



LAPORAN TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK – RC18-4802

**PERENCANAAN GEDUNG RUMAH SAKIT 10 LANTAI**

BINTANG FAJRUL ISLAM  
NRP 0311174000071

KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
NRP 0311174000095

Dosen Pembimbing  
DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
Surabaya 2020

**LAPORAN KERJA PRAKTEK**  
**PERENCANAAN GEDUNG RUMAH SAKIT 10 LANTAI**

BINTANG FAJRUL ISLAM  
KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR

NRP. 0311174000071  
NRP. 0311174000095

Surabaya, 11 Januari 2021

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing,



Dr. Candra Irawan, ST., MT.  
NIP. 19900823 201504 1 001

Mengetahui,  
Sekretaris Departemen I  
Bidang Akademik dan Kemahasiswaan  
Departemen Teknik Sipil FTSPK – ITS



Data Iranata, ST., MT., Ph.D.  
NIP. 19800430 200501 1 002

**TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK  
PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI**



**Disusun Oleh:**

**Bintang Fajrul Islam (NRP. 0311174000071)**

**Kevin Adinugraha Sudijar (NRP. 0311174000095)**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2020**



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Pengganti Kerja Praktik ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Dalam proses pengerjaan tugas besar ini, tentu banyak kendala-kendala yang tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Candra Irawan ST., MT., selaku dosen pembimbing pada tugas pengganti kerja praktik.
2. Teman-teman Departemen Teknik Sipil ITS yang telah membantu dalam diskusi dan analisa perhitungan data tugas besar ini.

Penyusun sadar bahwa laporan ini tentu masih jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran sangat dibutuhkan dalam penyempurnaan laporan mendatang. Diharapkan apa yang telah dibuat dapat bermanfaat bagi mahasiswa dan masyarakat yang mempunyai minat pada ketekniksipilan, khususnya bidang perancangan gedung.

Akhir kata, penyusun mengucapkan terima kasih dan memohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam segi penulisan dan pengolahan data. Terima kasih

Surabaya, 23 Desember 2020

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	1
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat.....	2
1.6. Diagram Alir Penyelesaian Tugas .....	3
<b>BAB II <i>PRELIMINARY DESIGN</i>.....</b>	<b>4</b>
2.1. Data Bangunan .....	4
2.2. Peraturan yang Digunakan .....	4
2.3. Item Pembebanan .....	4
2.4. Perencanaan Dimensi Balok.....	5
2.5. Perencanaan Tebal Pelat Lantai.....	6
2.6. Perencanaan Dimensi Kolom .....	7
<b>BAB III PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER.....</b>	<b>9</b>
3.1. Perencanaan Pelat Lantai Rumah Sakit.....	9
3.2. Perencanaan Pelat Lantai Atap.....	12
3.3. Perencanaan Balok Anak.....	16
3.4. Perencanaan Balok Lift .....	21
3.5. Perencanaan Tangga.....	25
3.6. Perencanaan Tangga Ramp .....	33
3.6.1. Perencanaan Pelat Tangga Ramp.....	33
3.6.2. Perencanaan Balok Penumpu Pelat Ramp .....	36
<b>BAB IV PEMODELAN DAN ANALISA STRUKTUR.....</b>	<b>38</b>
4.1. Umum.....	38
4.2. Pemodelan Struktur .....	38
4.3. Pembebanan.....	40
4.3.1. Beban Gravitasi .....	40
4.3.2. Beban Hujan.....	42
4.3.3. Beban Angin .....	42
4.3.4. Beban Gempa .....	43
4.4. Kontrol Struktur .....	45
4.4.1. Kontrol Partisipasi Massa .....	45
4.4.2. Kontrol Periode Getar Struktur .....	46
4.4.3. Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum .....	47



4.4.4. Kontrol Batas Simpangan ( <i>Drift</i> ).....	48
<b>BAB V PERENCANAAN BALOK INDUK.....</b>	<b>51</b>
5.1. Perencanaan Balok Induk.....	51
5.2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Balok Induk .....	57
<b>BAB VI PERENCANAAN KOLOM .....</b>	<b>58</b>
6.1. Perencanaan Kolom.....	58
6.2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kolom .....	60
<b>BAB VII PERENCANAAN HUBUNGAN BALOK KOLOM .....</b>	<b>61</b>
<b>BAB VIII PERENCANAAN DINDING GESER.....</b>	<b>62</b>
8.1. Pengecekan Syarat Sistem Ganda .....	62
8.2. Perencanaan Penulangan Dinding Geser.....	62
8.3. Cek terhadap Kombinasi Aksial dan Lentur .....	65
8.4. Perhitungan Komponen Batas Khusus .....	66
<b>BAB IX PENUTUP .....</b>	<b>71</b>
9.1. Kesimpulan.....	71



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Diagram Alir Penyelesaian Tugas .....	3
<b>Gambar 3.1</b> Koefisien Momen dan Geser .....	16
<b>Gambar 3.2</b> Sketsa Pembebanan Balok Penggantung Lift.....	21
<b>Gambar 3.3</b> Potongan Tangga .....	25
<b>Gambar 3.4</b> Sketsa Tebal Pelat Tangga dan Injakan Tangga.....	25
<b>Gambar 3.5</b> Sketsa Pembebanan pada Tangga.....	27
<b>Gambar 3.6</b> Diagram Gaya Dalam pada Tangga.....	29
<b>Gambar 3.7</b> Potongan Tangga Ramp.....	33
<b>Gambar 3.8</b> Diagram Momen pada Tangga Ramp.....	34
<b>Gambar 4.1</b> Diagram Alir Pemodelan pada SAP2000 .....	38
<b>Gambar 4.2</b> Pemodelan 3D Struktur Gedung pada SAP2000 .....	39
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Respon Spektrum Kota Yogyakarta.....	44
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Respon Spektrum Kota Yogyakarta.....	44
<b>Gambar 5.1</b> Diagram Gaya pada Balok B2 .....	55
<b>Gambar 6.1</b> Diagram Interaksi Kolom K1 .....	58
<b>Gambar 8.1</b> Hasil Analisa Dinding Geser Sumbu x.....	62
<b>Gambar 8.2</b> Hasil Analisa Dinding Geser Sumbu y.....	64
<b>Gambar 8.3</b> Diagram Interaksi Dinding Geser.....	65
<b>Gambar 8.4</b> Sketsa Dinding Geser .....	66
<b>Gambar 8.5</b> Sketsa Penampang dan Diagram Gaya Dalam oleh Beton dan Tulangan .....	67



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Tinggi minimum balok nonprategang .....	5
<b>Tabel 2.2</b> Rekapitulasi Preliminary Design Balok .....	6
<b>Tabel 2.3</b> Ketebalan Minimum Pelat Solid Satu Arah Nonprategang .....	6
<b>Tabel 2.4</b> Rekapitulasi Preliminary Design Pelat.....	7
<b>Tabel 2.5</b> Perhitungan Pembebanan Lantai Atap .....	7
<b>Tabel 2.6</b> Perhitungan Pembebanan Lantai Rumah Sakit .....	8
<b>Tabel 3.1</b> Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tulangan Balok Anak.....	20
<b>Tabel 3.2</b> Spesifikasi Sigma Elevator Company .....	21
<b>Tabel 3.3</b> Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tulangan Balok Lift .....	24
<b>Tabel 4.1</b> Perhitungan Beban Mati pada Lantai 1 .....	40
<b>Tabel 4.2</b> Perhitungan Beban Mati pada Lantai 2-4.....	40
<b>Tabel 4.3</b> Perhitungan Beban Mati pada Lantai 5-7.....	40
<b>Tabel 4.4</b> Perhitungan Beban Mati pada Lantai 8-10.....	41
<b>Tabel 4.5</b> Perhitungan Beban Mati pada Lantai Atap .....	41
<b>Tabel 4.6</b> Besar Beban Gravitasi Analisa SAP2000 .....	41
<b>Tabel 4.7</b> Rasio Partisipasi Massa .....	45
<b>Tabel 4.8</b> Nilai $T_C$ Hasil Analisa SAP2000.....	46
<b>Tabel 4.9</b> Gaya Geser Dasar Dinamik.....	47
<b>Tabel 4.10</b> Gaya Geser Dasar Dinamik Setelah Dikali Faktor Skala $V/V_t$ .....	48
<b>Tabel 4.11</b> Kontrol Simpangan Arah x akibat Beban Gempa Arah x.....	49
<b>Tabel 4.12</b> Kontrol Simpangan Arah x akibat Beban Gempa Arah y .....	49
<b>Tabel 4.13</b> Kontrol Simpangan Arah y akibat Beban Gempa Arah x .....	50
<b>Tabel 4.14</b> Kontrol Simpangan Arah y akibat Beban Gempa Arah y .....	50
<b>Tabel 5.1</b> Hasil Analisa SAP2000 Balok B2.....	51
<b>Tabel 5.2</b> Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tulangan Balok Induk .....	57
<b>Tabel 6.1</b> Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tulangan Kolom.....	60
<b>Tabel 8.1</b> Perhitungan Regangan, Tegangan, Gaya Dalam, dan Kuat Nominal Dinding Geser .....	68
<b>Tabel 9.1</b> Rekapitulasi Pelat Lantai.....	71
<b>Tabel 9.2</b> Rekapitulasi Tangga.....	71
<b>Tabel 9.3</b> Rekapitulasi Balok .....	72
<b>Tabel 9.4</b> Rekapitulasi Kolom.....	73
<b>Tabel 9.5</b> Rekapitulasi Dinding Geser .....	73





## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Perancangan bangunan sipil dalam perancangan struktur yang dapat menyalurkan beban-bebannya menuju ke pondasi dengan baik tanpa masalah keruntuhan. Mekanisme penyaluran beban tersebut terjadi secara langsung berupa momen, gaya aksial, dan geser (atau kombinasinya). Semua mekanisme tadi menyalurkan gaya-gaya ke pondasi, dan pondasi harus didesain kuat memikul semua gaya tersebut. Untuk struktur bangunan gedung tahan gempa, harus dirancang dapat menahan beban gempa kecil hingga besar. Oleh karena itu, bangunan gedung harus didesain agar mampu berdeformasi secara duktail. Struktur duktail adalah struktur yang mampu mengalami simpangan yang besar pasca fase elastis, sehingga struktur tetap bertahan walaupun sudah di ambang keruntuhan.

Gedung rumah sakit merupakan salah satu sarana yang memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat dan memiliki peran yang sangat strategis dalam mempercepat peningkatan derajat kesehatan masyarakat. Dengan merebaknya wabah Covid-19 yang mengakibatkan ratusan korban di Indonesia, membuat Indonesia membutuhkan fasilitas yang memungkinkan untuk menangani kasus virus tersebut. Selain dibutuhkan tenaga medis, perlu juga dibutuhkan pembangunan rumah sakit untuk memwadhahi jumlah pasien yang dirawat di rumah sakit. Oleh karena itu, pada tugas ini akan direncanakan gedung rumah sakit 10 lantai yang memenuhi persyaratan keamanan struktur pada zona gempa tinggi dan secara fungsional bertujuan untuk meningkatkan sarana dan prasarana kesehatan bagi masyarakat. Dengan mengacu pada SNI 1727:2013, SNI 1726:2019, dan SNI 2847:2019 diharapkan struktur gedung dapat memenuhi segala persyaratan keamanan struktur.

#### **1.2. Rumusan Masalah**

Permasalahan umum dalam tugas pengganti kerja praktik ini adalah bagaimana merencanakan gedung rumah sakit 10 lantai pada zona gempa tinggi. Adapun permasalahan khusus yang akan diselesaikan pada tugas pengganti kerja praktik ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan struktur sekunder pada gedung tersebut.
2. Bagaimana melakukan pemodelan analisa struktur.
3. Bagaimana merencanakan struktur utama pada gedung tersebut.
4. Bagaimana menuangkan hasil analisa struktur dan perhitungan ke dalam gambar teknik.



### **1.3. Tujuan**

Tujuan umum dalam tugas pengganti kerja praktik ini adalah dapat merencanakan gedung rumah sakit 10 lantai pada zona gempa tinggi. Adapun tujuan khusus yang akan diselesaikan pada tugas pengganti kerja praktik ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat merencanakan struktur sekunder pada gedung tersebut.
2. Dapat melakukan pemodelan analisa struktur.
3. Dapat merencanakan struktur utama pada gedung tersebut.
4. Dapat menuangkan hasil analisa struktur dan perhitungan ke dalam gambar teknik.

### **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam perencanaan gedung rumah sakit 10 lantai pada zona gempa tinggi adalah sebagai berikut:

1. Tidak memperhitungkan analisa biaya.
2. Tidak memperhitungkan metode pelaksanaan konstruksi.
3. Tidak memperhitungkan utilitas, instalasi ME, dan saluran drainase.
4. Tidak memperhitungkan struktur bawah

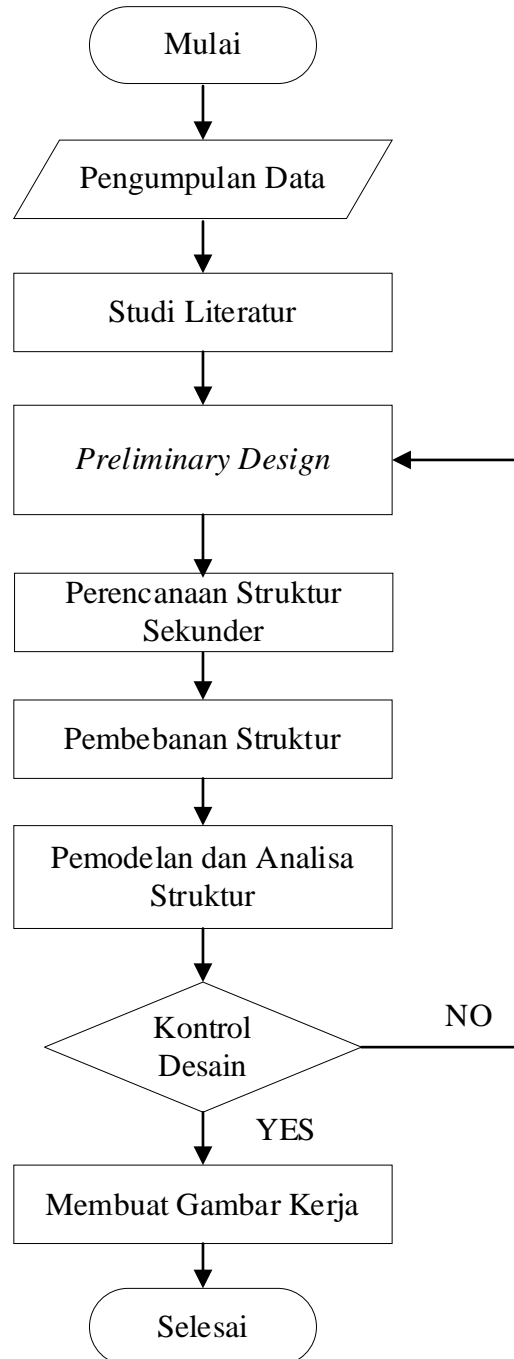
### **1.5. Manfaat**

Manfaat dalam perencanaan gedung rumah sakit 10 lantai pada zona gempa tinggi adalah dapat merencanakan gedung yang memenuhi persyaratan keamanan struktur sehingga dapat direkomendasikan untuk pembangunan gedung pada zona gempa tinggi. Selain itu, pada tugas ini juga direncanakan video tutorial untuk kontrol struktur yang mengacu pada standar terbaru dengan harapan dapat bermanfaat untuk lebih memahami dan beradaptasi dengan standar yang lebih *update*.



### 1.6. Diagram Alir Penyelesaian Tugas

Diagram Alir dalam penyelesaian tugas ini dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut.



**Gambar 1.1** Diagram Alir Penyelesaian Tugas



## **BAB II**

### **PRELIMINARY DESIGN**

#### **2.1. Data Bangunan**

Bahan yang dipakai untuk struktur gedung ini adalah beton bertulang dengan data-data sebagai berikut:

- Tipe bangunan : Rumah Sakit 10 Lantai
- Sistem struktur : Sistem Ganda
- Letak bangunan : Perkotaan
- Lokasi pembangunan : Yogyakarta
- Jenis tanah : SD
- Lebar bangunan : 32 m
- Panjang bangunan : 54 m
- Mutu beton ( $f'_c$ ) : 35 Mpa
- Mutu baja tulangan ( $f_y$ ) : 420 Mpa (Ulir)
- Fasad : Dinding Bata, Plesteran, Cat
- Lantai : Keramik
- Plafond : Gypsum
- Tinggi antar lantai : 3,3 meter

#### **2.2. Peraturan yang Digunakan**

Adapun peraturan-peraturan yang digunakan dalam perencanaan gedung ini adalah sebagai berikut:

1. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung tahun 1983 (**PPIUG 1983**)
2. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (**SNI 1727:2013**)
3. Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (**SNI 2847:2019**)
4. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung (**SNI 1726:2019**)

#### **2.3. Item Pembebanan**

Bangunan gedung diperhitungkan untuk memikul beban-beban sebagai berikut:

Beban Gravitasi (*PPIUG 1983 Tabel 2.1*)

a. Beban Mati:

- Berat sendiri beton bertulang = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Adukan finishing lantai/1 cm = 21 kg/m<sup>2</sup>
- Tegel = 24 kg/m<sup>2</sup>
- Tembok setengah bata = 250 kg/m<sup>2</sup>



- Plafond = 11 kg/m<sup>2</sup>
  - Penggantung plafon = 7 kg/m<sup>2</sup>
  - Plumbing = 10 kg/m<sup>2</sup>
- b. Beban Hidup
- Lantai Atap = 100 kg/m<sup>2</sup> (PPUIG 1983 Tabel 3.1)
  - Lantai Rumah Sakit = 300 kg/m<sup>2</sup> (SNI 1727:2013 Tabel 4-1)
  - Pelat Tangga = 488,27 kg/m<sup>2</sup> (SNI 1727:2013 Tabel 4-1)
  - Beban Gempa:  
Perencanaan dan perhitungan struktur terhadap gempa dilakukan berdasarkan SNI 1726:2019 untuk zona gempa Kota Yogyakarta, pada jenis tanah SD.

#### 2.4. Perencanaan Dimensi Balok

Penentuan tinggi balok minimum ( $h_{min}$ ) dihitung berdasarkan SNI 2847:2019 Tabel 9.3.1.1.

**Tabel 2.1** Tinggi minimum balok nonprategang

Kondisi perlekatan	Minimum $h^{(1)}$
Perlekatan sederhana	$l/16$
Menerus satu sisi	$l/18,5$
Menerus dua sisi	$l/21$
Kantilever	$l/8$

**a. Balok Induk (Arah Memanjang): L = 600 cm, Perletakan Menerus Dua Sisi**

$$h_{min} = \frac{L}{21} = \frac{600}{21} = 28,57 = 30 \text{ cm}$$

Diasumsikan bahwa  $b = \frac{2}{3} h$ , maka:

$$b = \frac{2}{3} h = \frac{2}{3} \times 30 = 20 \text{ cm}$$

Sehingga digunakan balok induk dengan ukuran 20/30 cm

**b. Balok Induk (Arah Memanjang & Melintang) : L = 400 cm, Perletakan Menerus Dua Sisi**

$$h_{min} = \frac{L}{21} = \frac{400}{21} = 19,04 = 20 \text{ cm}$$

Diasumsikan bahwa  $b = \frac{2}{3} h$ , maka:

$$b = \frac{2}{3} h = \frac{2}{3} \times 20 = 13,33 = 15 \text{ cm}$$

Sehingga digunakan balok induk dengan ukuran 15/20 cm



**Tabel 2.2** Rekapitulasi *Preliminary Design* Balok

No	Elemen	Bentang (m)	Dimensi (cm)
1	Balok Induk	6	20/30
		4	15/20
2	Balok Anak	6	20/30
		4	15/20

## 2.5. Perencanaan Tebal Pelat Lantai

Penentuan tebal minimum ( $t_{min}$ ) pelat solid satu arah nonprategang dihitung berdasarkan SNI 2847:2019 Tabel 7.3.1.1.

**Tabel 2.3** Ketebalan Minimum Pelat Solid Satu Arah Nonprategang

Kondisi tumpuan	$h^{[1]}$ Minimum
Tumpuan sederhana	$l/20$
Satu ujung menerus	$l/24$
Kedua ujung menerus	$l/28$
Kantilever	$l/10$

<sup>[1]</sup>Angka ini berlaku untuk beton berat normal dan  $f_y = 420$  MPa. Untuk kasus lain, ketebalan minimum harus dimodifikasi sesuai 7.3.1.1.1 hingga 7.3.1.1.3.

Terdapat 4 jenis pelat dalam bangunan rumah sakit ini, di antaranya sebagai berikut:

### a. Pelat Tipe A

$$L_y = 400 \text{ cm}, L_x = 200 \text{ cm}$$

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{400}{200} = 2 \text{ (Pelat satu arah)}$$

$$t_{min} = \frac{L_x}{28} = \frac{200}{28} = 7,15 = 7,5 \text{ cm}$$

### b. Pelat Tipe B

$$L_y = 600 \text{ cm}, L_x = 200 \text{ cm}$$

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{200} = 3 > 2 \text{ (Pelat satu arah)}$$

$$t_{min} = \frac{L_x}{28} = \frac{200}{28} = 7,15 = 7,5 \text{ cm}$$

### c. Pelat Tipe C

$$L_y = 400 \text{ cm}, L_x = 200 \text{ cm}$$

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{400}{200} = 2 \text{ (Pelat satu arah)}$$

$$t_{min} = \frac{L_x}{28} = \frac{200}{28} = 7,15 = 7,5 \text{ cm}$$



**d. Pelat Tipe D**

$$L_y = 600 \text{ cm}, L_x = 200 \text{ cm}$$

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{600}{200} = 3 > 2 \text{ (Pelat satu arah)}$$

$$t_{min} = \frac{L_x}{28} = \frac{200}{28} = 7,15 = 7,5 \text{ cm}$$

**Tabel 2.4** Rekapitulasi *Preliminary Design* Pelat

Pelat Tipe	Ukuran (cm)	Tebal Pelat (cm)
A	400 × 200	7,5
B	600 × 200	7,5
C	600 × 200	7,5
D	400 × 200	7,5

**2.6. Perencanaan Dimensi Kolom**

**Tabel 2.5** Perhitungan Pembebanan Lantai Atap

Beban Mati	Berat	Satuan	B (m)	L (m)	t (m)	Berat (kg)
Pelat Lantai Atap	2400	kg/m <sup>3</sup>	6	4	0.075	4,320
Plafon	11	kg/m <sup>2</sup>	6	4		264
Penggantung Plafon	7	kg/m <sup>2</sup>	6	4		168
Plumbing	10	kg/m <sup>2</sup>	6	4		240
Balok Induk Memanjang	2400	kg/m <sup>3</sup>	6	0.2	0.3	864
Balok Induk Melintang	2400	kg/m <sup>3</sup>	4	0.15	0.2	288
Balok Anak Memanjang	2400	kg/m <sup>3</sup>	6	0.2	0.3	864
W <sub>D</sub> atap =						7,008
Beban Hidup	Berat	Satuan	B (m)	L (m)	t (m)	Berat (kg)
Lantai Atap	100	kg/m <sup>2</sup>	6	4		2,400
W <sub>L</sub> atap =						2,400
Beban Hujan	Berat	Satuan	B (m)	L (m)	t (m)	Berat (kg)
Beban Hujan	29.97	kg/m <sup>2</sup>	6	4		719
W <sub>R</sub> atap =						719



**Tabel 2.6** Perhitungan Pembebanan Lantai Rumah Sakit

Beban Mati	Berat	Satuan	B (m)	L (m)	t (m)	Berat (kg)
Pelat Lantai Atap	2400	kg/m <sup>3</sup>	6	4	0.075	4,320
Plafon	11	kg/m <sup>2</sup>	6	4		264
Penggantung Plafon	7	kg/m <sup>2</sup>	6	4		168
Dinding setengah bata	250	kg/m <sup>2</sup>	6	4		6,000
Spesi 1 cm	21	kg/m <sup>2</sup>	6	4		504
Lantai keramik 1 cm	24	kg/m <sup>2</sup>	6	4		576
Plumbing	10	kg/m <sup>2</sup>	6	4		240
Balok Induk Memanjang	2400	kg/m <sup>3</sup>	6	0.2	0.3	864
Balok Induk Melintang	2400	kg/m <sup>3</sup>	4	0.15	0.2	288
Balok Anak Memanjang	2400	kg/m <sup>3</sup>	6	0.2	0.3	864
Kolom 60/60	2400	kg/m <sup>3</sup>	0.6	0.6	3.3	2,851
Dinding geser	2400	kg/m <sup>3</sup>	10	0.2	3.3	15,840
W <sub>D</sub> RS 1 Lantai =						32,779
W <sub>D</sub> RS Lt.2-Lt.10 =						295,013
Beban Hidup	Berat	Satuan	B (m)	L (m)	t (m)	Berat (kg)
Lantai Atap	300	kg/m <sup>2</sup>	6	4		7,200
W <sub>L</sub> atap =						7,200
W <sub>L</sub> RS Lt.2-Lt.10 =						64,800

$$W_D = 7.008 + 295.013 = 302.021 \text{ kg}$$

$$W_L = 2.400 + 64.800 = 67.200 \text{ kg}$$

$$W_R = 719 \text{ kg}$$

Beban total yang diterima kolom adalah:

$$\begin{aligned} W &= 1,2W_D + 1,6W_L + 0,5W_R \\ &= 1,2(302.021) + 1,6(67.200) + 0,5(719) \\ &= 470.305 \text{ kg} \end{aligned}$$

Mutu beton = 35 MPa = 350 kg/m<sup>2</sup>

Maka, dimensi kolom:

$$A = \frac{2P}{f_c'} = \frac{2(470.305)}{350} = 2.687,45 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Dimensi: } b^2 &= 2.687,45 \text{ cm}^2 \\ b &= 51,84 \text{ cm} \approx 60 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi, dimensi kolom yang digunakan adalah 60 × 60 cm





### **BAB III**

## **PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER**

### **3.1. Perencanaan Pelat Lantai Rumah Sakit**

Data Material:

$$\begin{aligned}f'c &= 35 \text{ MPa} \\t_p &= 11 \text{ cm} \\l_x &= 2 \text{ m} \\l_y &= 4 \text{ m} \\\frac{l_y}{l_x} &= \frac{4}{2} = 2,0 \text{ (Pelat Satu Arah)} \\d_l &= 10 \text{ mm}\end{aligned}$$

#### **Perhitungan pembebanan:**

Beban Mati:

$$\begin{aligned}\text{▪ Beban sendiri pelat} &= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,11 = \frac{252 \text{ kg/m}^2}{q_D} \\q_D &= 252 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

Beban *Super Dead*:

$$\begin{aligned}\text{▪ Beban spesi 1 cm} &= 21 \text{ kg/m}^2 \\ \text{▪ Beban keramik 1 cm} &= 24 \text{ kg/m}^2 \\ \text{▪ Beban dinding} &= 250 \text{ kg/m}^2 \\ \text{▪ Beban plafon} &= 11 \text{ kg/m}^2 \\ \text{▪ Beban penggantung} &= 7 \text{ kg/m}^2 \\ \text{▪ Beban plumbing} &= 10 \text{ kg/m}^2 \\ q_{SDL} &= 323 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

Beban Hidup:

$$\text{▪ Beban rumah sakit} = 300 \text{ kg/m}^2$$

Beban berfaktor:

$$\begin{aligned}- 1,4(q_D + q_{SDL}) &= 1,4(252+323) = 805 \text{ kg/m}^2 \\ - 1,2(q_D + q_{SDL}) + 1,6q_L &= 1,2(252+323) + 1,6(300) \\ &= 1170 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

Sehingga, beban faktor yang digunakan ( $q_u$ ) = 1170 kg/m



### Tulangan Arah x

- Momen perletakan interior tepi:

$$M_U = \frac{1}{10} q_u l_x^2 = \frac{1}{10} (1170)(2)^2 = 468 \text{ kgm/m}$$

- Momen perletakan interior tengah:

$$M_U = \frac{1}{11} q_u l_x^2 = \frac{1}{11} (1170)(2)^2 = 425,45 \text{ kgm/m}$$

$$M_U \text{ pakai} = 468 \text{ kgm/m} = 4,591 \text{ kNm/m}$$

Direncanakan menggunakan D10-300

$$d' = Cc + 0,5dl = 25 + 0,5(10) = 30 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 110 - 30 = 80 \text{ mm}$$

Rasio Tulangan longitudinal:

- Faktor distribusi regangan beton

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \frac{f'_c - 28}{7} = 0,85 - 0,05 \frac{35 - 28}{7} = 0,80$$

- Rasio minimum tulangan berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 7.6.1.1

$$\rho_{min} = 0,002$$

- Rasio *balance* tulangan

$$\begin{aligned} \rho_{balance} &= \frac{0,85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85(0,80)(35)}{420} \left( \frac{600}{600 + 420} \right) = 0,033 \end{aligned}$$

- Rasio maksimum tulangan

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_{balance} = 0,75(0,033) = 0,025$$

Perhitungan batas tulangan:

$$A_{s \text{ min}} = \rho_{min} b_w d = 0,002(1000)(80) = 160 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ maks}} = \rho_{maks} b_w d = 0,025(1000)(80) = 2.000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ butuh}} = \frac{M_U}{\phi f_y j d} = \frac{4591000}{0,9(420)(0,85)(80)} = 178,62 \text{ mm}^2$$

Direncanakan dipasang D10-300

$$A_s = \frac{1000}{s} \left( \frac{1}{4} \pi d_l^2 \right) = \frac{1000}{300} \left( \frac{1}{4} \pi 10^2 \right) = 261,80 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f'_c b} = \frac{(261,80)(420)}{0,85(35)(1000)} = 3,70 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,9(261,80)(420) \left( 80 - \frac{3,70}{2} \right) \times 10^{-6} \text{ kNm/Nmm} \\ &= 11,083 \text{ kNm} > M_U = 4,173 \text{ kNm (OK)}\end{aligned}$$

Cek batas tulangan:

$$\begin{array}{rcll} A_{s \min} & \leq & A_s' & \leq A_{s \max} \\ 160 \text{ mm}^2 & < & 261,80 \text{ mm}^2 & < 2000 \text{ mm}^2 \text{ (OK)} \end{array}$$

Batas spasi tulangan untuk pelat satu arah berdasarkan SNI 2847:2019  
Pasal 7.7.2.3 ditentukan sebagai berikut:

- $S_{\max 1} = 3h = 3(110) = 330 \text{ mm}$
- $S_{\max 2} = 450 \text{ mm}$
- $S = 300 \text{ (Memenuhi)}$

❖ Digunakan **D10-300** untuk tulangan arah x

### **Tulangan Arah y**

Untuk pelat satu arah, tulangan arah y berfungsi sebagai tulangan susut.

$$A_{s \min} = \rho_{\min} b_w h = 0,002(1000)(110) = 220 \text{ mm}^2$$

Direncanakan dipasang D10-300

$$A_s = \frac{1000}{s} \left( \frac{1}{4} \pi d_i^2 \right) = \frac{1000}{300} \left( \frac{1}{4} \pi 10^2 \right) = 261,80 \text{ mm}^2$$

Cek batas tulangan:

$$\begin{array}{rcll} A_{s \min} & \leq & A_s' & \leq A_{s \max} \\ 160 \text{ mm}^2 & < & 261,80 \text{ mm}^2 & < 2000 \text{ mm}^2 \text{ (OK)} \end{array}$$

Batas spasi tulangan:

- $S_{\max 1} = 3h = 3(110) = 330 \text{ mm}$
- $S_{\max 2} = 450 \text{ mm}$
- $S = 300 \text{ (Memenuhi)}$

❖ Digunakan **D10-300** untuk tulangan arah y



### Panjang Penyaluran

Untuk diameter tulangan  $d_l = 10$  mm, sesuai dengan SNI 2847:2019 Pasal 18.8.5.1. untuk panjang penyaluran pelat minimal:

- $8d_b = 8(10) = 80$  mm
- 150 mm
- $\frac{f_y d_b}{5,4\sqrt{f'_c}} = \frac{420 \times 10}{5,4\sqrt{35}} = 170,9$  mm

Panjang penyaluran pakai = 200 mm

### Kontrol Geser

Cek ketebalan pelat memadai terhadap gaya geser:

- Gaya Geser perletakan interior tepi:

$$V_u = \frac{1,15 \times 4,173 \times 2}{2} = 4,173 \text{ kN/m}$$

- Gaya Geser perletakan interior tengah:

$$V_u = \frac{4,173 \times 2}{2} = 4,173 \text{ kN/m}$$

$$V_c = \Phi 0,17\sqrt{f'_c} b_w d = 0,75(0,17)\sqrt{35} (1000)(65)/1000 = 41,48 \text{ kN/m}$$

$$V_c > V_u \text{ (OK)}$$

## 3.2. Perencanaan Pelat Lantai Atap

### Data Material:

$f'_c$	=	35 MPa
$t_p$	=	10 cm
$l_x$	=	2 m
$l_y$	=	4 m
$\frac{l_y}{l_x}$	=	$\frac{4}{2} = 2,0$ (Pelat Satu Arah)
$d_l$	=	10 mm

### Perhitungan pembebanan:

Beban Mati:

- Beban sendiri pelat  $= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,10 = 240 \text{ kg/m}^2 +$   
 $q_D = 240 \text{ kg/m}^2$

Beban *Super Dead*:

- Beban spesi 1 cm = 21 kg/m<sup>2</sup>
- Beban lantai 1 cm = 24 kg/m<sup>2</sup>
- Beban dinding = 250 kg/m<sup>2</sup>
- Beban plafon = 11 kg/m<sup>2</sup>
- Beban penggantung = 7 kg/m<sup>2</sup>



$$\begin{aligned} \text{▪ Beban plumbing} &= \frac{10}{323} \text{ kg/m}^2 + \\ q_{SDL} &= 323 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Beban Hidup:

$$\text{▪ Beban atap} = 100 \text{ kg/m}^2$$

Beban berfaktor:

$$\begin{aligned} - 1,4(q_D + q_{SDL}) &= 1,4(240+323) = 788,2 \text{ kg/m}^2 \\ - 1,2(q_D + q_{SDL}) + 1,6q_L \\ &= 1,2(240+323) + 1,6(100) \\ &= 835,6 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga, beban faktor yang digunakan ( $q_u$ ) = 835,6 kg/m

### Tulangan Arah x

- Momen perletakan interior tepi:

$$M_U = \frac{1}{10} q_u l_x^2 = \frac{1}{10} (835,6) (2)^2 = 334,24 \text{ kgm/m}$$

- Momen perletakan interior tengah:

$$M_U = \frac{1}{11} q_u l_x^2 = \frac{1}{11} (835,6) (2)^2 = 303,86 \text{ kgm/m}$$

$$M_U \text{ pakai} = 334,24 \text{ kgm/m} = 2,980 \text{ kNm/m}$$

Direncanakan menggunakan D10-300

$$d' = c_c + 0,5d_l = 25 + 0,5(10) = 30 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 100 - 30 = 70 \text{ mm}$$

Rasio Tulangan longitudinal:

- Faktor distribusi regangan beton

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \frac{f'_c - 28}{7} = 0,85 - 0,05 \frac{35 - 28}{7} = 0,80$$

- Rasio minimum tulangan berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 7.6.1.1

$$\rho_{min} = 0,002$$

- Rasio *balance* tulangan

$$\begin{aligned} \rho_{balance} &= \frac{0,85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85(0,80)(35)}{420} \left( \frac{600}{600 + 420} \right) = 0,033 \end{aligned}$$

- Rasio maksimum tulangan

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_{balance} = 0,75(0,033) = 0,025$$



Perhitungan batas tulangan:

$$A_{s \min} = \rho_{\min} b_w d = 0,002(1000)(70) = 140 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \max} = \rho_{\max} b_w d = 0,025(1000)(70) = 1.750 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ butuh}} = \frac{M_U}{\phi f_y j d} = \frac{2980000}{0,9(420)(0,85)(70)} = 132,49 \text{ mm}^2$$

Direncanakan dipasang D10-300

$$A_s = \frac{1000}{s} \left( \frac{1}{4} \pi d_t^2 \right) = \frac{1000}{300} \left( \frac{1}{4} \pi 10^2 \right) = 261,80 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f' c b} = \frac{(261,80)(420)}{0,85(35)(1000)} = 3,70 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,9(261,80)(420) \left( 70 - \frac{3,70}{2} \right) \times 10^{-6} \text{ kNm/Nmm} \\ &= 9,698 \text{ kNm} > M_U = 4,173 \text{ kNm (OK)} \end{aligned}$$

Cek batas tulangan:

$$\begin{array}{rclcl} A_{s \min} & \leq & A_s' & \leq & A_{s \max} \\ 140 \text{ mm}^2 & < & 261,80 \text{ mm}^2 & < & 1.750 \text{ mm}^2 \text{ (OK)} \end{array}$$

Batas spasi tulangan:

- $S_{\max 1} = 3h = 3(110) = 330 \text{ mm}$
- $S_{\max 2} = 450 \text{ mm}$
- $S = 300 \text{ (Memenuhi)}$

❖ Digunakan **D10-300** untuk tulangan arah x

### Tulangan Arah y

Untuk pelat satu arah, tulangan arah y berfungsi sebagai tulangan susut.

$$A_{s \min} = \rho_{\min} b_w h = 0,002(1000)(110) = 220 \text{ mm}^2$$

Direncanakan dipasang D10-300

$$A_s = \frac{1000}{s} \left( \frac{1}{4} \pi d_t^2 \right) = \frac{1000}{300} \left( \frac{1}{4} \pi 10^2 \right) = 261,80 \text{ mm}^2$$

Cek batas tulangan:

$$\begin{array}{rclcl} A_{s \min} & \leq & A_s' & \leq & A_{s \max} \\ 140 \text{ mm}^2 & < & 261,80 \text{ mm}^2 & < & 1.750 \text{ mm}^2 \text{ (OK)} \end{array}$$



Batas spasi tulangan untuk pelat satu arah berdasarkan SNI 2847:2019  
Pasal 7.7.2.3 ditentukan sebagai berikut:

- $S_{\max 1} = 3h = 3(100) = 300 \text{ mm}$
- $S_{\max 2} = 450 \text{ mm}$   
 $S = 300 \text{ (Memenuhi)}$

❖ Digunakan **D10-300** untuk tulangan arah y

### **Panjang Penyaluran**

Untuk diameter tulangan  $d_l = 10 \text{ mm}$ , sesuai dengan SNI 2847:2019 Pasal 18.8.5.1. untuk panjang penyaluran pelat minimal:

- $8d_b = 8(10) = 80 \text{ mm}$
- $150 \text{ mm}$
- $\frac{f_y d_b}{5,4\sqrt{f'_c}} = \frac{420 \times 10}{5,4\sqrt{35}} = 170,9 \text{ mm}$

Panjang penyaluran pakai = 200 mm

### **Kontrol Geser**

Cek ketebalan pelat memadai terhadap gaya geser:

- Gaya Geser perletakan interior tepi:

$$V_u = \frac{1,15 \times 4,173 \times 2}{2} = 4,173 \text{ kN/m}$$

- Gaya Geser perletakan interior tengah:

$$V_u = \frac{4,173 \times 2}{2} = 4,173 \text{ kN/m}$$

$$V_c = \Phi 0,17\sqrt{f'_c} b_w d = 0,75(0,17)\sqrt{35} (1000)(65)/1000 = 41,48 \text{ kN/m}$$

$$V_c > V_u \text{ (OK)}$$



### 3.3. Perencanaan Balok Anak

Sebagai contoh digunakan balok anak BA2 sebagai perhitungan. Berdasarkan SNI 2847-2019 Tabel 9.3.1.1. didapatkan dimensi balok anak 150/200.

#### Perhitungan pembebanan:

Beban Mati:

▪ Beban pelat	$= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,11 \times 2,00$	$= 528$	$\text{kg/m}$
▪ Beban sendiri balok	$= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,15 \times 0,20$	$= 72$	$\text{kg/m} +$
		$q_D = 600$	$\text{kg/m}$

Beban *Super Dead*:

▪ Beban spesi 1 cm	$= 21 \text{ kg/m}^2 \times 2,00$	$= 42$	$\text{kg/m}$
▪ Beban keramik 1 cm	$= 24 \text{ kg/m}^2 \times 2,00$	$= 48$	$\text{kg/m}$
▪ Beban dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 2,00$	$= 500$	$\text{kg/m}$
▪ Beban plafon	$= 11 \text{ kg/m}^2 \times 2,00$	$= 22$	$\text{kg/m}$
▪ Beban penggantung	$= 7 \text{ kg/m}^2 \times 2,00$	$= 14$	$\text{kg/m}$
▪ Beban plumbing	$= 10 \text{ kg/m}^2 \times 2,00$	$= 20$	$\text{kg/m} +$
		$q_{SDL} = 646$	$\text{kg/m}$

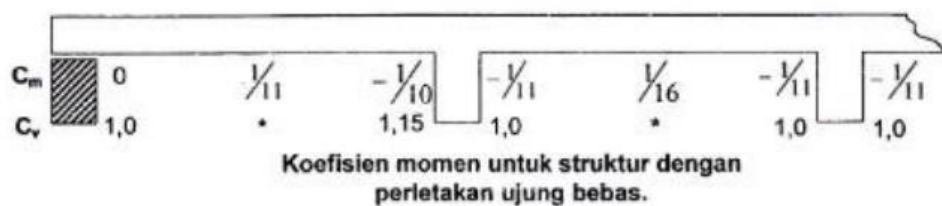
Beban Hidup:

▪ Beban rumah sakit	$= 300 \text{ kg/m}^2 \times 2,00$	$= 600$	$\text{kg/m}$
---------------------	------------------------------------	---------	---------------

Beban berfaktor:

- $1,4(q_D + q_{SDL}) = 1,4(600+646) = 1744,4 \text{ kg/m}^2$
- $1,2(q_D + q_{SDL}) + 1,6q_L$   
 $= 1,2(600+646) + 1,6(300)$   
 $= 2455,2 \text{ kg/m}^2$

Sehingga, beban faktor yang digunakan ( $q_u$ ) = 2455,2 kg/m



**Gambar 3.1** Koefisien Momen dan Geser  
 (Sumber: SNI 2847:2013 Ps. 8.3.3)

$V_u$	$= C_v \times \frac{1}{2} q_u L = 1,15 \times \frac{1}{2} (2455,2)(4) = 5646,96 \text{ kg}$
$M_{u \text{ tumpuan}}$	$= C_m \times q_u L^2 = \frac{1}{10} \times (2455,2)(4)^2 = 3928,32 \text{ kgm}$
$M_{u \text{ lapangan}}$	$= C_m \times q_u L^2 = \frac{1}{11} \times (2397,6)(4)^2 = 3571,2 \text{ kgm}$





Rasio Tulangan longitudinal:

- Faktor distribusi regangan beton

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \frac{f'c - 28}{7} = 0,85 - 0,05 \frac{35 - 28}{7} = 0,80$$

- Rasio minimum tulangan

$$\rho_{\min 1} = \frac{0,25\sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{0,25\sqrt{35}}{420} = 0,00352$$

$$\rho_{\min 2} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,00333$$

$$\rho_{\min} = 0,00352$$

- Rasio maksimum tulangan

$$\rho_{\max} = 0,025$$

Direncanakan tulangan sengkang D10 dan tulangan memanjang D13

$$d = h - (Cc + ds + 0,5dl) = 200 - (40 + 10 + 0,5(13)) = 143,5 \text{ mm}$$

### Kontrol Momen

Direncanakan tulangan memanjang D16

$$A'_s \text{ butuh} = \frac{M_U \text{ tump}}{\phi f_y j d} = \frac{3928,32 \times 9,81 \times 10^3}{0,9(420)(0,85)(143,5)} = 768,03 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ butuh} = \frac{M_U \text{ lap}}{\phi f_y j d} = \frac{3571,2 \times 9,81 \times 10^3}{0,9(420)(0,85)(143,5)} = 698,22 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \min} = \rho_{\min} b_w d = 0,00326(150)(143,5) = 81,84 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \max} = \rho_{\max} b_w d = 0,025(150)(143,5) = 581,25 \text{ mm}^2$$

Karena  $A_s > A_{s \max}$ , maka dimensi balok tidak memenuhi. Direncanakan menggunakan balok dimensi 200/300 tulangan sengkang D10 dan tulangan memanjang D19.

$$d = h - (Cc + ds + 0,5dl) = 300 - (40 + 10 + 0,5(19)) = 240,5 \text{ mm}$$

### Perhitungan pembebanan:

Beban Mati:

- Beban pelat =  $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,11 \times 2,00 = 528 \text{ kg/m}$
  - Beban sendiri balok =  $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,20 \times 0,30 = 144 \text{ kg/m}$
- $$q_D = 528 + 144 = 672 \text{ kg/m}$$

Beban Super Dead:

- Beban spesi 1 cm =  $21 \text{ kg/m}^2 \times 2,00 = 42 \text{ kg/m}$
- Beban keramik 1 cm =  $24 \text{ kg/m}^2 \times 2,00 = 48 \text{ kg/m}$
- Beban dinding =  $250 \text{ kg/m}^2 \times 2,00 = 500 \text{ kg/m}$



▪ Beban plafon	$= 11 \text{ kg/m}^2 \times 2,00$	$= 22$	$\text{kg/m}$
▪ Beban penggantung	$= 7 \text{ kg/m}^2 \times 2,00$	$= 14$	$\text{kg/m}$
▪ Beban plumbing	$= 10 \text{ kg/m}^2 \times 2,00$	$= 20$	$\text{kg/m} +$
		$q_{SDL} = 646$	$\text{kg/m}$

Beban Hidup:

▪ Beban rumah sakit	$= 300 \text{ kg/m}^2 \times 2,00$	$= 600$	$\text{kg/m}$
---------------------	------------------------------------	---------	---------------

Beban berfaktor:

- $1,4(q_D + q_{SDL}) = 1,4(672+646) = 1845,2 \text{ kg/m}^2$
- $1,2(q_D + q_{SDL}) + 1,6q_L$   
 $= 1,2(672+646) + 1,6(300)$   
 $= 2541,6 \text{ kg/m}^2$

Sehingga, beban faktor yang digunakan ( $q_u$ ) = 2455,2 kg/m

Koefisien Momen dan Geser (SNI 2847:2013 Ps. 8.3.3)

$$V_u = C_v \times \frac{1}{2} q_u L = 1,15 \times \frac{1}{2} (2455,2)(4) = 5856,72 \text{ kg}$$
$$M_{u \text{ tumpuan}} = C_m \times q_u L^2 = \frac{1}{10} \times (2455,2)(4)^2 = 4074,24 \text{ kgm}$$
$$M_{u \text{ lapangan}} = C_m \times q_u L^2 = \frac{1}{11} \times (2455,2)(4)^2 = 3703,86 \text{ kgm}$$

**Kontrol Momen**

$$A'_s \text{ butuh} = \frac{M_{U \text{ tumpu}}}{\phi f_y j d} = \frac{4074,24 \times 9,81 \times 10^3}{0,9(420)(0,85)(240,5)} = 465,36 \text{ mm}^2$$
$$A_s \text{ butuh} = \frac{M_{U \text{ lap}}}{\phi f_y j d} = \frac{3703,86 \times 9,81 \times 10^3}{0,9(420)(0,85)(240,5)} = 423,05 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \rho_{\text{min}} b_w d = 0,00326(150)(240,5) = 169,312 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ maks}} = \rho_{\text{maks}} b_w d = 0,025(150)(240,5) = 1202,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} < A_s \text{ butuh} < A_{s \text{ maks}} \text{ (OK)}$$

Direncanakan tulangan tumpuan 2D19 dan tulangan lapangan 2D19 ( $A_s = 567,06 \text{ mm}^2$ )

$$A_{s \text{ min}} < A_s \text{ pakai} < A_{s \text{ maks}} \text{ (OK)}$$
$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f' c b} = \frac{(567,06)(420)}{0,85(35)(200)} = 40,03 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,9(567,06)(420) \left( 240,5 - \frac{40,03}{2} \right) \times 10^{-6} \text{ kNm/Nmm} \\ &= 47,26 \text{ kNm} > M_U = 36,32 \text{ kNm (OKE)}\end{aligned}$$

### Kontrol Geser

Direncanakan tulangan sengkang D10

$$\begin{aligned}\phi V_C &= \phi 0,17 \sqrt{f'_c} b d = 0,75(0,17) \sqrt{35} (200)(240,5) = 3699,71 \text{ kg} \\ V_s &= V_U - \phi V_C = 5856,72 - 3699,71 = 2157,01 \text{ kg}\end{aligned}$$

Cek Kebutuhan tulangan geser:

$$0,5V_C = 0,5(3699,71) = 2219,83 \text{ kg} < V_U \text{ (Butuh Tulangan Geser)}$$

$$A_v = n \frac{1}{4} \pi d_s^2 = 2 \times \frac{1}{4} \pi \times 10^2 = 157,08 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v f_y d}{V_s} = \frac{157,08 \times 420 \times 340,5}{2157,01 \times 9,81} = 750,08 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = d/2 = 240,5/2 = 120,25 \text{ mm}$$

$$S_{\text{pakai}} = 120 \text{ mm}$$

### Kontrol Lendutan

Berdasarkan SNI 2847-2019 Tabel 24.2.2, batasan lendutan adalah:

$$\frac{l}{360} = \frac{3600}{360} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Beban service (q)} = 672 + 646 + 600 = 1918 \text{ kg/m}$$

$$f_x = \frac{5}{384} \times \frac{qL^4}{EI} = \frac{5}{384} \times \frac{(1918)(5,5)^4 \times 9,81}{(4700\sqrt{35}) \left( \frac{1}{12} (0,20)(0,30)^3 \right) 10^3} = 3,29 \text{ mm (OK)}$$

Jadi, digunakan balok 200/300 dengan tulangan tumpuan 2D19, tulangan lapangan 2D19, dan tulangan sengkang 2D10-120



Dengan cara yang sama, didapatkan hasil rekapitulasi kebutuhan tulangan pada setiap balok anak pada Tabel 3.1 berikut.

**Tabel 3.1** Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tulangan Balok Anak

<b>BALOK BA1 400/250</b>	
Tulangan lentur tumpuan	3D19
Tulangan lentur lapangan	3D19
Tulangan geser	2D10-150
<b>BALOK BA2 300/200</b>	
Tulangan lentur tumpuan	2D19
Tulangan lentur lapangan	2D19
Tulangan geser	2D10-120



### 3.4. Perencanaan Balok Lift

Perencanaan balok *lift* meliputi balok penumpu dan balok penggantung *lift*. Pada perencanaan ini menggunakan *lift* yang diproduksi oleh Sigma Elevator Company dengan data-data pada Tabel 3.2 berikut.

**Tabel 3.2** Spesifikasi Sigma Elevator Company

Speed (m/sec)	Capacity (person/kg)		Reaction				Door Opening (mm)
			Static Load				
	Person	Load	R1	R2	R3	R4	
1	17	1150	8000	5200	9550	7150	1000

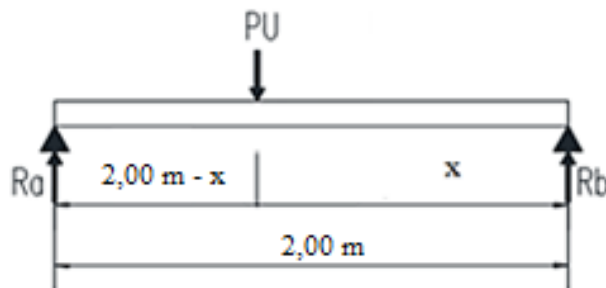
Dimension					
Car		Hoistway		Machine Room	
CW (mm)	CD (mm)	HW (mm)	HD (mm)	MW (mm)	MD (mm)
1800	1500	2350	2200	2350	2200

Panjang balok penggantung *lift* = 2 m

Berdasarkan SNI 1727-2013 Pasal 4.6.3, untuk mesin yang bergerak beban harus meningkat 50%, sehingga:

$$R_a = R_1 \times 150\% = 8000 \times 150\% = 12000 \text{ kg}$$

$$R_b = R_2 \times 150\% = 5200 \times 150\% = 7800 \text{ kg}$$



**Gambar 3.2** Sketsa Pembebanan Balok Penggantung *Lift*

$$\begin{aligned} \sum M_B &= 0 \\ 2 \times 12.000 - P_u x &= 0 \\ P_u &= \frac{24.000}{x} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ 2 \times 7.800 - P_u(2 - x) &= 0 \\ 15.600 - 2P_u + P_u x &= 0 \\ 15.600 - 2\left(\frac{24.000}{x}\right) + \left(\frac{24.000}{x}\right)x &= 0 \\ 15.600 - \frac{48.000}{x} + 24.000 &= 0 \end{aligned}$$



$$39.600 - \frac{48.000}{x} = 0$$
$$x = 1,212 \text{ m}$$

$$P_u = \frac{24.000}{x} = \frac{24.000}{1,212} = 19.800 \text{ kg}$$

Pada perencanaan balok penggantung *lift*, direncanakan balok dengan dimensi 250/400 dengan data sebagai berikut:

a) Beban Mati ( $q_D$ ):

$$\begin{aligned} - \text{Beban Pelat Atap} &= 2.400 \text{ kg/m}^3 \times 0,1 \text{ m} \times 2 \text{ m} &&= 480 \text{ kg/m} \\ - \text{Beban Sendiri Balok} &= 2.400 \text{ kg/m}^3 \times 0,25 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} &&= \underline{240 \text{ kg/m}} + \\ &&& q_D = 720 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b) Beban Hidup:

$$\begin{aligned} - \text{Beban atap RS} &= 100 \text{ kg/m}^2 \times 2 \text{ m} &&= 200 \text{ kg/m} \\ - \text{Beban hujan} &= 0,294 \text{ kN/m}^2 \times 2 \text{ m} &&= 59,94 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban berfaktor:

$$\begin{aligned} - 1,4q_D &= 1,4(720) = 1.008 \text{ kg/m} \\ - 1,2q_D + 1,6q_L + 0,5R & \\ &= 1,2(720) + 1,6(200) + 0,5(59,94) \\ &= 1.214 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Sehingga, beban faktor yang digunakan ( $q_u$ ) = 1.214 kg/m

$$\sum M_B = 0$$

$$0 = (L \times R_{AV}) - qu \frac{L^2}{2} - (Pu \times x)$$

$$R_{AV} = 13.213,96 \text{ kg}$$

Momen *ultimate*:

$$\begin{aligned} M_u &= (R_a \times L - x) - \left( qu \times (L - x) \times \frac{(L-x)}{2} \right) \\ &= 10.034,21 \text{ kgm} = 98,44 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Geser *ultimate*:

$$V_u = 13.213,96 \text{ kg}$$

**Rasio tulangan longitudinal**

- Faktor distribusi tegangan beton  $f_c' = 35 \text{ MPa}$   $f_y = 420 \text{ MPa}$

$$\beta_1 = 0,85 \times 0,05 \frac{f_c' - 28}{7} = 0,80$$



- Rasio minimum tulangan

$$\rho_1 = \frac{0,25 \sqrt{f'c}}{f_y} = 0,0035215$$

$$\rho_2 = \frac{1,4}{f_y} = 0,0033333$$

$$\rho_{\min} = 0,0035215$$

- Rasio maksimum tulangan

$$\rho_{\min} = 0,025$$

Direncanakan tulangan sengkang D10 dan tulangan memanjang D19

$$d = h - (Cc + ds + 0,5dl) = 400 - (40 + 10 + 0,5(19)) = 340,5 \text{ mm}$$

### Kontrol Momen

$$A'_S \text{ butuh} = \frac{M_u}{\phi f_y \times j \times d} = \frac{10.034,21 \times 9,81 \times 1000}{0,9 \times 420 \times 0,85 \times 342} = 895,81 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \min} = \rho_{\min} b_w d = 0,00326(250)(340,5) = 301,1 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \max} = \rho_{\max} b_w d = 0,025(250)(340,5) = 2.138 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \min} < A_s \text{ butuh} < A_{s \max} \text{ (OK)}$$

Direncanakan tulangan tumpuan 2D19 ( $A_s = 567,05 \text{ mm}^2$ ) dan tulangan lapangan 4D19 ( $A_s = 1.134,11 \text{ mm}^2$ )

$$A_{s \min} < A_s \text{ pakai} < A_{s \max} \text{ (OK)}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f'c b} = \frac{(1.134,11)(420)}{0,85(35)(250)} = 64,04 \text{ mm}$$

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

$$= 0,9(1.134,11)(420) \left( 340,5 - \frac{64,04}{2} \right) \times 10^{-6} \text{ kNm/Nmm}$$

$$= 132,9 \text{ kNm} > M_U = 98,44 \text{ kNm (OKE)}$$

### Kontrol Geser

Direncanakan tulangan sengkang D10

$$\phi V_c = \phi 0,17 \sqrt{f'c} b d = 0,75(0,17) \sqrt{35} (250)(340,5) = 6.574,17 \text{ kg}$$

$$V_s = V_U - \phi V_c = 13.213,96 - 6.574,17 = 6.639,79 \text{ kg}$$

Cek Kebutuhan tulangan geser:

$$0,5V_c = 0,5(6.574,17) = 3.287,085 \text{ kg} < V_U \text{ (Butuh Tulangan Geser)}$$

$$A_v = n \frac{1}{4} \pi d_s^2 = 2 \times \frac{1}{4} \pi \times 10^2 = 157,08 \text{ mm}^2$$



$$S = \frac{A_v f_y d}{V_s} = \frac{157,08 \times 420 \times 340,5}{6.639,79 \times 9,81} = 346,39 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = d/2 = 340,5/2 = 171 \text{ mm}$$

$$S_{\text{pakai}} = 150 \text{ mm}$$

### Kontrol Lendutan

Berdasarkan SNI 2847-2019 Tabel 24.2.2, batasan lendutan adalah:

$$\frac{l}{360} = \frac{2000}{360} = 5,56 \text{ mm}$$

$$\text{Beban service (q)} = 720 + 200 + 59,94 = 979,94 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} f_x &= \left( \frac{5}{384} \times \frac{qL^4}{EI} \right) + \left( \frac{P(L-x)^2 x^2}{3EIL} \right) \\ &= \left( \frac{5}{384} \times \frac{979,94 \times 2^4 \times 9,81}{4700\sqrt{35} \times \left(\frac{1}{12} \times 0,25 \times 0,4^3\right) 10^3} \right) + \left( \frac{19.800(2-1,21)^2 x^2 \times 9,81}{3 \times 4700\sqrt{35} \times \left(\frac{1}{12} \times 0,25 \times 0,4^3\right) 10^3} \right) \\ &= 0,86 \text{ mm} < 5,56 \text{ mm (OK)} \end{aligned}$$

Jadi, digunakan balok 250/400 dengan tulangan tumpuan 2D19, tulangan lapangan 4D19, dan tulangan sengkang 2D10-150

Dengan cara yang sama, didapatkan hasil rekapitulasi kebutuhan tulangan pada setiap balok lift pada Tabel 3.3 berikut.

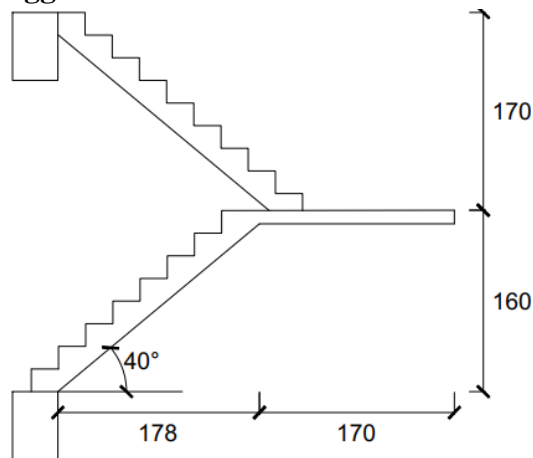
**Tabel 3.3** Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tulangan Balok Lift

<b>BALOK BL1 400/250</b>	
Tulangan lentur tumpuan	2D19
Tulangan lentur lapangan	4D19
Tulangan geser	2D10-150
<b>BALOK BL2 500/350</b>	
Tulangan lentur tumpuan	2D19
Tulangan lentur lapangan	4D19
Tulangan geser	2D10-200





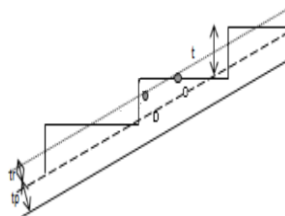
### 3.5. Perencanaan Tangga



**Gambar 3.3** Potongan Tangga

#### Data Perencanaan:

- Lebar tangga = 1100 mm
- Lebar injakan ( $i$ ) = 220 mm
- Tinggi injakan ( $t$ ) = 150 mm
- Tebal pelat bordes = 120 mm
- Tebal pelat tangga ( $t_p$ ) = 150 mm
- Mutu beton = 35 MPa
- Mutu tulangan = 420 MPa
- Kemiringan tangga ( $\alpha$ ) =  $\text{arc tan } \frac{160-12}{178} = 39,74^\circ$



**Gambar 3.4** Sketsa Tebal Pelat Tangga dan Injakan Tangga

#### Syarat:

- $60 \text{ cm} \leq 2t + i \leq 65 \text{ cm}$   
 $60 \text{ cm} \leq 2(20) + 24 \leq 65 \text{ cm}$   
 $60 \text{ cm} < 64 \text{ cm} < 65 \text{ cm}$  (Memenuhi)
- $25^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$   
 $25^\circ < 39,74^\circ \leq 40^\circ$  (Memenuhi)

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat rata-rata anak tangga } (t_r) &= \frac{i}{2} \sin \alpha \\ &= \frac{240}{2} \sin 39,74^\circ = 76,72 \text{ mm} \end{aligned}$$



Tebal pelat rata-rata =  $t_p + t_r = 150 + 76,72 = 226,72 \text{ mm} = 0,227 \text{ m}$

**Perhitungan pembebanan:**

**a) Pada Pelat Tangga**

Beban Mati:

$$\begin{aligned} \text{▪ Beban pelat} &= 2400 \text{ kg/m}^3 \times \frac{0,227}{\cos 39,74} \times 1,1 = \underline{779,35 \text{ kg/m}} + \\ & q_D = 779,35 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban *Super Dead*:

$$\begin{aligned} \text{▪ Beban spesi 1 cm} &= 21 \text{ kg/m}^2 \times 1,1 \text{ m} = 23,1 \text{ kg/m} \\ \text{▪ Beban lantai 1 cm} &= 24 \text{ kg/m}^2 \times 1,1 \text{ m} = \underline{26,4 \text{ kg/m}} + \\ & q_{SDL} = 49,5 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban Hidup:

$$\text{▪ Beban hidup tangga} = 488,45 \text{ kg/m}^2 \times 1,1 \text{ m} = 537,30 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor:

$$\begin{aligned} - 1,4(q_D + q_{SDL}) &= 1,4(779,35 + 49,5) = 1160,39 \text{ kg/m} \\ - 1,2(q_D + q_{SDL}) + 1,6q_L \\ &= 1,2(779,35 + 49,5) + 1,6(537,30) \\ &= 1854,3 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

**b) Pada Pelat Bordes**

Beban Mati:

$$\begin{aligned} \text{▪ Beban pelat} &= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,12 \times 1,1 = \underline{316,8 \text{ kg/m}} + \\ & q_D = 316,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban *Super Dead*:

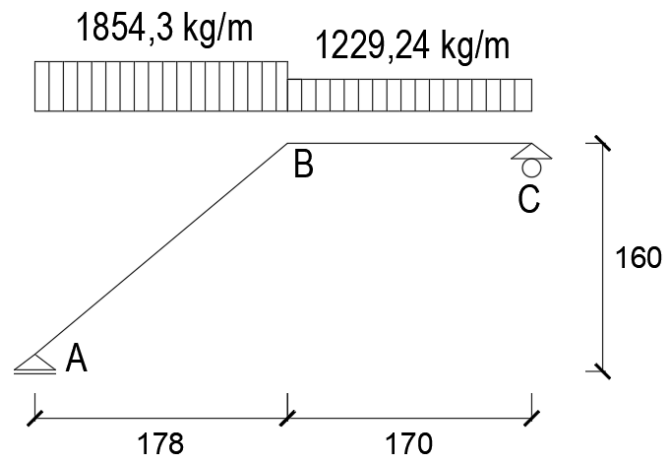
$$\begin{aligned} \text{▪ Beban spesi 1 cm} &= 21 \text{ kg/m}^2 \times 1,1 \text{ m} = 23,1 \text{ kg/m} \\ \text{▪ Beban lantai 1 cm} &= 24 \text{ kg/m}^2 \times 1,1 \text{ m} = \underline{26,4 \text{ kg/m}} + \\ & q_{SDL} = 49,5 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban Hidup:

$$\text{▪ Beban hidup tangga} = 488,45 \text{ kg/m}^2 \times 1,1 \text{ m} = 537,30 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor:

$$\begin{aligned} - 1,4(q_D + q_{SDL}) &= 1,4(316,8 + 49,5) = 512,82 \text{ kg/m} \\ - 1,2(q_D + q_{SDL}) + 1,6q_L \\ &= 1,2(316,8 + 49,5) + 1,6(537,30) \\ &= 1299,24 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



**Gambar 3.5** Sketsa Pembebanan pada Tangga

$$\sum M_A = 0$$

$$0 = -(R_{CV} \times 3,48) + \left(1854,3 \times 1,78 \times \frac{1,78}{2}\right) + \left(1229,24 \times 1,7 \times \left(\frac{1,7}{2} + 1,78\right)\right)$$

$$R_{CV} = 2.423,43 \text{ kg}$$

$$\sum M_C = 0$$

$$0 = -(R_{AV} \times 3,48) + \left(1854,3 \times 1,78 \times \left(\frac{1,78}{2} + 1,7\right)\right) + \left(1229,24 \times 1,7 \times \frac{1,7}{2}\right)$$

$$R_{AV} = 2.966,93 \text{ kg}$$

$$\sum V = 0$$

$$0 = 2.423,43 + 2.966,93 - (1,78 \times 1854,3) - (1,7 \times 1229,24)$$

$$0 = 0 \quad (\text{OK})$$

Gaya dalam yang terjadi:

- Pada pelat tangga

Gaya Normal:

$$\text{- Titik A} = R_{AV} \sin a = 2.966,93 \sin 39,74 = 1.896,78 \text{ kg}$$

$$\text{- Titik B} = 1.896,78 - (1854,3 \times 1,78) \sin 39,74 = -213,35 \text{ kg}$$

Gaya Lintang:

$$\text{- Titik A} = R_{AV} \cos a = 2.966,93 \cos 39,74 = 2281,44 \text{ kg}$$

$$\text{- Titik B} = 2281,44 - (1854,3 \times 1,78) \cos 39,74 = -256,62 \text{ kg}$$

Gaya Momen:

$$M_x = R_{AV}x - q \frac{x^2}{2}$$



$$M_x = 2.966,93x - 1854,3 \frac{x^2}{2}$$

Momen maksimum:

$$\frac{dM_x}{dx} = 2.966,93 - 1854,3x = 0$$

$$x = \frac{2.966,93}{1.854,3} = 1,6 \text{ m}$$

Momen maksimum pada titik  $x = 1,6$ :

$$= 2.966,93(1,6) - 1854,3 \frac{(1,6)^2}{2} = 2373,60 \text{ kgm}$$

- Pada pelat bordes

Gaya Normal:

- Titik B = 0 kg

- Titik C = 0 kg

Gaya Lintang:

- Titik B =  $-256,62 \times \frac{1}{\cos 39,74} = -333,72 \text{ kg}$

- Titik C =  $-333,72 - (1229,24 \times 1,7) = 2.423,43 \text{ kg}$

Gaya Momen:

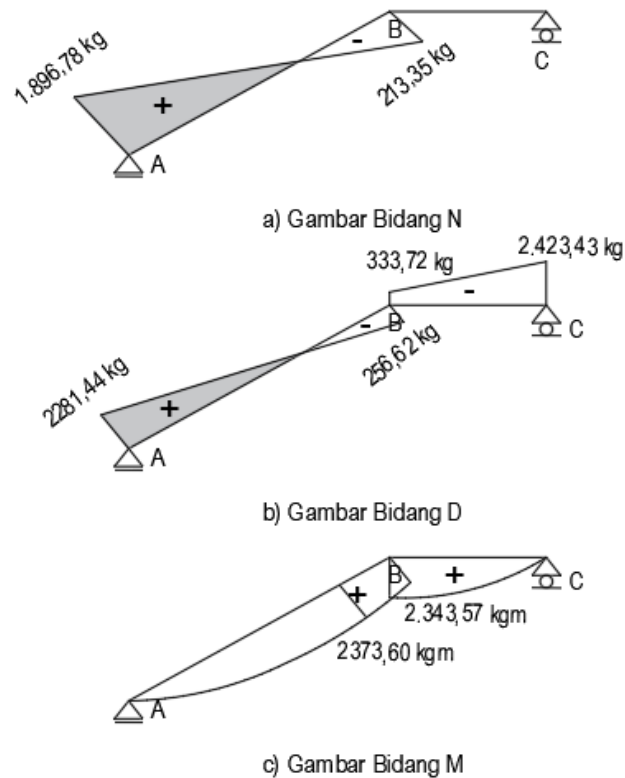
Dari kanan

$$M_x = R_{CV}x - q \frac{x^2}{2}$$

$$M_x = 2.423,43x - 1229,24 \frac{x^2}{2}$$

$$\text{Titik C} = 2.423,43(0) - 1229,24 \frac{(0)^2}{2} = 0 \text{ kgm}$$

$$\text{Titik B} = 2.423,43(1,8) - 1229,24 \frac{(1,8)^2}{2} = 2.343,57 \text{ kgm}$$



**Gambar 3.6** Diagram Gaya Dalam pada Tangga

**Tulangan Pelat Tangga**

a) Tulangan Utama

$$M_U = 2.373,60 \text{ kgm} = 23,27 \text{ kNm}$$

Direncanakan menggunakan D13-100

$$d' = Cc + 0,5dl = 40 + 0,5(13) = 46,5 \text{ mm}$$

$$d = t_p - d' = 150 - 46,5 = 103,5 \text{ mm}$$

Rasio Tulangan longitudinal:

- Faktor distribusi regangan beton

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \frac{f'_c - 28}{7} = 0,85 - 0,05 \frac{35 - 28}{7} = 0,80$$

- Rasio minimum tulangan berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 7.6.1.1

$$\rho_{min} = 0,002$$

- Rasio *balance* tulangan

$$\begin{aligned} \rho_{balance} &= \frac{0,85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85(0,80)(35)}{420} \left( \frac{600}{600 + 420} \right) = 0,033 \end{aligned}$$

- Rasio maksimum tulangan

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_{balance} = 0,75(0,033) = 0,025$$



Perhitungan batas tulangan:

$$A_{s \min} = \rho_{\min} b_w d = 0,002(1000)(103,5) = 207 \text{ mm}^2$$
$$A_{s \max} = \rho_{\max} b_w d = 0,025(1000)(103,5) = 2.587,5 \text{ mm}^2$$
$$A_{s \text{ butuh}} = \frac{M_U}{\phi f_y j d} = \frac{23.270.000}{0,9(420)(0,85)(103,5)} = 699,97 \text{ mm}^2$$

Direncanakan dipasang D13-100

$$A_s = \frac{1000}{s} \left( \frac{1}{4} \pi d_l^2 \right) = \frac{1000}{100} \left( \frac{1}{4} \pi 13^2 \right) = 1.327,33 \text{ mm}^2$$
$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f' c b} = \frac{(1.327,33)(420)}{0,85(35)(1000)} = 18,74 \text{ mm}$$
$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$
$$= 0,9(1.327,33)(420) \left( 103,5 - \frac{18,74}{2} \right) \times 10^{-6} \text{ kNm/Nmm}$$
$$= 47,22 \text{ kNm} > M_U = 23,27 \text{ kNm (OK)}$$

Cek batas tulangan:

$$A_{s \min} \leq A_s' \leq A_{s \max}$$
$$210 \text{ mm}^2 < 1.327,33 \text{ mm}^2 < 2625 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

Batas spasi tulangan:

- $S_{\max 1} = 3h = 3(150) = 450 \text{ mm}$
- $S_{\max 2} = 450 \text{ mm}$
- $S = 100$  (Memenuhi)

❖ Digunakan **D13-100** untuk tulangan utama pelat tangga

b) Tulangan Susut

$$A_{s \min} = \rho_{\min} b_w h = 0,002(1000)(150) = 300 \text{ mm}^2$$

Direncanakan dipasang D13-300

$$A_s = \frac{1000}{s} \left( \frac{1}{4} \pi d_l^2 \right) = \frac{1000}{300} \left( \frac{1}{4} \pi 13^2 \right) = 442,62 \text{ mm}^2$$

Cek batas tulangan:

$$A_{s \min} \leq A_s' \leq A_{s \max}$$
$$300 \text{ mm}^2 < 442,62 \text{ mm}^2 < 2625 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

Batas spasi tulangan:

- $S_{\max 1} = 3h = 3(150) = 450 \text{ mm}$
- $S_{\max 2} = 450 \text{ mm}$
- $S = 300$  (Memenuhi)

❖ Digunakan **D13-300** untuk tulangan susut pelat tangga



### Tulangan Pelat Bordes

#### a) Tulangan Utama

$$M_U = 2.343,57 \text{ kgm} = 22,98 \text{ kNm}$$

Direncanakan menggunakan D13-100

$$d' = Cc + 0,5dl = 40 + 0,5(13) = 46,5 \text{ mm}$$

$$d = t_p - d' = 120 - 46,5 = 73,5 \text{ mm}$$

Rasio Tulangan longitudinal:

- Faktor distribusi regangan beton

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \frac{f'_c - 28}{7} = 0,85 - 0,05 \frac{35 - 28}{7} = 0,80$$

- Rasio minimum tulangan berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 7.6.1.1

$$\rho_{min} = 0,002$$

- Rasio *balance* tulangan

$$\begin{aligned} \rho_{balance} &= \frac{0,85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85(0,80)(35)}{420} \left( \frac{600}{600 + 420} \right) = 0,033 \end{aligned}$$

- Rasio maksimum tulangan

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_{balance} = 0,75(0,033) = 0,025$$

Perhitungan batas tulangan:

$$A_{s \min} = \rho_{min} b_w d = 0,002(1000)(73,5) = 147 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \max} = \rho_{maks} b_w d = 0,025(1000)(73,5) = 1.837,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ butuh}} = \frac{M_U}{\phi f_y j d} = \frac{22.980.000}{0,9(420)(0,85)(73,5)} = 973,20 \text{ mm}^2$$

Direncanakan dipasang D13-100

$$A_s = \frac{1000}{s} \left( \frac{1}{4} \pi d_l^2 \right) = \frac{1000}{100} \left( \frac{1}{4} \pi 13^2 \right) = 1.327,33 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f'_c b} = \frac{(1.327,33)(420)}{0,85(35)(1000)} = 18,74 \text{ mm}$$

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

$$= 0,9(1.327,33)(420) \left( 73,5 - \frac{18,74}{2} \right) \times 10^{-6} \text{ kNm/Nmm}$$

$$= 32,17 \text{ kNm} > M_U = 23,27 \text{ kNm (OK)}$$

Cek batas tulangan:

$$\begin{array}{lcl} A_{s \min} & \leq & A_s' & \leq & A_{s \max} \\ 147 \text{ mm}^2 & < & 1.327,33 \text{ mm}^2 & < & 1.837,5 \text{ mm}^2 \text{ (OK)} \end{array}$$



Batas spasi tulangan:

- $S_{\max 1} = 3h = 3(120) = 360 \text{ mm}$
- $S_{\max 2} = 450 \text{ mm}$
- $S = 100$  (Memenuhi)

❖ Digunakan **D13-100** untuk tulangan utama pelat bordes

b) Tulangan Susut

$$A_{s \min} = \rho_{\min} b_w h = 0,002(1000)(120) = 240 \text{ mm}^2$$

Direncanakan dipasang D13-350

$$A_s = \frac{1000}{s} \left( \frac{1}{4} \pi d_t^2 \right) = \frac{1000}{350} \left( \frac{1}{4} \pi 10^2 \right) = 379,38 \text{ mm}^2$$

Cek batas tulangan:

$$\begin{array}{rclcl} A_{s \min} & \leq & A_s' & \leq & A_{s \max} \\ 240 \text{ mm}^2 & < & 379,38 \text{ mm}^2 & < & 1.837,5 \text{ mm}^2 \text{ (OK)} \end{array}$$

Batas spasi tulangan:

- $S_{\max 1} = 3h = 3(120) = 360 \text{ mm}$
- $S_{\max 2} = 450 \text{ mm}$
- $S = 350$  (Memenuhi)

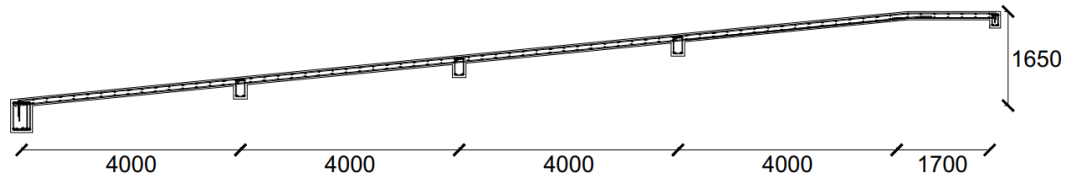
❖ Digunakan **D13-350** untuk tulangan susut pelat bordes





### 3.6. Perencanaan Tangga Ramp

#### 3.6.1. Perencanaan Pelat Tangga Ramp



Gambar 3.7 Potongan Tangga Ramp

#### Data Perencanaan:

- Lebar tangga = 1500 mm
- Tebal pelat ramp = 150 mm
- Mutu beton = 35 MPa
- Mutu tulangan = 420 MPa
- Kemiringan tangga ( $\alpha$ ) =  $\text{arc tan} \frac{1,65-0,15}{16,5} = 5,71^\circ$

#### Syarat:

- $\alpha \leq 7^\circ$   
 $5,71^\circ < 7^\circ$  (Memenuhi)

#### Perhitungan pembebanan:

##### a) Pada Pelat Tangga Ramp

#### Beban Mati:

- $\text{Beban pelat} = 2400 \text{ kg/m}^3 \times \frac{0,15}{\cos 5,71} \times 2 = 723,59 \text{ kg/m} + q_D = 723,59 \text{ kg/m}$

#### Beban Hidup:

- $\text{Beban hidup tangga} = 488,45 \text{ kg/m}^2 \times 2 \text{ m} = 976,9 \text{ kg/m}$

#### Beban berfaktor:

- $1,4q_D = 1,4(723,59) = 800,2 \text{ kg/m}$
- $1,2q_D + 1,6q_L$   
 $= 1,2(723,59) + 1,6(976,9)$   
 $= 2.431,35 \text{ kg/m}$



**b) Pada Pelat Bordes**

Beban Mati:

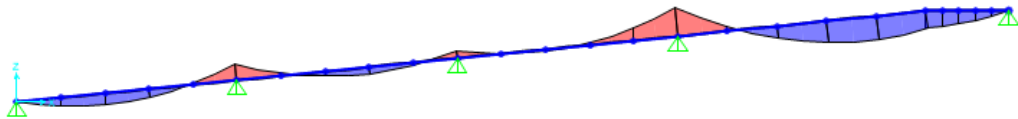
$$\begin{aligned} \text{▪ Beban pelat} &= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,15 \times 2 &= 720 & \text{ kg/m} \\ & & q_D &= 720 & \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban Hidup:

$$\text{▪ Beban hidup tangga} = 488,45 \text{ kg/m}^2 \times 2 \text{ m} = 976,9 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor:

$$\begin{aligned} - 1,4q_D &= 1,4(720) = 1.008 \text{ kg/m} \\ - 1,2q_D + 1,6q_L &= 1,2(720) + 1,6(976,9) \\ &= 2.427,04 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



**Gambar 3.8** Diagram Momen pada Tangga Ramp

Berdasarkan analisa SAP2000, didapatkan besar gaya momen terbesar sebagai berikut:

$$\begin{aligned} M_U \text{ negatif} &= -72,36 \text{ kN} \\ M_U \text{ positif} &= 60,45 \text{ kN} \end{aligned}$$

a) Tulangan Utama Pelat Tangga Ramp

Direncanakan menggunakan D19-100

$$d' = Cc + 0,5dl = 25 + 0,5(19) = 49,5 \text{ mm}$$

$$d = t_p - d' = 150 - 49,5 = 100,5 \text{ mm}$$

Rasio Tulangan longitudinal:

- Faktor distribusi regangan beton

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \frac{f'_c - 28}{7} = 0,85 - 0,05 \frac{35 - 28}{7} = 0,80$$

- Rasio minimum tulangan berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 7.6.1.1

$$\rho_{min} = 0,002$$

- Rasio *balance* tulangan

$$\begin{aligned} \rho_{balance} &= \frac{0,85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85(0,80)(35)}{420} \left( \frac{600}{600 + 420} \right) = 0,033 \end{aligned}$$

- Rasio maksimum tulangan

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_{balance} = 0,75(0,033) = 0,025$$



Perhitungan batas tulangan:

$$A_{s \min} = \rho_{\min} b_w d = 0,002(1000)(100,5) = 201 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \max} = \rho_{\max} b_w d = 0,025(1000)(100,5) = 2.512,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ butuh}} = \frac{M_U}{\phi f_y j d} = \frac{72.360.000}{0,9(420)(0,85)(100,5)} = 2.240,90 \text{ mm}^2$$

Direncanakan dipasang D19-100

$$A_s = \frac{1000}{s} \left( \frac{1}{4} \pi d_l^2 \right) = \frac{1000}{100} \left( \frac{1}{4} \pi 19^2 \right) = 2.835,29 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f'_c b} = \frac{(2.835,29)(420)}{0,85(35)(1000)} = 40,03 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,9(2.835,29)(420) \left( 100,5 - \frac{40,03}{2} \right) \times 10^{-6} \text{ kNm/Nmm} \\ &= 86,26 \text{ kNm} > M_U = 65,79 \text{ kNm (OK)} \end{aligned}$$

Cek batas tulangan:

$$\begin{array}{lll} A_{s \min} & \leq & A_s' & \leq & A_{s \max} \\ 201 \text{ mm}^2 & < & 2.835,29 \text{ mm}^2 & < & 2.512,5 \text{ mm}^2 \text{ (OK)} \end{array}$$

Batas spasi tulangan:

- $S_{\max 1} = 3h = 3(150) = 450 \text{ mm}$
- $S_{\max 2} = 450 \text{ mm}$

S = 100 (Memenuhi)

❖ Digunakan **D19-100** untuk tulangan utama pelat tangga

b) Tulangan Susut

$$A_{s \min} = \rho_{\min} b_w h = 0,002(1000)(150) = 300 \text{ mm}^2$$

Direncanakan dipasang D10-250

$$A_s = \frac{1000}{s} \left( \frac{1}{4} \pi d_l^2 \right) = \frac{1000}{250} \left( \frac{1}{4} \pi 10^2 \right) = 314,16 \text{ mm}^2$$

Cek batas tulangan:

$$\begin{array}{lll} A_{s \min} & \leq & A_s' & \leq & A_{s \max} \\ 201 \text{ mm}^2 & < & 314,16 \text{ mm}^2 & < & 2.512,5 \text{ mm}^2 \text{ (OK)} \end{array}$$

Batas spasi tulangan:

- $S_{\max 1} = 3h = 3(150) = 450 \text{ mm}$
- $S_{\max 2} = 450 \text{ mm}$

S = 250 (Memenuhi)

❖ Digunakan **D10-250** untuk tulangan susut pelat bordes



### 3.6.2. Perencanaan Balok Penumpu Pelat Ramp

Direncanakan menggunakan balok dimensi 250/400 tulangan sengkang D10 dan tulangan memanjang D19

$$d = h - (Cc + ds + 0,5dl) = 400 - (40 + 10 + 0,5(19)) = 340,5 \text{ mm}$$

#### Perhitungan pembebanan:

Beban Mati:

▪ Beban pelat	$= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,15 \times 4,00$	$= 1.440$	kg/m
▪ Beban sendiri balok	$= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,25 \times 0,40$	$= 240$	kg/m +
		$q_D$	$= 1.680$ kg/m

Beban Hidup:

▪ Beban hidup tangga	$= 488,45 \text{ kg/m}^2 \times 4 \text{ m}$	$= 1.953,8$	kg/m
----------------------	--	-------------	------

Beban berfaktor:

- $1,4(q_D) = 1,4(1.680) = 2.352 \text{ kg/m}$
- $1,2(q_D) + 1,6q_L$   
 $= 1,2(1.680) + 1,6(1.953,8)$   
 $= 5.142,08 \text{ kg/m}$

Sehingga, beban faktor yang digunakan ( $q_u$ ) = 5.142,08 kg/m

$$V_u = q_u L = 5.142,08 \times 2 = 10.284,16 \text{ kg}$$

$$M_u = \frac{1}{2} \times q_u L^2 = \frac{1}{2} \times (5.142,08)(2)^2 = 10.284,16 \text{ kgm}$$

#### Kontrol Momen

$$A_{s \text{ butuh}} = \frac{M_u}{\phi f_y j d} = \frac{10.284,16 \times 9,81 \times 10^3}{0,9(420)(0,85)(340,5)} = 829,67 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \rho_{\text{min}} b_w d = 0,00326(250)(340,5) = 299,64 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ maks}} = \rho_{\text{maks}} b_w d = 0,025(250)(340,5) = 2.128,125 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} < A_{s \text{ butuh}} < A_{s \text{ maks}} \text{ (OK)}$$

Direncanakan tulangan tumpuan 4D19 dan tulangan lapangan 4D19 ( $A_s = 1.134,12 \text{ mm}^2$ )

$$A_{s \text{ min}} < A_{s \text{ pakai}} < A_{s \text{ maks}} \text{ (OK)}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f'_c b} = \frac{(1.134,12)(420)}{0,85(35)(250)} = 64,04 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,9(1.134,12)(420) \left( 340,5 - \frac{64,04}{2} \right) \times 10^{-6} \text{ kNm/Nmm} \\ &= 132,35 \text{ kNm} > M_U = 100,85 \text{ kNm (OKE)}\end{aligned}$$

### Kontrol Geser

Direncanakan tulangan sengkang D10

$$\begin{aligned}\phi V_C &= \phi 0,17 \sqrt{f'_c} b d = 0,75(0,17) \sqrt{35} (250)(340,5) = 6.547,58 \text{ kg} \\ V_s &= V_U - \phi V_C = 10.284,16 - 6.547,58 = 3736,58 \text{ kg}\end{aligned}$$

Cek Kebutuhan tulangan geser:

$$0,5 V_C = 0,5(6.547,58) = 3.273,78 \text{ kg} < V_U \text{ (Butuh Tulangan Geser)}$$

$$A_v = n \frac{1}{4} \pi d_s^2 = 2 \times \frac{1}{4} \pi \times 10^2 = 157,08 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v f_y d}{V_s} = \frac{157,08 \times 420 \times 340,5}{3736,58 \times 9,81} = 613,04 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = d/2 = 340,5/2 = 170,25 \text{ mm}$$

$$S_{\text{pakai}} = 150 \text{ mm}$$

### Kontrol Lendutan

Berdasarkan SNI 2847-2019 Tabel 24.2.2, batasan lendutan adalah:

$$\frac{l}{360} = \frac{2000}{360} = 5,55 \text{ mm}$$

$$\text{Beban service (q)} = 672 + 646 + 600 = 1918 \text{ kg/m}$$

$$f_x = \frac{1}{8} \times \frac{qL^4}{EI} = \frac{1}{8} \times \frac{(5.142,08)(2)^4 \times 9,81}{(4700 \sqrt{35}) \left( \frac{1}{12} (0,25)(0,35)^3 \right) 10^3} = 2,72 \text{ mm (OK)}$$

Jadi, digunakan balok 250/400 dengan tulangan 4D19 dan tulangan sengkang 2D10-150



## BAB IV

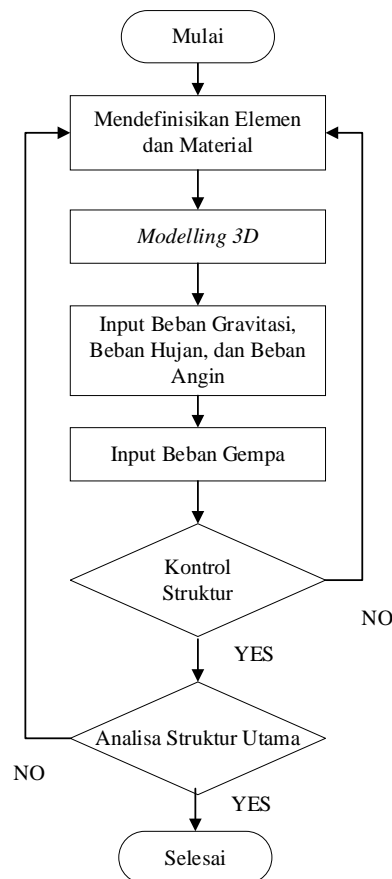
### PEMODELAN DAN ANALISA STRUKTUR

#### 4.1. Umum

Pembebanan minimum pada struktur gedung mengacu pada SNI 1727:2013. Beban gempa rencana dengan mengacu pada SNI 1726:2019 dicek terhadap kontrol-kontrol yang meliputi kontrol gaya geser dasar (*base shear*), partisipasi massa, periode getar struktur ( $T$ ), dan batas simpangan (*drift*).

#### 4.2. Pemodelan Struktur

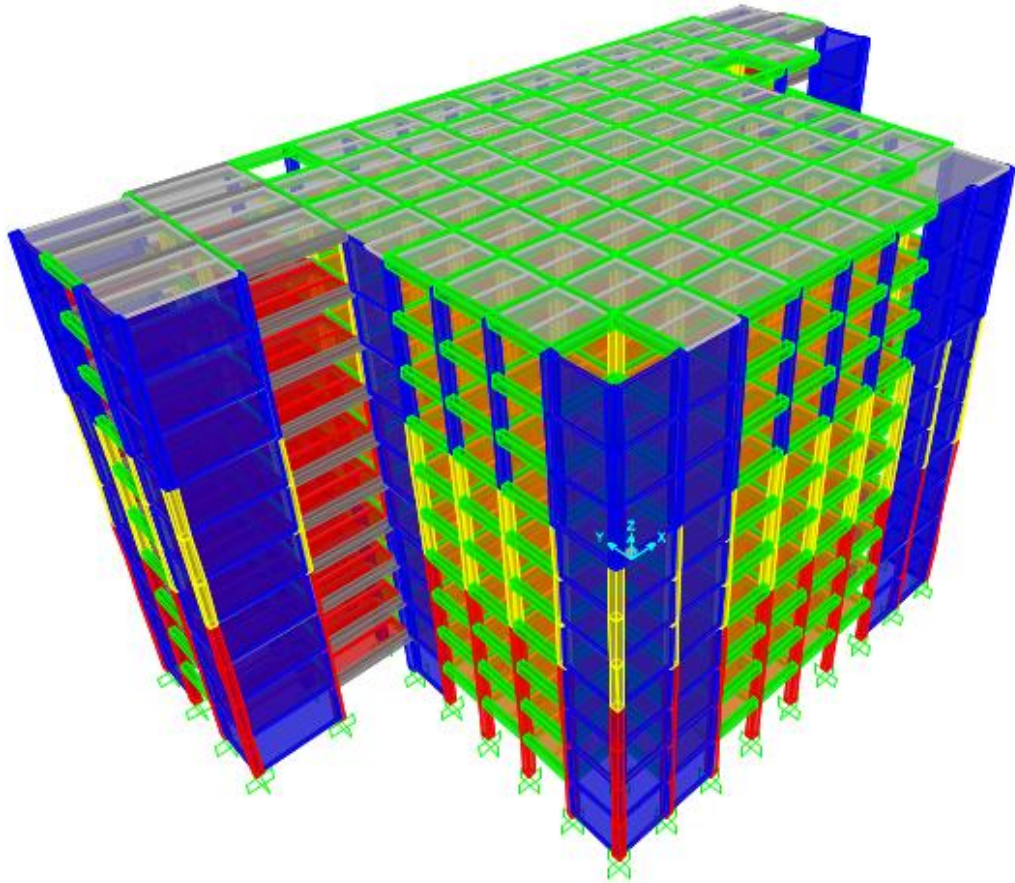
Pemodelan struktur gedung beton bertulang menggunakan program bantu SAP2000. Diagram alir pemodelan struktur pada SAP2000 dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



**Gambar 4.1** Diagram Alir Pemodelan pada SAP2000



Pemodelan struktur gedung 3D dengan program bantu SAP2000 dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



**Gambar 4.2** Pemodelan 3D Struktur Gedung pada SAP2000



### 4.3. Pembebanan

#### 4.3.1. Beban Gravitasi

Beban gravitasi merupakan beban mati dan beban hidup yang bekerja pada setiap lantai atau atap pada struktur.

##### a. Lantai 1

**Tabel 4.1** Perhitungan Beban Mati pada Lantai 1

Keterangan	Berat	Jumlah	panjang (m)	Tebal (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (kg)
Kolom K1	2400	63	3.3		0.49	244,490.40
Kolom KE	2400	38	3.3		0.36	108,345.60
<b>Total Berat Mati lantai 1</b>						244,490.40

##### b. Lantai 2-4

**Tabel 4.2** Perhitungan Beban Mati pada Lantai 2-4

Keterangan	Berat	Jumlah	panjang (m)	Tebal (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (kg)
Kolom K1	2400	63	3.3		0.49	244,490.40
Kolom KE	2400	38	3.3		0.36	108,345.60
Balok B1	2400	8	6		0.24	27,648.00
Balok B2	2400	157	4		0.24	361,728.00
Balok Anak BA1	2400	4	6		0.1	5,760.00
Balok Anak BA2	2400	58	4		0.06	33,408.00
Pelat RS 6x2	2400	14		0.11	12	44,352.00
Pelat RS 4x2	2400	130		0.11	8	274,560.00
Shearwall SW1	2400	4		0.2	19.8	38,016.00
Shearwall SW2	2400	10		0.2	13.2	63,360.00
<b>Total Berat Mati per lantai</b>						1,201,668.00
<b>Total Berat Mati Lt. 2-4</b>						3,605,004.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Hidup} &= [(14 \times 12 \text{ m}^2) + (130 \times 8 \text{ m}^2)] \times 300 \text{ kg/m}^2 \times 3 \\ &= 1.087.200,00 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban SDL} &= [(14 \times 12 \text{ m}^2) + (130 \times 8 \text{ m}^2)] \times 323 \text{ kg/m}^2 \times 3 \\ &= 1.170.552,00 \text{ kg} \end{aligned}$$

##### c. Lantai 5-7

**Tabel 4.3** Perhitungan Beban Mati pada Lantai 5-7

Keterangan	Berat	Jumlah	panjang (m)	Tebal (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (kg)
Kolom K2	2400	63	3.3		0.4225	210,810.60
Kolom KE	2400	38	3.3		0.36	108,345.60
Balok B1	2400	8	6		0.24	27,648.00
Balok B2	2400	157	4		0.24	361,728.00
Balok Anak BA1	2400	4	6		0.1	5,760.00
Balok Anak BA2	2400	58	4		0.06	33,408.00
Pelat RS 6x2	2400	14		0.11	12	44,352.00
Pelat RS 4x2	2400	130		0.11	8	274,560.00
Shearwall SW1	2400	4		0.2	19.8	38,016.00
Shearwall SW2	2400	10		0.2	13.2	63,360.00
<b>Total Berat Mati per lantai</b>						1,167,988.20
<b>Total Berat Mati Lt. 5-7</b>						3,503,964.60

$$\begin{aligned} \text{Beban Hidup} &= [(14 \times 12 \text{ m}^2) + (130 \times 8 \text{ m}^2)] \times 300 \text{ kg/m}^2 \times 3 \\ &= 1.087.200,00 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban SDL} &= [(14 \times 12 \text{ m}^2) + (130 \times 8 \text{ m}^2)] \times 323 \text{ kg/m}^2 \times 3 \\ &= 1.170.552,00 \text{ kg} \end{aligned}$$





d. Lantai 8-10

**Tabel 4.4** Perhitungan Beban Mati pada Lantai 8-10

Keterangan	Berat	Jumlah	panjang (m)	Tebal (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (kg)
Kolom K3	2400	63	3.3		0.36	179,625.60
Kolom KE	2400	38	3.3		0.36	108,345.60
Balok B1	2400	8	6		0.24	27,648.00
Balok B2	2400	157	4		0.24	361,728.00
Balok Anak BA1	2400	4	6		0.1	5,760.00
Balok Anak BA2	2400	58	4		0.06	33,408.00
Pelat RS 6x2	2400	14		0.11	12	44,352.00
Pelat RS 4x2	2400	130		0.11	8	274,560.00
Shearwall SW1	2400	4		0.2	19.8	38,016.00
Shearwall SW2	2400	10		0.2	13.2	63,360.00
<b>Total Berat Mati per lantai</b>						1,136,803.20
<b>Total Berat Mati Lt. 8-10</b>						3,410,409.60

$$\begin{aligned} \text{Beban Hidup} &= [(14 \times 12 \text{ m}^2) + (130 \times 8 \text{ m}^2)] \times 300 \text{ kg/m}^2 \times 3 \\ &= 1.087.200,00 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban SDL} &= [(14 \times 12 \text{ m}^2) + (130 \times 8 \text{ m}^2)] \times 323 \text{ kg/m}^2 \times 3 \\ &= 1.170.552,00 \text{ kg} \end{aligned}$$

e. Lantai Atap

**Tabel 4.5** Perhitungan Beban Mati pada Lantai Atap

Keterangan	Berat	Jumlah	panjang (m)	Tebal (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (kg)
Balok B1	2400	8	6		0.24	27,648.00
Balok B2	2400	157	4		0.24	361,728.00
Balok Anak BA1	2400	4	6		0.1	5,760.00
Balok Anak BA2	2400	58	4		0.06	33,408.00
Pelat RS 6x2	2400	14		0.1	12	40,320.00
Pelat RS 4x2	2400	130		0.1	8	249,600.00
<b>Total Berat Mati Lantai Atap</b>						718,464.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Hidup} &= [(14 \times 12 \text{ m}^2) + (130 \times 8 \text{ m}^2)] \times 100 \text{ kg/m}^2 \\ &= 120.800,00 \text{ kg} \end{aligned}$$

Didapatkan nilai total untuk masing-masing beban gravitasi dari tabel-tabel perhitungan manual di atas sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Beban Mati} &= 11.482.332,60 \text{ kg} \\ \text{Beban } \textit{SDL} &= 3.382.400,00 \text{ kg} \\ \text{Beban Hidup} &= \underline{3.511.656,00 \text{ kg}} + \\ \text{Total} &= 18.376.388,60 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berdasarkan analisa program bantu SAP2000, didapatkan besar total beban gravitasi pada Tabel 4.6 berikut.

**Tabel 4.6** Besar Beban Gravitasi Analisa SAP2000

	OutputCase	CaseType Text	GlobalFX Kgf	GlobalFY Kgf	GlobalFZ Kgf
▶	D+L	Combination	5.892E-09	-3.048E-08	18777692.34



Selisih perhitungan antara perhitungan manual dan hasil analisa SAP2000 adalah sebagai berikut:

$$18.376.388,60 - 18.148.292,60 = 401.303,74 \text{ kg}$$

Sehingga diperoleh persentase:

$$\frac{401.303,74}{18.148.292,60} \times 100\% = 2,18\% < 5\%$$

Dari persentase di atas didapatkan kesimpulan bahwa pemodelan telah mendekati keadaan sesungguhnya.

#### 4.3.2. Beban Hujan

Beban air hujan direncanakan berdasarkan pada SNI 1727-2013 pasal 8.3 sesuai dengan persamaan berikut:

$$R = 0,0098 \times (d_s + d_h)$$

$d_s$  = kedalaman air pada atap yang tidak melendut meningkat ke lubang masuk sistem drainase sekunder apabila sistem drainase primer tertutup (tinggi statis), dalam in. (mm)

$d_h$  = tambahan kedalaman air pada atap yang tidak melendut di atas lubang masuk sistem drainase sekunder pada aliran air rencana (tinggi hidrolis), dalam in. (mm).

Direncanakan,

- tinggi statis ( $d_s$ ) = 20 mm
- tinggi hidrolis ( $d_h$ ) = 10 mm

Sehingga,

$$R = 0,0098 (d_s + d_h) \\ = 0,294 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.3.3. Beban Angin

Beban angin mengacu pada SNI 1727-2013 Pasal 26 langsung diinputkan pada program bantu SAP2000 dengan perencanaan sebagai berikut:

- Bangunan Gedung tertutup tidak berada di bukit, pegunungan, atau lereng curam
- Kecepatan angin dasar ( $V$ ) = 39,1 m/s
- Faktor arah angin ( $K_d$ ) = 0,85
- Eksposur = B
- Faktor Topografi ( $K_{zt}$ ) = 1,00
- Faktor efek tiupan angin ( $G$ ) = 0,85
- Koefisien tekanan internal ( $GC_{pi}$ ) =  $\pm 0,18$



#### 4.3.4. Beban Gempa

Untuk peraturan gempa mengacu pada SNI 1726:2019. Berikut ini merupakan parameter-parameter yang perlu diperhatikan.

- (1) Mengklasifikasikan Kategori Risiko Struktur Bangunan  
Bangunan yang didesain untuk fasilitas hotel termasuk dalam kategori risiko IV.
- (2) Menentukan Faktor Keutamaan Gempa  
Berdasarkan kategori risiko yang di dapat, maka diperoleh faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ) = 1,5.
- (3) Menentukan Kelas Situs  
Berdasarkan analisa Tabel 6.17, didapatkan jenis tanah kategori tanah sedang, sehingga berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 5 kelas situs yang digunakan adalah kelas situs SD.
- (4) Menentukan Parameter Percepatan Gempa  
Lokasi gedung diasumsikan berada di Kota Yogyakarta yang merupakan kota dengan zona gempa yang tinggi. Berdasarkan *puskim.go.id*, nilai parameter percepatan gempa untuk Kota Yogyakarta adalah nilai  $S_S = 2,2$  dan  $S_I = 1,3$ .
- (5) Menentukan Koefisien Situs  
Kelas situs SD, untuk  $S_S = 2,2$  diambil nilai  $F_a = 1,0$  dan untuk  $S_I = 1,3$  diambil nilai  $F_v = 1,7$ .

- (6) Parameter Percepatan Desain Spektral  
Didapatkan nilai  $S_{MS}$  dan  $S_{M1}$  yaitu:

$$S_{MS} = F_a S_S = 1,0 \times 2,2 = 2,20$$
$$S_{M1} = F_v S_I = 1,7 \times 1,3 = 2,21$$

Sedangkan nilai  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$  adalah sebagai berikut

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} = \frac{2}{3} \times 2,20 = 1,470$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} = \frac{2}{3} \times 2,21 = 1,473$$

- (7) Kategori Desain Seismik  
Dengan nilai  $S_{DS} > 0,5$  dan  $S_{D1} > 0,2$  dan Kategori Resiko Bangunan merupakan Kelas IV, maka didapat Kategori Desain Seismik D.

- (8) Analisa Respon Spektrum  
$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,2 \times \frac{1,473}{1,470} = 0,20 \text{ detik}$$
$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{1,473}{1,470} = 1,002 \text{ detik}$$



Ketentuan untuk perhitungan respons spektrum:

➤ Untuk  $T < T_0$

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

Maka untuk  $T = 0$

$$S_a = 1,470 \times \left(0,4 + \left(0,6 \times \frac{0}{0,20}\right)\right) = 0,588$$

➤ Untuk  $T_0 \leq T \leq T_s$ , nilai  $S_a = S_{DS}$

Maka untuk:

$$T = T_0 = 0,20, S_a = 1,470$$

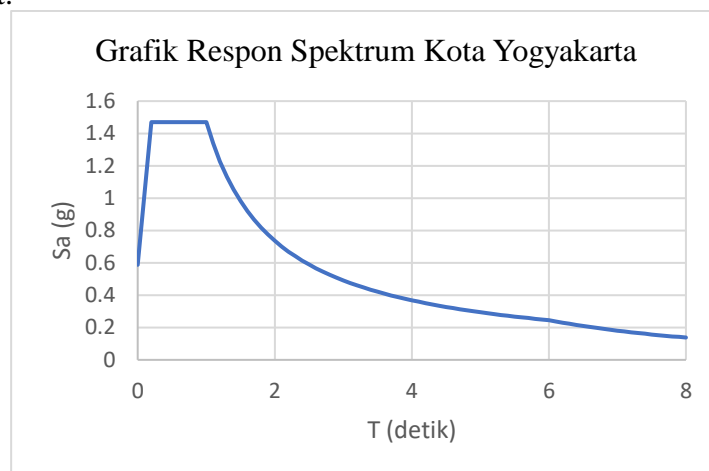
$$T = T_s = 1,002, S_a = 1,470$$

➤ Untuk  $T_s \leq T \leq T_L$ , nilai  $S_a = \frac{S_{D1}}{T}$

➤ Dari Peta Transisi Periode Panjang wilayah Indonesia pada SNI 1726:2019, didapatkan nilai  $T_L$  untuk Kota Yogyakarta sebesar 6 detik.

$$\text{Untuk } T > T_L, \text{ nilai } S_a = \frac{S_{D1}T_L}{T^2}$$

Grafik respon spektrum untuk Kota Yogyakarta dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



**Gambar 4.3** Grafik Respon Spektrum Kota Yogyakarta



#### 4.4. Kontrol Struktur

Pada tugas ini, juga direncanakan video tutorial kontrol struktur yang dapat diakses pada [intip.in/TutorialKontrolStruktur](http://intip.in/TutorialKontrolStruktur). Hasil analisa struktur harus dikontrol sesuai dengan SNI 1726:2019 untuk menentukan kelayakan sistem struktur tersebut dengan kontrol-kontrol sebagai berikut:

1. Kontrol partisipasi massa.
2. Kontrol periode getar struktur.
3. Kontrol nilai akhir respon spektrum.
4. Kontrol batas simpangan (*drift*).

##### 4.4.1. Kontrol Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.1., untuk mendapatkan hasil analisis struktur yang baik analisis yang dilakukan harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100% dari massa struktur. Sebagai alternatif, analisis diizinkan untuk memasukkan jumlah ragam yang minimum untuk mencapai massa ragam terkombinasi paling sedikit 90% dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal ortogonal dari respons yang ditinjau oleh model. Dengan program bantu SAP2000, didapatkan hasil rasio partisipasi massa pada Tabel 4.7 berikut.

**Tabel 4.7** Rasio Partisipasi Massa

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless
MODAL	Mode	1	0.565312	3.177E-05	0.73818	3.639E-06	3.177E-05	0.73818
MODAL	Mode	2	0.477684	0.64434	2.757E-05	2.782E-07	0.64437	0.73821
MODAL	Mode	3	0.392936	0.07688	8.338E-06	1.899E-10	0.72126	0.73822
MODAL	Mode	4	0.167313	1.194E-06	0.14735	2.013E-05	0.72126	0.88557
MODAL	Mode	5	0.133885	0.15764	1.94E-06	6.926E-08	0.8789	0.88557
MODAL	Mode	6	0.107267	0.01623	2.423E-07	2.825E-09	0.89513	0.88557
MODAL	Mode	7	0.085683	5.42E-07	0.05449	0.00011	0.89513	0.94006
MODAL	Mode	8	0.071312	8.307E-07	2.148E-05	0.56854	0.89513	0.94008
MODAL	Mode	9	0.068887	4.516E-05	3.161E-08	0.00012	0.89518	0.94008
MODAL	Mode	10	0.068694	3.035E-05	9.541E-05	0.0015	0.89521	0.94018
▶ MODAL	Mode	11	0.067857	0.04793	5.796E-07	1.065E-07	0.94313	0.94018

Dari hasil analisis struktur diketahui partisipasi massa mencapai 90% pada mode ke-11 yaitu untuk partisipasi massa arah X yaitu sebesar 94,31% dan partisipasi massa arah Y yaitu sebesar 94,02%.



#### 4.4.2. Kontrol Periode Getar Struktur

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.8.2.1, periode fundamental pendekatan ( $T_a$ ) harus ditentukan dari Persamaan 6.1 sebagai berikut.

$$T_a = C_t \times hn^x \quad (6.1)$$

Keterangan:

$hn$  = ketinggian struktur

$C_t, x$  = parameter pendekatan tipe struktur

Berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 18, tipe struktur gedung ini memiliki nilai parameter perioda pendekatan  $C_t = 0,0488$  dan  $x = 0,75$ . Dengan ketinggian struktur = 33 m, didapatkan nilai  $T_a$ :

$$T_a = C_t \times hn^x = 0,0488 \times (33)^{0,75} = 0,6719 \text{ detik}$$

Untuk menentukan batas atas, dibutuhkan koefisien batas atas ( $C_U$ ) yang dapat ditentukan dari SNI 1726:2019 Tabel 17. Karena nilai  $S_{DI} = 1,473$ , maka didapatkan nilai  $C_U = 1,4$  sehingga didapatkan nilai batas atas yaitu:

$$T_a \times C_U = 0,6719 \times 1,4 = 0,9406 \text{ detik}$$

Berdasarkan analisa dengan program bantu SAP2000, didapatkan periode struktur sebesar  $T_C = 0,5653$  detik seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.8 berikut.

**Tabel 4.8** Nilai  $T_C$  Hasil Analisa SAP2000

	OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec
▶	MODAL	Mode	1	0.565312
	MODAL	Mode	2	0.477684
	MODAL	Mode	3	0.392936

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.8.2., periode fundamental struktur yang digunakan ditentukan sebagai berikut:

- Jika  $T_C > C_U \times T_a$  maka digunakan  $T = C_U \times T_a$
- Jika  $T_a < T_C < C_U \times T_a$  maka digunakan  $T = T_C$
- Jika  $T_C < T_a$  maka digunakan  $T = T_a$

Didapatkan dari SAP2000 bahwa nilai  $T_C = 0,5653$  detik, maka  $T_C < T_a$ . Maka nilai  $T = T_a = 0,6719$  detik.



#### 4.4.3. Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum

Kontrol nilai akhir respon spektrum bertujuan untuk mengetahui apakah gaya gempa yang dimasukkan pada program bantu SAP2000 dengan respon spektrum sudah sesuai dengan yang disyaratkan pada SNI 1726:2019 Pasal 7.8.1.

Menghitung nilai  $C_S$ :

$$C_S = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{1,47}{\left(\frac{7}{1,5}\right)} = 0,315$$

Nilai tersebut tidak perlu melebihi  $C_{S maks}$ , yaitu:

$$C_{S maks} = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{1,473}{0,6719 \left(\frac{7}{1,5}\right)} = 0,470$$

Nilai  $C_S$  tersebut harus tidak boleh kurang dari  $0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01$  sebagai berikut:

$$0,044 S_{DS} I_e = 0,044 \times 1,47 \times 1,5 = 0,09702 > 0,01$$

Untuk nilai  $S_I = 1,3$  dan nilai  $0,6g = 0,6(9,81) = 5,886$ , sehingga tidak perlu ditetapkan nilai  $C_S$  untuk struktur yang berlokasi di mana  $S_I \geq 0,6g$ .

Karena nilai  $C_S$  yang dihitung kurang dari  $C_{S maks}$ , maka diambil nilai  $C_S = 0,315$ .

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.7.2., berat efektif seismik efektif struktur ( $W$ ) pada struktur gedung ini harus menyertakan seluruh beban mati dan minimum 25% beban hidup lantai. Didapatkan  $W$  dari analisa SAP2000 untuk kombinasi  $D + 0,3L$  sebesar  $W = 160.927,26$  kN.

$$\begin{aligned} V &= C_S W \\ &= 0,315 \times 161.819,22 \\ &= 50.973,05 \text{ kN} \end{aligned}$$

Sesuai SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.4.1 mensyaratkan nilai akhir Gaya Geser Ragam ( $V_t$ ) minimal 100% dari  $V$  ( $V_t \geq V$ ). Bila syarat ini tidak terpenuhi maka gaya geser dasar ragam perlu dikalikan faktor skala gaya sebesar  $V/V_t$ . Didapatkan nilai  $V_{dinamik}$  dari analisa SAP2000 pada Tabel 4.7 berikut.

**Tabel 4.9** Gaya Geser Dasar Dinamik

	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN
	DX	LinRespSpec	Max	23343.676	7763.225
▶	DY	LinRespSpec	Max	7005.812	25889.269

Kontrol nilai akhir respon spektrum:

a. Arah x:

$$\begin{aligned} V_t x &\geq V \\ 23.343,676 &< 50.973,05 \text{ (NOT OK)} \end{aligned}$$



b. Arah y:

$$V_t y \geq V$$
$$25.869,269 < 50.973,05 \text{ (NOT OK)}$$

Karena tidak memenuhi persyaratan, maka dikalikan faktor skala gaya sebesar  $V/V_t$  sebagai berikut:

a. Arah x:

$$\frac{V}{V_t x} = \frac{50.973,05}{23.343,676} = 2,19$$

b. Arah y:

$$\frac{V}{V_t y} = \frac{50.973,05}{25.869,269} = 1,98$$

**Tabel 4.10** Gaya Geser Dasar Dinamik Setelah Dikali Faktor Skala  $V/V_t$ 

	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN
▶	DX	LinRespSpec	Max	51122.651	17000.655
	DY	LinRespSpec	Max	13870.849	51221.152

Kontrol nilai akhir respon spektrum:

a. Arah x:

$$V_t x \geq V$$
$$51.122,651 > 50.973,05 \text{ (OK)}$$

b. Arah y:

$$V_t y \geq V$$
$$51.221,152 > 50.973,05 \text{ (OK)}$$

#### 4.4.4. Kontrol Batas Simpangan (*Drift*)

Kontrol ini digunakan untuk mengetahui sejauh mana simpangan antar lantai berdasarkan deformasi izin. Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.8.6 disebutkan bahwa defleksi pusat massa di tingkat-x ( $\delta_x$ ) (mm) ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \quad (6.2)$$

Keterangan:

 $C_d$  = Faktor pembesaran simpangan lateral $\delta_{xe}$  = Simpangan di tingkat-x yang disyaratkan $I_e$  = Faktor keutamaan gempa

Dimana koefisien  $C_d = 5,5$  untuk Struktur Sistem Ganda dan  $I_e$  adalah faktor keutamaan gempa yaitu 1,50.

Berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 20, didapatkan simpangan antar tingkat izin ( $\Delta$ ) untuk kategori risiko IV sebesar  $0,010h_{sx}$  dengan  $h_{sx}$  merupakan tingkat tinggi di bawah tingkat x.

Didapatkan kontrol simpangan akibat gempa pada struktur gedung dengan dinding geser pada Tabel 4.11, Tabel 4.12, Tabel 4.13, dan Tabel 4.14 berikut.





**Tabel 4.11** Kontrol Simpangan Arah x akibat Beban Gempa Arah x

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi antar tingkat (m)	$\delta e$ (mm)	$\delta x_e$ (mm)	$\delta x$ (mm)	$\Delta$ (mm)	Keterangan
1	0	0	0	0	0	0	OK
2	3.3	3.3	3.376026	3.38	12	33	OK
3	6.6	3.3	8.560972	5.18	19	33	OK
4	9.9	3.3	14.8214	6.26	23	33	OK
5	13.2	3.3	21.7773	6.96	26	33	OK
6	16.5	3.3	29.19668	7.42	27	33	OK
7	19.8	3.3	36.64564	7.45	27	33	OK
8	23.1	3.3	43.87816	7.23	27	33	OK
9	26.4	3.3	50.85691	6.98	26	33	OK
10	29.7	3.3	57.33461	6.48	24	33	OK
R	33	3.3	62.84678	5.51	20	33	OK

**Tabel 4.12** Kontrol Simpangan Arah x akibat Beban Gempa Arah y

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi antar tingkat (m)	$\delta e$ (mm)	$\delta x_e$ (mm)	$\delta x$ (mm)	$\Delta$ (mm)	Keterangan
1	0	0	0	0	0	0	OK
2	3.3	3.3	0.881101	0.88	3.23	33	OK
3	6.6	3.3	2.370988	1.49	5.46	33	OK
4	9.9	3.3	4.194645	1.82	6.69	33	OK
5	13.2	3.3	6.217412	2.02	7.42	33	OK
6	16.5	3.3	8.358482	2.14	7.85	33	OK
7	19.8	3.3	10.49348	2.13	7.83	33	OK
8	23.1	3.3	12.54848	2.05	7.53	33	OK
9	26.4	3.3	14.49231	1.94	7.13	33	OK
10	29.7	3.3	16.27579	1.78	6.54	33	OK
R	33	3.3	17.85749	1.58	5.80	33	OK



**Tabel 4.13** Kontrol Simpangan Arah y akibat Beban Gempa Arah x

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi antar tingkat (m)	$\delta e$ (mm)	$\delta x_e$ (mm)	$\delta x$ (mm)	$\Delta$ (mm)	Keterangan
1	0	0	0	0	0	0	OK
2	3.3	3.3	3.198996	3.20	12	33	OK
3	6.6	3.3	9.009914	5.81	21	33	OK
4	9.9	3.3	16.30087	7.29	27	33	OK
5	13.2	3.3	24.38516	8.08	30	33	OK
6	16.5	3.3	32.90292	8.52	31	33	OK
7	19.8	3.3	41.30381	8.40	31	33	OK
8	23.1	3.3	49.2821	7.98	29	33	OK
9	26.4	3.3	56.76643	7.48	27	33	OK
10	29.7	3.3	63.5137	6.75	25	33	OK
R	33	3.3	69.51221	6.00	22	33	OK

**Tabel 4.14** Kontrol Simpangan Arah y akibat Beban Gempa Arah y

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi antar tingkat (m)	$\delta e$ (mm)	$\delta x_e$ (mm)	$\delta x$ (mm)	$\Delta$ (mm)	Keterangan
1	0	0	0	0	0	0	OK
2	3.3	3.3	3.881324	3.88	14.23	33	OK
3	6.6	3.3	10.34167	6.46	23.69	33	OK
4	9.9	3.3	18.06408	7.72	28.32	33	OK
5	13.2	3.3	26.38539	8.32	30.51	33	OK
6	16.5	3.3	35.00068	8.62	31.59	33	OK
7	19.8	3.3	43.31518	8.31	30.49	33	OK
8	23.1	3.3	51.04402	7.73	28.34	33	OK
9	26.4	3.3	58.18127	7.14	26.17	33	OK
10	29.7	3.3	64.44086	6.26	22.95	33	OK
R	33	3.3	69.52503	5.08	18.64	33	OK



## BAB V

### PERENCANAAN BALOK INDUK

#### 5.1. Perencanaan Balok Induk

Sebagai contoh digunakan balok induk B2 untuk contoh perhitungan. Dari hasil program bantu SAP2000 didapatkan nilai momen balok B2 dengan penampang 400/600 pada Tabel 5.1 berikut.

**Tabel 5.1** Hasil Analisa SAP2000 Balok B2

Kombinasi	Momen ujung kiri (kNm)	Momen lapangan (kNm)	Momen ujung kanan (kNm)
1,2D+EX+EZ+L	105,79	49,29	88,80
	-189,47	44,22	-210,37
1,2D+EY+EZ+L	391,98	51,31	378,99
	-475,65	-42,20	-500,57
0,9D+EX-EZ	123,21	29,44	113,40
	-172,05	-24,37	-185,77
0,9D+EY-EZ	409,39	25,01	403,59
	-458,24	-10,77	-475,97

$$M_u \text{ tumpuan negatif} = -500,57 \text{ kNm} = -500.570.000 \text{ Nmm}$$

$$M_u \text{ tumpuan positif} = 409,39 \text{ kNm} = 409.390.000 \text{ Nmm}$$

$$M_u \text{ lapangan} = 49,29 \text{ kNm} = 49.290.000 \text{ Nmm}$$

Rasio Tulangan longitudinal:

- Faktor distribusi regangan beton

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \frac{f'c - 28}{7} = 0,85 - 0,05 \frac{35 - 28}{7} = 0,80$$

- Rasio minimum tulangan

$$\rho_{\min 1} = \frac{0,25\sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{0,25\sqrt{35}}{420} = 0,00352$$

$$\rho_{\min 2} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,00333$$

$$\rho_{\min} = 0,00352$$

- Rasio maksimum tulangan

$$\rho_{\max} = 0,025$$



### Desain Tulangan Memanjang

- Pada tumpuan (Tumpuan kanan didesain sama dengan tumpuan kiri):  
Direncanakan menggunakan tulangan memanjang D25 dan tulangan sengkang 2D13

$$d' = Cc + ds + 0,5dl = 40 + 13 + 0,5(25) = 65,5 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 600 - 65,5 = 534,5 \text{ mm}$$

Perhitungan batas tulangan:

$$A_{s \text{ min}} = \rho_{\text{min}} b_w d = 0,00352(400)(534,5) = 752,89 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ maks}} = \rho_{\text{maks}} b_w d = 0,025(400)(534,5) = 5345 \text{ mm}^2$$

### Tulangan Negatif

$$A_{s' \text{ butuh}} = \frac{M_U}{\phi f_y j d} = \frac{500.570.000}{0,9(420)(0,85)(534,5)} = 2914,79 \text{ mm}^2$$

Direncanakan dipasang 6D25,  $A_s' = 6 \times \frac{\pi}{4} (25)^2 = 2945,24 \text{ mm}^2 > A_{s'}$   
butuh (OK)

$$a = \frac{A_{s'} f_y}{0,85 f' c b} = \frac{(2945,24)(420)}{0,85(35)(400)} = 103,95 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi A_{s'} f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,9(2945,24)(420) \left( 534,5 - \frac{103,95}{2} \right) \times 10^{-6} \text{ kNm/Nmm} \\ &= 537,19 \text{ kNm} > M_U = 500,57 \text{ (OKE)} \end{aligned}$$

Cek batas tulangan:

$$A_{s \text{ min}} \leq A_{s'} \leq A_{s \text{ maks}}$$
$$752,89 \text{ mm}^2 < 2945,24 \text{ mm}^2 < 5345 \text{ mm}^2 \text{ (OKE)}$$

### Tulangan Positif

$$\frac{1}{2} \phi M_n = \frac{1}{2} (537,19) = 268,95 \text{ kNm} < 409,39 \text{ kNm}$$

$$M_u = 409,39 \text{ kNm}$$

$$A_{s \text{ butuh}} = \frac{M_U}{\phi f_y j d} = \frac{409.390.000}{0,9(420)(0,85)(534,5)} = 2383,85 \text{ mm}^2$$

Direncanakan dipasang 5D25,  $A_s = 5 \times \frac{\pi}{4} (25)^2 = 2454,37 \text{ mm}^2 > A_{s'}$   
butuh (OK)

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f' c b} = \frac{(2454,37)(420)}{0,85(35)(400)} = 86,62 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,9(2454,37)(420) \left( 534,5 - \frac{86,62}{2} \right) \times 10^{-6} \text{ kNm/Nmm} \\ &= 455,70 \text{ kNm} > M_U = 409,39 \text{ kNm (OKE)}\end{aligned}$$

Cek batas tulangan:

$$\begin{aligned}A_{s \min} &\leq A_s \leq A_{s \max} \\ 752,89 \text{ mm}^2 &< 2454,37 \text{ mm}^2 < 5345 \text{ mm}^2 \text{ (OKE)}\end{aligned}$$

▪ Pada lapangan:

Direncanakan menggunakan tulangan memanjang D25 dan tulangan sengkang 2D13

$$d' = c + d_s + 0,5dl = 40 + 13 + 0,5(25) = 65,5 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 600 - 65,5 = 534,5 \text{ mm}$$

Perhitungan batas tulangan:

$$A_{s \min} = \rho_{\min} b_w d = 0,00352(400)(534,5) = 752,89 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \max} = \rho_{\max} b_w d = 0,025(400)(534,5) = 5345 \text{ mm}^2$$

$$\frac{1}{4} \phi M_n = \frac{1}{4} (537,19) = 134,30 \text{ kNm} > 51,31 \text{ kNm}$$

$$M_u = 134,30 \text{ kNm}$$

$$A_{s \text{ butuh}} = \frac{M_U}{\phi f_y j d} = \frac{134.300.000}{0,9(420)(0,85)(534,5)} = 782,02 \text{ mm}^2$$

Direncanakan dipasang 3D25,  $A_s = 3 \times \frac{\pi}{4} (25)^2 = 1472,62 \text{ mm}^2 > A_s$  butuh (OK)

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f'c b} = \frac{(1472,62)(420)}{0,85(35)(400)} = 51,98 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,9(1472,62)(420) \left( 534,5 - \frac{51,98}{2} \right) \times 10^{-6} \text{ kNm/Nmm} \\ &= 283,06 \text{ kNm} > M_u = 134,30 \text{ kNm (OKE)}\end{aligned}$$

Cek batas tulangan:

$$\begin{aligned}A_{s \min} &\leq A_s \leq A_{s \max} \\ 752,89 \text{ mm}^2 &< 1472,62 \text{ mm}^2 < 5345 \text{ mm}^2 \text{ (OKE)}\end{aligned}$$

**Desain Tulangan Sengkang**

$$a_{pr-1} = \frac{1,25 A_s f_y}{0,85 f'c b} = \frac{1,25(2945,24)(420)}{0,85(35)(400)} = 129,94 \text{ mm}$$

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



$$= 1,25(2945,24)(420) \left( 534,5 - \frac{129,94}{2} \right) \times 10^{-6} kNm/Nmm$$
$$= 726,01 kNm$$

$$a_{pr-2} = \frac{1,25A_s f_y}{0,85 f'c b} = \frac{1,25(2945,24)(420)}{0,85(35)(400)} = 129,94 mm$$

$$M_{pr-2} = 1,25A_s f_y \left( d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right)$$
$$= 1,25(2945,24)(420) \left( 534,5 - \frac{129,94}{2} \right) \times 10^{-6} kNm/Nmm$$
$$= 726,01 kNm$$

Dari analisa SAP2000, didapatkan nilai  $V_u = 275,76 kN$

Panjang bersih balok  $l_n = 4 - \left( 2 \times 0,5 \times \frac{600}{1000} \right) = 3,4 m$

$$V_e = \frac{M_{pr-1} + M_{pr-2}}{l_n} + V_u$$
$$= \frac{726,01 + 726,01}{3,4} + 275,76 = 427,067 + 275,76 = 702,83 kN$$

Tulangan sengkang harus diproporsikan untuk menahan geser dengan mengasumsikan  $V_c = 0$  bila terjadi:

$$\triangleright Pu < \frac{Ag f'c}{20}$$
$$7,997 kN < \frac{(400)(600)(35)}{20} \times 10^{-3} kN/N$$
$$7,997 kN < 420 kN (MEMENUHI)$$
$$\triangleright V M_{pr} > 0,5 V_e$$
$$427,067 > 0,5(702,83)$$
$$427,067 > 351,41 (MEMENUHI)$$

Sehingga,  $V_c = 0$

$$V_{S maks} = \frac{2}{3} \sqrt{f'c} b_w d = \frac{2}{3} \sqrt{35} (400)(534,5) \times \frac{10^{-3} kN}{N} = 843,24 kN$$
$$V_S = V_e = 702,83 kN < V_{S maks} (OKE)$$

Direncanakan tulangan sengkang 3D13

$$A_V = 3 \times \frac{\pi}{4} (13)^2 = 398,20 mm^2$$

$$s = \frac{A_V f_y d}{V_S} = \frac{(398,20)(420)(534,5)}{702830} = 72,68 mm$$

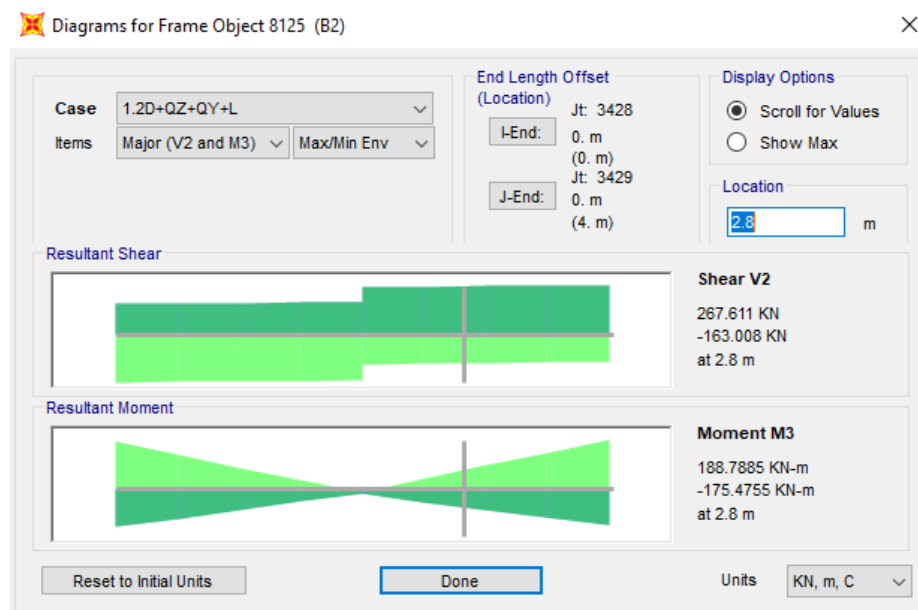
Spasi sengkang tertutup tidak boleh melebihi yang terkecil dari:



- $\frac{d}{4} = \frac{532,5}{4} = 133,13 \text{ mm}$
- $6 \times dl = 6(25) = 150 \text{ mm}$
- 150 mm

Jadi digunakan tulangan geser 3D13-70, dipasang 50 mm dari muka kolom di kedua ujung balok sepanjang jarak  $2h = 2(600) = 1200 \text{ mm}$

Untuk tulangan sengkang pada bentang di tengah setelah jarak 1200 mm dari ujung perletakan, maka digunakan  $V_u$  terbesar pada bentang tersebut. Dari hasil output SAP2000, didapatkan  $V_u = 267,62 \text{ kN}$



**Gambar 5.1** Diagram Gaya pada Balok B2

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} = \frac{267620 \text{ N}}{0,75} = 356826,67 \text{ N}$$

Direncanakan tulangan sengkang 2D13

$$A_v = 2 \times \frac{\pi}{4} (13)^2 = 265,46 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{A_v f_y d}{V_s} = \frac{(265,46)(420)(534,5)}{356826,67} = 95,44 \text{ mm}$$

Spasi tulangan geser tidak boleh melebihi  $d/2$

$$\frac{d}{2} = \frac{534,5}{2} = 267,25 \text{ mm}$$

Jadi digunakan tulangan geser 2D13-90



### **Pemutusan Tulangan Balok**

#### **a. Tulangan Tarik 4D25**

##### **Panjang Penyaluran**

Berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 18.8.5.1, Untuk batang tulangan kait 90° D10 sampai D36 panjang penyaluran tulangan tarik ( $l_{dh}$ ) harus dihitung dengan rumus berikut:

$$l_{dh} = \frac{f_y d_b}{5,4 \lambda \sqrt{f'_c}} = \frac{420 \times 25}{5,4 \times 1 \times \sqrt{35}} = 328,67 \text{ mm}$$

Tidak boleh kurang dari nilai terbesar antara:

- $8d = 8(25) = 200 \text{ mm}$
- $150 \text{ mm}$

$l_{dh}$  pakai =  $328,67 \text{ mm} \approx 330 \text{ mm}$

Berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 18.8.5.3, Tulangan D10 sampai D36 panjang penyaluran tulangan tarik ( $l_d$ ) untuk tulangan lurus dengan tinggi balok  $h > 300 \text{ mm}$  tidak boleh kurang dari  $3,25l_{dh} = 3,25(330) = 1072,5 \text{ mm}$ . Sehingga digunakan  $1100 \text{ mm}$ .

Untuk tulangan tarik diameter D25, panjang penyaluran kait 90° adalah  $12db = 12(25) = 300 \text{ mm}$

#### **b. Tulangan Tekan 4D25**

##### **Panjang Penyaluran**

Berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 18.8.5.1, Panjang penyaluran  $l_{dc}$  untuk batang ulir dan kawat ulir dalam kondisi tekan harus yang terbesar dari:

- $\frac{0,24 f_y \Psi_r d_b}{\lambda \sqrt{f'_c}} = \frac{0,24 \times 420 \times 1 \times 25}{1 \times \sqrt{35}} = 425,96 \text{ mm}$
- $0,043 f_y \Psi_r d_b = 0,043(420)(1)(25) = 451,5 \text{ mm}$
- $200 \text{ mm}$

$l_{dc}$  pakai =  $451,5 \text{ mm} \approx 460 \text{ mm}$

Untuk tulangan tekan diameter D25, panjang penyaluran kait 90° adalah  $12db = 12(25) = 300 \text{ mm}$





**Cek apakah balok memenuhi definisi komponen struktur lentur SRPMK:**

- $P_u < \frac{A_g f'_c}{10}$   
 $7,997 \text{ kN} < \frac{(400)(600)(35)}{10} \times 10^{-3} \text{ kN/N}$   
 $7,997 \text{ kN} < 840 \text{ kN (OK)}$
- $l_n \geq 4d$   
 $3400 \geq 4(534,5)$   
 $3400 > 2138 \quad (\text{OK})$
- $\frac{b}{h} \geq 0,3$   
 $\frac{400}{600} \geq 0,3$   
 $0,67 > 0,3 \quad (\text{OKE})$
- $b \geq 250$   
 $b = 400 \quad (\text{OKE})$
- Lebar balok  $\leq$  Lebar kolom minimum  
 $400600 \quad (\text{OKE})$

**5.2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Balok Induk**

Dengan cara yang sama. didapatkan hasil rekapitulasi kebutuhan tulangan pada setiap balok induk pada Tabel 5.2 berikut.

**Tabel 5.2** Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tulangan Balok Induk

<b>BALOK B1 400/600 (L=6000 mm)</b>	
Tulangan lentur positif ujung kiri	5 D25
Tulangan lentur negatif ujung kiri	5 D25
Tulangan lentur positif ujung kanan	5 D25
Tulangan lentur negatif ujung kanan	5 D25
Tulangan lentur lapangan	3 D25
Tulangan sengkang daerah sendi plastis	2D13-100
Tulangan sengkang di luar sendi plastis	2D13-200
<b>BALOK B2 400/600 (L=4000 mm)</b>	
Tulangan lentur positif ujung kiri	5 D25
Tulangan lentur negatif ujung kiri	6 D25
Tulangan lentur positif ujung kanan	5 D25
Tulangan lentur negatif ujung kanan	6 D25
Tulangan lentur lapangan	3 D25
Tulangan sengkang daerah sendi plastis	3D13-70
Tulangan sengkang di luar sendi plastis	2D13-90



## BAB VI

### PERENCANAAN KOLOM

#### 6.1. Perencanaan Kolom

Sebagai contoh digunakan Kolom K1 sebagai contoh perhitungan.

##### Desain Tulangan Lentur

Direncanakan kolom beton bertulang 700/700, tulangan memanjang 16D29.

$$A_g = b \cdot h = 700 \times 700 = 490.000 \text{ mm}^2$$

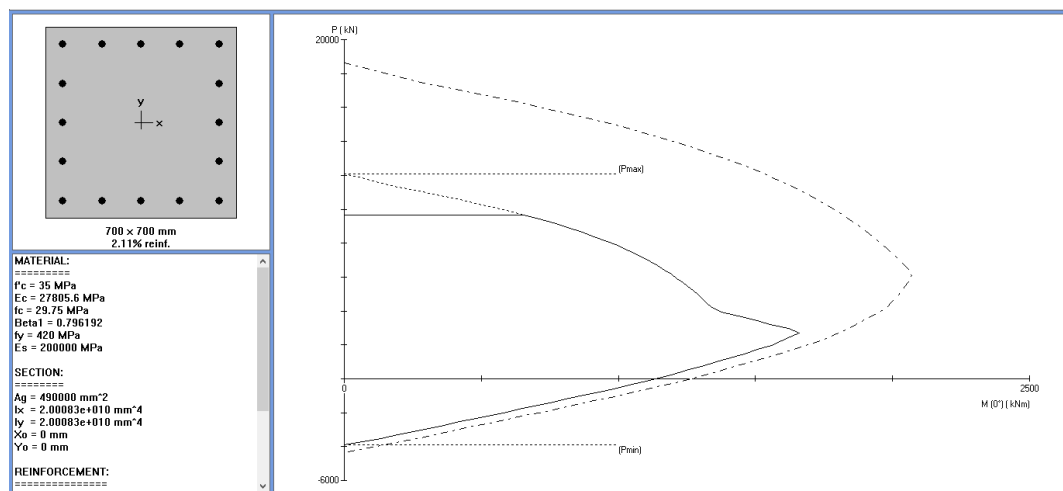
$$A_s = 16 \times \frac{\pi}{4} (29)^2 = 10.568,32 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{min} = 0,01 \text{ (SNI 2847:2019 Pasal 18.7.4.1)}$$

$$\rho_{maks} = 0,06 \text{ (SNI 2847:2019 Pasal 18.7.4.1)}$$

$$\rho_{pakai} = \frac{A_s}{A_g} = \frac{10.568,32}{490.000} = 0,0211 \text{ (OK)}$$

Semua hasil analisa gaya kolom K1 dari SAP2000 dimasukkan pada program bantu SPColumn, sehingga didapatkan diagram interaksi kolom pada Gambar 6.1 berikut.



**Gambar 6.1** Diagram Interaksi Kolom K1

Dari Diagram interaksi dengan program SPColumn, didapatkan nilai  $M_{nc} = 1.485 \text{ kNm}$ .

##### Cek Ketentuan Strong Column Weak Beam

$$\sum M_{nc} = 1,2 \sum M_{nb}$$

Balok B2 dengan Kolom K1:

$$\sum M_{nc} = 2 \times 1.485 = 2.970 \text{ kNm}$$

$$\sum M_{nb} = 2 \times 537,19 = 1.074,39 \text{ kNm}$$



$$\frac{\sum M_{nc}}{\sum M_{nb}} = \frac{2.970}{1.074,39} = 2,76 > 1,2 \quad (OK)$$

Persyaratan *Strong Column Weak Beam* terpenuhi.

### Desain Tulangan Transversal

#### a. Daerah Sendi Plastis (Tulangan Hoops)

Berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 18.7.5.1, tulangan hoops dipasang pada jarak  $l_o$ , yang merupakan nilai maksimum dari ketentuan berikut:

$$l_o 1 = maks h = 600 \text{ mm}$$

$$l_o 2 = \frac{l_n}{6} = \frac{5.000 - 700}{6} = 716,67 \text{ mm}$$

$$l_o 3 = 450 \text{ mm}$$

$$l_o \text{ pakai} = l_o 2 = 716,67 \text{ mm} \approx 735 \text{ mm}$$

Direncanakan 4 D13 untuk tulangan hoops:

$$A_{sh} = 4 \times \frac{\pi}{4} (13)^2 = 530,93 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 18.7.5.4, total luas penampang hoops tidak kurang dari salah satu yang terbesar antara:

$$\bullet \quad A_{sh} = 0,3 \left( \frac{s_{bc} f'_c}{f_y} \right) \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right)$$

$$b_c = \text{lebar penampang inti beton yang terkekang} \\ = 600 - (2 \times 40) - (5 \times 13) = 455 \text{ mm}$$

$$A_{ch} = \text{luas penampang inti beton} \\ = (600 - 2(40))^2 = 270400 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_{sh}}{s} = 0,3 \left( \frac{(455)(35)}{420} \right) \left( \frac{600^2}{270400} - 1 \right) = 4,60 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\bullet \quad \frac{A_{sh}}{s} = \frac{0,09 bc f'_c}{f_y} = \frac{0,09(555)(35)}{420} = 4,16 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\text{Digunakan batas } \frac{A_{sh}}{s} = 4,60 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 18.7.5.3, spasi maksimum untuk hoops adalah yang terkecil di antara:

$$\bullet \quad \frac{1}{4} \text{ dimensi penampang kolom terkecil} = \frac{1}{4}(600) = 150 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad 6 \text{ kali diameter tulangan memanjang} = 6(25) = 150 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad s_o \leq 100 + \frac{350 - h_x}{3}$$

$$s_o \leq 100 + \frac{350 - \left(\frac{2}{3}(455)\right)}{3}$$

$$s_o \leq 93,3 \text{ mm}$$

Namun  $s_o$  tidak boleh melebihi 150 mm, dan tidak perlu kurang dari 100 mm.



Coba digunakan spasi 100 mm

$$Ash = 4,60 \frac{mm^2}{mm} \times 100 \text{ mm} = 460 \text{ mm}^2 < Ash \text{ pakai} = 530,93 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

Jadi, untuk hoops digunakan 4D13-100

**b. Tulangan Transversal untuk Geser**

$$\text{Panjang bersih kolom } l_n = 3,3 - 2(2 \times 0,7) = 0,5 \text{ m}$$

Karena berada pada daerah sambungan lewatan, maka sengkang yang digunakan adalah sengkang untuk sambungan lewatan, yaitu 2D13-100.

**c. Desain Sambungan Lewatan (*Lap Splices*)**

Panjang penyaluran ( $l_d$ ) berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 25.4.2.3 adalah:

$$l_d = \left( \frac{f_y \Psi_t \Psi_e \Psi_s}{1,1 \lambda \sqrt{f'_c} \left( \frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} \right) d_b$$

$$\left( \frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right) = \left( \frac{46,5 + 0}{25,4} \right) = 1,83 < 2,5 \text{ (OKE)}$$

$$l_d = \left( \frac{420 \times 1,3 \times 1 \times 1}{1,1 \times 1 \sqrt{35} \times 1,83} \right) \times 25 = 1146,19 \text{ mm} \approx 1200 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 18.6.3.3, spasi tulangan transversal yang melingkupi batang tulangan yang disambung-lewatkan tidak boleh melebihi nilai terkecil dari:

- $d/4 = 534,2/4 = 133,55 \text{ mm}$
- 100 mm

Digunakan  $s = 100 \text{ mm}$

**6.2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kolom**

Dengan cara yang sama. didapatkan hasil rekapitulasi kebutuhan tulangan pada setiap Kolom pada Tabel 6.2 berikut.

**Tabel 6.2** Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tulangan Kolom

Kolom	Tulangan Lentur	Tulangan Transversal		Lap Splices	
		Sendi Plastis	Lapangan	Panjang Penyaluran	Spasi Tulangan Transversal
K1 (700/700)	16D29	4D13-100	2D13-100	1200 mm	100 mm
K2 (650/650)	16D25	4D13-100	2D13-100	1200 mm	100 mm
K3 (600/600)	16D22	4D13-100	2D13-100	1200 mm	100 mm
KE (600/600)	16D22	4D13-100	2D13-100	1200 mm	100 mm



## **BAB VII**

### **PERENCANAAN HUBUNGAN BALOK KOLOM**

Luas joint efektif =  $A_j = A_g = 360.000 \text{ mm}^2$

Tulangan confinement minimum pada joint =  $A_{shj} = 0,5(A_{sh}) = 265,5 \text{ mm}^2$

Luas 4 Kaki D13

$$A_v = 4 \times \frac{\pi}{4} (13)^2 = 530,9 \text{ mm}^2 > 226,2 \text{ mm}^2 \text{ (MEMENUHI)}$$

$$M_j = \frac{1}{2} (M_{pr-1} + M_{pr-2}) = \frac{1}{2} (726,01 + 726,01) = 726,01 \text{ kNm}$$

$$V_j = \frac{2M_j}{H_x} = \frac{2(726,01)}{3,3 - 0,6} = 537,79 \text{ kN}$$

T1 dan T2 diperoleh dari tulangan tarik balok-balok yang menyatu pada HBK

$$A_{s1} = A_{s2} = 6D25 = 2945,24 \text{ mm}^2$$

$$T1 = 1,25 A_s f_y = 1,25(2945,24)(420)10^{-3} = 1546,251 \text{ kN}$$

$$C1 = T1 = 1546,251 \text{ kN}$$

$$T2 = 1,25 A_s f_y = 1,25(2945,24)(420)10^{-3} = 1546,251 \text{ kN}$$

$$C2 = T2 = 1546,251 \text{ kN}$$

$$V_{ju} = |V_j - T1 - C2| = |537,79 - 1546,251 - 1546,251| = 2554,712 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = \phi 1,7 \sqrt{f'_c} A_j = (0,75)(1,7)(\sqrt{35})(360000)10^{-3} = 2715,48 \text{ kN}$$

$$\phi V_c > V_{ju} \text{ (OK)}$$

- ❖ Penulangan geser untuk HBK tidak perlu dihitung asalkan tulangan begel sepanjang sendi plastis diteruskan pada HBK tersebut.



## BAB VIII

### PERENCANAAN DINDING GESER

#### 8.1. Pengecekan Syarat Sistem Ganda

Berdasarkan SNI 1726:2019, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus pada Sistem Ganda harus mampu menahan paling sedikit 25% gaya seismik yang ditetapkan, atau dalam arti lain dinding geser harus mampu menahan gaya seismik yang ditetapkan maksimal sebesar 75%.

Arah x:

$$V_{x-sway} = 37.429,632 \text{ kN (Hasil Analisa SAP2000)}$$

$$V = 50.973,05 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{x-sway}}{V} = \frac{37.429,632}{50.973,05} = 73,43\% < 75\% \text{ (OK)}$$

Arah y:

$$V_{y-sway} = 31.012,284 \text{ kN (Hasil Analisa SAP2000)}$$

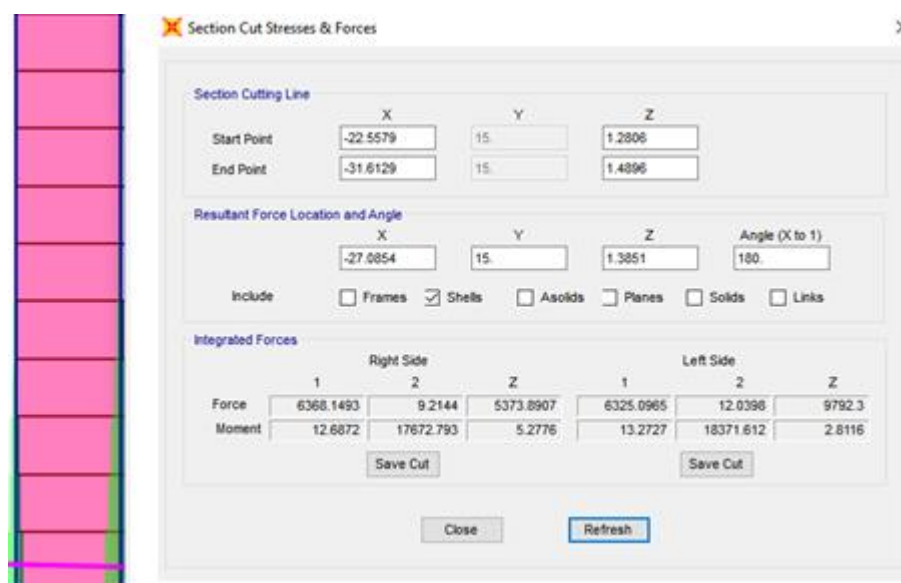
$$V = 50.973,05 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{y-sway}}{V} = \frac{31.012,284}{50.973,05} = 60,84\% < 75\% \text{ (OK)}$$

#### 8.2. Perencanaan Penulangan Dinding Geser

Dinding geser yang dianalisa berbentuk L, sehingga untuk perhitungan penulangan perlu dianalisa terhadap arah x dan arah y.

Analisa Pada Arah x:



Gambar 8.1 Hasil Analisa Dinding Geser Sumbu x



Berdasarkan analisa SAP2000, didapatkan besar gaya *ultimate* pada dinding geser maksimum adalah sebagai berikut:

$$P_u = 9.792,3 \text{ kN}$$

$$V_u = 6.368,14 \text{ kN}$$

$$M_u = 18.371,62 \text{ kNm}$$

Data Perencanaan Dinding Geser:

- Tinggi ( $h$ ) = 3,3 m
- Lebar ( $b$ ) = 6 m
- Tebal ( $t$ ) = 0,20 m
- $d$  = 19 mm
- $f'_c$  = 35 MPa
- $f_y$  = 420 MPa
- $A_{cv} = bt = 6 \times 0,2 = 1,2 \text{ m}^2 = 1.200.000 \text{ mm}^2$

$$0,083A_{cv}\lambda\sqrt{f'_c}$$

$$= 0,083 \times 1.200.000 \times 1 \times \sqrt{35} = 589.241,55 \text{ N} = 589,24 \text{ kN} < V_u = 6.368,14 \text{ kN}$$

Maka, rasio tulangan vertikal dan horizontal,  $\rho_l$  dan  $\rho_t > 0,0025$

Cek apakah perlu dipasang tulangan dalam dua lapis:

$$0,17A_{cv}\lambda\sqrt{f'_c}$$

$$= 0,17(1.200.000)1\sqrt{35} = 1.206.880,28 \text{ N} = 1.206,88 \text{ kN} < V_u = 6.368,14 \text{ kN}$$

Maka, tulangan disediakan dalam dua lapis.

$$0,0025A_{cv} = 0,0025(1.200.000) = 500 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 2 \times \frac{\pi}{4} d^2 = 2 \times \frac{\pi}{4} 19^2 = 567,06 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{A_s}{0,025A_{cv}} = \frac{567,06}{500} = 1,134 \text{ m} = 1134,11 \text{ mm}$$

$$s_{pakai} = 300 \text{ mm} < s_{max} = 450 \text{ mm (OK) (SNI 2847:2019 Ps. 18.10.2.1)}$$

$$\text{Jumlah tulangan per meter (n)} = 2 \times \frac{1000}{s_{pakai}} = 2 \times \frac{1000}{300} = 6,67 \approx 6 \text{ buah}$$

$$\text{Luas tulangan per meter (A}_s) = n \times \frac{\pi}{4} d^2 = 6 \times \frac{\pi}{4} 19^2 = 2.835,29 \text{ mm}^2$$

$$\rho_t = \frac{A_s}{bt} = \frac{2.835,29}{1000 \times 20} = 0,0141$$



Kontrol Geser:

$$\frac{h}{b} = \frac{3,3}{4} = 0,825 < 1,5, \text{ sehingga } \alpha_c = 0,25$$

$$V_n = A_{cv}(\alpha_c \lambda \sqrt{f'c} + \rho_t f_y)$$

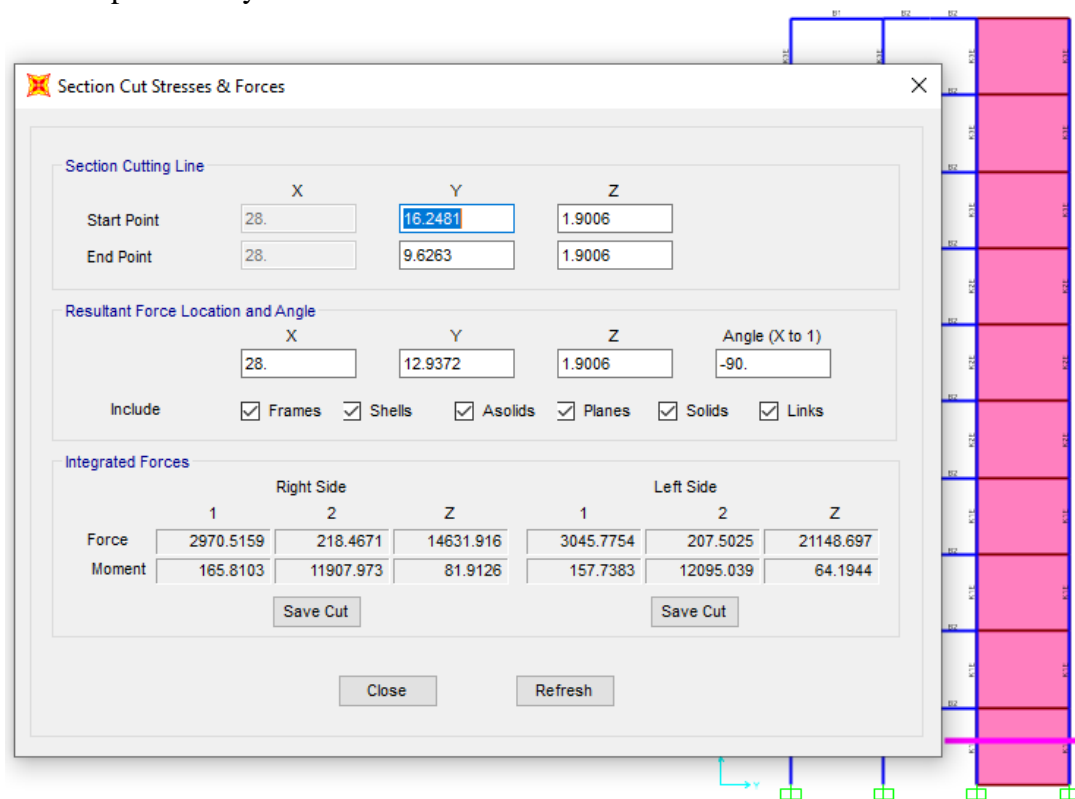
$$= 1.200.000(0,25 \times 1 \times \sqrt{35} + 0,0141 \times 420)$$

$$= 8.919.750 \text{ N} = 8.919,75 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 0,75 \times 8.919,75 = 6.689,81 \text{ kN} > V_u = 6.368,14 \text{ kN (OK)}$$

❖ Digunakan **D19-300** untuk tulangan horizontal dan vertikal

Analisa pada arah y:



**Gambar 8.2** Hasil Analisa Dinding Geser Sumbu y

Berdasarkan analisa SAP2000, didapatkan besar gaya *ultimate* pada dinding geser maksimum adalah sebagai berikut:

$$P_u = 9.792,3 \text{ kN}$$

$$V_u = 6.368,14 \text{ kN}$$

$$M_u = 18.371,62 \text{ kNm}$$

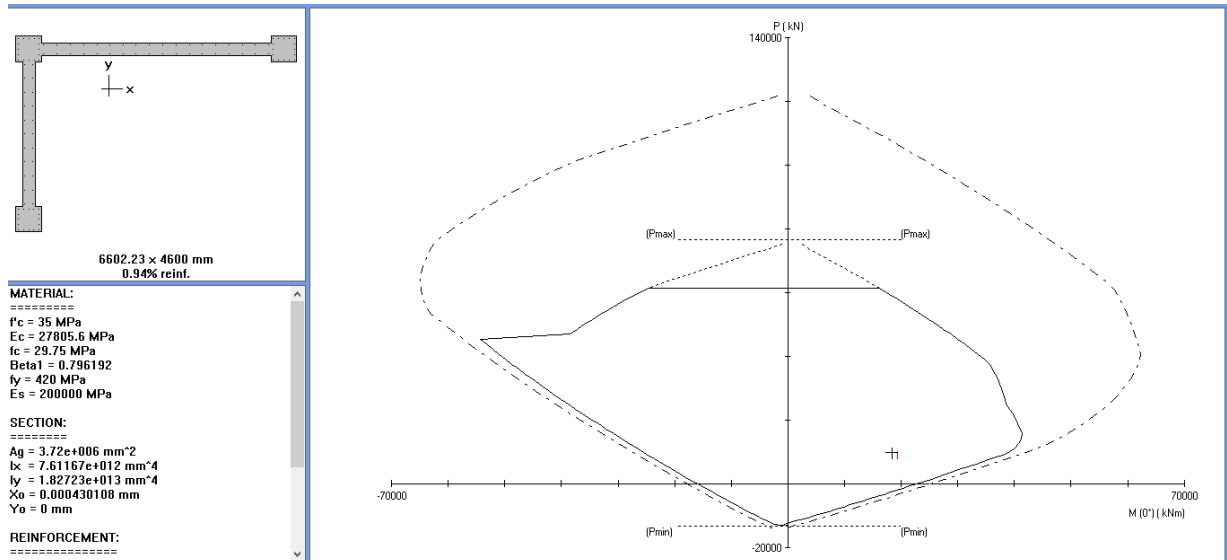
Dengan cara yang sama, digunakan penulangan yang sama dengan dinding arah x, yaitu menggunakan **D19-300** untuk tulangan horizontal dan vertikal ( $\phi V_n = 6.689,81 \text{ kN} > V_u = 3.045,78 \text{ kN (OK)}$ )





### 8.3. Cek terhadap Kombinasi Aksial dan Lentur

Dengan program bantu SPColumn, didapatkan diagram interaksi aksial terhadap lentur pada Gambar 8.3 berikut.



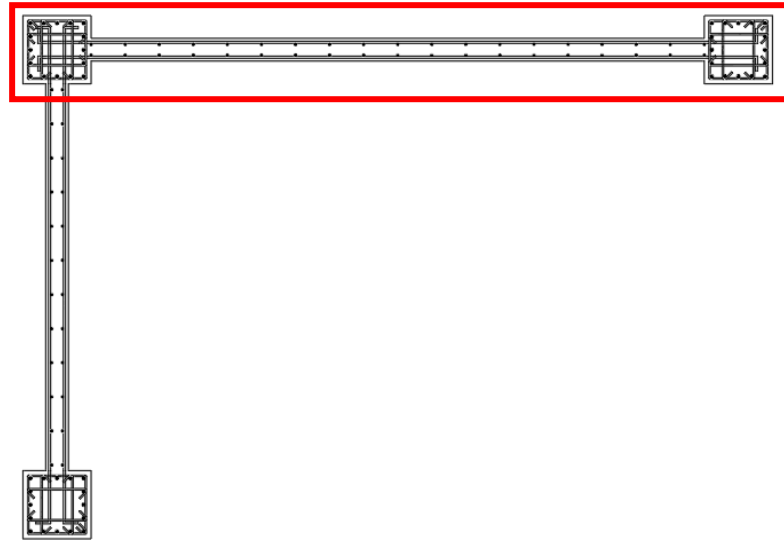
**Gambar 8.3** Diagram Interaksi Dinding Geser

Berdasarkan interaksi dinding geser dari analisa SPColumn, didapatkan dinding geser dapat memikul beban kombinasi gaya aksial dan lentur.



#### 8.4. Perhitungan Komponen Batas Khusus

Dinding geser yang ditinjau untuk perhitungan Komponen Batas Khusus (KBK) dapat dilihat pada Gambar 8.4 berikut.



**Gambar 8.4** Sketsa Dinding Geser

Dinding geser memerlukan komponen batas khusus apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$\frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u y}{I} > 0,2f'_c$$
$$\frac{9.792.300}{2,34 \times 10^6} + \frac{18.371.620.000 \times 1650}{1,043 \times 10^{13}} > 0,2(35)$$
$$\frac{9.792.300}{2,34 \times 10^6} + \frac{18.371.620.000 \times 1650}{1,043 \times 10^{13}} > 0,2(35)$$
$$7,09 > 7$$

Sehingga, perlu dipasang KBK.

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \frac{f'_c - 28}{7} = 0,85 - 0,05 \frac{35 - 28}{7} = 0,80$$

Regangan maksimum beton diambil  $\varepsilon_{cu} = 0,003$

Berdasarkan hasil *trial and error*, dipilih nilai  $c = 1.700$  mm.

$$a = \beta_1 c = 0,80 \times 1.700 = 1.360 \text{ mm}$$



Karena  $a >$  lebar kolom (600 mm), maka blok penampang tekan beton terbagi menjadi bagian *flens* (kolom) dan bagian *web* sepanjang  $a - 600 \text{ mm} = 760 \text{ mm}$ . Centroid penampang beton adalah:

$$c_c = \frac{300(600 \times 600) + \left(600 + \frac{760}{2}\right)(760 \times 200)}{(600 \times 600) + (200 \times 760)} = 501,875 \text{ mm}$$

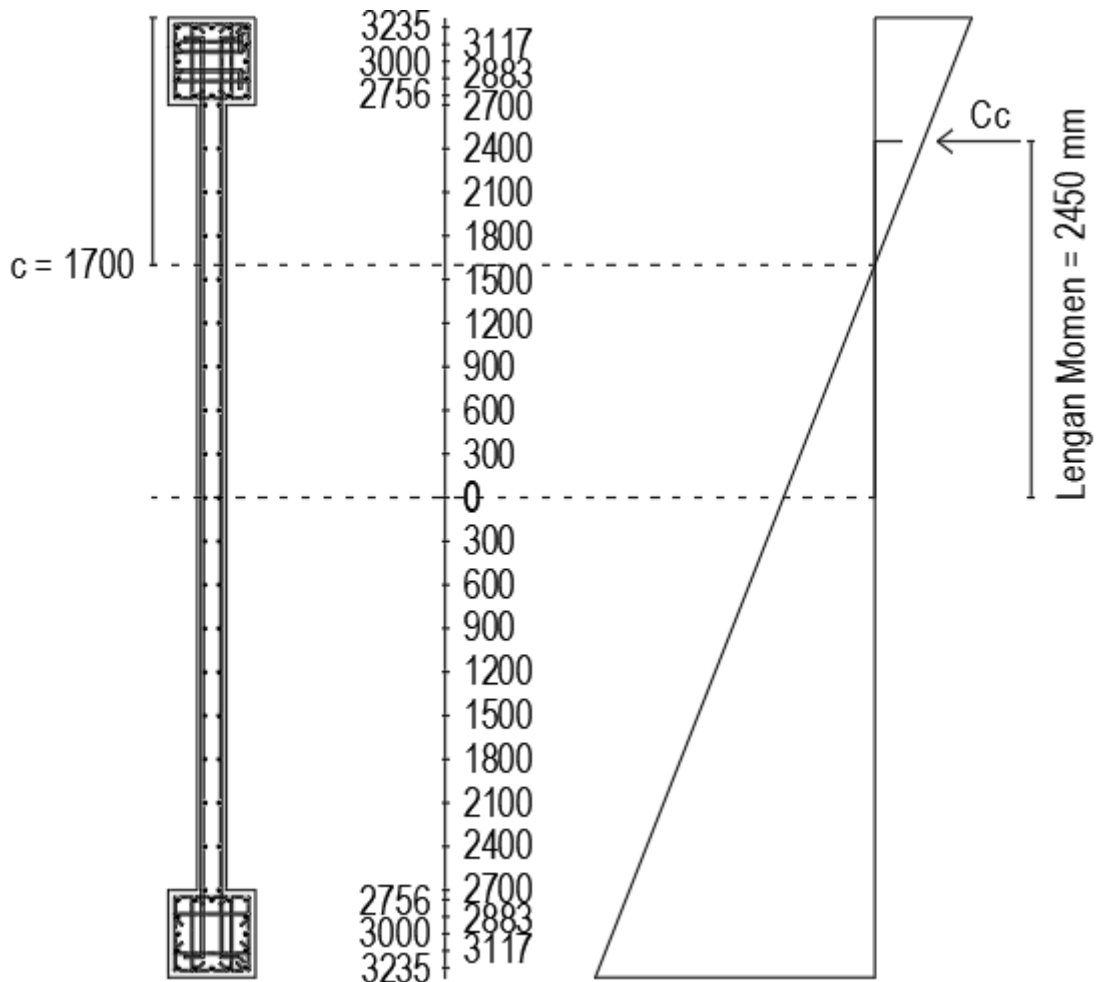
Kuat tekan beton  $C_c$ :

$$A_{sf} = 16D25 = 7.853,98 \text{ mm}^2$$

$$A_{sw} = 2D19 = 567,05 \text{ mm}^2$$

$$A_{st} = A_{sf} + A_{sw} = 8.421,03 \text{ mm}^2$$

$$C_c = 0,85f'_c \times ((600 \times 600) + (200 \times 760) - A_{st}) \times 10^{-3} = 14.981,47 \text{ kNm}$$



**Gambar 8.5** Sketsa Penampang dan Diagram Gaya Dalam oleh Beton dan Tulangan



Rekapitulasi perhitungan regangan, tegangan, gaya dalam, dan kuat nominal dinding geser dapat dilihat pada Tabel 8.1 berikut.

**Tabel 8.1** Perhitungan Regangan, Tegangan, Gaya Dalam, dan Kuat Nominal Dinding Geser

Layer	y (mm)	$\epsilon$	$f_s$ (MPa)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$F_s$ (kN)	$C_c$ (kN)	Arm (m)	$M_{n1}$ (kNm)	
Comp						14,981.47	2.45	36704.61	
1	65.5	0.0029	420	2454.4	957.8176		3.235	3098.54	
2	183	0.0027	420	981.7	383.127		3.117	1194.21	
3	300	0.0025	420	981.7	383.127		3	1149.38	
4	417	0.0023	420	981.7	383.127		2.883	1104.56	
5	534.5	0.0021	411.352941	2454.4	936.5945		2.756	2581.25	
6	600	0.0019	388.235294	567.1	203.2818		2.7	548.86	
7	900	0.0014	282.352941	567.1	143.2404		2.4	343.78	
8	1200	0.0009	176.470588	567.1	83.19901		2.1	174.72	
9	1500	0.0004	70.5882353	567.1	23.15763		1.8	41.68	
10	1800	-0.0002	-35.294118	567.1	-20.0138		1.5	-30.02	
11	2100	-0.0007	-141.17647	567.1	-80.0552		1.2	-96.07	
12	2400	-0.0012	-247.05882	567.1	-140.097		0.9	-126.09	
13	2700	-0.0018	-352.94118	567.1	-200.138		0.6	-120.08	
14	3000	-0.0023	-420	567.1	-238.164		0.3	-71.45	
15	3300	-0.0028	-420	567.1	-238.164		0	0.00	
16	3600	-0.0034	-420	567.1	-238.164		0.3	-71.45	
17	3900	-0.0039	-420	567.1	-238.164		0.6	-142.90	
18	4200	-0.0044	-420	567.1	-238.164		0.9	-214.35	
19	4500	-0.0049	-420	567.1	-238.164		1.2	-285.80	
20	4800	-0.0055	-420	567.1	-238.164		1.5	-357.25	
21	5100	-0.0060	-420	567.1	-238.164		1.8	-428.70	
22	5400	-0.0065	-420	567.1	-238.164		2.1	-500.14	
23	5700	-0.0071	-420	567.1	-238.164		2.4	-571.59	
24	6000	-0.0076	-420	567.1	-238.164		2.7	-643.04	
25	6065.5	-0.0077	-420	2454.4	-1030.84		2.756	-2840.98	
26	6184	-0.0079	-420	981.7	-412.334		2.883	-1188.76	
27	6300	-0.0081	-420	981.7	-412.334		3	-1237.00	
28	6417	-0.0083	-420	981.7	-412.334		3.117	-1285.25	
29	6534.5	-0.0085	-420	2454.4	-1030.84		3.235	-3334.75	
<b>Jumlah</b>						-2862.11	14,981.47		33395.93
						$P_n =$	12,119.36	$M_n =$	33395.93
						$\Phi P_n =$	10,907.43	$\Phi M_n =$	30056.33491
						$P_u =$	9792.3	$M_u =$	18371.62
						<b>OK</b>			<b>OK</b>

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E} = \frac{420}{200.000} = 0,0021$$

$$\epsilon_s = \frac{c-y}{c} \epsilon_{cu}$$

$$f_s = \epsilon_s E$$

$$F_s = A_s (f_s - 0,85 f' c) \quad (\text{Untuk tekan})$$

$$F_s = A_s f_s \quad (\text{Untuk tarik})$$

Untuk regangan baja ( $\epsilon_s$ ) yang melewati regangan lelehnya ( $\epsilon_y$ ), maka tegangan baja diambil sama dengan tegangan lelehnya ( $f_s = f_y$ ).



Persyaratan panjang minimum KBK:

- $c - \frac{0,1}{l_w} = 1.700 - \frac{0,1}{6.600} = 1.040 \text{ mm}$
- $\frac{c}{2} = \frac{1.700}{2} = 850 \text{ mm}$

Diambil yang terbesar, sehingga panjang KBK ditetapkan  $c = 1.100 \text{ mm}$

a. Tulangan *confinement* pada KBK

Direncanakan 4 D13 untuk tulangan hoops:

$$A_{sh} = 4 \times \frac{\pi}{4} (13)^2 = 530,93 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 18.7.5.4, total luas penampang hoops tidak kurang dari salah satu yang terbesar antara:

- $A_{sh} = 0,3 \left( \frac{s_{bc} f'_c}{f_y} \right) \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right)$   
 $b_c = \text{lebar penampang inti beton yang terkekang}$   
 $= 600 - (2 \times 40) - (5 \times 13) = 455 \text{ mm}$   
 $A_{ch} = \text{luas penampang inti beton}$   
 $= (600 - 2(40))^2 = 270400 \text{ mm}^2$   
 $\frac{A_{sh}}{s} = 0,3 \left( \frac{(455)(35)}{420} \right) \left( \frac{600^2}{270400} - 1 \right) = 4,60 \text{ mm}^2/\text{mm}$
- $\frac{A_{sh}}{s} = \frac{0,09 bc f'_c}{f_y} = \frac{0,09(555)(35)}{420} = 4,16 \text{ mm}^2/\text{mm}$

Digunakan batas  $\frac{A_{sh}}{s} = 4,60 \text{ mm}^2/\text{mm}$

Berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 18.7.5.3, spasi maksimum untuk hoops adalah yang terkecil di antara:

- $\frac{1}{4}$  dimensi penampang kolom terkecil =  $\frac{1}{4}(600) = 150 \text{ mm}$
- 6 kali diameter tulangan memanjang =  $6(25) = 150 \text{ mm}$
- $s_o \leq 100 + \frac{350 - h_x}{3}$

$$s_o \leq 100 + \frac{350 - \left(\frac{2}{3}(455)\right)}{3}$$

$$s_o \leq 93,3 \text{ mm}$$

Namun  $s_o$  tidak boleh melebihi 150 mm, dan tidak perlu kurang dari 100 mm.

Coba digunakan spasi 100 mm

$$A_{sh} = 4,60 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}} \times 100 \text{ mm} = 460 \text{ mm}^2 < A_{sh} \text{ pakai (OK)}$$

Jadi, untuk digunakan 4D13-100



b. Tulangan *confinement* pada badan penampang dinding geser

Berdasarkan SNI 2847:2019 Ps. 18.7.5.3, spasi maksimum untuk hoops adalah yang terkecil di antara:

- $\frac{1}{4}$  dimensi penampang kolom terkecil =  $\frac{1}{4}(600) = 150 \text{ mm}$
- 6 kali diameter tulangan memanjang =  $6(19) = 114 \text{ mm}$
- $s_o \leq 100 + \frac{350 - h_x}{3}$   
 $s_o \leq 100 + \frac{350 - \left(\frac{2}{3}(101)\right)}{3}$   
 $s_o \leq 194,2 \text{ mm}$

Namun  $s_o$  tidak boleh melebihi 150 mm, dan tidak perlu kurang dari 100 mm.

Coba digunakan spasi 100 mm

- Tulangan *confinement* sejajar dinding:  
 $b_c = 200 - (2 \times 40) - (13) = 107 \text{ mm}$   
 $\frac{Ash}{s} = \frac{0,09 bc f'c}{f_y} = \frac{0,09(107)(35)}{420} = 0,8025 \text{ mm}^2/\text{mm}$   
 $Ash = 0,8025 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}} \times 100 \text{ mm} = 80,25 \text{ mm}^2$   
 $Ash \text{ pakai} = 2 \times \frac{\pi}{4} (13)^2 = 265,46 \text{ mm}^2 > Ash \text{ (OK)}$
- Tulangan *confinement* tegak lurus dinding:  
 $b_c = 200 + \left(2 \times \frac{13}{2}\right) = 213 \text{ mm}$   
 $\frac{Ash}{s} = \frac{0,09 bc f'c}{f_y} = \frac{0,09(213)(35)}{420} = 1,5975 \text{ mm}^2/\text{mm}$   
 $Ash = 1,5975 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}} \times 100 \text{ mm} = 159,75 \text{ mm}^2$   
 $Ash \text{ pakai} = 2 \times \frac{\pi}{4} (13)^2 = 265,46 \text{ mm}^2 > Ash \text{ (OK)}$



## **BAB IX**

### **PENUTUP**

#### **9.1. Kesimpulan**

Dengan mengacu pada SNI 1726:2019, didapatkan bahwa struktur gedung memenuhi persyaratan kontrol struktur. Pada tugas ini, juga direncanakan video tutorial kontrol struktur yang dapat diakses pada [intip.in/TutorialKontrolStruktur](http://intip.in/TutorialKontrolStruktur)

Pada perencanaan struktur gedung rumah sakit 10 lantai ini didapatkan hasil dimensi dan penulangan pada masing-masing elemen sebagai berikut.

**Tabel 9.1** Rekapitulasi Pelat Lantai

<b>Pelat Tipe</b>	<b>Ukuran (cm)</b>	<b>Tebal Pelat (cm)</b>	<b>Tulangan Arah X</b>	<b>Tulangan Arah Y</b>
A	400 × 200	11	D10-300	D10-300
B	600 × 200	11	D10-300	D10-300
C	600 × 200	10	D10-300	D10-300
D	400 × 200	10	D10-300	D10-300

**Tabel 9.2** Rekapitulasi Tangga

<b>Tangga</b>	
Tulangan utama pelat tangga	D13-100
Tulangan bagi pelat tangga	D13-300
Tulangan utama pelat bordes	D13-100
Tulangan bagi pelat bordes	D13-350
<b>Tangga Ramp</b>	
Tulangan utama pelat	D19-100
Tulangan bagi pelat	D10-250



**Tabel 9.3** Rekapitulasi Balok

<b>BALOK BA1 400/250</b>	
Tulangan lentur tumpuan	3D19
Tulangan lentur lapangan	3D19
Tulangan geser	2D10-150
<b>BALOK BA2 300/200</b>	
Tulangan lentur tumpuan	2D19
Tulangan lentur lapangan	2D19
Tulangan geser	2D10-120
<b>BALOK BL1 400/250</b>	
Tulangan lentur tumpuan	2D19
Tulangan lentur lapangan	4D19
Tulangan geser	2D10-150
<b>BALOK BL2 500/350</b>	
Tulangan lentur tumpuan	2D19
Tulangan lentur lapangan	4D19
Tulangan geser	2D10-200
<b>BALOK B1 400/600</b>	
Tulangan lentur positif ujung kiri	5 D25
Tulangan lentur negatif ujung kiri	5 D25
Tulangan lentur positif ujung kanan	5 D25
Tulangan lentur negatif ujung kanan	5 D25
Tulangan lentur lapangan	3 D25
Tulangan sengkang daerah sendi plastis	2D13-100
Tulangan sengkang di luar sendi plastis	2D13-200
<b>BALOK B2 400/600</b>	
Tulangan lentur positif ujung kiri	5 D25
Tulangan lentur negatif ujung kiri	6 D25
Tulangan lentur positif ujung kanan	5 D25
Tulangan lentur negatif ujung kanan	6 D25
Tulangan lentur lapangan	3 D25
Tulangan sengkang daerah sendi plastis	3D13-70
Tulangan sengkang di luar sendi plastis	2D13-90



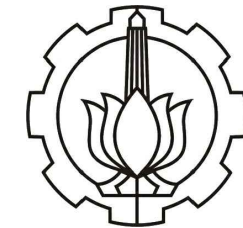


**Tabel 9.4** Rekapitulasi Kolom

Kolom	Tulangan Lentur	Tulangan Transversal		Lap Splices	
		Sendi Plastis	Lapangan	Panjang Penyaluran	Spasi Tulangan Transversal
K1 (700/700)	16D29	4D13-100	2D13-100	1200 mm	100 mm
K2 (650/650)	16D25	4D13-100	2D13-100	1200 mm	100 mm
K3 (600/600)	16D22	4D13-100	2D13-100	1200 mm	100 mm
KE (600/600)	16D22	4D13-100	2D13-100	1200 mm	100 mm

**Tabel 9.5** Rekapitulasi Dinding Geser

Dinding Geser	Tebal (cm)	Penulangan
SW	20	2D19-300



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
NRP. 03111740000095  
KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

TAMPAK DEPAN

1:250

KODE  
GAMBAR

NOMOR  
LEMBAR

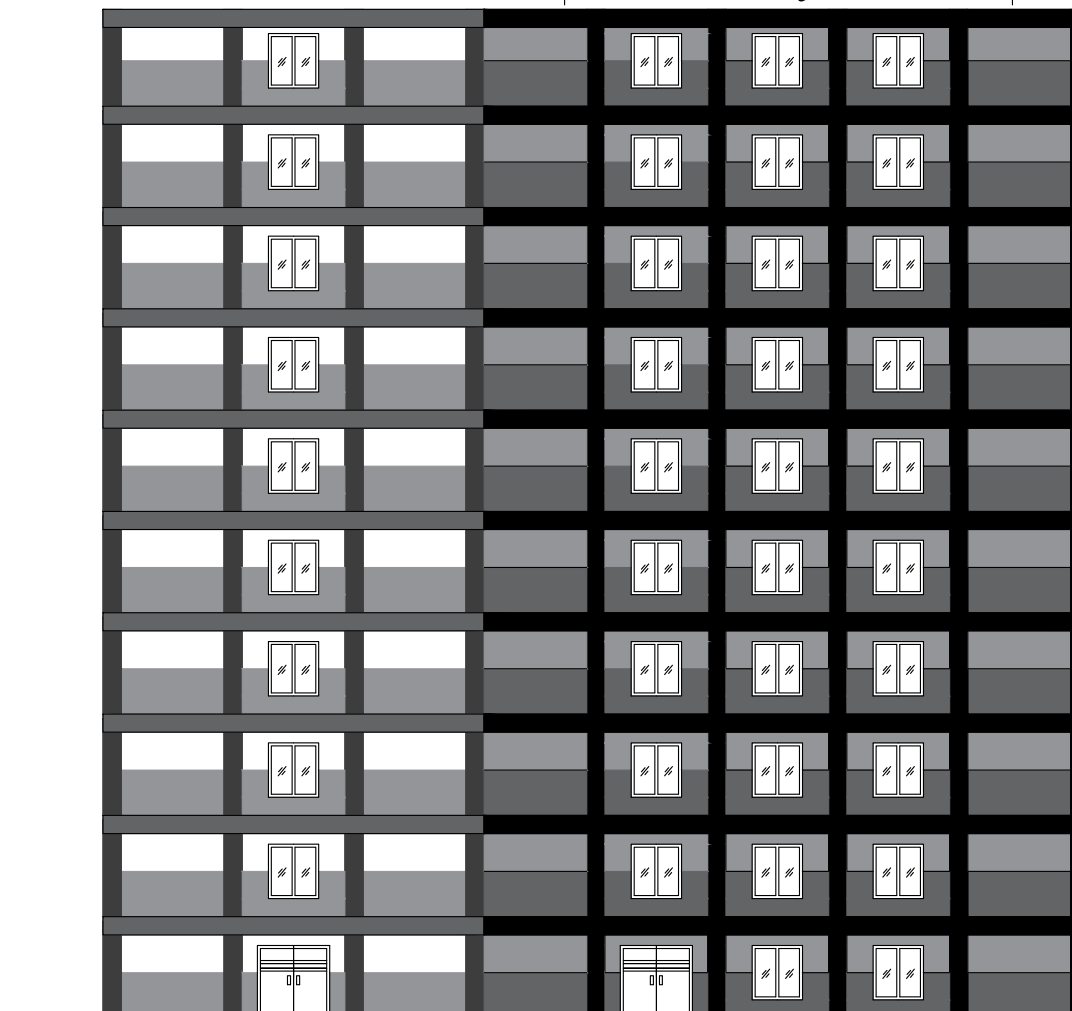
JUMLAH  
LEMBAR

ARS

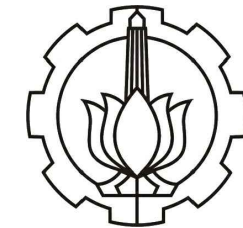
1

8

+ *Catenary* HOSPITAL



 TAMPAK DEPAN  
SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
NRP. 03111740000095  
KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

TAMPAK BELAKANG

1:250

KODE  
GAMBAR

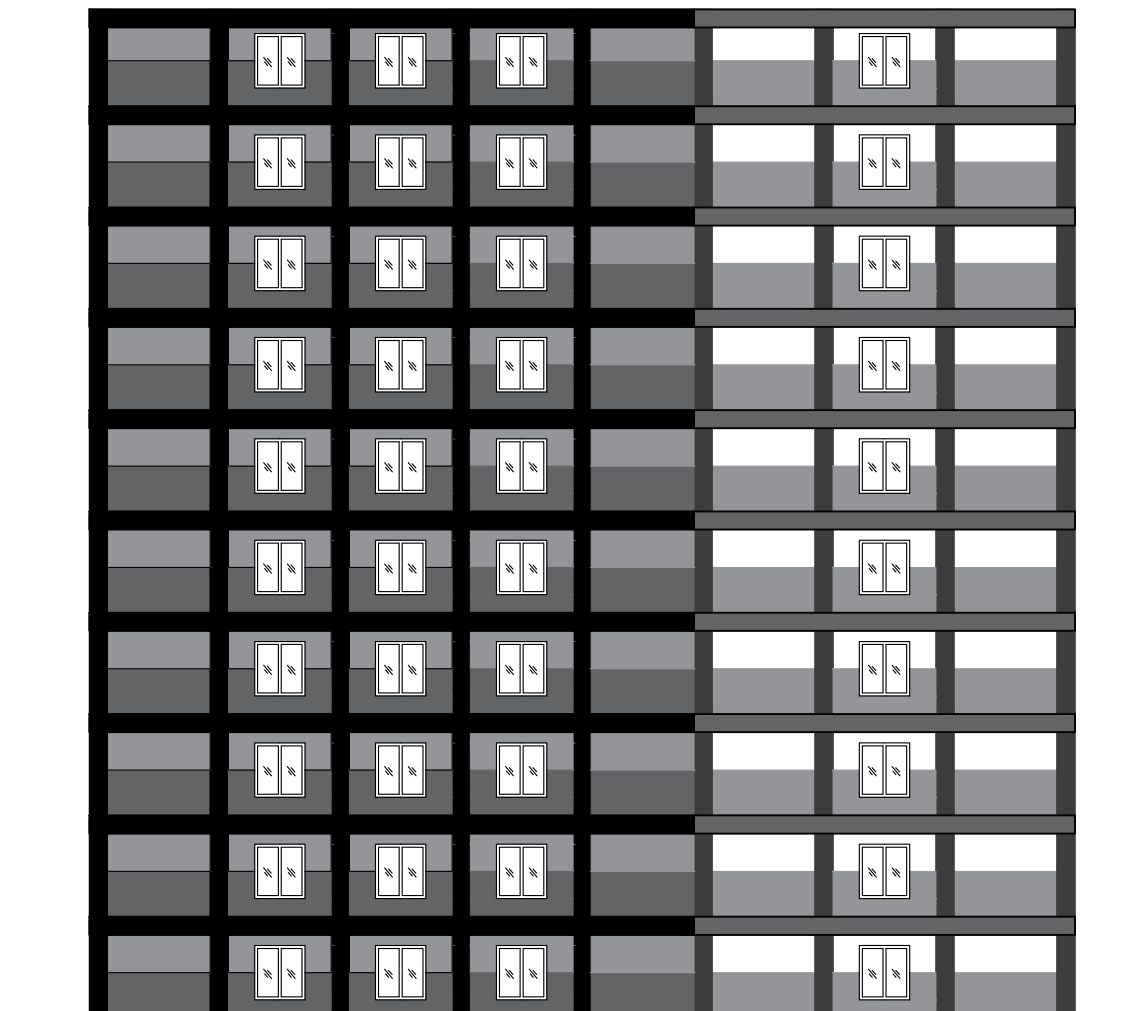
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

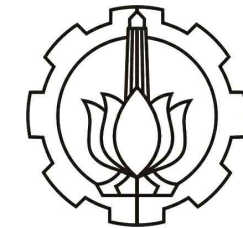
ARS

2

8



 **TAMPAK BELAKANG**  
SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
NRP. 03111740000095  
KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

TAMPAK SAMPING KANAN

1:250

KODE  
GAMBAR

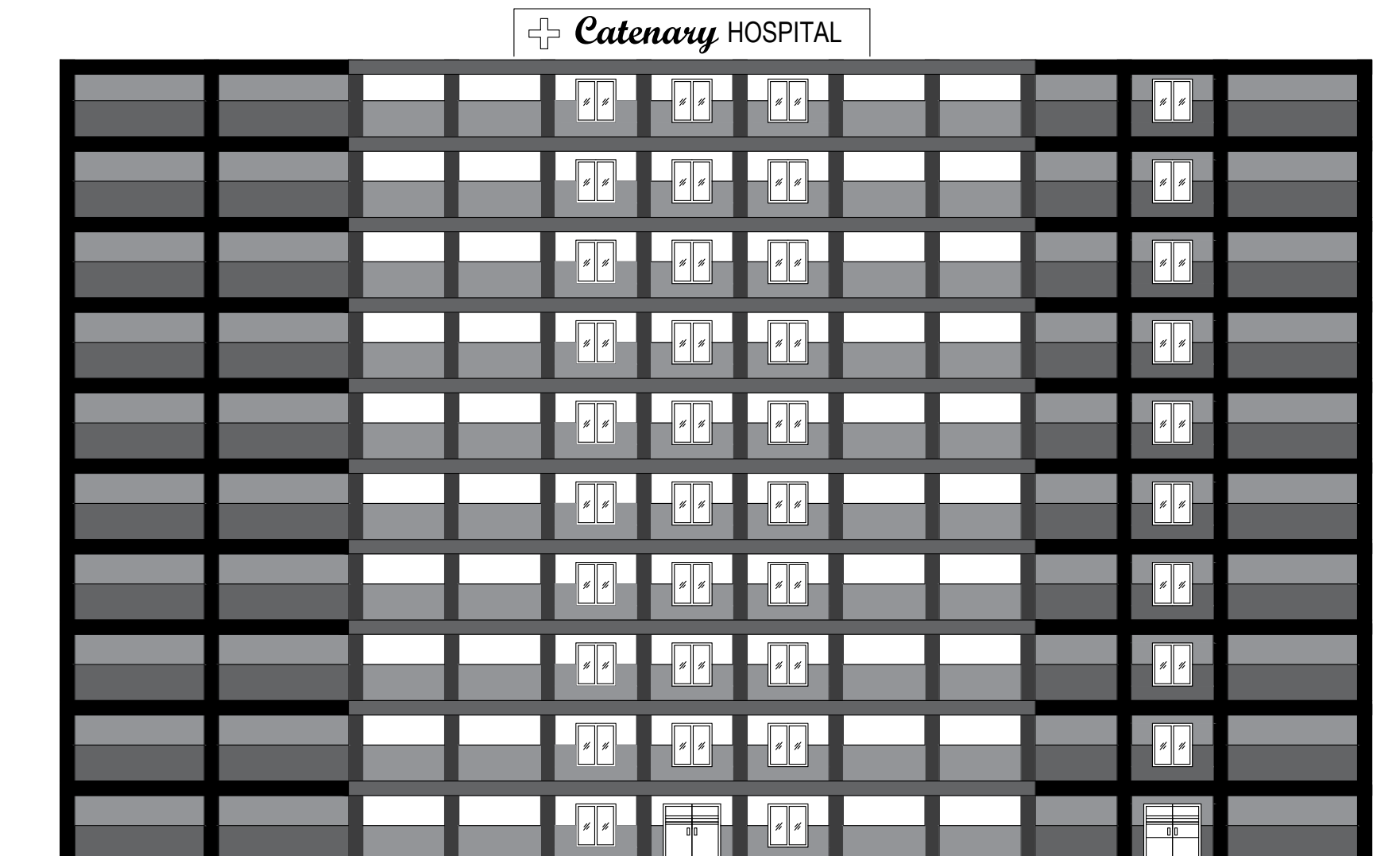
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

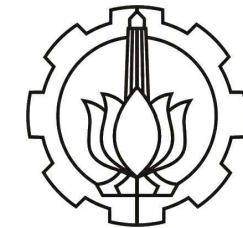
ARS

3

8



 TAMPAK SAMPING KANAN  
SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
NRP. 03111740000095  
KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

TAMPAK SAMPING KIRI

1:250

KODE  
GAMBAR

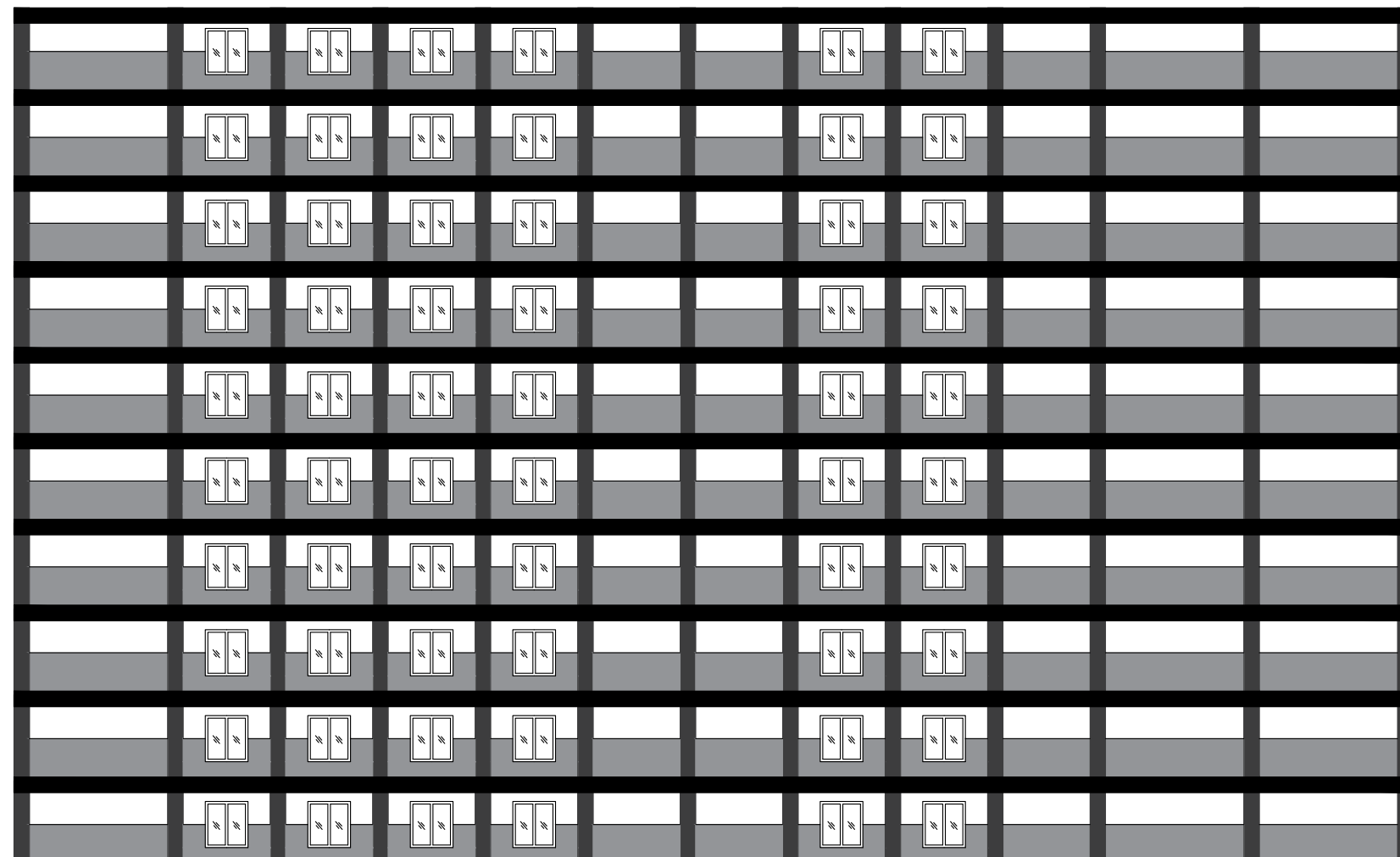
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

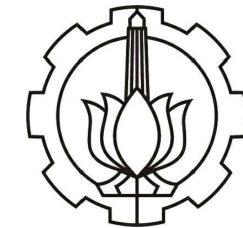
ARS

4

8



 TAMPAK SAMPING KIRI  
SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH LANTAI 1

1:250

KODE  
GAMBAR

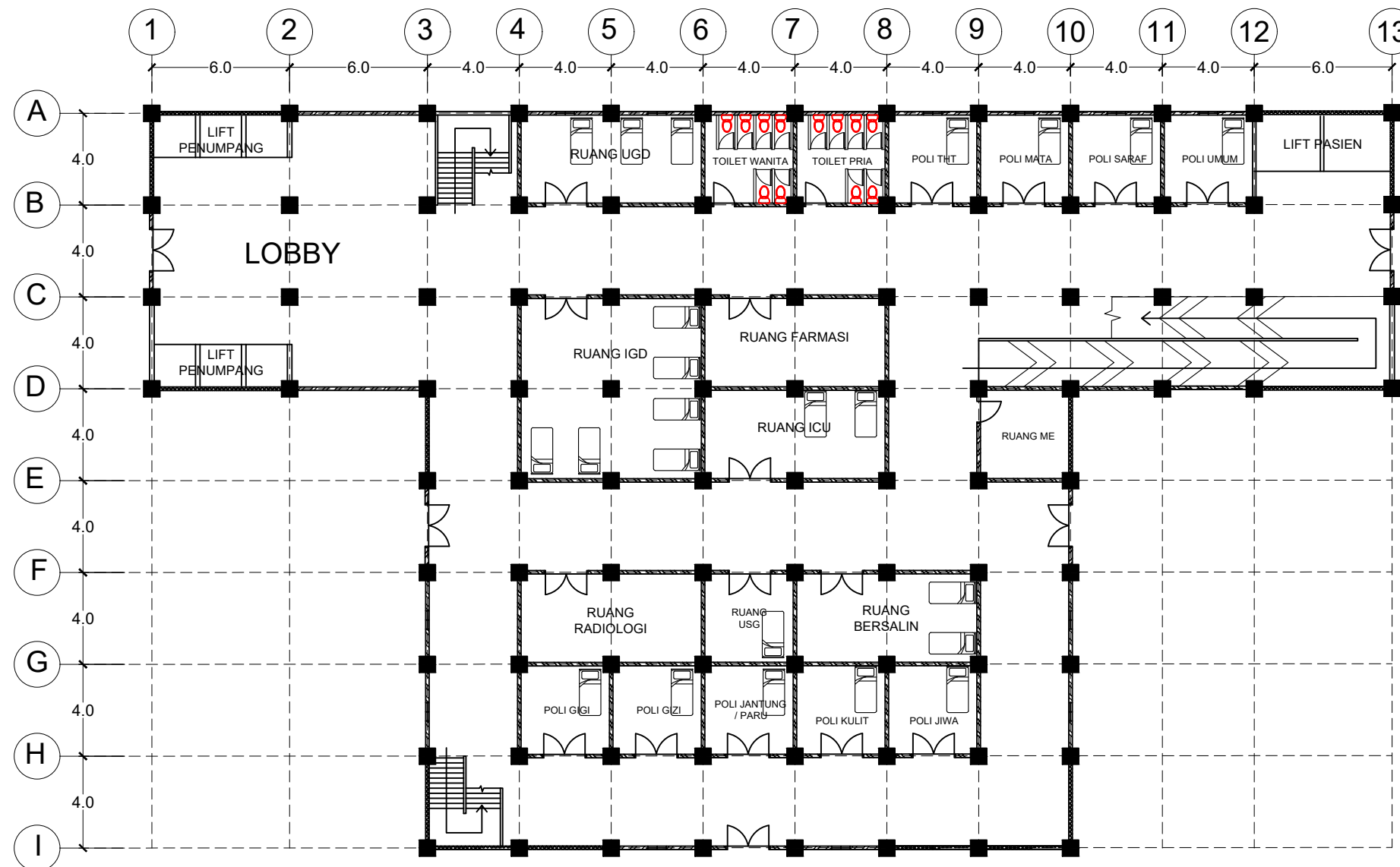
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

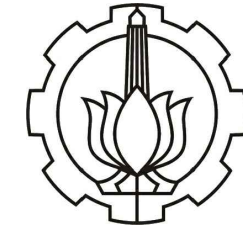
ARS

5

8



**DENAH LANTAI 1**  
 SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH LANTAI 2

1:250

KODE  
GAMBAR

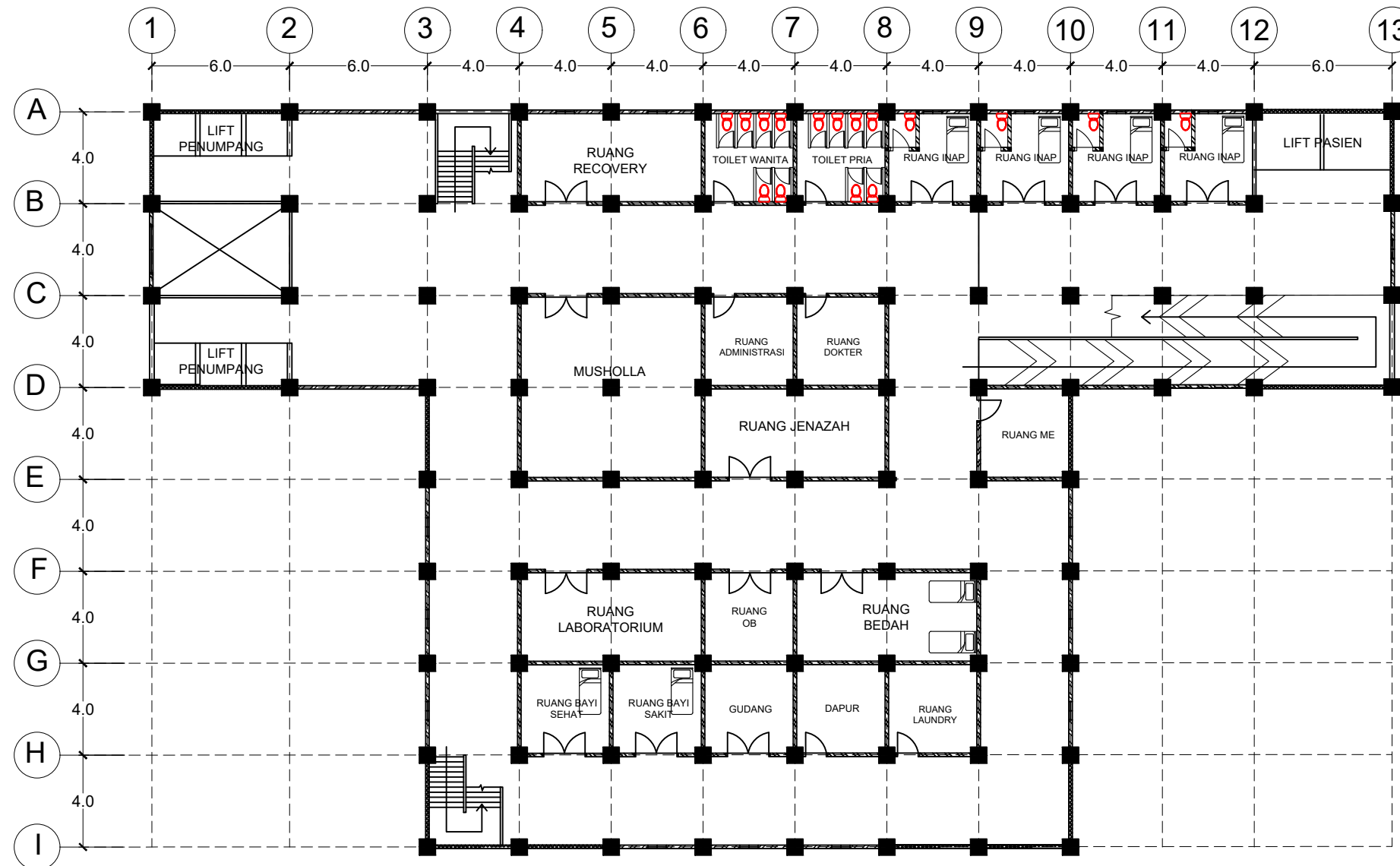
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

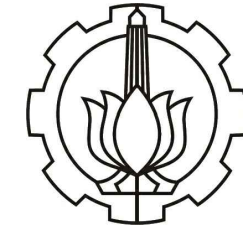
ARS

6

8



**DENAH LANTAI 2**  
 SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH LANTAI 3

1:250

KODE  
 GAMBAR

NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

ARS

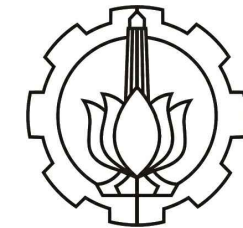
7

8



**DENAH LANTAI 3**  
 SKALA 1 : 250





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH LANTAI 3

1:250

KODE  
GAMBAR

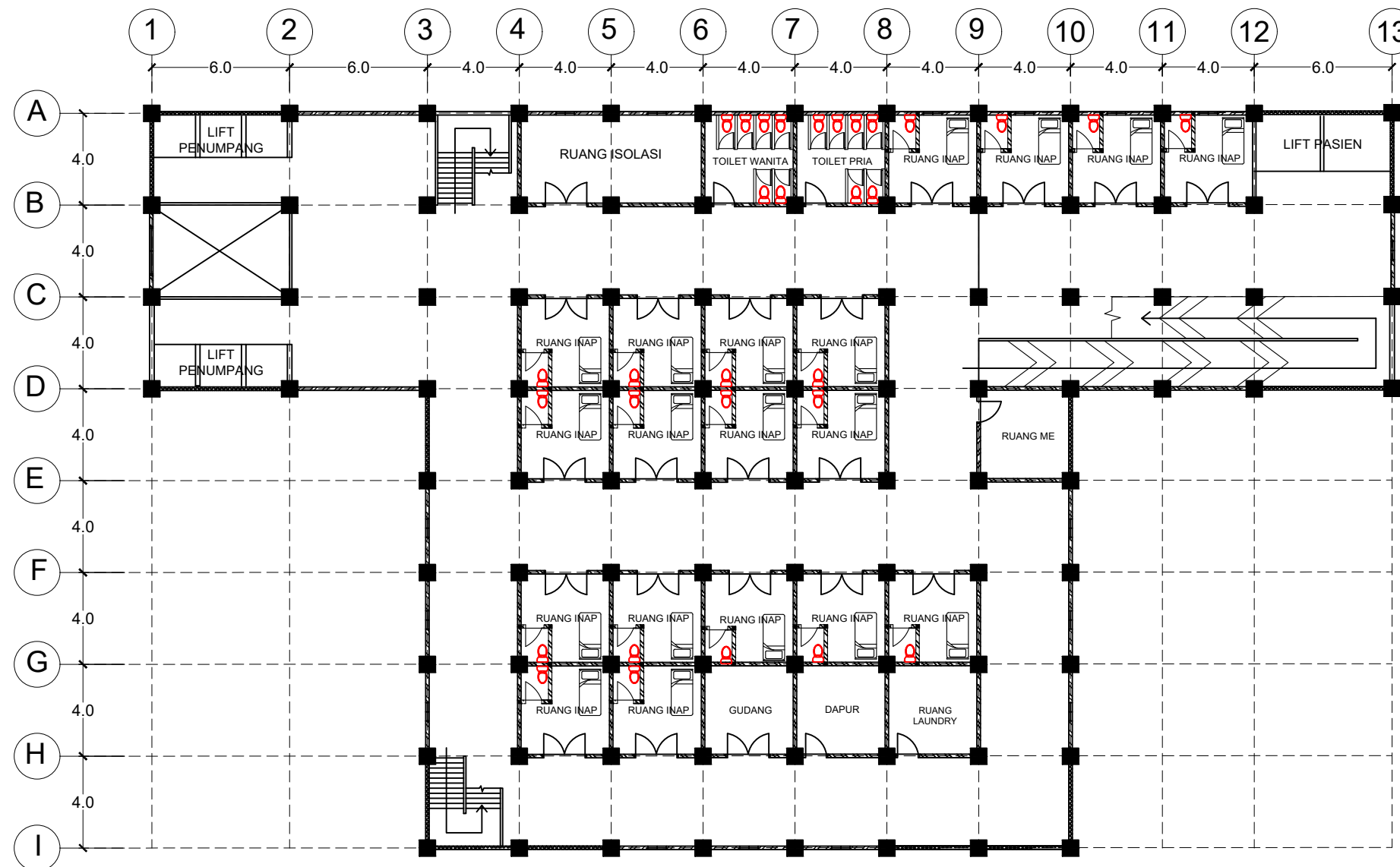
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

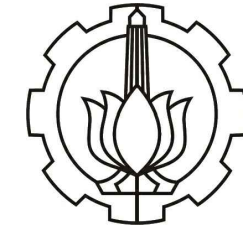
ARS

8

8



**DENAH LANTAI 4-10**  
 SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH BALOK KOLOM LT. 2-4

1:250

KODE  
GAMBAR

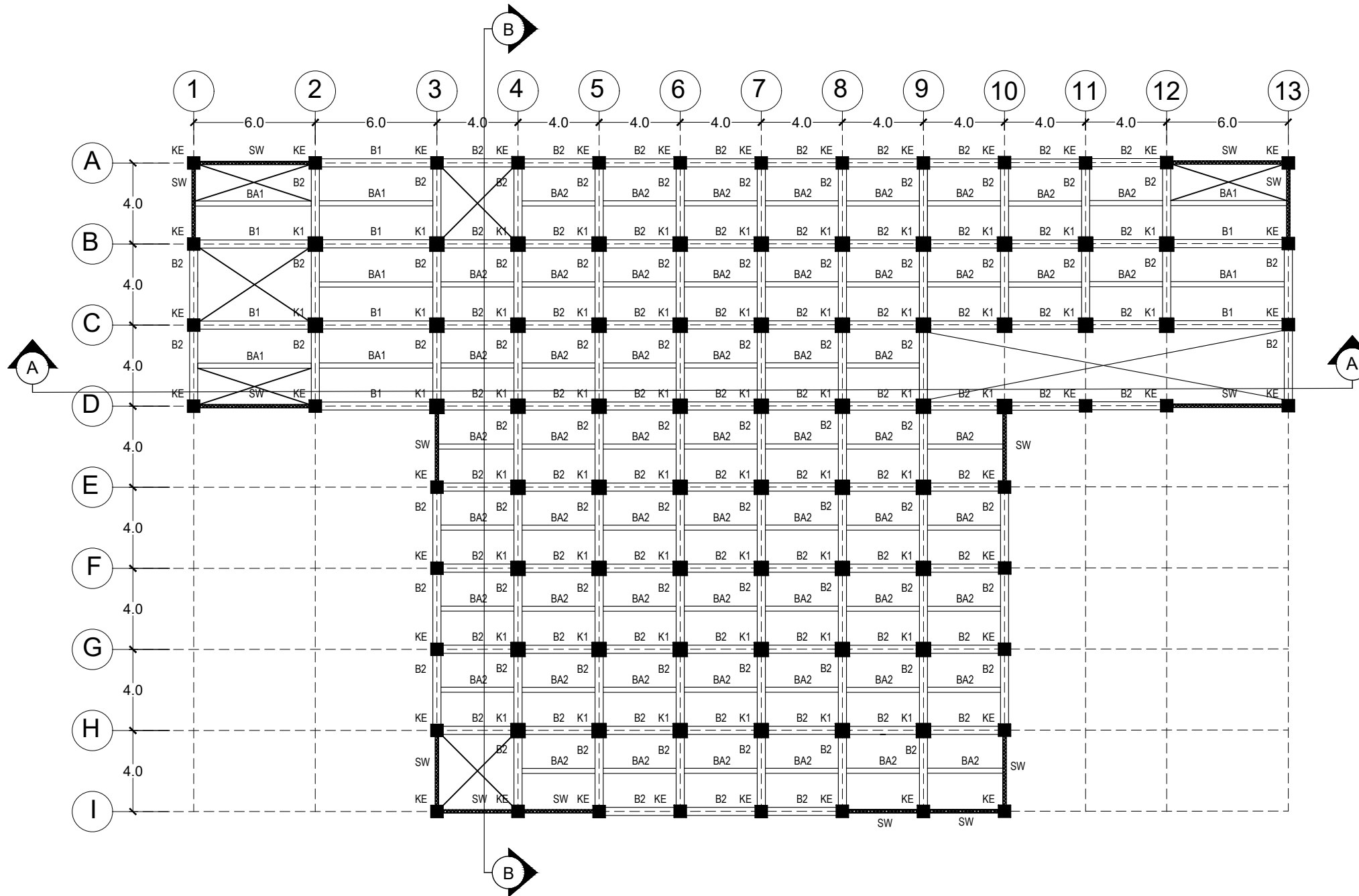
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

STR

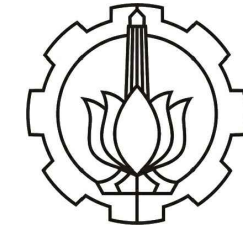
1

31



NOTASI	DIMENSI
KE	600 x 600
K1	700 x 700
B1	400 x 600
B2	400 x 600
BA1	250 x 400
BA2	200 x 300
SW	t = 150

**DENAH BALOK KOLOM LT.2-4**  
 SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH BALOK KOLOM LT. 5-7

1:250

KODE  
 GAMBAR

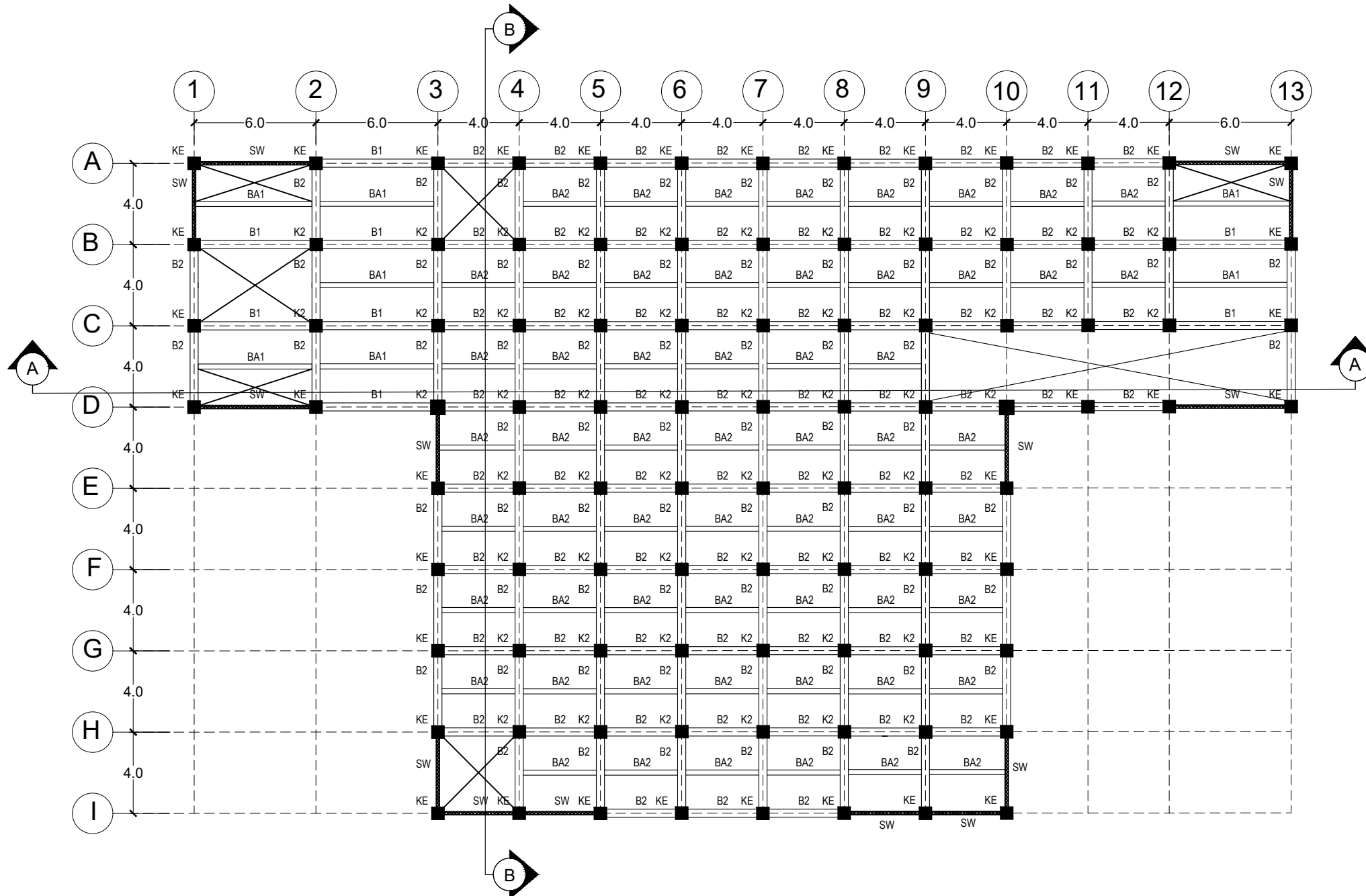
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

STR

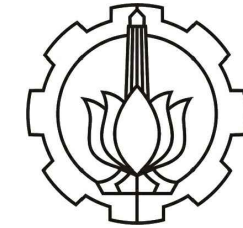
2

31



NOTASI	DIMENSI
KE	600 x 600
K2	650 x 650
B1	400 x 600
B2	400 x 600
BA1	250 x 400
BA2	200 x 300
SW	t = 150

**DENAH BALOK KOLOM LT.5-7**  
 SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH BALOK KOLOM LT.8-10

1:250

KODE  
 GAMBAR

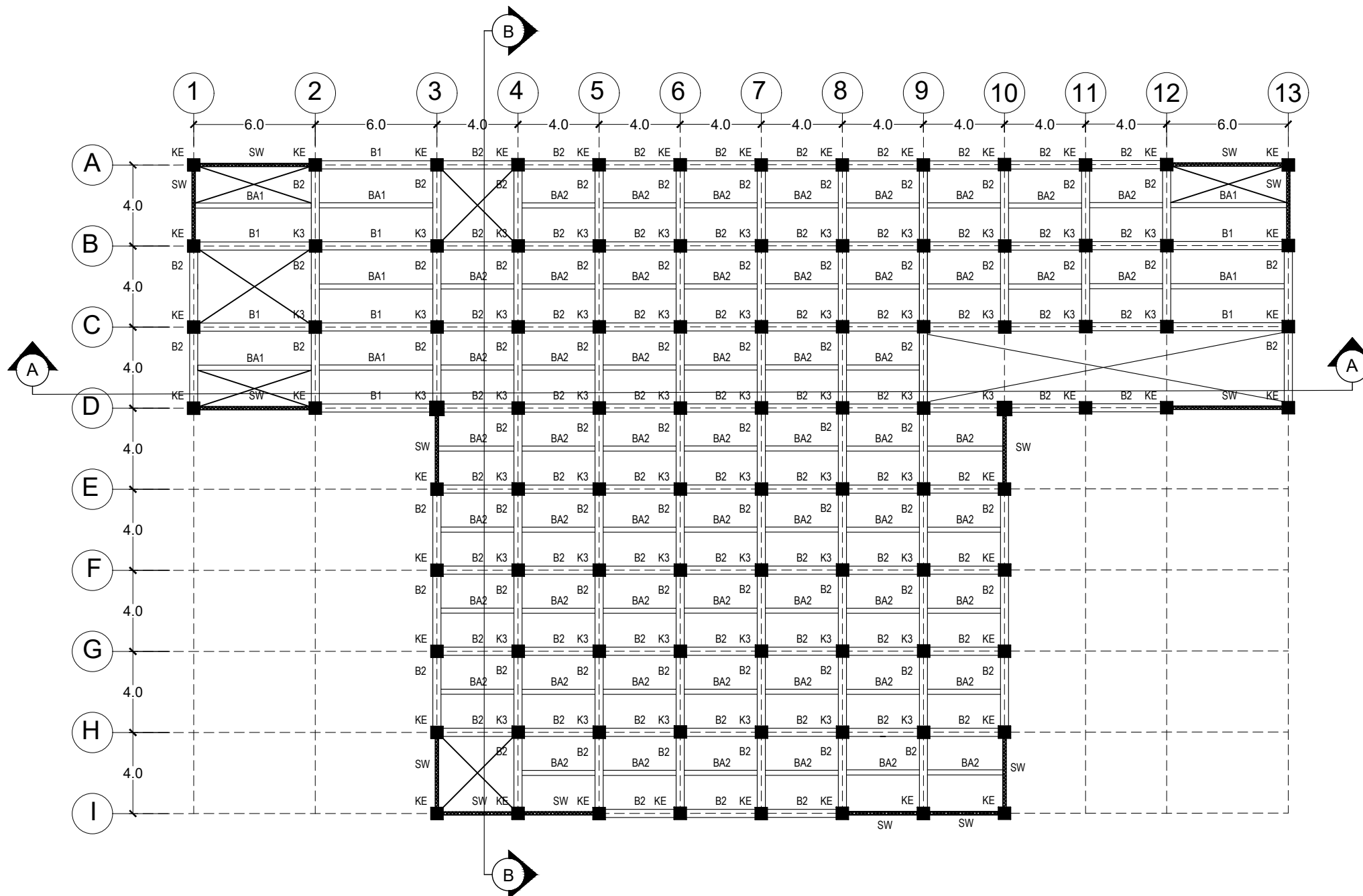
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

**STR**

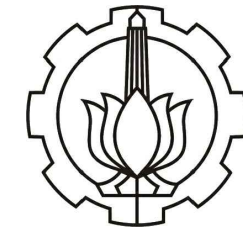
**3**

**31**



NOTASI	DIMENSI
KE	600 x 600
K3	600 x 600
B1	400 x 600
B2	400 x 600
BA1	250 x 400
BA2	200 x 300
SW	t = 150

**DENAH BALOK KOLOM LT.8-10**  
 SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PELAT LT. 2

1:250

KODE  
GAMBAR

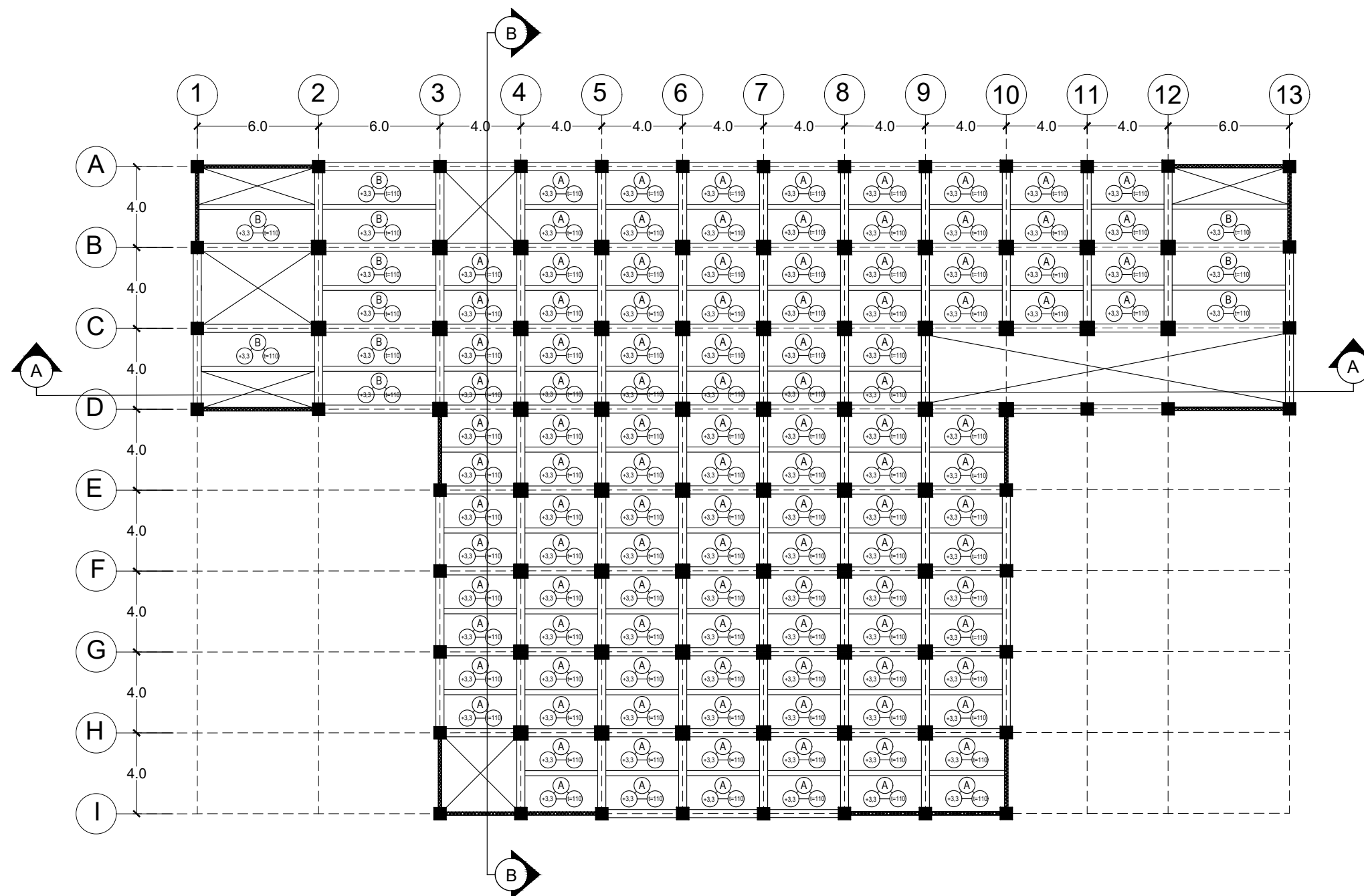
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

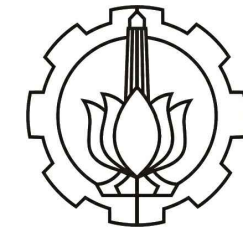
STR

4

31



**DENAH PELAT LT. 2**  
 SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
NRP. 03111740000095  
KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PELAT LT. 3

1:250

KODE  
GAMBAR

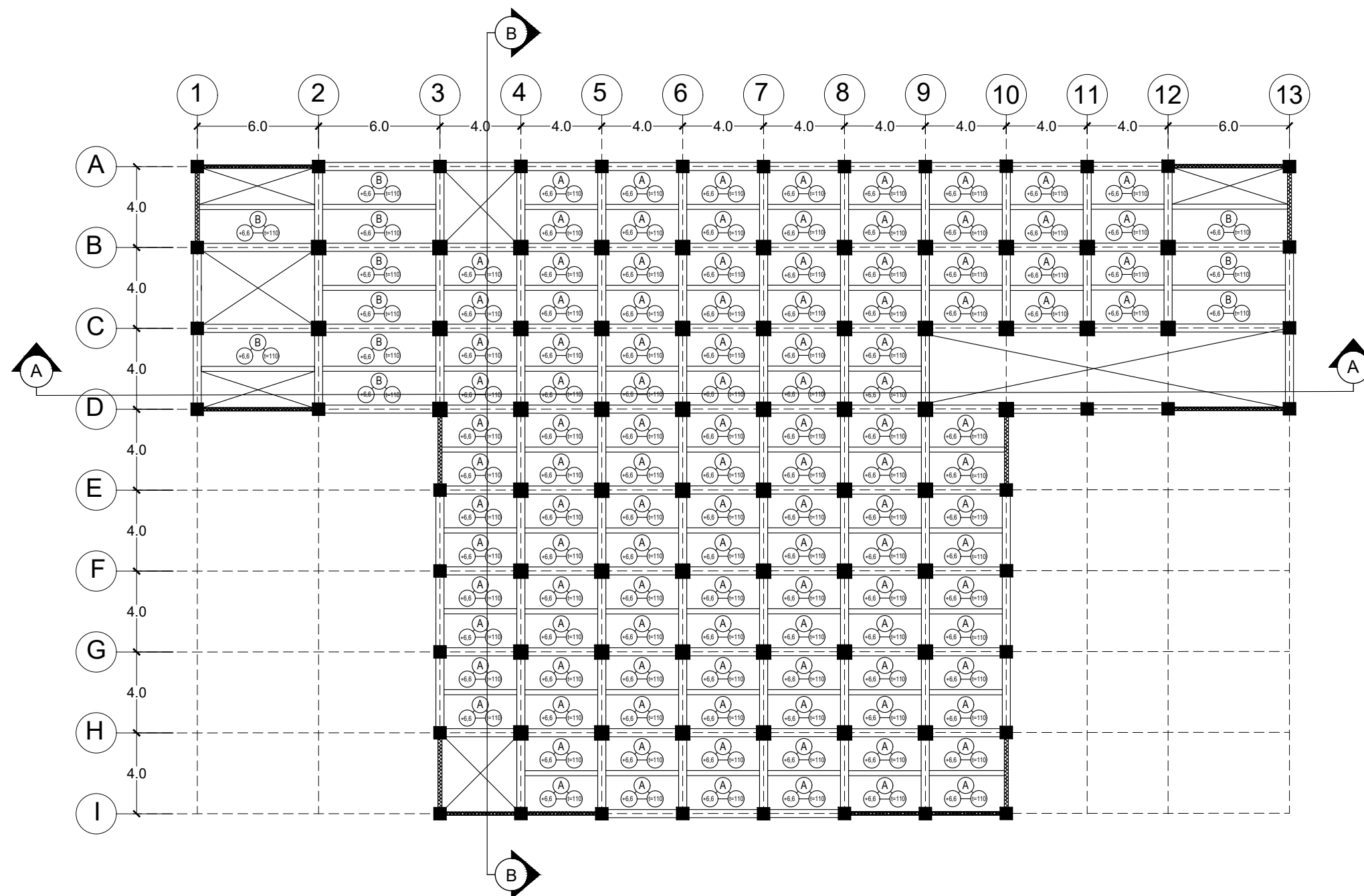
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

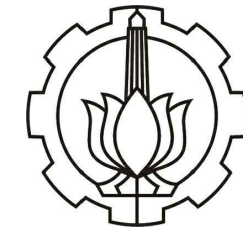
STR

5

31



 DENAH PELAT LT. 3  
SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PELAT LT. 4

1:250

KODE  
GAMBAR

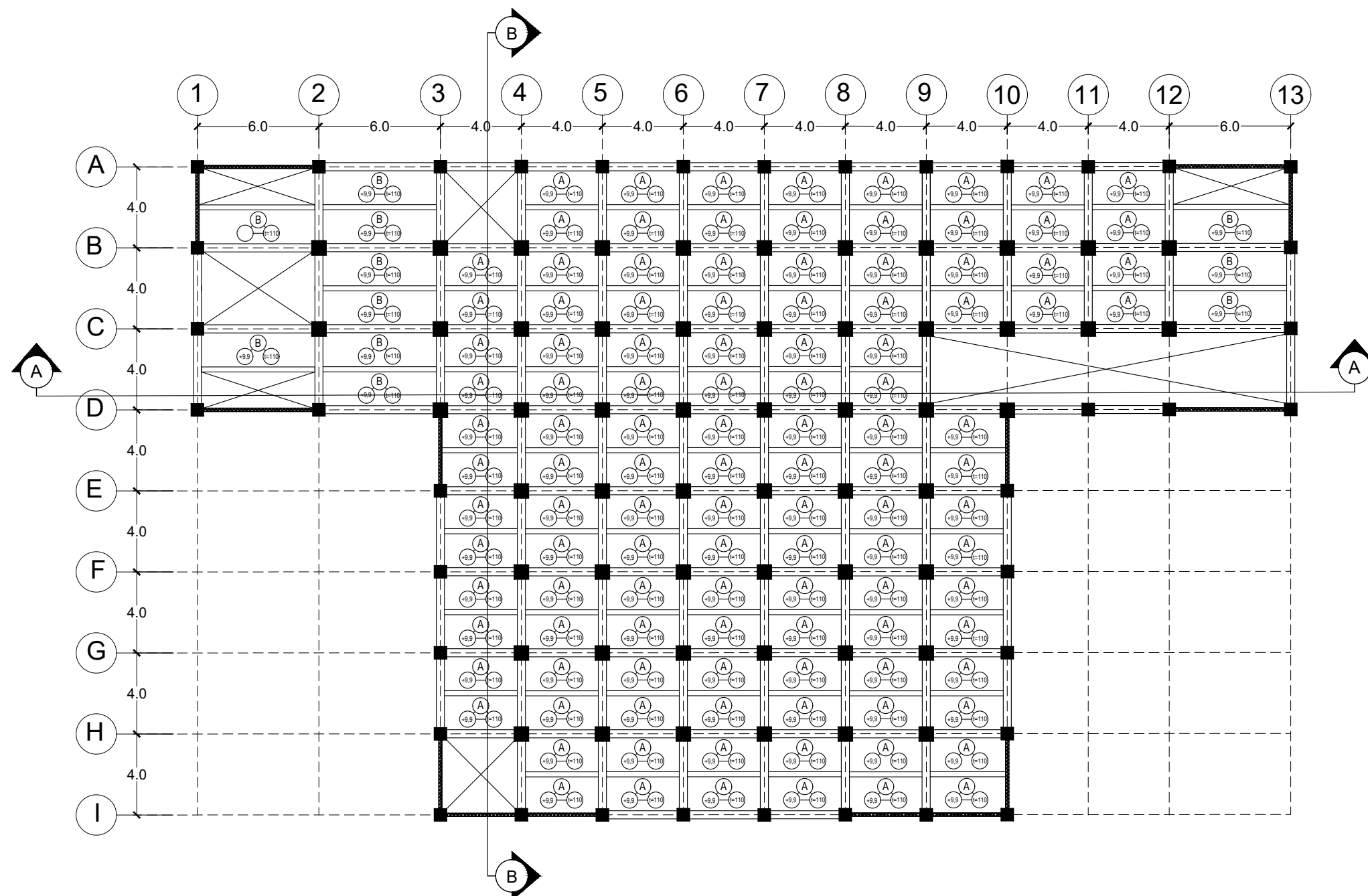
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

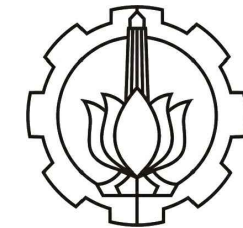
STR

6

31



**DENAH PELAT LT. 4**  
 SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PELAT LT. 5

1:250

KODE  
GAMBAR

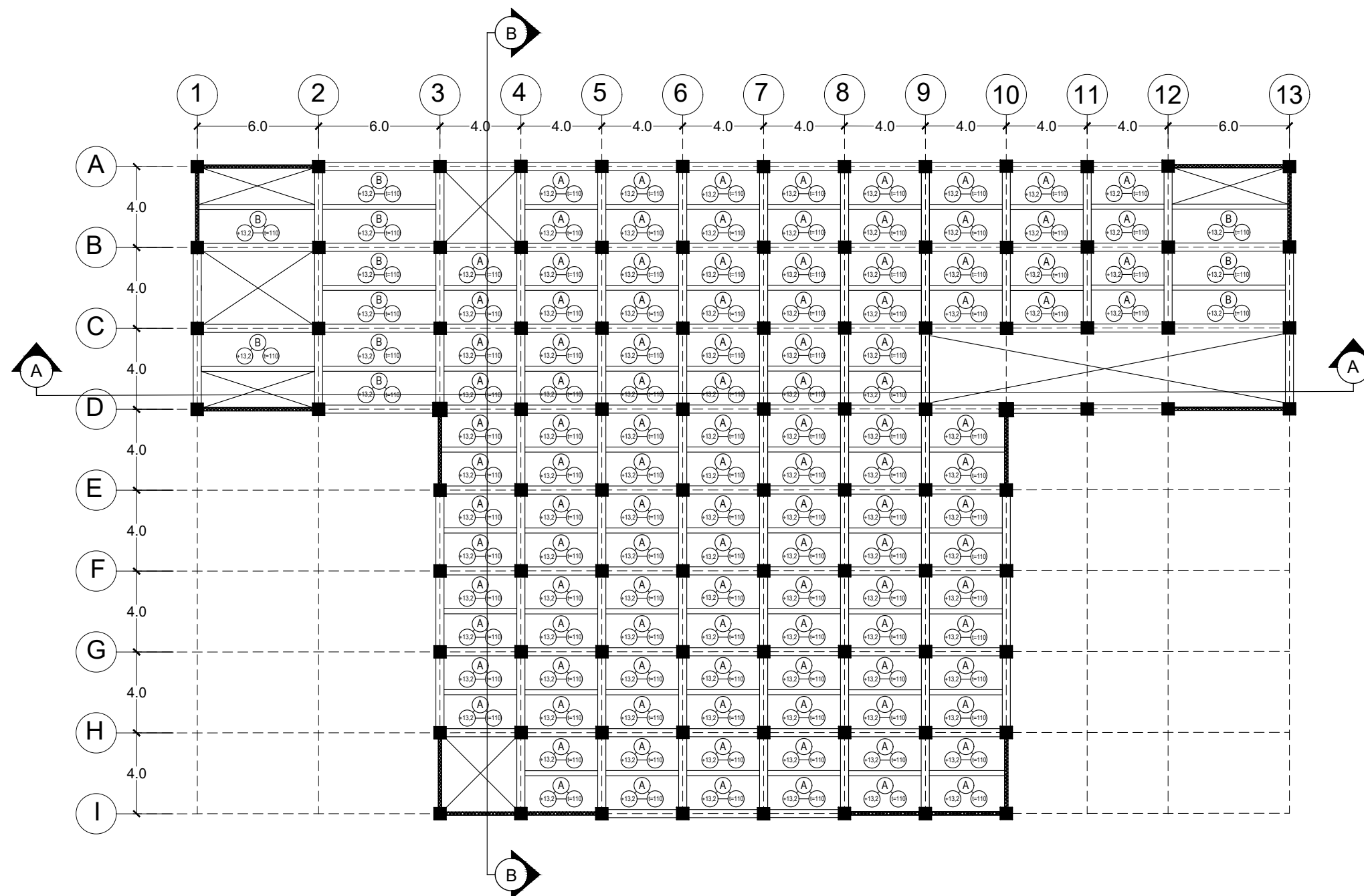
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

STR

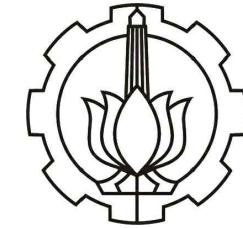
7

31



**DENAH PELAT LT. 5**  
 SKALA 1 : 250





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
NRP. 03111740000095  
KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PELAT LT. 6

1:250

KODE  
GAMBAR

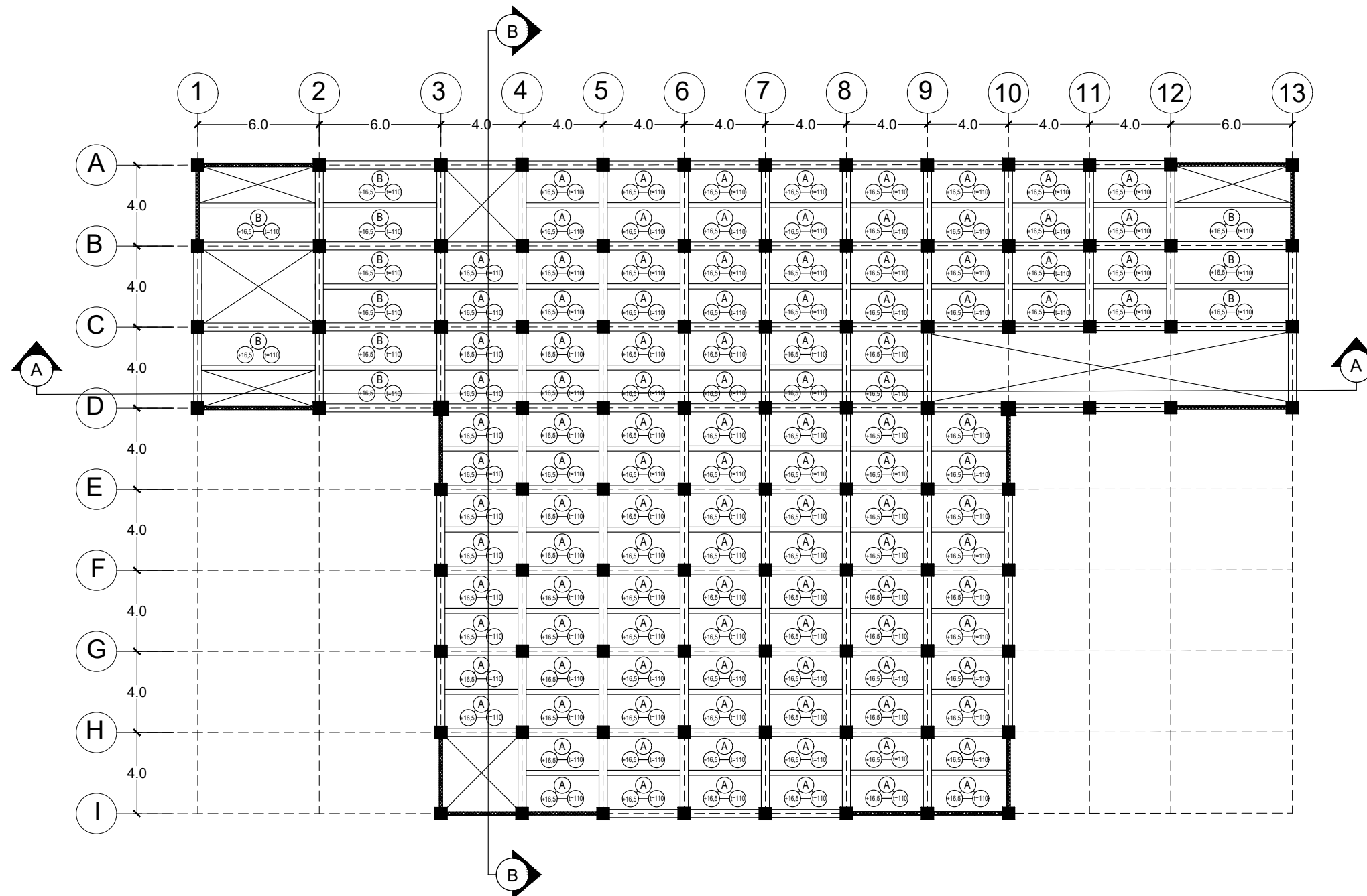
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

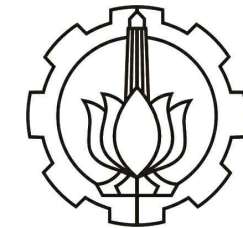
STR

8

31



 DENAH PELAT LT. 6  
SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
NRP. 03111740000095  
KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PELAT LT. 7

1:250

KODE  
GAMBAR

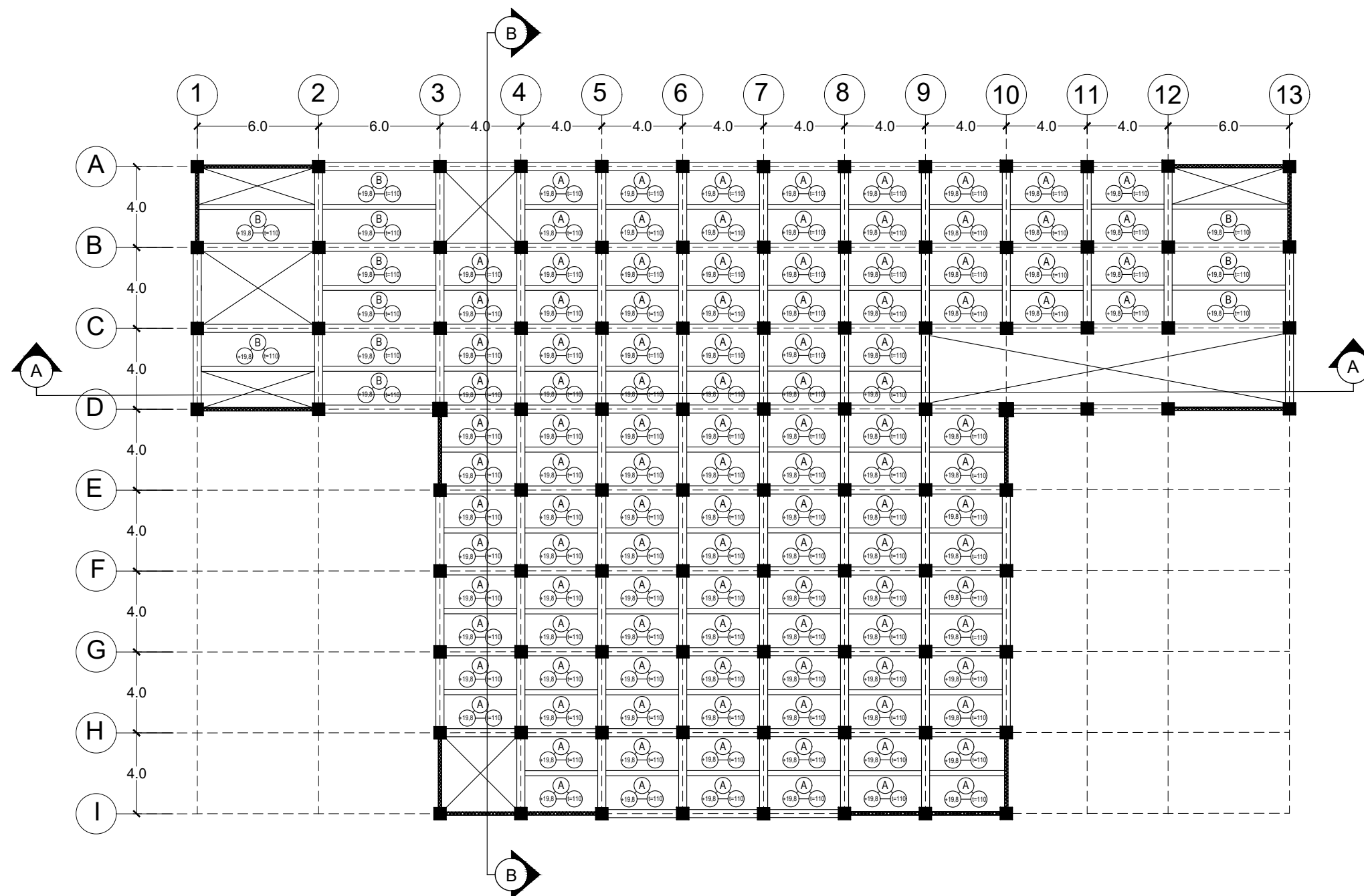
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

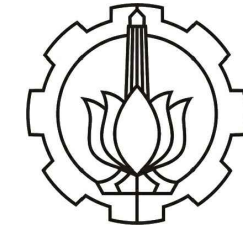
STR

9

31



 DENAH PELAT LT. 7  
SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PELAT LT. 8

1:250

KODE  
 GAMBAR

NOMOR  
 LEMBAR

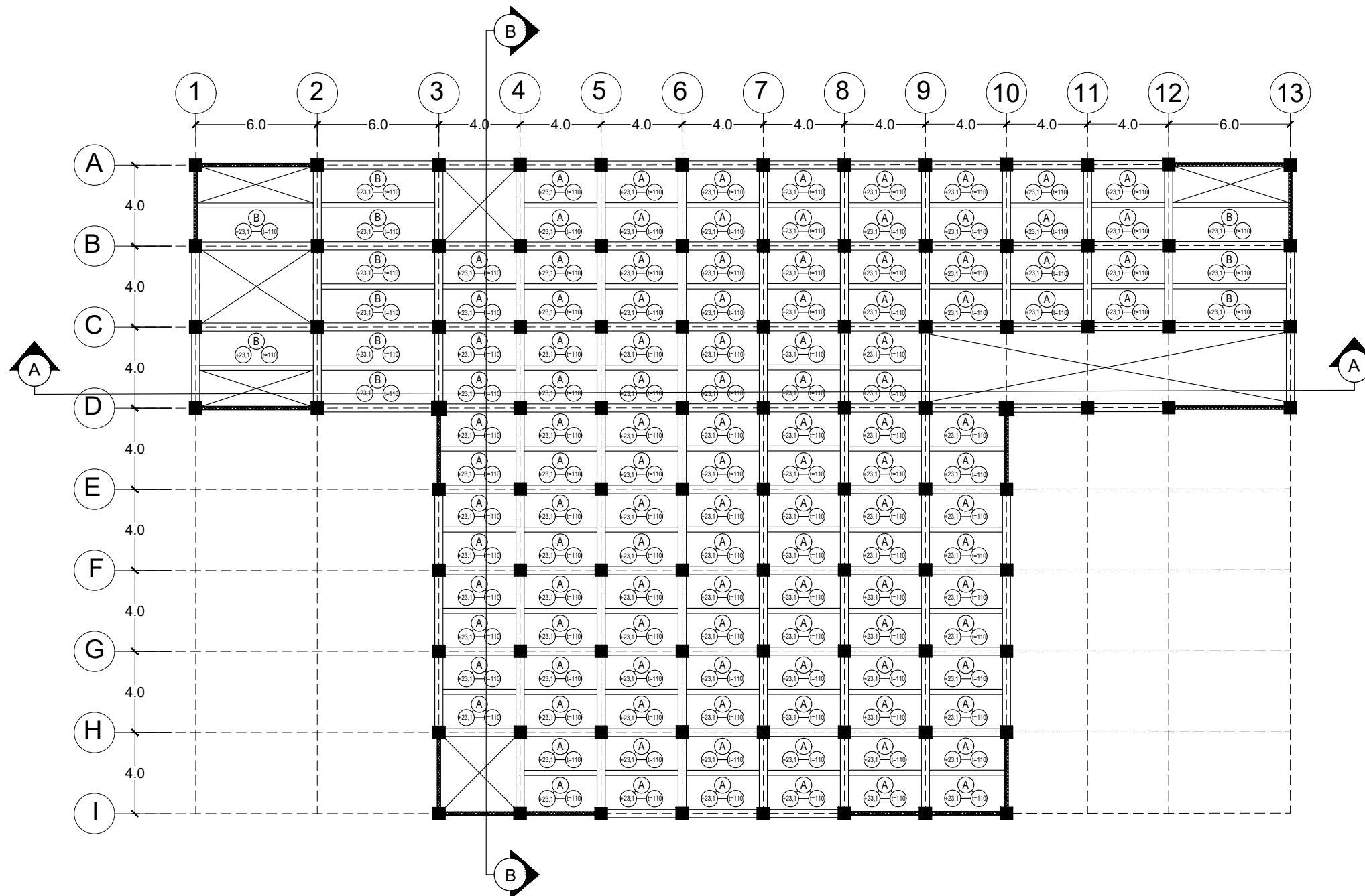
JUMLAH  
 LEMBAR

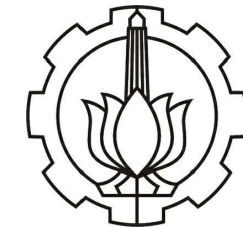
STR

10

31

 DENAH PELAT LT. 8  
 SKALA 1 : 250





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PELAT LT. 9

1:250

KODE  
 GAMBAR

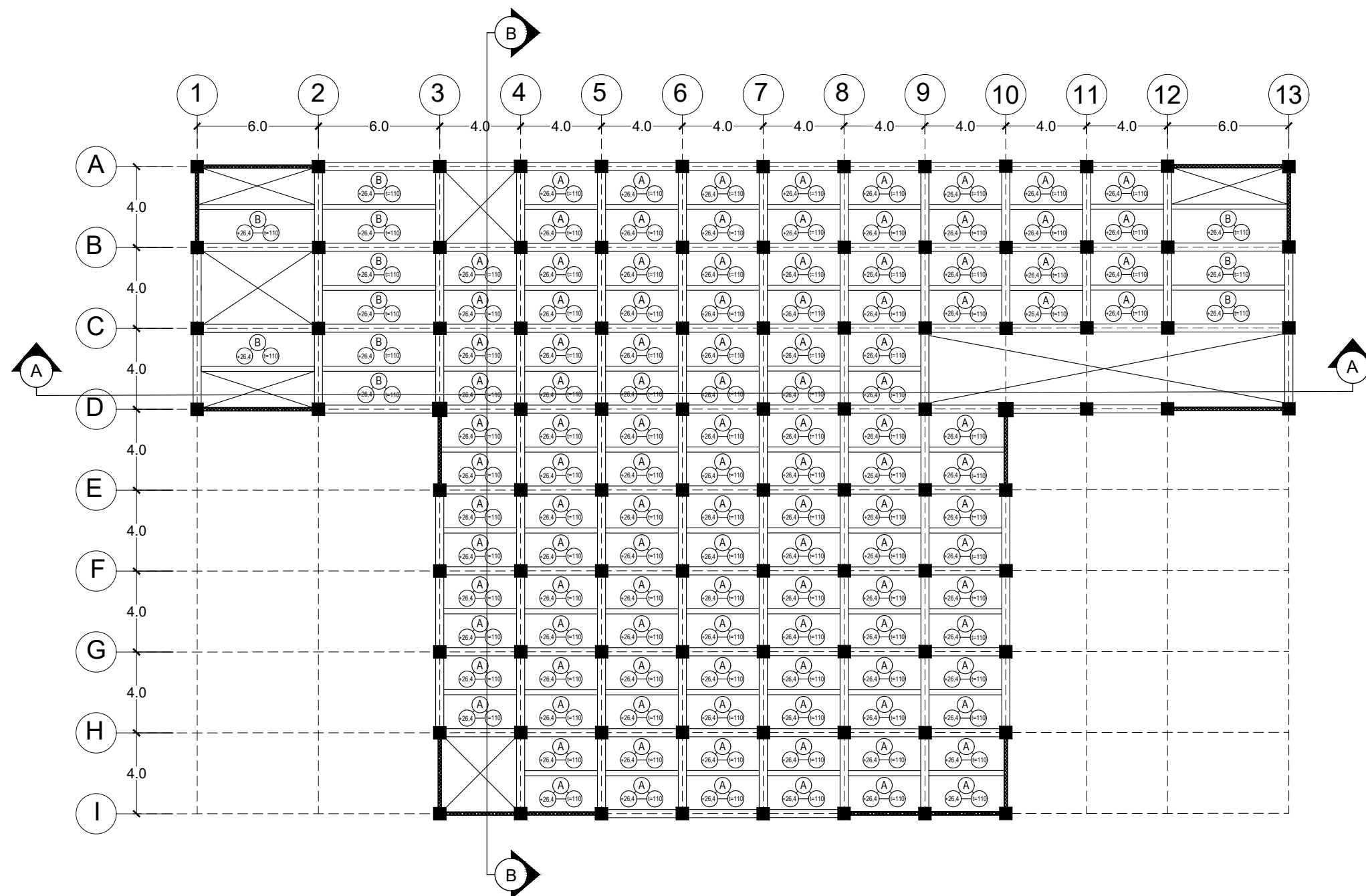
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

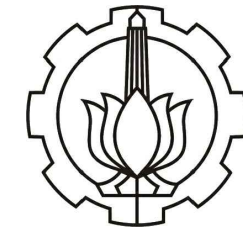
STR

11

31



**DENAH PELAT LT. 9**  
 SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PELAT LT. 10

1:250

KODE  
 GAMBAR

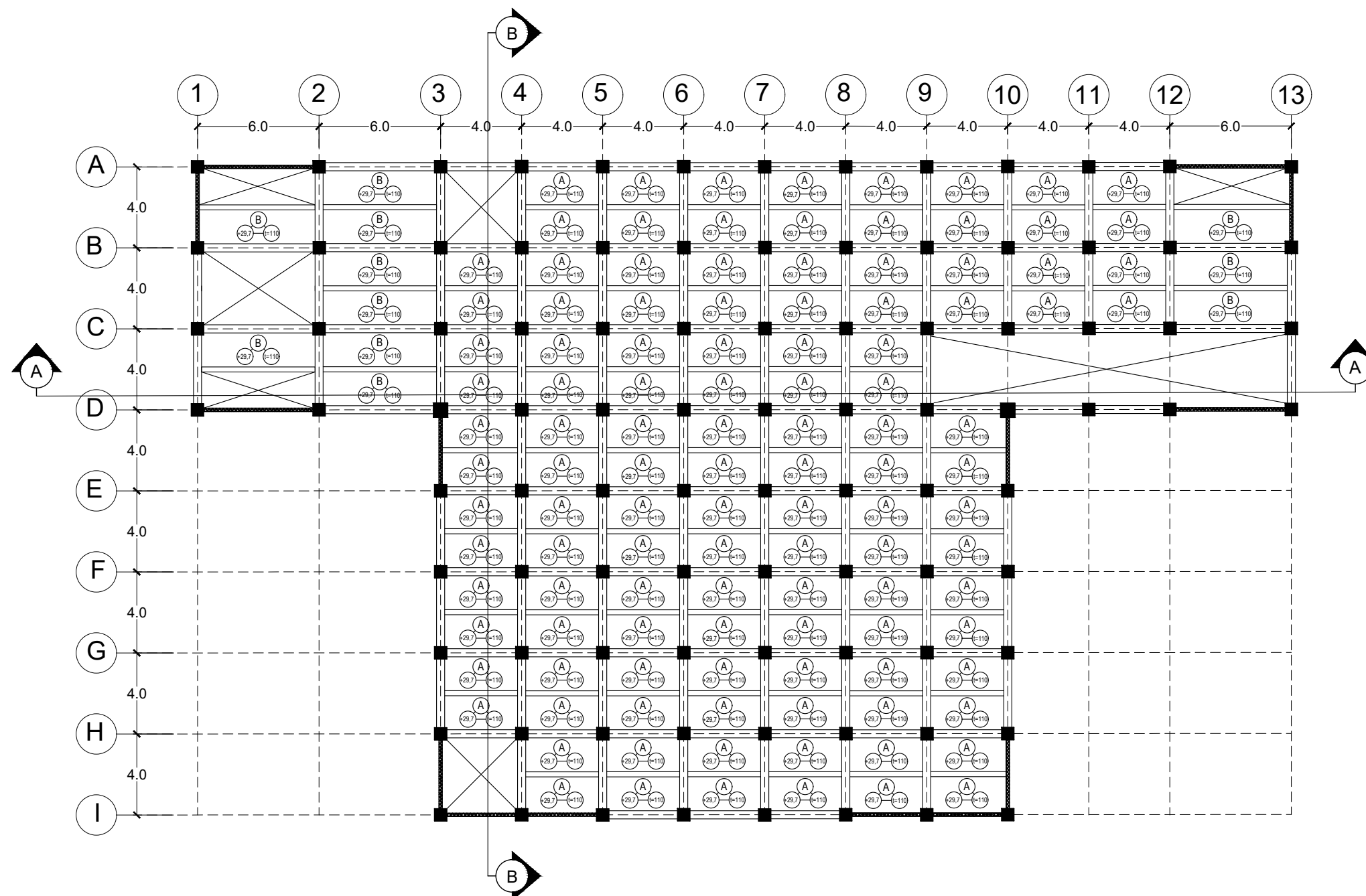
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

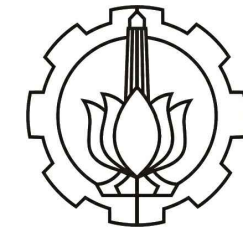
STR

12

31



**DENAH PELAT LT. 10**  
 SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PELAT LT. ATAP

1:250

KODE  
 GAMBAR

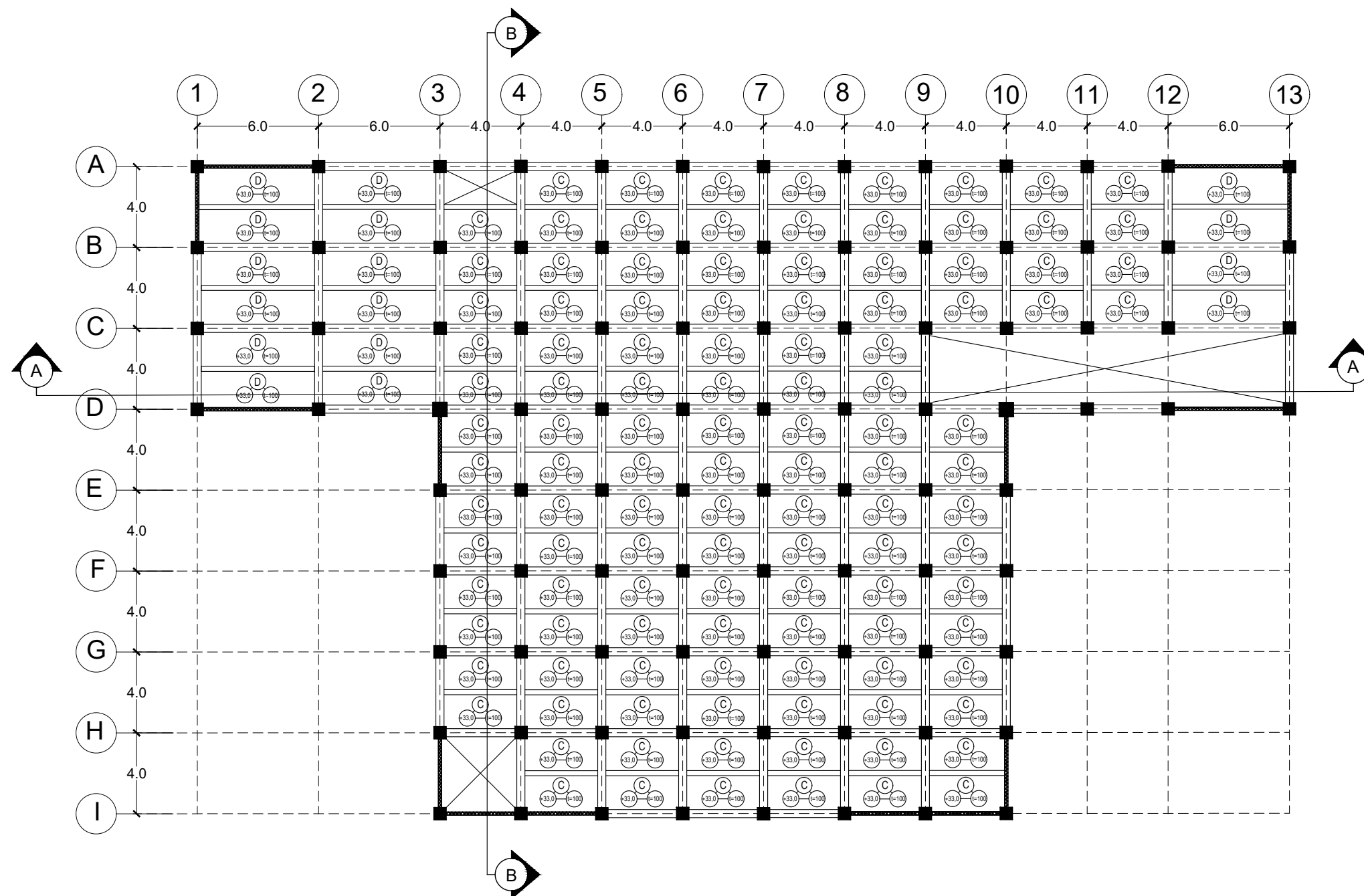
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

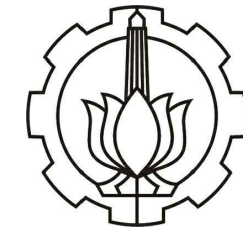
STR

13

31



 DENAH PELAT LT. ATAP  
 SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

POTONGAN A-A

1:250

KODE  
GAMBAR

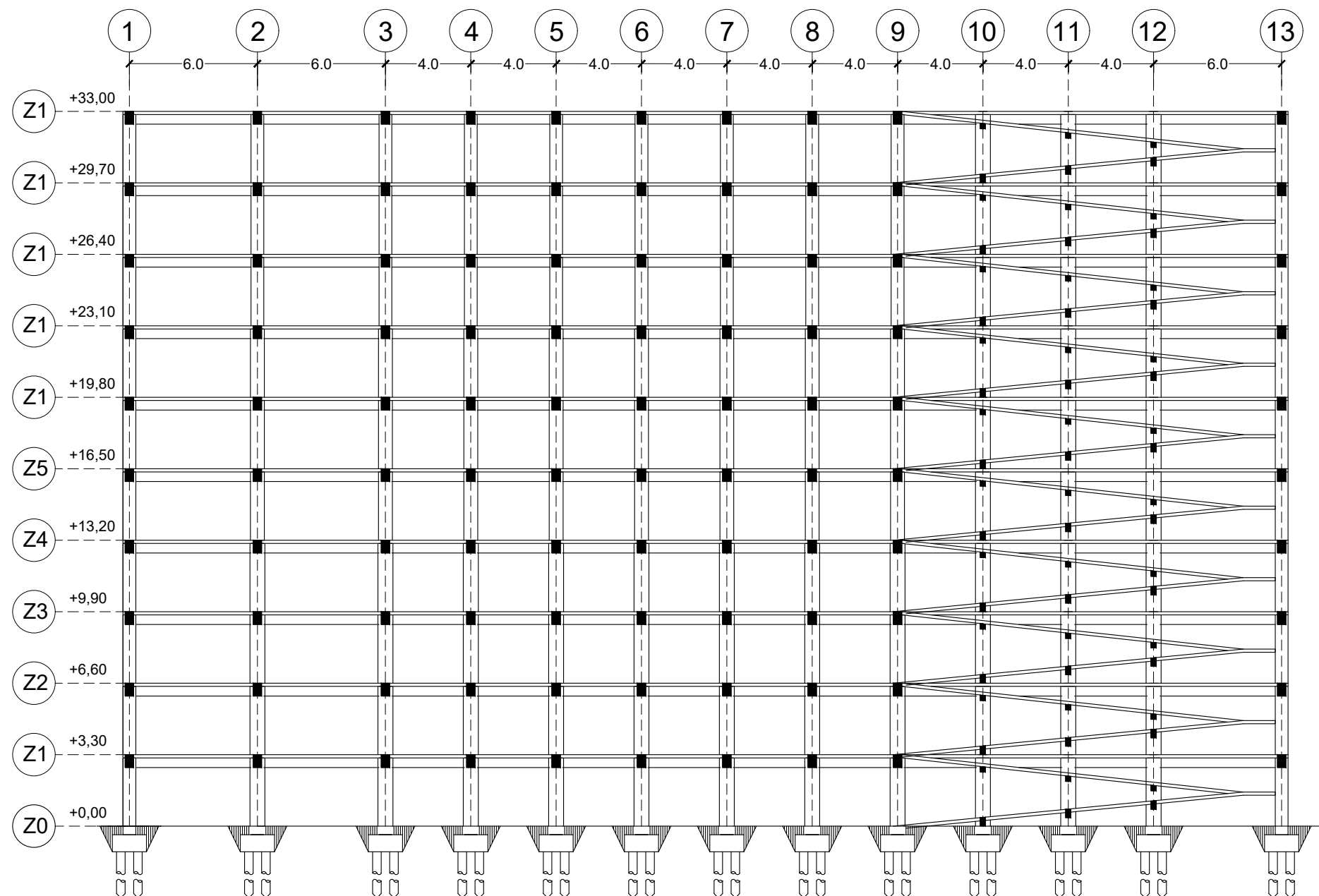
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

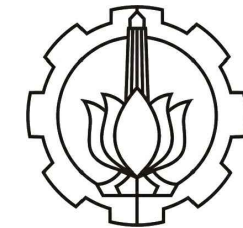
**STR**

**14**

**31**



**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
NRP. 03111740000095  
KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

POTONGAN B-B

1:250

KODE  
GAMBAR

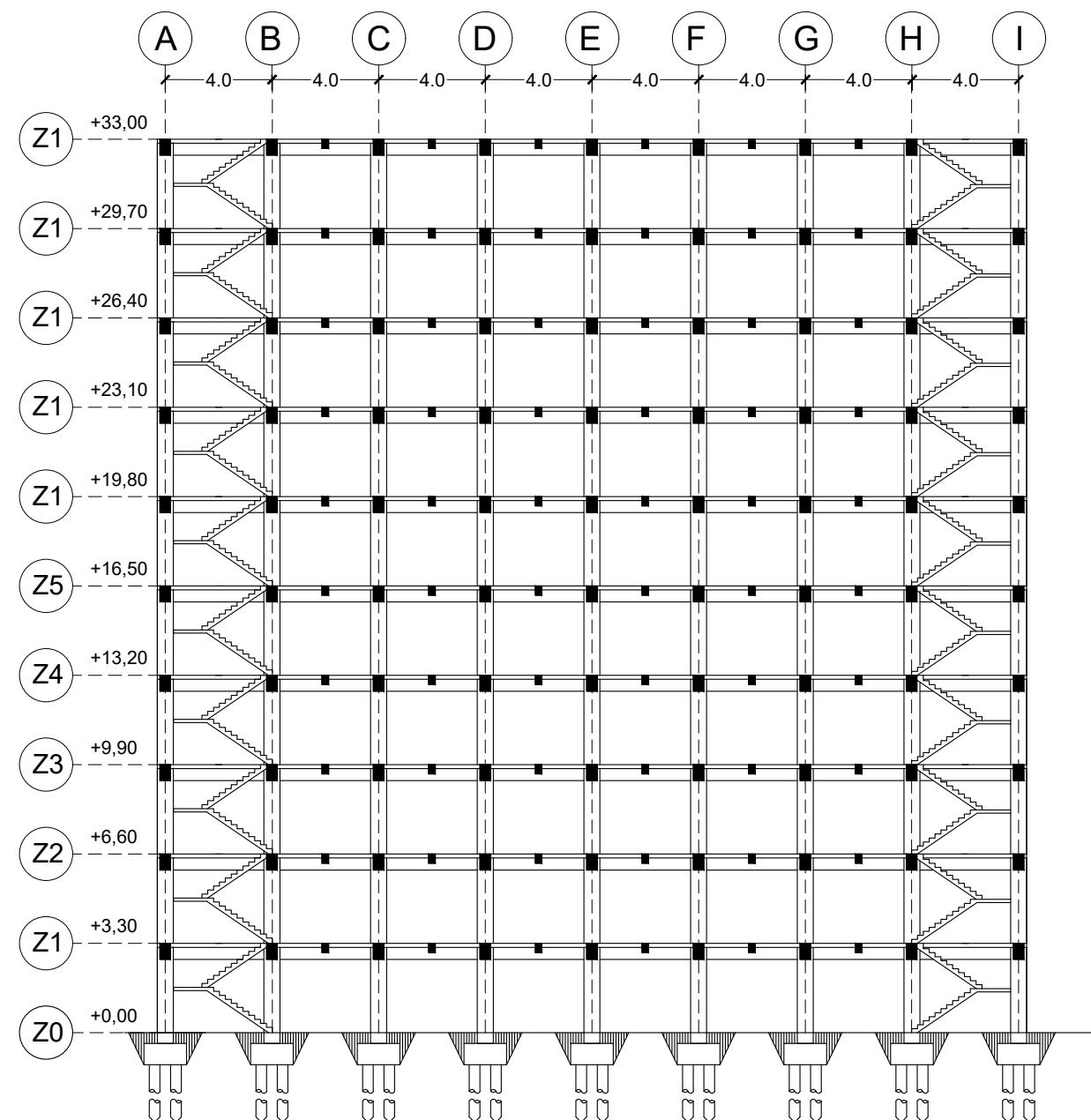
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

STR

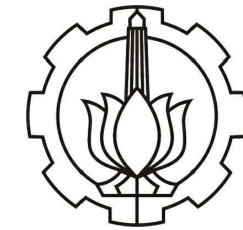
15

31



 **POTONGAN B-B**  
SKALA 1 : 250





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PELAT TIPE A  
 POTONGAN A-A

1:25  
 1:25

KODE  
 GAMBAR

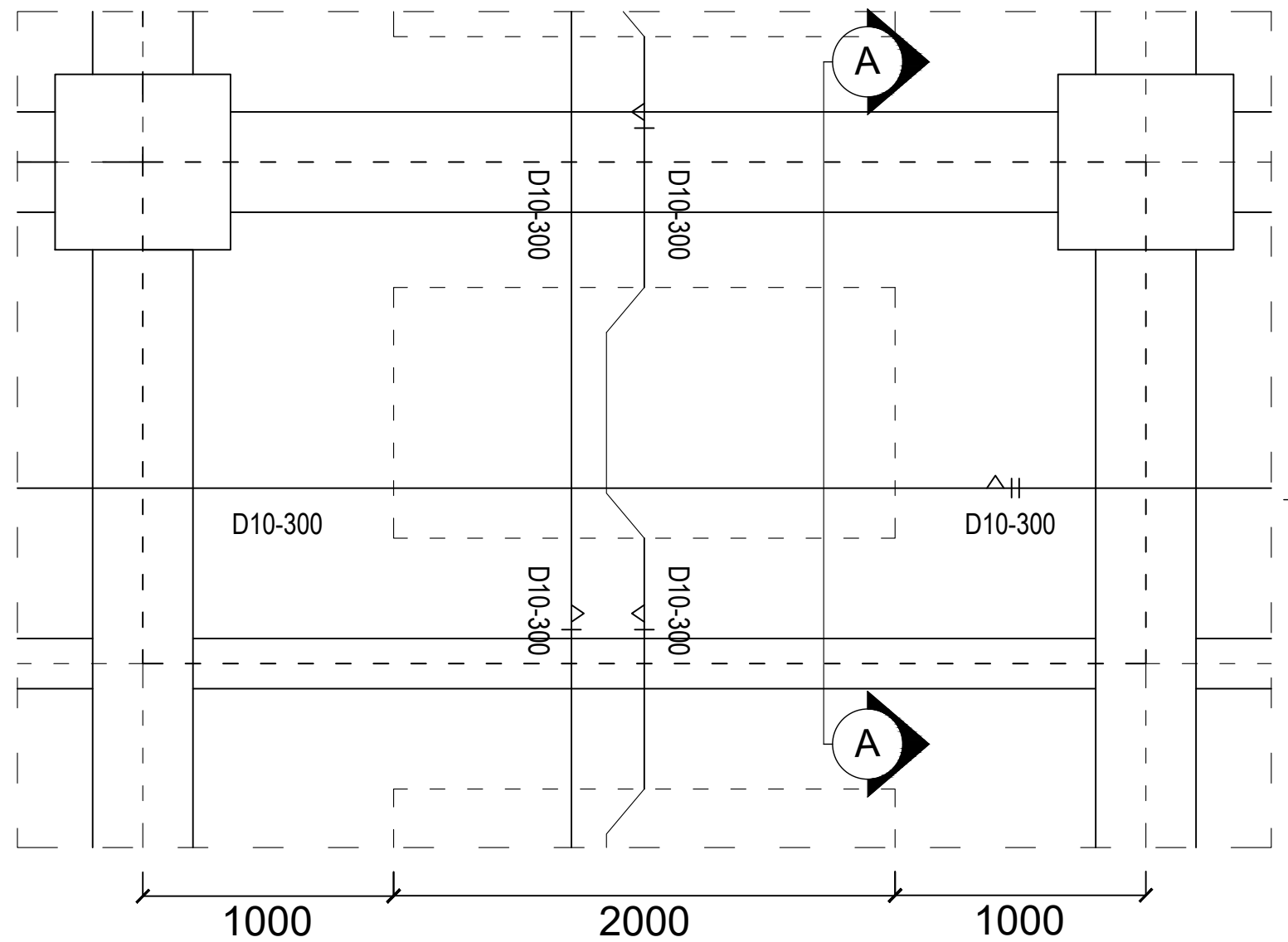
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

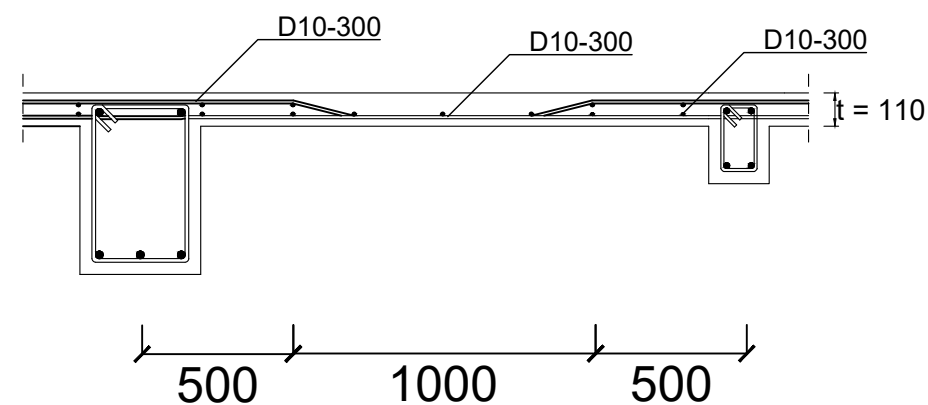
**STR**

**16**

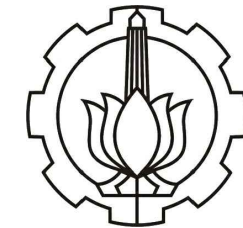
**31**



**DENAH PELAT TIPE A**  
 SKALA 1 : 25



**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 25



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PELAT TIPE B  
 POTONGAN A-A

1:35  
 1:17,5

KODE  
 GAMBAR

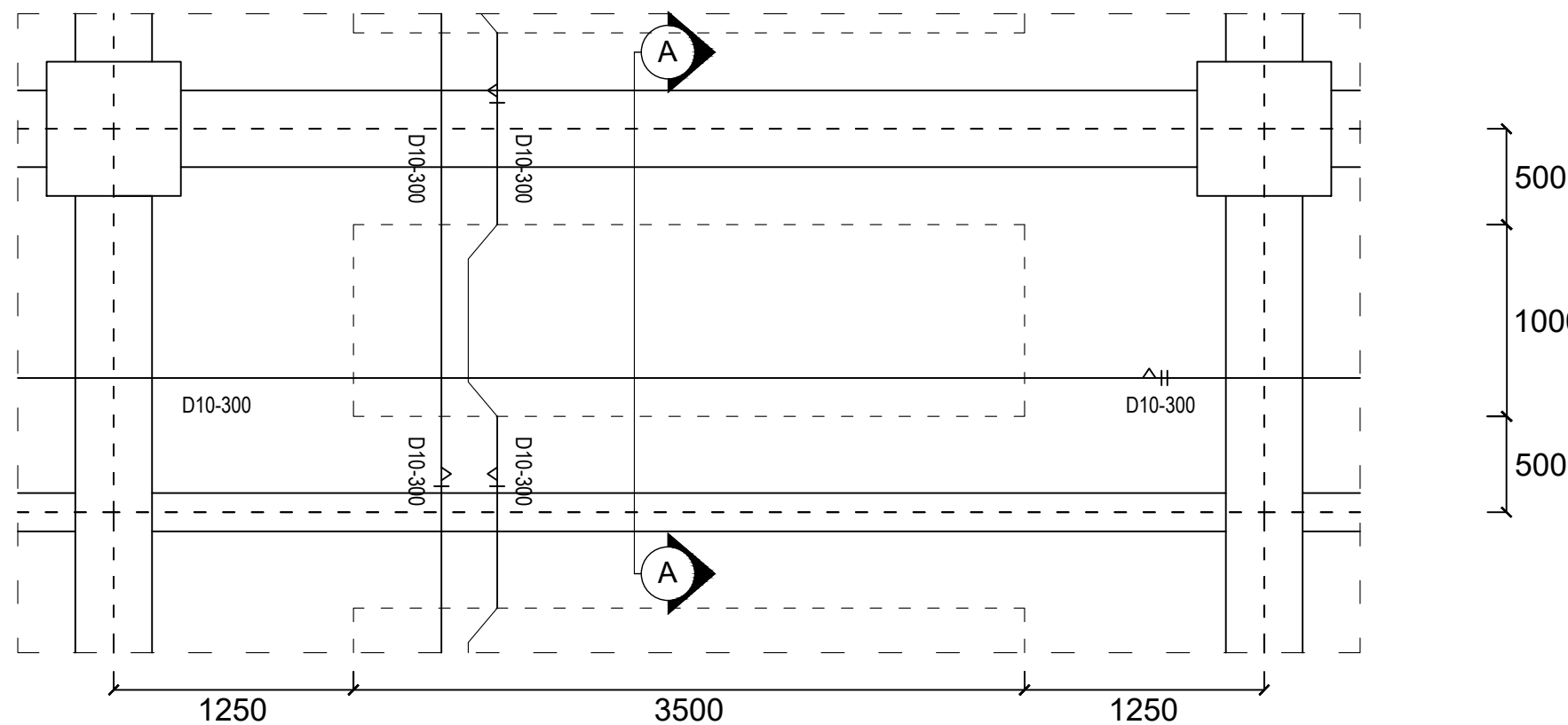
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

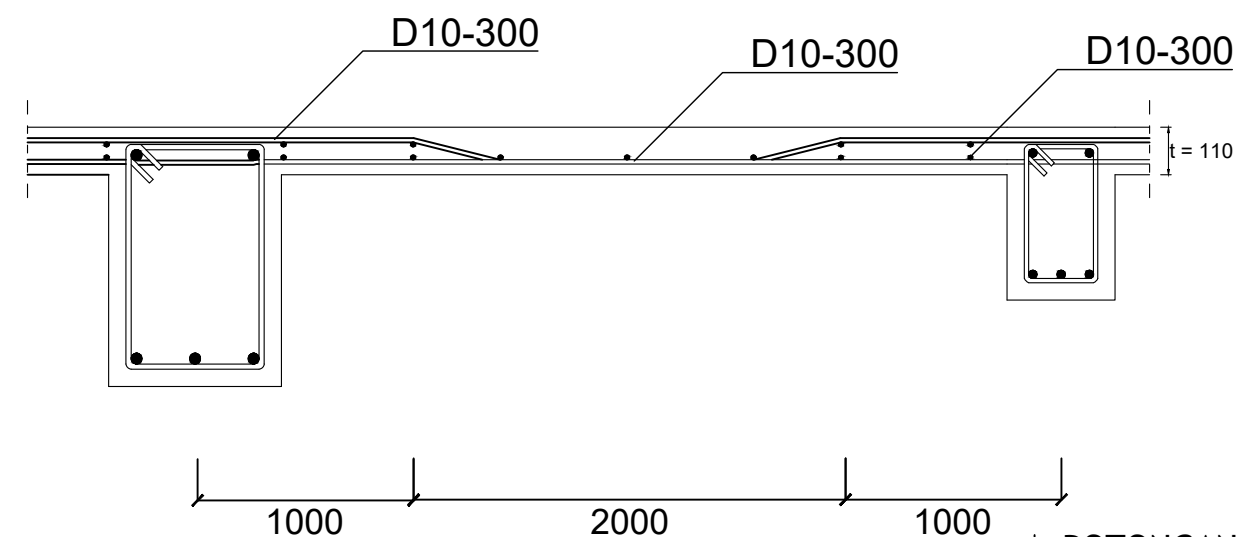
**STR**

**17**

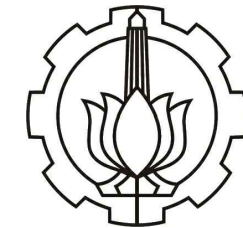
**31**



**DENAH PELAT TIPE B**  
 SKALA 1 : 35



**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 17,5



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PELAT TIPE C  
 POTONGAN A-A

1:25  
 1:25

KODE  
 GAMBAR

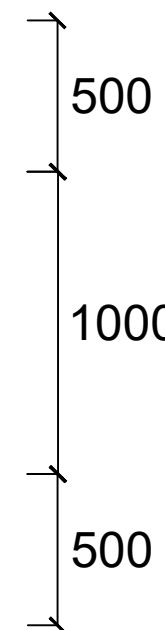
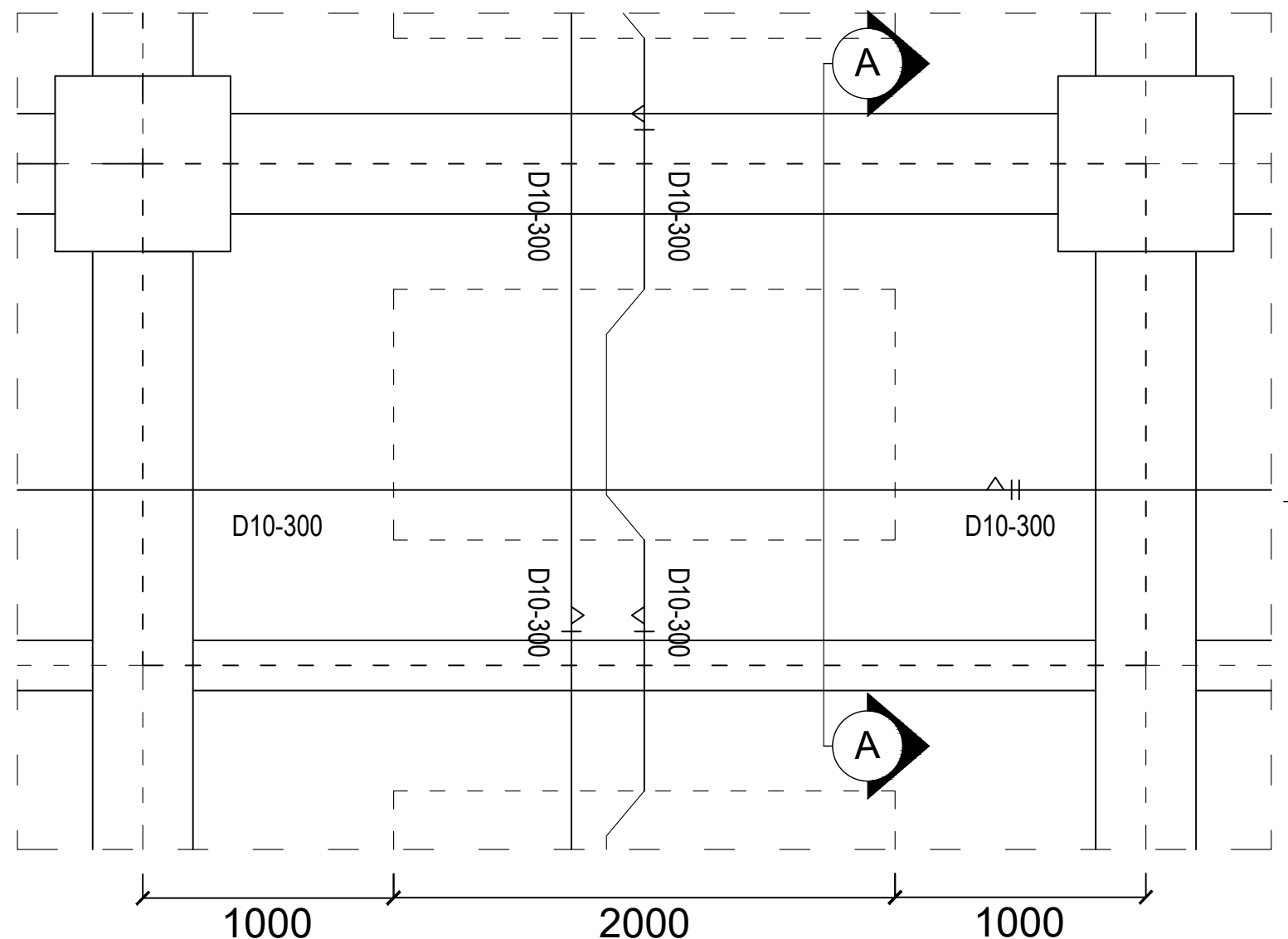
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

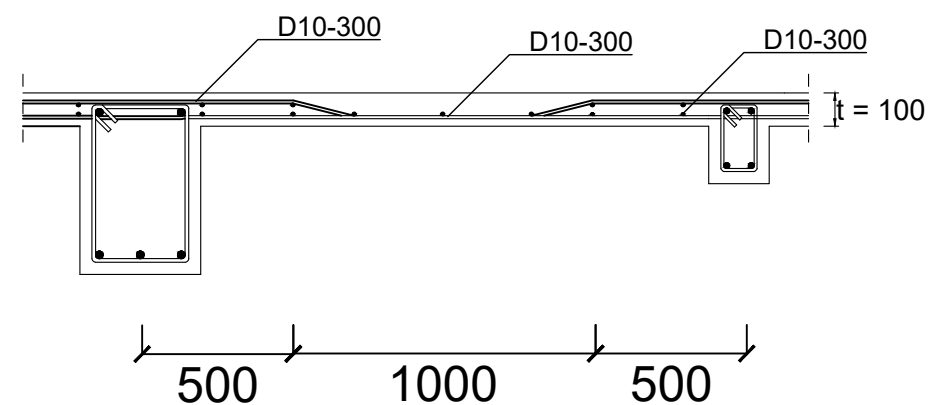
**STR**

**18**

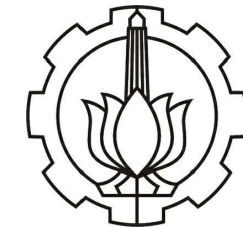
**31**



**DENAH PELAT TIPE C**  
 SKALA 1 : 25



**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 25



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PELAT TIPE D  
 POTONGAN A-A

1:35  
 1:17,5

KODE  
 GAMBAR

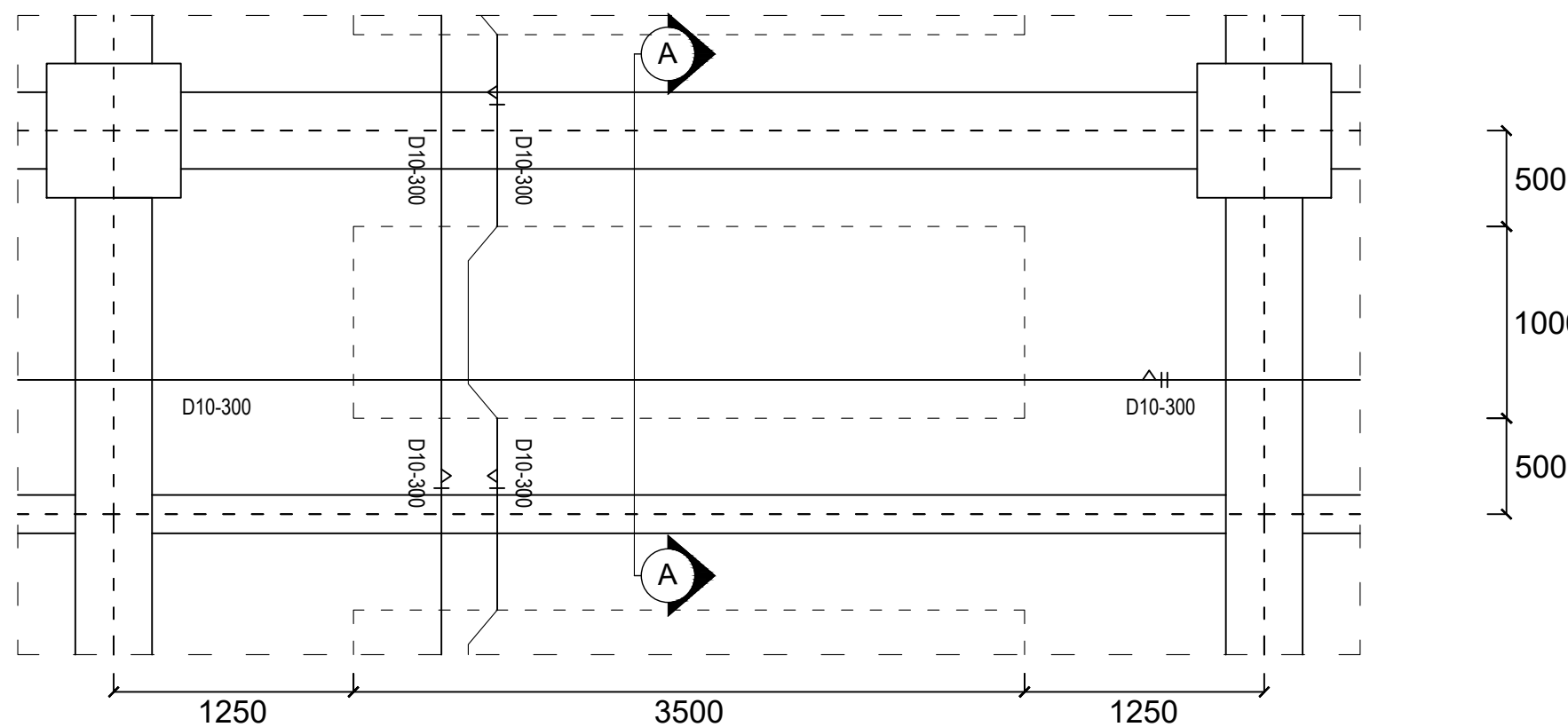
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

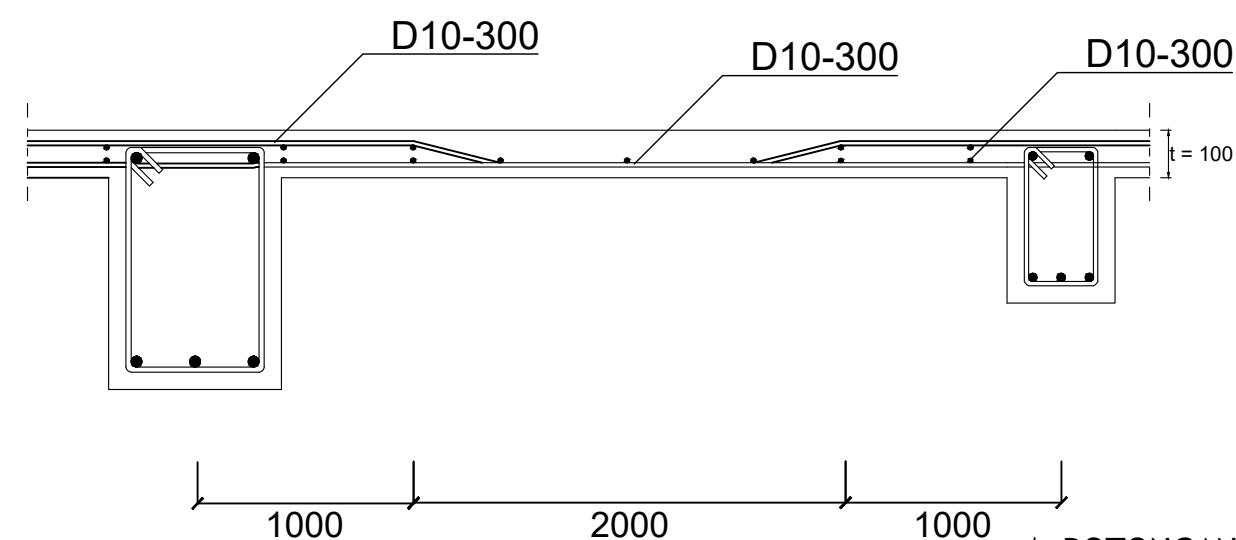
**STR**

**19**

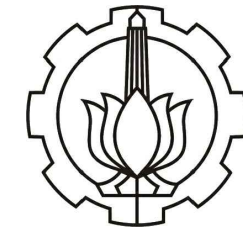
**31**



**DENAH PELAT TIPE D**  
 SKALA 1 : 35



**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 17,5



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

PENAMPANG MEMANJANG BA1  
 POTONGAN A-A  
 POTONGAN B-B  
 POTONGAN C-C

1:25  
 1:10  
 1:10  
 1:10

KODE  
 GAMBAR

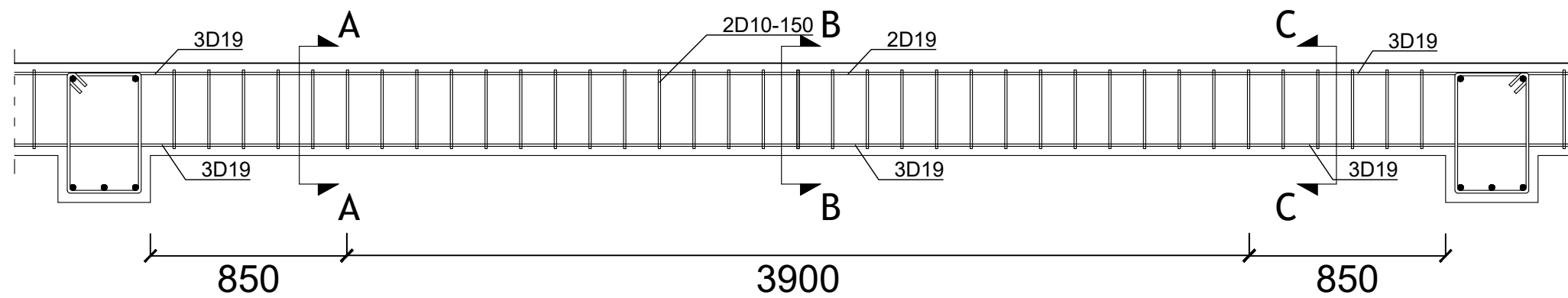
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

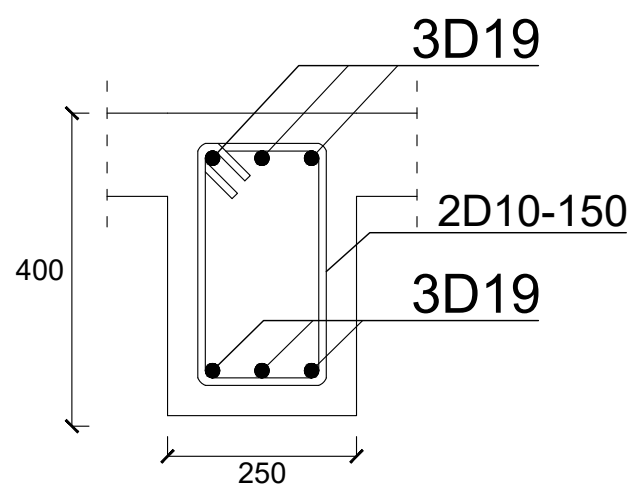
STR

20

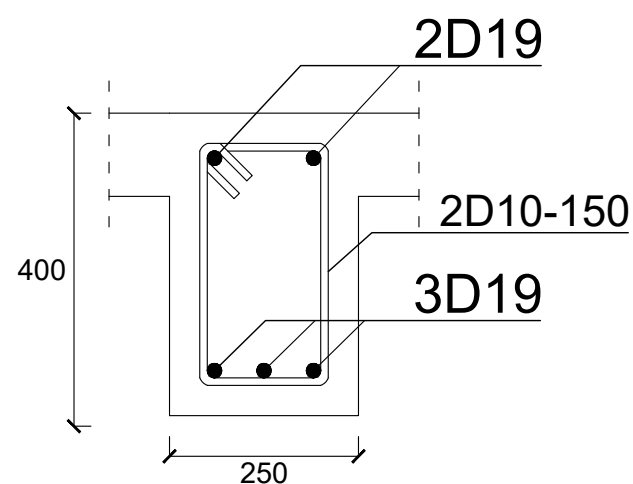
31



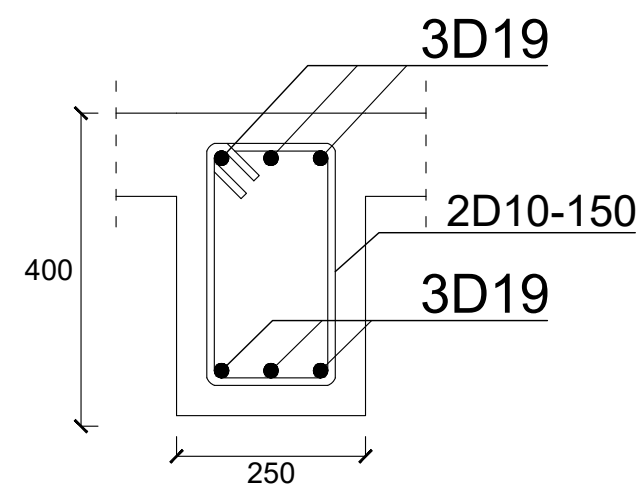
**PENAMPANG MEMANJANG BA1**  
 SKALA 1 : 25



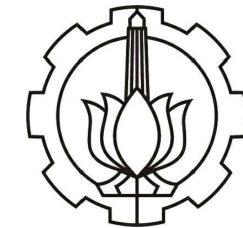
**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 10



**POTONGAN B-B**  
 SKALA 1 : 10



**POTONGAN C-C**  
 SKALA 1 : 10



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

PENAMPANG MEMANJANG BA2  
 POTONGAN A-A  
 POTONGAN B-B  
 POTONGAN C-C

1:20  
 1:5  
 1:5  
 1:5

KODE  
 GAMBAR

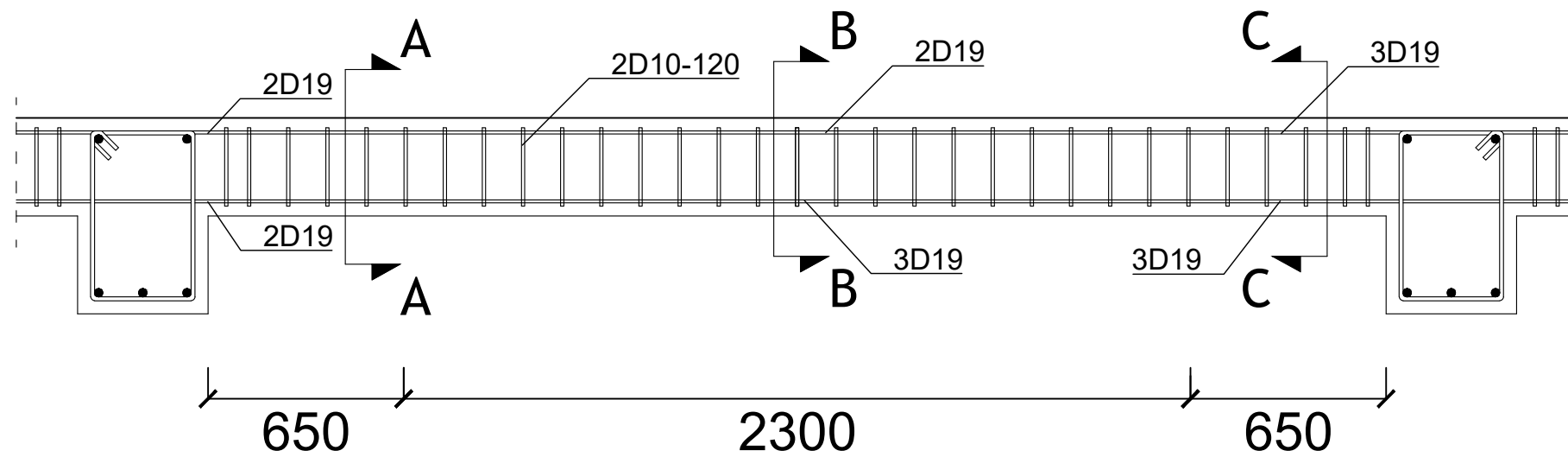
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

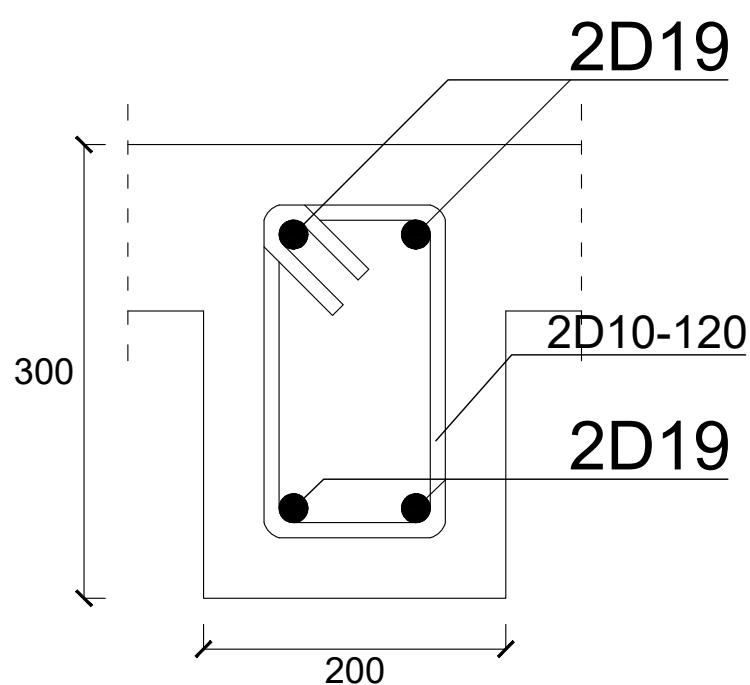
STR

21

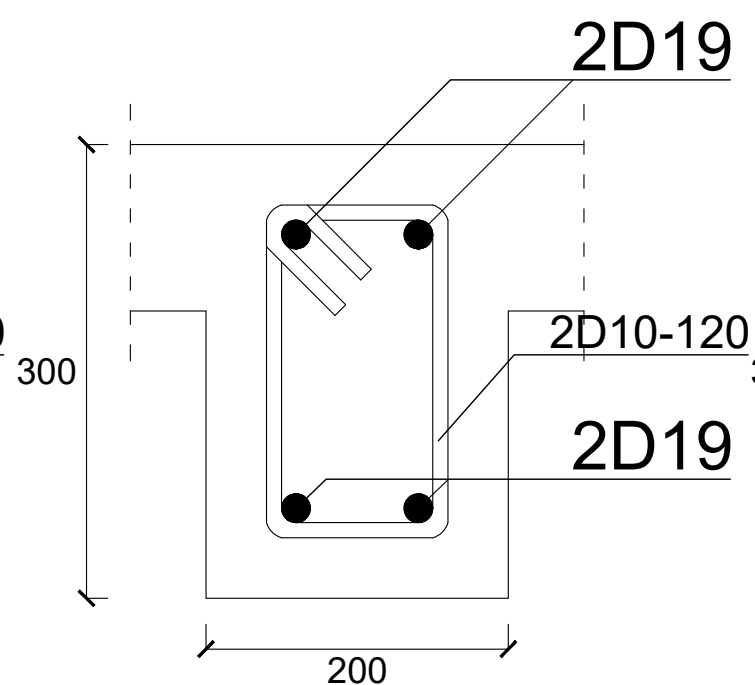
31



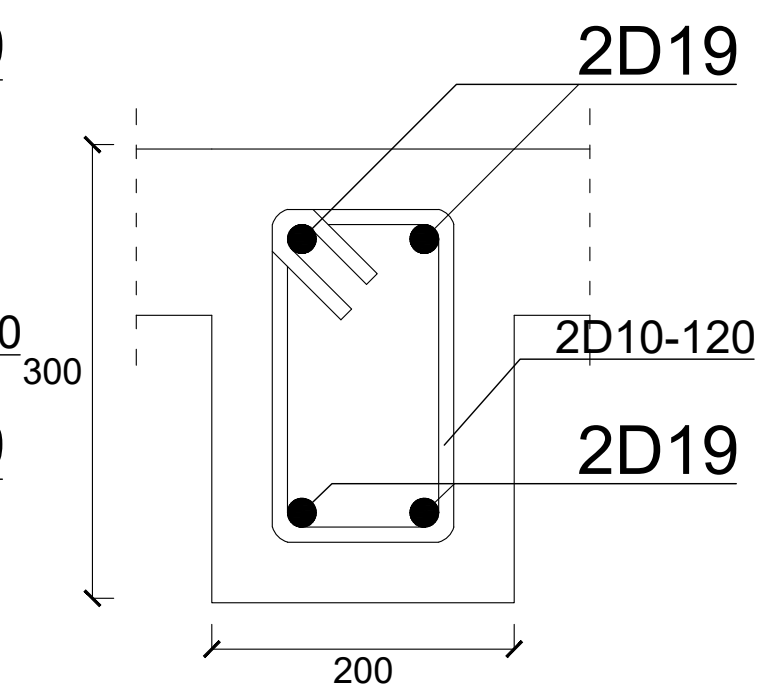
**PENAMPANG MEMANJANG BA2**  
 SKALA 1 : 20



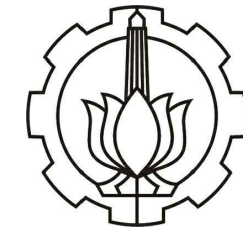
**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 5



**POTONGAN B-B**  
 SKALA 1 : 5



**POTONGAN C-C**  
 SKALA 1 : 5



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

PENAMPANG MEMANJANG BL1  
 POTONGAN A-A  
 PENAMPANG MEMANJANG BL2  
 POTONGAN A-A

1:25  
 1:10  
 1:25  
 1:10

KODE  
 GAMBAR

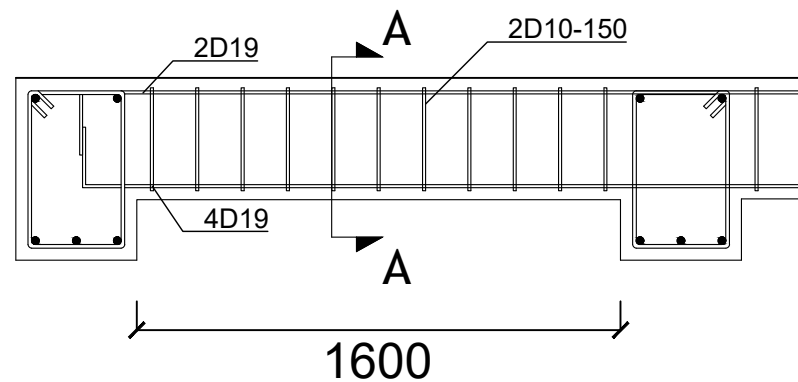
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

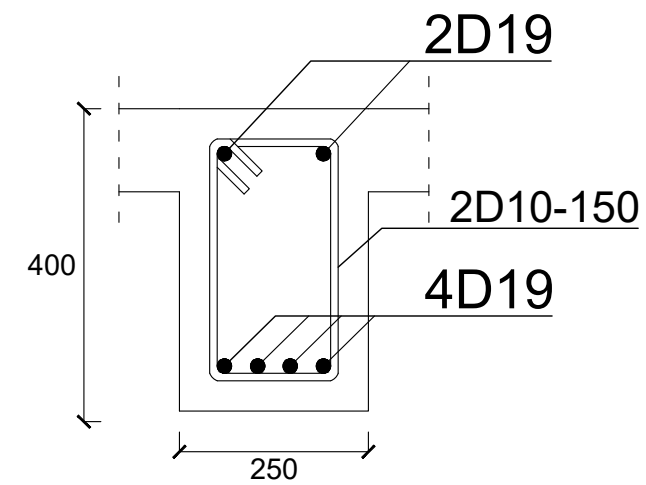
STR

22

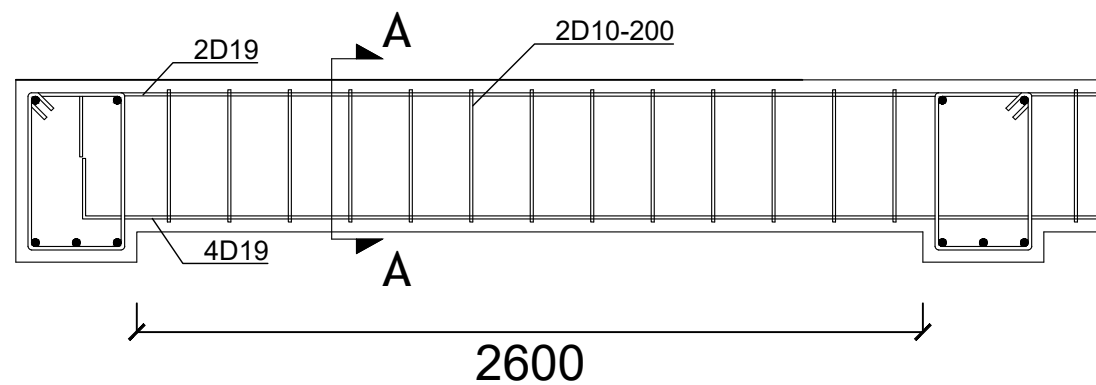
31



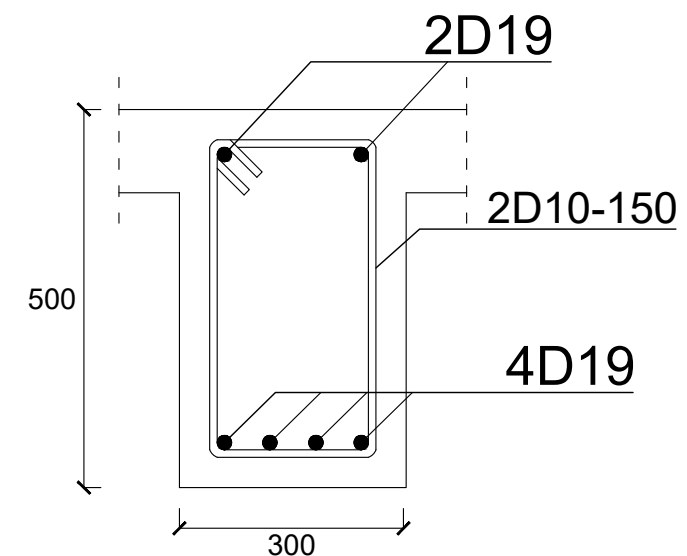
**PENAMPANG MEMANJANG BL1**  
 SKALA 1 : 25



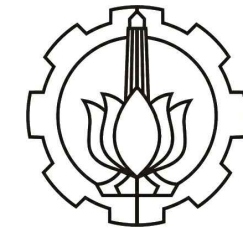
**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 10



**PENAMPANG MEMANJANG BL2**  
 SKALA 1 : 25



**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 10



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
NRP. 03111740000095  
KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DETAIL PENULANGAN TANGGA

1:20

KODE  
GAMBAR

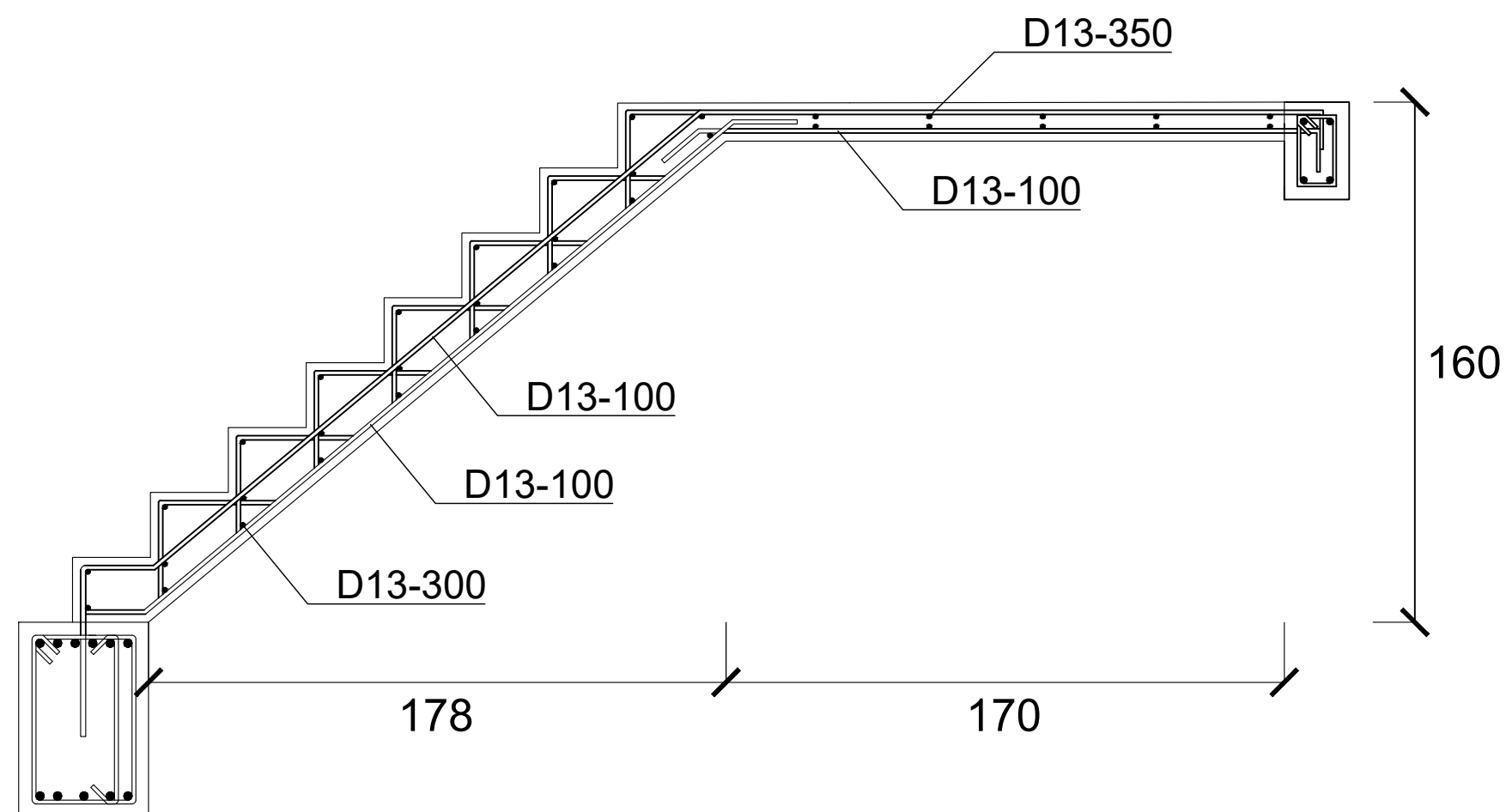
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

**STR**

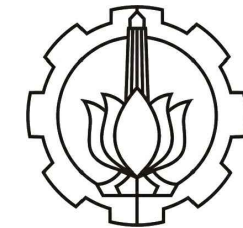
**23**

**31**



**DETAIL PENULANGAN TANGGA**  
SKALA 1 : 20





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH TANGGA RAMP  
 DETAIL PENULANGAN TANGGA RAMP  
 DETAIL A

1:250  
 1:70  
 1:10

KODE  
 GAMBAR

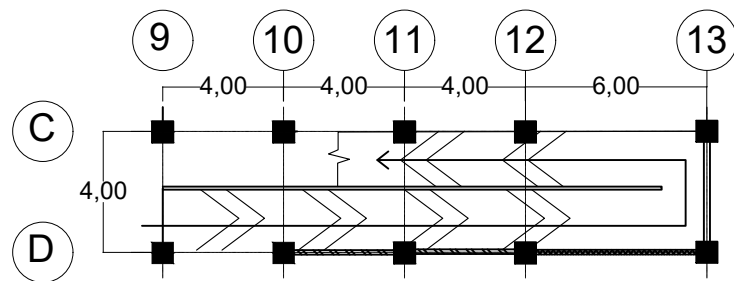
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

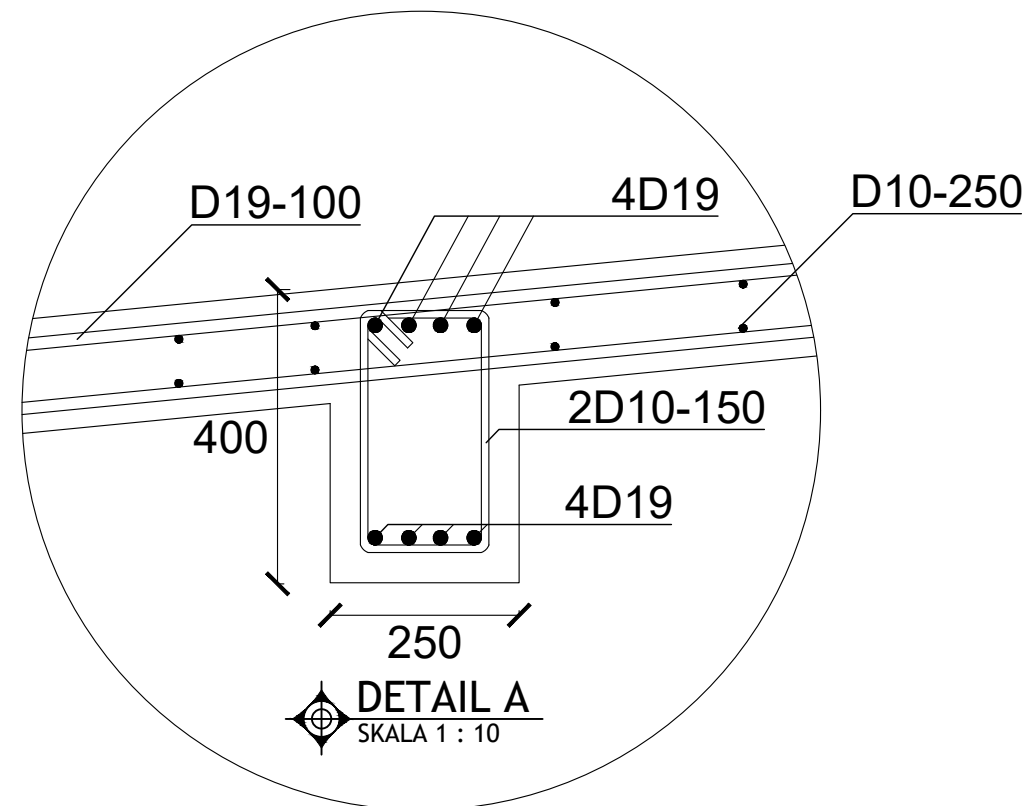
STR

24

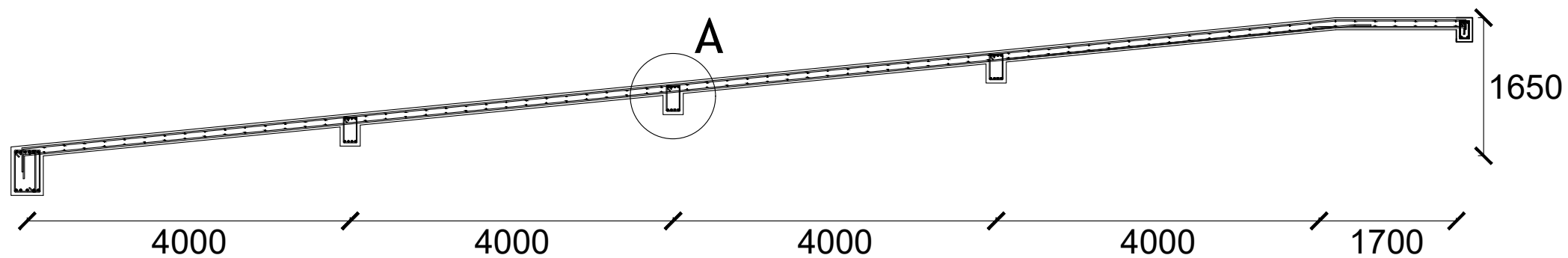
31



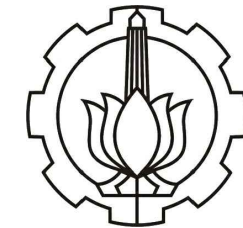
**DENAH TANGGA RAMP**  
 SKALA 1 : 250



**DETAIL A**  
 SKALA 1 : 10



**DETAIL PENULANGAN TANGGA RAMP**  
 SKALA 1 : 70



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

PENAMPANG MEMANJANG  
 BALOK B2

1:25

POTONGAN A-A (TUMPUAN B2)

1:20

POTONGAN B-B (LAPANGAN B2)

1:20

POTONGAN C-C (TUMPUAN B2)

1:20

KODE  
 GAMBAR

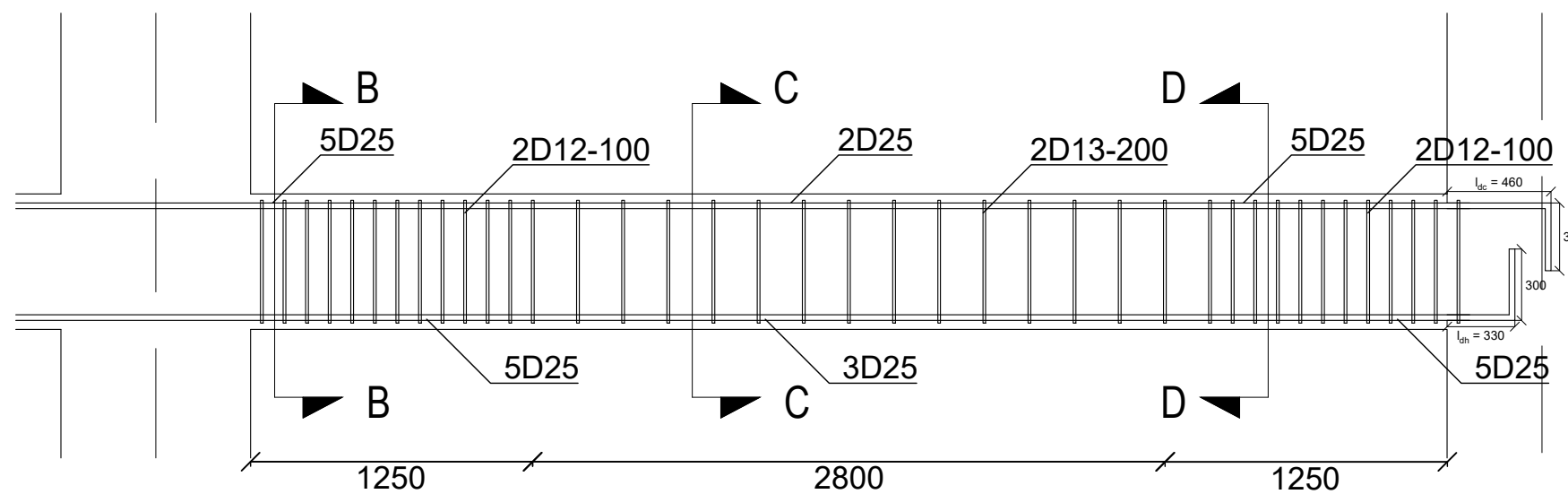
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

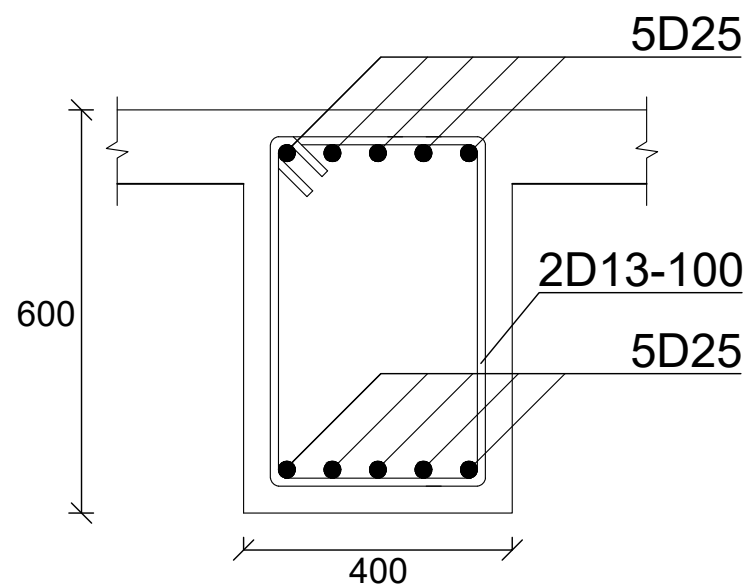
STR

25

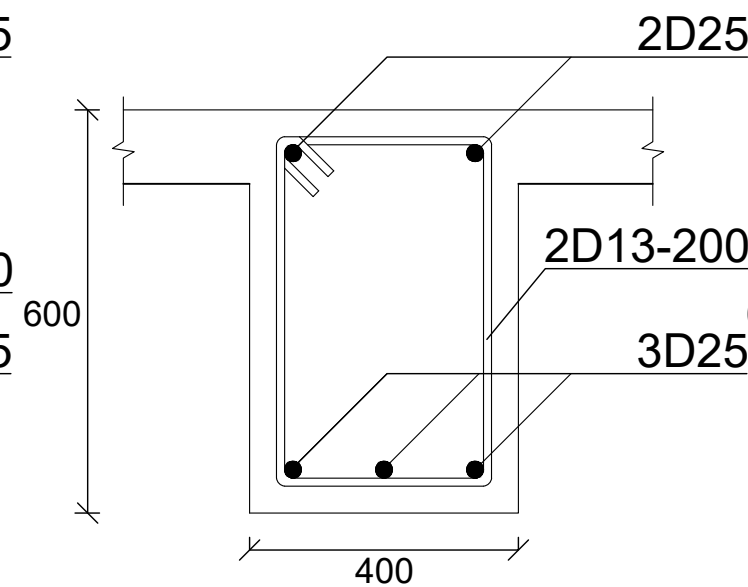
31



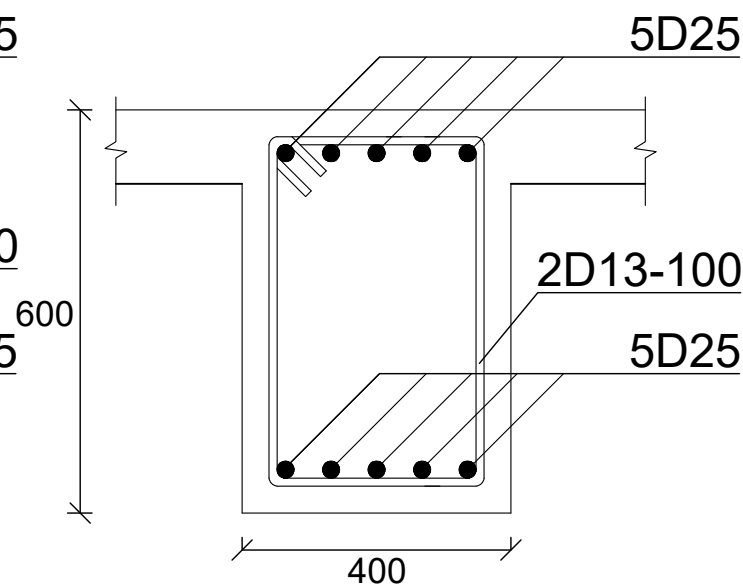
**PENAMPANG MEMANJANG BALOK B1**  
 SKALA 1 : 25



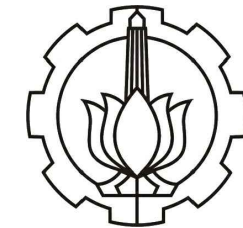
**POTONGAN A-A (TUMPUAN B2)**  
 SKALA 1:20



**POTONGAN B-B (LAPANGAN B2)**  
 SKALA 1:20



**POTONGAN C-C (TUMPUAN B2)**  
 SKALA 1:20



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

PENAMPANG MEMANJANG  
 BALOK B2

1:25

POTONGAN A-A (TUMPUAN B2)

1:20

POTONGAN B-B (LAPANGAN B2)

1:20

POTONGAN C-C (TUMPUAN B2)

1:20

KODE  
 GAMBAR

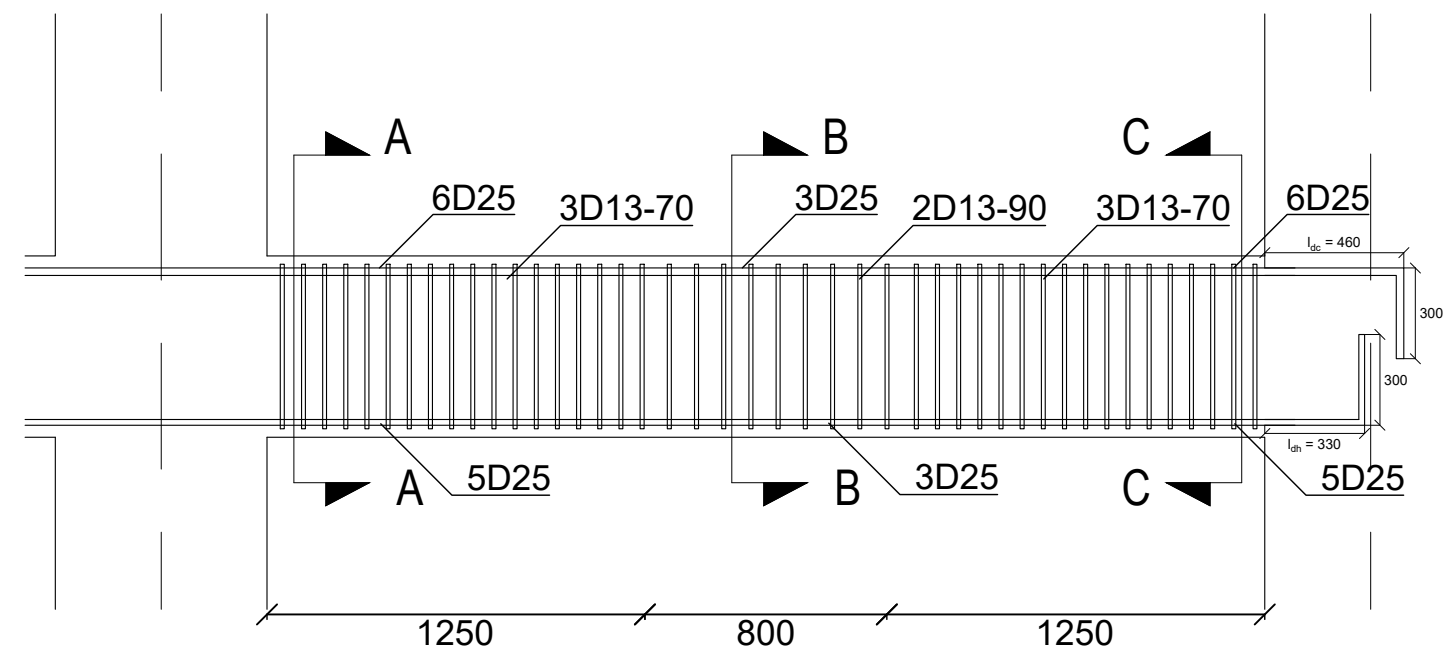
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

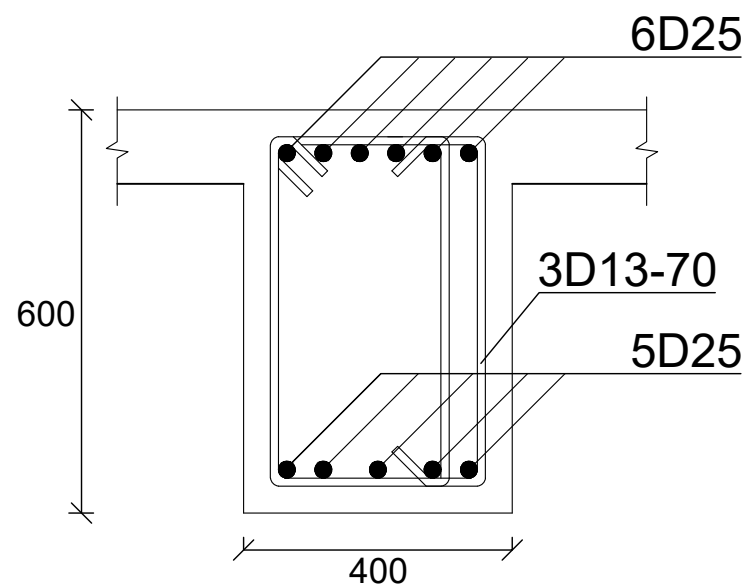
STR

26

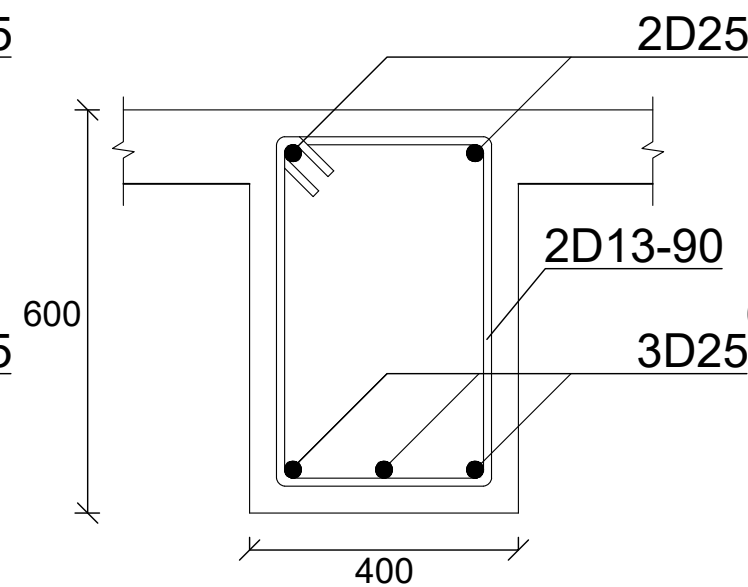
31



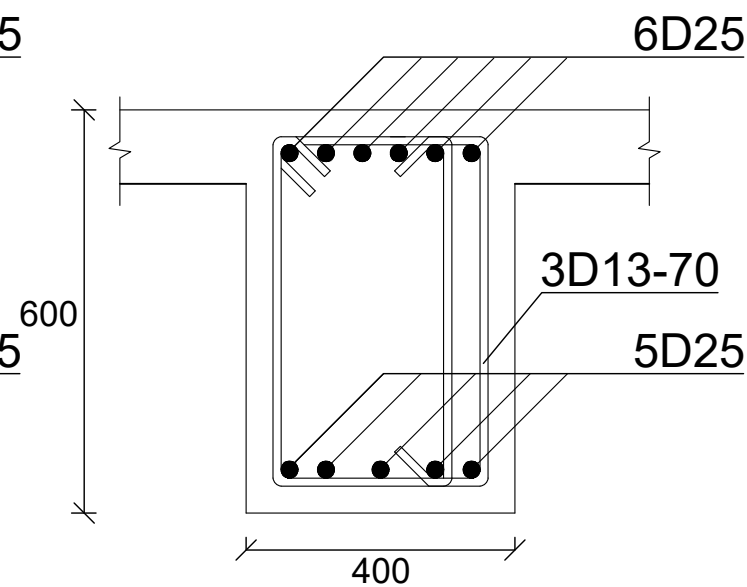
**PENAMPANG MEMANJANG BALOK B2**  
 SKALA 1 : 25



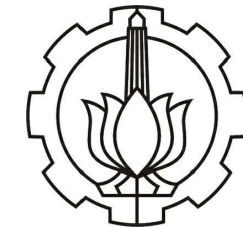
**POTONGAN A-A (TUMPUAN B2)**  
 SKALA 1:20



**POTONGAN B-B (LAPANGAN B2)**  
 SKALA 1:20



**POTONGAN C-C (TUMPUAN B2)**  
 SKALA 1:20



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DETAIL PENULANGAN KOLOM K1  
 POTONGAN A-A  
 POTONGAN B-B  
 POTONGAN C-C

1:30  
 1:20  
 1:20  
 1:20

KODE  
 GAMBAR

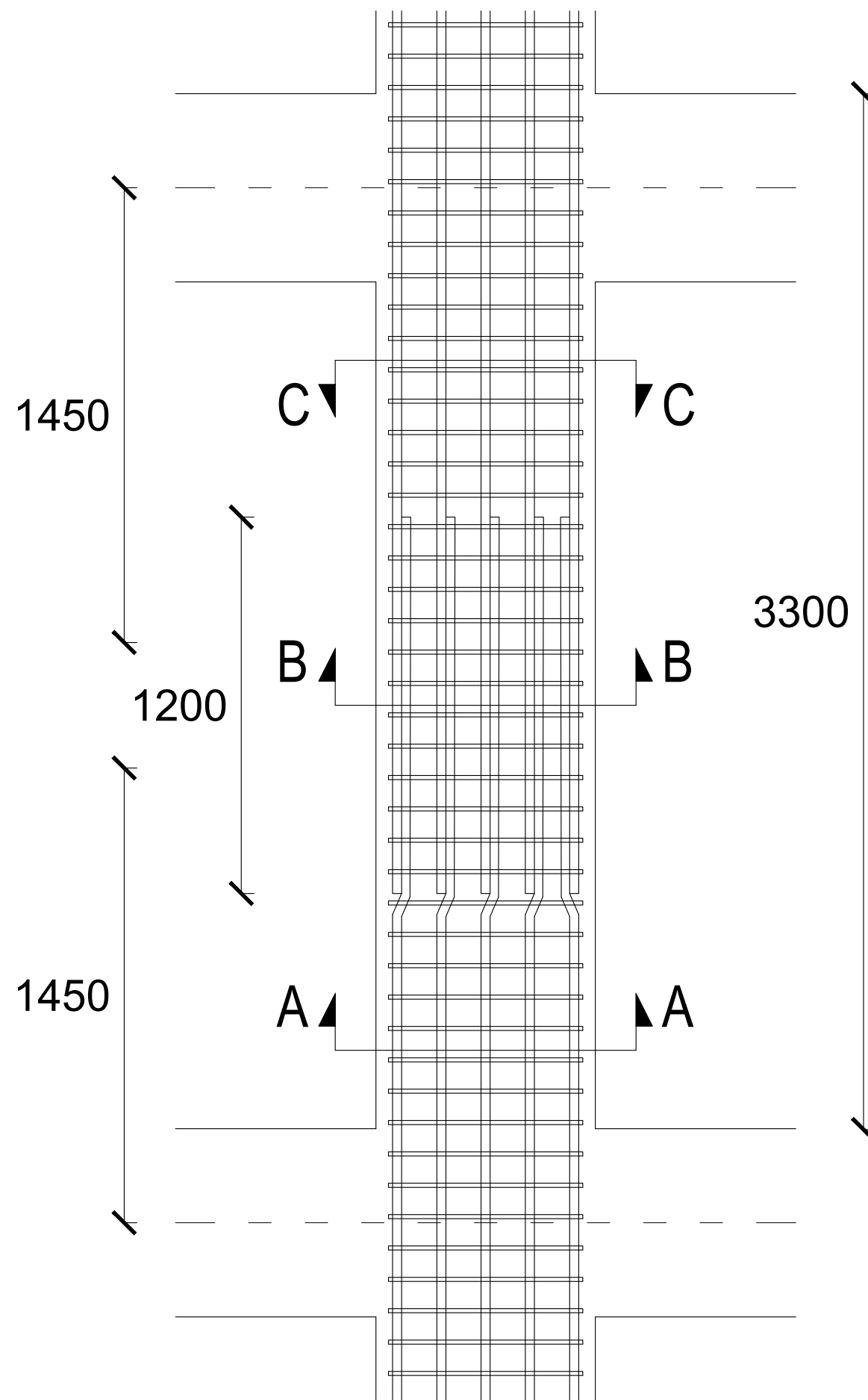
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

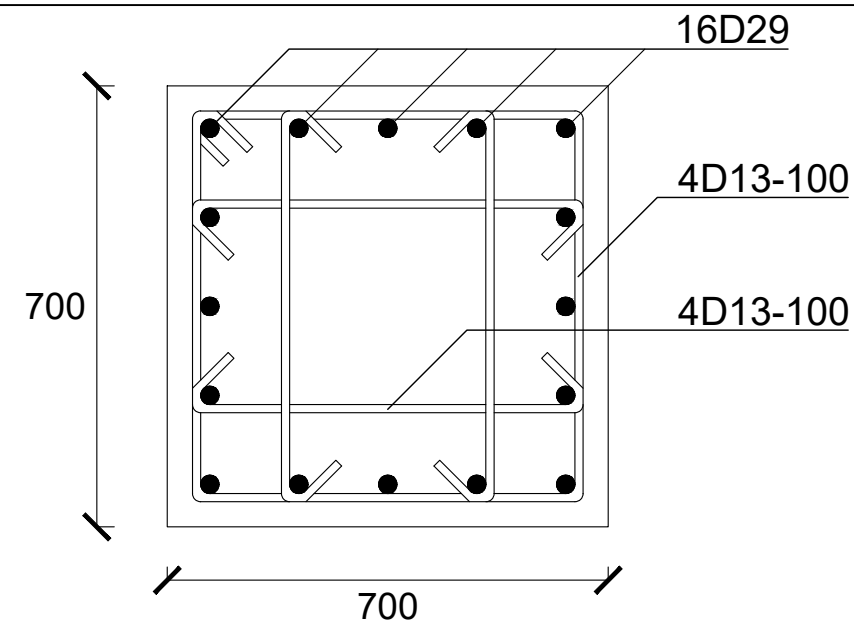
STR

27

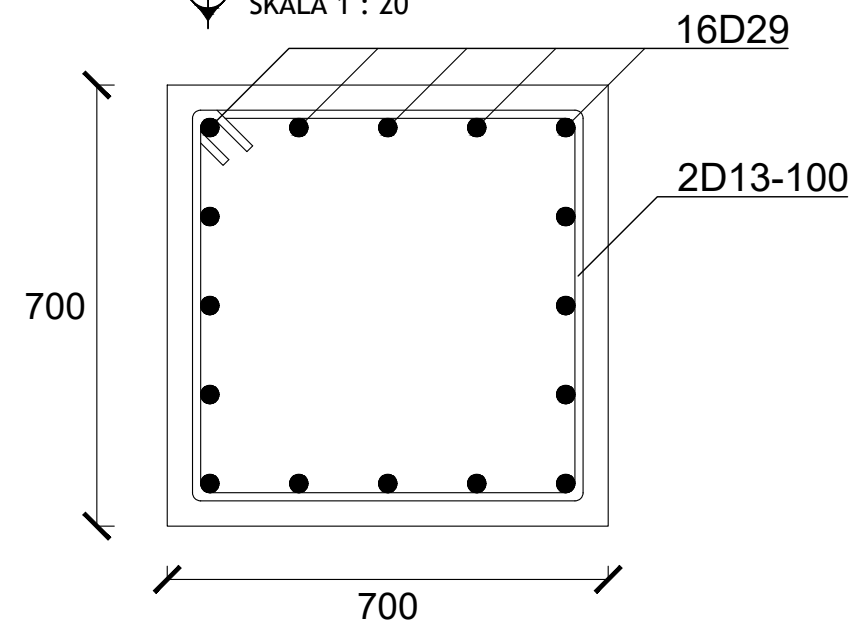
31



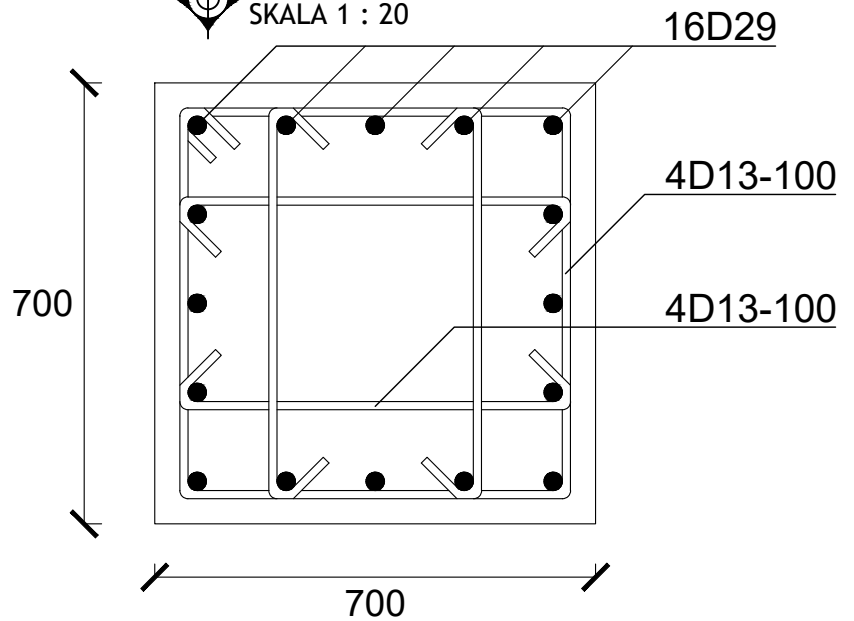
**DETAIL PENULANGAN KOLOM K1**  
 SKALA 1 : 30



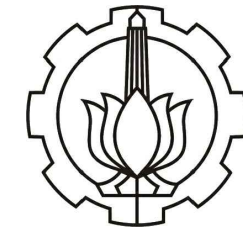
**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 20



**POTONGAN B-B**  
 SKALA 1 : 20



**POTONGAN C-C**  
 SKALA 1 : 20



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DETAIL PENULANGAN KOLOM K2  
 POTONGAN A-A  
 POTONGAN B-B  
 POTONGAN C-C

1:30  
 1:20  
 1:20  
 1:20

KODE  
 GAMBAR

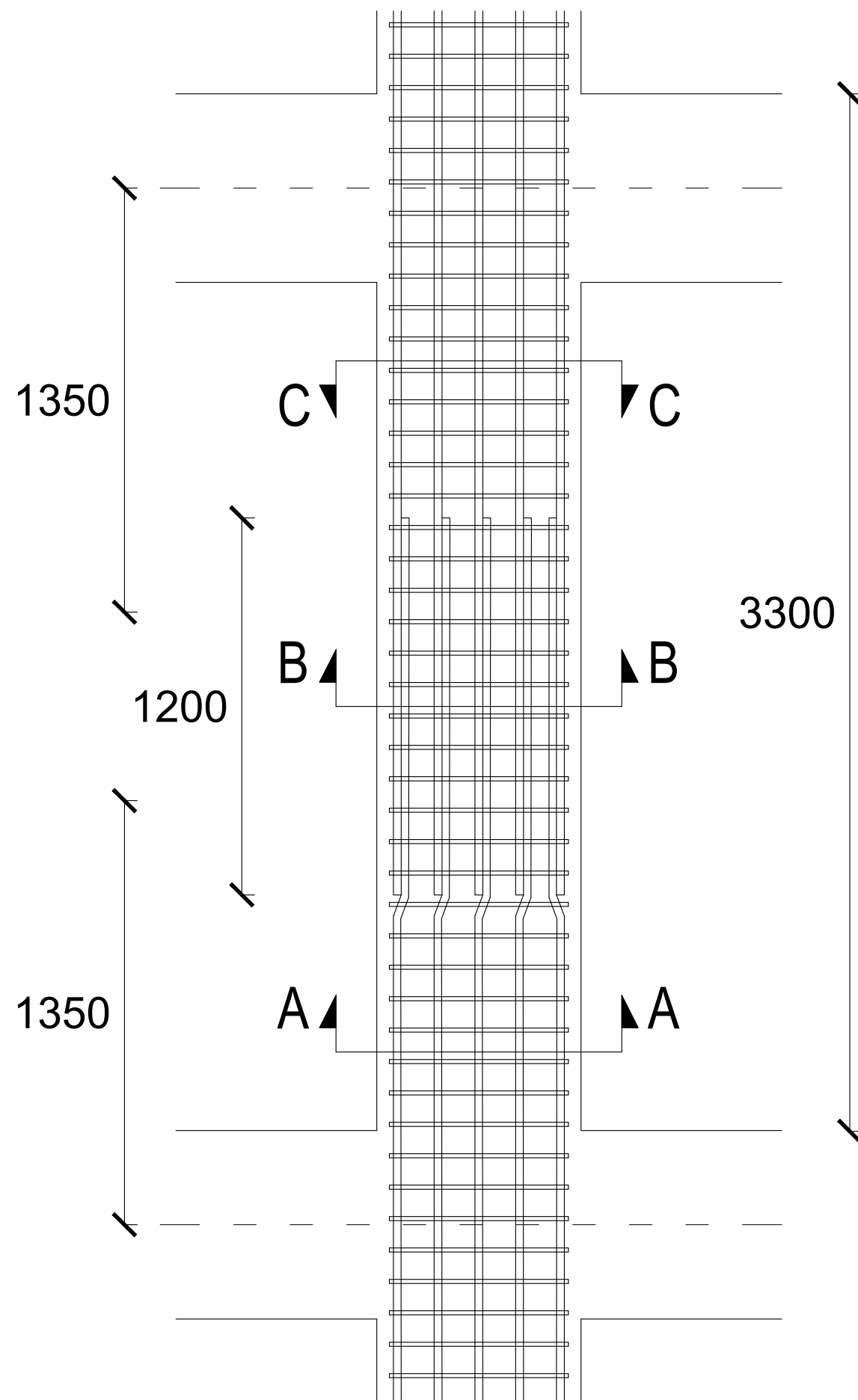
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

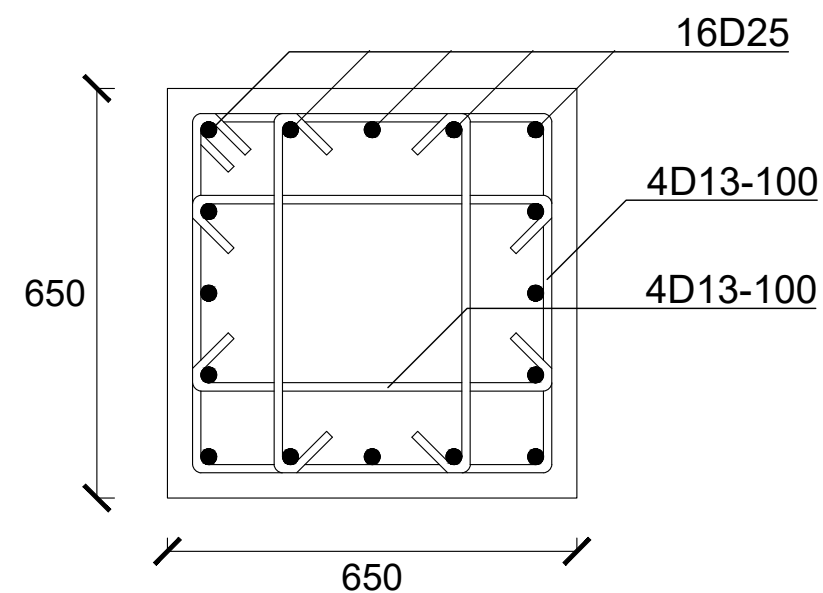
STR

28

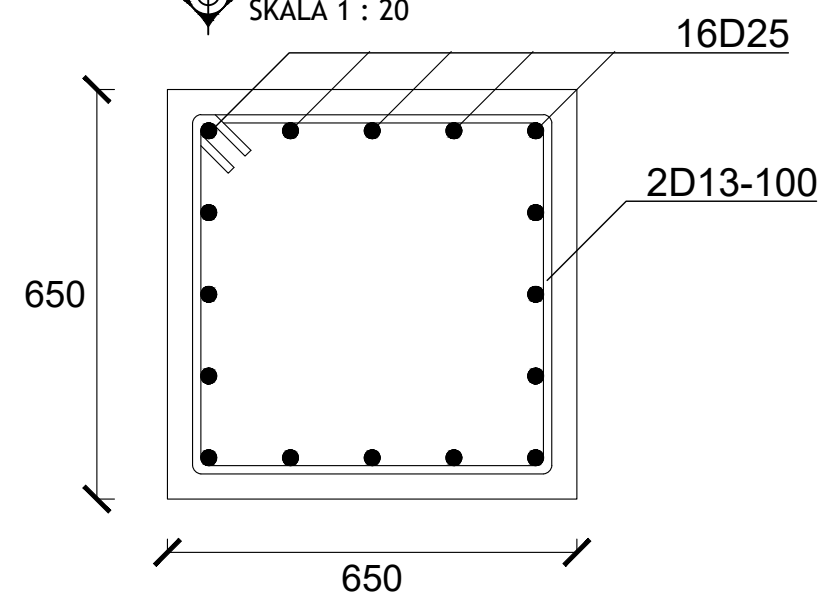
31



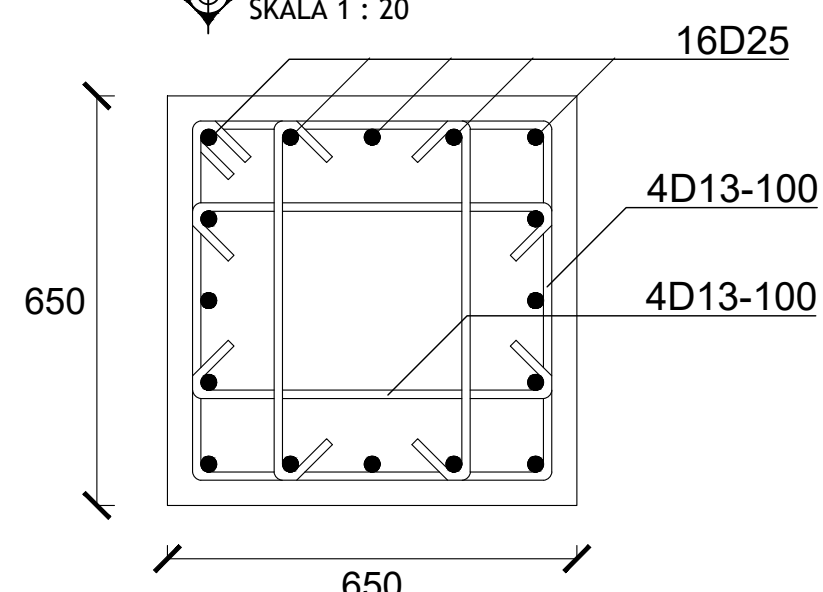
**DETAIL PENULANGAN KOLOM K2**  
 SKALA 1 : 30



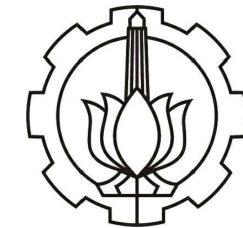
**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 20



**POTONGAN B-B**  
 SKALA 1 : 20



**POTONGAN C-C**  
 SKALA 1 : 20



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DETAIL PENULANGAN KOLOM K3  
 POTONGAN A-A  
 POTONGAN B-B  
 POTONGAN C-C

1:30  
 1:20  
 1:20  
 1:20

KODE  
 GAMBAR

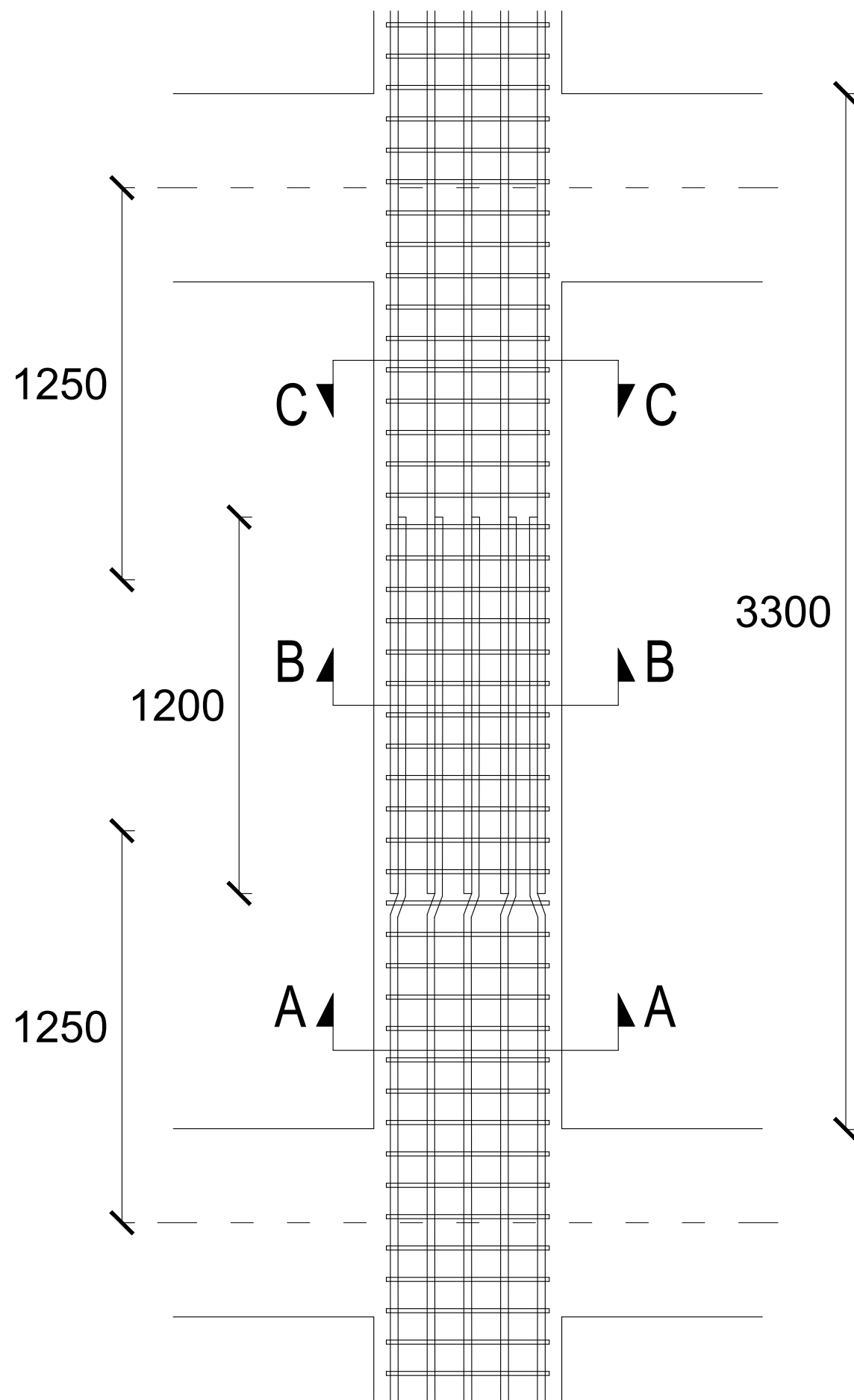
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

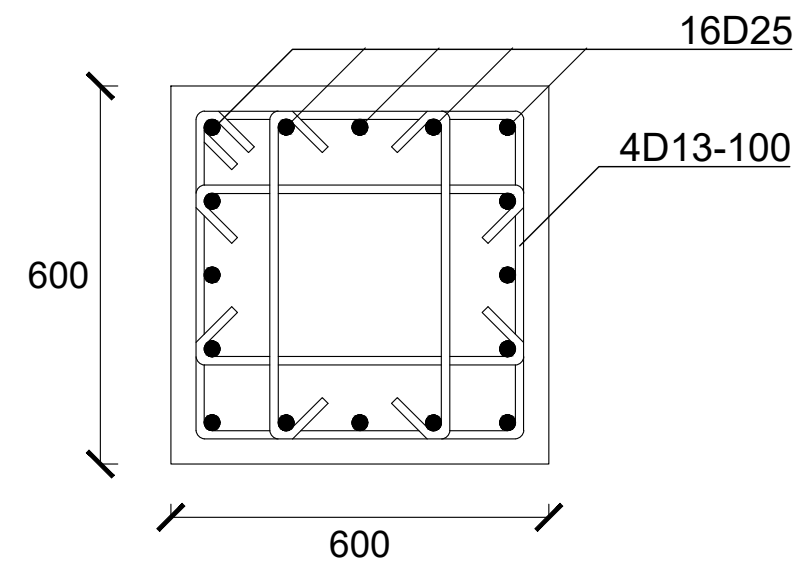
STR

29

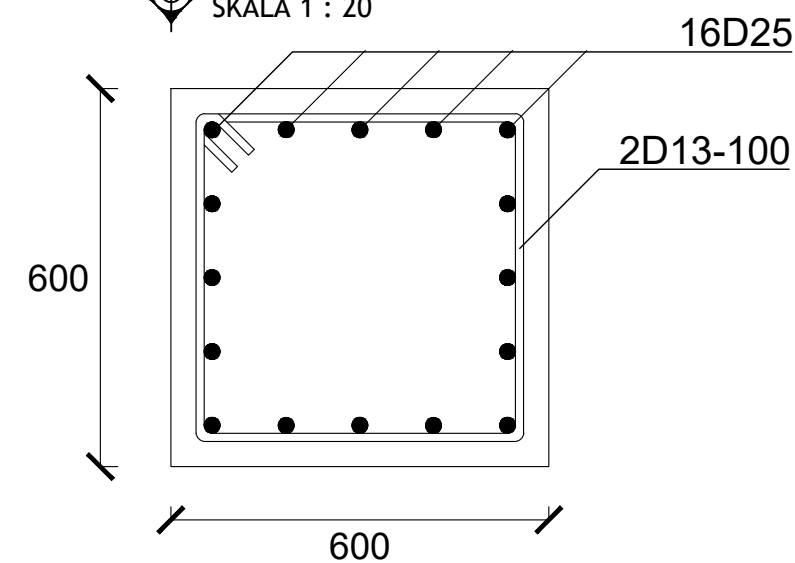
31



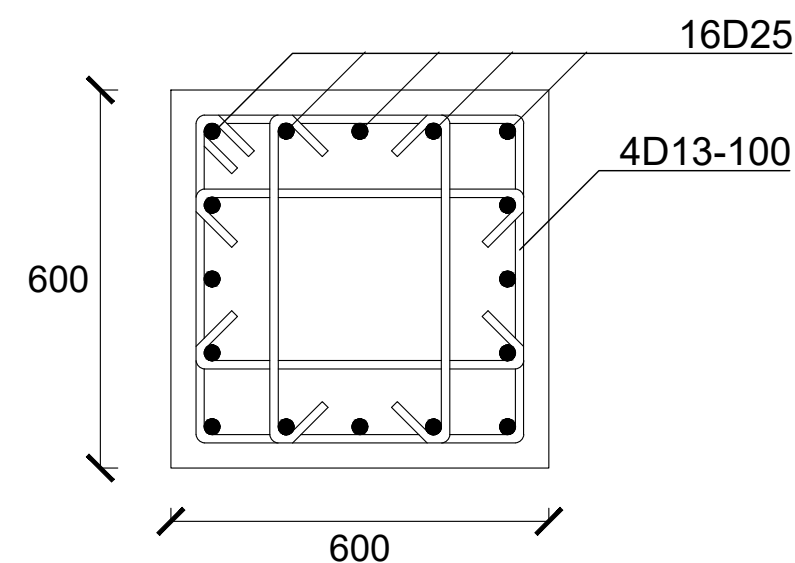
**DETAIL PENULANGAN KOLOM K3**  
 SKALA 1 : 30



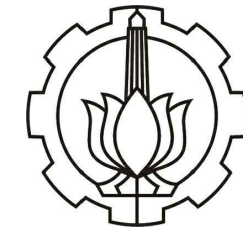
**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 20



**POTONGAN B-B**  
 SKALA 1 : 20



**POTONGAN C-C**  
 SKALA 1 : 20



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DETAIL PENULANGAN KOLOM KE  
 POTONGAN A-A  
 POTONGAN B-B  
 POTONGAN C-C

1:30  
 1:20  
 1:20  
 1:20

KODE  
 GAMBAR

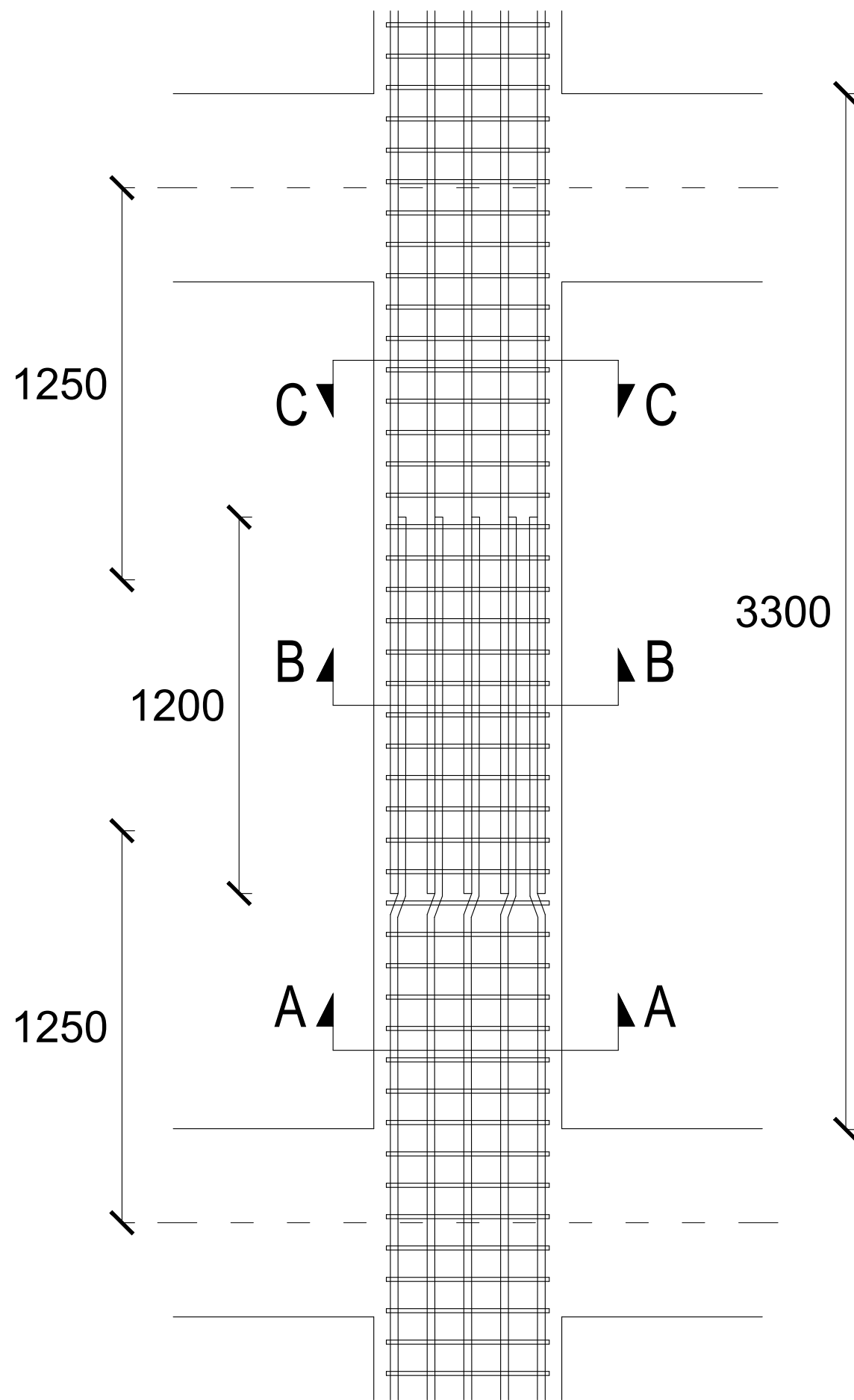
NOMOR  
 LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

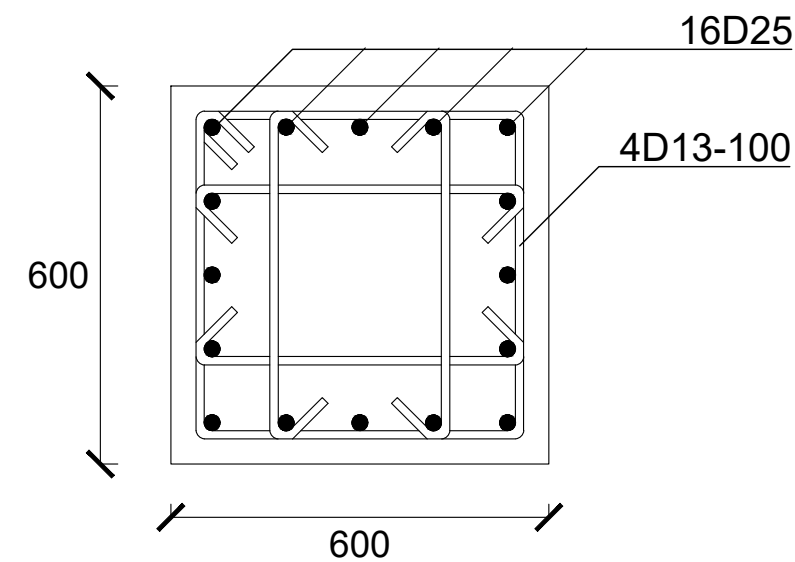
STR

30

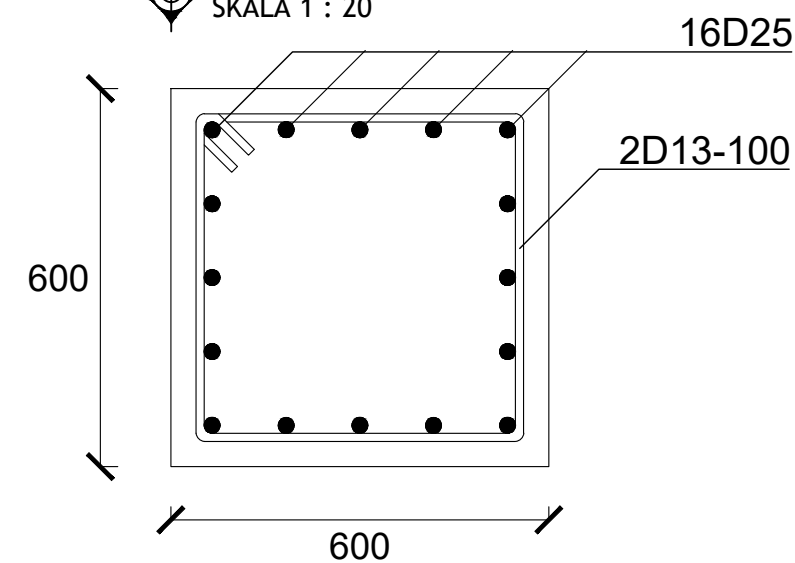
31



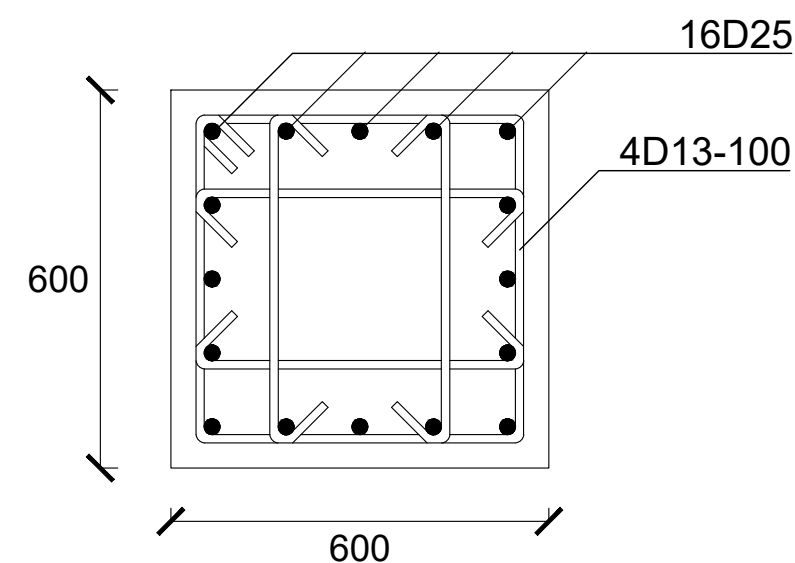
**DETAIL PENULANGAN KOLOM KE**  
 SKALA 1 : 30



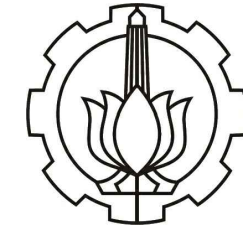
**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 20



**POTONGAN B-B**  
 SKALA 1 : 20



**POTONGAN C-C**  
 SKALA 1 : 20



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA

JUDUL TUGAS PENGGANTI KERJA PRAKTIK

PERENCANAAN GEDUNG 10 LANTAI

DOSEN PEMBIMBING

DR. CANDRA IRAWAN, ST., MT  
 NIP. 19900823 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

BINTANG FAJRUL ISLAM  
 NRP. 03111740000095  
 KEVIN ADINUGRAHA SUDIJAR  
 NRP. 03111740000095

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG RUMAH SAKIT  
 LOKASI : YOGYAKARTA

NAMA GAMBAR

SKALA

DETAIL PENULANGAN SHEARWALL

1:25

KODE  
GAMBAR

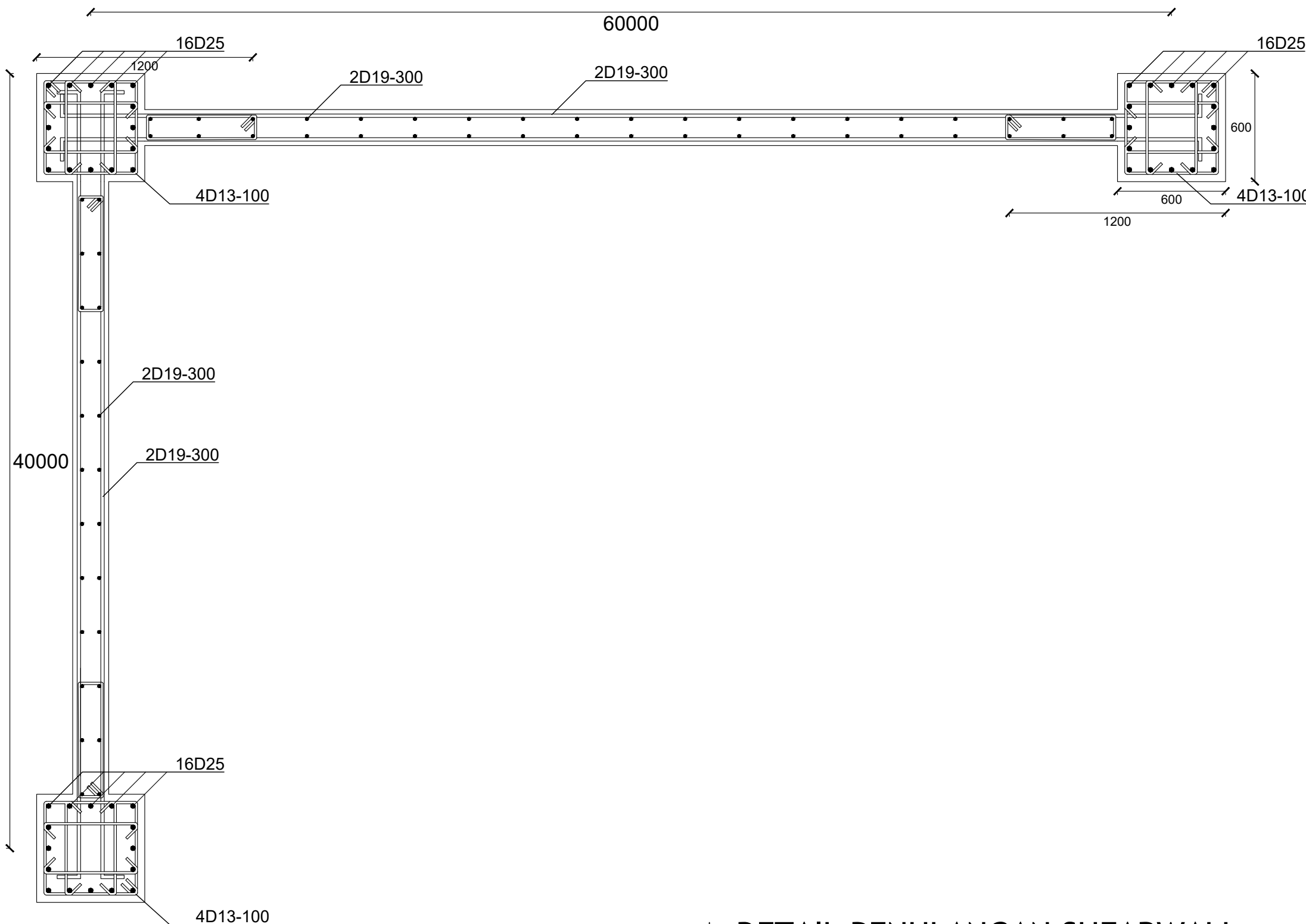
NOMOR  
LEMBAR

JUMLAH  
LEMBAR

STR

31

31



**DETAIL PENULANGAN SHEARWALL**  
 SKALA 1 : 25