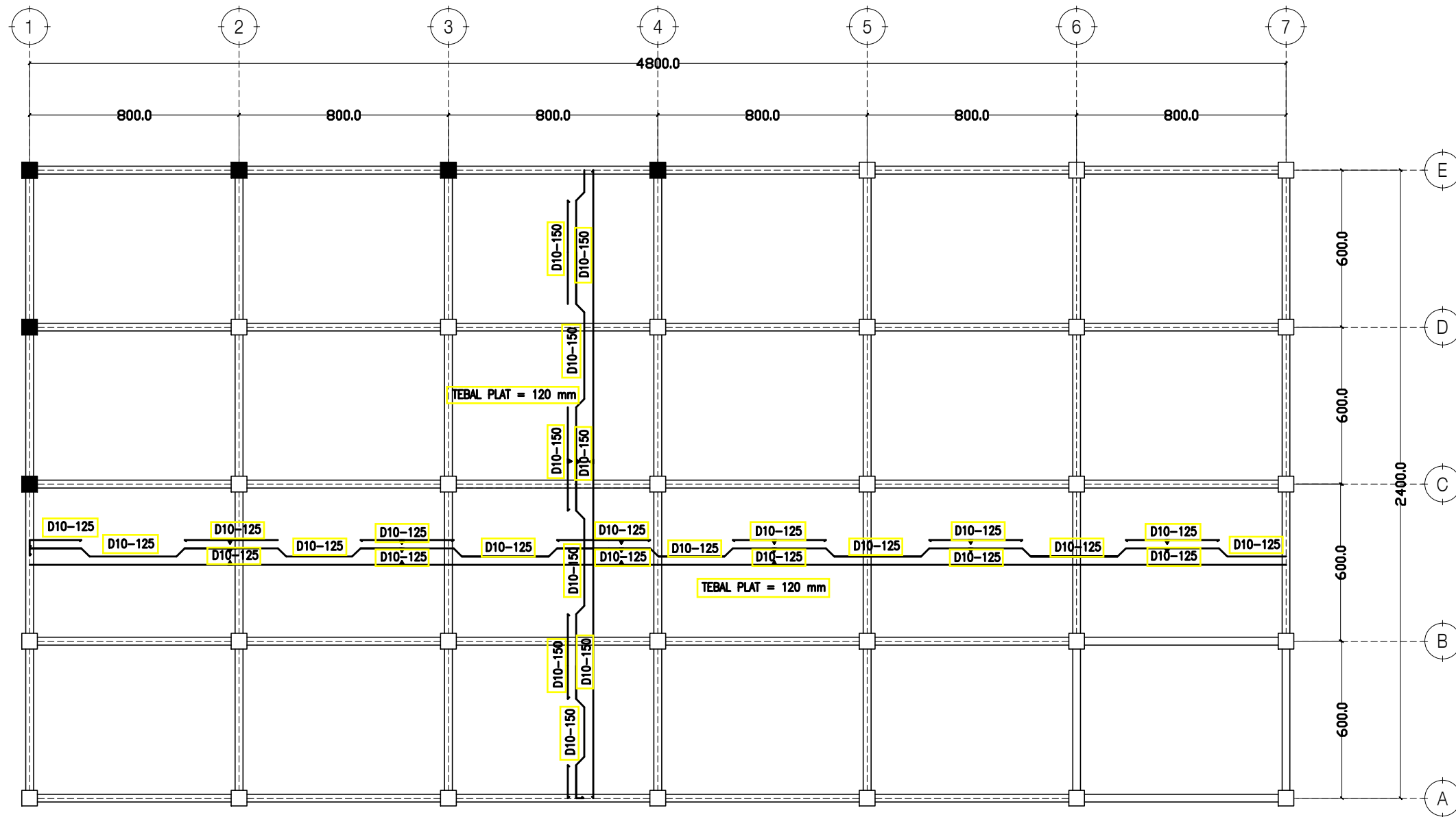
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH PLAT LANTAI 2  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

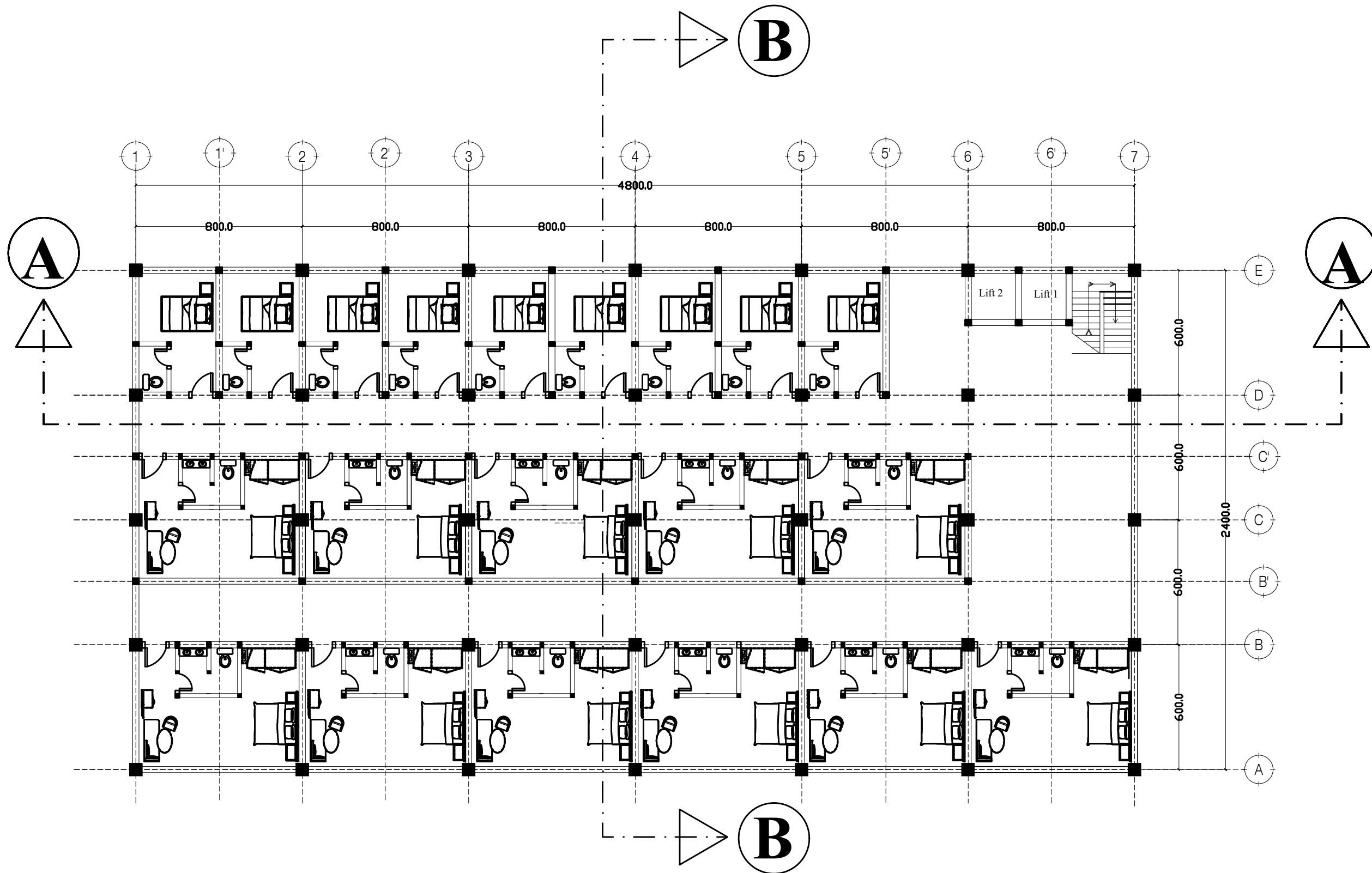
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH LANTAI 3  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M. ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

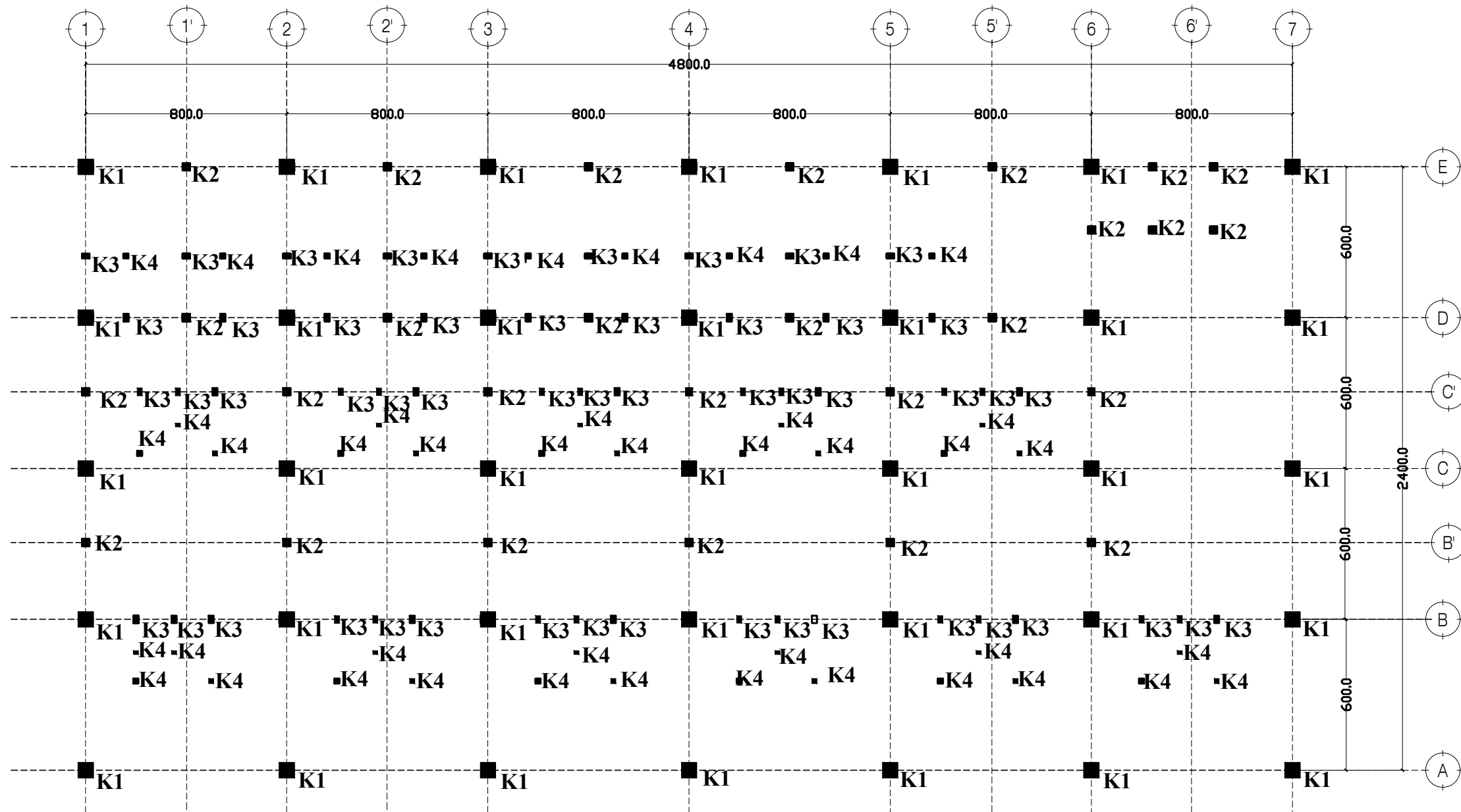
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH KOLOM LANTAI 3  
SCALE 1 : 100





JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M. ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

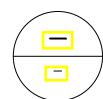
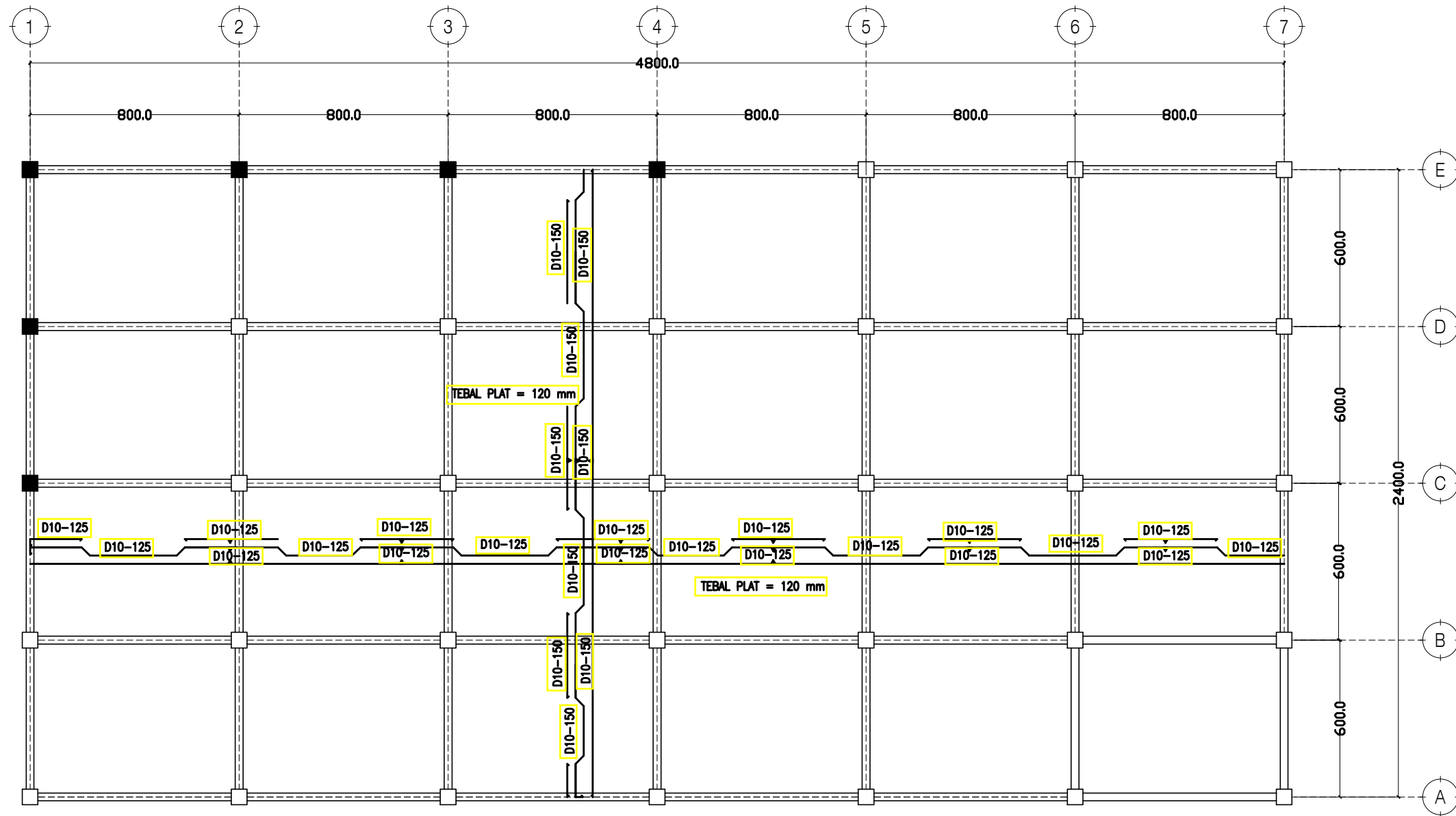
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH PLAT LANTAI 3

SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

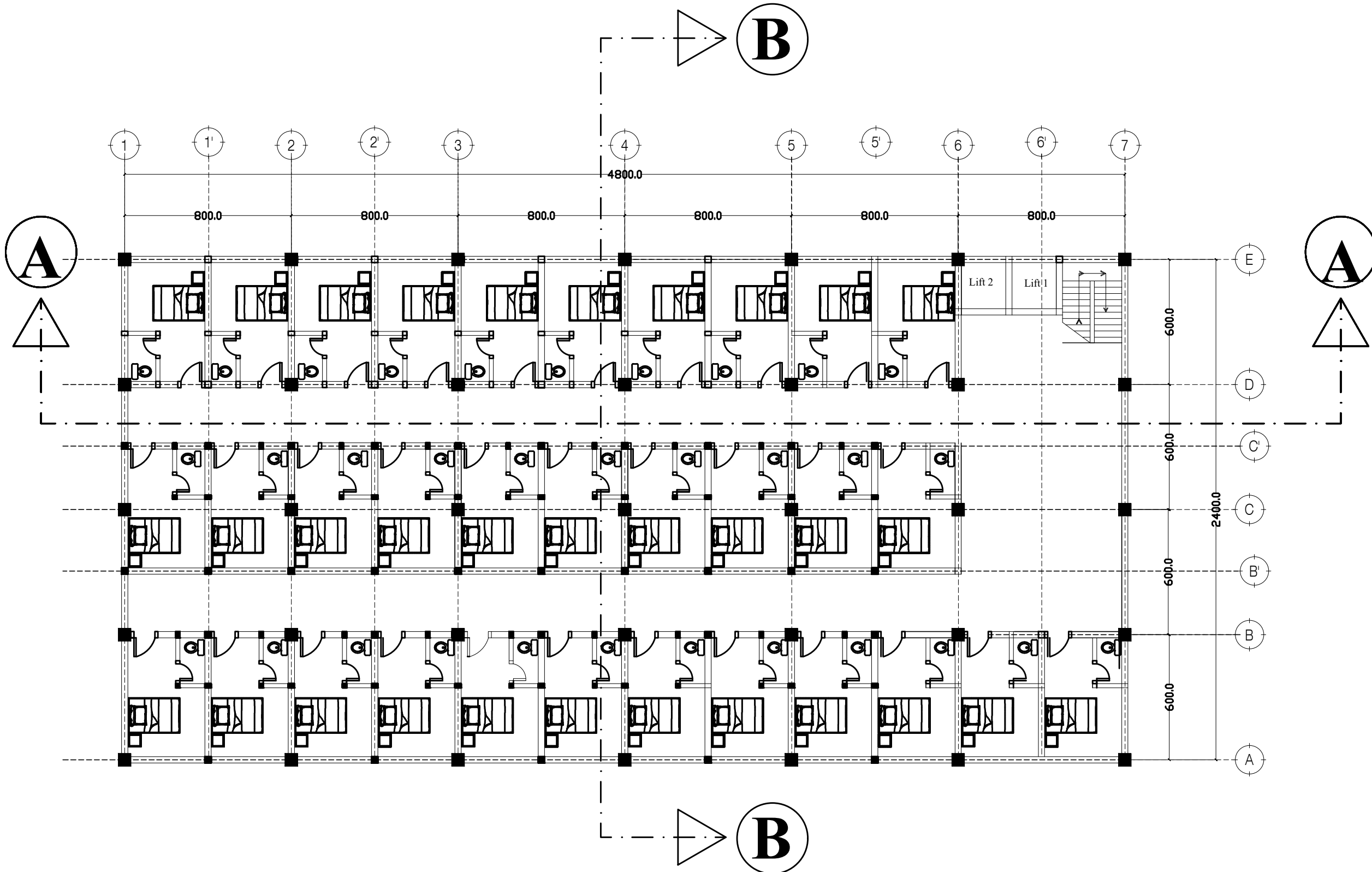
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



**DENAH LANTAI 4**  
SCALE 1 : 100





JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M. ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

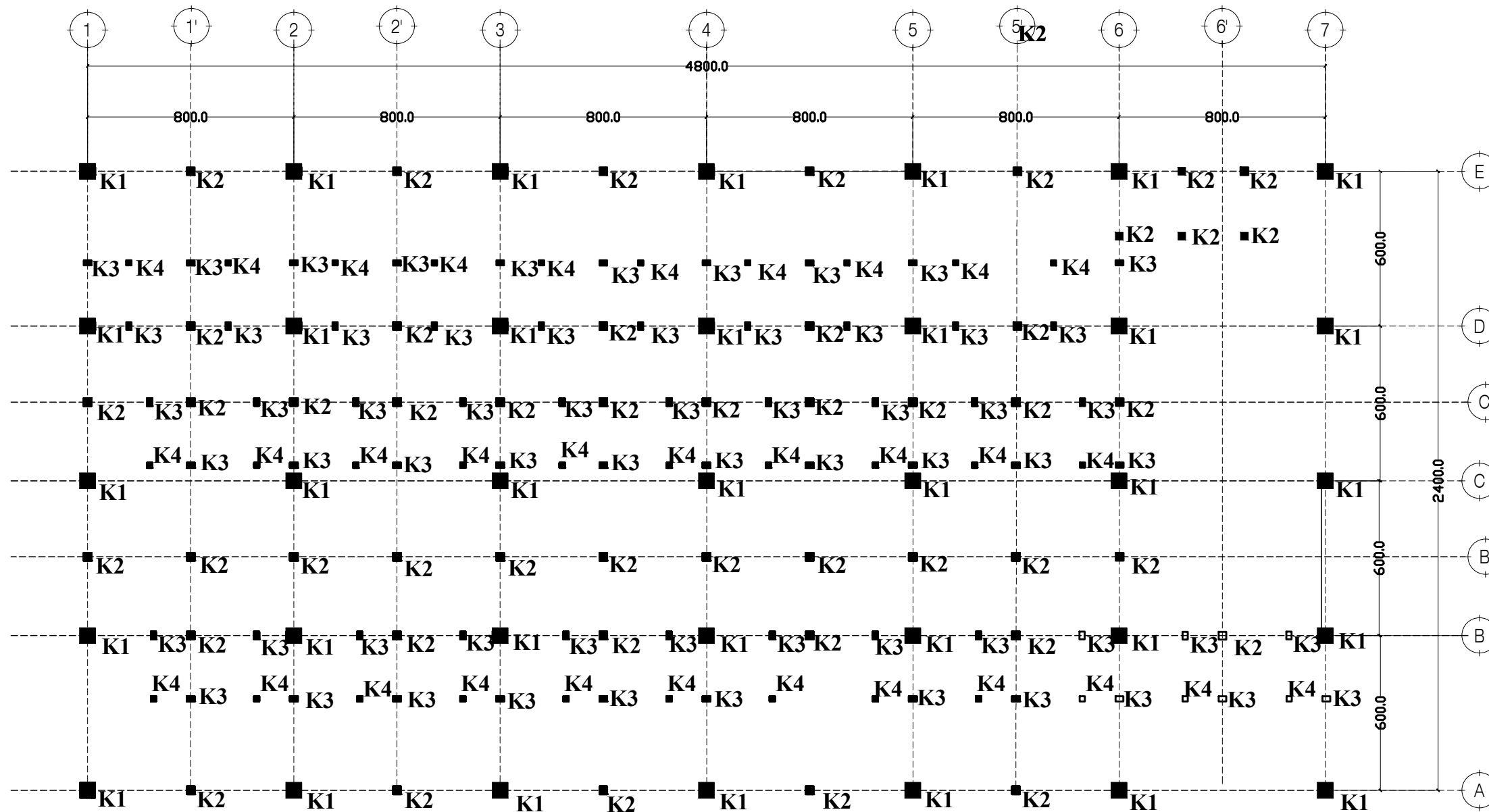
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH KOLOM LANTAI 4  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M.ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

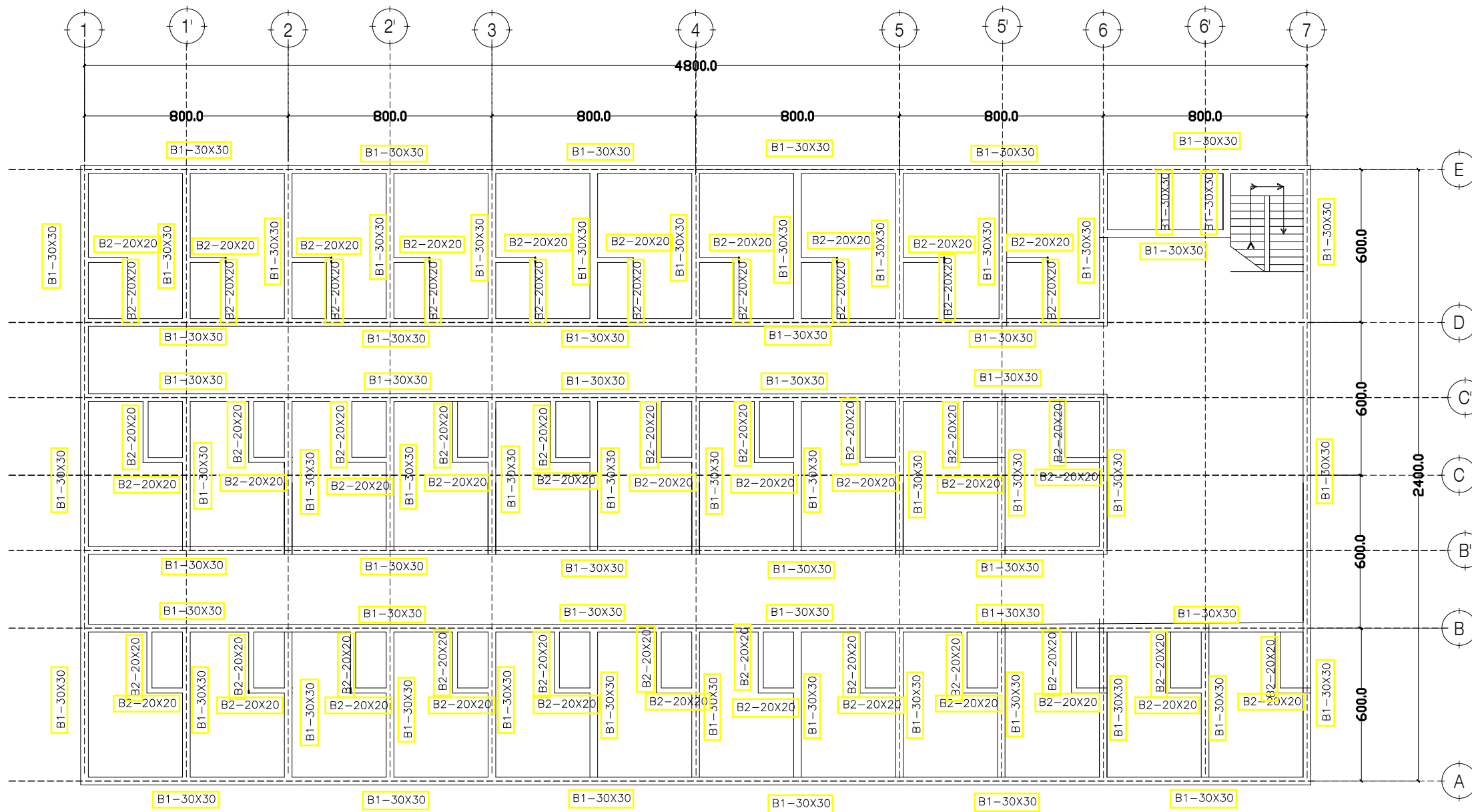
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



**DENAH BALOK LANTAI 4**  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH PLAT LANTAI 4

SCALE 1 : 100

TUGAS AKHIR



FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS SEMARANG

JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

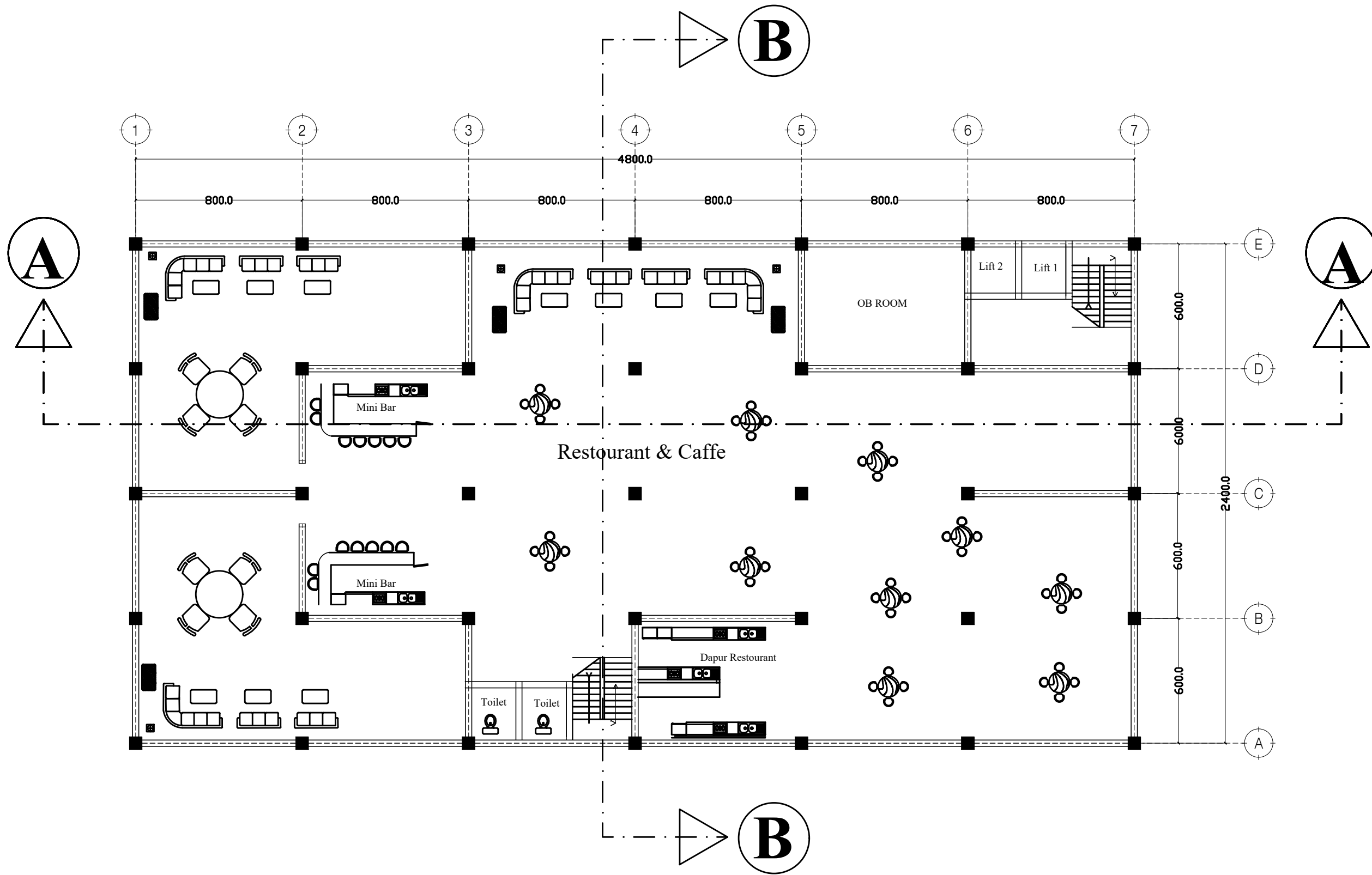
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH LANTAI 5  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT,

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG,

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

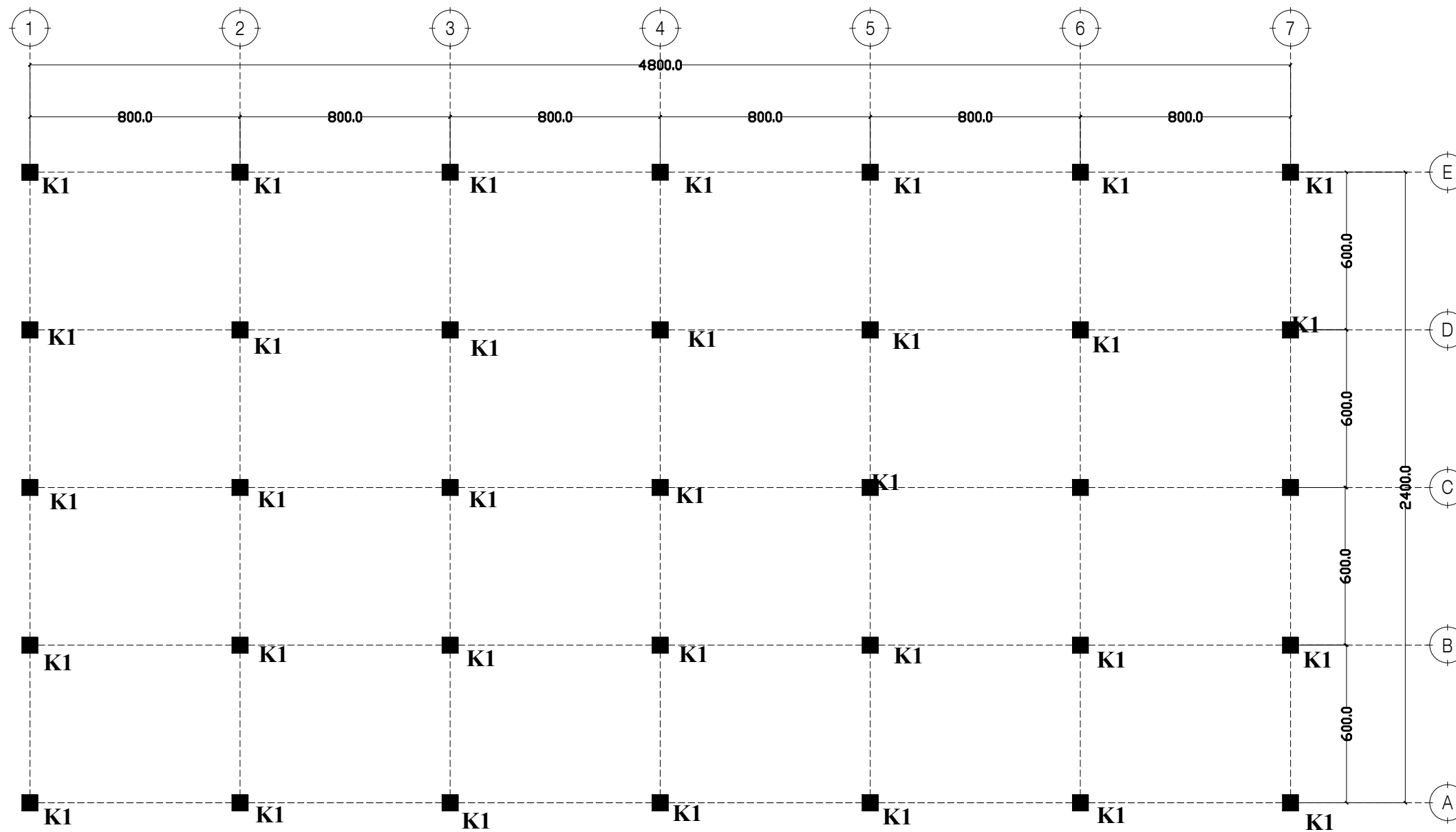
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH KOLOM LANTAI 5  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

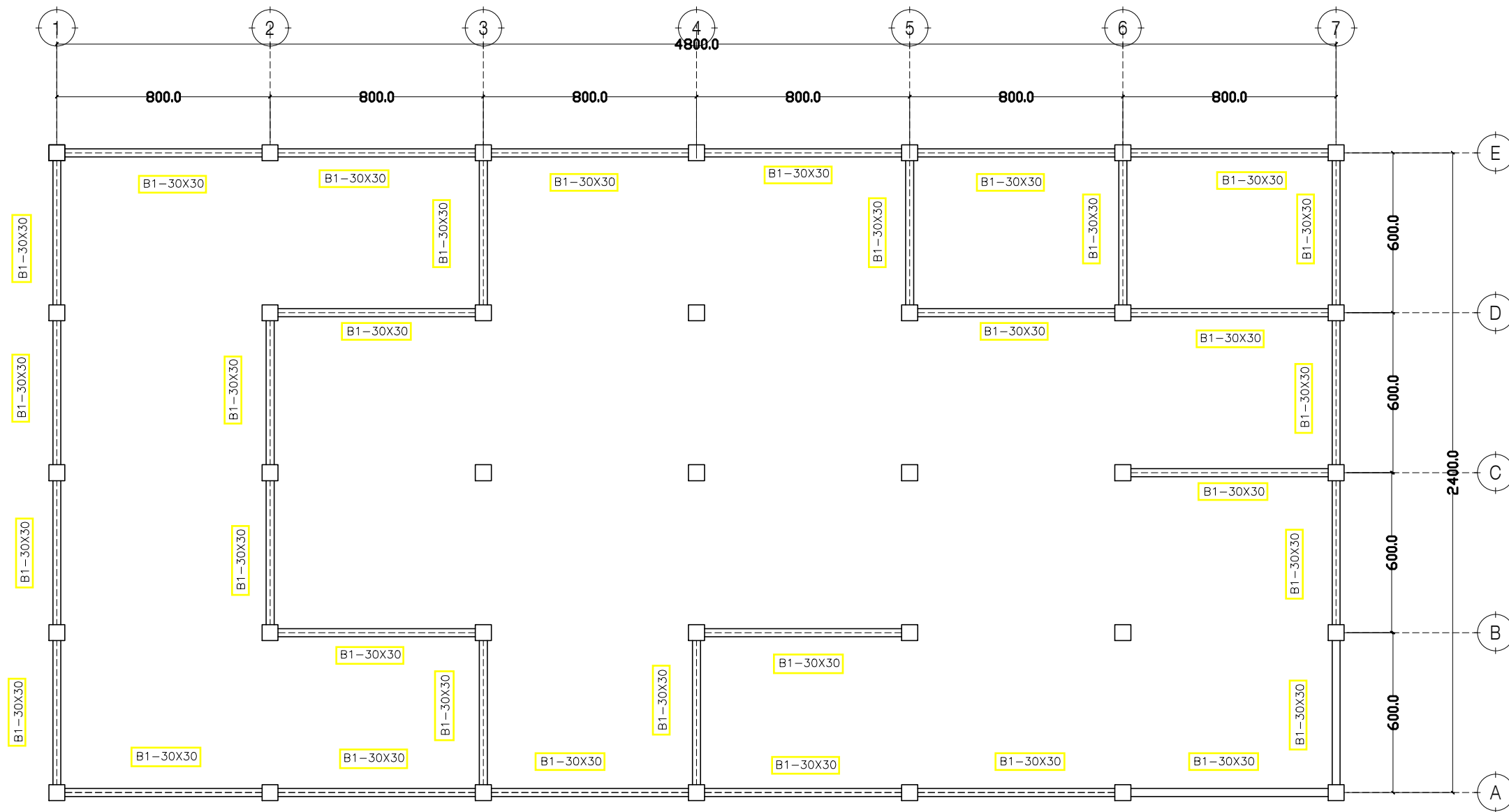
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



**DENAH BALOK LANTAI 5**  
SCALE 1 : 100





JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M. ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

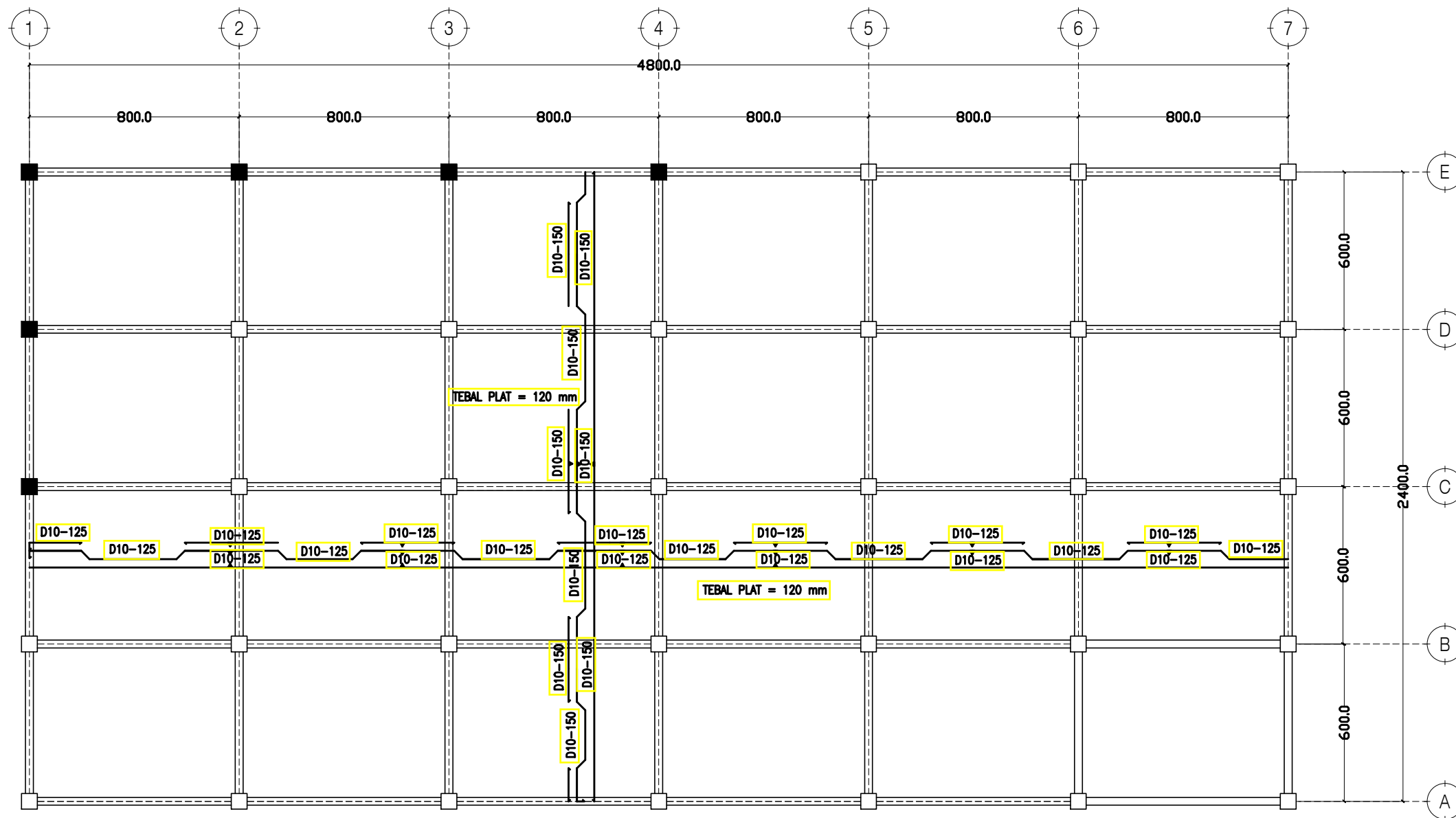
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH PLAT LANTAI 5  
SCALE 1 : 100

TUGAS AKHIR



FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS SEMARANG

JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

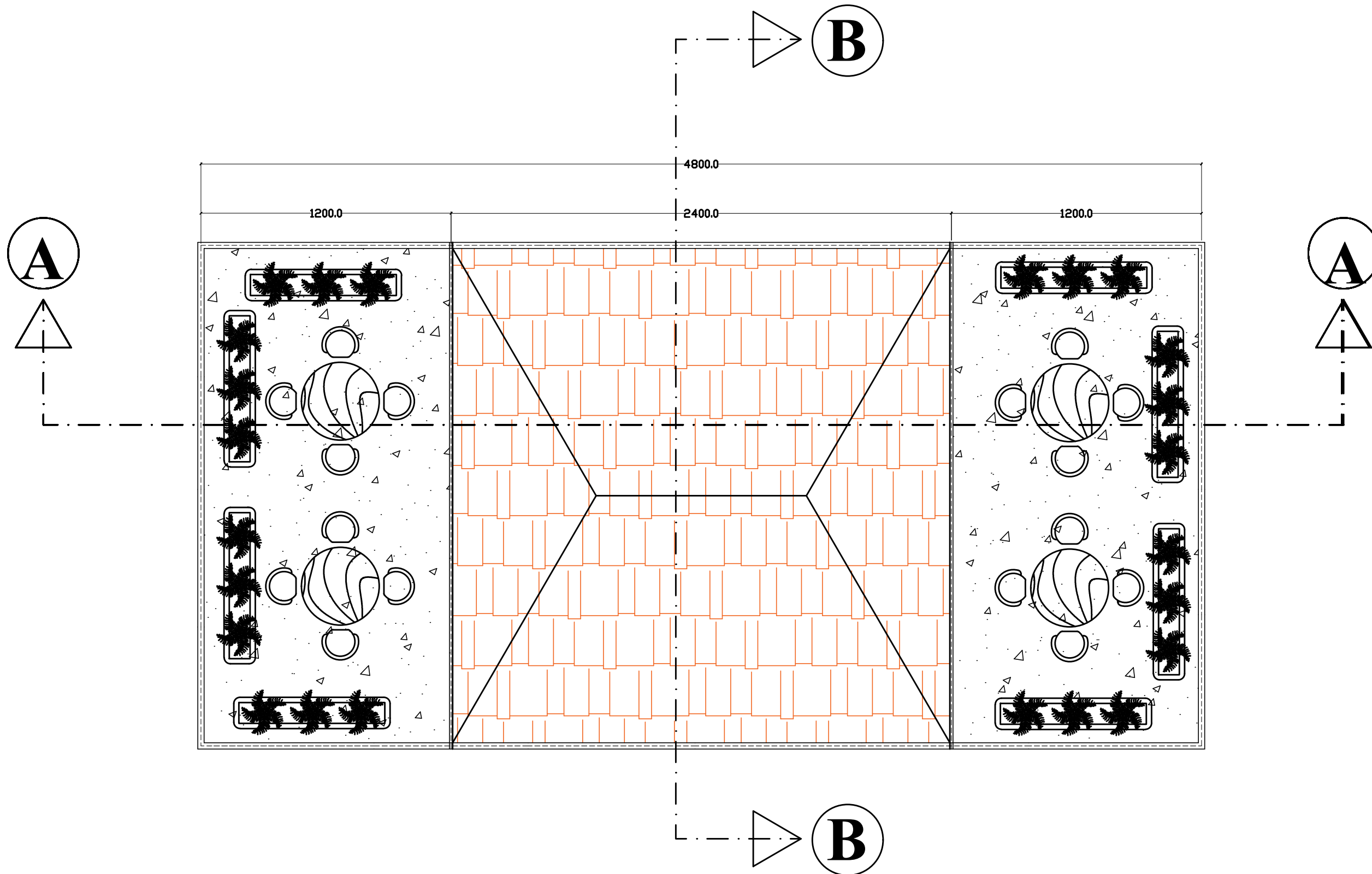
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH ATAP  
SCALE 1 : 100

**TUGAS AKHIR**



**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS SEMARANG**

**JUDUL GAMBAR**

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

**KETERANGAN**

**DOSEN PEMBIMBING 1**

PURWANTO, ST, MT.

**DOSEN PEMBIMBING 2**

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG.

**DIGAMBAR OLEH**

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

**NAMA GAMBAR**

**SKALA**

**KODE**

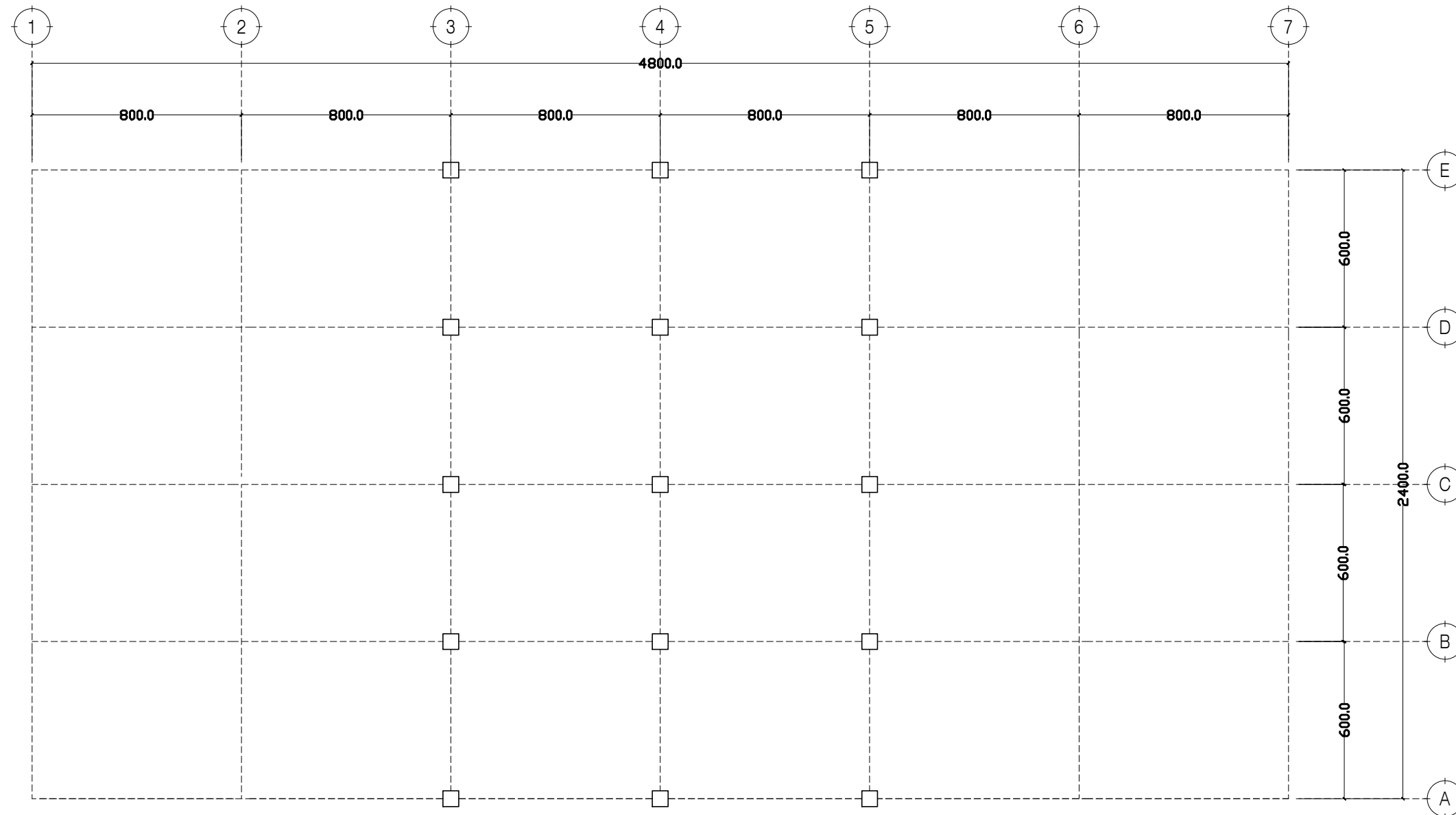
**TGL**

**LEMBAR**

ARS

JML

NO



**DENAH KOLOM ATAP**  
SCALE 1 : 100

TUGAS AKHIR



FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS SEMARANG

JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

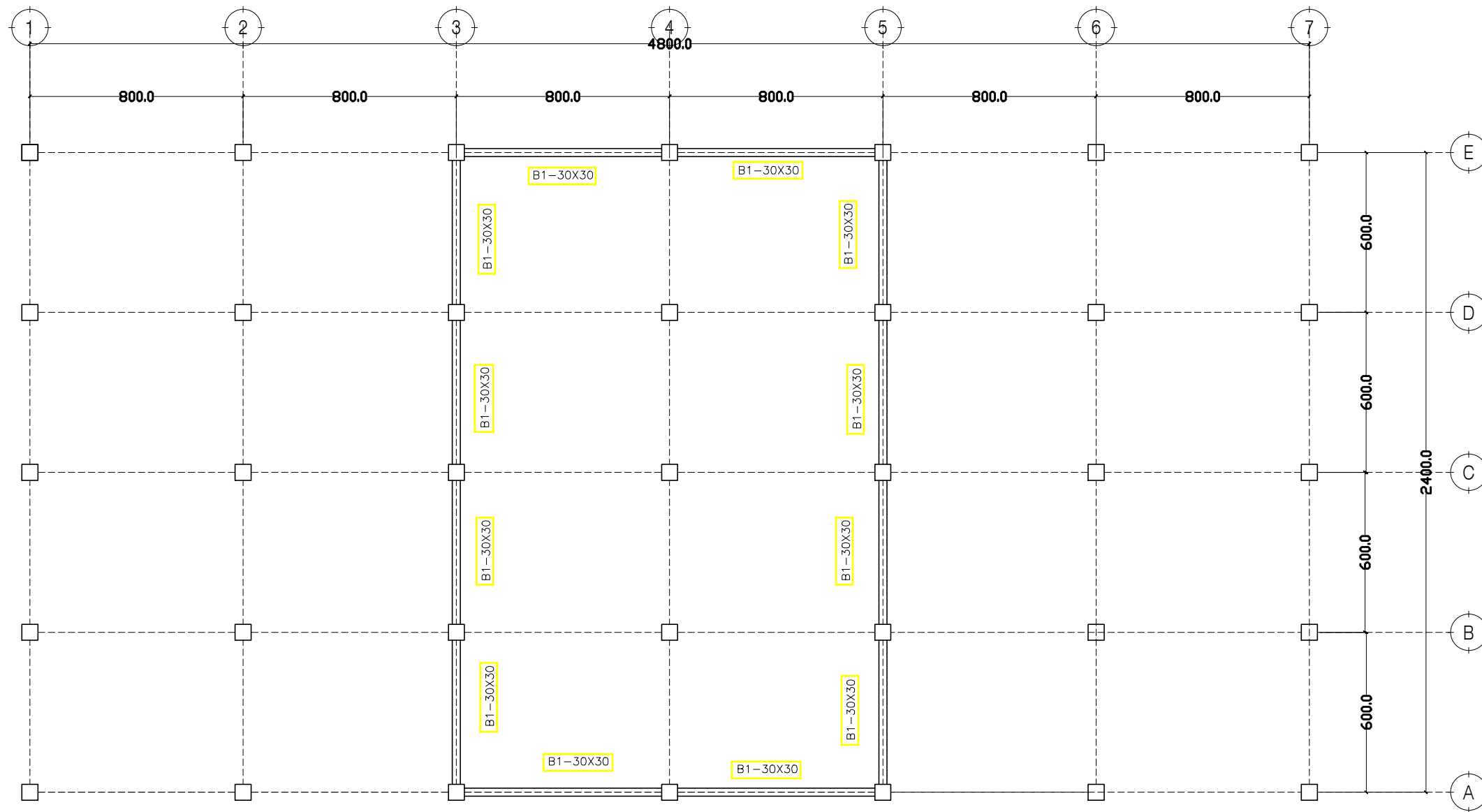
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH BALOK ATAP  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT,

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG,

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

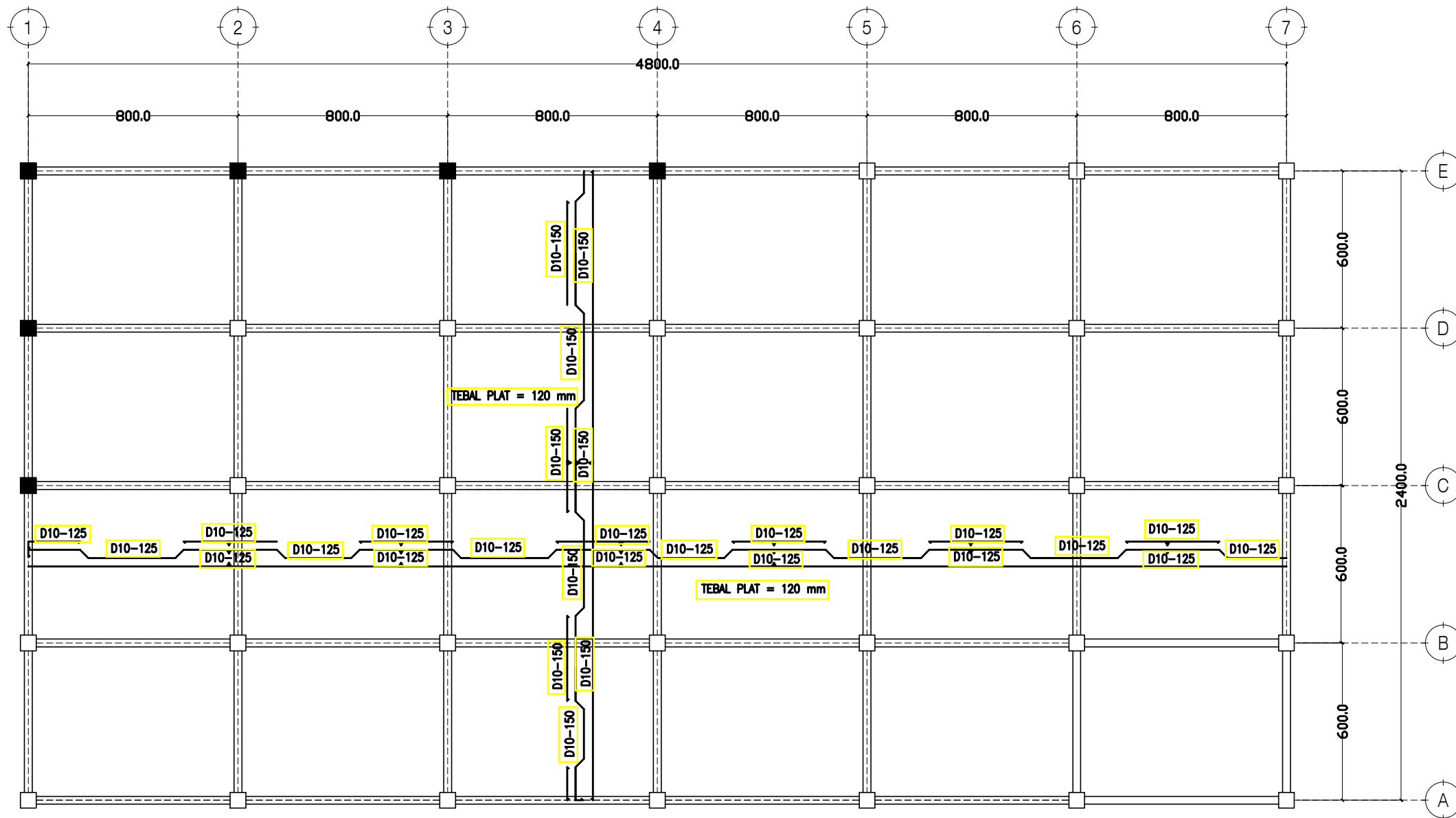
TGL

LEMBAR

ARS

JML

NO



DENAH PLAT LANTAI ATAP  
SCALE 1 : 100



JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M. ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

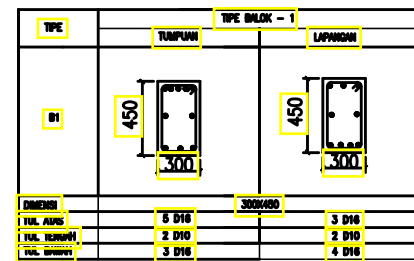
TGL

LEMBAR

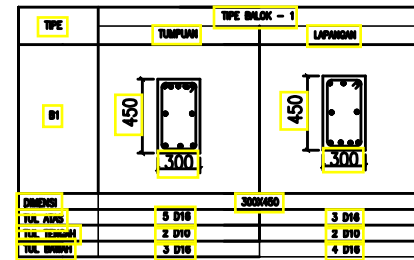
ARS

JML

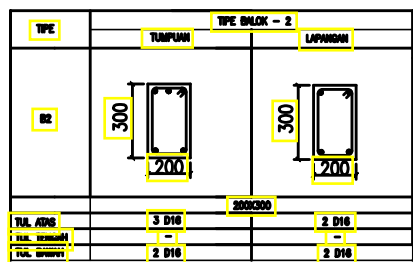
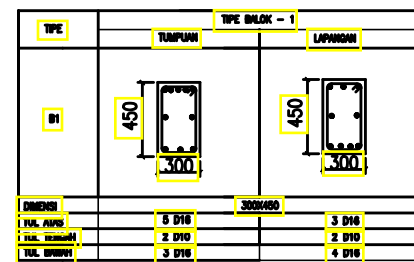
NO



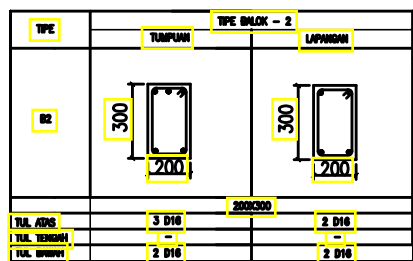
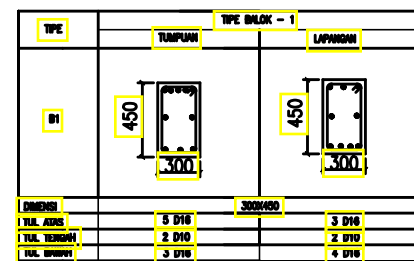
ATAP



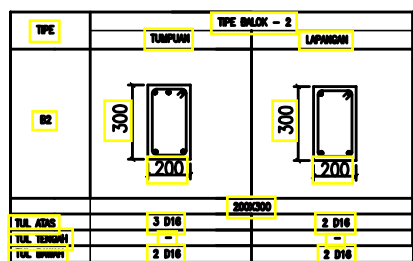
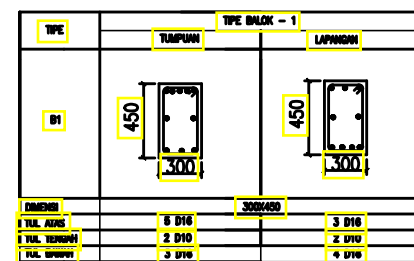
LANTAI 5



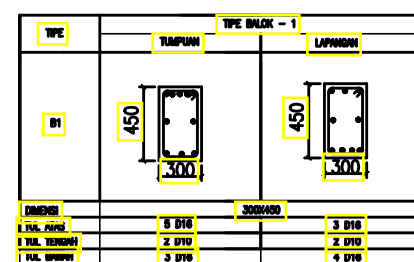
LANTAI 4



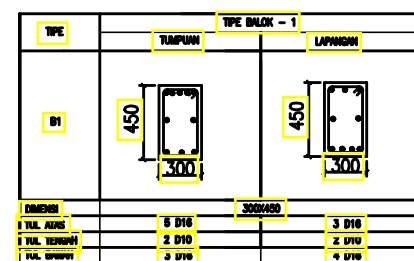
LANTAI 3



LANTAI 2



LANTAI 1



LANTAI BASEMENT







JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

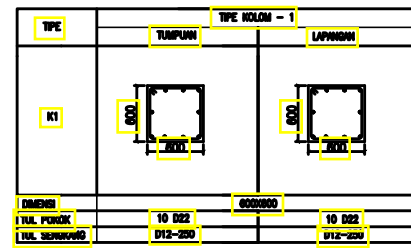
TGL

LEMBAR

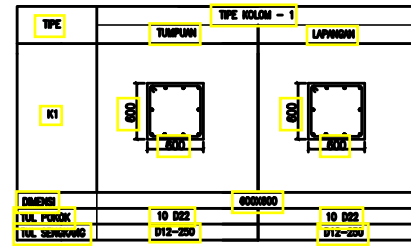
ARS

JML

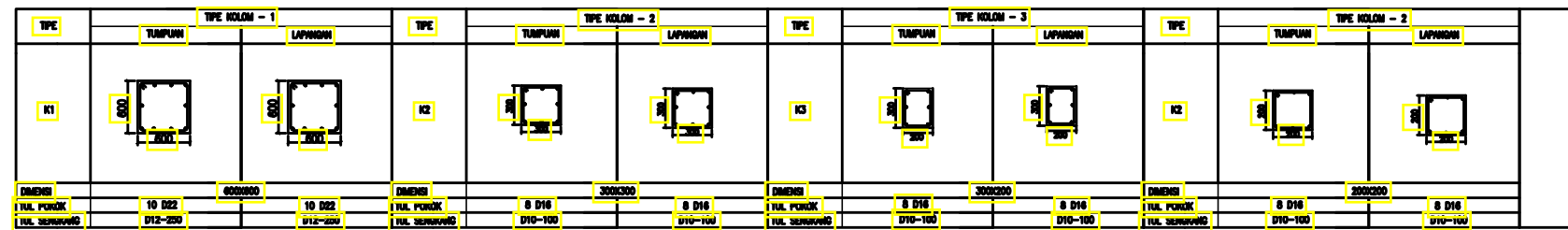
NO



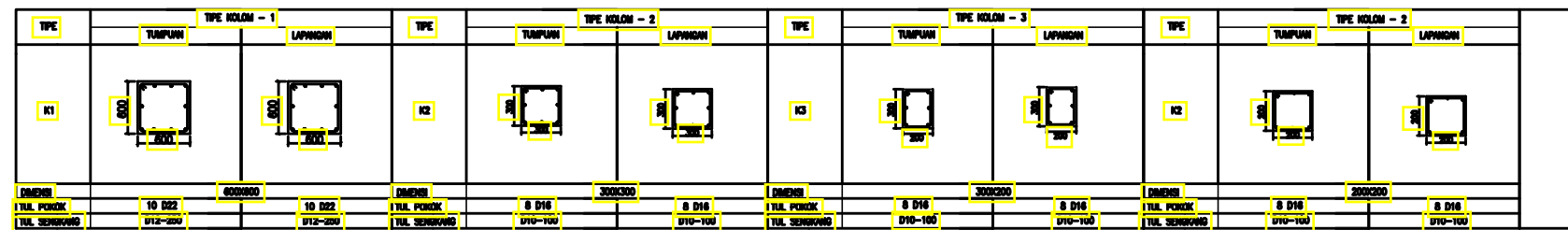
ATAP



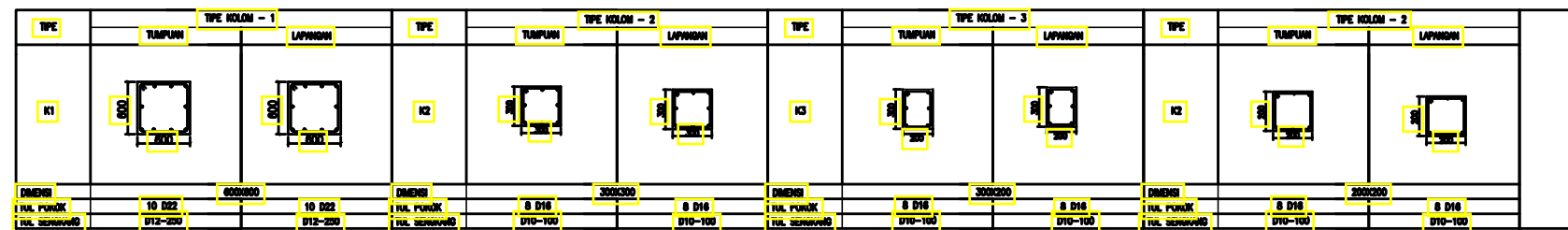
LANTAI 5



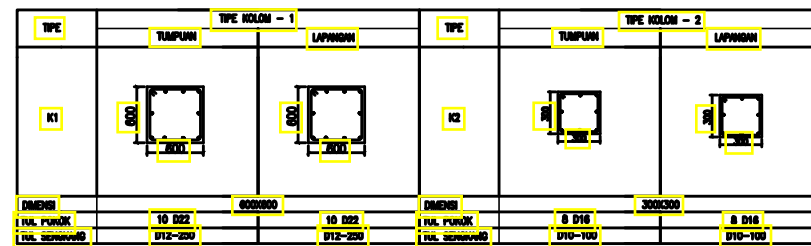
LANTAI 4



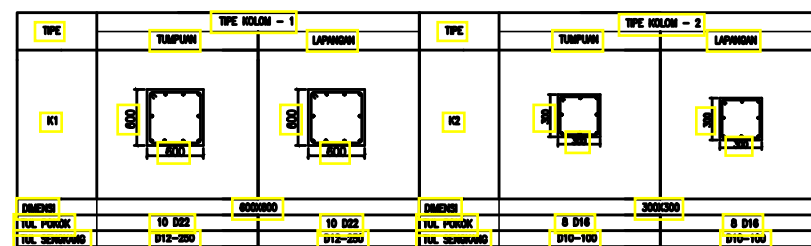
LANTAI 3



LANTAI 2



LANTAI 1



LANTAI BASEMENT

DETAIL KOLOM  
SCALE 1 : 100

TUGAS AKHIR



FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS SEMARANG

JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN  
HOTEL 5 LANTAI  
DI SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, ST, M ENG.

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037

MARTHA TRI HANDAYANI  
C.111.17.0119

NAMA GAMBAR

SKALA

KODE

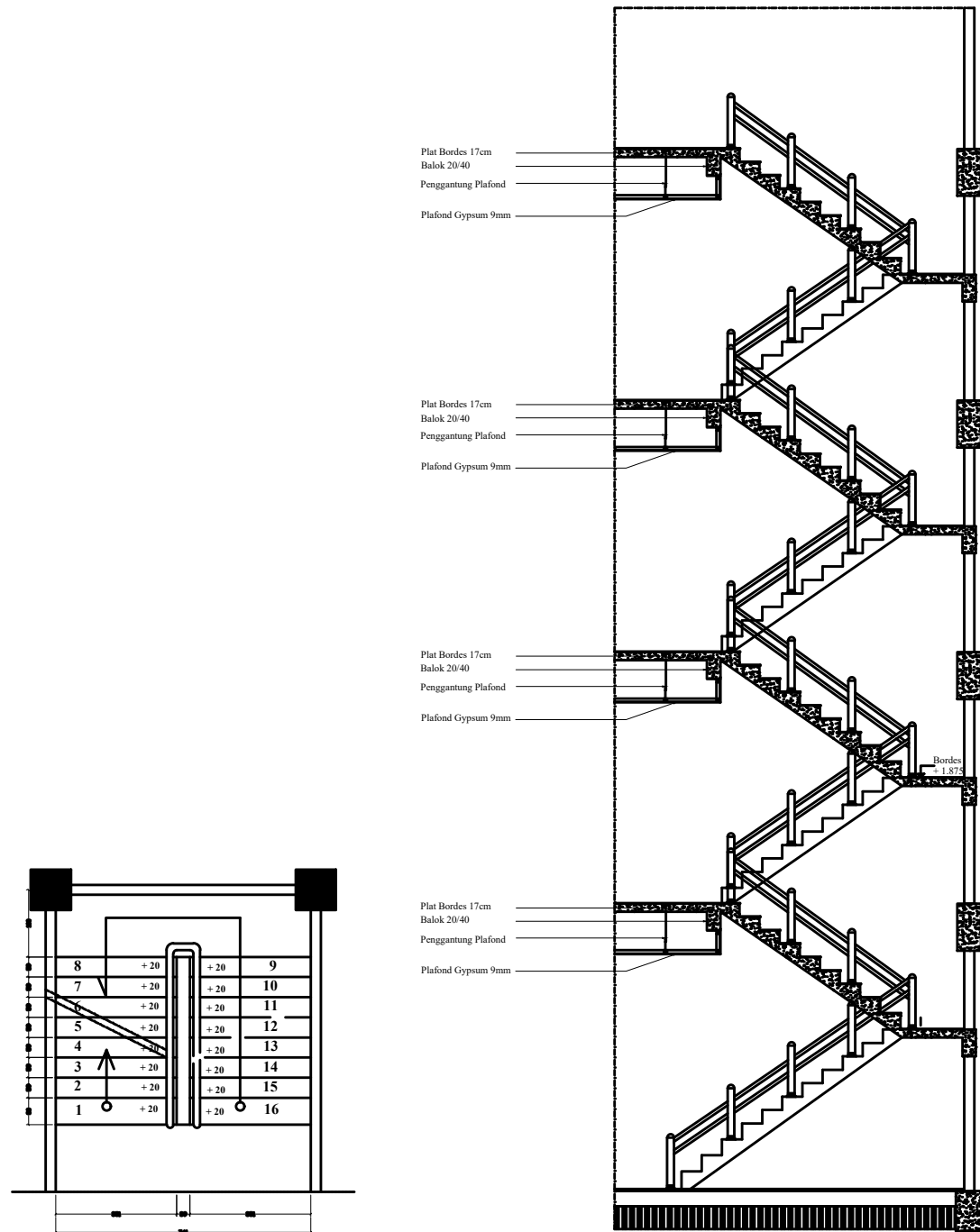
TGL

LEMBAR

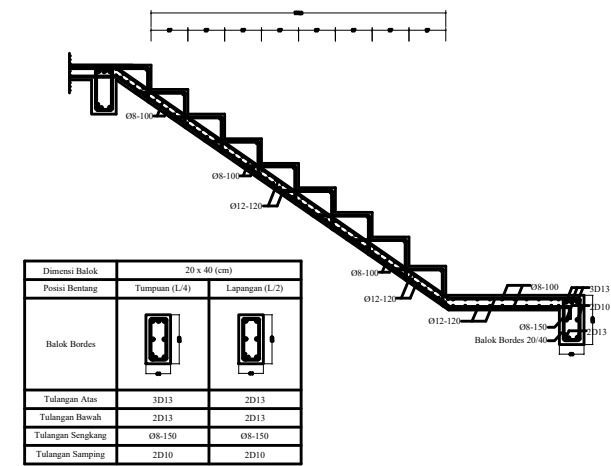
ARS

JML

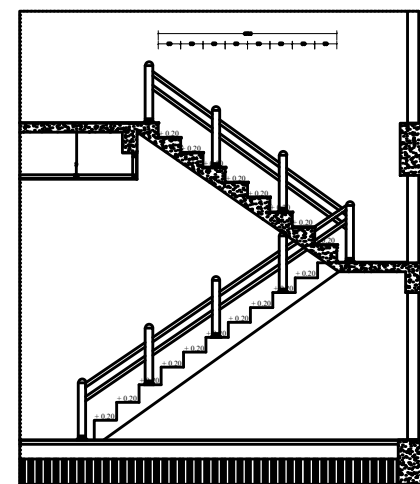
NO



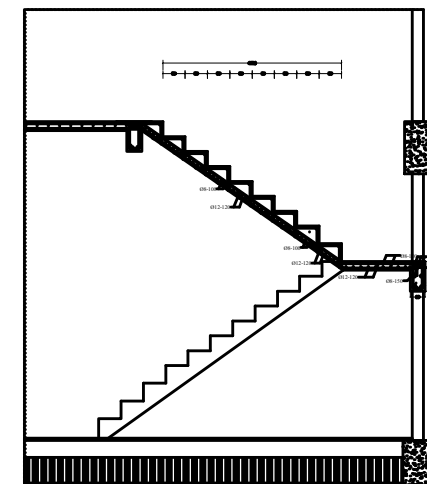
POTONGAN TANGGA  
SCALE 1 : 40



PENULANGAN BALOK BORDES  
SCALE 1 : 40



POTONGAN TANGGA  
SCALE 1 : 40



PENULANGAN PLAT TANGGA  
SCALE 1 : 40

DENAH TANGGA  
SCALE 1 : 40



FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS SEMARANG

JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN HOTEL 5 LANTAI  
DI KOTA SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, S.T.,M.ENG

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037  
TEKNIK SIPIL A

MARTHA TRY HANDAYANI  
C.111.17.0119  
TEKNIK SIPIL C

NAMA GAMBAR

SKALA

DETAIL PONDASI P2

1:10

DETAIL PONDASI P4

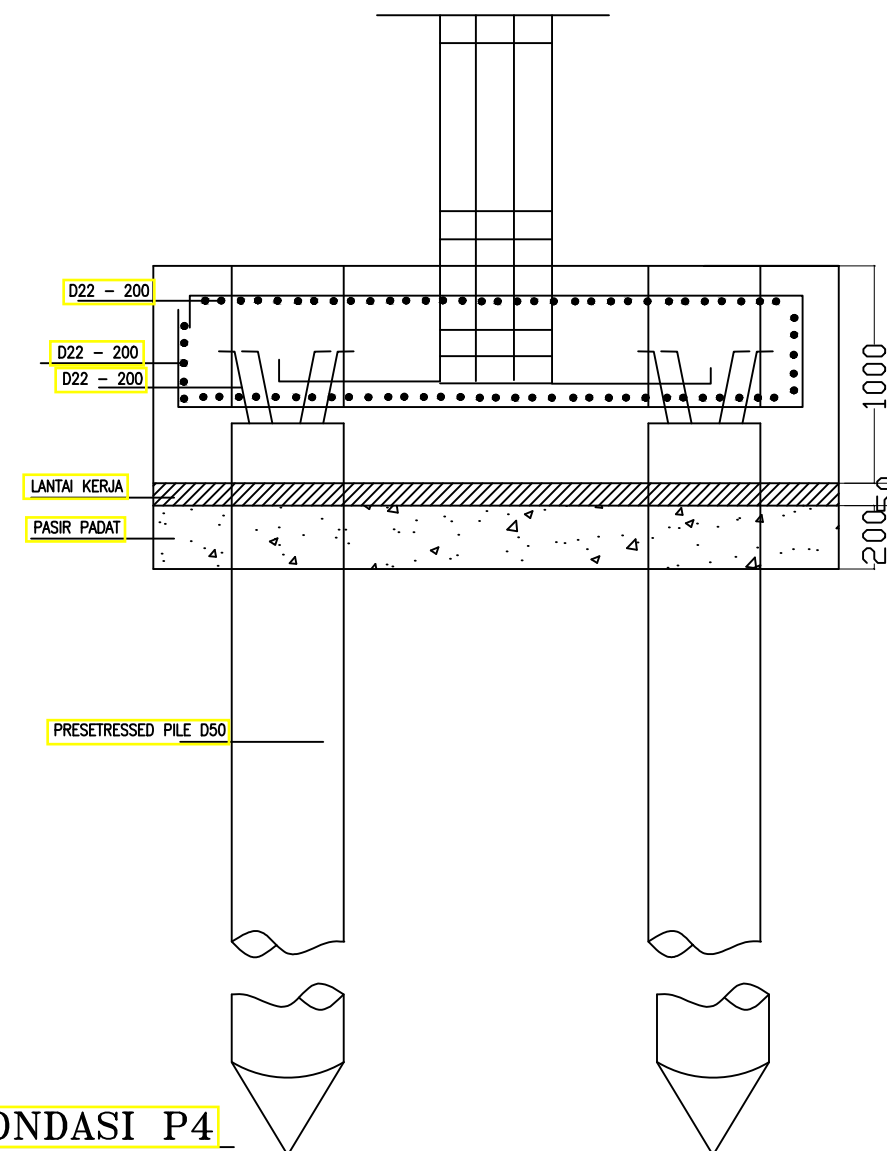
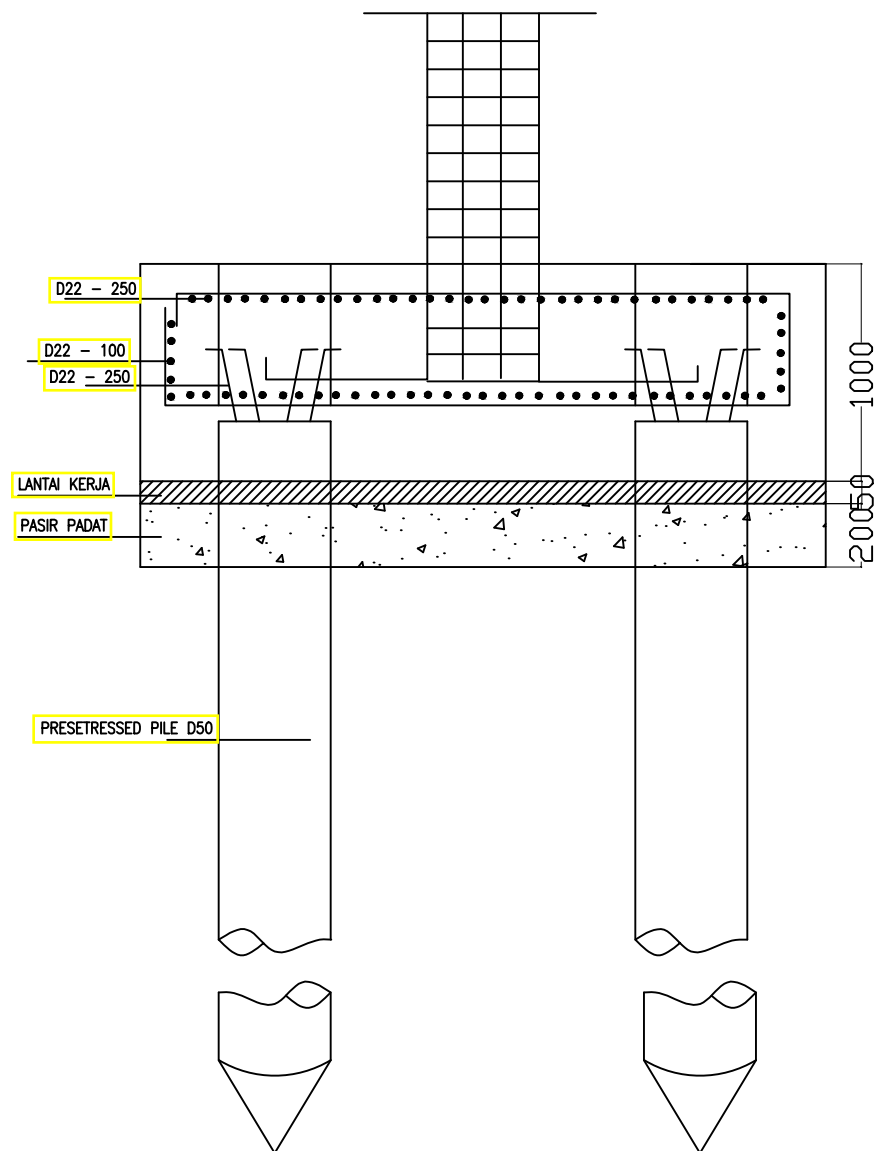
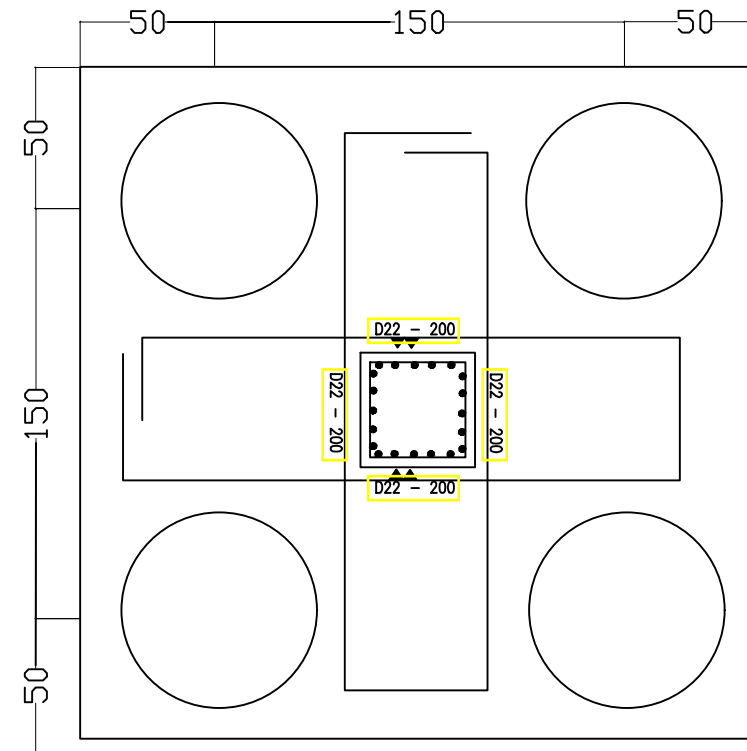
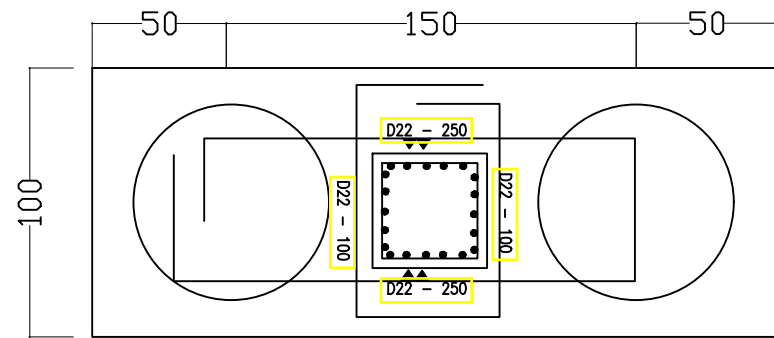
KODE

TGL

LEMBAR

ARS

JML NO



DETAIL PONDASI P2  
SKALA 1:10

DETAIL PONDASI P4  
SKALA 1:10

TUGAS AKHIR



FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS SEMARANG

JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN HOTEL 5 LANTAI  
DI KOTA SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, S.T.,M.ENG

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037  
TEKNIK SIPIL A

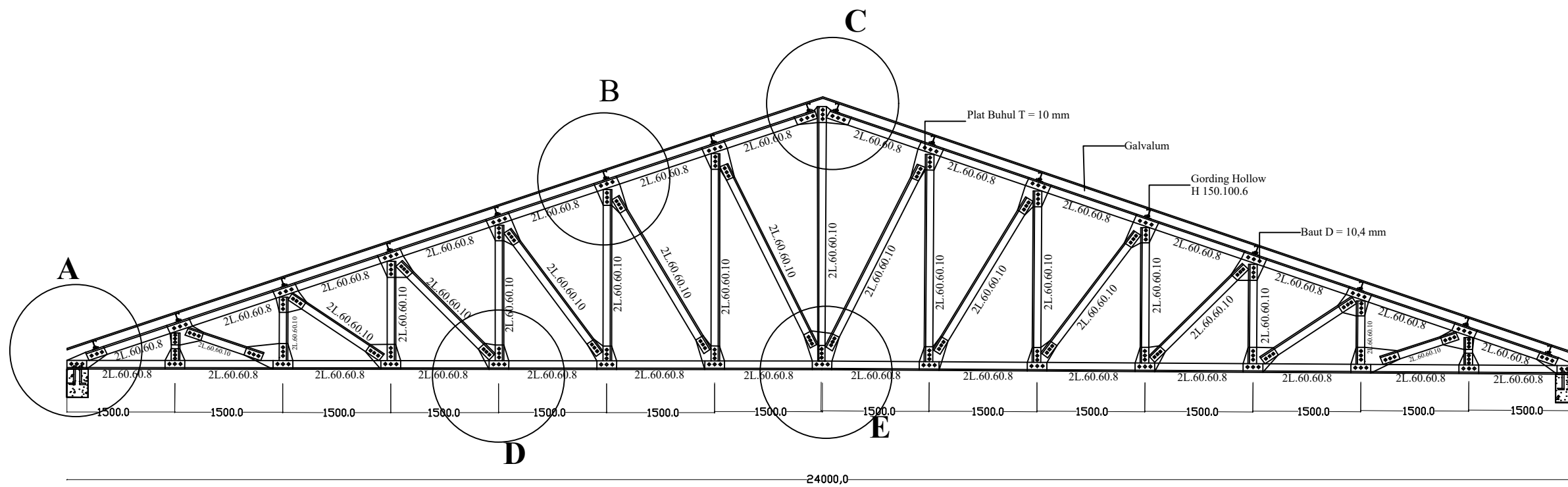
MARTHA TRY HANDAYANI  
C.111.17.0119  
TEKNIK SIPIL C

NAMA GAMBAR SKALA

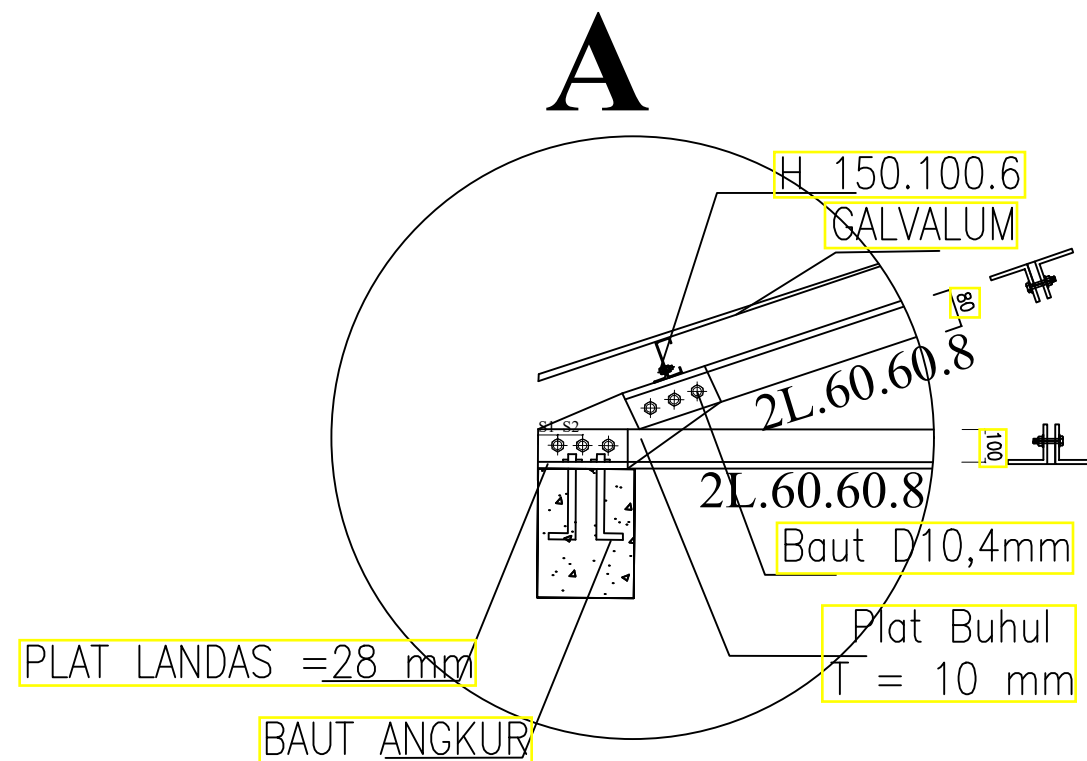
- KUDA KUDA	1:50
- DETAIL SAMBUNGAN KUDA KUDA A	1:10

KODE TGL LEMBAR

ARS		JML	NO
-----	--	-----	----



**KUDA - KUDA**  
SKALA 1:50



**DETAIL SAMBUNGAN KUDA-KUDA A**  
SKALA 1:10

TUGAS AKHIR



FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS SEMARANG

JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN HOTEL 5 LANTAI  
DI KOTA SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, S.T.,M.ENG

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037  
TEKNIK SIPIL A

MARTHA TRY HANDAYANI  
C.111.17.0119  
TEKNIK SIPIL C

NAMA GAMBAR

SKALA

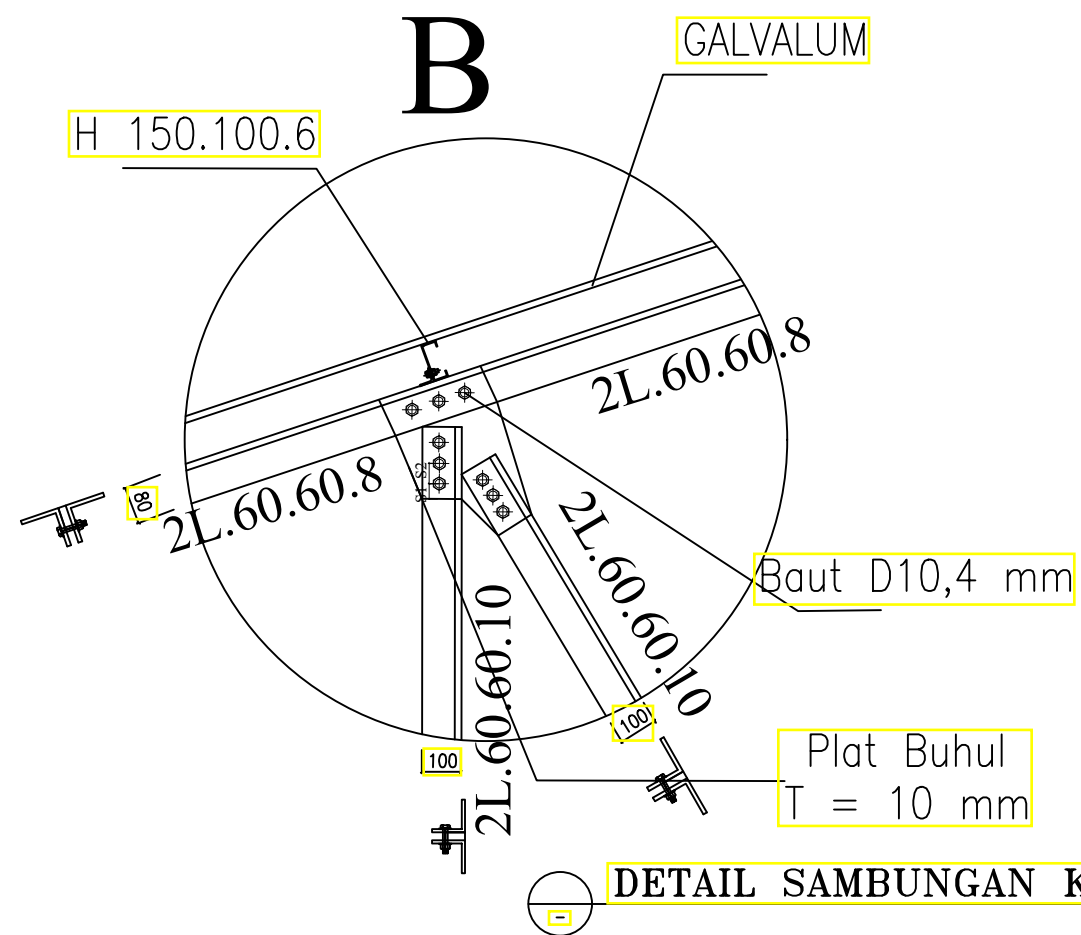
- DETAIL SAMBUNGAN  
KUDA KUDA B  
- DETAIL SAMBUNGAN  
KUDA KUDA C

1:10

KODE TGL LEMBAR

ARS

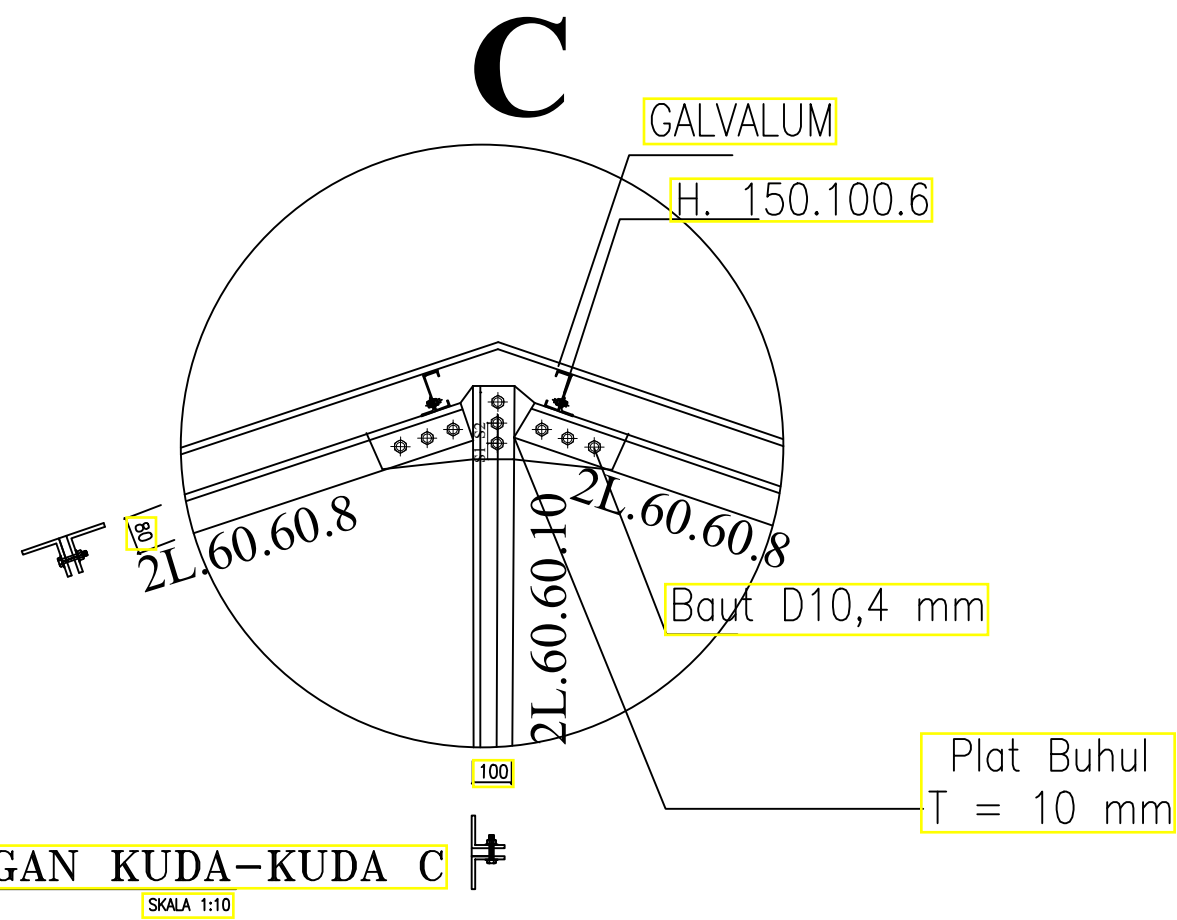
JML NO



S1 = 30 mm  
S2 = 45 mm

DETAIL SAMBUNGAN KUDA-KUDA B

SKALA 1:10



S1 = 30 mm  
S2 = 45 mm

DETAIL SAMBUNGAN KUDA-KUDA C

SKALA 1:10

TUGAS AKHIR



FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS SEMARANG

JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN HOTEL 5 LANTAI  
DI KOTA SEMARANG

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

PURWANTO, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING 2

TRIAS WIDORINI, S.T.,M.ENG

DIGAMBAR OLEH

SANDIKA WINDU SANJAYA  
C.111.17.0037  
TEKNIK SIPIL A

MARTHA TRY HANDAYANI  
C.111.17.0119  
TEKNIK SIPIL C

NAMA GAMBAR

SKALA

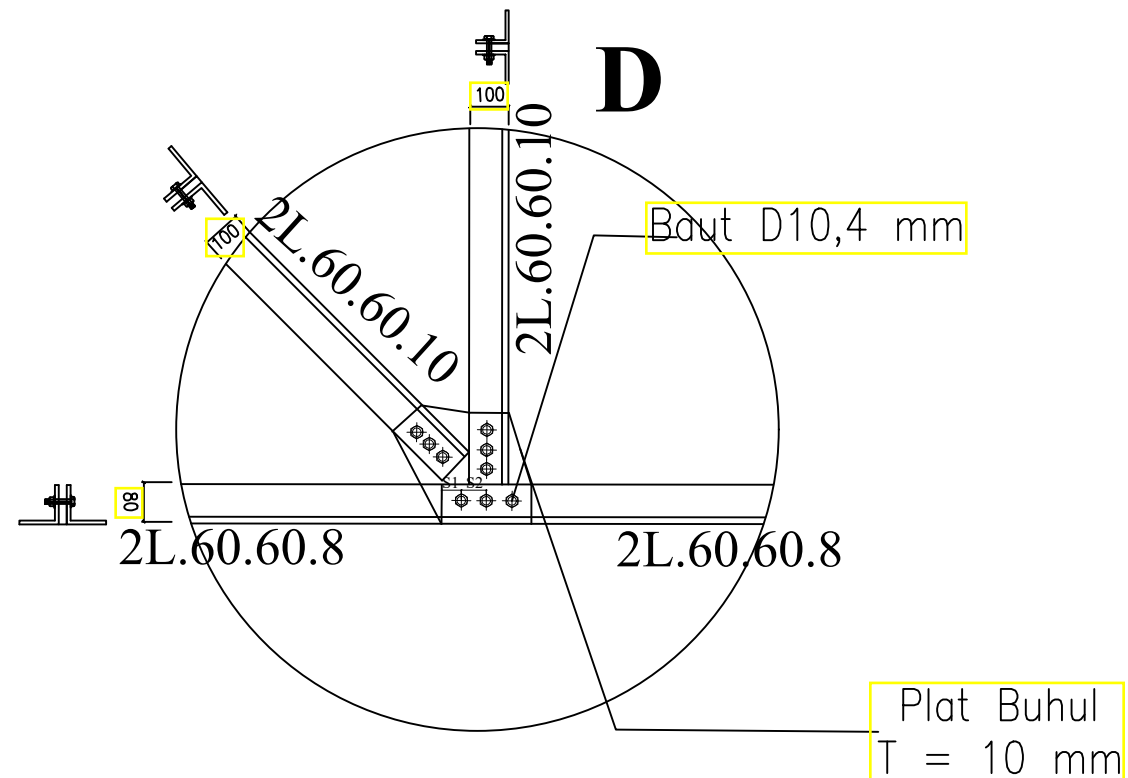
- DETAIL SAMBUNGAN  
KUDA KUDA D  
- DETAIL SAMBUNGAN  
KUDA KUDA E

1:10

KODE TGL LEMBAR

ARS

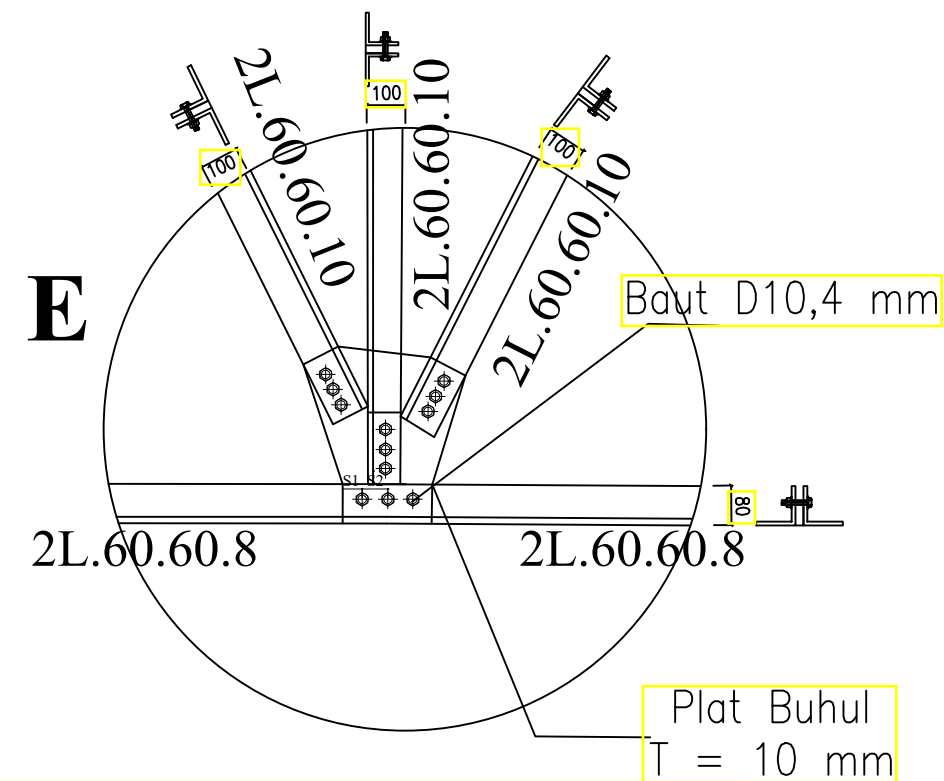
JML NO



S1 = 30 mm  
S2 = 45 mm

DETAIL SAMBUNGAN KUDA-KUDA D

SKALA 1:10



S1 = 30 mm  
S2 = 45 mm

DETAIL SAMBUNGAN KUDA-KUDA E

SKALA 1:10