

PERPERENCANAAN MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MENARA PARKSON DI KOTA PADANG MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA DENGAN SISTIM RANGKA BRESING EKSENTRIK

Deded Eka Sahputra, Endah Wahyuni dan Aniendhita Rizki Amalia
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: Dededsahputra@gmail.com, endah@ce.its.ac.id, Aniendhita.RA@gmail.com

Abstrak-Menara Parkson merupakan sebuah gedung perkantoran yang terletak di Bintaro Jaya, Tangerang Selatan. Gedung ini di desain dengan struktur beton bertulang, yang terdiri dari 11 lantai, dengan tinggi +45m, ditambah 4 lantai basement, yang difungsikan sebagai area parkir, dengan kedalaman 12 m dibawah permukaan tanah. Rencananya Gedung baru Menara Parkson akan dibangun di kota Padang, Sumatera Barat. Sebagaimana diketahui bahwa Padang merupakan daerah dengan zona gempa tinggi yang memerlukan desain khusus untuk bangunan gedung. Gedung akan dimodifikasi dengan menambah jumlah lantai bangunan dari 11 lantai menjadi 15 lantai dan basement yang sebelumnya yang berfungsi menjadi lahan parkir akan dihilangkan, karna lahan parkir akan dialihkan ke area disamping gedung, dengan ketersediaan lahan parkir yang luas.

Dalam Proposal Tugas Akhir ini dilakukan perencanaan ulang menggunakan struktur baja dengan Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE) memakai jenis bresing inverted V. Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE) merupakan sistim rangka balok dan kolom dengan pengaku, dimana pada ujung dari setiap pengaku terhubung untuk mengisolasi bagian dari balok yang disebut link. Pada SRBE, link merupakan bagian terlemah. Jadi pada setiap kegagalan atau keruntuhan pada struktur harus terjadi kerusakan dahulu pada link. Konsep desain SRBE adalah link ditetapkan sebagai bagian yang akan rusak, sedangkan elemen lain tetap berada dalam kondisi elastik. Tujuan dari Tugas akhir ini adalah menghasilkan perencanaan struktur gedung baja meliputi perencanaan balok induk, balok anak, kolom concrete filled steel tube, Profil link SRBE, Profil bresing dan pondasi yang memenuhi persyaratan keamanan struktur berdasarkan SNI 03-2847-2013, SNI 03-1729-2002, SNI 03-1726-2012, dan PPIUG 1987.

Kata kunci :Perencanaan struktur, Rangka Bresing Eksentrik, link.

I. PENDAHULUAN

Menara Parkson merupakan sebuah gedung perkantoran yang terletak di Bintaro Jaya, Tangerang Selatan. Gedung ini di desain dengan struktur beton bertulang, yang terdiri dari 11 lantai, dengan tinggi +45m, ditambah 4 lantai basement, yang difungsikan sebagai area parkir, dengan kedalaman 12 m dibawah permukaan tanah.

Rencananya Gedung baru Menara Parkson akan dibangun di kota Padang, Sumatera Barat. Sebagaimana diketahui bahwa Padang merupakan daerah dengan zona gempa tinggi yang memerlukan desain khusus untuk bangunan gedung. Gedung akan dimodifikasi menggunakan

struktur baja daktail, dengan menambah jumlah lantai bangunan dari 11 lantai menjadi 15 lantai dan basement yang sebelumnya yang berfungsi menjadi lahan parkir akan dihilangkan, karna lahan parkir akan dialihkan ke area disamping gedung, dengan ketersediaan lahan parkir yang luas. Modifikasi struktur Bangunan akan dirancang menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE). Diharapkan dengan system tersebut, pembangunan gedung kantor baru ini sanggup memikul beban gravitasi dan lateral (gempa) yang tinggi.

Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE) merupakan konsep desain gabungan antara konsep daktilitas dan disipasi energi yang baik dari desain SRPM, dengan karakteristik kekakuan elastik yang tinggi dari desain Sistem Rangka Bresing Konsentris (SRBK). SRBE merupakan sistim rangka dengan balok dan kolom dengan pengaku, dimana pada ujung dari setiap pengaku terhubung untuk mengisolasi bagian dari balok yang disebut link. SRBE biasa disebut sebagai hybrid system antara sistim SRPM dan SRBE karena SRBE mampu memikul kombinasi antara beban rangka dan truss. SRBE memiliki daktilitas yang tinggi seperti halnya pada sistim rangka pemikul momen tetapi juga memiliki kekakuan yang tinggi tinggi seperti SRBK (Budiono, 2011)[1]. SRBE diharapkan menahan deformasi inelastis yang signifikan pada link saat struktur mengalami gaya gempa. (Rossi, 2007) [2].

Sebagaimana kelebihan dari SRBE yang telah dipaparkan di atas, pengerjaan struktur baja tersebut juga lebih praktis dan cepat dibandingkan dengan struktur beton bertulang sehingga waktu dan tenaga kerja dapat dipangkas yang nantinya juga akan berpengaruh kepada biaya konstruksi. Karena keunggulan inilah maka dilakukan perancangan modifikasi gedung dari beton bertulang menjadi struktur baja sistim SRBE. Konfigurasi SRBE yang digunakan untuk modifikasi gedung ini adalah bentuk V terbalik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Indonesia merupakan daerah gempa aktif, berdasarkan SNI 03-1726-2002 [3] wilayah gempa di Indonesia dibagi menjadi 6 wilayah. Bangunan harus didesain supaya mampu menahan gempa yang kira-kira akan terjadi di daerahnya. Dalam memilih sistem stniktur yang tepat, ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan misalnya tinggi bangunan, arsitektural, dan fungsi bangunan. Dengan mendesain bangunan sesuai dengan berbagai ketentuan yang ada di SNI diharapkan struktur bangunan tersebut tidak mengalami keruntuhan pada saat terjadi gempa. Di dalam SNI 03-1726-2002 [3] dijelaskan mengenai ketentuan-ketentuan mengenai pengelompokan gedung beraturan dan tidak beraturan, daktilitas struktur, pembehanan gempa

nominal, wilayah gempa Indonesia beserta respons spektrum gempa untuk masing-masing wilayah. kinerja struktur gedung, dan lain-lain.

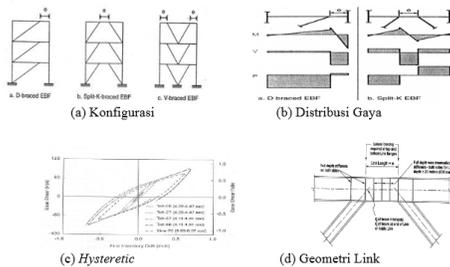
2.2 Struktur Rangka Baja Tahan Gempa

Tujuan desain bangunan tahan gempa adalah untuk mencegah terjadinya kegagalan struktur dan kehilangan korban jiwa, perencanaan bangunan struktur tahan gempa harus dapat memperhitungkan dampak dari gaya lateral yang bersifat siklis (bolak-balik) yang dialami oleh struktur selama terjadinya gempa bumi. Untuk memikul gaya lateral yang dialami oleh bangunan, struktur harus dapat memiliki daktilitas yang memadai di daerah *joint* atau elemen struktur tahan gempa seperti bresing, link, atau dinding geser.

Pada Perencanaan struktur akandirencanakan dengan Menggunakan Sistik Rangka Bresing Eksentrik (SRBE)

2.2.1 Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE)

Konsep desain SRBE adalah sederhana, membatasi aksi inelastis pada link, dan mendesain kerangka di sekitar link untuk mempertahankan tegangan maksimum yang dapat diberikan oleh link. Desain dengan menggunakan strategi ini harus memastikan bahwa link bertindak sebagai sekering seismik ductile dan melindungi integritas dari kerangka seismik di sekitarnya (lihat Gambar 2.4(b)). Pada pembebanan cyclic, terlihat kurva hysteresis sistem SRBE stabil dan melingkar dengan baik, indikatif dari banyak disipasi energi (lihat Gambar 2.4 (c)). 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. Kelehan yang terjadi pada elemen link dapat berupa kelelahan geser atau kelelahan lentur. Tipe kelelahan ini sangat tergantung pada panjang link tersebut. (Engelhardt dan Popov ,1989;1992) [4]

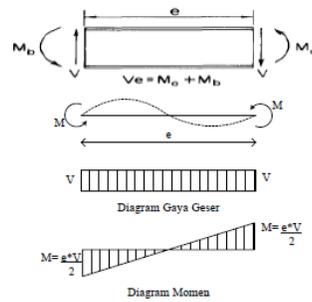


Gambar 1. Sistim Rangka Bresing Eksentrik

2.2.1 Perilaku Link Beam

2.2.1.1 Kuat Elemen Link Beam

Link beam merupakan elemen balok pendek yang direncanakan mengalami kelelahan lebih awal pada saat bekerjanya beban lateral pada struktur. Pada bagian link ini bekerja gaya geser (shear) pada kedua ujung link dengan besar yang sama dan arah yang berlawanan. Gaya geser yang bekerja tersebut mengakibatkan momen pada kedua ujung link dengan besar dan arah yang sama. Seperti Gambar 2.5 Gaya Yang Bekerja Pada Link



Gambar 2. Distribusi Gaya pada Link

2.2.1.2 Panjang Elemen Link Beam

Link beam bekerja sebagai sekering gempa yang bersifat daktil, menyerap energi gempa yang masuk kedalam bangunan. Panjang dari elemen link akan menentukan mekanisme leleh dan kegagalan ultimate yang terjadi pada elemen link. Secara umum terdapat 2 jenis link berdasarkan panjang linknya, yaitu link geser (short link) dan link lentur (long link). Ketentuan mengenai panjang link (e) menurut SNI 03-1729-2002 adalah sebagai berikut:

$$e \leq \frac{1,6M_p}{V_p} \text{ Link geser (short links)}$$

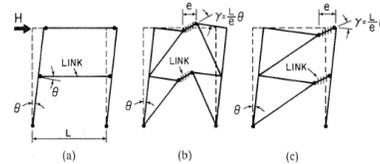
$$\frac{1,6M_p}{V_p} \leq e \leq \frac{2,6M_p}{V_p} : \text{ Link medium (intermediate links)}$$

$$\geq \frac{2,6M_p}{V_p} : \text{ Link lentur(short links)}$$

Sudut Rotasi Link Beam

Sudut rotasi link beam adalah sudut inelastis antara link beam dan balok di samping link ketika besarnya total story drift sama dengan besarnya desain story drift, Δ. Sudut rotasi link beam seharusnya tidak melebihi nilai berikut:

- 0,08 radian untuk panjang link $e \leq 1,6M_p/V_p$
- 0,02 radian untuk panjang link $e \geq 2,6M_p/V_p$
- Interpolasi linier antara 0,08-0,02 radian jika panjang link $1,6M_p/V_p \leq e \leq 2,6M_p/V_p$



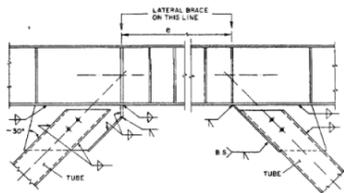
Gambar 3. Sudut Rotasi Link Beam

2.2.1.3 Pendetailan Link Beam

Adapun ketentuan jarak dan tebal web stiffners pada ujung dan tengah link beam antara lain:

- a. Untuk panjang link $e \leq 1,6 M_p/V_p$, maka harus disediakan intermediate web stiffners dengan jarak spasi interval tidak melebihi $30tw - d/5$ untuk sudut rotasi link 0,08 radian atau $52tw - d/5$ untuk sudut rotasi link 0,02 radian.
- b. Intermediate web stiffners harus full depth. Untuk tinggi penampang link yang kurang dari 25 inch (635 mm), maka pengaku hanya diperlukan pada satu sisi saja (sisi depan) pada link web. Ketebalan pengaku pada satu sisi tersebut tidak boleh kurang dari tw atau $3/8$ inch (10 mm) (pilih yang terbesar) dan lebarnya tidak kurang dari $bf/2-tw$.
- c. Syarat dari ketebalan dari fillet weld (las) yang menghubungkan pengaku dengan link web adalah

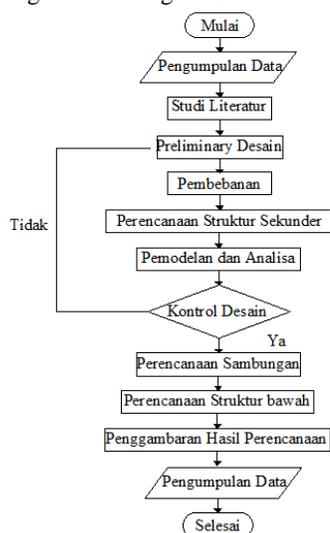
Astfy (LRFD), sedangkan untuk pengaku ke link flange adalah Astfy/4 (LRFD) yang mana Ast adalah area dari pengaku.



Gambar 4. Detailing Pada Link Beam

III. METODOLOGI

Metodologi ini akan menguraikan serta menjelaskan secara rinci penyelesaian perencanaan struktur secara lebih terperinci. Adapun langkah-langkah dalam penyelesaian perencanaan struktur ini di tuangkan dalam diagram alir perencanaan tugas akhir Diagram 3.1.



Gambar 5. Diagram Alir Metodologi Penyelesaian Tugas Akhir

Dalam perancangan modifikasi ini juga dibutuhkan data umum bangunan sebagai berikut :

- Data umum bangunan modifikasi
1. Nama Bangunan : Gedung Kantor Menara Parkson
 2. Lokasi Bangunan : Padang, Sumatera Barat
 3. Fungsi Bangunan : Gedung Kantor
 4. Jumlah Lantai : 15 Lantai
 5. Tinggi Gedung : 60 m
 6. Zona Gempa : Padang
 7. Struktur Utama : Struktur Baja Daktail
 8. Sistem Struktur : Struktur Baja Daktail dengan (SRBE)

IV. PERHITUNGAN STRUKTUR SEKUNDER

4.1 Pelat Lantai

Perencanaan lantai yang ada pada gedung ini menggunakan Bondex dengan tabel perencanaan praktis yang ada dari PT. Garuda Steel Indonesia. Struktur lantai direncanakan dengan satu baris penyangga (One Row Props) selama proses pengerasan pelat beton. Spesifikasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Bondex menggunakan Tebal 0,75 mm
- Besi tulangan menggunakan besi Ø 8, fy 240 Mpa

- Beton menggunakan mutu K-250 kg/cm²

Tabell1. Dimensi dan Penulangan Pelat

Elemen Pelat	Beban Berguna (kg/m ²)	Bentang (m)	Tebal Pelat (cm)	Tulangan Negatif (cm ² /m)	Tulangan
Atap	200	2,667	9	2,09	Ø8-250
Atap	300	3,200	10	3,14	Ø8-150
Lantai	400	2,667	9	3,02	Ø8-200
Lantai	400	3,200	10	4,87	Ø8-100

4.2 Perencanaan Balok Sekunder

Fungsi dari balok sekunder adalah menerima beban dari pelat lantai lalu meneruskan serta membagi beban yang dipikul ke balok utama. Balok sekunder direncanakan menggunakan wide flange (WF) BJ-41. Hasil perhitungan balok sekunder tersaji pada tabel 2.

Tabel2 Dimensi Balok Sekunder

Balok anak	Bentang	digunakan	
Lantai	balok anak (m) antar balok (m)	Profil	
atap	8	2,67	294x200x8x12
atap	8	3,2	294x200x8x12
kantor	8	2,67	350x175x7x11
kantor	8	3,2	350x175x7x11

4.3 Perencanaan Balok Penggantung Lift 2 Car

Pada perencanaan balok lift meliputi balok- balok yang berkaitan dengan ruang mesin lift yaitu terdiri dari balok penumpu dan balok penggantung lift. Pada bangunan ini menggunakan lift penumpang yang diproduksi oleh sigma elevator company dengan data- data sebagai berikut:

1. Tipe lift : Duplex
2. Merek : Sigma
3. Kapasitas : 15 Orang / 1000 kg
4. Lebar pintu (opening width) : 900 mm
5. Dimensi ruang luncur (hoistway inside) 2 Car : 4300 x 2150 mm²
6. Dimensi ruang mesin (2 Car) : 4300 x 2150 mm²
7. Dimensi sangkar (Car size)
 - Internal : 1600 x 1500 mm²
 - Eksternal : 1650 x 1665 mm²
8. Beban reaksi ruang mesin :
 - R₁ = 6150 kg
 - R₂ = 4600 kg

4.4 Perencanaan Tangga dan Bordes

Tangga adalah sebuah konstruksi yang dirancang untuk menghubungkan dua tingkat vertikal yang memiliki jarak satu sama lain.

4.1.1 Data Teknis Tangga

- Mutu baja = BJ-41,
- Tinggi antar lantai = 400 cm
- Tinggi bordes = 200 cm
- Panjang tangga = 280 cm
- Lebar tangga = 130 cm
- Lebar bordes = 130 cm
- Bentang bordes = 272,5 cm
- Lebar injakan (i) = 28 cm
- Lebar pegangan tangga = 5 cm

Tabel 3. Dimensi Profil Struktur Pada Tangga

No	Jenis Struktur	Jenis Profil/ Jenis Material
		1
2	Pelat Injak	Pelat t. 3mm
1	Balok Utama Tangga	C 260.90.10.14
1	Balok Bordes Tangga	C 200.100.5,5.8

V. KONTROL HASIL ANALISIS STRUKTUR

a. Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum

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

Tabel4 Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum

Beban Gempa	Global FX (kg)	Global FY (kg)
Gempa Arah X	208.742,20	6367,77
Gempa Arah Y	47.987,39	247.588,88

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.

Tabel5 Kontrol Nilai Partisipasi Massa

Mode	SumUX	SumUY
7	89,26	92,19
9	90,18	94,1

c. Kontrol Simpangan (Drift)

Gempa menyebabkan struktur bertingkat rawan terhadap terjadinya simpangan horizontal (Drift). Dan apabila simpangan horizontal ini melebihi syarat aman yang telah ditentukan maka gedung akan mengalami keruntuhan.

Tabel6. Kontrol Simpangan Arah-X

Lantai	hi	δ_{xe} (mm)	δ_x (mm)	Δ (mm)	Δa (mm)	$\Delta a/p$ (mm)	$\Delta \leq \Delta a/p$ (mm)
15	4000	193	772	24	100	100	OK
14	4000	187	748	36	100	100	OK
13	4000	178	712	52	100	100	OK
12	4000	165	660	52	100	100	OK
11	4000	152	608	52	100	100	OK
10	4000	139	556	56	100	100	OK
9	4000	125	500	60	100	100	OK
8	4000	110	440	64	100	100	OK
7	4000	94	376	64	100	100	OK
6	4000	78	312	60	100	100	OK
5	4000	63	252	72	100	100	OK
4	4000	45	180	52	100	100	OK
3	4000	32	128	48	100	100	OK
2	4000	20	80	36	100	100	OK
1	4000	11	44	44	100	100	OK

Tabel7. Kontrol Simpangan Arah-Y

Lantai	hi	δ_{ye} (mm)	δ_y (mm)	Δ (mm)	Δa (mm)	$\Delta a/p$ (mm)	$\Delta \leq \Delta a/p$ (mm)
15	4000	276,8	1107,2	47,2	100	100	OK
14	4000	265	1060	56	100	100	OK
13	4000	251	1004	60	100	100	OK
12	4000	236	944	72	100	100	OK
11	4000	218	872	72	100	100	OK
10	4000	200	800	80	100	100	OK
9	4000	180	720	80	100	100	OK
8	4000	160	640	92	100	100	OK
7	4000	137	548	84	100	100	OK
6	4000	116	464	92	100	100	OK
5	4000	93	372	100	100	100	OK
4	4000	68	272	96	100	100	OK
3	4000	44	176	60	100	100	OK
2	4000	29	116	64	100	100	OK
1	4000	13	52	52	100	100	OK

VI. PERHITUNGAN STRUKTUR PRIMER

6.1 Link

Balok link direncanakan menggunakan profil WF 500 x 200 x 10 x 16. Hasil dari output ETABS diperoleh gaya dalam sebesar:

$$e = 100\text{cm} < 1,6 \cdot M_p / V_p = 108,04 \text{ cm}$$

$$\alpha = 0,0308 \text{ radian} < \alpha \text{ maks} = 0,08 \text{ radian}$$

$$V_u = 67200 \text{ kg} < \phi V_n = 94320 \text{ kg}$$

Untuk pengaku dengan panjang link < 1,6 . Mp / Vp, harus direncanakan memiliki pengaku antara. Untuk $\alpha = 0,033$ radian maka:

$$S = 42 + \frac{0,0308 - 0,02}{0,08 - 0,02} \times (42 - 20) = 45,96 \text{ cm}$$

Dipasang pengaku antara dengan jarak 25 cm.

Tabel 8. Profil Link

LANTAI	ARAH	PANJANG	JENIS LINNKK	PROFIL
Lantai 1-5	X dan Y	100 cm	Link Pendek	500x200x10x16
Lantai 6-10	X dan Y	100 cm	Link Pendek	500x200x10x16
Lantai 11-15	X dan Y	100 cm	Link Pendek	500x200x10x16

6.2 Balok diluar Link

Balok link direncanakan menggunakan profil WF 500 x 200 x 10 x 16. Berdasarkan SNI 1729:2015 Kontrol balok luar link yaitu:

- Cek kemampuan penampang

$$M_u \leq \phi M_n$$

$$3911001,5 \text{ Kgcm} \leq 0,9 \cdot 5240000 \text{ kgcm}$$

$$3911001,5 \text{ Kgcm} < 4716000 \text{ kgcm}$$

.....OK

Tabel9. Profil Balok Diluar Link

LANTAI	ARAH	PANJANG	JENIS LINNKK	PROFIL
Lantai 1-5	X	267 cm	Bentang Menengah	500x200x10x16
	Y	267 cm	Bentang Menengah	500x200x10x16
Lantai 6-10	X	267 cm	Bentang Menengah	500x200x10x16
	Y	267 cm	Bentang Menengah	500x200x10x16
Lantai 11-15	X	267 cm	Bentang Menengah	500x200x10x16
	Y	267 cm	Bentang Menengah	500x200x10x16

6.3 Bressing

Bressing direncanakan menggunakan profil WF 250 x 250 x 11 x 11. Berdasarkan SNI03-1729-2002 Pasal 15.13.6.1, kuat kombinasi- aksial- dan lentur perlu pada batang bressing harus sebesar 1,25 Ry Vn.

Bressing tarik

$$P_{max} = R_y \cdot F_y \cdot A_g$$

$$= 1,5 \cdot 2500 \cdot 63,53 = 238237,5 \text{ kg}$$

$$\phi c P_n = 0,90 \cdot 238237,5 \text{ kg} = 214413,75 \text{ kg}$$

$$\phi c P_n > P_u \rightarrow 214413,75 \text{ kg} > 86422,68 \text{ kg (OK)}$$

Bressing tekan

$$P_{max} = 1,1 \cdot R_y \cdot A_g \cdot F_y / \omega$$

$$= 1,1 \cdot 1,5 \cdot 2500 \cdot 63,53 / 1 = 262061,25 \text{ kg}$$

$$\phi c P_n = 0,90 \cdot 262061,25 \text{ kg} = 235855,125 \text{ kg}$$

$$\phi c P_n > P_u \rightarrow 235855,125 \text{ kg} > 117371,086 \text{ kg (OK)}$$

Tabel 10. Profil Bracing

LANTAI	ARAH	PROFIL BRACING
Lantai 1-5	X	200x200x8x12
	Y	200x200x8x12
Lantai 6-10	X	200x200x8x12
	Y	200x200x8x12
Lantai 11-15	X	200x200x8x12
	Y	200x200x8x12

6.4 Balok

Balok direncanakan menggunakan profil WF 500 x 200 x 10 x 16. Dari output ETABS diperoleh gaya dalam yang dipakai Setelah Mengalami Komposit adalah:

$$\begin{aligned} \mu &\leq \phi \\ 4913105,46 &\leq 0,85 \cdot 6334754,448 \text{ Kgcm} \\ 4913105,46 \text{ Kgcm} &\leq 5384541,28 \text{ Kgcm} \dots \text{OK} \\ \phi V_n &> V_u \\ 64200 \text{ kg} &> 16392,28 \text{ kg} \\ \dots \dots \dots &\dots \text{OK} \end{aligned}$$

6.5 Kolom

Perhitungan kolom diasumsikan kolom tidak bergoyang, karena terdapat bressing pada sisi-sisinya. Kolom direncanakan menggunakan Beton Komposit dengan profil KC 500 x 200 x 10 x 16 dengan kontrol kuat nominal penampang sebagai berikut:

Kontrol Interaksi “Balok – Kolom”

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

$$0,791 + \frac{8}{9} \left(\frac{1670567}{0,85 \cdot 14058803,45} + \frac{864271}{0,85 \cdot 14058803,45} \right) = 0,979 \leq 1 \text{ (ok)}$$

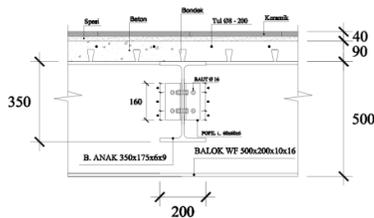
6.6 Sambungan

6.6.1 Sambungan Struktur Sekunder

Pada perencanaan sambungan, direncanakan baut dengan mutu $f_u^b = 5000 \text{ kg/cm}^2$ dan pelat penyambung profil siku dengan mutu BJ-41. Baut direncanakan hanya memikul beban geser yang berasal dari struktur sekunder. Sehingga pada perhitungannya sambungan dianggap sebagai sendi. Hasil perhitungan sambungan struktur sekunder tersaji pada tabel 11.

Tabel 11. Sambungan Struktur Sekunder

Elemen	Profil Siku	D (mm)	n (bh)
Balok anak lantai - balok Induk	Badan B. Anak	L60.60.6	16
	Badan B. Induk	L60.60.6	16
Balok anak atap - balok Induk	Badan B. Anak	L40.40.4	16
	Badan B. Induk	L40.40.4	16



Gambar 6. Sambungan Balok Anak & Balok Induk

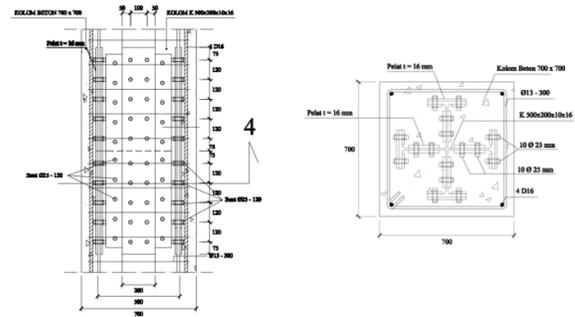
6.6.2 Sambungan Struktur Primer

Pada perencanaan sambungan, direncanakan baut dengan mutu $f_u^b = 8250 \text{ kg/cm}^2$, Mutu las FE70XX, dan pelat penyambung mutu BJ-41. Sambungan pada struktur primer direncanakan dengan sambungan kaku (*rigid connection*) dimana sambungan memikul beban geser P_u dan momen M_u . Hasil perhitungan sambungan struktur primer tersaji pada tabel 12.

Tabel 12 Sambungan Struktur Primer

Elemen	Jenis Profil	D (mm)	n (buah)	Las (mm)
Kolom KC 500.200.10.16	Pelat t.16 mm	25,4	20	-
Balok induk lantai - kolom	L 70.70.7	25,4	6	-
	T 400.400.20.35	25,4	10	-
Kolom - Base Plate	BMK-13	30	18	22
Bressing	Pelat t.22 mm	24	6	11

Gambar 7 Sambungan Kolom KC 500.200.10.16



Gambar 7. Sambungan Kolom & Balok Induk

VII. PERHITUNGAN STRUKTUR BAWAH

7.1 Pondasi Tiang Pancang

Pondasi yang digunakan pada perencanaan gedung perkantoran berasal dari tiang pancang beton (*Concrete Pile*) dengan penampang bulat berongga (*Round Hollow*) dari produk dari PT. WIKA Beton dengan spesifikasi adalah sebagai berikut:

- Diameter tiang : 500 mm
- Tebal tiang : 90 mm
- Klasifikasi : A1
- Concrete cross section : 1159 cm²
- Berat : 290 kg/m
- Bending moment crack : 10,5 tm
- Bending momen ultimate : 15,75 tm
- Allowable axial load : 185,3 tm
- Modulus section : 10505 cm³

Daya dukung ijin dari satu tiang pancang yang berdiri sendiri adalah

$$P_{ijin \text{ 1 tiang}} = \frac{Q_u}{SF} = \frac{272,08 + 124,16}{3} = 132,08 \text{ ton}$$

Kontrol beban tetap

$$P_{max} = 35128,76 \text{ kg} < Q_{ijin} = 89810,35 \text{ kg (OK)}$$

Kontrol beban sementara

$$P_{max} = 72896,8 \text{ kg} < Q_{ijin} = 1,5 \cdot 89810,35 \text{ kg}$$

$$P_{max} = 72896,8 \text{ kg} < Q_{ijin} = 134715,5 \text{ kg (OK)}$$

7.2 Perencanaan Poer

Untuk penulangan lentur, poer dianalisa sebagai balok kantilever dengan perletakan jepit pada kolom. Dan beban yang bekerja adalah beban terpusat di tiang kolom

yang menyebabkan reaksi pada tanah dan berat sendiri poer.

Tulangan tarik yang dibutuhkan :

- Penulangan Arah X

Tulangan tarik yang dibutuhkan :

$$A_s = \rho \times b \times d_x = 0,00396 \times 1000 \times 919 = 3642,22 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan lentur atas D22-100 mm

$$A_s = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times d^2\right) \frac{1000}{100} = 3801,33 \text{ mm}^2 > 3642,22 \text{ mm}^2 \text{ (Ok)}$$

- Penulangan Arah Y

Tulangan tarik yang dibutuhkan :

$$A_s = \rho \times b \times d_x = 0,00413 \times 1000 \times 897 = 3711,11 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan lentur atas D22-100 mm

$$A_s = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times d^2\right) \frac{1000}{100} = 3799,4 \text{ mm}^2 > 3711,11 \text{ mm}^2 \text{ (Ok)}$$

7.3 Perencanaan Kolom Pedestal

Besarnya gaya – gaya dalam kolom diperoleh dari hasil analisis ETABS adalah:

$$M_u = 16705,67 \text{ kg.m}$$

$$P_u = 926605 \text{ kg} = 9266050 \text{ N}$$

$$V_u = 5391,88 \text{ kg} = 59918,8 \text{ N}$$

Dimensi kolom pedestal 1000 mm x 1000 mm.

$$A_s = 0,0123 \cdot 1000 \cdot 925,5 = 12200 \text{ mm}^2$$

Dipasang tulangan 24 D25, $A_s = 12775 \text{ mm}^2$

Dipasang merata 4 sisi dengan sengkang Ø12 – 250.

7.4 Perencanaan Sloof

Sloof direncanakan menggunakan tulangan baja, hal tersebut dilakukan karena sloof menerima kombinasi beban aksial tekan dan lentur.

$$q_u = 1,2 \times 1218 = 1461,6 \text{ kg/m}$$

$$M_{u \text{ tumpuan}} = \frac{1}{12} \times q_u \times l^2 = \frac{1}{12} \times 1461,6 \times 8^2 = 7795,2 \text{ kgm}$$

Tulangan tarik yang dibutuhkan :

$$A_s = \rho \times b \times d_x = 0,0035 \times 400 \times 597 = 835,8 \text{ mm}^2$$

Digunakan Tulangan D16 ($A_s = 200,96 \text{ mm}^2$)

$$\text{Jumlah tulangan Perlu} = \frac{835,8}{200,96} = 4,15 \approx 5 \text{ buah}$$

Digunakan tulangan lentur atas D16-100 mm

Dipasang tulangan = 5 D 16 ($A_s = 1004,8 \text{ mm}^2$)

VIII. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

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

1. Hasil perhitungan yang dilakukan pada struktur sekunder telah memenuhi syarat SNI 1729;2015.
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 SNI 1729;2015.
4. Hasil perhitungan yang dilakukan pada struktur bawah telah memenuhi syarat SNI 03-2387-2013.

B. SARAN

Diharapkan dilakukan studi yang mempelajari tentang perencanaan struktur Sistem RangkaBresing Eksentrik (SRBE) lebih dalam dengan mempertimbangkan aspek teknis, ekonomis, dan estetika. Sehingga perencanaan dapat dimodelkan semirip mungkin dengan kondisi sesungguhnya di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Budiono, Bambang., Yurisman, dan Nidiasari. 2011. Perilaku Link Panjang dengan Pengaku Diagonal Badan pada Sistem Struktur Rangka Baja Tahan Gempa. Bandung : Institut Teknologi Bandung

[2] PP Rossi, A. Lombardo. 2007. Influence of The Link Overstrength Factor on The Seismic Behaviour of Eccentrically Braced Frames

[3] Badan Standardisasi Nasional. 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002). Bandung : Yayasan LPMB

[4] Engelhardt, Michael D., Popov, Egor P, 1989. On Design of Eccentrically Braced Frames, Eartquake Spectra Vol. 5, No.3

Tabel 13. Hasil Perhitungan Struktur Pondasi

.Elemen	Dimensi	Tulangan
Pondasi	Pancang Ø 50 cm	-
Poer	4 m x 4 m x 1 m	Arah X D22-100
		Arah Y D22-100
Pedestal	1,0 m x 1,0 m	Tul.Utama 24D25
		Sengkang 2Ø12-300
Sloof	0,4 m x 0,6 m	Tul.Utama 4D16
		Sengkang Ø10-250