

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Sistem Rangka *Bracing* Tipe V Terbalik

Penelitian mengenai sistem rangka *bracing* tipe v terbalik sudah pernah dilakukan oleh Fauzi (2015) mengenai perencanaan ulang menggunakan struktur baja dengan sistem rangka *bracing* konsentris khusus (SRBKK) memakai jenis *bracing inverted* v. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan struktur utama yang meliputi balok dan kolom, merencanakan *bracing* konsentris pada struktur bangunan, merencanakan hubungan sambungan yang memenuhi kriteria perancangan struktur yaitu kekuatan (*strength*), kekakuan, dan stabilitas (*stability*). Penelitian ini menggunakan kolom komposit profil *King Cross* H 588.200.12.20 dengan beton 80 cm x 80 cm sesuai persyaratan SNI 03-1729-2002 butir 15.11.5.1 dimana kolom SRBKK perbandingan lebar terhadap tebal penampang kolom dalam tekan sesuai butir 15.11.2.4 harus bersifat kompak seperti Gambar 2.3. Balok yang digunakan yaitu balok *bracing* seperti Gambar 2.2. *Bracing* yang digunakan yaitu sesuai dengan SNI 03-1729-2002 butir 15.11.2.1 dimana batang-batang *bracing* mempunyai persyaratan khusus yang harus dipenuhi seperti Gambar 2.1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase gaya horizontal yang dipikul oleh batang *bracing* tarik dari analisa berkisar pada (33,76%-53,59%) dapat secara detail dilihat pada Tabel 2.1. Hal ini membuktikan bahwa hasil analisa batang *bracing* telah memenuhi syarat distribusi beban lateral SNI 03-1729-2002 pasal 15.11.2.3. yakni masing-masing arah gaya lateral yang sejajar dengan bidang *bracing* minimal 30% tapi tidak lebih dari 70% gaya horizontal total harus dipikul oleh batang *bracing* tarik.

Tabel 2.1 Kontrol distribusi beban lateral

Lantai	RSP X		RSP Y	
	<i>Bracing</i> X (%)	Ket.	<i>Bracing</i> Y (%)	Ket.
Atap	49,58	OK	50,29	OK

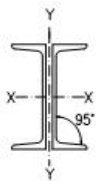
Tabel 2.1 Kontrol distribusi beban lateral (Lanjutan)

25	36,55	OK	50,07	OK
24	38,76	OK	50,42	OK
23	41,23	OK	52,36	OK
22	42,57	OK	53,39	OK
21	40,71	OK	50,30	OK
20	34,82	OK	42,08	OK
19	35,60	OK	43,10	OK
18	36,34	OK	44,16	OK
17	37,13	OK	45,39	OK
16	38,02	OK	46,78	OK
15	39,03	OK	48,29	OK
14	40,17	OK	49,88	OK
13	41,34	OK	51,43	OK
12	42,09	OK	52,36	OK
11	40,49	OK	50,02	OK
10	36,95	OK	45,39	OK
9	39,84	OK	47,21	OK
8	41,25	OK	49,26	OK
7	42,78	OK	51,16	OK
6	43,96	OK	52,42	OK
5	43,90	OK	51,57	OK
4	46,68	OK	53,59	OK
3	43,55	OK	48,24	OK
2	41,41	OK	47,24	OK
1	36,24	OK	33,76	OK

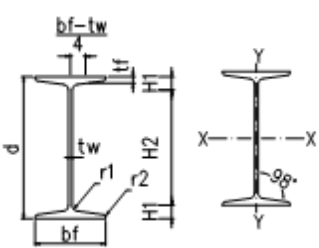
(Sumber: Fauzi, 2015)

WF 300.100.10.16	$d = 300 \text{ mm}$	$I_x = 16127 \text{ cm}^4$
	$b_f = 100 \text{ mm}$	$I_y = 2527,40 \text{ cm}^4$
	$t_w = 10 \text{ mm}$	$i_x = 11,71 \text{ cm}^3$
	$t_f = 16 \text{ mm}$	$i_y = 4,64 \text{ cm}^3$

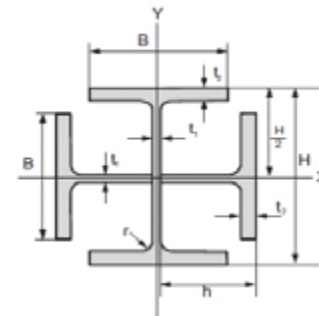
Gambar 2.1 Kontrol penampang *bracing*

	$A_g = 117,6 \text{ cm}^2$	$S_x = 1075,12 \text{ cm}^3$
	$r = 16 \text{ mm}$	$S_y = 240,70 \text{ cm}^3$
	$t_p = 10 \text{ mm}$	$Z_x = 1267,92 \text{ cm}^3$
	$h = 230,80 \text{ mm}$	$Z_y = 405,60 \text{ cm}^3$

Gambar 2.1 Kontrol penampang *bracing* (Lanjutan)  
(Sumber: Fauzi, 2015)

	WF 500.200.10.16	$d = 500 \text{ mm}$	$I_x = 47800 \text{ cm}^4$
	$b_f = 200 \text{ mm}$	$I_y = 2140 \text{ cm}^4$	
	$t_w = 10 \text{ mm}$	$i_x = 20,50 \text{ cm}^3$	
	$t_f = 16 \text{ mm}$	$i_y = 4,33 \text{ cm}^3$	
	$A_g = 89,65 \text{ cm}^2$	$S_x = 1910 \text{ cm}^3$	
	$r = 20 \text{ mm}$	$S_y = 214 \text{ cm}^3$	
	$h = 428 \text{ mm}$	$Z_x = 2096 \text{ cm}^3$	
		$Z_y = 332 \text{ cm}^3$	

Gambar 2.2 Balok *bracing*  
(Sumber: Fauzi, 2015)

	K 588.300.12.20	$f_y = 240 \text{ MPa}$	$I_x = 127020 \text{ cm}^4$
	$d = 588 \text{ mm}$	$I_y = 132585 \text{ cm}^4$	
	$b_f = 300 \text{ mm}$	$i_x = 18,16 \text{ cm}^3$	
	$t_w = 12 \text{ mm}$	$i_y = 18,16 \text{ cm}^3$	
	$t_f = 20 \text{ mm}$	$S_x = 4320,40 \text{ cm}^3$	
	$A_g = 385 \text{ cm}^2$	$S_y = 4419,50 \text{ cm}^3$	
	$r = 28 \text{ mm}$	$Z_x = 5228,64 \text{ cm}^3$	
	$h = 492 \text{ mm}$	$Z_y = 5340,53 \text{ cm}^3$	

Gambar 2.3 Kolom komposit  
(Sumber: Fauzi, 2015)

## B. Sistem Rangka *Bracing* Tipe X

Penelitian mengenai sistem rangka *bracing* tipe x pernah diteliti oleh Wati dkk pada tahun 2013. Wati dkk (2013) mengkaji tentang besar tegangan, regangan, dan *displacement* pada struktur portal berpengaku *cross* (x) dan

diagonal. Penelitian ini membandingkan perilaku dari gedung *Centrally Braced Frame* (CBF) 10 lantai dengan *bracing* diagonal dan *cross* (x). Terdapat tiga pola konfigurasi pada kedua *bracing* tersebut yaitu untuk pola pertama *bracing* berada pada tengah batang, pola kedua berada pada bentang pertama dan ketiga, dan pola ketiga berada pada bentang kedua dan ketiga. Gedung diasumsikan digunakan pada zona gempa 6 dan pembebanan gempa mengacu pada SNI 03-1726-2002. Ditinjau dari kinerja struktur gedung pada pola pertama, kedua, dan ketiga *bracing* diagonal mengalami deformasi/simpangan yang lebih besar dari *bracing cross* (x). Dari ketiga pola tersebut gedung CBF dengan *bracing cross* pola ketiga memiliki simpangan paling kecil, hal ini berarti gedung dengan *bracing* tersebut memiliki kekakuan paling besar. Ditinjau dari analisa Midas FEA pada pola pertama, kedua, ketiga tegangan, regangan, dan *displacement* yang terjadi pada *bracing cross* (x) lebih besar dari *bracing* diagonal. Dari ketiga pola tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin kuat *bracing* maka semakin berkurang kapasitas nonlinier yang diberikan. Ditinjau dari segi kegagalan struktur secara keseluruhan, *bracing cross* (x) mampu memberikan kapasitas nonlinier daripada diagonal sehingga setelah terjadi pelelehan, *bracing cross* (x) tidak seketika mengalami keruntuhan.

### C. Sistem Rangka *Bracing* Tipe K

Penelitian mengenai sistem rangka *bracing* tipe k sudah pernah diteliti oleh Jansen dkk (2016) mengkaji tentang simpangan horizontal yang terjadi serta perbandingannya dengan menggunakan *bracing x* dan *bracing k*. Pemodelan dari penelitian ini dilakukan berdasarkan data analisis pembebanan gempa statik ekuivalen serta pembebanan gempa dinamik menggunakan respon spektrum UBC 1997. Bangunan yang dianalisis adalah bangunan baja 20 lantai. *Bracing* yang digunakan yaitu *bracing* jenis *one story x cross bracing* dan *k bracing*. Tinggi bangunan total dengan tinggi tiap lantai adalah 4 m. Bangunan berukuran 18 m x 18 m dengan masa waktu penggunaan 50 tahun. Analisis struktur terhadap model struktur dengan bantuan *software* ETABS untuk mengetahui hasil analisis dinamis pada tiap-tiap lantai gedung. Analisis dibatasi pada 2 model bangunan dengan

dimensi yang tetap yaitu dari segi ketinggian lantai yang tetap, bentang lebar yang tetap, dan jumlah lantai sebanyak 20 (tidak dibandingkan dengan bangunan yang lebih tinggi atau yang lebih rendah dari 20 lantai). Hasil penelitian dengan menggunakan alat bantu *software* ETABS berupa simpangan horizontal dari masing-masing tingkat baik akibat beban gempa statik maupun beban gempa dinamik. Perbandingan simpangan horizontal maksimum akibat gempa statik pada *bracing* x dan k dapat dilihat pada Tabel 2.2. Struktur bangunan yang mengalami simpangan berlaku sebagai struktur kantilever dimana simpangan terbesar adalah pada lantai teratas dari bangunan. Struktur dengan simpangan rata-rata terjadi untuk *bracing* x dan k dimana *bracing* k mengalami simpangan lebih besar daripada *bracing* x untuk beban gempa statik. Untuk beban gempa dinamik dapat dilihat pada Tabel 2.3, dimana simpangan yang lebih besar terjadi pada struktur dengan *bracing* k. Dari hasil analisis yang ditampilkan pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3 antara struktur dengan pemakaian *bracing* x dan struktur dengan pemakaian *bracing* k memperlihatkan bahwa presentase perbandingan simpangan horizontal yaitu sebesar 4,3853% untuk simpangan akibat beban gempa statik dan 3,0410% untuk simpangan akibat beban gempa dinamik. Jadi, dengan demikian struktur dengan pemakaian *bracing* x menghasilkan simpangan yang lebih kecil dibandingkan struktur dengan pemakaian *bracing* k.

Tabel 2.2 Perbandingan simpangan horisontal maks. gempa dinamik pada *bracing* x dan k

Lantai	Displ. Struktur dengan Pemakaian <i>Bracing</i> X	Displ. Struktur dengan Pemakaian <i>Bracing</i> K	Presentase Perbandingan
	(m)	(m)	
20	0,0325	0,0320	-1,5625
19	0,0312	0,0307	-1,6287
18	0,0297	0,0293	-1,3652
17	0,0282	0,0278	-1,4388
16	0,0266	0,0263	-1,1407

Tabel 2.2 Perbandingan simpangan horisontal maks.  
gempa dinamik pada *bracing x* dan *k* (Lanjutan)

15	0,0250	0,0247	-1,2146
14	0,0233	0,0230	-1,3043
13	0,0216	0,0212	-1,8868
12	0,0198	0,0195	-1,5385
11	0,0180	0,0176	-2,2727
10	0,0161	0,0158	-1,8987
9	0,0142	0,0139	-2,1583
8	0,0123	0,0120	-2,5000
7	0,0104	0,0102	-1,9608
6	0,0086	0,0083	-3,6145
5	0,0067	0,0065	-3,0769
4	0,0050	0,0048	-4,1667
3	0,0034	0,0032	-6,2500
2	0,0019	0,0018	-5,5556
1	0,0008	0,0007	-14,2857
Presentase rata-rata			3,0410

(Sumber: Jansen dkk, 2016)

Tabel 2.3 Perbandingan simpangan horisontal maks.  
gempa statik pada *bracing x* dan *k*

Lantai	Displ. Struktur dengan Pemakaian <i>Bracing X</i>	Displ. Struktur dengan Pemakaian <i>Bracing K</i>	Presentase Perbandingan
	(m)	(m)	(%)
20	0,1118	0,1089	-2,6630
19	0,1068	0,1042	-2,4950
18	0,1016	0,0991	-2,5230
17	0,0961	0,0937	-2,5610
16	0,0904	0,0882	-2,4940
15	0,0645	0,0824	-2,5490
14	0,0783	0,0763	-2,6210

Tabel 2.3 Perbandingan simpangan horisontal maks.  
gempa statik pada *bracing* x dan k (Lanjutan)

13	0,0720	0,0701	-2,7100
12	0,0656	0,0637	-2,9830
11	0,0690	0,0572	-3,1470
10	0,0523	0,0506	-3,3600
9	0,0456	0,0441	-3,4010
8	0,0390	0,0376	-3,7230
7	0,0325	0,0312	-4,1670
6	0,0262	0,0250	-4,8000
5	0,0202	0,0191	-5,7590
4	0,0146	0,0137	-5,5690
3	0,0056	0,0089	-7,8650
2	0,0054	0,0049	-10,2040
1	0,0020	0,0018	-11,1110
Presentase rata-rata			4,3850

(Sumber: Jansen dkk, 2016)