

Modifikasi Struktur Apartemen Bale Hinggil Dengan Menggunakan Sistem Struktur Rangka Baja Berpengaku Eksentrik (SRBE)

Reza Nurochman Wijayana, Budi Suswanto

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: budi_suswanto@ce.its.ac.id

Abstrak— Indonesia secara geografis termasuk dalam kawasan “Ring of Fire” yang memiliki intensitas bencana gempa bumi yang cukup tinggi, salah satu alternatif dalam merancang bangunan gedung tahan gempa adalah dengan menggunakan Sistem Rangka Baja Berpengaku Eksentrik (SRBE). Sistem Rangka Baja Berpengaku Eksentrik adalah suatu sistem rangka bangunan baja yang menggunakan bresing sebagai pengaku dan elemen link yang mampu mendisipasi energi gempa melalui mekanisme plastifikasi. Pada perhitungan struktur gedung dengan sistem ini mengacu pada Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI 03-1726-2012, Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Struktur Bangunan Gedung SNI 03-1729-2015, dan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Bangunan Gedung SNI 1727-2013. Dari analisis dan hasil perhitungan diperoleh tebal pelat bondeks setebal 9 cm, dimensi balok induk apartemen WF 450×300×11×18, dimensi bresing WF 400×400×15×15, dimensi kolom lantai 1-5 komposit CFT 800×800×30, lantai 6-10 komposit CFT 750×750×30, lantai 11-15 komposit CFT 700×700×30, panjang elemen link direncanakan 100 cm dengan dimensi balok link arah x WF 600×300×12×20 dan dimensi balok link arah y WF 700×300×15×28. Perencanaan pondasi menggunakan tiang pancang beton pracetak diameter 60 cm dengan kedalaman 30 m. Sloof ukuran 40 cm × 60 cm dengan tulangan utama 4D22 dan tulangan geser Ø12-200.

Kata kunci : Baja, Eksentris, SRBE, Link

I. PENDAHULUAN

Fenomena gempa bumi sering terjadi di Indonesia. sebagai negara kepulauan Indonesia terletak di antara tiga lempeng tektonik besar yang aktif di dunia, yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia dan lempeng Pasifik, sehingga Indonesia memiliki tingkat aktivitas gempa bumi yang tinggi. Akibat gempa bumi antara lain runtuhnya gedung, likuifaksi, tanah longsor, tsunami dan bahaya sekunder (arus pendek, gas bocor yang menyebabkan kebakaran, dll).

Baja mempunyai sifat daktilitas yang dapat mengalami deformasi yang besar dibawah pengaruh tegangan tarik tanpa hancur atau putus. Adanya sifat ini membuat struktur baja mampu mencegah terjadinya proses robohnya bangunan secara tiba-tiba, jadi sebelum bahan mengalami kehancuran ada waktu yang cukup untuk melakukan evakuasi dari dalam gedung.

Sistem Rangka Baja Berpengaku Eksentrik (SRBE) adalah suatu sistem rangka baja yang memiliki kekakuan dan daktilitas cukup baik, karena peran bresing sebagai pengaku dan elemen link yang daktil sebagai penyerap energi gempa yang efektif. Penggunaan system ini dirasa

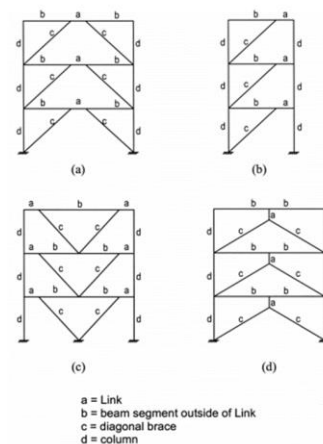
sangat cocok dalam perencanaan bangunan gedung tinggi di Indonesia karena SRBE mampu memikul beban gempa yang cukup tinggi[1].

Sebagai bahan studi perencanaan, akan dilakukan modifikasi pada struktur gedung Apartemen Bale Hinggil. Gedung yang sebelumnya berada dikota Surabaya yang didesain menggunakan struktur beton bertulang akan direncanakan berada di kota Padang dan direncanakan dibangun menggunakan struktur baja sistem EBF. Hal ini dilakukan agar gedung ini dapat dibangun dan sanggup memikul beban- beban yang terjadi baik gravitasi ataupun lateral (gempa) di wilayah yang memiliki resiko gempa yang tinggi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

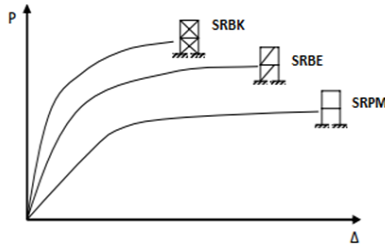
Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE) adalah suatu sistem rangka baja yang terdiri dari balok, kolom, dan pengaku dimana pada ujung dari bagian pengakunya terdapat suatu elemen yang menggabungkan antar bagian dari sistem rangka yang disebut link. Elemen ini sangat penting dalam desain SRBE yang diharapkan sebagai elemen yang menyerap energi gempa dengan proses plastifikasi. Pada elemen yang rusak tersebut digunakan sebagai sarana pemencaran energi, hal ini dikarenakan area plastis tersebut memiliki rentang regangan energi yang begitu besar untuk bisa dimanfaatkan[2].



Gambar 1. Beberapa contoh konfigurasi SRBE [3].

SRBE dapat dikatakan sebagai *hybrid system* antara SRPM dan SRBK sebagaimana ditunjukkan Gambar 1, karena SRBE memiliki daktilitas yang sangat tinggi seperti halnya SRPM dan juga memiliki kekakuan elastis seperti

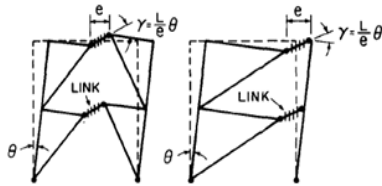
halnya SRBK[4]. Pada Gambar 2 dijelaskan tentang kurva hubungan antara gaya lateral dengan perpindahan yang terjadi pada SRBK, SRBE, dan SRPM. SRBE dapat memberikan perilaku struktur yang di harapkan saat terjadi gempa yaitu cukup kaku seperti halnya SRBK tetapi juga tidak terlalu memiliki deformasi yang besar seperti SRPM



Gambar 2. Perbedaan perilaku tiga model sistem rangka baja

B. Mekanisme Energy Disipasi

Menurut Engelhardt (2007) Pada design struktur penahan gempa dengan SRBE perlu diperhitungkan besar rotasi plastis yang akan dialami oleh *link*[4]. Pada tahap ini lebih mudah menggunakan mekanisme disipasi energi (juga disebut mekanisme kehancuran). Gambar 3 menunjukkan mekanisme kehancuran dari SRBE. Pada setiap kasus θ merupakan besar penyimpangan yang terjadi pada rangka, besar penyimpangan pada sendi plastis terhadap balok juga disimbolkan θ . Untuk SRBE besar dari kebutuhan rotasi *link* (γ) harus lebih besar dari θ ,

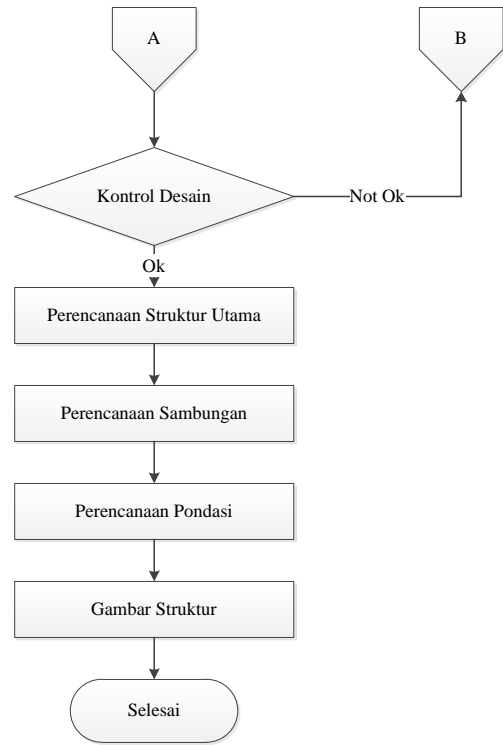
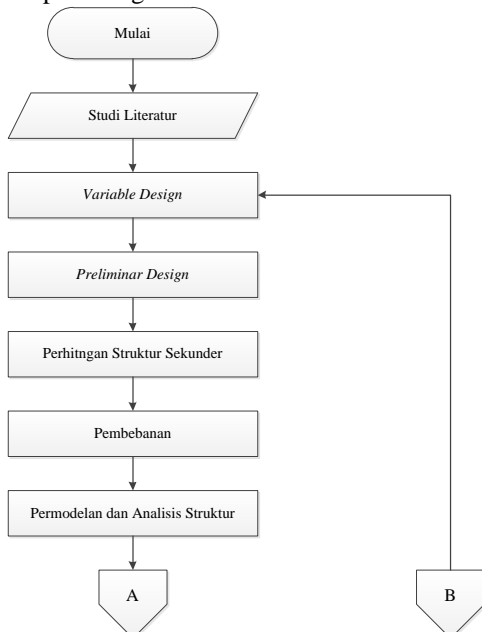


Gambar 3. Mekanisme energi disipasi

III. METODOLOGI

A. Umum

Langkah – langkah pengerjaan proyek akhir ini akan dilakukan seperti diagram alir berikut.

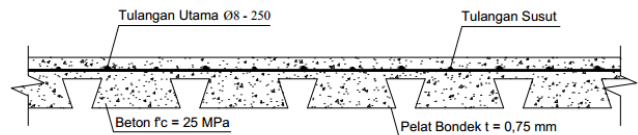


Gambar 4. Diagram Alir Metodologi Penyelesaian Tugas Akhir

IV. PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER

A. Plat Lantai Apartemen Puncak Dharmahusada

Dari hasil perhitungan, penulangan negative bondeks memakai wiremesh Ø8-250



Gambar 5. Penulangan Plat Bondeks

B. Perhitungan Balok Anak

- Lantai atap WF 250 × 175 × 7 × 11
- Lantai apartemen WF 300 × 200 × 9 × 14

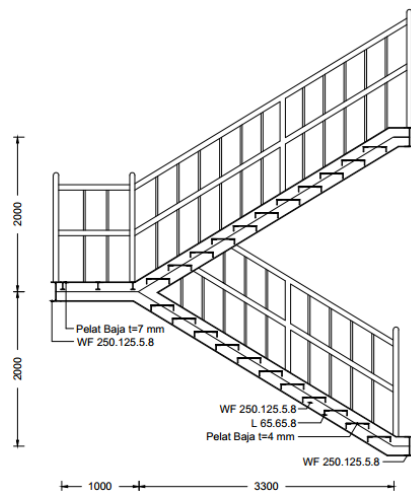
C. Perhitungan Balok Penumpu Lift

- Tipe lift : *Passenger Elevators*
- Merek : *HYUNDAI*
- Kapasitas : 10 Orang / 1150 kg
- Lebar pintu (*opening width*): 800 mm
- Dimensi ruang luncur (*hoistway inside*) 2 Car : 3700 × 1850 mm²
- Dimensi sangkar (*Car size*)
 - Internal : 1400 × 1250 mm²
 - Eksternal : 1460 × 1405 mm²
- Dimensi ruang mesin (2 Car): 4000 × 3600 mm²
- Beban reaksi ruang mesin :
 - R₁ = 4200 kg
 - R₂ = 2700 kg
- Balok Penumpu Lift WF 300 × 200 × 9 × 14

D. Perencanaan Tangga

- Tinggi antar lantai = 400 cm
- Panjang bordes = 300 cm
- Panjang tangga = 330 cm

- Lebar tangga = 145 cm
- Lebar injakan (i) = 30 cm
- Lebar pegangan tangga = 10 cm

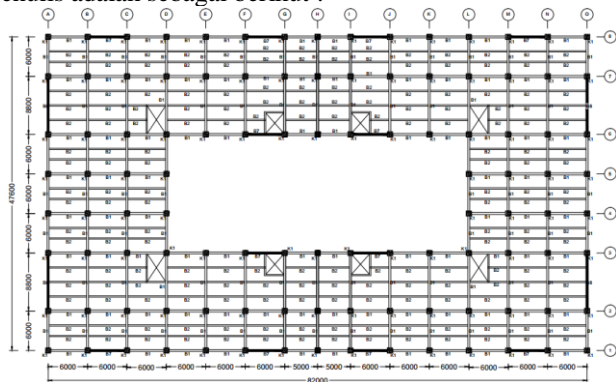


Gambar 6. Potongan Tangga

V. PEMODELAN STRUKTUR

A. Umum

Pemodelan struktur pada tugas akhir ini menggunakan Sistem Rangka Baja Berpengaku Eksentrik (SRBE). Struktur rangka bresing eksentrik berfungsi sebagai penahan gaya lateral yang terjadi akibat gempa. Struktur yang direncanakan adalah bangunan apartemen yang terdiri 15 lantai apartemen dengan total tinggi struktur 60 meter. Denah dari struktur yang ada dalam permodelan tugas akhir penulis adalah sebagai berikut :



Gambar 7. Denah Struktur Apartemen Bale Hinggil

B. Pembebanan

Rincian pembebanan untuk beban mati adalah sebagai berikut:

- a. Pelat atap $q_D = 282,1 \text{ kg/m}^2$
- b. Pelat lantai apartemen $q_D = 320,1 \text{ kg/m}^2$

Rincian pembebanan untuk beban hidup adalah sebagai berikut :

- a. Lantai atap = $1,32 \text{ kN/m}^2$
- b. Lantai apartemen = $4,79 \text{ kN/m}^2$

C. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang dipakai pada struktur gedung ini mengacu pada SNI 03-1729-2015[5].

- 1,4 DL
- 1,2 DL + 1,6 LL
- 1,2 DL + LL + Ex
- 1,2 DL + LL + Ey

- 0,9 DL + Ex
- 0,9 DL + Ey
- DL + LL

Keterangan :

DL : beban mati

LL : beban hidup lantai apartemen

E : beban gempa yang dinyatakan dalam 2 arah

D. Kontrol Desain

1) Kontrol Penerimaan Permodelan

Untuk membuktikan hasil permodelan struktur sesuai dengan kenyataan aslinya, perlu dilakukan pengecekan dengan perhitungan manual, dengan meninjau satu kolom, dengan kombinasi D+L, hasil dari analisa SAP 2000 v14 harus sesuai dengan perhitungan manual dengan batasan perbedaan 5 %, dari hasil perhitungan didapat perbedaan sebesar 1,88 % maka permodelan dapat di terima

2) Kontrol Partisipasi Massa

Menurut SNI 1726 ps 7.9.1, bahwa perhitungan respon dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90% dari massa aktual dari masing-masing arah

Dari analisa SAP 2000v14 didapat partisipasi massa arah X sebesar 91,2% pada moda ke 8 dan partisipasi massa arah Y sebesar 90,9% pada moda ke 7. Maka dapat disimpulkan analisis struktur yang sudah dilakukan telah memenuhi syarat yang terdapat pada SNI-03-1726-2012 pasal 7.9.1 yaitu partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90%[6].

3) Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental (T) dari struktur gedung harus dibatasi.

Dari hasil analisis SAP 2000 v14 periode dan frekuensi struktur didapat $T = 1,748 \text{ s} < C_u \cdot T = 1,4 \cdot 1,57 = 2,206 \text{ s}$

Maka struktur Apartemen Bale Hinggil masih memenuhi syarat SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.2[6].

4) Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum

Dari hasil analisis menggunakan program SAP2000 v14 didapatkan nilai gaya geser dasar (*base shear*) sebagai berikut:

Tabel 1.

Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa		
OutputCase	Global FX (kgf)	Global FY (kgf)
Gempa Arah X	1810633,03	498474,4
Gempa Arah Y	543189,91	1661581,33

Kontrol :

- Untuk gempa arah X :

$$V_{\text{dinamik}} \geq 85\% \cdot V_{\text{statik}}$$

$$1810633,03 \text{ kg} > 85\% \cdot 2717380,138 \text{ kg}$$

$$1810633,03 \text{ kg} > 2309773,117 \text{ kg (Not Ok)}$$

- Untuk gempa arah Y :

$$V_{\text{dinamik}} \geq 85\% \cdot V_{\text{statik}}$$

$$1661581,33 \text{ kg} > 85\% \cdot 2717380,138 \text{ kg}$$

$$1661581,33 \text{ kg} > 2309773,117 \text{ kg (Not Ok)}$$

maka harus diperbesar dengan faktor skala $0,85 \cdot \frac{C_s \cdot W}{V}$.

Untuk arah X dikali dengan SF = 1,27

Untuk arah Y dikali dengan SF = 1,39

5) Kontrol Batas Simpangan Antar Lantai

Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni.

Tabel 2.
Kontrol Simpangan Arah X

Lantai	hi (mm)	Δ (mm)	δ_{xe} (mm)	δ_x (mm)	Δa (mm)	$\delta_x \leq \Delta a$ (mm)
15	4000	87,188	4,008	16,032	80	Ok
14	4000	83,180	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	25,180	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	10,780	80	Ok

Tabel 3.
Kontrol Simpangan Arah Y

Lantai	hi (mm)	Δ (mm)	δ_{ye} (mm)	δ_y (mm)	Δa (mm)	$\delta_y \leq \Delta a$ (mm)
15	4000	108,461	3,960	15,840	80	Ok
14	4000	104,501	4,861	19,444	80	Ok
13	4000	99,640	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	31,020	80	Ok
9	4000	71,857	8,275	33,100	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	8,770	35,080	80	Ok
3	4000	19,148	8,365	33,460	80	Ok
2	4000	10,783	7,169	28,676	80	Ok
1	4000	3,614	3,614	14,456	80	Ok

VI. PERENCANAAN STRUKTUR PRIMER

A. Link

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

$$e = 100 \text{ cm} < 1,6 \cdot M_p / V_p = 174,74 \text{ cm}$$

$$\alpha = 0,0001 \text{ radian} < \alpha_{\text{maks}} = 0,08 \text{ radian}$$

$$V_u = -77895,71 \text{ kg} < \phi V_n = 63180 \text{ kg}$$

$$M_u = -41396,35 \text{ kgm}$$

Untuk pengaku dengan panjang *link* < 1,6 · M_p / V_p , harus direncanakan memiliki pengaku antara. Untuk $\alpha = 0,0001$ radian maka dipasang pengaku antara dengan jarak 20 cm

B. Balok diluar link

Balok *link* direncanakan menggunakan profil WF 600 × 300 × 12 × 20. Berdasarkan SNI 03-1729-2015 Pasal 15.13.6.2, kuat perlu balok yang terletak diluar *link* harus ditentukan berdasarkan gaya-gaya yang ditimbulkan paling tidak 1,1 kali kuat geser nominal *link* sebesar $R_y \cdot V_n [5]$. Kontrol interaksi geser lentur yang terjadi:

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375$$

$$1,03 \leq 1,375 \text{ (OK)}$$

C. Bresing

Bresing direncanakan menggunakan WF 400 × 400 × 15 × 15, dengan kuat kombinasi aksial dan lentur perlu batang bresing harus direncanakan berdasarkan gaya aksial dan momen lentur yang di timbulkan oleh *link* yaitu sebesar $1,25 \times R_y \times V_n$. Kontrol interaksi aksial lentur

Bresing tarik

$$\phi_c P_n > P_u \rightarrow 602437,5 \text{ k} > 218101,9 \text{ kg (OK)}$$

Bresing tekan

$$\phi_c P_n > P_u \rightarrow 551465,5 \text{ kg} > 218101,9 \text{ kg (OK)}$$

D. Balok

Balok direncanakan menggunakan profil WF 450 × 300 × 11 × 18. Dari output SAP2000 diperoleh gaya dalam yang dipakai dalam desain adalah:

$$M_u = 30188,47 \text{ kgm} < \phi M_n = 61380 \text{ kgm}$$

$$V_u = 13732,97 \text{ kg} \geq \phi V_n = 65340 \text{ kg}$$

$$f^0 = 0,016 \text{ cm} \leq f^{\text{ijin}} = 1,38 \text{ cm}$$

E. Kolom apartemen :

Perhitungan kolom diasumsikan kolom tidak bergoyang, karena terdapat bresing pada sisi-sisinya. Kolom direncanakan menggunakan profil CFT 800 × 800 × 30 dengan kontrol kuat nominal penampang sebagai berikut:

Rumus Interaksi:

$$\frac{P_u}{\phi P_n} = 0,5 > 0,2 \rightarrow \text{Interaksi 2}$$

Kontrol Interaksi “Balok – Kolom”

$$\frac{P_u}{\phi P_n} \geq 0,2 \rightarrow \frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1,0$$

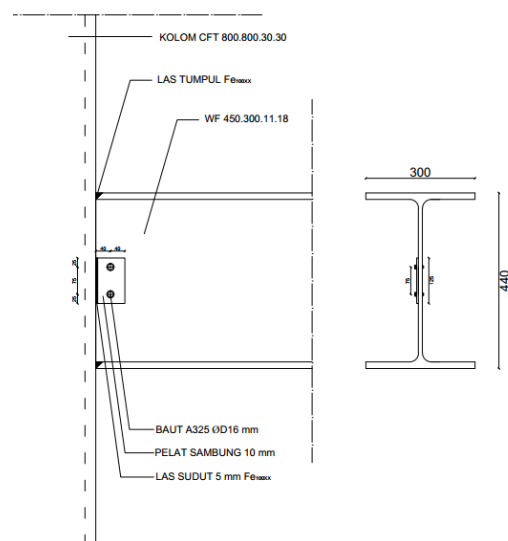
$$0,78 \leq 1,0 \text{ (OK)}$$

Kolom kuat untuk menahan beban aksial dan momen lentur

VII. PERENCANAAN SAMBUNGAN

A. Sambungan Balok Induk Dengan Kolom

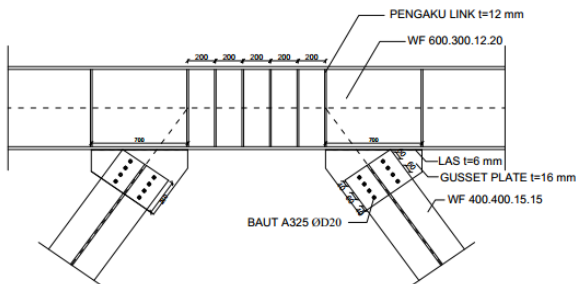
Profil balok induk menggunakan WF 450 × 300 × 11 × 18 dan kolom dengan profil kotak 800 × 800 × 30 × 30 dengan mutu beton = 35 MPa. Sambungan direncanakan dengan las dengan ketentuan gaya dalam sesuai Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB).



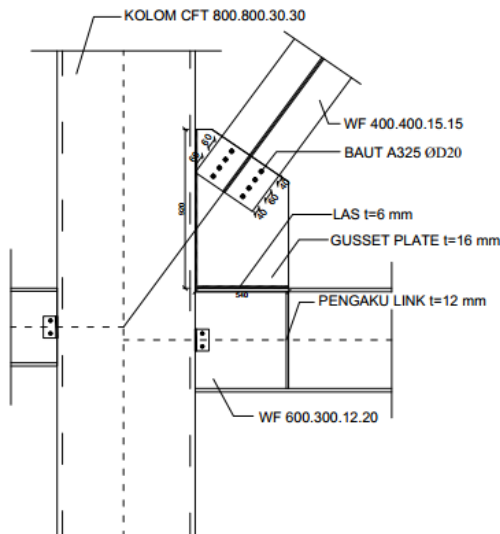
Gambar 8. Tampak Sambungan Balok dengan Kolom

B. Sambungan Batang Bresing

Sambungan bresing direncanakan menggunakan plat dengan tebal 16 mm dengan las sudut dengan $a = 6 \text{ mm}$



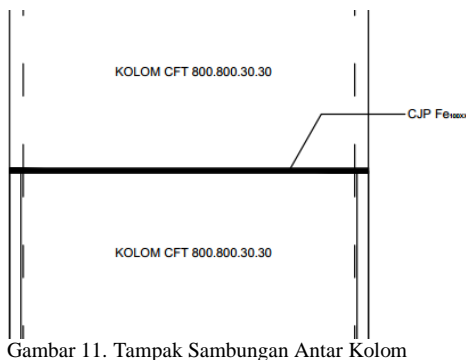
Gambar 9. Sambungan Bresing dengan Balok link



Gambar 10. Sambungan Bresing dengan Balok dan Kolom

C. Sambungan Antar Kolom

Sambungan kolom dengan kolom direncanakan pada lantai 2 pada menggunakan las penetrasi penuh dengan mutu F_{e100XX} .

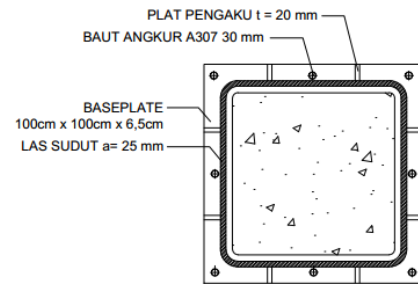


Gambar 11. Tampak Sambungan Antar Kolom

D. Sambungan Base plate

Dari hasil analisis SAP 2000 didapat gaya yang bekerja pada kolom CFT $700 \times 700 \times 22$ lantai dasar adalah :

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



Gambar 12. Sambungan Base plate

- Cek eksentrisitas 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 *base plate* yang memikul gaya aksial, gaya geser dan juga momen lentur dengan intensitas yang cukup kecil, sehingga distribusi tegangan tidak terjadi sepanjang *base plate*, namun momen lentur yang bekerja masih belum mengakibatkan *base plate* terangkat dari beton penumpu. Angkur terpasang hanya berfungsi sebagai penahan gaya geser, disamping itu angkur tersebut juga berfungsi menjaga stabilitas struktur selama masa konstruksi direncanakan diameter baut A307 : $30 \text{ mm} = 3 \text{ cm}$

VIII. PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH

A. Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Bahan

Dipakai tiang pancang beton (*Concrete Pile*) dengan bentuk penampang bulat berongga (*Round Hollow*) sebagai berikut :

- Diameter tiang = 600 mm
- Tebal tiang = 100 mm
- Kelas = A1
- Luas beton = 1570,8 cm²
- Berat = 393 kg/m
- $P_{ijin \text{ bahan}} = 252,7 \text{ tM}$

B. Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Tanah

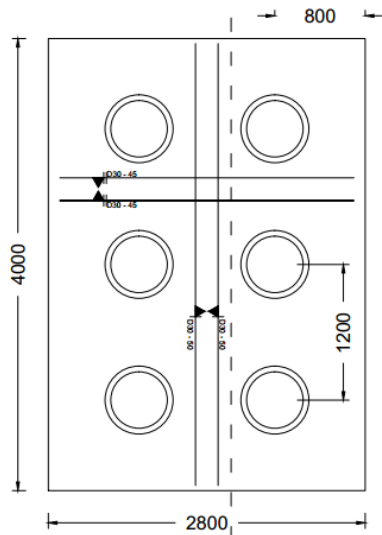
Perhitungan daya dukung tiang pancang ini dilakukan berdasarkan hasil uji *Standard Penetration Test* (SPT) dengan kedalaman 30 m menggunakan metode *Luciano Decort*

$$P_{ijin \text{ 1 tiang}} = \frac{Q_u}{SF} = \left(\frac{251,07 + 258,51}{3} \right) = 169,9 \text{ ton}$$

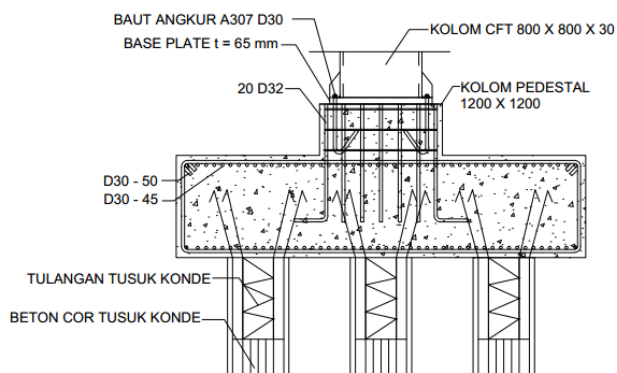
Daya dukung satu tiang pdnasi yaitu 169,9 ton

C. Perencanaan Pondasi Tipe PC6

Direncanakan pondasi tiang dengan 6 tiang pancang. Jarak dari as ke as tiang adalah 1,2 meter dan tebal 100cm, berikut hasil perencanaan pondasi PC1



Gambar 13. Pondasi Tiang Pancang PC6



Gambar 14. Potongan Melintang Pondasi PC1

D. Perencanaan Kolom Pedestal

Besarnya gaya – gaya dalam kolom diperoleh dari hasil analisis SAP 2000 pada pada kolom lantai 1, adalah :

$$P_u = 1322931,8 \text{ kg}$$

$$M_{ux} = 29292,05 \text{ kgm}$$

Data perencanaan kolom :

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

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

Mutu bahan :

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

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

Selimut beton = 50 mm

Tulangan sengkang = $\varnothing 12$ mm

Tulangan utama = $\varnothing 32$ mm

Penulangan Lentur pada Kolom

Dari PCACOL didapat nilai $\rho = 1,138 \%$

E. Perencanaan Sloof

$$\text{Dimensi sloof: } b = 400 \text{ mm}$$

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

$$A_g = 240000 \text{ mm}^2$$

$$\text{Mutu bahan : } f'_c = 35 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

Selimut beton = 50 mm

Tul. sengkang = $\varnothing 12$

Tul. utama = D22

$$P = 10\% \times 12973,52 \text{ kN} = 1297,35 \text{ KN}$$

$$M = 287,25 \text{ kNm}$$

$$V = 40,04 \text{ kN}$$

Dari diagram interaksi untuk :

$$f'_c = 35$$

$$f_y = 400 \text{ didapat } \rho = 1,29\%$$

Dipasang Tulangan 8 D25 ($A_s = 3927 \text{ mm}^2$)

Dari hasil perhitungan $V_u > \varnothing V_c \rightarrow$ tidak perlu tulangan geser jadi dipasang tulangan geser $\varnothing 12 - 200$

IX. KESIMPULAN

Sesuai dengan tujuan penulisan tugas akhir ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan pada struktur sekunder telah memenuhi syarat terhadap kontrol kuat penampang, kontrol geser dan lendutan.
2. Dari kontrol yang dilakukan (kontrol nilai akhir respon spektrum, kontrol partisipasi massa, kontrol waktu getar alami fundamental, kontrol simpangan (*drift*)) struktur yang direncanakan berada di kota Padang memenuhi syarat.
3. Hasil analisa struktur primer yang dilakukan telah memenuhi syarat terhadap kontrol kuat penampang, kontrol geser, kontrol sudut rotasi *link*, kontrol interaksi geser lentur dan lendutan.
4. Perhitungan pada struktur bawah telah memenuhi persyaratan dimensi dan kontrol akibat geser.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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.
- [2] Nidiasari dan Budiono. 2010. "Kajian Numerik Perilaku *Link* Panjang Dengan Pengaku Diagonal Badan Pada Sistem Rangka Baja Berpengaku Eksentris". Seminar dan Pameran HAKI
- [3] American Institute of Steel Construction. 2005. "Seismic Provision for Structural Steel Buildings". AISC, Inc.
- [4] Engelhardt, Michael D., 2007. "Design Of Seismic Resistant Steel Building Structures". USA :University of Texas
- [5] Standard Nasional Indonesia. 2015. "Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural SNI 03-1729-2015". Badan Standarisasi Nasional
- [6] Standard Nasional Indonesia. 2012. "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012". Badan Standarisasi Nasional.