

Modifikasi Desain Struktur Gedung Hotel Holiday Inn Express Surabaya dengan Menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentrik

Lailatul Fitriyah, Priyo Suprobo, dan Endah Wahyuni

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: priyo@ce.its.ac.id, endah@ce.its.ac.id

Abstrak—Perencanaan gedung hotel Holiday Inn Express Surabaya akan dilakukan modifikasi perancangan menggunakan struktur baja dengan metode SRBE (Sistem Rangka Bresing Eksentrik). SRBE merupakan sebuah sistem bresing eksentrik yang memiliki *link* dan berfungsi sebagai pendisipasi energi ketika struktur menerima beban lateral. Perhitungan modifikasi perencanaan struktur gedung hotel Holiday Inn Express Surabaya menggunakan sistem rangka bresing eksentrik (SRBE) telah dilakukan. Dimana perhitungan struktur mengacu pada SNI 1729-20015 “Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung”, SNI 1726-2012 “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung”, SNI 2847-2013 “Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung” dan “Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung” PPIUG 1983. Pemodelan dan analisis struktur dilakukan dengan program bantu SAP 2000. Dari analisa dan hasil perhitungan diperoleh struktur sekunder dan primer: pelat lantai menggunakan bondek SUPER FLOOR DECK $t = 0,75$ mm, untuk lantai top atap dan lantai 1 $t = 90$ mm, lantai atap dan lantai 2-14 $t = 110$ mm, balok anak terdapat 4 macam dimensi yang digunakan, dimensi untuk lantai top atap WF 350x175x6x9, lantai atap WF 450x200x9x14, lantai 2-14 WF 500x200x9x14, lantai 1 WF 400x200x8x13, sedangkan balok induk terdapat 4 macam dimensi juga yang digunakan, dimensi untuk lantai top atap WF 400x200x8x13, lantai atap WF 500x200x9x14, lantai 2-14 WF 600x200x10x15, lantai 1 WF 600x200x11x17, untuk dimensi kolom lantai 1-8 digunakan CFT 700x700x25 dan CFT 600x600x25 dimensi kolom lantai 9-top atap, *link* terdapat 2 macam dimensi yang digunakan yaitu WF 400x200x8x13 untuk lantai atap-top atap dan WF 500x200x10x16 untuk lantai 1-14, dimensi balok luar *link* yang digunakan sama dengan dimensi *link*, dimesi bresing yang digunakan WF 250x250x9x14 untuk lantai atap-top atap dan WF 300x300x10x15 untuk lantai 1-14. Pondasi struktur menggunakan tiang bor (borepile) diameter 120 cm dengan kedalaman 25 m dan tulangan yang digunakan adalah 26 D25 dengan sengkang D16-45 mm.

Kata Kunci—Sistem Rangka Bresing Eksentris, Plastifikasi, Link.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Gedung hotel Holiday-Inn Express Surabaya yang terletak di Jalan Kedungdoro VI No. 54-58 Sawahan, Surabaya merupakan gedung yang terdiri dari 16 lantai dan struktur bangunan yang digunakan adalah struktur bangunan beton bertulang. Kondisi tanah pada daerah yang dibangun termasuk tanah lunak sehingga membutuhkan berat bangunan yang seringnya mungkin namun memiliki kekuatan struktur yang sebesar mungkin untuk menahan gaya lateral (gempa dan angin).

Perencanaan suatu struktur bangunan tahan gempa merupakan suatu kebutuhan yang tidak dapat dihindari. Tujuan desain bangunan tahan gempa adalah untuk mencegah terjadinya kegagalan struktur dan kehilangan korban jiwa. Sehingga dalam merancang suatu bangunan tahan gempa harus mengutamakan keselamatan dan kenyamanan, dimana kegagalan direncanakan hanya terjadi pada daerah *non structural*. Oleh karena itu struktur bangunan gedung hotel Holiday-Inn Express Surabaya yang semula menggunakan struktur beton bertulang akan dimodifikasi menggunakan struktur baja.

Baja memiliki sifat daktail (tidak getas), dimana baja mampu berdeformasi tanpa runtuh secara tiba-tiba apabila terjadi beban yang berlebihan. Ini memberikan cukup waktu untuk evakuasi bila terjadi gempa. Konstruksi baja juga memiliki berat yang relatif lebih ringan dari pada material lain tetapi juga memiliki kemampuan yang cukup tinggi, hampir tidak memiliki perbedaan nilai muai dan susut, dan dalam hal pelaksanaan jauh lebih cepat dibanding material lain [1].

SRBE mempunyai nilai daktilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan SRBK. Tingginya nilai daktilitas pada SRBE diakibatkan oleh adanya elemen *link* yang berfungsi sebagai pendisipasi energi ketika struktur menerima beban gempa. Pendisipasian energi ini diwujudkan dalam bentuk plastifikasi pada elemen *link* tersebut.

Berdasarkan kondisi tanah di lapangan dan hasil dari perhitungan analisa kategori desain seismik adalah bangunan termasuk dalam kategori desain D, maka salah satu sistem rangka baja yang dapat digunakan adalah sistem rangka bresing eksentrik (SRBE).

B. Perumusan Masalah

1. Bagaimana merencanakan struktur sekunder yang meliputi pelat, balok anak dan tangga?
2. Bagaimana merencanakan struktur primer yang meliputi balok, kolom, bresing eksentrik dan *link*?
3. Bagaimana memodelkan dan melakukan analisis struktur dengan program bantu SAP 2000 v14?
4. Bagaimana merencanakan sambungan?
5. Bagaimana merencanakan pondasi?
6. Bagaimana mengilustrasikan hasil perencanaan struktur dalam gambar teknik?

C. Batasan Masalah

Dalam penyusunan Studi ini diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut :

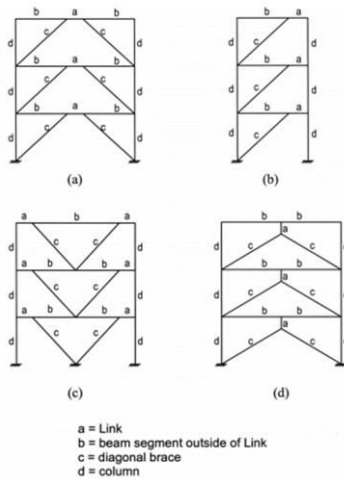
1. Menggunakan SNI 03-1729-2015 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.

2. Menggunakan SNI 1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
3. Tidak menghitung anggaran biaya.
4. Tidak membahas metode pelaksanaan proyek
5. Tidak mempertimbangkan sistem sanitasi dan instalasi listrik gedung.
6. Tidak membahas dari segi arsitektural.
7. Tidak memperhitungkan *basement*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

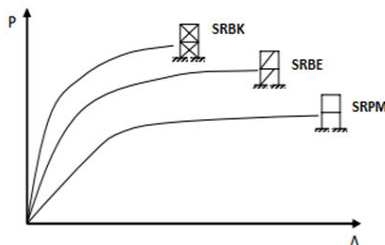
A. Umum

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*. Karakteristik yang membedakan SRBE dengan desain struktur tahan gempa SRPM dan SRBK adalah adanya penghubung yang terdapat pada setidaknya salah satu ujung dari bresing yang disebut sebagai *link* [2].



Gambar 2.1 Konfigurasi Link pada Beberapa Sistem Portal [3].

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 terlalu kaku seperti halnya SRBK tetapi juga tidak terlalu memiliki deformasi yang besar seperti SRPM.



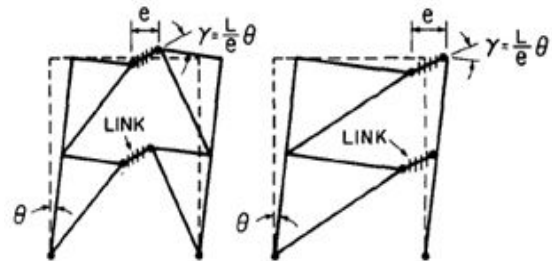
Gambar 2.2 Perbedaan perilaku tiga model sistem rangka baja [4].

B. 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*, θ . Pada desain struktur penahan gempa dengan SRBE perlu diperhitungkan besar rotasi plastis yang akan dialami oleh *link*. Pada tahap

ini lebih mudah menggunakan mekanisme disipasi energi (juga disebut mekanisme kehancuran). Gambar 2.9 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 , dengan perumusan:

$$\gamma = \frac{L}{e} \theta$$



Gambar 2.3 Sudut Rotasi Link Beam [4]

III. METODOLOGI

A. Umum

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



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi. Penyelesaian Studi

IV. PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER

A. Pelat Lantai Hotel Holiday In Express Surabaya

Tabel 4.1 Rekap Dimensi dan Penulangan Pelat

LANTAI	TEBAL (cm)	TULANGAN
--------	---------------	----------

Top atap	9	M8-200
Atap	11	M9,5-200
2-14	11	M10-175
1	9	M9-200

B. Balok Anak

Tabel 4.2
Rekap Dimensi Balok Anak

LANTAI	PROFIL YANG DIGUNAKAN
Top atap	WF 350 x 175 x 6 x 9
Atap	WF 450 x 200 x 9 x 14
2-14	WF 500 x 200 x 9 x 14
1	WF 400 x 200 x 8 x 13

C. Balok Penumpu Lift

- Tipe lift: *Passenger Elevators*
- Merek : HYUNDAI
- Kapasitas : 15 Orang / 1000 kg
- Lebar pintu (*opening width*) : 900 mm
- Dimensi ruang luncur (*hoistway inside*) 2 Car : 4800 x 2150 mm²
- Dimensi sangkar (*Car size*) (*hoistway inside*) 2 car : 4200 x 2100 mm²
- Dimensi ruang mesin : 4400 x 3850 mm²
- Dimensi sangkar (*Car size*)
 - Internal : 1600 x 1500 mm²
 - Eksternal : 1660 x 1655 mm²
- Beban reaksi ruang mesin:
 - R₁ = 5450 kg
 - R₂ = 4300 kg

Tabel 4.3
Rekap Dimensi Balok Lift

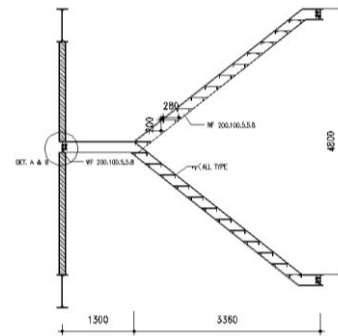
ELEMEN	PROFIL YANG DIGUNAKAN
Pembagi	WF 100 x 50 x 5 x 7
Penumpu	WF 400 x 200 x 7 x 11

D. Perencanaan Tangga

- Tinggi lantai = 4,8 m
- Panjang bordes = 2,8 m
- Tinggi bordes = 2,4 m
- Lebar bordes = 1,3 m
- Panjang anak tangga (1/2 L bordes) = 1,3 m
- Lebar injakan (i) = 28 cm
- Tinggi injakan (t) = 20 cm
- Lebar pegangan tangga = 5 cm

Tabel 4.4
Rekap Dimensi Balok Tangga

ELEMEN	PROFIL YANG DIGUNAKAN
Pengaku anak tangga	L 50 x 50 x 5
Pengaku bordes	WF 100 x 50 x 5 x 7
Balok utama tangga	WF 200 x 100 x 5,5 x 8
Balok penumpu bordes	WF 200 x 100 x 5,5 x 8

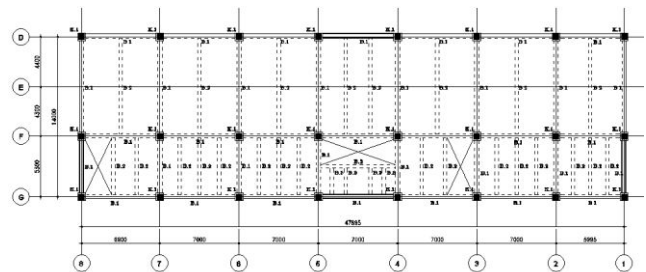


Gambar 4.1 Potongan Tangga.

V. PEMODELAN STRUKTUR

A. Umum

Pemodelan struktur pada Studi ini menggunakan sistem rangka bresing eksentrik (SRBE). Struktur yang direncanakan adalah bangunan hotel yang terdiri dari 16 lantai hotel dengan total tinggi struktur 58,25 meter. Denah dari struktur yang ada dalam permodelan Studi penulis adalah sebagai berikut:



Gambar 5.1 Denah Struktur Hotel Holiday Inn Express Surabaya.

B. Pembebanan

Rincian pembebanan untuk beban mati adalah sebagai berikut:

- a. Pelat atap = 79,53 kg/m²
- b. Pelat lantai hotel = 128 kg/m²
- c. Pelat lantai koridor = 128 kg/m²

Rincian pembebanan untuk beban hidup adalah sebagai berikut :

- a. Lantai atap = 97,64 kg/m²
- b. Lantai hotel = 195,28 kg/m²
- c. Lantai koridor atau lobi = 487,18 kg/m²

C. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang dipakai pada struktur gedung ini mengacu pada SNI 1729:2012 sebagai berikut:

- 1 D + 1 L
- 1,4 D
- 1,2 D + 1,6 L
- 1,2 D + 1 L
- 1,2 D + 1Ex + 1 L
- 1,2 D + 1Ey + 1 L
- 0,9 D + Ex
- 0,9 D + Ey

Keterangan :

D : beban mati

L : beban hidup lantai

E : beban gempa yang dinyatakan dalam arah X dan Y

D. Kontrol Desain

1. Kontrol Penerimaan Pemodelan

Untuk membuktikan hasil pemodelan struktur sesuai dengan kenyataan aslinya, perlu dilakukan pengecekan menggunakan perhitungan manual. Perhitungan manual dilakukan dengan cara meninjau satu kolom yang menggunakan kombinasi 1D+1L, hasil beban aksial dari analisa SAP 2000 v14 harus sesuai dengan perhitungan berat bangunan manual yang memiliki toleransi perbedaan 5 %.

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 90,7% pada moda ke 7 dan partisipasi massa arah Y sebesar 91,0% pada moda ke 8. Maka dapat disimpulkan analisis struktur yang sudah dilakukan telah memenuhi syarat yang terdapat pada SNI 1726:2012 Pasal 7.9.1 yaitu partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90%.

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 2000v14 didapatkan nilai T = 1,582 s. Maka berdasarkan kontrol waktu getar alami fundamental nilai T masih lebih kecil dari T_a max = 2,158 s. Jadi analisis struktur Hotel Holiday Inn Express Surabaya masih memenuhi persyaratan Pasal 7.8.2 SNI 1726:2012.

4. Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum

Dari hasil analisis menggunakan program SAP 2000 v14 didapatkan nilai gaya geser dasar (base shear) sebagai berikut:

Tabel 5.1
Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa

OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY
Text	Text	Text	Kgf	Kgf
GEMPA X	LinRespSpec	Max	287082,9	98246,08
GEMPA Y	LinRespSpec	Max	86173,42	327303,9

Kontrol nilai akhir respon:

- Gempa arah X:
 - $V_{dinamik} \geq 85\% \cdot V_{statik}$
287082,9 kg $\geq 85\% \cdot 494980,9989$ kg
 - 287082,9 kg < 420733,849 kg → NOT OK
- Gempa arah Y:
 - $V_{dinamik} \geq 85\% \cdot V_{statik}$
327303,9 kg $\geq 85\% \cdot 494980,9989$ kg
 - 327303,9 kg < 420733,849 kg → NOT OK
 - Maka harus diperbesar dengan faktor skala $0,85 \cdot \frac{C_s \cdot W}{V}$
 - Untuk arah X dikali dengan SF = 1,465
 - Untuk arah Y dikali dengan SF = 1,285

5. Kontrol Batas Simpangan (Drift)

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

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi Lantai (m)	Simpangan (mm)	Simpangan diperbesar	Simpangan antar lantai (mm)	Simpangan jln antar lantai (mm)	Ket
i	h _i	h _{ss}	Ge	G	Δ	Δ _s	
		h _i -h _(i-1)		Ge x Ca	Δ _i -Δ _(i-1)	0,02* h _{ss}	
Ground	0	0	0	0	0	0	OK
1	3,5	3,5	2,115	8,460	8,460	70	OK
2	7,7	4,2	8,754	35,016	26,556	84	OK
3	12,5	4,8	18,325	73,300	38,284	96	OK
4	15,9	3,4	24,747	98,988	25,688	68	OK
5	19,3	3,4	30,813	123,252	24,264	68	OK
6	22,7	3,4	36,586	146,344	23,092	68	OK
7	26,1	3,4	42,057	168,228	21,884	68	OK
8	29,5	3,4	47,183	188,732	20,504	68	OK
9	32,9	3,4	51,937	207,748	19,016	68	OK
10	36,3	3,4	56,238	224,952	17,204	68	OK
11	39,7	3,4	60,152	240,608	15,656	68	OK
12	43,1	3,4	63,670	254,680	14,072	68	OK
13	46,5	3,4	66,777	267,108	12,428	68	OK
14	49,9	3,4	69,498	277,992	10,884	68	OK
atap	53,6	3,7	72,202	288,808	10,816	74	OK
top atap	58,25	4,65	75,335	301,340	12,532	93	OK

Tabel 5.3
Kontrol Simpangan Arah Y Akibat Gempa Arah Y

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi Lantai (m)	Simpangan (mm)	Simpangan diperbesar	Simpangan antar lantai (mm)	Simpangan jln antar lantai (mm)	Ket
i	h _i	h _{ss}	Ge	G	Δ	Δ _s	
		h _i -h _(i-1)		Ge x Ca	Δ _i -Δ _(i-1)	0,02* h _{ss}	
Ground	0	0	0	0	0	0	OK
1	3,5	3,5	1,646	6,584	6,584	70	OK
2	7,7	4,2	6,653	26,612	20,028	84	OK
3	12,5	4,8	13,616	54,464	27,852	96	OK
4	15,9	3,4	18,157	72,628	18,164	68	OK
5	19,3	3,4	22,458	89,832	17,204	68	OK
6	22,7	3,4	26,609	106,436	16,604	68	OK
7	26,1	3,4	30,618	122,472	16,036	68	OK
8	29,5	3,4	34,473	137,892	15,420	68	OK
9	32,9	3,4	38,177	152,708	14,816	68	OK
10	36,3	3,4	41,649	166,596	13,888	68	OK
11	39,7	3,4	44,878	179,512	12,916	68	OK
12	43,1	3,4	47,836	191,344	11,832	68	OK
13	46,5	3,4	50,502	202,008	10,664	68	OK
14	49,9	3,4	52,897	211,588	9,580	68	OK
atap	53,6	3,7	55,335	221,340	9,752	74	OK
top atap	58,25	4,65	58,142	232,568	11,228	93	OK

VI. PERENCANAAN STRUKTUR PRIMER

A. Link

Balok *link* direncanakan menggunakan profil WF 500 x 200 x 10 x 16. Hasil dari output SAP 2000 diperoleh gaya dalam sebesar:

$$e = 150 \text{ cm} < 2,6 \text{ Mp} / V_p = 1,94 \text{ cm}$$

$$\alpha = 0,014 \text{ radian} < \alpha \text{ maks} = 0,055 \text{ radian}$$

$$Nu = 35051,07 \text{ kg} < 0,15 Ny = 42825 \text{ kg}$$

$$Vu = 53909,64 \text{ kg} < \phi V_n = 62891,8 \text{ kg}$$

Untuk pengaku dengan panjang *link* < 1,6 . Mp / V_p, harus direncanakan memiliki pengaku antara. Untuk α = 0,048 radian maka dipasang pengaku antara dengan jarak 30 cm.

B. Balok diluar link

Balok link direncanakan menggunakan profil WF 500 x 200 x 10 x 16. Berdasarkan SNI 03-1729-2002 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 Ry.Vn. Kontrol interaksi geser lentur yang terjadi:

$$\frac{Mu}{\phi Mn} + 0,625 \frac{Vu}{\phi Vn} \leq 1,375$$

$$1,336 < 1,375 \rightarrow \text{OK}$$

C. Bresing

Bresing direncanakan menggunakan WF 300 x 300 x 10 x 15,dengan kuat kombinasi aksial dan lentur perlu batang bresing harus direncanakan berdasarkan gaya aksial dan

Tabel 5.2
Kontrol Simpangan Arah X Akibat Gempa Arah X

momen lentur yang di timbulkan oleh link yaitu sebesar 1,25 x Ry x Vn. Kontrol interaksi aksial lentur

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left[\frac{M_{rx}}{\phi Mn} + \frac{M_{ry}}{\phi Mn} \right] = 0,724 < 1,0$$

D. Balok

Balok direncanakan menggunakan profil WF 600 x 200 x 10 x 15. Dari output SAP 2000 diperoleh gaya dalam yang dipakai dalam desain adalah:

Mu = 39003,5 kg.m < ØMn= 57041,4 kg.m
 Vu = 16254,3 kg ≥ ØVn= 89400 kg
 δ = 0,1406 cm ≤ δ ijin = 1,665 cm

E. Kolom komposit:

Kolom direncanakan menggunakan CFT 700 x 700 x 25 dengan kontrol kuat nominal penampang sebagai berikut:

Dikarenakan $\frac{P_r}{P_c} > 0,2$, maka rumus interaksi aksial dan

momen digunakan rumus yang terdapat pada SNI 03-1729-2002 Pasal 12.5, Persamaan 12.5-1, yaitu sebagai berikut:

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left[\frac{M_{rx}}{\phi Mn} + \frac{M_{ry}}{\phi Mn} \right] \leq 1,0$$

$$0,497 + \frac{8}{9} \left[\frac{19594,338}{307125} + \frac{81186,399}{307125} \right] \leq 1,0$$

0,818 < 1,0 → OK

Tabel 6.1
Rekap Dimensi Struktur Primer

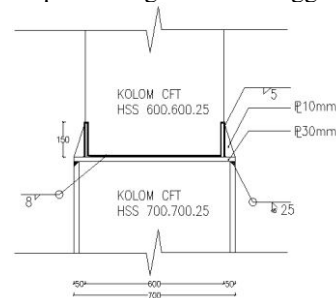
ELEMEN	LANTAI	ARAH	PROFIL YANG DIGUNAKAN
Balok Induk	Top atap	x	WF 400 x 200 x 8 x 13
		y	
	Atap	x	WF 500 x 200 x 9 x 14
Kolom	2-14	x	WF 600 x 200 x 10 x 15
		y	
	1	x	WF 600 x 200 x 11 x 17
		y	
Link	1-8	-	CFT 700 x 700 x 25
		-	CFT 600 x 600 x 25
Balok di luar Link	Top atap	x	WF 400 x 200 x 8 x 13
		y	
	Atap	x	WF 400 x 200 x 8 x 13
Bresing	2-14	x	WF 500 x 200 x 10 x 16
		y	
	1	x	WF 500 x 200 x 10 x 16
		y	
Top atap	x	WF 250 x 250 x 9 x 14	

Atap	x	WF 250 x 250 x 9 x 14
	y	
2-14	x	WF 300 x 300 x 10 x 15
	y	
1	x	WF 300 x 300 x 10 x 15
	y	

VII. PERENCANAAN SAMBUNGAN

A. Sambungan kolom CFT 700x700x25 dengan kolom CFT 600x600x25

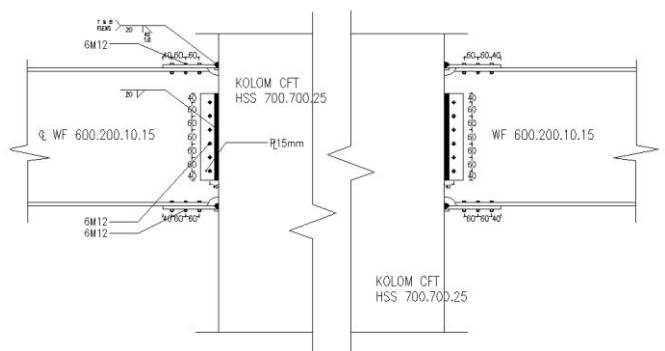
Sambungan kolom CFT 700x700x25 dengan kolom CFT 600x600x25 direncanakan pada lantai 1 menggunakan las tumpul penetrasi penuh dengan mutu Fe70XX. Gaya-gaya yang bekerja pada sambungan adalah akibat dari beban mati dan beban seismik akibat komponen vertikal. Sambungan ditempatkan pada posisi tengah dari ketinggian lantai.



Gambar 7.1 Detail Sambungan Kolom CFT 700.700.25.25 dengan Kolom CFT 700.700.25.2.

B. Sambungan Kolom dengan Balok Induk

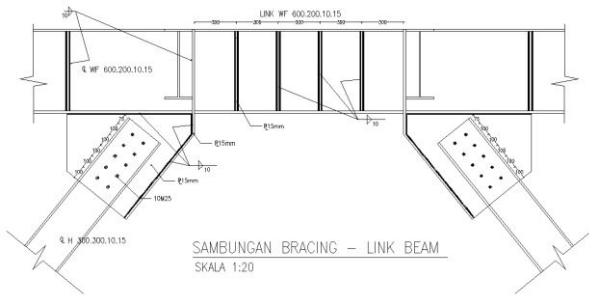
Sambungan pada kolom dengan balok induk direncanakan menggunakan 2 jenis yaitu sambungan pen geser sebagai penumpu pada saat proses pengelasan dan sambungan rigid dengan alat sambung las dan baut sebagai penumpu beban. Sambungan las yang digunakan adalah tipe las Fe70XX.



Gambar 7.2 Detail Sambungan Kolom dengan Balok Induk

C. Sambungan Batang Bresing

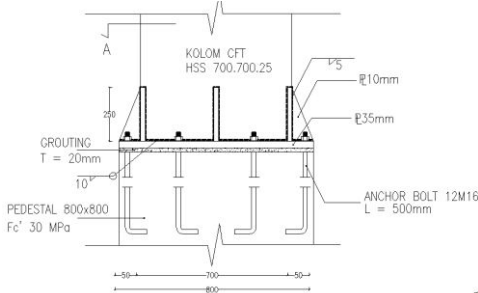
Kuat perlu sambungan batang bresing ke balok harus ditentukan lebih besar atau sama dengan kuat nominal batang bresing yaitu 1,25 . Ry . Vn. Dimana Vn adalah kuat geser nominal link yang diambil dari nilai terkecil antara Vp dengan $\frac{2Mp}{e}$. Digunakan sambungan las dengan mutu Fe70XX dan mutu baut A325.



Gambar 7.3 Sambungan Batang Bresing.

D. Sambungan Kolom CFT dengan Pedestal

Pedestal direncanakan menggunakan dimensi 800x800. Untuk sambungan kolom CFT 700x700x25 dengan pedestal direncanakan menggunakan las penetrasi penuh dengan mutu F_{e110XX} .



Gambar 7.4 Sambungan Kolom CFT dengan Pedestal.

VIII. PERENCANAAN PONDASI

A. Perencanaan Diameter Bore Pile

Berdasarkan output program bantu SAP 2000 v19 didapatkan besar $Q_w = 1071,534$ ton, dimana Q_w adalah beban yang bekerja di atas tiang:

Diketahui: $F'_c = 30 \text{ MPa} = 300 \text{ kg/cm}^2$

Diameter tiang:

$$D_s = 2,257 \sqrt{\frac{631718,01}{300}}$$

$$= 103,57 \text{ cm}$$

$$= 1,036 \text{ m}$$

Maka diameter *borepile* yang digunakan adalah 1,2 m dan diameter pembesaran (D_{bell}) 2,5 m.

B. Daya Dukung Bore Pile

Berdasarkan perhitungan daya dukung selimut tiang dan daya dukung di ujung tiang, maka daya dukung *borepile*nya adalah sebagai berikut:

$$Q_L = Q_p + Q_s$$

$$= 3268,513 + 316,672$$

$$= 3585,186 \text{ ton}$$

$$Q_{ijin} = \frac{Q_L}{SF}$$

$$= \frac{3585,186}{3} = 1195,062 \text{ ton}$$

$$Q_w < Q_{ijin}$$

$$1071,534 \text{ ton} < 1195,062 \text{ ton} \rightarrow \text{OK}$$

IX. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan struktur sekunder didapatkan :
 - a. Pelat lantai menggunakan bondek SUPER FLOOR DECK $t = 0,75$ mm, dengan 2 macam pelat.
 - b. Balok anak menggunakan profil WF dengan 4 macam dimensi.
 - c. Balok lift menggunakan profil WF dengan 2 macam dimensi.
 - d. Balok tangga menggunakan profil L dan WF dengan 3 macam dimensi.
2. Dari hasil perhitungan struktur primer didapatkan :
 - a. Balok menggunakan profil WF dengan 4 macam dimensi.
 - b. Kolom menggunakan komposit profil CFT dengan 2 macam dimensi.
 - c. *Link* menggunakan profil WF dengan 2 macam dimensi dengan panjang *link* 1,2 m dan 1,5 m.
 - d. Balok luar *link* menggunakan profil WF dengan 2 macam dimensi.
 - e. Bresing menggunakan profil WF dengan 2 macam dimensi.
3. Permodelan analisis struktur menggunakan program bantu SAP 2000v14, dengan 4 kontrol desain dan bangunan telah memenuhi persyaratan desain.
4. Dalam perencanaan ini, sambungan yang digunakan adalah sambungan las dan baut.
5. Pondasi struktur menggunakan tiang bor (*borepile*) diameter 120 cm dengan kedalaman 25 m berdasarkan hasil penyelidikan tanah SPT (Standard Penetration Test). Tulangan yang digunakan pada pondasi *borepile* adalah 26 D25 dengan sengkang D16-45 mm.
6. Hasil dari perencanaan struktur dapat dilihat pada lampiran gambar berupa gambar teknik.

B. Saran

Sebaiknya dilakukan studi yang mempelajari tentang perencanaan struktur bresing eksentrik lebih lanjut dengan mempertimbangkan aspek teknis, ekonomi, dan estetika, diutamakan untuk perencanaan struktur yang diharapkan mampu memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dalam peraturan baik SNI maupun AISC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Wahyuni and Y. Tethool, "Effect of Vierendeel Panel Width and Vertical Truss Spacing Ratio in Staggered Truss Framing System Under Earthquake Loads," *Int. J. Civ. Eng.*, vol. 13, no. 2, pp. 213-221, 2015.
- [2] Y. Budiono, "Perilaku Link Panjang Dengan Pengaku Diagonal Badan Pada Sistem Struktur Rangka Baja Tahan Gempa," in *Seminar dan Pameran HAKI*, 2011.
- [3] American Institute of Steel Construction, "Seismic Provision for Structural Steel Buildings," 2010.
- [4] H. Moestopo, M. Yudi, "Kajian Kinerja Link Yang Dapat Diganti Pada Struktur Rangka Baja Berpengaku Eksentrik Tipe Split-K," in *Seminar dan Pameran HAKI*, 2006.