

TUGAS AKHIR



MODIFIKASI STRUKTUR APARTEMEN BALE HINGGIL MENGUNAKAN SISTEM STRUKTUR RANGKA BAJA BERPENGAKU EKSENTRIK (SRBE)

Oleh:

Reza Nurochman Wijayana

3112 100 043

Dosen Pembimbing:

Budi Suswanto, ST., MT., Ph.D

197301281998021002

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

2016





OUTLINE

1. PENDAHULUAN
2. TINJAUAN PUSTAKA
3. METODOLOGI
4. PEMBAHASAN
5. KESIMPULAN

1

PENDAHULUAN

PENDAHULUAN

Latar Belakang



Gambar 1. Peta Indonesia

**MODIFIKASI STRUKTUR APARTEMEN BALE HINGGIL MENGGUNAKAN
SISTEM STRUKTUR RANGKA BAJA BERPENGAKU EKSENTRIK (SRBE)**

PENDAHULUAN

Latar Belakang



Gambar 2. Bangunan Runtuh



Gambar 3. Korban Nyawa



Gambar 4. Jalan Retak dan Hancur



Gambar 5. Tsunami

**MODIFIKASI STRUKTUR APARTEMEN BALE HINGGIL MENGGUNAKAN
SISTEM STRUKTUR RANGKA BAJA BERPENGAKE EKSENTRIK (SRBE)**

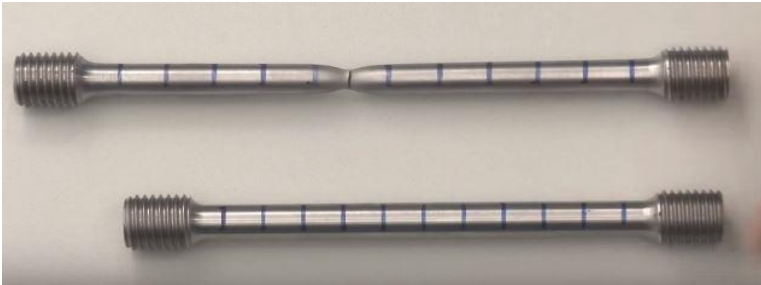
Latar Belakang



Gambar 6. Kekuatan Tinggi



Gambar 7. Seragam



Gambar 8. Daktail



Gambar 9. Ringan

**MODIFIKASI STRUKTUR APARTEMEN BALE HINGGIL MENGGUNAKAN
SISTEM STRUKTUR RANGKA BAJA BERPENGAKU EKSENTRIK (SRBE)**

Rumusan Masalah

- Bagaimana merencanakan struktur baja apartemen Bale Hinggil dengan sistem SRBE dan pondasinya sesuai dengan peraturan yang berlaku ?
- Bagaimana merencanakan struktur sekunder yang meliputi pelat, balok anak dan tangga ?
- Bagaimana merencanakan struktur primer yang meliputi balok induk, kolom, link, dan bracing ?
- Bagaimana merencanakan struktur bawah (pondasi) ?
- Bagaimana menuangkan hasil bentuk desain dan analisa ke dalam bentuk gambar teknik ?

Tujuan

- Mendapatkan hasil perencanaan struktur baja apartemen Bale Hinggil dengan sistem SRBE dan pondasinya sesuai dengan peraturan yang berlaku.
- Mendapatkan dimensi struktur sekunder yang meliputi pelat, balok anak dan tangga.
- Mendapatkan dimensi struktur primer yang meliputi balok induk, kolom, link, dan bressing.
- Mendapatkan dimensi struktur bawah (pondasi)
- Dapat menuangkan hasil bentuk desain dan analisa ke dalam bentuk gambar teknik.

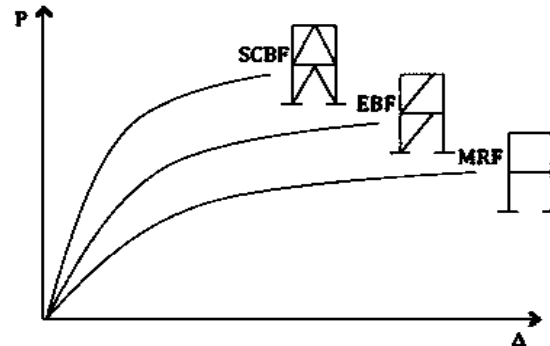
Batasan Masalah

- Tidak mempertimbangkan aspek estetika.
- Tidak mempertimbangkan aspek ekonomi dan manajemen konstruksi.
- Tidak membahas detail metode pelaksanaan di lapangan.
- Tidak membahas sistem utilitas, kelistrikan, dan sanitasi.

TINJAUAN PUSTAKA

SRBE

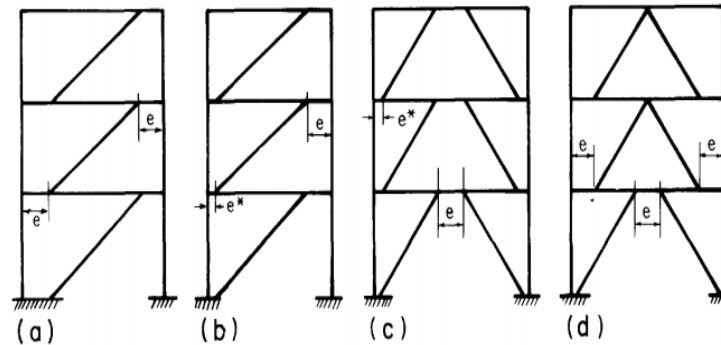
- Sistem SRBE (EBF) adalah campuran antara MRF dan CBF. Dimana EBF mempunyai daktilitas yang baik seperti MRF dan juga memiliki kekakuan struktur yang baik pula seperti halnya CBF. Perbedaan bentuk dari SRBE (EBF) dibandingkan dengan CBF adalah pada EBF terdapat balok yang menghubungkan antara ujung pengaku dengan sambungan atau dengan pengaku lainnya. Balok tersebut dikenal dengan istilah link.



Gambar 10. Perbandingan Sistem EBF

SRBE

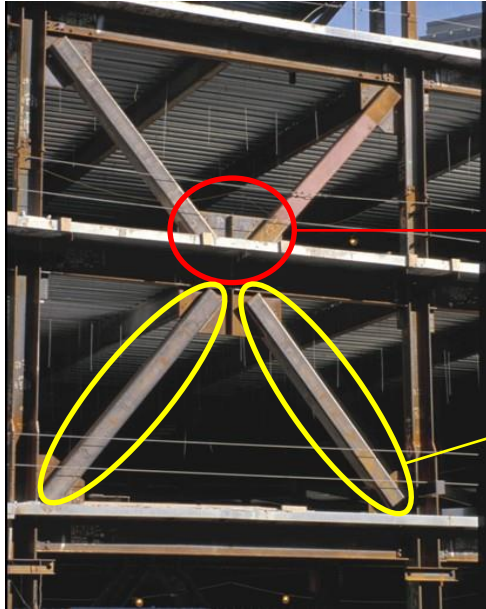
- Sehingga yang menjadi konsep utama dalam struktur SRBE adalah elemen *link* ditetapkan sebagai bagian yang akan rusak sedangkan elemen lain diharapkan tetap berada dalam kondisi elastik. Kelelahan yang terjadi pada elemen *link* dapat berupa kelelahan geser atau kelelahan lentur. Tipe kelelahan ini sangat tergantung pada panjang *link* tersebut. (Engelhardt dan Popov, 1988).



Gambar 11. Konfigurasi EBF

PENDAHULUAN

SRBE



Link

Bresing



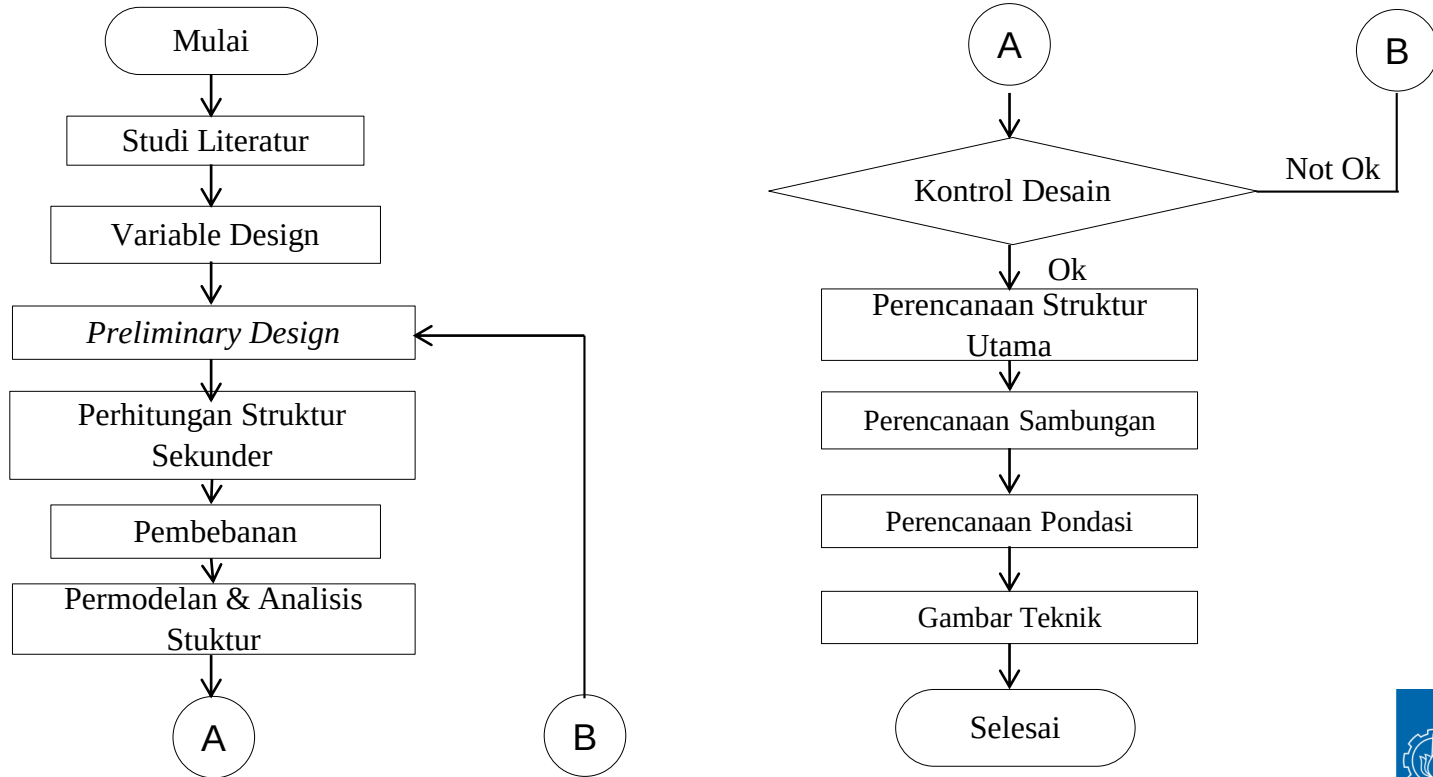
MODIFIKASI STRUKTUR APARTEMEN BALE HINGGIL MENGGUNAKAN
SISTEM STRUKTUR RANGKA BAJA BERPENGAKU EKSENTRIK (SRBE)



3

METODOLOGI

Diagram Alir



Studi Literatur

1. SNI 1729-2015 (SNI Baja)
2. SNI 1727-2013 (SNI Pembebanan)
3. SNI 2847-2013 (SNI Beton)
4. SNI 1726-2012 (SNI Gempa)

Variabel Desain

Pada Tugas Akhir ini struktur atas direncanakan menggunakan Struktur Rangka Baja Berpengaku Eksentrik (SRBE) dan struktur bawahnya menggunakan pondasi tiang pancang.

Data Perencanaan

- Nama : Apartemen Bale Hinggil
- Lokasi : Jln. Dr. Ir. H. Soekarno Merr Ilc
Surabaya
- Fungsi : Apartemen (Hunian)
- Struktur Utama : Beton Bertulang
- Jumlah Lantai : 31 Lantai (107 meter)
- Luas Lahan : 5.254 m²

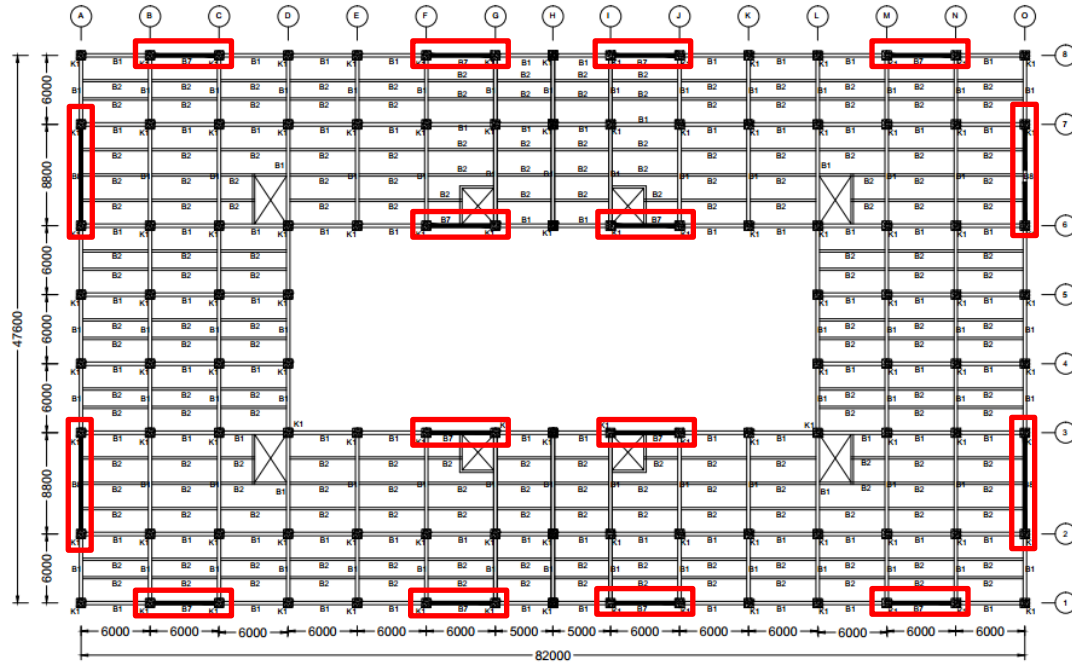
Data Perencanaan

- Nama : Apartemen Bale Hinggil
- Lokasi : Kota Padang
- Fungsi : Apartemen (Hunian)
- Struktur Atas : Baja
- Sistem Struktur : SRBE
- Struktur Bawah : Tiang Pancang
- Jumlah Lantai : 15 Lantai

- Profil Kolom : Profil CFT (BJ 41)
- Profil Balok : Profil WF (BJ 41)
- Profil Bresing : Profil WF (BJ 41)

MODIFIKASI STRUKTUR APARTEMEN BALE HINGGIL MENGGUNAKAN
SISTEM STRUKTUR RANGKA BAJA BERPENGAKU EKSENTRIK (SRBE)

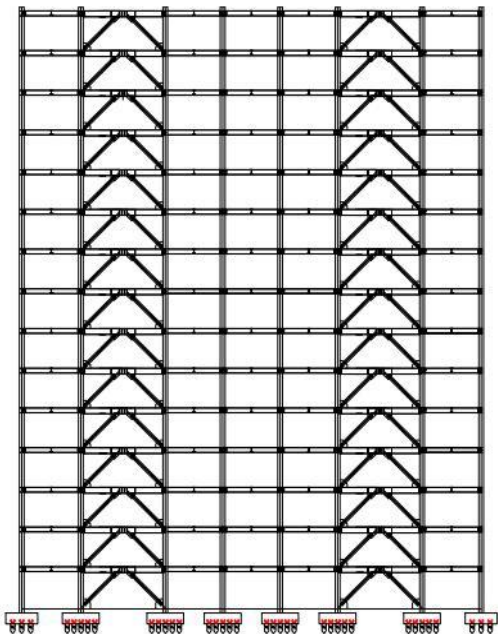
Permodelan Struktur



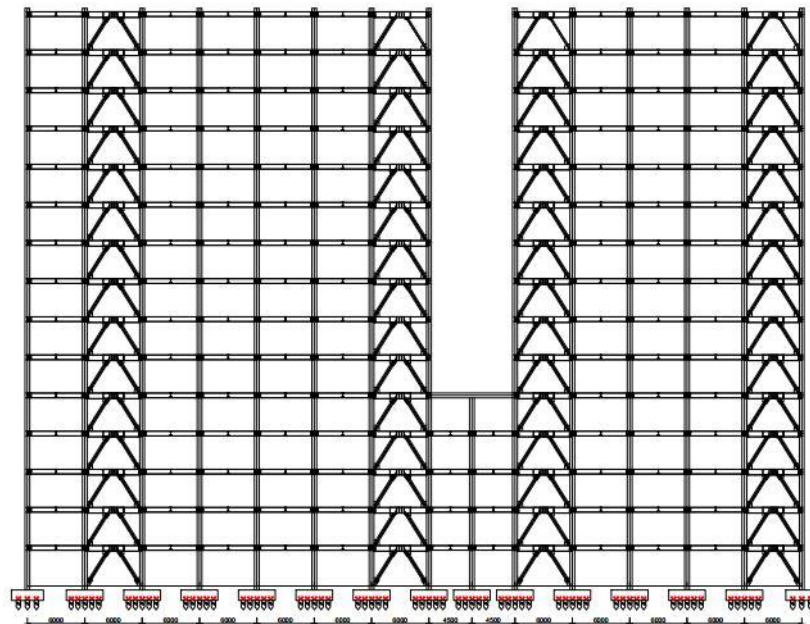
Gambar 12. Letak Bresing

**MODIFIKASI STRUKTUR APARTEMEN BALE HINGGIL MENGGUNAKAN
SISTEM STRUKTUR RANGKA BAJA BERPENGAKU EKSENTRIK (SRBE)**

Permodelan Struktur



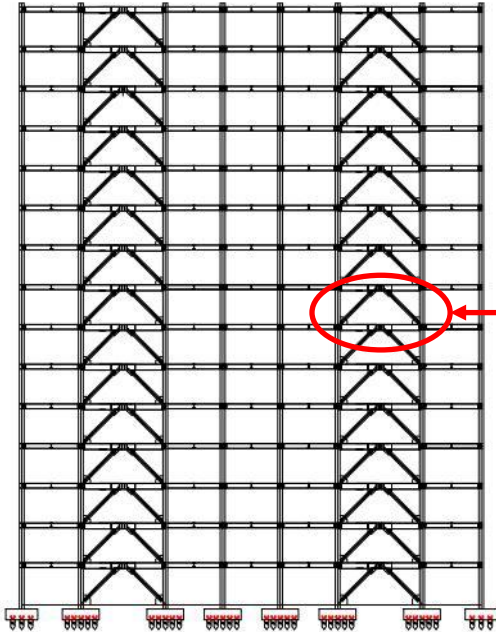
Gambar 13. Tampak Samping



Gambar 14. Tampak Depan

**MODIFIKASI STRUKTUR APARTEMEN BALE HINGGIL MENGGUNAKAN
SISTEM STRUKTUR RANGKA BAJA BERPENGAKU EKSENTRIK (SRBE)**

Permodelan Struktur



Gambar 13. Tampak Samping

**MODIFIKASI STRUKTUR APARTEMEN BALE HINGGIL MENGGUNAKAN
SISTEM STRUKTUR RANGKA BAJA BERPENGAKU EKSENTRIK (SRBE)**

Permodelan portal baja menggunakan
Split-K dengan menggunakan bresing

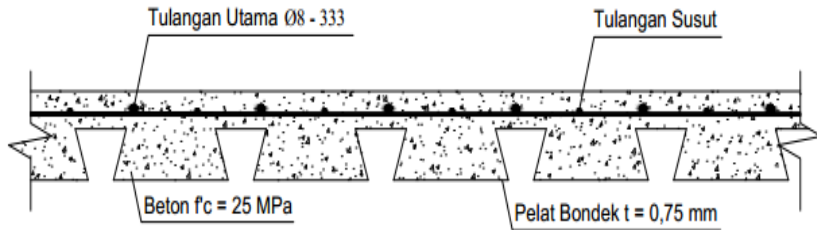
Gambar 14. Tampak Depan

4

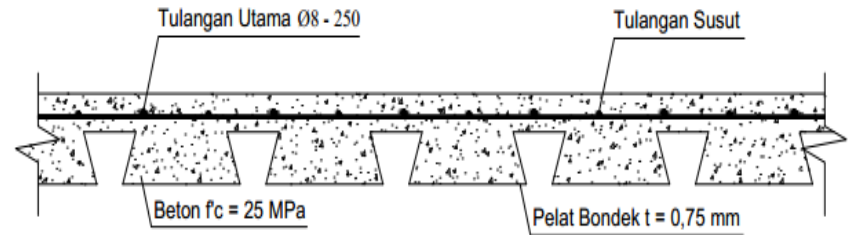
PEMBAHASAN

Pelat Lantai

Pelat lantai atap dan lantai perkantoran direncanakan menggunakan bondek dari PT. Synergy Jayatama dengan tebal 0,75 mm.

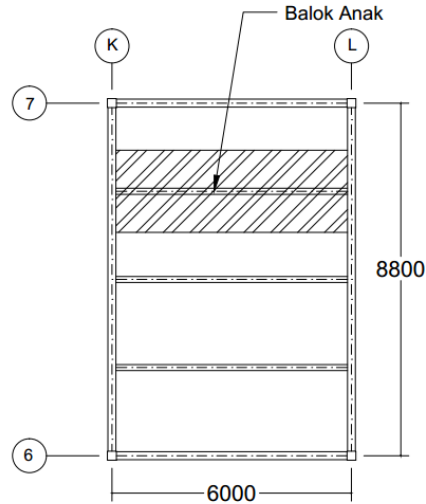


Pelat Atap

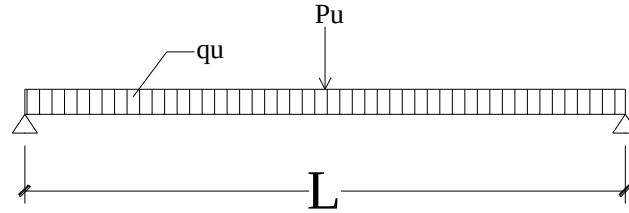


Pelat Lantai

Balok Anak



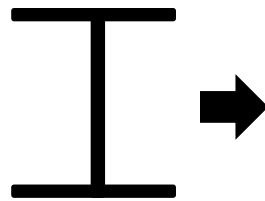
PEMBAHASAN



Gaya dalam yang bekerja pada balok anak

Momen: $M_u = \frac{1}{8} \cdot q_u \cdot L^2$

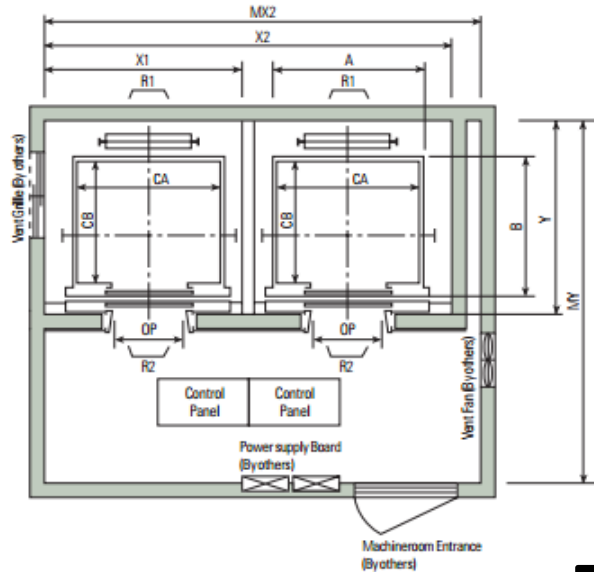
Gaya geser: $V_u = \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot L$



Balok anak atap
WF 250 x 175 x 7 x 11

Balok anak lantai
WF 300 x 200 x 9 x 14

Balok Penggantung Lift

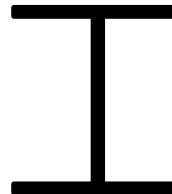
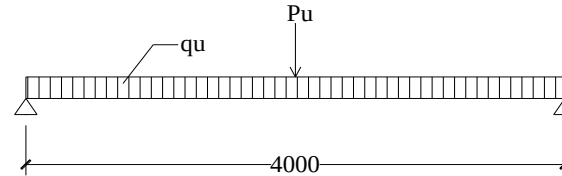


- Tipe lift : *Passenger Elevators*
- Merek : HYUNDAI
- Dimensi ruang mesin : 4000 x 3600 mm²
- Beban reaksi ruang mesin :

$$R_1 = 4200 \text{ kg}$$

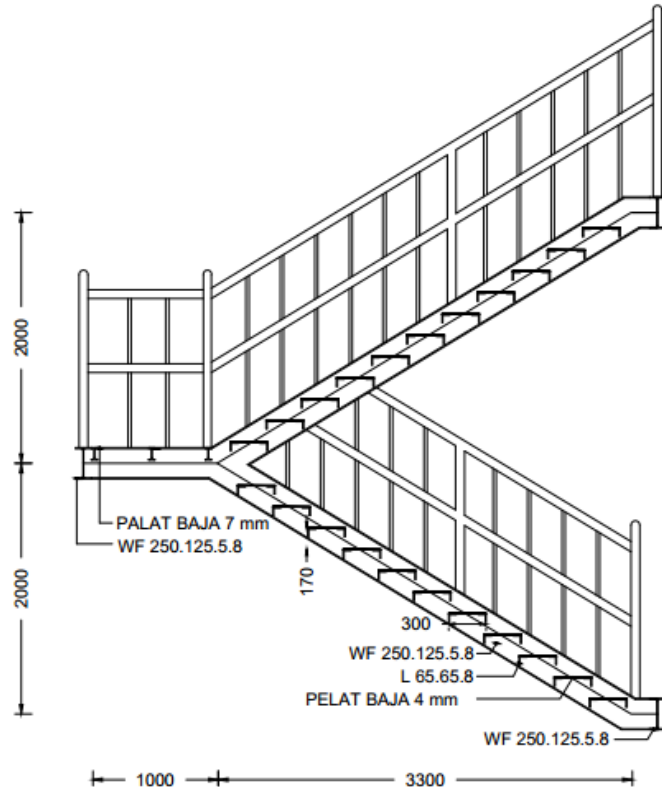
$$R_2 = 2700 \text{ kg}$$

Permodelan Pembebanan



Balok penggantung lift
WF 300 x 200 x 9 x 14

Perencanaan Tangga



Data teknis perencanaan tangga

- Mutu baja = BJ-41
- Tinggi antar lantai = 400 cm
- Tinggi bordes = 200 cm
- Panjang tangga = 330 cm
- Lebar tangga = 145 cm
- Lebar bordes = 100 cm
- Lebar injakan (i) = 30 cm
- Lebar pegangan tangga = 10 cm
- Sudut kemiringan tangga = $31,22^{\circ}$

Permodelan Struktur

A. Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum

Kombinasi respons untuk gaya geser dasar ragam dinamik (V_t) harus lebih besar 85% dari gaya geser dasar statik (V) atau ($V_{\text{dinamik}} \geq 0,85 V_{\text{statik}}$).

Ket	V_{dinamik} (kg)	V_{statik} (kg)	$V_{\text{dinamik}} \geq V_{\text{statik}}$
RSX	2310867	2309773	OK
RSY	2310867		OK

B. Kontrol Partisipasi Massa

Partisipasi massa harus menyertakan jumlah ragam terkombinasi minimal 90% dari massa aktual yang berasal dari masing-masing arah horizontal orthogonal yang ditinjau.

OutputCase	Steptype	StepNum	SumUX	Sum UY
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless
Modal	Mode	7	0,865	0,909
Modal	Mode	8	0,912	0,909

Permodelan Struktur

C. Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental

$$T_a = 0,0731 \cdot 60^{0,75} = 1,576 \text{ detik}$$

Dengan nilai $S_{D1} = 0,960$, maka $C_u = 1,4$

Sehingga periode struktur yang diijinkan adalah :

$$T = T_a \cdot C_u = 1,576 \cdot 1,4 = 2,206 \text{ detik}$$

OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec
MODAL	Mode	1	1,748696	0,550
MODAL	Mode	2	1,586083	0,629

D. Kontrol Permodelan Struktur

Selisih perhitungan antara perhitungan manual dan hasil SAP2000

$$\frac{731.490,89}{39.611.955,36} \times 100 = 1,88 \% < 5\% (OK)$$

Permodelan Struktur

E. Kontrol Simpangan (*Drift*)

Lantai	hi	Δ	δ_{xe}	δ_x	Δa	$\delta_x \leq \Delta a$
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
15	4000	87,188	4,008	16,032	80	Ok
14	4000	83,18	4,647	18,588	80	Ok
13	4000	78,533	5,329	21,316	80	Ok
12	4000	73,204	5,931	23,724	80	Ok
11	4000	67,273	6,337	25,348	80	Ok
10	4000	60,936	6,531	26,124	80	Ok
9	4000	54,405	6,834	27,336	80	Ok
8	4000	47,571	7,038	28,152	80	Ok
7	4000	40,533	7,107	28,428	80	Ok
6	4000	33,426	6,911	27,644	80	Ok
5	4000	26,515	6,479	25,916	80	Ok
4	4000	20,036	6,295	25,18	80	Ok
3	4000	13,741	5,928	23,712	80	Ok
2	4000	7,813	5,118	20,472	80	Ok
1	4000	2,695	2,695	10,78	80	Ok

Lantai	hi	Δ	δ_{xe}	δ_x	Δa	$\delta_x \leq \Delta a$
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
15	4000	108,461	3,96	15,84	80	Ok
14	4000	104,501	4,861	19,444	80	Ok
13	4000	99,64	5,862	23,448	80	Ok
12	4000	93,778	6,763	27,052	80	Ok
11	4000	87,015	7,403	29,612	80	Ok
10	4000	79,612	7,755	31,02	80	Ok
9	4000	71,857	8,275	33,1	80	Ok
8	4000	63,582	8,711	34,844	80	Ok
7	4000	54,871	9,012	36,048	80	Ok
6	4000	45,859	9,082	36,328	80	Ok
5	4000	36,777	8,859	35,436	80	Ok
4	4000	27,918	8,77	35,08	80	Ok
3	4000	19,148	8,365	33,46	80	Ok
2	4000	10,783	7,169	28,676	80	Ok
1	4000	3,614	3,614	14,456	80	Ok

Elemen *Link*

Balok *link* direncanakan menggunakan profil WF 600 x 300 x 12 x 20. Hasil dari output SAP 2000 diperoleh gaya dalam sebesar:

$$e = 100 \text{ cm} < 1,6 \cdot M_p / V_p = 119,43 \text{ cm}$$

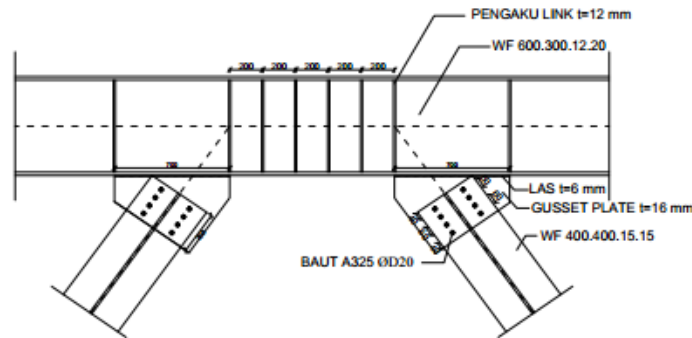
$$\alpha = 0,001 \text{ radian} < \alpha_{\text{maks}} = 0,08 \text{ radian}$$

$$V_u = 77895,71 \text{ kg} < \phi V_n = 88776 \text{ kg}$$

Untuk pengaku dengan panjang *link* $< 1,6 \cdot M_p / V_p$, harus direncanakan memiliki pengaku antara. Untuk $\alpha = 0,001$ radian maka:

$$S = 30 \cdot 1,2 - \left(\frac{58,8}{5} \right) = 24,24 \text{ cm}$$

Dipasang pengaku antara dengan jarak 20 cm.



Elemen Bresing

Bressing direncanakan menggunakan profil
WF 400 x 400 x 15 x 15

$$\begin{aligned} V_u &= 1,25 \cdot R_y \cdot V_n \\ &= 1,25 \cdot 1,5 \cdot 98640 \\ &= 184950 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_u \text{ tekan} = P_u \text{ tarik} &= \frac{V_u}{\sin \alpha} = \frac{184950}{\sin 57,99^\circ} \\ &= 218101,9 \text{ kg} \end{aligned}$$

Bressing tarik

$$\begin{aligned} \phi_c P_n &= 0,9 \cdot R_y \cdot F_y \cdot A_g \\ &= 0,9 \cdot 1,5 \cdot 2500 \cdot 178,5 = 602437,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\phi_c P_n > P_u \rightarrow (OK)$$

Bressing tekan

$$\begin{aligned} \phi_c P_n &= 0,85 \cdot 1,1 \cdot R_y \cdot F_y \cdot A_g / F_{cr} \\ &= 0,85 \cdot 1,1 \cdot 1,5 \cdot 2500 \cdot 178,5 / 2202,81 \\ &= 551465,55 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\phi_c P_n > P_u \rightarrow (OK)$$

Balok Diluar *Link*

Balok diluar link direncanakan dengan
WF 600.300.12.20

$$V_u = 1,1 \times R_y \times V_n$$

V_n = Kuat geser nominal link, diambil yang terkecil
dari V_p atau $2M_p/e$

$$V_p = 98640 \text{ kg}$$

$$2M_p/e = 215450 \text{ kg}$$

$$\text{Maka, } V_n = 1,1 \cdot 1,5 \cdot 98640 = 162756 \text{ kg}$$

Kontrol interaksi geser lentur

$$\begin{aligned} \frac{M_u}{\phi \cdot M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi \cdot V_n} &\leq 1,375 \\ \frac{3036815,57}{9695250} + 0,625 \frac{162756}{142884} &\leq 1,375 \\ 1,03 &\leq 1,375 \quad (OK) \end{aligned}$$

Balok Induk

WF 450.300.11.18

- Kontrol profil terhadap gaya lentur
Kontrol penampang terhadap tekuk lokal
 - Pelat sayap $\lambda < \lambda_p \rightarrow \text{Penampang Kompak}$
 - Pelat badan $\lambda < \lambda_p \rightarrow \text{Penampang Kompak}$

- Kontrol penampang terhadap tekuk lateral

$$L_b = 185 \text{ cm}$$

$$L_p = 215,55 \text{ cm}$$

$$L_r = 643,75 \text{ cm}$$

$L_b < L_p < L_r \rightarrow \text{Bentang Pendek, maka } M_n = M_p$

$$\begin{aligned} M_n = M_p &= Z_x \times f_y \\ &= 68200 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\phi_b \cdot M_n (61380 \text{ kgm}) \geq M_u (30188,47 \text{ kgm}) \text{ (OK)}$$

- Kontrol penampang terhadap gaya geser

$$\frac{h}{tw} \leq 1,10 \sqrt{k_v \frac{E}{f_y}}$$

$$32,36 \leq 69,57 \rightarrow \text{Plastis}$$

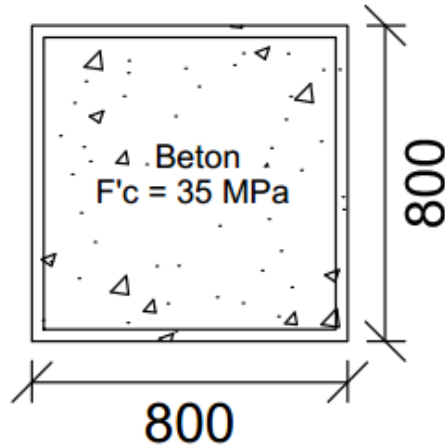
$$\begin{aligned} \text{Maka, } V_n &= 0,6 f_y A_w \\ &= 0,6 \times 2500 \times (44 \times 1,1) \\ &= 72600 \text{ kg} \\ \phi V_n &\geq V_u \\ \phi V_n &= 0,9 \cdot 72600 \text{ kg} \\ &= 65340 \text{ kg} > 13732,97 \text{ kg (OK)} \end{aligned}$$

- Kontrol lendutan

$$f_{ijin} = \frac{L}{360} = \frac{500}{360} = 1,39 \text{ cm} > 0,0165 \text{ cm (OK)}$$

Kolom CFT

Pada perencanaan ini ditunjukkan contoh perhitungan kolom lantai 1. Direncanakan kolom komposit CFT dengan profil HSS 800 × 800 × 30 × 30 dan panjang kolom 400 cm.



Kontrol interaksi aksial momen

$$\frac{P_r}{P_c} = \frac{P_r}{\phi_c P_n} = \frac{1763571,27}{0,90 \times 3545199} = 0,50 \geq 0,2$$

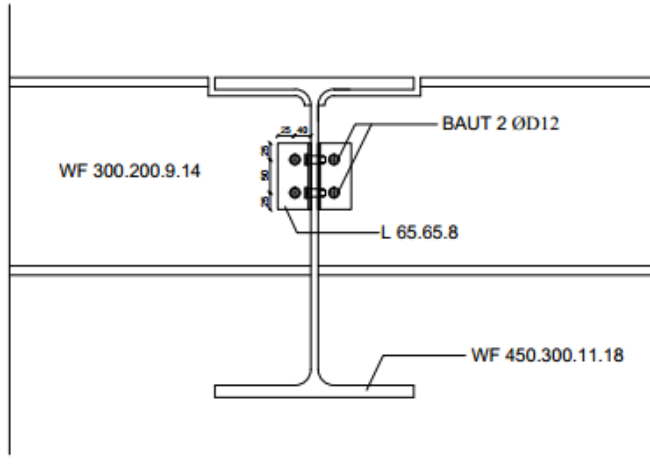
Maka digunakan rumus interaksi pertama sebagai berikut:

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,0$$

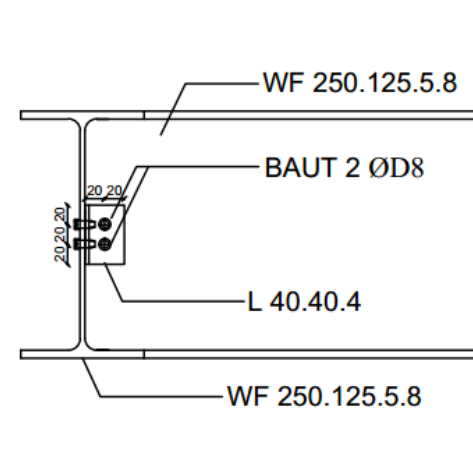
$$\frac{1763571,27}{0,9 \times 3939110} + \frac{8}{9} \left(\frac{111747,83}{600615} + \frac{111554,45}{600615} \right) = 0,78$$

Hasil kontrol interaksi yaitu $0,78 \leq 1,00$ (OK)

Sambungan Struktur Sekunder

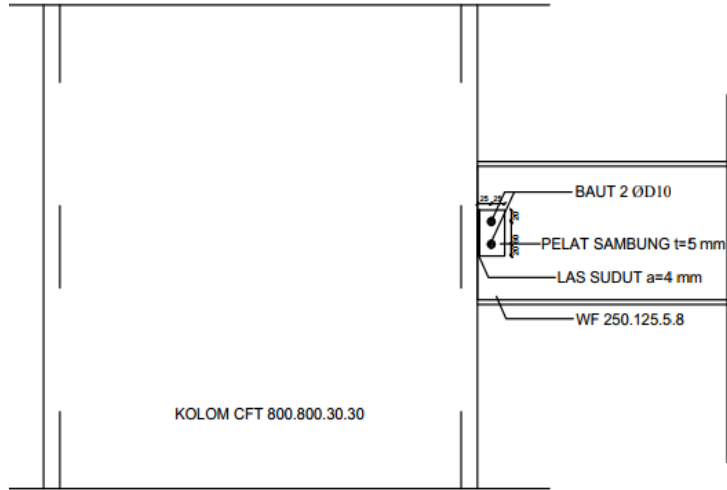


Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk

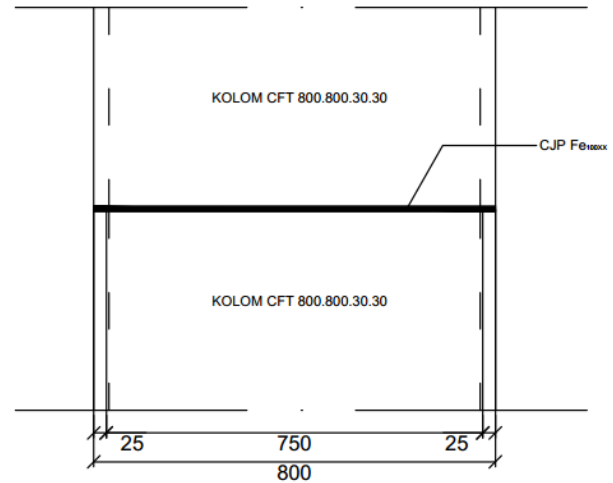


Sambungan Balok Utama Tangga dengan
Balok Penumpu Tangga

Perencanaan Sambungan

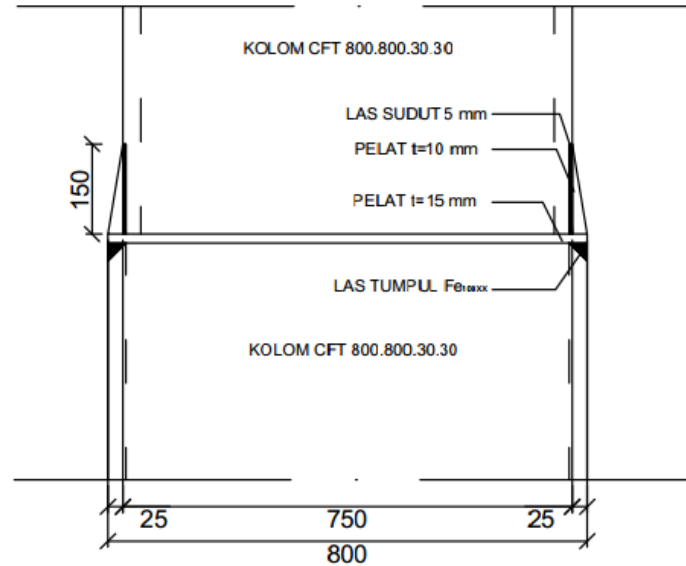


Sambungan Balok Penumpu Tangga dengan Kolom



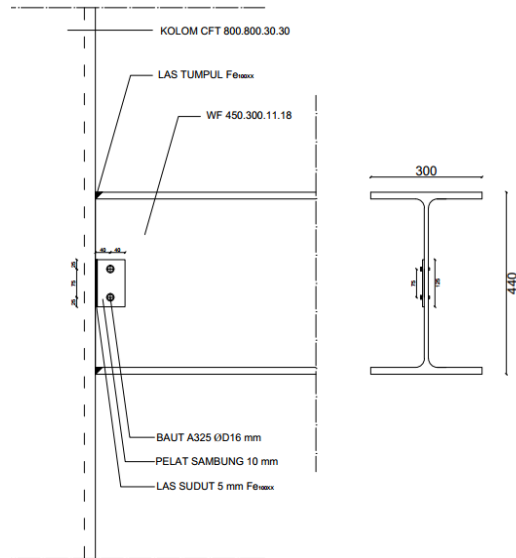
Sambungan Kolom dengan Kolom

Perencanaan Sambungan

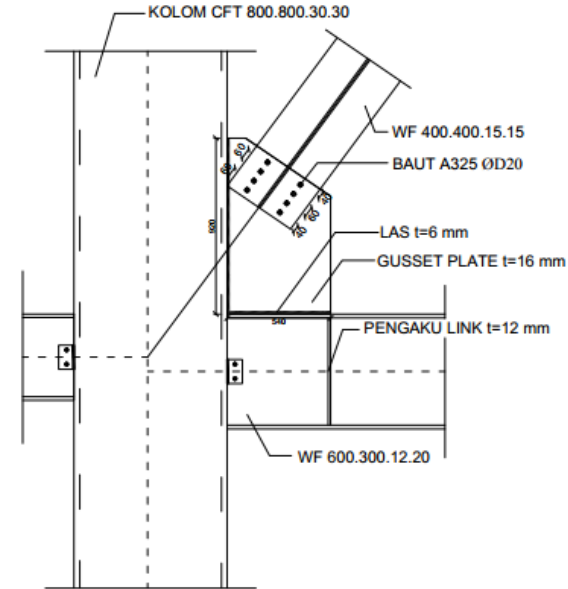


Sambungan Kolom dengan Kolom

Perencanaan Sambungan

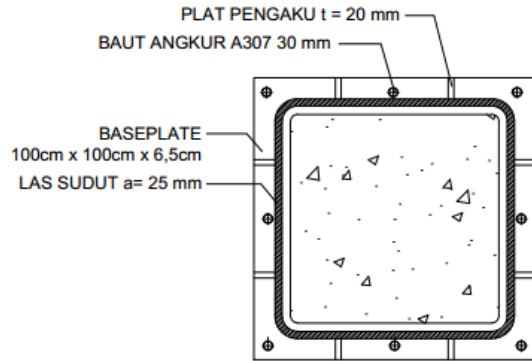


Sambungan Balok dengan Kolom



Sambungan Bresiing dengan Plat Buhul

Sambungan Baseplate



$$\begin{aligned} P_u &= 1323248,17 \text{ kg} \\ M_u &= 18445,14 \text{ kg} \\ V_u &= 110564,03 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Cek Eksentrisitasnya Gaya

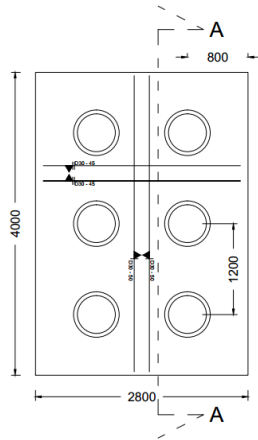
$$e_x = \frac{M_{ux}}{P_u} = \frac{11056403}{1323248,17} = 8,35 \text{ cm} < \frac{N}{6} = \frac{100}{6} = 16,67 \text{ cm}$$

Termasuk dalam kategori baseplate yang memikul gaya aksial, gaya geser dan juga momen lentur dengan intensitas yang cukup kecil, sehingga distribusi tegangan tidak terjadi sepanjang baseplate, namun momen lentur yang bekerja masih belum mengakibatkan baseplate terangkat dari beton penumpu. Angkur terpasang hanya berfungsi sebagai penahan gaya geser, disamping itu angkur tersebut juga berfungsi menjaga stabilitas struktur selama masa konstruksi

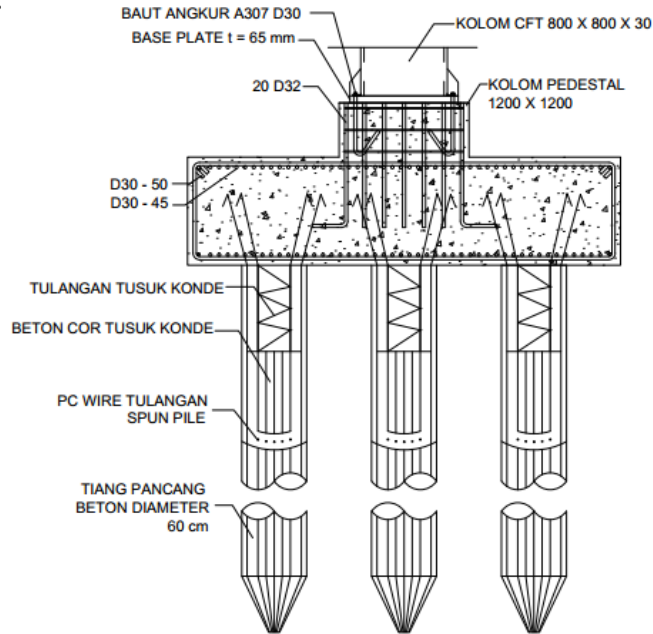
Struktur Bawah

Produksi menggunakan tiang pancang bulat berongga dari produk PT.WIKA BETON dengan spesifikasi:

- Klasifikasi : A1
- Diameter tiang : 600 mm
- Tebal tiang : 100 mm
- *Allowable axial load* : 252,7 tm

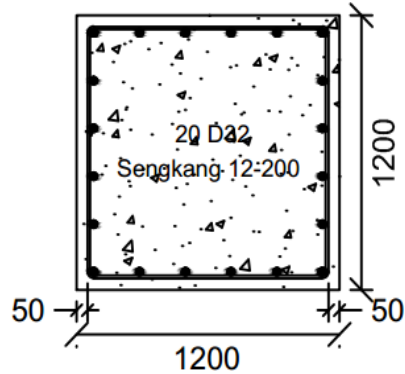


Denah Pondasi

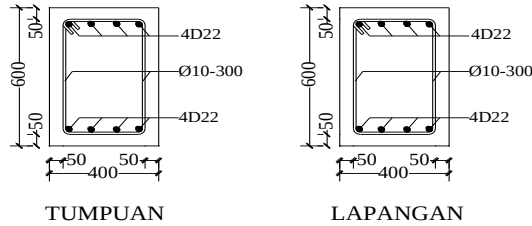


Potongan A-A

Struktur Bawah



Kolom Pedestal



Balok Sloof

Hasil perhitungan kolom pedestal adalah sebagai berikut:

$$b = 1200 \text{ mm}$$

$$h = 1200 \text{ mm}$$

Mutu bahan :

$$f'_c = 35 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 410 \text{ Mpa}$$

Hasil perhitungan balok sloof adalah sebagai berikut:

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$h = 600 \text{ mm}$$

Mutu bahan :

$$f'_c = 35 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 410 \text{ Mpa}$$

KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan SNI 1729:2015 didapatkan perhitungan dimensi struktur sekunder dan struktur primer dari elemen struktur yang telah direncanakan.
2. Analisa gaya dalam struktur gedung menggunakan program bantu SAP2000 v14. Gaya yang dimasukkan dalam permodelan adalah beban mati, beban hidup dan gempa berdasarkan peraturan yang berlaku.
3. Sambungan pada Gedung Apartemen Bale Hinggil menggunakan sambungan Las dan Baut sesuai dengan peraturan yang berlaku.
4. Pondasi yang direncanakan sesuai dengan ketentuan perhitungan tiang pancang (spun pile) produk dari PT. WIKA Beton dengan $D = 60$ cm (tipe A1) dengan kedalaman 30 m berdasarkan hasil penyelidikan tanah SPT (*Standard Penetration Test*).
5. Hasil analisa struktur yang telah dilakukan pada Gedung Apartemen Bale Hinggil akan dituangkan pada gambar teknik dengan program bantu AutoCad yang terlampir.

Saran

1. Dalam pelaksanaan di lapangan terutama pada bagian sambungan antar elemen harus diberi pengawasan yang baik.
2. Diperlukan studi yang mempelajari tentang perencanaan struktur bresing eksentrik lebih lanjut dengan mempertimbangkan aspek teknis, ekonomi, dan estetika. Sehingga diharapkan perencanaan dapat dimodelkan semirip mungkin dengan kondisi sesungguhnya di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum. 1983. “Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Bangunan Gedung (PPIUG 1983)”. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.

Musbar. 2015. “Analisis Numerik Link Panjang dengan Penambahan Pelat Sayap Tepi terhadap Peningkatan Kinerja Struktur Rangka Baja Berpengaku Eksentrik”. Program Doktor Bidang Keahlian Rekayasa Struktur, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan. Institut Teknologi Bandung.

Nidiasari. 2010. “Kajian Numerik Perilaku Link Panjang dengan Pengaku Diagonal Badan pada Sistem Rangka Baja Berpengaku Eksentris”. Tesis Magister Teknik Sipil, Pengutamaan Rekayasa Struktur. Institut Teknologi Bandung.

Popov, Egor P., Kazuhiko Kasai, and Michael D.Engelhardt. 1986. “Advances In Design of Eccentrically Braced Frames”. Structural Steel Conference, Auckland.

Popov, E.P. 1983. “Recent Research on Eccentrically Braced Frames”. Journal of Engineering Structures. 5(1). pp. 3-9.

DAFTAR PUSTAKA

Popov, Egor P., Engelhardt, Michael D. 1988. "Seismic Eccentrically Braced Frames". Journal Construction Steel Research 10. P.321-354.

Simatupang, Alfredo. 2015. "Modifikasi Perencanaan Struktur Gedung Kampus UNESA Menggunakan Baja Sistem Eccentrically Braced Frames (SRBE)". Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Standard Nasional Indonesia. 2012. "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012". Badan Standarisasi Nasional.

Standard Nasional Indonesia. 2015. "Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktual SNI 03-1729-2015". Badan Standarisasi Nasional.

Standard Nasional Indonesia. 2013. "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2013". Badan Standarisasi Nasional.

Standard Nasional Indonesia. 2013. "Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain SNI 03-1727-2013". Badan Standarisasi Nasional.



TERIMA KASIH