

PENGGUNAAN STRUKTUR BRESSING PADA PERENCANAAN BANGUNAN PENAHAN BEBAN GEMPA

Oleh:

Mira Wisman¹, Rina Febrina²

Jurusan Teknik Sipil

Universitas Malahayati, Lampung – Indonesia

35153

ABSTRACT

Indonesia is an archipelagic country that has a fairly high threat of earthquakes. In this case, it will be planned to strengthen the parking building in one of the build in Bandar Lampung. This building is a 7-storey building that has a function as an additional car park for mall visitors which is designed using a steel frame structure that has varying floor elevations. In this final project, a steel structure reinforcement plan will be carried out using a Special Concentrically Braced Frame using an inverted V type of braces. The calculation of the earthquake load carried out refers to SN1 1726-2012 and 1983 PPIUG regarding the Indonesian Loading Regulations, and for analysis of the structure is carried out with the SAP 2000 software program. From the analysis and calculation results obtained the design results on the bracing using steel profiles 87.5.175.7.5.11 for floors 1, 2, and 3, T 150.150.6.5.9 for floors 4 and 5, and T 62.5.125.6.5.9 for the 6th and 7th floors, while the design results on the beams and columns have a steel profile type that is larger than the profile type on the existing structure so that reinforcement is carried out on the beams and columns. In the SAP 2000 analysis there was a significant reduction in deformation of the structure after braces were installed, which was 211.33 mm to 21.98 mm in the Y direction and 57.10 to 19.97 in the X direction.

Keywords: earthquake, special concentric braces, steel.

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki ancaman gempa bumi yang cukup tinggi. Dalam hal ini akan direncanakan perkuatan pada gedung parkir sebuah bangunan yang berada di Bandar Lampung. Bangunan ini merupakan bangunan 7 lantai yang memiliki fungsi sebagai tempat parkir mobil tambahan bagi pengunjung mall yang didesain dengan menggunakan struktur rangka baja yang memiliki elevasi lantai yang bervariasi. Dalam tulisan ini akan dilakukan perencanaan perkuatan struktur baja dengan menggunakan sistem rangka bressing konsentris khusus (*Special Concentrically Braced Frame*) memakai jenis bressing *inverted V*. Perhitungan beban gempa yang dilakukan mengacu pada SN1 1726-2012 dan PPIUG 1983 mengenai Peraturan Pembebanan Indonesia, dan untuk menganalisa struktur dilakukan dengan bantuan program SAP 2000. Dari analisa dan hasil perhitungan diperoleh hasil desain pada bressing menggunakan profil baja 87,5.175.7,5.11 untuk lantai 1, 2, dan 3, T 150.150.6,5.9 untuk lantai 4 dan 5, dan T 62,5.125.6,5.9 untuk lantai 6 dan 7, sedangkan hasil desain pada balok dan kolom memiliki jenis profil baja yang lebih besar dibandingkan jenis profil pada struktur *existing* sehingga dilakukan perkuatan pada balok dan kolom tersebut. Pada analisa SAP 2000 terjadi pengurangan deformasi yang cukup signifikan pada struktur setelah dipasang bressing yaitu sebesar 211,33 mm menjadi 21,98 mm pada arah Y dan 57,10 menjadi 19,97 pada arah X.

Kata kunci: gempa, bressing konsentris khusus, baja.

I. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk wilayah yang sering mengalami gempa bumi baik di daratan maupun perairan lepas, hal ini disebabkan karena wilayah Kepulauan Indonesia terletak pada pertemuan

4 (empat) lempeng aktif utama dunia yaitu lempeng Indo–Australia, Eurasia, Pasifik, dan Filipina. Untuk mengatasi dan mengurangi resiko yang terjadi akibat gempa maka diperlukan bangunan yang tahan gempa baik di darat maupun di laut.

Perencanaan bangunan tahan gempa sangat penting diterapkan di Indonesia yang merupakan salah satu daerah dengan resiko bencana gempa yang cukup besar dalam beberapa dekade mendatang. Dengan adanya perencanaan bangunan tahan gempa tersebut, maka diharapkan dapat mencegah kegagalan struktur, bahkan jumlah korban jiwa ketika gempa terjadi. Material dan sistem struktur merupakan hal utama yang diperlukan dalam perencanaan konstruksi bangunan tahan gempa.

Konstruksi baja merupakan suatu alternatif yang menguntungkan dalam pembangunan gedung dan struktur bangunan untuk menahan gempa karena sifat, dan kekuatannya, cocok untuk pemikul beban. Struktur baja mempunyai kekuatan yang tinggi serta dapat mengurangi ukuran dan berat struktur sendiri dikarenakan dimensi profil baja yang sangat tipis dibandingkan beton. Namun terkadang terdapat struktur baja yang masih mengalami kegagalan struktur akibat guncangan gempa bumi, oleh karena itu perlu adanya perkuatan struktur (*Retrofitting*) agar dapat meminimalisir kegagalan yang terjadi. Ada berbagai macam jenis perkuatan struktur yang dapat dilakukan salah satunya adalah perkuatan struktur bangunan baja dengan menambahkan bressing konsentris (CBF) sebagai pengaku.

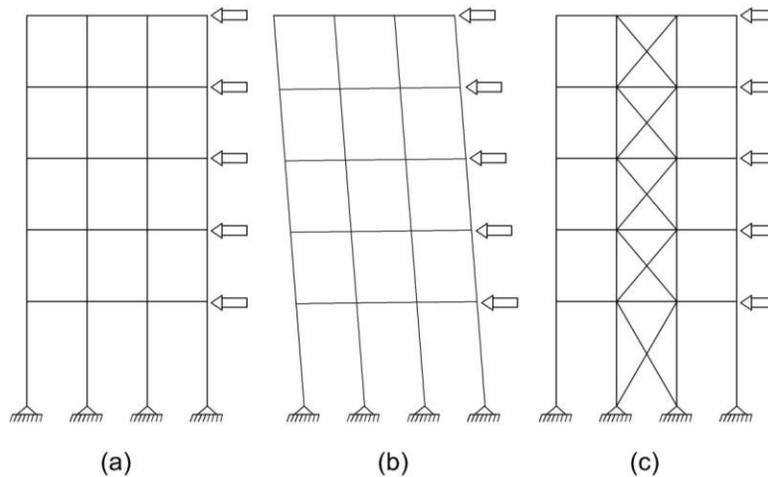
CBF (*Concentrically Braced Frame*) atau yang biasa disebut sistem rangka bressing konsentris merupakan sistem struktur untuk menahan

beban lateral dengan kekakuan struktur yang tinggi. Kekakuan yang tinggi pada struktur ini dihasilkan oleh elemen bressing diagonal. Sistem CBF ini dibagi menjadi 2 (dua) yaitu *Special Concentrically Braced Frame* (SCBF) dan *Ordinary Concentrically Braced Frame* (OCBF), yang mana perbedaan dari kedua tipe ini adalah daerah gempa yang ditinjau. Pada tugas akhir ini tipe yang digunakan adalah SCBF karena tipe ini digunakan untuk daerah rawan gempa (gempa tinggi), dan juga lebih mudah dalam hal perbaikan kerusakan struktur, ini disebabkan karena pada SCBF elemen bressing yang direncanakan leleh terlebih dahulu dibandingkan dengan elemen *link* pada EBF atau elemen balok pada MRF. Dengan menggunakan konfigurasi bressing tipe V-terbalik. (Aan Fauzi, 2011)

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Special Concentrically Braced Frame (SCBF)

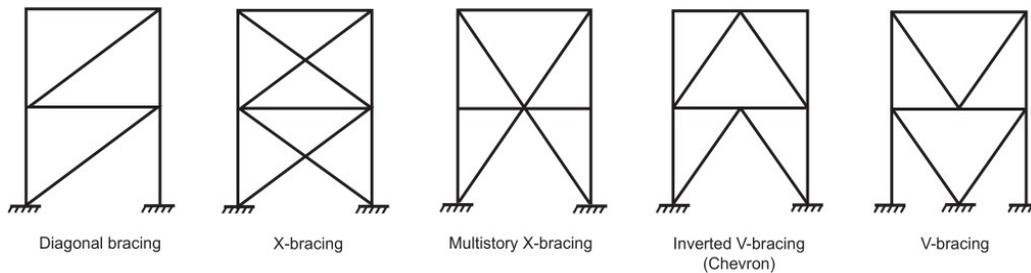
Struktur SCBF (*Special Concentrically Braced Frame*) merupakan pengembangan dari sistem portal tak berpengaku atau lebih dikenal dengan *Moment Resisting Frames* (MRF). Sistem CBF dikembangkan sebagai sistem penahan gaya lateral dan memiliki kekakuan yang cukup baik hal ini bertolak belakang dengan sistem MRF yang hanya bisa digunakan sebagai penahan momen. Kekakuan sistem ini terjadi akibat adanya elemen pengaku yang berfungsi sebagai penahan gaya lateral yang terjadi pada struktur. Sistem ini penyerapan energinya dilakukan melalui pelelehan yang dirancang terjadi pada pelat buhul. Dalam hal ini juga balok, kolom, dan pengaku diatur untuk membentuk suatu rangka batang yang vertikal. Pengembangan daktilitas melalui aksi inelastis di pengaku ada dua yaitu pengaku akan leleh akibat gaya tarik dan pengaku akan mengalami tekuk akibat gaya tekan (Aan Fauzi, 2011).



Gambar 1. Kekakuan Sistem Rangka Bressing Konsentris (Aan Fauzi, 2011)

SCBF merupakan sistem struktur untuk menahan beban lateral dengan kekakuan struktur yang tinggi. Kekakuan yang tinggi pada struktur ini dihasilkan oleh elemen bressing diagonal yang berfungsi untuk menahan beban lateral pada struktur. Pada sistem struktur ini diharapkan mampu berdeformasi *inelastic* yang

besar tanpa terjadi kehilangan yang signifikan pada kekuatan dan kekakuan struktur (Abdul Aziz, 2012). Ada beberapa jenis portal CBF yang sering digunakan seperti *Diagonal bracing*, *X-bracing*, *Multistory X-bracing*, *Inverted V-bracing* dan *V-bracing* (seperti terlihat pada gambar 2.2).



Gambar 2. jenis-jenis portal CBF (Sumber www.curee.org)

2.2 Perilaku Special Concentric Braced Frame (SCBF)

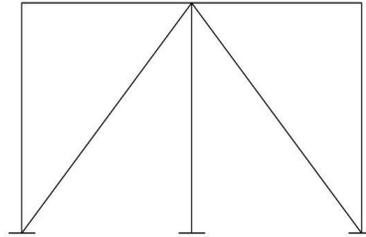
Salah satu bentuk struktur yang mampu menahan gaya lateral akibat gempa pada gedung tinggi, adalah penambahan pengaku lateral (*bracing*) pada elemen struktur rangka. Sistem struktur seperti ini sering disebut dengan Sistem Rangka Bressing (SRB), konfigurasi umum yang digunakan untuk sistem tersebut, yaitu *Concentric Braced Frame* (CBF). CBF telah dikenal memiliki kelebihan dibandingkan dengan MRF. CBF memiliki tingkat kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan MRF,

dikarenakan peran bressing sebagai pengaku dengan kekakuan yang baik dan sebagai penyerap energi gempa yang efektif, secara bersama-sama meningkatkan kemampuan CBF sebagai struktur baja tahan gempa (Made Sukrawa, 2016).

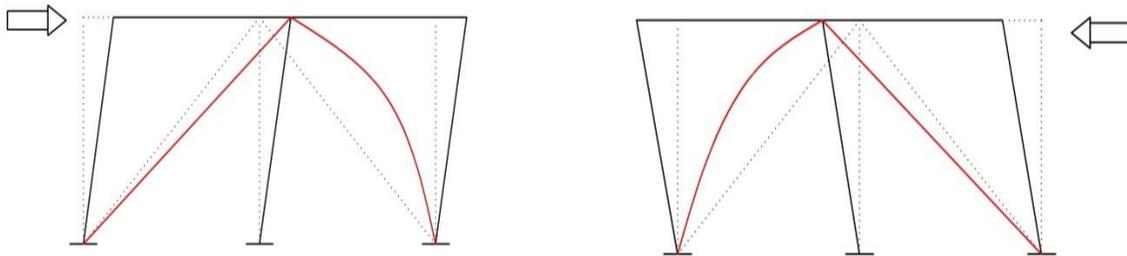
Namun, perlu dicermati juga perilaku dan kinerja struktur dalam menerima beban gempa, Karena belum tentu memenuhi kinerja struktur yang diharapkan. Maka dari itu perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai kinerja Struktur *concentric braced frame* dalam menahan beban lateral gempa (Made Sukrawa, 2016). Charles G. Salmon dan John E. Jonson menyatakan

bahwa pada dasarnya kerangka berpenopang lebih tepat didefinisikan sebagai kerangka dimana tekuk goyangan (*sideway buckling*) dicegah oleh elemen-elemen

topangan struktur tersebut dan bukan oleh kerangka struktural itu sendiri (Aan Fauzi,2011), berikut konsep batang bressing dalam menerima gaya gempa.



Gambar 3. Frame dengan bressing saat akan terkena beban lateral (gempa) (Made Sukrawa, 2016)

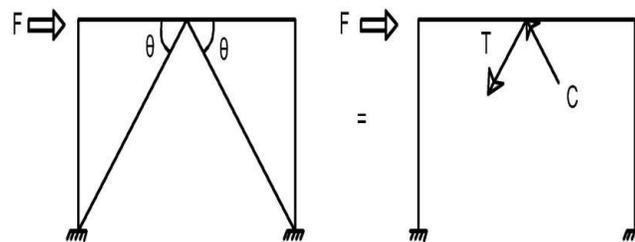


Gambar 4. Perilaku bressing saat terkena beban lateral (gempa) dari arah kiri-kanan (Made Sukrawa, 2016)

2.3 Desain Special Concentric Braced Frame

2.3.1 Desain Bressing

Bressing adalah alat utama ketahanan gaya lateral yang disipasi oleh energi dalam sistem SCBF. Dengan demikian, kekakuannya sangat penting bagi kinerja keseluruhan sistem. Penyebab utama Kegagalan yang rapuh pada bressing adalah tekuk, tekuk terjadi apabila gesper penjepit engsel terbentuk pada titik tengah dari komponen bressing. Perilaku ini dapat dicegah dengan menggunakan bressing lebih kuat dan kompak peningkatan kekompakan mengakibatkan peningkatan daktilitas penjepit dan mencegah terjadinya tekuk lokal. Bressing yang akan digunakan dalam kasus ini adalah bressing inverted V, oleh karena itu seismik AISC mengharuskan agar bressing memiliki kriteria kelangsingan paling ketat dan kekakuan yang tinggi. Konsep dari bressing inverted V ini bila diberi beban gempa dari arah kiri, batang bressing yang menyangga bagian tersebut akan mengalami tarik (T) dan yang lainnya akan mengalami tekan (C), seperti gambar dibawah ini:



Gambar 5. Gaya aksial yang bekerja pada bressing inverted V (Michel bruneau, 1998)
 Sehingga jika gambar tersebut diuraikan akan menghasilkan rumus seperti dibawah ini:

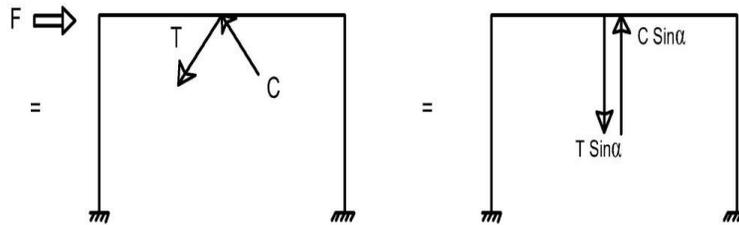
$$F = (T + C)\cos\theta$$

Dan dari rumus diatas jika diuraikan kembali, didapatlah rumus mencari penampang bressing sebagai berikut:

$$A_g = \frac{F}{0,9 \cdot F_y}$$

2.3.3 Desain Balok Bressing

Ketika mendesain balok gaya yang digunakan adalah gaya arah vertikal, jika dilihat dari arah vertikal gambar 5 dapat diuraikan seperti gambar 6 berikut ini:



Gambar 6 Gaya arah vertikal yang bekerja pada bressing *inverted V* (Michel bruneau, 1998)

Sama seperti ketika mendesain bressing nilai C dianggap nol dikarenakan balok yang mengalami tekan akan menekuk sehingga balok akan menjadi dua perletakan sederhana dengan beban terpusat ditengah oleh karena itu nilai moment pada balok dapat dihitung dengan rumus:

$$M = \frac{1}{4} (T \sin\alpha) L$$

sehingga dari rumus diatas dapat diuraikan kembali untuk mencari luas penampang balok yang diperlukan dan rumus yang digunakan adalah:

$$Z_x = \frac{\frac{1}{4} (A_g F_y \sin\alpha) L}{0,9 F_y}$$

2.3.4 Desain Kolom Bressing

Dalam mendesain kolom hal-hal yang harus diperhatikan adalah gaya-gaya yang bekerja pada kolom kiri, ini dikarenakan adanya gaya

tarik-menarik yang besar dibandingkan dengan kolom kanan yang hanya mengalami gaya aksial saja, kolom juga didesain memiliki kapasitas dua kali lebih besar dari balok yang bertujuan agar kolom mampu menahan balok dan bressing

yang telah didesain. Oleh karena itu modulus plastis pada balok memiliki peran penting dalam mendesain kolom dan sekaligus menjadi acuan dalam proses mendesain kolom, dalam hal ini

modulus plastis (Z_x) pada kolom harus lebih besar 5% dari modulus plastis (Z_x) pada balok, yang akan dihitung menggunakan rumus ini

$$\phi M_n = \phi \cdot Z_{xc} \cdot F_{yc} > \phi M_n = \phi \cdot Z_{xb} \cdot F_{yb}$$

Sehingga rumus diatas dapat disederhanakan menjadi

$$Z_{xc} > 1,05 \cdot Z_{xb} \quad \text{atau} \quad \frac{Z_{xc}}{Z_{xb}} > 1,05$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah proses atau cara ilmiah untuk mendapatkan data yang akan digunakan untuk keperluan penelitian, oleh karena itu sebelum mengerjakan tulisan ini perlu disusun langkah-langkah pengerjaan sesuai dengan uraian kegiatan yang akan dilakukan. Berikut (gambar 2.7) merupakan bagan alir penyelesaian tugas akhir serta penjelasannya dibawah ini:

1. Studi Literatur

Dalam studi kasus kali ini literatur yang berkaitan dengan topik tulisan mengenai perencanaan bangunan penahan beban gempa adalah sebagai berikut:

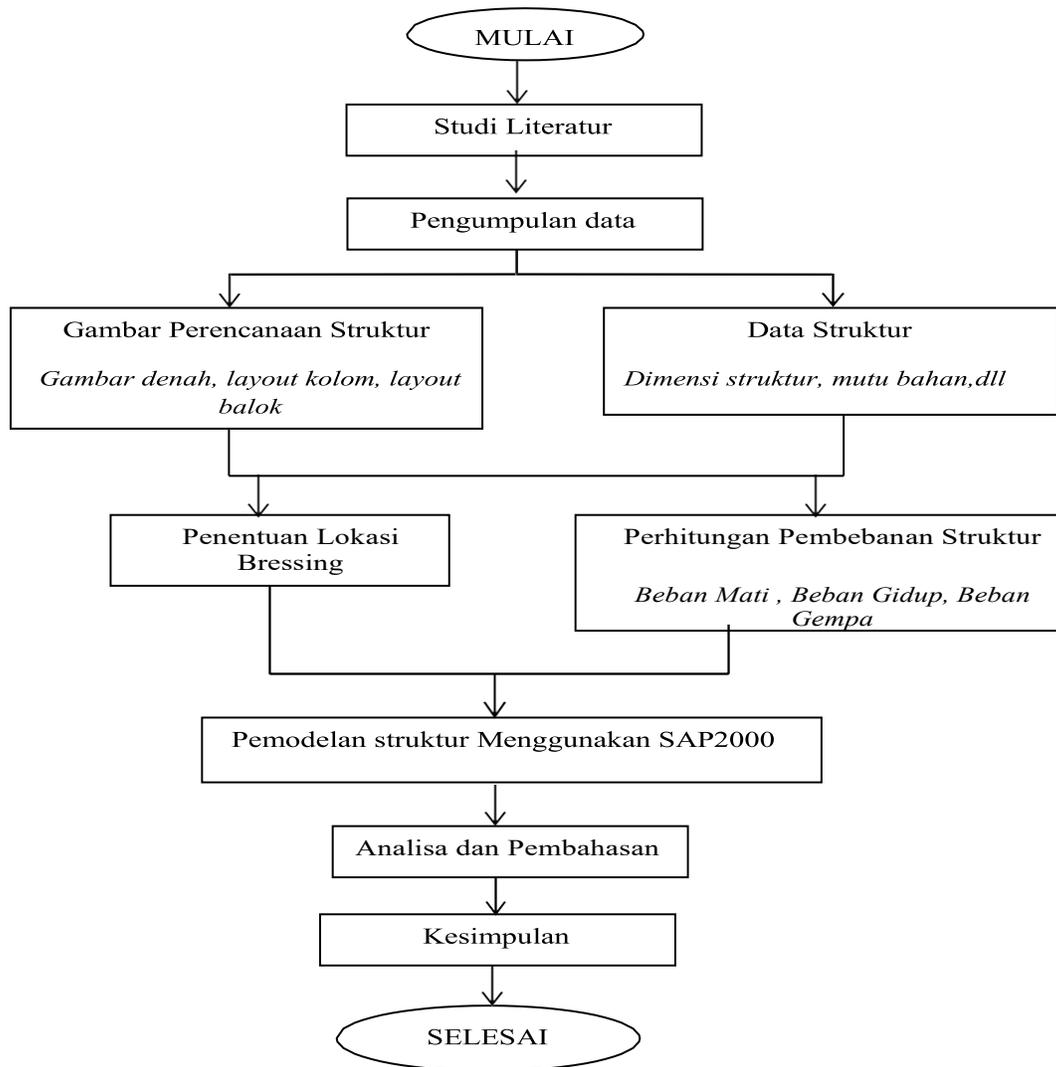
1. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983)
2. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah Dan Gedung (SNI 03-1726-2012)
3. AISC Seismic Braced Frames Design Concepts And Connections 2006.

2. Pengumpulan Data

Data yang didapat dari pengamatan ini berupa gambar perencanaan struktur yang telah

dipastikan keakuratannya yang meliputi gambar denah, layout balok, kolom serta data-data struktur seperti dimensi dan mutu bahan yang digunakan. Data yang didapat melalui pengamatan dilapangan secara langsung dapat digunakan untuk menganalisis beberapa hal seperti:

- a. Menghitung pembebanan stuktur .
Pembebanan struktur yang dihitung dalam studi kasus ini ada tiga yaitu beban perantai yang meliputi beban hidup dan mati, dan gempa. Gambar denah yang didapatkan dari kontraktor memiliki elevasi tiap lantai yang bervariasi oleh karena itu perhitungan beban gempa dilakukan dalam 2 (dua) section yaitu section A dan section B.
- b. Penentuan lokasi bressing.
Penentuan lokasi bressing ini dapat dilakukan setelah menganalisis gambar kerja yang didapat dari pengamatan, lokasi bressing yang ditentukan harus sesuai keadaan dilapang agar tidak menghalangi struktur yang telah ada dan tidak mengganggu jalannya mobil yang hendak parkir.



Gambar 7. Diagram alir

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Penampang Bressing Konsentris Khusus (SCBF)

Direncanakan terdapat 6 (enam) bressing pada bagian depan dan belakang gedung, serta 6 (enam) bressing pada bagian samping kanan dan kiri gedung parkir yang berada diarah x dan y, berikut salah satu perhitungan penampang bressing dilantai 2, yang dihitung dengan rumus:

- BJ41 → $F_y = 250$ Mpa
- sudut bressing pada lantai 2 = 50° , lantai 5 = 50° , dan lantai 7 = 50° .

$$A_g = \frac{F / \text{jml bressing}}{0,9 \times F_y \times \cos \theta} = \frac{2172304,46 / 6}{0,9 \times 250 \times 50} = 2503,34 \text{ mm}^2$$

Tabel 1. Rekapitulasi hasil desain penampang bressing arah X dan Y

Arah	Nama bressing	lantai						
		1	2	3	4	5	6	7
X	Bressing 1	T 87,5.175.7,5.11	T 150.150.6,5.9	T 62,5.125.6,5.9.				
	Bressing 2	T 87,5.175.7,5.11	T 150.150.6,5.9	T 62,5.125.6,5.9.				
	Bressing 3	T 87,5.175.7,5.11	T 150.150.6,5.9	T 62,5.125.6,5.9.				
	Bressing 4	T 87,5.175.7,5.11	T 150.150.6,5.9	T 62,5.125.6,5.9.				
	Bressing 5	T 87,5.175.7,5.11	T 150.150.6,5.9	T 62,5.125.6,5.9.				
	Bressing 6	T 87,5.175.7,5.11	T 150.150.6,5.9	T 62,5.125.6,5.9.				
Y	Bressing 7	T 150.150.6,5.9	T 125.125.6.9	T 62,5.125.6,5.9.				
	Bressing 8	T 150.150.6,5.9	T 125.125.6.9	T 62,5.125.6,5.9.				
	Bressing 9	T 150.150.6,5.9	T 125.125.6.9	T 62,5.125.6,5.9.				
	Bressing 10	T 150.150.6,5.9	T 125.125.6.9	T 62,5.125.6,5.9.				
	Bressing 11	T 150.150.6,5.9	T 125.125.6.9	T 62,5.125.6,5.9.				
	Bressing 12	T 150.150.6,5.9	T 125.125.6.9	T 62,5.125.6,5.9.				

4.2 Perencanaan Penampang Balok Disekitar Bressing

Direncanakan terdapat 6 balok yang akan menopang bressing yaitu diarah x dan y, berikut perhitungan desain penampang balok pada bressing 1 yang berada dilantai 2:

- BJ41 → $F_y = 250$ Mpa
- sudut bressing pada lantai 2 = 50° , lantai 5 = 50° , dan lantai 7 = 50° .
- Zx 400.200.8.13 → 1286000 mm³ (balok *existing*)
- nilai A_g yang digunakan adalah nilai A_g yang telah didapatkan melalui perhitungan bressing diatas (1.3)

$$Z_x = \frac{\frac{1}{4} (A_g F_y \sin \alpha) L}{0,9 F_y} = \frac{\frac{1}{4} (2503,34 \cdot 250 \cdot \sin 50) 5000}{0,9 \cdot 250} = 2663427,62$$

Z_x desain (2663427, 62 mm³) > Z_x existing (1286000 mm³) → Tidak OK

Dikarenakan Z_x balok yang ada pada stuktur (existing) lebih kecil dari pada Z_x balok yang didesain, maka balok tidak ok, oleh karena itu dibutuhkan perkuatan struktur pada balok existin g

agar mampu menahan beban dari bressing, berikut tabel hasil perkuatan pada balok yang telah dilakukan:

Tabel 2. Hasil perkuatan pada balok existing pada arah X

Nama Balok	Lantai	L (mm)	Balok yang dibutuhkan		Balok existing	
			Z_x (mm ³)	Profil Baja	Z_x (mm ³)	Profil Baja
Balok 1	1, 2, 3	5000	2667623.546	WF 600.200.11.17	1286000	WF 400.200.8.13
	4, 5		2362836.537	WF 600.200.10.15	1286000	WF 400.200.8.13
	6, 7		1243608.768	WF 400.200.7.11	1286000	WF 400.200.8.13
Balok 2	1, 2, 3	7050	3630731.482	WF 600.300.12.17	2096000	WF 500.200.10.16
	4, 5		2345739.877	WF 600.200.10.15	2096000	WF 500.200.10.16
	6, 7		1883243.962	WF 500.200.10.16	2096000	WF 500.200.10.16
Balok 3	1, 2, 3	3750	2073147.137	WF 500.200.10.16	2096000	WF 500.200.10.16
	4, 5		1903262.264	WF 500.200.10.16	2096000	WF 500.200.10.16
	6, 7		1205150.282	WF 400.200.8.13	2096000	WF 500.200.10.16
Balok 4	1, 2, 3	7050	3630731.482	WF 600.300.12.17	2096000	WF 500.200.10.16
	4, 5		2345739.877	WF 600.200.10.15	2096000	WF 500.200.10.16
	6, 7		1883243.962	WF 500.200.10.16	2096000	WF 500.200.10.16
Balok 5	1, 2, 3	5000	2667623.546	WF 600.200.11.17	1286000	WF 400.200.8.13
	4, 5		2362836.537	WF 600.200.10.15	1286000	WF 400.200.8.13
	6, 7		1243608.768	WF 400.200.7.11	1286000	WF 400.200.8.13
Balok 6	1, 2, 3	3750	2073147.137	WF 500.200.10.16	2096000	WF 500.200.10.16
	4, 5		1903262.264	WF 500.200.10.16	2096000	WF 500.200.10.16
	6, 7		1205150.282	WF 400.200.8.13	2096000	WF 500.200.10.16

Tabel 3. Hasil perkuatan pada balok existing pada arah Y

Nama Balok	Lantai	L (mm)	Balok yang dibutuhkan		Balok existing	
			Zx (mm3)	Profil Baja	Zx (mm3)	Profil Baja
Balok 7	1, 2, 3	7500	2817363.355	WF 600.200.11.17	1286000	WF 400.200.8.13
	4, 5		2495467.955	WF 600.200.10.15	1286000	WF 400.200.8.13
	6, 7		1932944.37	WF 500.200.10.16	1286000	WF 400.200.8.13
Balok 8	1, 2, 3	7500	2817363.355	WF 600.200.11.17	1286000	WF 400.200.8.13
	4, 5		2495467.955	WF 600.200.10.15	1286000	WF 400.200.8.13
	6, 7		1932944.37	WF 500.200.10.16	1286000	WF 400.200.8.13
Balok 9	1, 2, 3	7700	3569616.907	HC 750.200.10.16	750900	HC 450.150.6,5.9
	4, 5		2300818.376	HC 675.200.9.14	750900	HC 450.150.6,5.9
	6, 7		1984489.553	HC 600.200.8.13	750900	HC 450.150.6,5.9
Balok 10	1, 2, 3	7700	3569616.907	HC 750.200.10.16	750900	HC 450.150.6,5.9
	4, 5		2300818.376	HC 675.200.9.14	750900	HC 450.150.6,5.9
	6, 7		1984489.553	HC 600.200.8.13	750900	HC 450.150.6,5.9
Balok 11	1, 2, 3	8800	3541640.975	HC 750.200.10.16	750900	HC 450.150.6,5.9
	4, 5		2262526.083	HC 675.200.9.14	750900	HC 450.150.6,5.9
	6, 7		2036521.000	HC 600.200.8.13	750900	HC 450.150.6,5.9
Balok 12	1, 2, 3	8800	3541640.975	HC 750.200.10.16	750900	HC 450.150.6,5.9
	4, 5		2262526.083	HC 675.200.9.14	750900	HC 450.150.6,5.9
	6, 7		2036521.000	HC 600.200.8.13	750900	HC 450.150.6,5.9

4.3 Perencanaan Penampang Kolom Disekitar Bressing

Ketika mendesain kolom, modulus plastis (Z_x) balok diperlukan sebagai acuan dalam menentukan profil kolom yang akan digunakan, dalam hal ini modulus plastis (Z_x) pada kolom harus lebih besar 5% dari pada modulus plastis pada balok, dimana estimasi salah satu kolom dilantai 2 pada gedung parkir ini adalah KC 450.200.9.14 dengan nilai Z_x 1901372 mm³, serta hasil desain balok yang telah dihitung adalah IWF 400.200.8.13 + T 225.200.9.14 dengan nilai Z_x 2667623,546 mm³. Berikut

merupakan perhitungan desain kolom pada lantai 2 (dua) diarah X dan Y yang dihitung menggunakan persamaan dibawah ini

$$\begin{aligned}
 Z_{xc} &< 1,05 \cdot Z_{xb} \\
 1901372 &< 1,05 \cdot 2663427,616 \\
 1901372 \text{ mm}^3 &< 2796598,997 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

Dikarenakan Z_x kolom yang ada pada stuktur (existing) lebih kecil dari pada Z_x kolom yang didesain, maka kolom tidak ok, oleh karena itu dibutuhkan perkuatan struktur pada kolom existing agar mampu menahan beban dari brissing, berikut tabel hasil perkuatan pada kolom yang telah dilakukan:

Tabel 4. Hasil perkuatan kolom di lantai 1, 2, dan 3 pada arah X dan Y.

Nama kolom	Zx balok (mm ³)	Existing			Zx kolom yang dibutuhkan (mm ³)	Profil Kolom	Penambahan Profil
		Jenis kolom	Profil kolom	Zx kolom (mm ³)			
Kolom 1	2663427.616	K1	KC 450.200.9.14	1901372	2796598.997	KC 600.200.11.17	T 200.200.8.13
		K1	KC 450.200.9.14				
Kolom 2	3625020.672	K1	KC 450.200.9.14	1901372	3806271.705	KC 600.300.12.20	T 250.200.10.16
		K1	KC 450.200.9.14				
Kolom 3	2069886.265	K1	KC 450.200.9.14	1901372	2173380.578	KC 500.200.10.16	T 100.200.8.12
		K2	HB 200.200.8.12	513.15			DIGANTI
Kolom 4	3625020.672	KE	KC 450.200.9.14	1901372	3806271.705	KC 600.300.12.20	T 250.200.10.16
		KE	KC 450.200.9.14				
Kolom 5	2663427.616	KE	KC 450.200.9.14	1901372	2796598.997	KC 600.200.11.17	T 200.200.8.13
		KE	KC 450.200.9.14				
Kolom 6	2069886.265	K1	KC 450.200.9.14	1901372	2173380.578	KC 500.200.10.16	T 100.200.8.12
		K2	HB 200.200.8.12	513.15			DIGANTI
Kolom 7	2812931.899	K2	HB 200.200.8.12	513.15	2953578.494	KC 600.200.11.17	DIGANTI
		K2	HB 200.200.8.12				
Kolom 8	2812931.899	K1	KC 450.200.9.14	1901372	2953578.494	KC 600.200.11.17	T 200.200.8.13
		K1	KC 450.200.9.14				
Kolom 9	3564002.224	K2	HB 200.200.8.12	513.15	3742202.335	KC 600.300.12.20	DIGANTI
		K2	HB 200.200.8.12				
Kolom 10	3564002.224	KE	KC 450.200.9.14	1901372	3742202.335	KC 600.300.12.20	T 250.200.10.16
		KE	KC 450.200.9.14				
Kolom 11	3541640.975	K2	HB 200.200.8.12	513.15	3718723.024	KC 600.300.12.20	DIGANTI
		K2	HB 200.200.8.12				
Kolom 12	3541640.975	KE	KC 450.200.9.14	1901372	3718723.024	KC 600.300.12.20	T 250.200.10.16
		KE	KC 450.200.9.14				

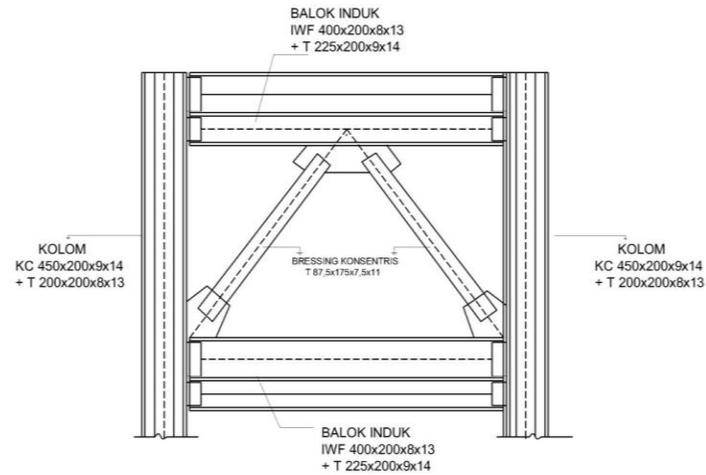
Tabel 5. Hasil perkuatan kolom di lantai 4 dan 5 pada arah X dan Y.

Nama kolom	Zx balok (mm3)	Existing			Zx kolom yang dibutuhkan (mm3)	Profil Kolom	Penambahan Profil
		Jenis kolom	Profil kolom	Zx kolom (mm3)			
Kolom 1	2359120.01	K1	KC 450.200.9.14	1901372	2477076.011	KC 600.200.11.17	T 100.200.8.12
		K1	KC 450.200.9.14				
Kolom 2	2342050.242	K1	KC 450.200.9.14	1901372	2459152.754	KC 600.200.11.17	T 100.200.8.12
		K1	KC 450.200.9.14				
Kolom 3	1900268.605	K1	KC 450.200.9.14	1901372	1995282.036	KC 500.200.10.16	OK DIGANTI
		K2	HB 200.200.8.12	513.15			
Kolom 4	2342050.242	KE	KC 450.200.9.14	1901372	2459152.754	KC 600.200.11.17	T 100.200.8.12
		KE	KC 450.200.9.14				
Kolom 5	2359120.01	KE	KC 450.200.9.14	1901372	2477076.011	KC 600.200.11.17	T 100.200.8.12
		KE	KC 450.200.9.14				
Kolom 6	1900268.605	K1	KC 450.200.9.14	1901372	1995282.036	KC 500.200.10.16	OK DIGANTI
		K2	HB 200.200.8.12	513.15			
Kolom 7	2491542.811	K2	HB 200.200.8.12	513.15	2616119.951	KC 600.200.11.17	DIGANTI
		K2	HB 200.200.8.12				
Kolom 8	2491542.811	K1	KC 450.200.9.14	1901372	2616119.951	KC 600.200.11.17	T 200.200.8.13
		K1	KC 450.200.9.14				
Kolom 9	2297199.398	K2	HB 200.200.8.12	513.15	2412059.368	KC 500.200.10.16	DIGANTI
		K2	HB 200.200.8.12				
Kolom 10	2297199.398	KE	KC 450.200.9.14	1901372	2412059.368	KC 500.200.10.16	T 100.200.8.12
		KE	KC 450.200.9.14				
Kolom 11	2262526.083	K2	HB 200.200.8.12	513.15	2375652.388	KC 500.200.10.16	DIGANTI
		K2	HB 200.200.8.12				
Kolom 12	2262526.083	KE	KC 450.200.9.14	1901372	2375652.388	KC 500.200.10.16	T 100.200.8.12
		KE	KC 450.200.9.14				

Tabel 6 Hasil perkuatan kolom di lantai 6 dan 7 pada arah X dan Y.

Nama kolom	Zx balok (mm3)	Existing			Zx kolom yang dibutuhkan (mm3)	Profil Kolom	Penambahan Profil
		Jenis kolom	Profil kolom	Zx kolom (mm3)			
Kolom 1	1241652.685	K1	KC 450.200.9.14	1901372	1303735.319	KC 450.200.9.14	OK
		K1	KC 450.200.9.14				
Kolom 2	1880281.791	K1	KC 450.200.9.14	1901372	1974295.88	KC 500.200.10.16	T 100.200.8.12
		K1	KC 450.200.9.14				
Kolom 3	1203254.69	K1	KC 450.200.9.14	1901372	1263417.425	KC 450.200.9.14	OK DIGANTI
		K2	HB 200.200.8.12	513.15			
Kolom 4	1880281.791	KE	KC 450.200.9.14	1901372	1974295.88	KC 500.200.10.16	T 100.200.8.12
		KE	KC 450.200.9.14				
Kolom 5	1241652.685	KE	KC 450.200.9.14	1901372	1303735.319	KC 450.200.9.14	OK
		KE	KC 450.200.9.14				
Kolom 6	1203254.69	K1	KC 450.200.9.14	1901372	1263417.425	KC 450.200.9.14	OK
		K2	HB 200.200.8.12	513.15			
Kolom 7	1929904.024	K2	HB 200.200.8.12	513.15	2026399.226	KC 500.200.10.16	DIGANTI
		K2	HB 200.200.8.12				
Kolom 8	1929904.024	K1	KC 450.200.9.14	1901372	2026399.226	KC 500.200.10.16	T 100.200.8.12
		K1	KC 450.200.9.14				
Kolom 9	1981368.132	K2	HB 200.200.8.12	513.15	2080436.538	KC 500.200.10.16	DIGANTI
		K2	HB 200.200.8.12				
Kolom 10	1981368.132	KE	KC 450.200.9.14	1901372	2080436.538	KC 500.200.10.16	T 100.200.8.12
		KE	KC 450.200.9.14				
Kolom 11	2036521	K2	HB 200.200.8.12	513.15	2138347.05	KC 500.200.10.16	DIGANTI
		K2	HB 200.200.8.12				
Kolom 12	2036521	KE	KC 450.200.9.14	1901372	2138347.05	KC 500.200.10.16	T 100.200.8.12
		KE	KC 450.200.9.14				

Berikut hasil plotting bressing, balok dan kolom pada lantai 2:

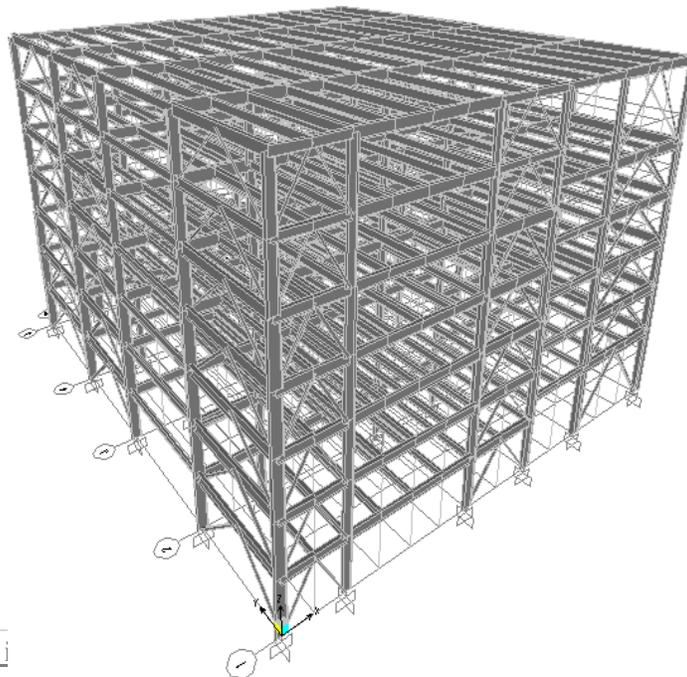


Gambar 8 Hasil plotting struktur bressing, balok, dan kolom 1 pada lantai 2.

4.4 Hasil Analisa SAP 2000

Pemodelan SAP 2000 bertujuan untuk membandingkan hasil dari struktur sebelum dan sesudah dipasang bressing, pada pemodelan struktur bangunan utama, peneliti akan melihat hasil dari bangunan yang telah diberi beban gempa seperti momen, shear, serta deformasi

yang terjadi akibat pembebanan yang akan dituangkan pada tabel 1.9, 1.10, 1.11, yang kemudian hasil tersebut akan dibandingkan dengan struktur bangunan utama yang telah diberi tambahan pengaku berupa bressing konsentris khusus (SCBF). Berikut merupakan hasil gambar bangunan utama setelah dipasang bressing konsentris (SCBF).



Gambar 9 Model struktur dengan pengaku bressing konsentris khusus.

Tabel 7 Hasil perbandingan deformasi terbesar tiap portal diarah X dan Y.

Nama Portal	Arah	Deformasi (mm)	
		Struktur	Struktur Bangunan Utama
		Bangunan Utama	Dengan Bressing Konsentris
Portal 1	X	57.10	19.97
Portal 2		51.64	40.37
Portal 3		52.34	42.24
Portal 4		52.24	41.00
Portal 5		55.10	18.97
Portal 1	Y	211.33	21.98
Portal 2		150.18	56.25
Portal 3		82.38	75.58
Portal 4		74.30	71.47
Portal 5		74.04	59.20
Portal 6		86.44	14.80

Tabel 8 Hasil perbandingan momen terbesar tiap portal diarah X dan Y.

Nama Portal	Arah	Momen (Knm)	
		Struktur	Struktur Bangunan Utama
		Bangunan Utama	Dengan Bressing Konsentris
Portal 1	X	187.07	182.57
Portal 2		204.25	247.04
Portal 3		207.76	344.64
Portal 4		207.37	331.96
Portal 5		206.15	165.60
Portal 1	Y	98.59	212.64
Portal 2		271.21	98.36
Portal 3		170.93	163.43
Portal 4		122.05	120.29
Portal 5		146.40	121.57
Portal 6		143.17	149.47

Tabel 9 Hasil perbandingan gaya geser terbesar tiap portal diarah X dan Y.

Nama Portal	Arah	Geser (Kn)	
		Struktur	Struktur Bangunan Utama
		Bangunan Utama	Dengan Bressing Konsentris
Portal 1	X	69.96	74.62
Portal 2		106.58	102.26
Portal 3		108.49	127.27
Portal 4		108.26	122.38
Portal 5		104.75	67.81
Portal 1	Y	23.32	77.85
Portal 2		71.17	25.65
Portal 3		38.17	36.01
Portal 4		32.55	31.84
Portal 5		32.51	26.61
Portal 6		37.60	49.71

Tabel 10 Hasil perbandingan deformasi terhadap jenis pengaku yang berbeda tiap portal diarah X dan Y.

Nama Portal	Arah	Jenis Penahan Gempa			
		SPSW	CBF	BRBF	EBF
Portal 1	X	25.64	19.97	17.70	15.79
Portal 2		44.38	40.37	41.10	49.17
Portal 3		44.34	42.24	41.50	50.97
Portal 4		42.63	41.00	42.50	51.36
Portal 5		26.22	18.97	18.20	15.01
Portal 1	Y	16.16	21.98	11.50	13.73
Portal 2		64.10	56.25	62.80	53.15
Portal 3		72.89	75.58	75.30	78.74
Portal 4		77.07	71.47	73.30	73.93
Portal 5		60.83	59.20	55.80	61.46
Portal 6		23.50	14.80	17.40	8.39

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bressing yang digunakan adalah bressing konsentris khusus dengan konfigurasi *inverted V* (*V* terbalik). Profil baja yang digunakan untuk lantai 1, 2, dan 3 diarah x adalah T 87,5.175.7,5.11, untuk lantai 4 dan 5 → T 150.150.6,5.9, serta lantai 6 dan 7 → T 62,5.125.6,5.9 sedangkan profil baja yang digunakan untuk lantai 1, 2, dan 3 diarah y adalah T 150.150.6,5.9, untuk lantai 4 dan 5 → T 125.125.6.9, serta lantai 6 dan 7 → T 62,5.125.6,5.9.
2. Balok yang digunakan adalah balok *existing* dengan tipe profil baja IWF dan HC yang telah diperkuat dengan menambahkan profil baja baru pada balok tersebut dengan tipe profil baja T, namun terdapat pula beberapa balok yang tidak dilakukan perkuatan karena sudah cukup baik dalam menahan beban, Sedangkan Kolom yang digunakan adalah kolom *existing* dengan tipe baja KC yang telah dilakukan perkuatan dengan menambahkan profil baja baru tipe T. dan terdapat beberapa kolom tipe HB yang akan diganti dengan kolom baru tipe KC dikarenakan kolom tersebut terlalu kecil dan tidak mampu menahan beban.
3. Hasil analisa dari pemodelan struktur bangunan oleh beban gempa memiliki nilai persentase deformasi (*drift*) terbesar di arah X adalah 0,3% dan untuk diarah Y adalah 1,0%, namun setelah bangunan diberi pengaku berupa bressing konsentris khusus (SCBF), nilai persentasi deformasi (*drift*) diarah X menjadi 0,09% dan untuk diarah Y menjadi 0,10%. Serta momen dan geser terbesar pada pemodelan struktur utama

memiliki nilai masing-masing 206154089,50 Nmm dan 104748,22 N sedangkan setelah diberi pengaku bressing nilai momen dan geser masing-masing menjadi 145259090,30 Nmm dan 48392,11 N.

4. Hasil analisa pemodelan struktur antara jenis penahan beban gempa yang berbeda memiliki nilai persentase deformasi (*drift*) diarah X (portal 1) yaitu untuk SPSW → 0.12%, CBF → 0.09, BRBF → 0.08%, EBF → 0.07%, sedangkan untuk diarah Y SPSW → 0.07%, CBF → 0.10, BRBF → 0.05%, EBF → 0.06%, dilihat dari hasil persentase (*drift*) untuk kedua arah tersebut penahan gempa jenis EBF memiliki nilai deformasi terkecil dibandingkan dengan jenis penahan yang lain, walaupun untuk diarah Y BRBF memiliki nilai persen terkecil namun untuk keseluruhan portal EBF lebih unggul dibanding yang lainnya.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan perhitungan yang lebih mendetail terhadap studi kasus ini terutama perhitungan beban gempa setelah diberi bressing konsentris khusus, serta perhitungan pondasi dan sambungan yang memang tidak dibahas dalam perencanaan ini, agar menghasilkan perencanaan yang baik dan aman.
2. Pemilihan tipe konfigurasi bressing konsentris khusus harus dilakukan dengan benar dan tepat mengingat perbedaan masing-masing konfigurasi yang cukup mendetail, sehingga menghasilkan perencanaan struktur yang tidak hanya mempertimbangkan aspek teknis saja melainkan dari segi estetika/arsitektur dari bangunan tersebut.

American Institute of Steel Construction.

Badan Standarisasi Nasional 2012, SNI 03 – 1726 2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur*

DAFTAR PUSTAKA

AISC. 2006. *Seismic Braced Frames Design Concepts and connections*. Chicago:

Bangunan Gedung dan Non Gedung,
Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Dewobroto. W, 2006, *Evaluasi Kinerja Portal Baja Tahan Gempa Dengan SAP2000,* www.uph.edu.wiryanto.

Eric Grusenemeyer, 2012. *Design Comparison Of Ordinary Concentric Brace Frames And Special Concentric Brace Frames For Seismic Lateral.* Manhattan: Kansas State University.

Fauzi, Aan. 2011. *Modifikasi Perencanaan menggunakan Sistem Rangka Bering Konsentris Khusus pada Gedung Apartemen Metropolis.* Jurusan Teknik Sipil-FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Michel Bruneau, Chia-Ming Uang and Andrew whittaker, 1998. *“Ductile Design Of Steel Structures”*, McGraw –Hill, New York.

Salmon G Charles dan Johnson, JE. 1996. *Struktur Baja Desain & Perilaku Edisi 2,* Jakarta : Gramedia Pustaka Tama.