

# MODIFIKASI PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG MARVELL CITY HIGH SCHOOL DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM STRUKTUR *BUCKLING RESTRAINED BRACED FRAMES*

Agung Hadi Suprpto dan Budi Suswanto, Data Iranata  
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](mailto:budi_suswanto@ce.its.ac.id), [data@ce.its.ac.id](mailto:data@ce.its.ac.id)

**Abstrak-** Gedung Marvell City, perkantoran 13 lantai yang mengalami beberapa modifikasi dalam strukturnya dalam tahap pelaksanaan. Merupakan gedung dengan konstruksi beton bertulang konvensional. Struktur gedung ini merupakan existing yang tidak dipakai selama puluhan tahun dengan tanpa adanya perawatan. Dengan adanya perubahan desain, sehingga terjadi penambahan beban pada struktur existing maka perlu diadakan peninjauan kembali, mempertimbangkan adanya susut dan rangkai pada beton seiring berjalannya waktu. Selain itu dengan adanya penambahan struktur tanpa menggunakan shearwall beton, maka digunakan struktur baja sistem BRBF yang dapat menahan beban siklik akibat beban lateral.

Struktur baja dengan BRBF (*Buckling Restrained Braced Frame*) diharapkan dapat menggantikan struktur beton penahan beban lateral. Disamping itu karena baja lemah dalam hal menerima tekanan, maka masalah tekuk yg terjadi pada baja harus dapat diantisipasi. Dalam upaya menyelesaikan masalah tekuk pada sistem rangka bresing konsentrik, nilai kelangsingan yang dimiliki bresing direncanakan sekecil mungkin, agar nilai kekuatan bresing dapat mendekati kekuatan lelehnya.

Dari analisa dan hasil perhitungan diperoleh hasil, yaitu: tebal pelat atap, plat lantai 9 cm, dimensi balok induk lantai 1-4 WF 700.300.13.24, dimensi balok induk lantai 4-8 WF 600.200.11.17, dimensi balok induk lantai 8-Atap WF 500.200.10.16, dimensi kolom lantai 1-4 HSS800.800.16, dimensi kolom lantai 4-8 HSS700.700.16, dimensi kolom lantai 8-Atap HSS600.600.16, dimensi BRB arah memanjang HSS200.200.10 dengan *Steel Core* 150.150.15, dimensi BRB arah melintang HSS200.200.10 dengan *Steel Core* 175.175.15. Sambungan struktur utama direncanakan sebagai sambungan kaku dengan baut A-325. Perencanaan pondasi menggunakan tiang pancang *spun pile* dimensi berdiameter 30cm dengan kedalaman 30m. Sloof ukuran 40cm x 60cm dengan tulangan utama tarik 5D16 dan tekan 4D16 dan tulangan geser Ø12-200.

**Kata kunci :** *buckling, Buckling Restrained Braced, siklik, bresing, modifikasi*

## I. PENDAHULUAN

Gedung Marvell City, perkantoran 13 lantai yang mengalami beberapa modifikasi dalam strukturnya dalam tahap pelaksanaan. Merupakan gedung dengan konstruksi beton bertulang konvensional, dengan jarak kolom rata-rata 8 meter. Tetapi Gedung Perkantoran Marvell City akan dirubah menjadi sekolah. Pada lantai dasar sampai lantai 11 penambahan tangga baja, pada lantai 13 minta untuk terdapat ruang pertemuan yang membutuhkan bentang lebih dari 15 meter. Sehingga perlu digunakan kontruksi beton pratekan atau baja. Pada gedung ini juga ada penambahan lift dari lantai B1 sampai dengan lantai 13 dan tidak menggunakan shearwall beton untuk

kontruksinya sehingga perlu suatu kontruksi yang dapat menahan beban lateral atau gempa. Struktur gedung ini merupakan existing yang tidak dipakai selama puluhan tahun dan tanpa ada perawatan, dengan adanya perubahan desain sehingga ada penambahan beban pada struktur existing maka perlu peninjauan kembali, mempertimbangkan adanya susut dan rangkai pada beton seiring berjalannya waktu. Selain itu dengan adanya penambahan yang stuktur yang tanpa menggunakan shearwall beton maka digunakan struktur baja sistem BRBF yang dapat menahan beban siklik akibat beban lateral.

Sistem BRBF ini digunakan sebagai penahan beban lateral seismik yang utama, baik dalam konstruksi baru dan proyek perbaikan. Namun, aplikasi masa depan mungkin termasuk penggunaan BRBF sebagai histeresis tambahan peredam untuk kekuatan seismik. Analisis yang didapat menghasilkan peningkatan dalam redaman tanpa tertahankan menurun selama periode pembangunan. Sifat yang kuat ini pada sistem struktur akibat dari penghapusan tekuk pada frame, BRB ini bersiap sebagai kandidat untuk berbagai aplikasi sistem struktur untuk daerah yang memiliki seismik tinggi.[1]

Maka dari itu dengan adanya perubahan pada struktur bangunan tersebut dilakukan desain baru dengan Baja sistem BRBF. Tahapan desain mulai dari menghitung gaya dan beban-beban yang mempengaruhi struktur, menentukan desain sistem strukturnya, mengontrol stabilitas elemen-elemen struktur terhadap beban-beban yang bekerja, menentukan pondasi yang dipakai pada sistem struktur yang mampu menahan beban-beban yang direncanakan, kemudian menuangkan dalam gambar teknis sebagai hasil akhir perencanaan.

Dengan struktur baja dengan BRBF (*Buckling Restrained Braced Frame*) diharapkan dapat menggantikan struktur beton penahan beban lateral. Disamping itu karena baja lemah dalam hal menerima tekan harus bisa mengantisipasi masalah tekuk yg terjadi pada baja. Dalam upaya menyelesaikan masalah tekuk pada sistem rangka bresing konsentrik, nilai kelangsingan yang dimiliki bresing direncanakan sekecil mungkin, agar nilai kekuatan bresing mendekati kekuatan lelehnya. Untuk mencapai kelangsingan yang kecil, luas penampang bresing diperbesar. Perbesaran luas penampang ini dilakukan dengan menambah selongsong di batang baja (yang diisi mortar atau beton). Batang baja dibiarkan memanjang dan memendek tanpa tekuk yang berarti. Pelelehan bresing merupakan prose yang diharapkan dalam Sistem Rangka Bresing Tahan Tekuk (*Buckling Restrained Braced Frame*).[2]

Pada laporan tugas akhir ini, akan dibahas tentang perencanaan gedung sekolah menggunakan sistem struktur baja *Buckling Restrained Braced Frame*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam upaya menyelesaikan masalah tekuk pada sistem rangka bresing konsentrik, nilai kelangsingan yang dimiliki bresing direncanakan sekecil mungkin, agar nilai kekuatan bresing mendekati kekuatan lelehnya. Untuk mencapai kelangsingan yang kecil, luas penampang bresing diperbesar. Perbesaran luas penampang ini dilakukan dengan menambah selongsong di batang baja (yang diisi mortar atau beton). Batang baja dibiarkan memanjang dan memendek tanpa tekuk yang berarti. Sistem penahan tekuk akan membatasi kejadian tekuk dari batang baja inti hingga mampu berdeformasi mencapai 2.0 x simpangan antar lantai yang diperhitungkan[3]. Pelehan bresing merupakan proses disipasi energi yang diharapkan dalam sistem rangka *buckling restrained braces*.

Perhitungan dimulai dengan memperkirakan ukuran luas *steel core* yang akan dipakai dalam desain, dengan memperhatikan besarnya gaya aksial yang akan terjadi pada bresing akibat kombinasi pembebanan yang telah direncanakan. Sebagai evaluasi kekuatan bresing, ditentukan kapasitas bresing yang akan dipasang, Sehingga didapat *Demand Capacity Ratio (DCR)*,

$$DCR = \frac{P_u}{W P_{ysc}} \quad (2.1)$$

dengan  $P_u$  adalah gaya aksial ultimit dengan 0,9.

Apabila nilai DCR kurang dari satu ( $DCR < 1$ ), maka pemilihan luasan *steel core* bresing dapat diterima. Apabila nilai  $DCR > 1$ , diambil langkah dengan memperbesar luas penampang bresing.

Luas penampang bresing ditentukan berdasarkan AISC persamaan 16.1:

$$W P_{ysc} = 0,9 F_{ysc} \cdot A_{sc \text{ required}} \quad (2.2)$$

$$A_{sc \text{ required}} = \frac{P_{ysc}}{f_y} \quad (2.3)$$

Menentukan panjang (bpl) dan lebar (tpl) core :

$$bpl = \frac{A_{sc \text{ required}}}{t_{pl}} \quad (2.4)$$

### 2.1. Perhitungan Adjusted Brace Strength

Untuk menentukan nilai *adjusted brace strength*, diperlukan nilai  $\Delta_{bx}$  dan  $\Delta_{bm}$ . Nilai nilai tersebut didapat setelah dilakukan perhitungan nilai 2.0  $bm$  sesuai AISC 2005[3] dan regangan bresing (*brace strain*) sebagai berikut:

#### 1. Menentukan nilai $\Delta_{bx}$

Nilai  $\Delta_{bx}$  adalah nilai deformasi *Buckling restrained braces* berdasarkan simpangan antar lantai elastik. Nilai ini ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$\Delta_{bx} = \frac{P_{bx} L_{ysc}}{EA_{sc}} \quad (2.5)$$

#### 2. Menentukan nilai $\Delta_{bm}$

Nilai  $\Delta_{bm}$  adalah nilai deformasi *Buckling restrained braces* berdasarkan simpangan antar lantai desain dalam kondisi inelastik yang direncanakan. Nilai ini ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$\Delta_{bm} = C_d \cdot \Delta_{bx} \quad (2.6)$$

Dengan  $C_d$  adalah faktor perbesaran defleksi yang tergantung pada sistem rangka yang sedang direncanakan. Untuk *Buckling restrained braces* ini, nilai  $C_d$  adalah 5 (Tabel R3-1 Appendix R, AISC 2005[3]).

#### 3. Menghitung regangan bresing rata-rata ( BRC)

Dengan asumsi bresing berdeformasi hingga mencapai 2 kali deformasi inelastik yang direncanakan, nilai regangan bresing rata-rata (dalam %) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V_{BRC} = \frac{2 \Delta_{bm}}{L_{ysc}} \quad (2.7)$$

Nilai ini menjadi acuan dalam perhitungan kekuatan rencana bresing. Member force check  $N_{pl} = Asc \cdot F_y$

#### 4. Menentukan *adjustment factors* dan

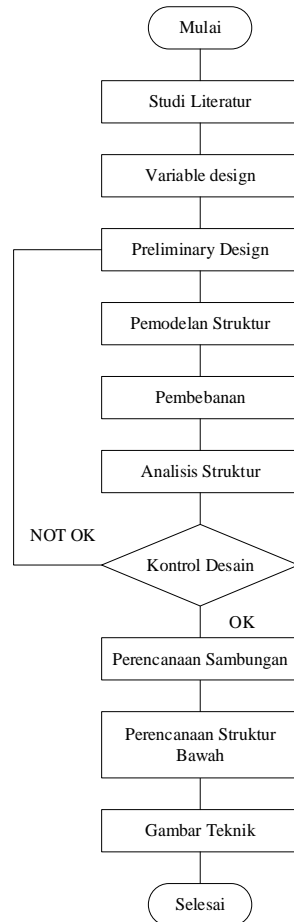
Dengan menggunakan backbone curve yang menggambarkan hubungan antara gaya aksial bresing normalisasi terhadap regangan bresing rata-rata dari bresing yang akan digunakan, nilai BRC diplotkan untuk menentukan *adjustment factors* dan yang digunakan dalam perencanaan seperti terlihat pada Gambar 6. Dengan demikian akan dapat diketahui berapa luas penampang bresing yang dibutuhkan dan kapasitas maksimum dari bresing tersebut.

#### 5. Sambungan *Buckling restrained braces*

Kekuatan dari sambungan bresing untuk tarik dan tekan (termasuk hubungan antar balok dan kolom jika ini termasuk ke dalam sistem bresing) direncanakan 1,1 kali lebih besar daripada adjusted brace strength untuk tekan. Hal ini dilakukan untuk menjamin sambungan tidak leleh pada saat bresing berdeformasi maksimum.[3]

## III. METODOLOGI

Urutan pekerjaan penyelesaian Tugas Akhir dilakukan dengan tahapan- tahapan sebagai berikut:



**Gambar 1** Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir

Direncanakan sebuah gedung Sekolah dengan total 12 lantai dan 1 lantai atap dengan data- data sebagai berikut:

- Data umum bangunan
- Nama Bangunan : Marvell City High School
- Lokasi Bangunan : Jl.Upa Jiwa No.123, Ngagel
- Fungsi Bangunan : Gedung Sekolah
- Jumlah Lantai : 12 Lantai
- Tinggi Gedung : 44.7 meter
- Struktur Utama : Beton

#### Data Modifikasi Bangunan

- Nama Bangunan : Marvell City High School
- Lokasi Bangunan : Surabaya
- Fungsi Bangunan : Sekolah
- Jumlah Lantai : 12 Lantai
- Tinggi Gedung : 44.7 meter
- Zona Gempa : Surabaya
- Struktur Utama : Wide Flange Beam dan Kolom Concrete Filled Steel Tube (BJ 41,  $f_y = 250$  MPa,  $f_c = 410$  MPa)
- Sistem Struktur : Sistem Struktur *Buckling Restrained Braced Frames*.

## IV. PERHITUNGAN STRUKTUR SEKUNDER

### 4.1 Pelat Atap dan Pelat Lantai

Pelat lantai atap dan lantai perkantoran direncanakan menggunakan bondek dari PT. Super Steel Indah dengan tebal 0,75 mm. Hasil perhitungan struktur pelat ini tersaji pada tabel 1.

**Tabel 1** Dimensi dan Penulangan Pelat

Elemen Plat	Beban Berguna (kg/m <sup>2</sup> )	Bentang	Tebal plat (m)	Tulangan negatif (cm <sup>2</sup> /m)	Tulangan
Atap	200	8.15	0.09	1.07	D10-300
Sekolah	300	8.15	0.09	1.31	D10-300
Koridor	600	8.15	0.09	2.03	D10-300

### 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.

**Tabel 2** Dimensi Balok Sekunder

Elemen Balok	Jenis Profil	Kontrol Momen Mn > Mu		Lendutan	
				f ijin	f max
Atap	WF 400.200.8.13	0,59	OK	0,98	2,26
Sekolah	WF 400.200.8.13	0,87	OK	1,4	2,26
Koridor	WF 500.200.10.16	0,64	OK	2,15	2,26

### 4.3 Perencanaan Tangga dan Bordes

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

#### Data Teknis Perencanaan Tangga

- Mutu baja = BJ-41
- Tinggi antar lantai = 360 cm
- Panjang tangga = 800 cm
- Lebar tangga = 120 cm
- Lebar injakan (i) = 27 cm

**Tabel 3** Dimensi Tangga

Elemen	Jenis Profil	Mu (kg.m)		Lendutan	
		Mu	ØMn	f ijin	f max
Anak Tangga	Pelat Baja 4 mm	11,44	108	0,034	0,075
Bordes	Pelat Baja 4 mm	8,15	72	0,069	0,088
Pengaku Anak Tangga	L50.50.5	65,9	153,27	0,236	0,333
Balok Utama Tangga	WF300.150.6.5,9	5627,14	11745	2,14	2,54

Tabel 3 diatas menunjukkan hasil perhitungan struktur tangga berdasarkan beban-beban yang direncanakan.

## V. KONTROL HASIL ANALISIS STRUKTUR

### a. Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum

Kombinasi respons untuk gaya geser dasar ragam dinamik ( $V_t$ ) harus lebih besar 85% dari gaya geser dasar statik ( $V$ ) atau ( $V_{dinamik} = 0,85 V_{statik}$ ).

**Tabel 4** Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum

Ket	$V_{dinamik}$ (kg)	$V_{statik}$ (kg)	$V_{dinamik} > V_{statik}$
RSX	363353.62	331848.68	OK
RSY	379738		OK

Tabel 4 merupakan kontrol gaya geser dinamik yang diperhitungkan memenuhi terhadap syarat yang diperlukan.

### 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.

**Tabel 5** Kontrol Nilai Partisipasi Massa

OutputCase	Steptype	StepNum	SumUX	Sum UY
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless
Modal	Mode	10	<b>0.935</b>	0.847
Modal	Mode	25	0.935	<b>0.942</b>

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada modal ke-10 arah X dan pada modal ke-25 partisipasi massa struktur > 90%

### c. Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental

Perkiraan periode alami fundamental ( $T_a$ ) dalam detik, harus ditentukan dengan persamaan berikut:

$$T_a = C_t \cdot h_n^x$$

$$C_t = 0,0731$$

$$x = 0,75$$

$$h_n = 44,7$$

$$T_a = 0,0731 \cdot 44,7^{0,75} = 1,264 \text{ detik}$$

Dengan nilai  $SD1 = 0,6$ , maka  $C_u = 1,4$

Sehingga periode struktur yang diijinkan adalah :

$$T = T_a \cdot C_u = 1,4 \cdot 1,264 = 1,769 \text{ detik}$$

**Tabel 6** Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental

Modal	Period	Frequency
No	Sec	Cyc/sec
1	<b>1.720339</b>	0.58128
2	0.703084	1.4223
3	0.425769	2.3487
4	0.284027	3.5208
5	0.225056	4.4433

Dari tabel di bawah didapat  $T = 1.7203$  s. Maka berdasarkan kontrol waktu getar alami fundamental nilai  $T$  masih lebih kecil dari  $C_u \times T_a$ .

### d. 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.

**Tabel 7** Kontrol Simpangan Arah-X

Lantai	Tinggi Lantai m	Gempa Arah X				Ket.
		Simpangan Arah X				
		U1	uei	ui	Ua1	
A	B	C	D	E	F	G
13	44.7	42.99	2.53	<b>8.433333</b>	<b>36</b>	OK
12	41.1	40.46	3.35	<b>11.16667</b>	<b>36</b>	OK
11	37.5	37.11	4.03	<b>13.43333</b>	<b>36</b>	OK
10	33.9	33.08	4.47	<b>14.9</b>	<b>36</b>	OK
9	30.3	28.61	4.59	<b>15.3</b>	<b>36</b>	OK
8	26.7	24.02	4.8	<b>16</b>	<b>36</b>	OK
7	23.1	19.22	4.86	<b>16.2</b>	<b>36</b>	OK
6	19.5	14.36	4.51	<b>15.03333</b>	<b>36</b>	OK
5	15.9	9.85	3.95	<b>13.16667</b>	<b>36</b>	OK
4	12.3	5.9	3.53	<b>11.76667</b>	<b>36</b>	OK
3	8.7	2.37	2.37	<b>7.9</b>	<b>36</b>	OK
2	5.1	0	0	<b>0</b>	<b>36</b>	OK
1	0	0	0	<b>0</b>	<b>36</b>	OK

**Tabel 8** Kontrol Simpangan Arah-Y

Lantai	Tinggi Lantai m	Gempa Arah Y				Ket.
		Simpangan Arah X				
		U1	uei	ui	Ua1	
A	B	C	D	E	F	G
13	44.7	25.12	1.47	<b>4.9</b>	<b>36</b>	OK
12	41.1	23.65	1.93	<b>6.433333</b>	<b>36</b>	OK
11	37.5	21.72	2.34	<b>7.8</b>	<b>36</b>	OK
10	33.9	19.38	2.61	<b>8.7</b>	<b>36</b>	OK
9	30.3	16.77	2.68	<b>8.933333</b>	<b>36</b>	OK
8	26.7	14.09	2.8	<b>9.333333</b>	<b>36</b>	OK
7	23.1	11.29	2.85	<b>9.5</b>	<b>36</b>	OK
6	19.5	8.44	2.64	<b>8.8</b>	<b>36</b>	OK
5	15.9	5.8	2.32	<b>7.733333</b>	<b>36</b>	OK
4	12.3	3.48	2.08	<b>6.933333</b>	<b>36</b>	OK
3	8.7	1.4	1.4	<b>4.666667</b>	<b>36</b>	OK
2	5.1	0	0	<b>0</b>	<b>36</b>	OK
1	0	0	0	<b>0</b>	<b>36</b>	OK

Dari hasil kontrol tabel 7 dan tabel 8 di atas maka analisis struktur Marvell City High School memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 1726:2012 Pasal 7.9.3 dan Pasal 7.12.1

## VI. PERHITUNGAN STRUKTUR PRIMER

### 6.1 Balok

Balok induk memanjang direncanakan menggunakan profil WF 450 x 200 x 9 x 14 dirubah menjadi profil *castellated beam* 563 x 200 x 9 x 14. Hasil dari output SAP 2000 diperoleh gaya dalam dan dibandingkan dengan perhitungan sebesar:

- Solid  
 $\Phi M_n > M_u = 46514,25 > 25969,3 \text{ kg.m (Ok)}$
- Lubang  
 $M_n > M_u = 38889,79 > 25969,3 \text{ kg.m (Ok)}$
- Kontrol kuat geser  
 $V_n > V_u = 22074,27 > 12819,42 \text{ kg (Ok)}$
- Kontrol Interaksi  
 $0,46 < 1,00 \text{ (Ok)}$
- Kontrol lendutan  
 $0,46 < 2,22 \text{ cm (Ok)}$

Hasil perhitungan balok primer tersaji pada tabel 9 dan 10.

**Tabel 9** Hasil Perhitungan Balok

Elemen Balok	Jenis Profil	Kontrol Momen $M_n > M_u$		Lendutan	
		f ijin	f max		
Lantai 1-4	WF 700.300.14.24	0,376	OK	0,27	2,26
	WF 500.200.10.16	0,504	OK	0,35	1,75
Lantai 5-8	WF 600.200.11.17	0,376	OK	0,56	2,21
	WF 400.200.8.13	0,582	OK	0,59	1,75
Lantai 9-13	WF 500.200.10.16	0,671	OK	0,83	2,21
	WF 400.200.8.13	0,649	OK	0,59	1,75

Table 9 menunjukkan control profil yang dipakai dalam struktur bangunan yang direncanakan memenuhi syarat kontrol elemen struktur lentur.

6.2 Kolom

Kolom direncanakan menggunakan profil HSS 800 x 800 x 16 dengan kontrol berikut:

Momen nominal:

$$\phi_b \cdot M_n > M_u = 331965 \quad 40391,62 \text{ (OKE)}$$

Kontrol Interaksi:

$$\frac{P_r}{P_c} + 8 \left( \frac{M_x}{M_{cx}} + \frac{M_y}{M_{cy}} \right) < 1,0$$

$$0,32 \quad 1,0 \text{ (OKE)}$$

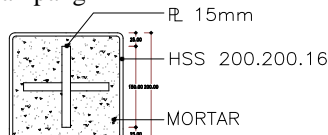
Hasil perhitungan Kolom primer tersaji pada tabel 10.

**Tabel 10** Hasil Perhitungan Kolom

Elemen Kolom	Jenis Profil	Kontrol Interaksi < 1	
Lantai 1-4	HSS 800.800.16	0,32	OK
Lantai 5-8	HSS 700.700.16	0,24	OK
Lantai 9-13	HSS 600.600.16	0,33	OK

6.3 Desain Bresing BRBF

Desain penampang BRBF



**Gambar 2** Penampang BRB

$$P_{u \text{ Tarik}} = \check{S} R_y P_{y \text{ sc}}$$

$$= 0,92 \times 1,5 \times 42,75 \times 2500$$

$$= 147487,5 \text{ kg}$$

$$P_{u \text{ Tekan}} = s \check{S} R_y P_{y \text{ sc}}$$

$$= 1,03 \times 0,92 \times 1,5 \times 42,75 \times 2500$$

$$= 151912,13 \text{ kg}$$

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh kapasitas tekan hampir sama dengan kapasitas tarik. Hal ini menandakan bahwa desain sudah memenuhi untuk menjadikan elemen struktur BRB yang dapat mencegah terjadinya tekuk

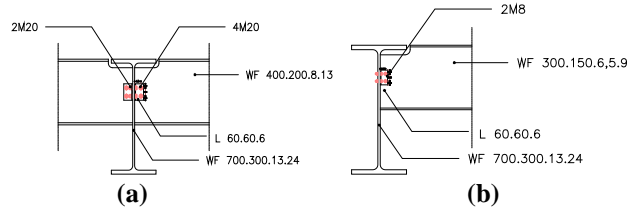
VII. PERENCANAAN SAMBUNGAN

7.1 Sambungan

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	20	2
	Badan B.Induk	L60.60.6	20	4
Balok utama tangga -penumpu tangga	Badan B.Utama Tangga	L60.60.6	8	4
	Badan B.Penumpu Tangga	L60.60.6	8	4

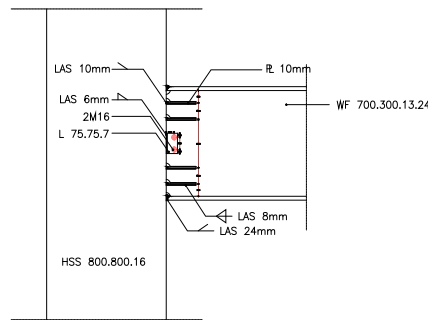


**Gambar 3** (a) Sambungan balok induk-balok anak, (b) Sambungan balok induk-balok tangga

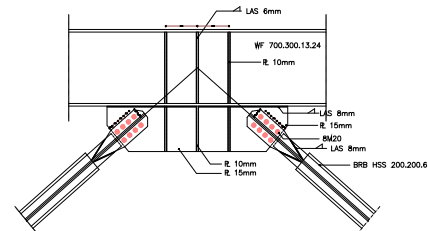
Hasil perhitungan Sambungan tersaji pada tabel 12

**Tabel 12** Dtail Perhitungan Sambungan

Elemen	Jenis Profil	D (mm)	n (buah)	Las (mm)
Kolom - Kolom	PL t.30 mm	-	-	16
Balok - kolom	-	16	2	24/10/8
Kolom - Base Plate	PL t.30 mm	20	8	16
BRB	PL t.15 mm	20	8	6



**Gambar 4** Sambungan Kolom-Balok Induk



**Gambar 5** Sambungan BRB dengan Balok

VIII. PERHITUNGAN PONDASI

8.1 Pondasi Tiang Pancang

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

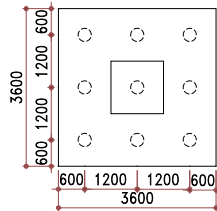
- Dimensi tiang : Diameter 300 mm
- Tekan bahan ijin : 121.10 ton
- Kombinasi tiang grup : 3 x 3

Daya dukung ijin dari satu tiang pancang yang berdiri sendiri adalah :

$$P_{ijin \text{ (1tiang)}} = \frac{Q}{SF} = \frac{(91,2 + 134,04)}{3} = 75,08 \text{ ton}$$

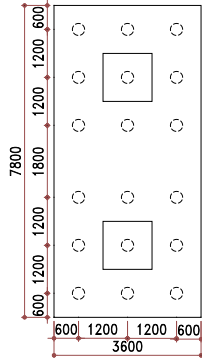
Kontrol Kapasitas

$$P_{\text{max}} = 65023,5 \text{ kg} < Q_{ijin} = 75080,00 \text{ kg} \dots \text{OK!}$$



**Gambar 6** Pondasi tiang pancang penahan 1 kolom

Pondasi tiang pancang yang menahan beban 2 kolom :



**Gambar 7** Pondasi tiang pancang penahan 2 kolom

Kontrol beban tetap

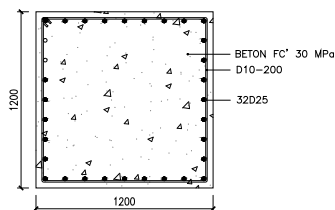
$$P_{\max} = 60779.69 \text{ kg} < Q_{ijin} = 75080.00 \text{ kg} \dots \text{OK!}$$

## 8.2 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 :  
Digunakan tulangan D22-100 pada kedua sumbunya.  
Tulangan susut D19-125 dengan dimensi poer 3,6x3,6x1,2m.

## 8.3 Perencanaan Pedestal

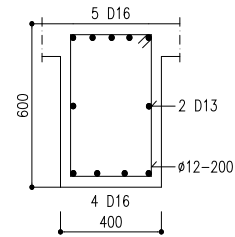
Konfigurasi tulangan longitudinal 32D25 dengan dimensi pedestal 1,2x1,2m didapat = 1,13%. Digunakan sengkang  $\varnothing 10-200$



**Gambar 8** Detail Penulangan Kolom Pedestal

## 8.4 Perencanaan Sloof

Struktur sloof digunakan untuk membuat penurunan secara bersamaan pada pondasi atau sebagai pengaku yang menghubungkan antar pondasi yang satu dengan yang lainnya. Hasil perhitungan didapat sloof dengan dimensi 400x600mm dengan tulangan tarik 5 D16 dan tekan 4 D16 serta tulangan geser  $\varnothing 12 - 200$ .



**Gambar 9** Detail Penulangan Sloof

## IX. 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 Surabaya 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 2387:2013.

### b. SARAN

Diharapkan dilakukan studi yang mempelajari tentang perencanaan struktur *buckling restrained braced frames* lebih dalam dengan mempertimbangkan aspek teknis, ekonomis, dan estetika. Sehingga perencanaan dapat dimodelkan semirip mungkin dengan kondisi sesungguhnya di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. SAIF HUSSAIN, S.E., PAUL VAN BENSCHOTEN, S. E., MOHAMED AL SATARI, P. D. & SILIAN LIN, P. D. , *Buckling Restrained Braced Frame (BRBF) Structures: Analysis, Design and Approvals*, 2005(Coffman Engineers, Inc.).
2. Apriani, W., *ANALISIS BUCKLING RESTRAINED BRACES SYSTEM SEBAGAI RETROFITTING PADA BANGUNAN BETON BERTULANG AKIBAT GEMPA KUAT*. 2012, UNIVERSITAS INDONESIA DEPOK.
3. AISC, *Specification for Structural Steel Buildings ANSI/AISC 360-05*. 2005.