

PERENCANAAN STRUKTUR BAJA SISTEM RANGKA *BRESING* EKSENTRIK TIPE V – *BRACES* APARTEMEN “RAHAYU” DI YOGYAKARTA

Davy Oetomo Syahputra¹ dan Utari Khatulistiani^{2*}

^{1&2*}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Jl. Dukuh Kupang XXV No. 54, Kota Surabaya, 60225, Jawa Timur, Indonesia

E-mail: putradavy94@gmail.com¹ & utari.kh@uwks.ac.id^{2*}

(*) Penulis Koresponden

ABSTRAK: Gedung Apartemen Rahayu direncanakan 10 lantai dengan tinggi 40 meter, panjang 49 meter, dan lebar 35 meter. Lokasi gedung berada di Yogyakarta yang memiliki intensitas gempa dengan getaran tinggi. Gedung struktur baja tersebut didesain agar mampu menahan gaya akibat gempa menggunakan Sistem Rangka *Bresing Eksentrik* (SRBE) yang memiliki kemampuan dalam memikul momen yang terjadi akibat beban gravitasi serta gaya geser akibat beban lateral. SRBE adalah komponen struktur tambahan berupa balok *link* yang memiliki fungsi sebagai sendi plastis pada struktur bresingnya. Struktur bresing menggunakan tipe V. Peraturan yang digunakan pada perencanaan gedung struktur baja adalah SNI 1729:2020, pembebanan gempa dan beban gravitasi berturut-turut mengacu pada SNI 1726:2019, dan SNI 1727:2020. Mutu baja digunakan BJ 41 dengan nilai F_u adalah 410 MPa dan F_y adalah 250 MPa. Mutu beton digunakan f'_c adalah 35 MPa. Hasil analisis dari komponen struktur gedung Apartemen Rahayu diperoleh balok anak atap dan lantai menggunakan profil WF 450.300.11.18, balok induk atap dan lantai menggunakan profil WF 800.300.14.26, bresing menggunakan profil WF 300.300.9.14, kolom menggunakan profil HC 90.538.477.90.90 dan panjang komponen *link* 100 cm dengan menggunakan profil WF 800.300.14.26. Pondasi pada satu titik kolom menggunakan tiang pancang beton dimensi 45 cm x 45 cm sebanyak 6 buah dengan kedalaman 17 meter. Diperoleh nilai simpangan horisontal yang terjadi 32,20 mm, dan nilai tersebut lebih kecil dari batas simpangan ijin sebesar 80 mm, menunjukkan bahwa struktur gedung yang direncanakan mampu menahan beban gempa.

KATA KUNCI : Gedung Struktur Baja, Gempa Tinggi, Kota Yogyakarta, Sistem Rangka *Bresing Eksentrik*, V – *Braces*

1. PENDAHULUAN

Kota Yogyakarta merupakan ibu kota sekaligus pusat pemerintahan dan perekonomian dari Daerah Istimewa Yogyakarta. Sensus penduduk kota Yogyakarta memiliki 3.668.719 penduduk pada sensus penduduk tahun 2020 dan sebesar 70,04% dalam usia produktif serta kota tersebut memiliki luas wilayah 32,50 km². Untuk memenuhi kecukupan tempat tinggal penduduk Yogyakarta, maka bangunan didesain ke arah vertikal, yaitu apartemen terdiri dari 10 lantai. Sejak tahun 1840 hingga 2023 Kota Yogyakarta telah 13 kali diguncang oleh bencana gempa. Hal tersebut disebabkan Kota Yogyakarta berdekatan dengan zona tumbukan lempeng di Samudera Indonesia, dan akibat aktivitas sesar – sesar lokal di daratan, sehingga kota Yogyakarta rawan gempa. Pada hari Jumat, 30 Juni 2023, wilayah di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) diguncang gempa bumi berkekuatan M 6,4, dengan jarak paling dekat yaitu 86 kilometer Barat Daya Kota Bantul, DIY (Adiba & Khatulistiani, 2024). Berdasarkan hal tersebut, maka gedung apartemen menggunakan material baja dengan pertimbangan bahwa dikarenakan

material tersebut memiliki beberapa keunggulan yaitu; awet, memiliki berat sendiri lebih ringan dibanding beton, dan menggunakan baut atau las untuk alat penyambungan (Wantania dkk., 2019), sehingga pekerjaan pembangunan gedung dapat diselesaikan dalam waktu relatif cepat. Selain keuntungan tersebut, terdapat salah satu sifat material baja yang sangat menguntungkan untuk digunakan pada pembangunan gedung di daerah gempa yang tinggi, yaitu sifat daktilitas yang merupakan sifat material baja untuk mengalami lendutan yang cukup besar saat beban maksimal tercapai sebelum terjadi kegagalan struktur atau keruntuhan (Panjaitan dkk., 2018). Sistem rangka yang digunakan pada struktur gedung adalah Sistem Rangka *Bresing Eksentrik* (SRBE) atau *Eccentrically Braced Frames* (EBF). Sistem tersebut digunakan karena mampu menahan beban lateral dan sistem tersebut memiliki kemampuan daktilitas lebih tinggi dibandingkan Sistem Rangka *Bresing Konsentrik* (SRBK) (Simbolon dkk., 2019). Dalam SNI 03 – 1729 – 2002 Pasal 15.3.1, disebutkan terdapat suatu bagian dari balok yang disebut *link* yang direncanakan khusus serta

PERENCANAAN STRUKTUR BAJA SISTEM RANGKA *BRESING* EKSENTRIK TIPE V-BRACES APARTEMEN “RAHAYU” DIYOGYAKARTA
(Davy Oetomo Syahputra, Utari Khatulistiani)

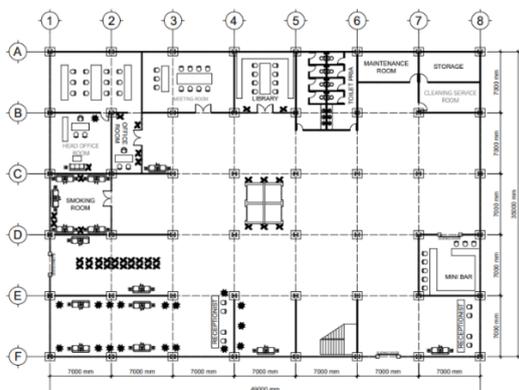
diharapkan dapat mengalami deformasi inelastis yang besar saat memikul beban – beban yang direncanakan. Dalam pasal 15.3.2 dijelaskan bahwa elemen tersebut merupakan bagian dari balok yang direncanakan untuk mendisipasi energi gaya gempa pada saat terjadi gempa.

Tujuan perencanaan ini adalah untuk memperhitungkan *drift* atau simpangan horisontal yang terjadi akibat beban gempa pada Apartemen Rahayu, agar tidak melebihi simpangan ijin dengan menggunakan Sistem Rangka *Bresing* Eksentrik (SRBE) konfigurasi tipe V. Pada Apartemen Rahayu sesuai dengan peraturan.

2. METODOLOGI PERENCANAAN

Apartemen Rahayu direncanakan terdiri dari 10 lantai dengan panjang 49 meter, lebar 35 meter dan tinggi 40 meter. Gambar denah dan tampak ditampilkan pada Gambar 1 hingga Gambar 4.

Perencanaan Apartemen Rahayu dimulai dengan pengumpulan data, kemudian dilakukan *Preliminary Design* dan dilanjutkan perencanaan struktur skunder, primer dan bresing dengan urutan langkah seperti ditampilkan pada Gambar 5. Luaran atau hasil perencanaan berupa gambar perencanaan. Perencanaan mengacu pada SNI 03 – 1729 – 2002 dan SNI 1729:2020 sebagai syarat desain bangunan material konstruksi baja.

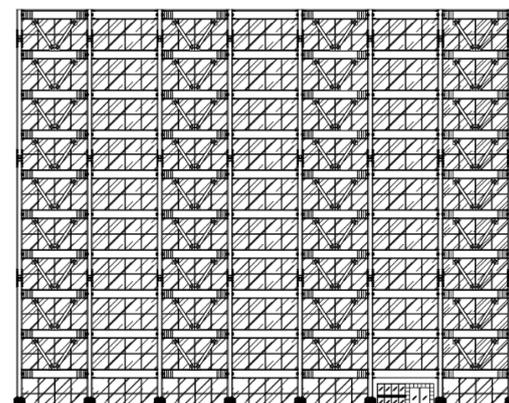


Gambar 1. Denah Lantai 1

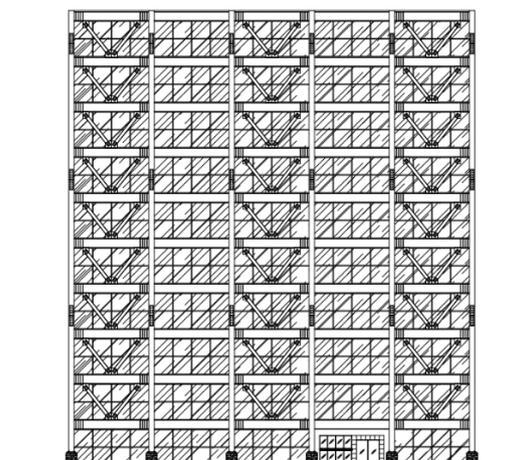


Gambar 2. Denah Lantai 2 - 10

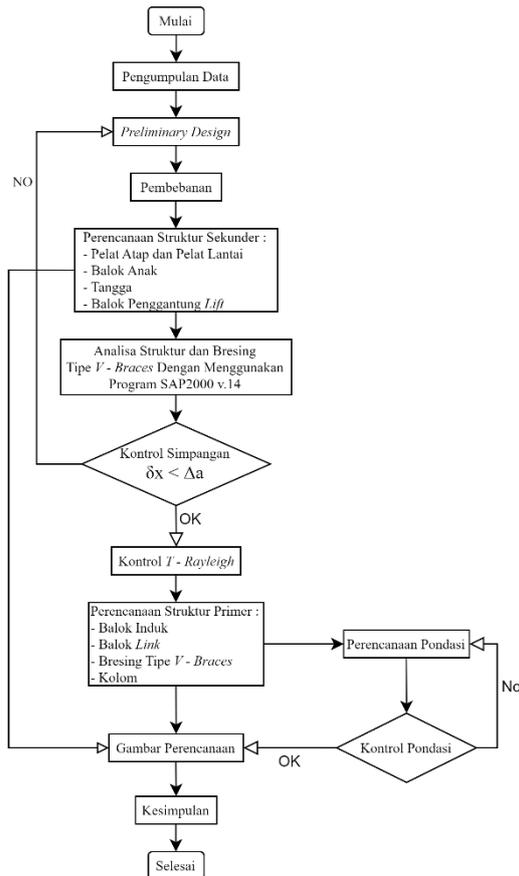
Bresing Eksentrik tipe V diletakkan pada struktur portal arah memanjang pada Gambar 3, dan arah melintang pada Gambar 4, didesain berada di bagian tepi dari di tengah



Gambar 3. Tampak Arah Memanjang



Gambar 4. Tampak Arah Melintang



Gambar 5. Diagram Alir (*Flowchart*) Perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Preliminary Design

Preliminary Design adalah desain awal perencanaan gedung dengan sistem "Trial and Error" untuk memperkirakan dimensi tiap komponen struktur primer maupun sekunder, setelah proses tersebut dilanjut dengan melakukan perhitungan dengan program bantu komputer. Proses tersebut dapat memberikan hasil yang optimal dalam menentukan kualitas material dan dimensi material yang digunakan (Intane & Machmoed, 2023).

Dimensi awal untuk perencanaan struktur Apartemen Rahayu adalah :

Balok anak atap dan lantai : WF 450.300.11.18
 Balok induk atap dan lantai : WF 800.300.14.26
 Balok link : WF 800.300.14.26
 B्रेसing : WF 800.300.14.26
 Kolom : HC 90.538.477.90.90

Mutu beton (f'_c) digunakan 35 MPa, dan mutu baja (F_y) digunakan 250 MPa.

3.2 Struktur Sekunder

Struktur sekunder merupakan elemen yang menopang tahanan tetapi tidak secara keseluruhan namun tetap menerima beban

langsung atau perubahan bentuk relatif terhadap struktur primer (Dewi & Machmoed, 2023).

3.2.1 Pelat Atap dan Pelat Lantai

Pelat atap direncanakan dengan tebal 10 cm. Nilai momen terbesar terletak pada daerah tumpuan M_{tx} dan M_{ty} sebesar 1025,25 kgm. Hasil analisa digunakan tulangan D16 – 110 mm untuk arah X dan Y.

Pelat atap direncanakan dengan tebal 12 cm. Beban kombinasi pelat diperoleh q_u sebesar 1101,60 kg/m². Nilai momen terbesar terletak pada daerah tumpuan M_{tx} dan M_{ty} sebesar 917,97 kgm, dan digunakan tulangan D16 – 110 mm untuk arah X dan Y.

3.2.2 Perencanaan Balok Anak Atap dan Balok Anak Lantai

Balok anak atap direncanakan menggunakan WF 450.300.11.18 dengan spesifikasi; $W = 124$ kg/m, $I_x = 561000000$ mm⁴, $I_y = 81100000$ mm⁴, $r_x = 189$ mm dan $r_y = 71,8$ mm. Beban kombinasi balok anak atap q_u sebesar 3137 kg/m. Diperoleh gaya – gaya dalam hasil luaran dari program SAP2000 v.14 yaitu; momen $M_u = 103964633$ Nmm, gaya geser $V_u = 77241,18$ N, dan defleksi $\delta = 2,33$ mm.

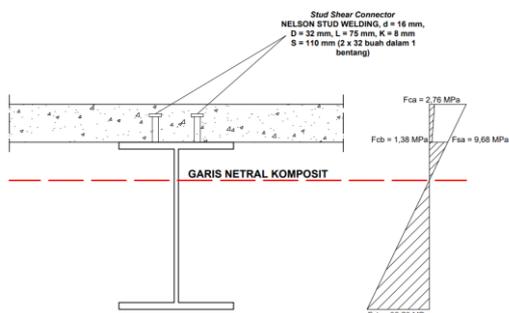
Balok anak adalah struktur komposit yang direncanakan metode sistem peleksanaannya dengan perancah. Diperoleh nilai tegangan komposit balok anak atap pada Gambar 6, tegangan bagian atas $f_{ca} = 2,76$ MPa, tegangan beton bagian bawah $f_{cb} = 1,38$ MPa, tegangan baja bagian atas $f_{sa} = 9,68$ MPa, tegangan baja bagian bawah $f_{sb} = 32,70$ MPa.

Balok anak lantai menggunakan dimensi profil WF sama seperti balok anak atap. Beban kombinasi balok anak lantai, $q_u = 2720$ kg/m. Diperoleh gaya – gaya dalam hasil luaran dari program SAP2000 v.14 yaitu; momen $M_u = 94964143$ Nmm, gaya geser $V_u = 63917,41$ N, dan defleksi $\delta = 1,78$ mm. Tegangan komposit balok anak lantai pada Gambar 7, diperoleh tegangan bagian atas $f_{ca} = 2,76$ MPa, tegangan beton bagian bawah $f_{cb} = 1,38$ MPa, tegangan baja bagian atas $f_{sa} = 9,68$ MPa, tegangan baja bagian bawah $f_{sb} = 32,70$ MPa.

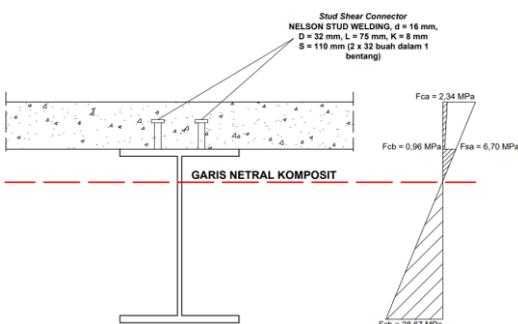
Hasil tegangan yang terjadi pada balok anak atap dan lantai menunjukkan bahwa dimensi profil balok memenuhi menahan beban bekerja.

Shear connector balok anak menggunakan tipe *stud* diameter 16 mm, dengan kekuatan putus (F_u) = 410 MPa. Hasil analisa diperoleh untuk balok anak atap dan lantai digunakan 64 buah *stud* untuk satu bentang, dengan jarak antar *stud* 110 mm.

PERENCANAAN STRUKTUR BAJA SISTEM RANGKA *BRESING* EKSENTRIK TIPE *V-BRACES* APARTEMEN “RAHAYU” DIYOGYAKARTA (Davy Oetomo Syahputra, Utari Khatulistiani)



Gambar 6. Diagram Tegangan Balok Anak Atap

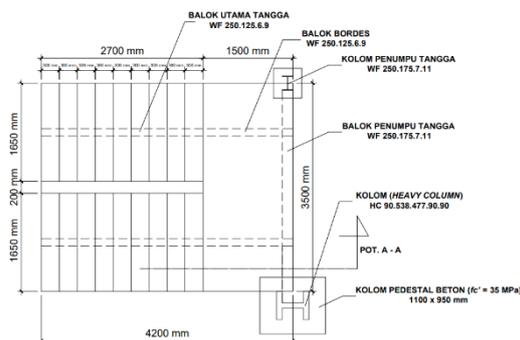


Gambar 7. Diagram Tegangan Balok Anak Lantai

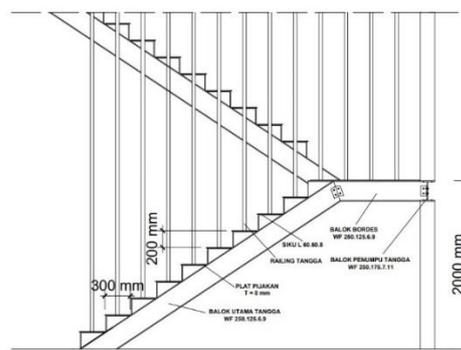
3.2.3 Perencanaan Tangga

Perencanaan tangga pada Apartemen Rahayu direncanakan memiliki elevasi bordes setinggi 200 cm, panjang 420 cm dan lebar 350 cm. Anak tangga menggunakan plat ukuran 300 x 1650 mm dengan tebal 8 mm, sebanyak 20 pijakan dengan masing masing pijakan memiliki tinggi 20 cm dan lebar 30 cm.

Gambar denah tangga ditampilkan pada Gambar 8. dan potongan pada Gambar 9.



Gambar 8. Denah Tangga



Gambar 9. Potongan Tangga

3.2.3.1 Balok Utama Tangga

Balok utama tangga direncanakan menggunakan WF 250.125.6.9 dengan spesifikasi; $W = 29,60$ kg/m, $I_x = 40500000$ mm⁴, $I_y = 2940000$ mm⁴, $r_x = 104$ mm dan $r_y = 27,9$ mm. Beban kombinasi pada balok utama tangga berupa beban merata sebesar $q_u = 44$ kg/m dan beban terpusat masing – masing anak tangga, $P_u = 260$ kg. Gaya – gaya dalam hasil luaran dari program SAP2000 v.14 diperoleh : momen $M_u = 20220901,97$ Nmm lebih kecil dari $M_n = 72900000$ Nmm, gaya geser $V_u = 14900,42$ N lebih kecil dari $V_n = 202500$ N dan defleksi $\delta = 3,59$ mm lebih kecil dari defleksi ijin = 10,02 mm. Hasil analisa tersebut menunjukkan bahwa dimensi profil yang digunakan mampu menahan beban bekerja.

3.2.3.2 Balok Bordes

Balok bordes direncanakan menggunakan WF yang sama dengan balok utama tangga. Beban kombinasi bekerja pada balok bordes, $q_u =$ Serta. diperoleh gaya – gaya dari program bantu SAP2000 v.14 yaitu; momen $M_u = 917$ kg/m. Diperoleh gaya – gaya dalam hasil luaran dari SAP2000 v.14 yaitu: $M_u = 16608410,91$ Nmm lebih kecil dari $M_n = 72900000$ Nmm , gaya geser $V_u = 15308,75$ N lebih kecil dari $V_n = 202500$ N dan defleksi $\delta = 0,33$ mm lebih kecil dari defleksi ijin = 4,17 mm. Hasil analisa tersebut menunjukkan bahwa dimensi profil yang digunakan mampu menahan beban kerja.

3.2.3.3 Balok Penumpu Tangga

Balok penumpu tangga direncanakan menggunakan WF 250.175.7.11 dengan spesifikasi; $W = 44,10$ kg/m, $I_x = 61200000$ mm⁴, $I_y = 9840000$ mm⁴, $r_x = 104$ mm dan $r_y = 41,8$ mm. Gaya – gaya dalam diperoleh dari luana SAP2000 v.14 yaitu: momen $M_u = 32929750,71$ Nmm lebih kecil dari $M_n = 112950000$ Nmm , gaya geser $V_u = 20087,94$ N lebih kecil dari $V_n = 230580$ N dan defleksi $\delta = 2,94$ mm lebih kecil dari defleksi ijin = 9,72 mm. Hasil analisa tersebut menunjukkan bahwa

dimensi profil yang digunakan mampu menahan beban kerja.

3.2.4 Perencanaan Balok Penggantung Lift

Balok penggantung lift direncanakan menggunakan WF 300.200.9.14 dengan spesifikasi; $W = 65,40 \text{ kg/m}$, $I_x = 133000000 \text{ mm}^4$, $I_y = 19000000 \text{ mm}^4$, $r_x = 126 \text{ mm}$ dan $r_y = 47,7 \text{ mm}$. Bentang balok 7000 mm yang direncanakan untuk menahan dua sangkar lift. Beban kombinasi balok lift terdiri dari beban merata sebesar 65,40 kg/m dan beban terpusat 14784 kg. Diperoleh nilai gaya – gaya dalam hasil luaran dari program SAP2000 v.14 nilai gaya – gaya dalam yaitu: momen $M_u = 130597551 \text{ Nmm}$ lebih kecil dari $M_n = 200925000 \text{ Nmm}$, gaya geser $V_u = 140371,97 \text{ N}$ lebih kecil dari $V_n = 362070 \text{ N}$ dan defleksi $\delta = 3,24 \text{ mm}$ lebih kecil dari defleksi ijin = 19,44 mm. Hasil analisa tersebut menunjukkan bahwa dimensi profil yang digunakan mampu menahan beban kerja

3.3 Pembebanan Gempa

Beban gempa Apartemen Rahayu direncanakan berdasarkan peraturan SNI 1726:2019 untuk kota Yogyakarta. Situs tanah ditentukan dari nilai SPT (N – SPT) yang diperoleh dari hasil penyelidikan tanah. Hasil perhitungan pada Tabel 1 diperoleh ΣN sebesar 14,91, lebih kecil dari 15 dan menurut SNI 1726:2019 tanah tersebut merupakan tanah lunak.

Tabel 1. Data Tanah Kota Yogyakarta.

No.	Kedalaman (m)	Tebal T (m)	Nilai SPT N	$N' = T/N$
1	0,00 - 2,00	2	5	0,40
2	2,00 - 4,00	2	6	0,33
3	4,00 - 6,00	2	16	0,13
4	6,00 - 8,00	2	18	0,11
5	8,00 - 10,00	2	12	0,17
6	10,00 - 12,00	2	6	0,33
7	12,00 - 14,00	2	12	0,17
8	14,00 - 16,00	2	16	0,13
9	16,00 - 18,00	2	60	0,03
10	18,00 - 20,00	2	60	0,03
11	20,00 - 22,00	2	51	0,04
12	22,00 - 24,00	2	52	0,04
13	24,00 - 26,00	2	55	0,04
14	26,00 - 28,00	2	56	0,04
15	28,00 - 30,00	2	58	0,03
Total (Σ)		30		2,01

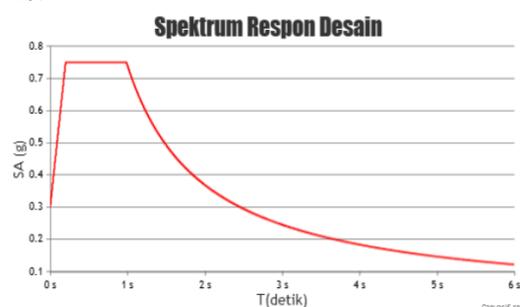
Mengacu pada peraturan SNI 1726:2019 Tabel 5. Klasifikasi Situs

$\Sigma N = \Sigma T/\Sigma N' = 14,91 < 15$ (Tanah Lunak)

Data tambahan untuk menentukan beban gempa sebagai berikut :

- Faktor keutamaan gempa : 1,0
- Klasifikasi situs : SE (Tanah Lunak)
- S_s : 1,1070 g
- S_1 : 0,5070 g
- F_a : 0,9
- F_v : 2,4
- S_{MS} : 0,9963
- S_{M1} : 1,2168
- S_{ds} : 0,6642 g
- S_{d1} : 0,8112 g
- R : 8
- Ω_0 : 2
- C_d : 4

Nilai S_s dan S_1 Kota Yogyakarta didapat dari grafik Spektrum Respon Desain pada Gambar 10.



Gambar 10. Spektrum Respon Desain Kota Yogyakarta Situs Tanah Lunak

Perhitungan beban gempa didapat dari perhitungan berat masing – masing struktur tiap lantai, dan berat total gedung Apartemen Rahayu $W = 17206469 \text{ kg}$, tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Berat Struktur Tiap Lantai

Lantai	Tinggi (m)	Berat (kg)
10	40	1001771
9	36	1800522
8	32	1800522
7	28	1800522
6	24	1800522
5	20	1800522
4	16	1800522
3	12	1800522
2	8	1800522
1	4	1800522
Total Berat Gedung (W)		17206469

Setelah didapat berat keseluruhan struktur dilanjutkan dengan perhitungan periode fundamental struktur, dengan ketentuan periode fundamental struktur (T_a) tidak boleh melebihi batas atas pada periode yang dihitung (C_u), dengan data sebagai berikut :

**PERENCANAAN STRUKTUR BAJA SISTEM RANGKA *BRESING*
EKSENTRIK TIPE *V-BRACES* APARTEMEN “RAHAYU” DIYOGYAKARTA**
(Davy Oetomo Syahputra, Utari Khatulistiani)

$$\begin{aligned} C_t &= 0,0731 \text{ (SNI 1726:2019, Tabel 18)} \\ h_n &= 40 \text{ m (Tinggi Bangunan)} \\ X &= 0,75 \text{ (SNI 1726:2019, Tabel 18)} \\ C_u &= 1,4 \text{ (SNI 1726:2019, Tabel 17)} \\ \text{Ta ditentukan menggunakan rumusan :} \\ T_a &= C_t \times h_n^X \\ &= 0,0731 \times 40^{0,75} \\ &= 1,16 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh: $T_a = 1,16 < C_u = 1,4$ (OK).

Untuk menentukan gaya gempa, menurut SNI 1726:2019 Pasal 7.8.1, distribusi gaya gempa berdasarkan pada gaya geser dasar seismik (V) dihitung melalui perumusan sebagai berikut :

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,6642}{\left(\frac{8}{1,0}\right)} = 0,083$$

Nilai C_s tidak boleh lebih besar dari :

$$C_{S_{maks}} = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,8112}{1,16\left(\frac{8}{1,0}\right)} = 0,087$$

Nilai C_s tidak boleh lebih kurang dari :

$$\begin{aligned} C_{S_{min}} &= 0,044 \times S_{DS} \times I_e \\ &= 0,044 \times 0,6642 \times 1 \\ &= 0,029 \end{aligned}$$

Maka, digunakan C_s terkecil yaitu $C_{S_{min}} = 0,029$.

Gaya geser dasar seismik yang terjadi pada struktur gedung sebesar :

$$\begin{aligned} V &= C_s \times W \\ &= 0,029 \times 17206469 \text{ kg} \\ &= 498987,60 \text{ kg} \end{aligned}$$

Gaya Seismik Lateral (F_i) ditentukan sesuai dengan persamaan :

$$\begin{aligned} k &= 1 - \left(\frac{T_a - 0,5}{2,5 - 0,5}\right) (1 - 2) \\ &= 1 - \left(\frac{T_a - 0,5}{2,5 - 0,5}\right) (1 - 2) = 1,33 \end{aligned}$$

Nilai beban gempa statik ekuivalen (F_i) didapat dengan menggunakan perumusan sebagai berikut :

$$F_i = \frac{W_i \times h_i^k}{\sum W_i \times h_i^k} \times V$$

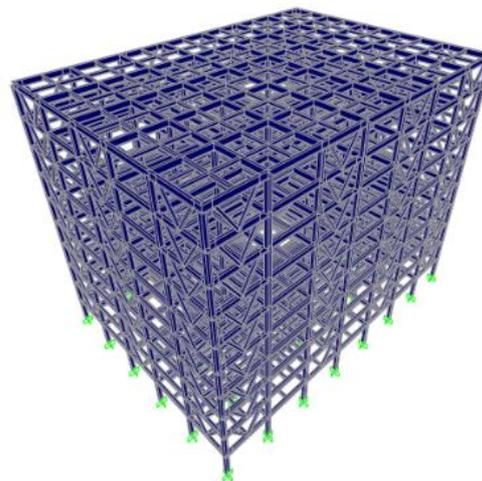
Perhitungan distribusi beban gempa statik ekuivalen (F_i) tiap lantai ditampilkan pada Tabel 3.

Analisa gaya – gaya dalam struktur portal gedung menggunakan program SAP2000 v.14 dengan kombinasi beban sebanyak 18 kombinasi. Berdasarkan peraturan SNI 1726:2019 Pasal 7.5.3, serta kombinasi beban mengacu pada SNI 1727:2020 Pasal 2.3.1. Setelah dilakukan pemodelan struktur dengan program struktur, selanjutnya dilakukan proses *run analyze* untuk mengetahui nilai gaya – gaya dalam yang terjadi pada struktur. Selanjutnya dilakukan tahap *check of structure* untuk mengetahui komponen struktur mana yang mengalami kegagalan (*failure*) dengan cara mengamati indikator warna yang muncul. Bila

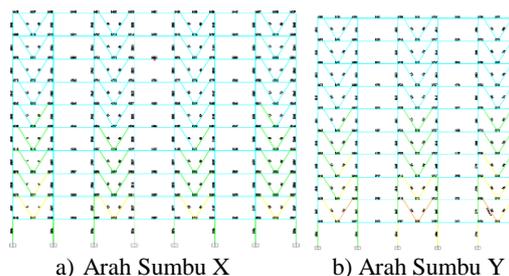
pada komponen muncul warna merah hingga oranye menunjukkan bahwa terjadi kegagalan pada komponen struktur tersebut. Bila muncul warna oranye kekuningan, kuning, hijau hingga biru muda menunjukkan komponen struktur tersebut mampu menerima beban serta simpangan yang terjadi. Pemodelan struktur dalam bentuk 3D ditunjukkan pada Gambar 11. Hasil proses *check of structure* ditampilkan pada Gambar 12, dengan warna yang muncul di struktur adalah biru dan kuning, menunjukkan bahwa dimensi struktur balok, kolom, bresing dan *link* mampu untuk menahan beban yang bekerja.

Tabel 3. Beban Gempa Statik Ekuivalen (F_i)

Lantai	h (m)	Momen ($W_i \cdot h_i^k$) (Kgm)	F_i (Kg)
10	40	135365578,54	63713,37
9	36	211485578,84	99541,25
8	32	180820598,93	85107,97
7	28	151397468,67	71259,20
6	24	123333025,03	58049,93
5	20	96776146,81	45550,24
4	16	71924691,73	33853,25
3	12	49057960,53	23090,42
2	8	28609358,18	13465,75
1	4	11379894,10	5356,25
Total (Σ)		1060150301	498987,60



Gambar 11. Pemodelan Struktur 3 Dimensi



Gambar 12. Proses Check Of Structure

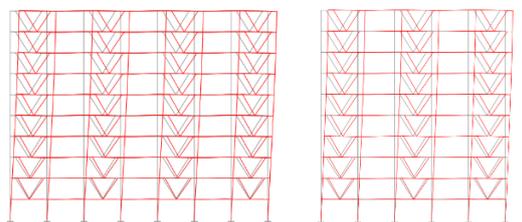
Simpangan antar lantai didesain tidak boleh melebihi simpangan antar lantai ijin (Δa) untuk membatasi kemungkinan reruntuhan yang fatal (Aisyah & Machmoed, 2023). Didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Simpangan Apartemen Rahayu

Lantai	Hsx (mm)	Δx (mm)	Δy (mm)	Δa (mm)	Ket.
Atap	4000	7,18	8,19	80	Aman
10	4000	10,43	12,02	80	Aman
9	4000	13,42	15,44	80	Aman
8	4000	16,07	18,48	80	Aman
7	4000	18,32	21,08	80	Aman
6	4000	20,11	23,18	80	Aman
5	4000	21,37	24,73	80	Aman
4	4000	22,12	25,61	80	Aman
3	4000	23,48	28,01	80	Aman
2	4000	20,04	32,20	80	Aman
1	0	0	0	80	Aman

Apartemen Rahayu termasuk dalam kategori resiko II dengan menggunakan Sistem Rangka *Bresing Eksentrik* (SRBE). Karena lokasi gedung tersebut di wilayah gempa zona tinggi, maka simpangan ijin Δa ditentukan sebesar $0,02h_{sx}$ (SNI 1726:2019, Tabel 20), sehingga didapat nilai simpangan ijin Δa sebesar 80 mm, serta gambar simpangan gedung yang diperoleh dari *output* program SAP ditampilkan pada Gambar 13.

Hasil nilai simpangan yang terjadi arah X (Δx) dan arah Y (Δy) diperoleh lebih kecil dari nilai simpangan ijin Δa , yang menunjukkan bahwa dimensi balok, kolom, bresing dan *link* sudah mencukupi untuk menahan beban kerja.



a) Simpangan Arah X b) Simpangan Arah Y
Gambar 13. Simpangan yang Terjadi Pada Gedung

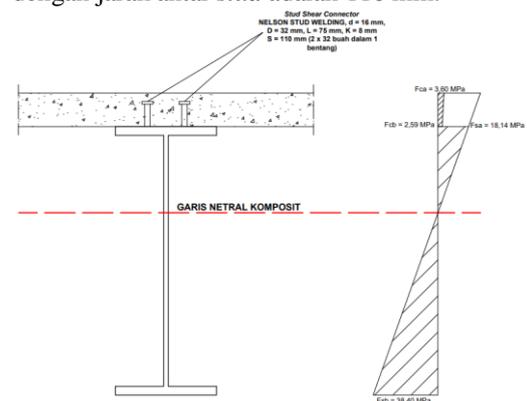
3.4 Perencanaan Struktur Primer

Struktur primer merupakan elemen utama dalam suatu bangunan yang terdiri dari kolom dan balok induk, dan pada gedung struktur baja

terdapat juga komponen struktur bresing dan balok *link* (Mahadewi & Khatulistiani, 2021). Perencanaan struktur primer mengacu pada SNI 03 – 1729 – 2002, SNI 1729:2020 dan SNI 1726:2019 yang mengatur tentang syarat untuk perencanaan struktur primer Sistem Rangka *Bresing Eksentrik* (SRBE) Tipe *V – Braces*.

3.4.1 Perencanaan Balok Induk Atap

Balok induk atap direncanakan menggunakan WF 800.300.14.26 dengan spesifikasi; $W = 210$ kg/m, $I_x = 2920000000$ mm⁴, $I_y = 117000000$ mm⁴, $r_x = 330$ mm dan $r_y = 66,2$ mm. Analisa gaya – gaya dalam hasil luaran SAP2000 v.14 diperoleh momen $M_u = 328973624$ Nmm, dan gaya geser $V_u = 226330,83$ N. Nilai kuat lentur akibat beban M_u lebih kecil dari kuat lentur yang mampu ditahan profil M_n yang mampu ditahan profil sebesar 2460375000 Nmm, serta nilai gaya geser V_u lebih kecil dari kuat geser V_n yang mampu ditahan profil sebesar 1512000 N. Balok induk direncanakan sebagai struktur komposit dengan metode pelaksanaan menggunakan perancah. Tegangan komposit balok induk atap seperti pada Gambar 14, diperoleh tegangan beton bagian atas $f_{ca} = 3,60$ MPa, tegangan beton bagian bawah $f_{cb} = 2,59$ MPa, tegangan baja bagian atas $f_{sa} = 18,14$ MPa, dan tegangan baja bagian bawah $f_{sb} = 38,40$ MPa. Tegangan tersebut lebih kecil dari tegangan profil, hasil analisa tegangan dan kuat lentur balok menunjukkan bahwa dimensi profil sudah memenuhi untuk menahan beban bekerja. *Shear connector* didesain menggunakan tipe *stud diameter 16 mm*, dengan kekuatan putus (F_u) = 410 MPa. *Shear connector* dibutuhkan sebanyak 64 buah *stud* sepanjang satu bentang balok, dengan jarak antar *stud* adalah 110 mm.



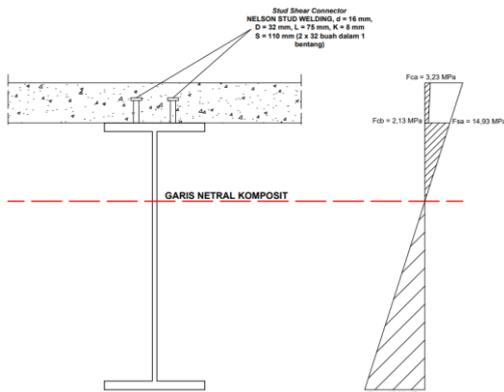
Gambar 14. Diagram Tegangan Balok Induk Atap

3.4.2 Perencanaan Balok Induk Lantai

Balok induk lantai direncanakan menggunakan WF 800.300.14.26 dengan spesifikasi; $W = 210$ kg/m, $I_x = 2920000000$ mm⁴, $I_y = 117000000$

PERENCANAAN STRUKTUR BAJA SISTEM RANGKA *BRESING* EKSENTRIK TIPE *V-BRACES* APARTEMEN “RAHAYU” DIYOGYAKARTA (Davy Oetomo Syahputra, Utari Khatulistiani)

mm^4 , $r_x = 330 \text{ mm}$ dan $r_y = 66,2 \text{ mm}$. Analisa gaya – gaya dalam hasil SAP2000 v.14 diperoleh momen $M_u = 316291629 \text{ Nmm}$, dan gaya geser $V_u = 212314,99 \text{ N}$. Nilai kuat lentur akibat beban M_u lebih kecil dari kuat lentur yang mampu ditahan profil M_n yang mampu ditahan profil sebesar 2460375000 Nmm , serta nilai gaya geser V_u lebih kecil dari kuat geser V_n yang mampu ditahan profil sebesar 1512000 N . Balok induk direncanakan sebagai struktur komposit dengan metode pelaksanaan menggunakan perancah. Tegangan komposit balok induk atap seperti pada Gambar 14, diperoleh tegangan beton bagian atas $f_{ca} = 3,23 \text{ MPa}$, tegangan beton bagian bawah $f_{cb} = 2,13 \text{ MPa}$, tegangan baja bagian atas $f_{sa} = 14,93 \text{ MPa}$, dan tegangan baja bagian bawah $f_{sb} = 35,97 \text{ MPa}$. Tegangan tersebut lebih kecil dari tegangan profil, hasil analisa tegangan dan kuat lentur balok menunjukkan bahwa dimensi profil sudah memenuhi untuk menahan beban bekerja. *Shear connector* didesain menggunakan tipe *stud* diameter 16 mm , dengan kekuatan putus (F_u) = 410 MPa . *Shear connector* dibutuhkan sebanyak 64 buah *stud* sepanjang satu bentang balok, dengan jarak antar *stud* adalah 110 mm .



Gambar 15. Diagram Tegangan Balok Induk Lantai

3.4.3 Perencanaan Balok Link

Balok *link* direncanakan menggunakan WF 800.300.14.26 dengan spesifikasi; $W = 210 \text{ kg/m}$, $I_x = 2920000000 \text{ mm}^4$, $I_y = 117000000 \text{ mm}^4$, $r_x = 330 \text{ mm}$, $r_y = 66,2 \text{ mm}$, $Z_x = 10935000 \text{ mm}^3$, $Z_y = 1173000 \text{ mm}^3$. Rencana panjang *link* $e = 1000 \text{ mm}$. Periksa syarat panjang *link*:

$$e = 1000 \text{ mm} < 1,6 \times \frac{M_p}{V_p} = 2784,57 \text{ mm}.$$

Maka, tergolong *link* pendek.

Kontrol geser dan sudut rotasi *link*

$$\phi \cdot V_n = 1413720 \text{ N} > V_u = 922614,28 \text{ N}$$

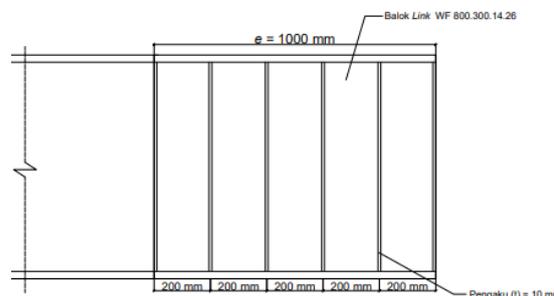
$$\alpha = 0,035 \text{ rad} < \alpha \text{ ijin} = 0,080 \text{ rad}$$

Perencanaan pengaku *link*

$$\text{Sudut rotasi } \textit{link} (\alpha) = 0,035 \text{ rad}$$

$$S = 0,6 - \left(\frac{0,035 - 0,02}{0,08 - 0,02} \right) \times (0,568 - 0,260) = 0,5 \text{ m}$$

Direncanakan jarak pengaku = $0,2 \text{ m} < 0,5 \text{ m}$ (OK). Balok *link* ditampilkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Pengaku Balok Link

3.4.4 Perencanaan Balok di Luar Link

Balok luar *link* direncanakan menggunakan WF 800.300.14.26 dengan spesifikasi; $W = 210 \text{ kg/m}$, $I_x = 2920000000 \text{ mm}^4$, $I_y = 117000000 \text{ mm}^4$, $r_x = 330 \text{ mm}$ dan $r_y = 66,2 \text{ mm}$.

Kontrol kekauan lentur balok:

$$\phi M_n = 2460375000 \text{ Nmm} > M_u = 164552445,70 \text{ Nmm}$$

Kontrol geser

$$\phi V_n = 0,9 \times 1680000 = 1512000 \text{ N}$$

$$\text{Maka, } \frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} = 1,138 \leq 1,375 \text{ (OK)}$$

Balok di luar *link* mampu menahan beban bekerja.

3.4.5 Perencanaan Bresing

Perencanaan bresing mengacu pada peraturan SNI 7860:2020 Pasal F3.3 tentang kuat kombinasi aksial dan lentur perlu pada bresing, yang direncanakan sebesar $1,25$ kali kuat geser nominal dari *link* sebesar $1,25 R_y \cdot V_n$.

Bresing direncanakan menggunakan WF 300.300.9.14 dengan spesifikasi; $W = 87 \text{ kg/m}$, $I_x = 188000000 \text{ mm}^4$, $I_y = 62400000 \text{ mm}^4$, $r_x = 130 \text{ mm}$, $r_y = 75,10 \text{ mm}$, $Z_x = 1905000 \text{ mm}^3$, $Z_y = 625500 \text{ mm}^3$. Bresing hanya mampu menerima beban aksial berupa gaya tarik dan tekan.

Periksa kapasitas penampang terhadap gaya tekan :

$$\frac{P_u}{\phi P_n} = \frac{805894,74}{2354500} = 0,34 > 0,2 \text{ (OK)}$$

Periksa kapasitas penampang terhadap gaya tarik :

$$P_u \text{ profil} = 2493000 \text{ N} > P_u \text{ beban} = 805894,74 \text{ N (OK)}$$

Maka, profil tersebut mampu menerima beban dan gaya yang disyaratkan.

3.4.6 Perencanaan Kolom

Kolom direncanakan menggunakan *Heavy Column* (HC) 90.538.477.90.90 dengan spesifikasi; $W = 930 \text{ kg/m}$, $I_x = 4720000000 \text{ mm}^4$, $I_y = 1650000000 \text{ mm}^4$, $r_x = 200 \text{ mm}$ dan $r_y = 118 \text{ mm}$.

Kekuatan kolom ditentukan menggunakan rumus dominan aksial, yaitu :

$$\frac{P_u}{2 \times \phi P_n} + \frac{8}{9} \times \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b \times M_{nx}} \right) = 0,24 < 1,0 \text{ (OK)}$$

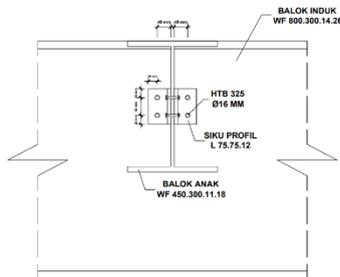
Maka, profil tersebut dapat digunakan sebagai struktur kolom.

3.5 Perencanaan Sambungan

Perencanaan sambungan Apartemen Rahayu direncanakan untuk sambungan balok anak dengan balok induk, balok induk dengan kolom, balok *link* dengan kolom, kolom dengan kolom dan batang bresing. Perencanaan sambungan tersebut mengacu pada peraturan SNI 1729:2020.

3.5.1 Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk

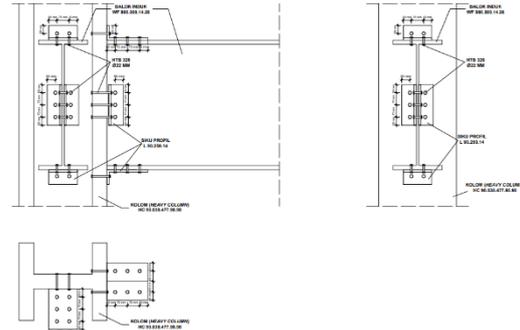
Sambungan direncanakan menggunakan baut ulir dengan diameter 16 mm dan mutu baut A325, dengan tegangan putus $f_u^b = 825 \text{ MPa}$. Serta plat penyambung menggunakan siku L 75.75.12. Kekuaran 1 baut = 141696 N, dan dibutuhkan duah buah baut, seperti pada Gambar 17.



Gambar 17. Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk

3.5.2 Sambungan Balok Induk dengan Kolom

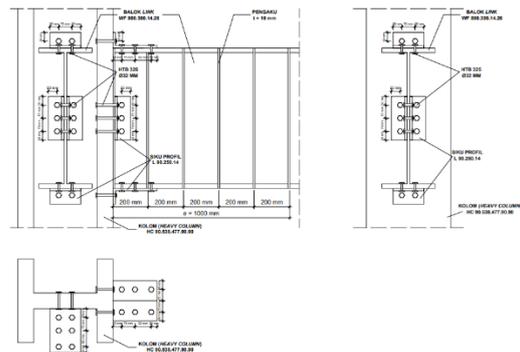
Sambungan direncanakan menggunakan baut ulir dengan diameter 22 mm dan mutu baut A325, dengan tegangan putus $f_u^b = 825 \text{ MPa}$. Serta menggunakan siku penyambung L 90.250.14 dan plat penyambung dengan tebal 20 mm. Kekuatan 1 baut = 422136 N, dan dibutuhkan jumlah baut seperti pada Gambar 18.



Gambar 18. Sambungan Balok Induk dengan Kolom

3.5.3 Sambungan Balok Link dengan Kolom

Sambungan direncanakan menggunakan baut ulir dengan diameter 32 mm dan mutu baut A325, dengan tegangan putus $f_u^b = 825 \text{ MPa}$. Serta menggunakan siku penyambung L 90.250.14 dan plat penyambung dengan tebal 20 mm. Kekuatan 1 baut = 614016 N, dan dibutuhkan jumlah baut seperti pada Gambar 19.

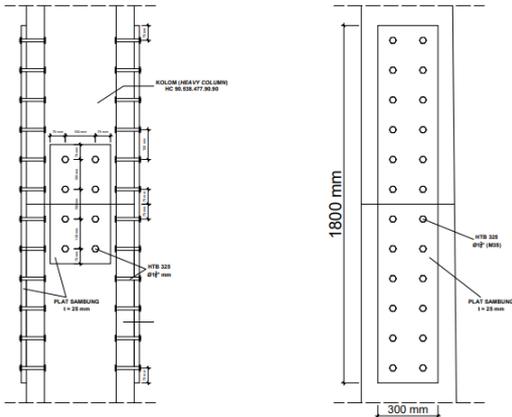


Gambar 19. Sambungan Balok Link dengan Kolom

3.5.4 Sambungan Kolom dengan Kolom

Sambungan direncanakan menggunakan baut ulir dengan diameter 1 3/8” dengan mutu baut A325 yang memiliki tegangan putus $f_u^b = 825 \text{ MPa}$, dan juga menggunakan plat sambungan dengan tebal 25 mm. Seperti pada Gambar 20.

PERENCANAAN STRUKTUR BAJA SISTEM RANGKA *BRESING* EKSENTRIK TIPE *V-BRACES* APARTEMEN “RAHAYU” DIYOGYAKARTA (Davy Oetomo Syahputra, Utari Khatulistiani)

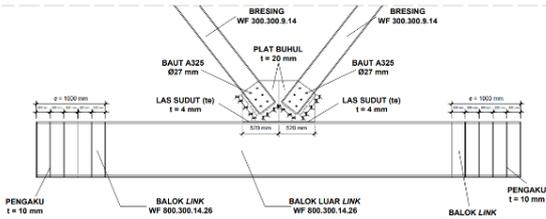


Gambar 20. Sambungan Kolom dengan Kolom

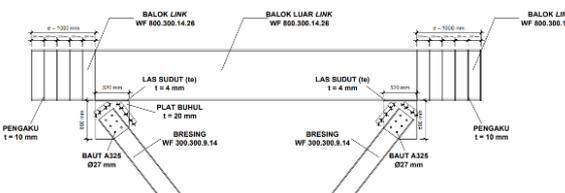
3.5.5 Sambungan Bresing

Sambungan bresing direncanakan berdasarkan kuat tarik dan kuat lentur pada bagian bidang kritis bresing, serta gaya maksimum yang dapat dipindahkan dari struktur ke bresing.

Sambungan batang tekan bresing dan batang tarik direncanakan menggunakan baut ulir dengan diameter 27 mm dengan mutu baut A325 yang memiliki tegangan putus $f_u^b = 825$ MPa, dan juga menggunakan plat sambungan dengan tebal 20 mm. Kekuatan 1 baut = 237103,47 N, untuk bresing batang tekan dibutuhkan baut seperti pada Gambar 21 dan bresing batang tarik seperti pada Gambar 22.



Gambar 21. Sambungan Bresing Batang Tekan

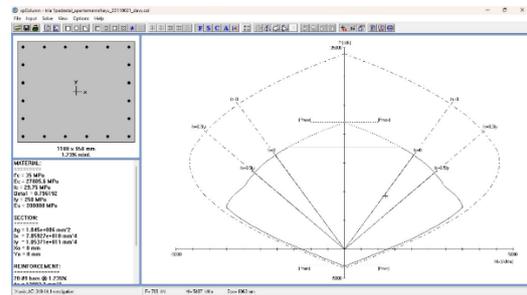


Gambar 22. Sambungan Bresing Batang Tarik

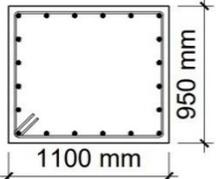
3.6 Perencanaan Kolom Pedestal

Kolom pedestal merupakan kolom utama menggunakan beton bertulang, yang digunakan sebagai dudukan dari kolom profil baja. Kolom baja disambung ke pedestal menggunakan *base plate* dan diperkuat dengan angkur baja yang ditanamkan ke pedestal (Trisya & Khatulistiani, 2022). Spesifikasi dari perencanaan kolom pedestal yaitu, sebagai berikut:

- Dimensi kolom : 1100 x 950 mm
 - Mutu beton (f_c') : 35 MPa
 - Mutu baja tulangan (F_y) : 250 MPa
 - Tinggi kolom : 1050 mm
 - Selimit beton : 40 mm
 - Diameter tulangan utama : D28 mm
 - Diameter tulangan sengkang : D13 mm
 - $d = 1100 - 40 - 13 - (0,5 \times 28) = 1034,50$ mm
- Luas tulangan yang dibutuhkan ditentukan melalui diagram interaksi menggunakan program spColumn, dan dari diagram Gambar 23 diperoleh $p = 1,23\%$. Tulangan longitudinal digunakan D28 mm sebanyak 20 buah dengan luas tulangan $A_s = 12315$ mm² dan $A_g = 1045000$ mm², seperti Gambar 24.



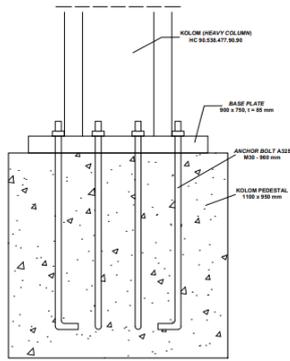
Gambar 23. Diagram Interaksi $M_n - P_n$ Kolom Pedestal

	KOLOM PEDESTAL
DETAL PENAMPANG STRUKTUR	
TULANGAN UTAMA	20 D28 mm
TULANGAN GESER	D13 - 150 mm
SELIMUT BETON	40 mm

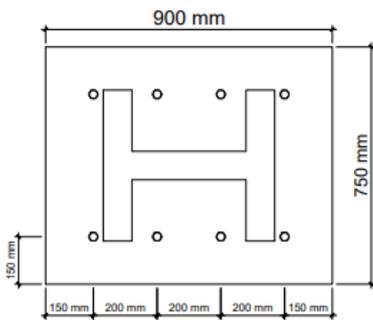
Gambar 24. Penulangan Kolom Pedestal

3.6.1 Perencanaan Base Plate

Perencanaan *base plate*, digunakan dengan tebal 85 mm, dengan ukuran *base plate* 900 x 750 x 85 mm. Digunakan delapan buah baut angkur dengan diameter 30 mm serta panjang 960 mm. Seperti pada Gambar 25 dan 26.



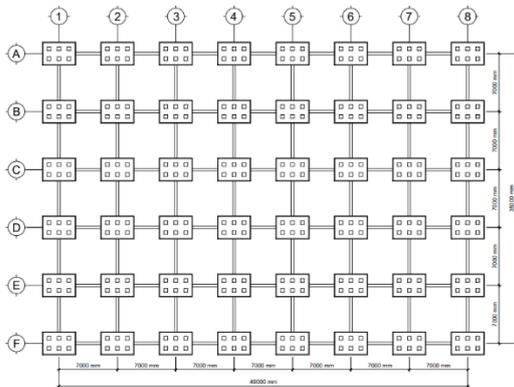
Gambar 25. Kolom Pedestal



Gambar 26. Dimensi Base Plate

3.7 Perencanaan Pondasi

Perencanaan pondasi direncanakan menggunakan pondasi tipe tiang pancang dari material beton. Pondasi Apartemen Rahayu direncanakan menggunakan satu tipe kelompok tiang, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 27.



Gambar 27. Denah Pondasi

3.7.1 Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Material

Daya dukung pondasi menggunakan tiang pancang yang kekuatan ijin tiang ditentukan berdasarkan kekuatan material dan hasil penyelidikan tanah. Daya dukung tiang berdasarkan kekuatan material ditentukan dari material tiang pancang yang digunakan. Tiang pancang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tipe : Prestressed Concrete Square

Piles

- Mutu beton ($f'c$) : 42 MPa
- Dimensi tiang : 45 cm x 45 cm
- Kelas : D
- Luas Penampang : 2025 cm²
- Berat tiang : 506 kg/m
- Momen retak : 14,78 ton.m
- Momen ultimit : 25,22 ton.m
- Kuat beban : 257,88 ton
- Panjang tiang : 17 meter

Daya dukung pondasi tiang berdasarkan bahan tiang :

$$P_{Tiang} = 0,7 \times A \times f'c = 5953500 \text{ N} = 595,35 \text{ ton}$$

Daya dukung pondasi tiang berdasarkan dari hasil penyelidikan tanah CPT, ditentukan sebagai berikut :

$$P_{tiang} = Cn \times \frac{A}{n_1} + JHP \times \frac{K}{n_2}$$

$$P_{ijin \ 1 \ tiang} = 310,82 \times \frac{2025}{3} + 852 \times \frac{(4 \times 45)}{5}$$

$$= 240495,75 \text{ kg} = 240,50 \text{ ton}$$

$$P_{ijin \ netto} = 240,50 - (506 \times 17)$$

$$= 231,90 \text{ ton}$$

Daya dukung pondasi tiang berdasarkan penyelidikan SPT ditentukan sebagai berikut :

$$P_{tiang} = 40 \times Ni \times \frac{A}{N}$$

$$= 40 \times 17 \times \frac{2025}{3} = 459000 \text{ kg} = 459 \text{ ton}$$

$$P_{ijin \ netto} = 459 - 8,60 = 450,40 \text{ ton}$$

Dapat disimpulkan dari CPT dan SPT, didapatkan nilai P_{ijin} hasil penyelidikan CPT lebih kecil dibandingkan dengan SPT, maka nilai daya dukung ijin tiang pancang digunakan dari CPT sebesar 231,90 ton.

3.7.2 Kebutuhan Tiang Pancang pada Pondasi

Beban bekerja pada kolom yang diperoleh dari hasil analisa gaya dalam diperoleh :

- $P_u = 986,96 \text{ ton}$
- $M_{ux} = 122,85 \text{ ton.m}$
- $M_{uy} = 25,98 \text{ ton.m}$

Kebutuhan tiang pancang untuk satu kelompok :

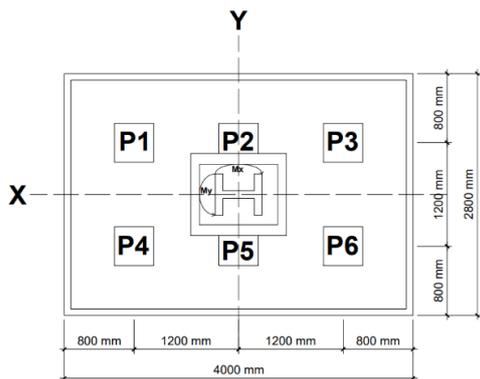
$$n = \frac{\text{Beban Aksial Kolom } (P_u)}{P_{ijin \ 1 \ Tiang}}$$

$$= \frac{986,96}{231,90}$$

$$= 4 \approx 6 \text{ buah tiang}$$

Dipakai 6 buah tiang pancang berukuran 45 cm x 45 cm dengan pola penempatan tiang, seperti pada Gambar 28. Jarak antar tiang $S = 1200 \text{ mm} < S_{min} = 80 \text{ mm}$

PERENCANAAN STRUKTUR BAJA SISTEM RANGKA *BRESING* EKSENTRIK TIPE *V-BRACES* APARTEMEN “RAHAYU” DIYOGYAKARTA
(Davy Oetomo Syahputra, Utari Khatulistiani)



Gambar 28. Pondasi Tiang Pancang

Efisiensi kelompok tiang pancang pondasi, dirumuskan sebagai berikut :

$$P_{ijin \text{ Grup Tiang}} = P_{ijin \text{ Tiang Bersih}} \times E_g$$

$$= 231,90 \times 0,74$$

$$= 171,61 \text{ ton}$$

Kelompok tiang dilakukan kontrol beban maksimum (P_{Maks}) 1 tiang pancang pondasi menggunakan rumusan :

$$P_{maks} = \frac{\sum P}{n} \pm \frac{M_x \cdot Y}{\sum Y^2} \pm \frac{M_y \cdot X}{\sum X^2} < \eta \times P_{ijin}$$

Diambil nilai P terbesar diantara 8 tiang pancang, yaitu P1 sebesar 171,53 ton

Maka, diperoleh :

$$P_{Maks} = P1 = 171,53 \text{ ton} < P_{ijin} = 171,61 \text{ ton (OK)}$$

3.7.3 Perencanaan *Pile Cap*

Perencanaan *pile cap* dilakukan dengan dimensi, sebagai berikut :

- Dimensi *pile cap* : 4 m x 2,8 m
- Dimensi kolom pedestal : 1,1 m x 0,95 m
- Tebal *pile cap* : 1,4 m
- Diameter tulangan : Ø28 mm
- Tebal selimut : 75 mm

Tulangan Perlu Arah X

$$A_{Sperlu} = \rho \times h \times d$$

$$= 0,0022 \times 2800 \times 1283$$

$$= 7903,28 \text{ mm}^2$$

Maka, dipakai tulangan D28 – 200 mm

$$A_{Spakai} = \frac{h}{s} \times \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$= \frac{2800}{200} \times \frac{1}{4} \pi 28^2$$

$$= 8620,53 \text{ mm}^2$$

$$A_{Sperlu} = 7903,28 \text{ mm}^2 \leq A_{Spakai} = 8620,53 \text{ mm}^2$$

(OK)

Tulangan Perlu Arah Y

$$A_{Sperlu} = \rho \times h \times d$$

$$= 0,0022 \times 2800 \times 1283$$

$$= 7903,28 \text{ mm}^2$$

Maka, dipakai tulangan D28 – 200 mm

$$A_{Spakai} = \frac{b}{s} \times \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$= \frac{4000}{200} \times \frac{1}{4} \pi 28^2$$

$$= 12315,04 \text{ mm}^2$$

$$A_{Sperlu} = 10488 \text{ mm}^2 \leq A_{Spakai} = 12315,04 \text{ mm}^2$$

(OK)

3.7.4 Perencanaan Sloof

Perencanaan sloof dilakukan dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Mutu Beton ($f'c$) = 35 MPa
- Mutu Baja (F_y) = 250 MPa
- Panjang (L) = 7000 mm
- Panjang Bersih (L_n) = 6000 mm
- Tinggi (h) = 600 mm
- Lebar (b) = 300 mm
- Tulangan Utama = Ø28 mm
- Tulangan Senggang = D10 mm
- Tebal Selimut (ts) = 50 mm
- P_u kolom = 986,96 ton = 9869600 N

$$P_u \text{ sloof} = 10\% P_u \text{ kolom} = 986960 \text{ N}$$

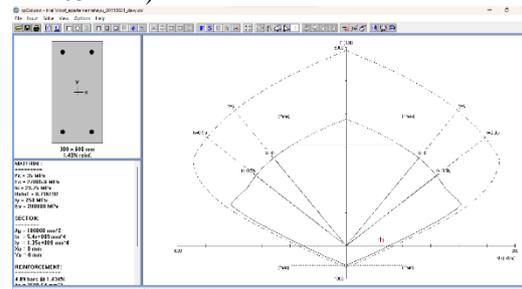
$$d = 600 - 50 - 19 - 0,5(28) = 517 \text{ mm}$$

$$M_u = \frac{1}{8} \times q_u \times l^2 = \frac{1}{8} \times 2005 \times 7^2$$

$$= 12280,63 \text{ kgm} = 122,81 \text{ kN.m}$$

Penulangan Lentur Sloof

Penulangan sloof ditentukan dari hasil luaran program spColumn seperti pada Gambar 29, didapat ρ tulangan = 1,434 %, lebih besar dari $\rho_{min} = 1\%$ dan lebih kecil dari $\rho_{maks} = 8\%$. Tulangan yang digunakan adalah 4D28 mm ($A_s = 2463 \text{ mm}^2$)



Gambar 29. Diagram Interaksi $M_n - P_n$ Sloof

Penulangan Geser Sloof

Persyaratan SNI 2847:2019, Pasal 22.5.6.1, didapat perumusan sebagai berikut :

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right) \lambda \sqrt{f'c} \times b_w \times d$$

$$= 0,17 \left(1 + \frac{986960}{14(300 \times 600)} \right) 1 \sqrt{35} \times 300 \times 517$$

$$= 217082,60 \text{ N}$$

Tulangan geser yang diperlukan:

$$V_u = 0,5 \times q_u \times L = 0,5 \times 2005 \times 7 = 7017,50 \text{ N}$$

Periksa sengkang yang dibutuhkan:

$$V_u < \phi V_c$$

$$7017,50 \text{ N} < 0,75 \times 217082,60 \text{ N}$$

7017,50 N < 162811,95 N, maka digunakan tulangan sengkang praktis.

Menurut SNI 2847:2019, Pasal 18.13.3.2 meskipun tidak diperlukan tulangan geser harus

dipasang tulangan geser praktis dan spasi tidak boleh melebihi 0,5 dimensi penampang atau 300 mm. Periksa jarak sengkak :

$$S_{\min} = 0,5 \times 600 = 300 \text{ mm}$$

Maka, direncanakan menggunakan tulangan geser praktis D10 – 300 mm.

4. KESIMPULAN

Hasil perencanaan Apartemen Rahayu diperoleh kesimpulan nilai simpangan horisontal (*drift*) yang terjadi pada struktur sebesar 32,20 mm, tidak melebihi batas simpangan ijin (Δa) = 80 mm. Hal tersebut menunjukkan bahwa struktur gedung Apartemen Rahayu mampu untuk menahan gaya gempa dan menjaga stabilitas struktur. Dari hasil perencanaan diperoleh dimensi profil baja yang digunakan untuk Apartemen Rahayu sebagai berikut :

Balok Anak Atap	: WF 450.300.11.18
Balok Anak Lantai	: WF 450.300.11.18
Balok Utama Tangga	: WF 250.125.6.9
Balok Penumpu Tangga	: WF 250.175.7.11
Balok Bordes	: WF 250.125.6.9
Balok Penggantung Lift	: WF 300.200.9.14
Balok Induk Atap	: WF 800.300.14.26
Balok Induk Lantai	: WF 800.300.14.26
Balok <i>Link</i> X dan Y	: WF 800.300.14.26
Balok Luar <i>Link</i> X dan Y	: WF 800.300.14.26
Balok Bresing X dan Y	: WF 300.300.9.14
Kolom	: HC 538.477.90.90

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adiba, A. Y., & Khatulistiani, U. 2024. Perencanaan Gedung Struktur Baja Tahan Gempa Hotel “HASHIRA” Di Yogyakarta Menggunakan Sistem Rangka *Bresing Eksentrik* (SRBE) Konfigurasi K-Split & Inverted K-Split Brace. *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi* Vol. 12 No. 1. Hal. 1-10.
- Andriansyah, M.D. & Khatulistiani, U. 2020. *Perencanaan Kantor Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Menggunakan Struktur Baja Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus Tipe Two Story X di Kota Yogyakarta*. *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*. Vol. 8 No. 2, Hal. 91-102.
- Aisyah, W. O. S. N., & Machmoed, S. P. 2023. Perencanaan Ulang Struktur Hotel AYBLUE Makassar 10 Tingkat Tahan Gempa Menggunakan Sistem Ganda. *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*. Vol. 11 No. 3, Hal. 173–186.
- Dewi, F. P. S., & Machmoed, S. P. 2023. Perencanaan Struktur Gedung Apartemen “NISCALA” Beton Bertulang 10 Lantai Dengan Menggunakan Sistem Ganda Di Kota Surabaya. *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*. Vol 11 No. 3, Hal 149–160.
- Intane, V. L., & Machmoed, S. P. 2023. Perencanaan Struktur Beton Bertulang Hotel VELINS 10 Lantai Di Kota Yogyakarta Dengan Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*. Vol. 11 No. 3, Hal. 161–172.
- Mahadewi, D. A. U., & Khatulistiani, U. 2021. Pengaruh Penempatan Bresing Inverted V Dan-One Story Terhadap Simpangan Horisontal Pada Gedung Bertingkat Struktur Baja. *Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infrastruktur dan Industri Jasa Konstruksi (KIIJK)*. Vol. 1 No. 1, Hal 25-34.
- Panjaitan, A., Khatulistiani, U., & Machmoed, S. P. 2018. Perbandingan Bresing X-1 Dan X-2 Pada Gedung Struktur Baja Ditinjau Dari Nilai Drift. *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*. Vol. 6 No. 1, Hal. 1–8.
- Simbolon, R., Parung, H., Irmawaty, R., & Amiruddin, A. 2019. Daktilitas Sambungan Model Takikan Rangkap Pada Hubungan Balok-Kolom Beton Pracetak, Akibat Beban Lateral Siklik. *Jurnal Spektran*. Vol. 7 No. 2, Hal 162–171.
- Trisya, D. S., & Khatulistiani, U. 2022. Perencanaan Struktur Baja Gedung Hotel ELLYSA 10 Lantai D Yogyakarta Menggunakan Sistem Rangka *Bresing Eksentrik* (SRBE) Konfigurasi Split-K. *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*. Vol. 10 No. 3, Hal. 119–128.
- Wantania, R., Handono, B. D., & Pandaleke, R. 2019. Perencanaan Bangunan Sekolah Konstruksi Baja 4 Lantai Di Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 7 No. 9, Hal. 1179–1190.

**PERENCANAAN STRUKTUR BAJA SISTEM RANGKA *BRESING*
EKSENTRIK TIPE *V-BRACES* APARTEMEN “RAHAYU” DIYOGYAKARTA**
(Davy Oetomo Syahputra, Utari Khatulistiani)

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan