



Analisis Perbandingan Efisiensi Portal Menggunakan Baja Wide Flange dengan Baja Castellated pada Pembangunan Gudang Baja di Gedangan Industrial Park

Julius Richard Gunawan¹, Muhammad Shofwan Donny Cahyono²,
Reynaldo Pratama Intan³

¹Teknik Sipil, Universitas Widya Kartika, Surabaya, Indonesia, juliusrichardg@gmail.com

²Teknik Sipil, Universitas Widya Kartika, Surabaya, Indonesia, shofwandonny@widyakartika.ac.id

³Teknik Sipil, Universitas Widya Kartika, Surabaya, Indonesia, reynaldo@widyakartika.ac.id

STATUS ARTIKEL

Dikirim 20 Februari 2024

Direvisi 15 Maret 2024

Diterima 19 April 2024

Kata Kunci:

Castellated, Efisiensi, Wide Flange

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan dari tipe baja *Wide Flange* dengan baja *Castellated* dalam aspek berat beban struktur, gaya momen, gaya geser, gaya aksial, serta kekuatan lentur yang disebabkan oleh masing-masing tipe baja. Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan September 2023 hingga Januari 2024, menggunakan data pembangunan dari proyek Gedangan Industrial Park yang di kerjakan oleh Gozco Land. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, dengan hasil yang diperoleh berupa angka. Data yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan melalui metode observasi serta studi dokumen yang diperoleh langsung dari Gozco Land. Variabel yang diamati meliputi profil baja yang digunakan serta beban-beban yang ditanggung oleh struktur. Hasil analisis menunjukkan bahwa berat beban struktur yang terbesar terjadi pada penggunaan baja *Wide Flange*, perbandingan momen yang terjadi antara *Wide Flange* dan *Castellated* ditinjau dari rafter didapatkan untuk momen arah X adalah 0,936:1, sedangkan untuk arah Y adalah 1,621:1, perbandingan besar gaya geser yang terjadi pada baja *Wide Flange* dan *Castellated* adalah 1,044:1, sedangkan untuk gaya aksial yaitu 0,89:1.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan infrastruktur di Indonesia seiring berjalannya waktu terus meningkat. Pengaruh pentingnya suatu infrastruktur didasarkan pada berbagai macam kegiatan yang dilakukan dalam kehidupan sehari-hari untuk menopang keberlangsungan hidup dalam segala aspek. Agar didapatkan suatu bangunan yang efisien diperlukan adanya perencanaan struktur yang matang dimulai dari perencanaan struktur yang stabil, kuat, layak guna, awet dan memenuhi tujuan-tujuan lainnya seperti halnya bangunan yang ekonomis dan kemudahan dalam pengerjaannya.

Dalam pembangunan, mencapai tujuan yang optimal dengan cepat dan tepat menggunakan cara yang diinginkan dan dengan meminimalkan sumber daya antara lain tenaga kerja, dana, dan waktu yang digunakan merupakan faktor penting yang menjadi pertimbangan dalam proses perencanaan. Salah satu contoh infrastruktur yang dibutuhkan para pelaku bisnis adalah gudang. Gudang merupakan tempat penyimpanan sementara untuk kebutuhan produksi. Kabupaten Sidoarjo terkhususnya gedangan, menjadi salah satu pusat pabrik dan pergudangan di Jawa Timur.

Gozco Land meluncurkan Gedangan Industrial Park yang nantinya akan menjadi kompleks pergudangan baru bagi para pelaku bisnis. Pergudangan ini juga memiliki area komersil, kantin dan *food court*, mushola, *24 hour security-One Gate System*, dan bebas banjir. Gudang yang dibangun Gozco Land memakai struktur baja dengan menggunakan spesifikasi baja WF.

Gudang yang dibangun Gozco Land ini menggunakan baja WF sebagai struktur utamanya. Namun seperti yang diketahui, baja *Castellated* memiliki momen inersia yang lebih besar, oleh sebab itu penelitian dilakukan guna menganalisis perbandingan yang akan terjadi apabila struktur utama yang menggunakan baja WF diganti menjadi baja *Castellated* dengan menggunakan analisis perbandingan gaya geser, moment, aksial, serta beban struktur.

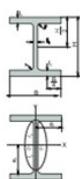
2. METODE

Lokasi penelitian dilakukan menggunakan desain Gudang Baja di Pergudangan Gedangan Industrial Park Blok BI dan BH milik PT. Gozco Land di Gedangan, Sidoarjo, Jawa Timur. Analisis dilakukan dengan cara memodelkan struktur gudang baja menurut desain rencana pembangunan gudang dari PT. Gozco Land menggunakan program ETABS 2019. Prosedur pengumpulan data dalam penelitian ini akan lebih banyak dilakukan bersamaan dengan pengumpulan data. Tahapannya adalah pertama, ketika memasuki lapangan dengan pengamatan sederhana. Tahap selanjutnya adalah menentukan fokus, analisa data dengan menggunakan denah proyek dan data pembebanan konstruksi. Semua dilakukan secara berurutan. Untuk memberikan pemaknaan atas data atau fenomena yang ditemukan dan dikumpulkan dalam penelitian ini maka dilakukan analisis dengan pendekatan kuantitatif dengan eksplanasi bersifat tabel.

Pedoman yang digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan ukuran baja *Wide Flange* dengan baja *Castellated* merupakan tabel baja dari PT. Gunung Garuda. Tabel baja tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.

WIDE FLANGE (WF) Metric Size | BS 3192

STANDARD SECTIONAL DIMENSIONS						SECTION AREA	UNIT WEIGHT		INFORMATIVE REFERENCE						REMARKS
Nominal Dimensional	H x B		t1	t2	r		Kg/m	Kg/12m	GEOMETRICAL MOMENT OF INERTIA		RADIUS OF GYRATION OF AREA		MODULUS OF SECTION		
	mm	mm x mm	mm	mm	mm	Ix			Iy	ix	iy	Zy	Zx		
150 x 75	150 x 75	5	7	8	17.85	14.00	168	666	49.5	6.11	1.66	88.8	13.2		
150 x 100	148 x 100	6	9	11	26.84	21.10	253.2	1 020	151	6.17	2.37	138	30.1		
200 x 100	198 x 99	4.5	7	11	23.18	18.20	218.4	1 580	114	8.28	2.21	160	23.0		
	200 x 100	5.5	8	11	27.16	21.30	255.6	1 840	134	8.24	2.22	184	26.8		
200 x 150	194 x 150	6	9	12	38.80	30.60	367.2	2 675	507	8.30	3.60	275.8	67.6		
250 x 125	248 x 124	5	8	12	32.68	25.70	308.4	3 540	256	10.4	2.79	285	41.1		
	250 x 125	6	9	12	37.68	29.60	355.2	4 050	294	10.4	2.79	324	47.0		
300 x 150	298 x 149	5.5	8	13	40.80	32.0	384	6 320	442	12.4	3.29	424	59.3		
	300 x 150	6.5	9	13	46.78	36.70	440.4	7 210	508	12.4	3.29	481	67.7		
350 x 175	348 x 174	6	9	14	52.68	41.40	469.8	11 100	792	14.5	3.88	641	91.0		
	350 x 175	7	11	14	63.14	49.60	595.2	13 650	984	14.7	3.95	775	112		
400 x 200	398 x 199	7	11	16	72.16	56.60	679.2	20 000	1 450	16.7	4.45	1 010	145		
	400 x 200	8	13	16	84.1	66.0	792	23 700	1 740	16.8	4.54	1 190	174		
450 x 200	450 x 200	9	14	18	96.8	78.0	912	33 500	1 870	18.6	4.40	1 490	187		
500 x 200	500 x 200	10	16	20	114.2	89.8	1075.2	47 800	2 140	20.5	4.43	1 910	214		
600 x 200	600 x 200	11	17	22	134.4	106	1272	77 600	2 280	24.0	4.12	2 590	228		



NOTE: Non standard sizes are available upon request and subject to minimum quantity

(a)

CASTELLATED BEAM : HONEY COMB Metric Size | **IS 3192**

Sectional Index		Weight K/gm	Depth of Section		Web of Section		Thickness		Corner Radius	Depth of Cell Form Hole	Depth of Cell Form Tee	Depth Between Flanges	Section Area		Moment of Inertia				Radius of Gyration		Modulus of Section		
Original	Castellated		Original	Castellated	Web	Flange	Web	Flange					Max	Min	I _{xx}	I _{yy}	I _{xx}	I _{yy}	I _{xy}	r _x	r _y	Z _x	Z _y
mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm					mm	mm	mm	mm	mm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm
100 x 100	150 x 100	17.2	100	150	100	6	8	10	105	22.5	134	24.9	18.57	905.3	134	7	2.7	120.7	26.8	8			
150 x 75	225 x 75	14	150	225	75	5	7	8	154	35.5	211	21.6	13.85	1579.7	49.5	10.7	1.9	140.4	13.2	8			
150 x 150	225 x 150	31.5	150	225	150	7	10	11	154	35.5	205	48.39	34.54	3989.6	563	19.6	4	345.7	75.1	8			
200 x 100	300 x 100	21.3	200	300	100	5.5	8	11	205	47.5	284	32.66	21.36	4306.9	134	14.2	2.5	287.1	26.8	8			
200 x 100	297 x 99	18.2	198	297	99	4.5	7	11	202	47.5	283	27.64	18.5	3843.9	114	14	2.5	245.4	23	8			
200 x 200	300 x 200	49.9	200	300	200	8	12	13	205	47.5	276	71.53	55.09	11139	1600.1	14.2	5.4	742.6	160	8			
250 x 125	375 x 125	29.6	250	375	125	6	9	12	254	60.5	357	45.16	29.86	9491.5	294.1	17.8	3.1	506.2	47	8			
250 x 125	372 x 124	25.7	248	372	124	5	8	12	253	59.5	356	39.88	26.21	8189.6	255	17.8	3.1	440.3	41.3	8			
250 x 250	375 x 250	72.4	250	375	250	9	14	16	254	60.5	347	103.43	80.48	25477.5	3050.2	17.8	6.7	1358.8	292	8			
300 x 150	450 x 150	36.7	300	450	150	6.5	9	13	305	72.5	432	56.53	36.67	16895.1	508.1	21.5	3.7	750.9	67.7	8			
300 x 150	447 x 149	32	298	447	149	6.5	8	13	302	72.5	431	49	32.33	14864	442	21.3	3.7	666.1	59.3	8			
300 x 300	450 x 300	84	300	450	300	10	15	18	305	72.5	423	134.8	104.25	47544.8	6750.3	21.4	8	2128.9	450	8			
300 x 175	525 x 175	49.6	350	525	175	7	11	14	354	85.5	503	75.39	50.54	31847.5	984.1	25.1	4.4	1213.2	112.6	8			
300 x 175	519 x 174	41.4	346	519	174	6	9	14	350	84.5	501	63.06	42	25819.2	792.1	24.8	4.3	995	91	8			
350 x 350	525 x 350	137	350	525	350	12	19	20	354	85.5	487	194.9	152.3	95013.1	13600.6	25	9.4	3619.5	777.2	8			
400 x 200	600 x 200	66	400	600	200	8	13	16	405	97.5	574	100.12	67.88	55683.6	1740.2	28.7	5.1	1856.1	174	8			
400 x 200	594 x 199	66.6	396	594	199	7	11	16	401	96.5	572	86.02	57.2	46556.1	1450.1	28.4	5	1570.1	145.7	8			
450 x 200	675 x 200	76	450	675	200	9	14	18	454	110.5	647	117.01	76.06	78744.4	1870.3	32.2	5	2333.3	187	8			
500 x 200	750 x 200	88.6	500	750	200	10	16	20	505	122.5	718	139.2	88.65	122859.7	2140.5	35.7	4.9	3009.5	214	8			
600 x 200	900 x 200	106	600	900	200	11	17	22	605	147.5	866	167.4	100.8	184103	2290.8	42.7	4.8	4091.2	228	8			
588 x 300	882 x 300	151	588	882	300	12	20	28	583	144.5	842	227.78	156.58	274538.8	3621	45.2	7.6	6248.8	601.4	8			
400 x 400	600 x 400	172	400	600	400	13	21	22	405	97.5	558	244.7	191.99	156913.2	22400.8	28.6	10.8	5230.4	1120	8			
700 x 300	1050 x 300	185	700	1050	300	13	24	28	705	172.5	1002	281	189.28	473222.7	10801.5	50	7.8	9013.8	720.1	8			
800 x 300	1200 x 300	210	800	1200	300	14	26	28	805	197.5	1148	323.4	210.63	690341.9	11702.2	57.2	7.5	11505.7	780.1	8			

NOTE: Non standard sizes are available upon request and subject to minimum quantity

(b)

CASTELLATED BEAM : CELL FORM Metric Size | **IS 3192**

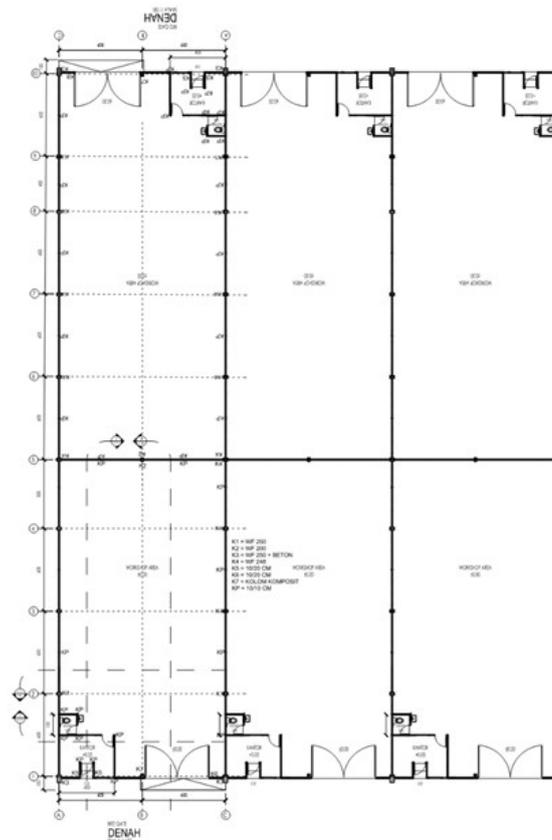
Sectional Index		Weight K/gm	Depth of Section		Web of Section		Thickness		Corner Radius	Depth of Cell Form Hole	Depth of Cell Form Tee	Depth Between Flanges	Section Area		Moment of Inertia				Radius of Gyration		Modulus of Section		
Original	Cell Form		Original	Cell Form	Web	Flange	Web	Flange					Max	Min	I _{xx}	I _{yy}	I _{xx}	I _{yy}	I _{xy}	r _x	r _y	Z _x	Z _y
mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm					mm	mm	mm	mm	mm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm
100 x 100	150 x 100	16.27	100	150	100	6	8	10	103	23	134	25	18.8	908.9	134	7	2.7	121.2	26.8	8			
150 x 75	225 x 75	12.78	150	225	75	5	7	8	155	35	211	21.7	14	1586.2	49.5	10.7	1.9	141	13.2	8			
150 x 150	225 x 150	29.75	150	225	150	7	10	11	155	35	205	45.8	34.7	3897.8	563	19.6	4	346.5	75.1	8			
200 x 100	300 x 100	19.44	200	300	100	6.5	8	11	206	47	284	32.8	21.5	4322.8	134	14.2	2.5	288.2	26.8	8			
200 x 100	300 x 99	16.54	198	297	99	4.5	7	11	202	47.5	283	27.64	18.5	3843.9	114	14	2.5	245.4	23	8			
200 x 200	300 x 200	47.1	200	300	200	8	12	13	206	47	276	71.8	55.3	11159.9	1600	14.2	5.4	744	160	8			
250 x 125	375 x 125	26.98	250	375	125	6	9	12	258	59	357	45.4	29.9	9516.5	294	17.8	3.1	507.5	47	8			
250 x 125	375 x 124	23.33	248	375	124	5	8	12	262	57	359	39.2	26.1	8351.7	255	17.9	3.1	445.4	41.1	8			
250 x 250	375 x 250	68.32	250	375	250	9	14	16	258	59	347	103.8	80.6	25510.2	3650	17.8	6.7	1360.8	292	8			
300 x 150	450 x 150	33.55	300	450	150	6.5	9	13	309	70	432	56.8	36.7	16943.9	508	21.5	3.7	753.1	67.7	8			
300 x 150	450 x 149	29.17	298	450	149	6.5	8	13	313	68	434	49.4	32.2	14905.3	442	21.5	3.7	682.5	59.3	8			
300 x 300	450 x 300	88.76	300	450	300	10	15	18	309	70	420	135.3	104.3	47919.5	6750	21.4	8	2129.8	450	8			
350 x 175	525 x 175	45.11	350	525	175	7	11	14	361	82	503	75.8	50.5	31912.4	964	25.1	4.4	1216.7	112.6	8			
400 x 200	600 x 200	59.94	400	600	200	8	13	16	412	94	574	100.6	67.6	55799	1740	28.7	5.1	1860	174	8			
400 x 200	600 x 199	51.37	396	600	199	7	11	16	421	90	578	86.9	57.4	47743	1450	28.8	5	1591.4	145.7	8			
450 x 200	675 x 200	68.66	450	675	200	9	14	18	464	106	647	117.6	75.9	78005.5	1870	32.2	5	2338.1	187	8			
500 x 200	750 x 200	80.28	500	750	200	10	16	20	515	117	718	140	88.4	113323.5	2140	35.8	4.9	3016.6	214	8			
600 x 200	900 x 200	94.11	600	900	200	11	17	22	618	141	866	168.4	100.4	184005.2	2279.9	42.9	4.8	4102.3	228	8			
588 x 300	900 x 300	136.45	588	900	300	12	20	28	643	128	880	231.1	153.9	286789.2	3019.9	43.2	7.7	6373.1	601.3	8			
400 x 400	600 x 400	162.21	400	600	400	13	21	22	412	94	556	245.5	191.9	157075.6	22399.9	28.6	10.8	5235.9	1120	8			
700 x 300	1050 x 300	165.42	700	1050	300	13	24	28	722	164	1002	282.4	188.61	473691	10709.9	60.11	7.6	7928.4	720	8			
800 x 300	1200 x 300	185.76	800	1200	300	14	26	28	825	188	1148	325.1	209.7	691563.8	11099.8	57.4	7.5	11526.1	780	8			

NOTE: Non standard sizes are available upon request and subject to minimum quantity

(c)

Gambar 2.1 (a) Tabel Baja *Wide Flange* (b) Tabel Baja *Castellated Honeycomb* (c) Tabel Baja *Castellated Cellular*

Data proyek yang dikumpulkan merupakan data rencana pembangunan gudang GIP dari PT. Gozco yang terdiri dari gambar kerja serta rencana beban yang ditanggung bangunan. Denah tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2.



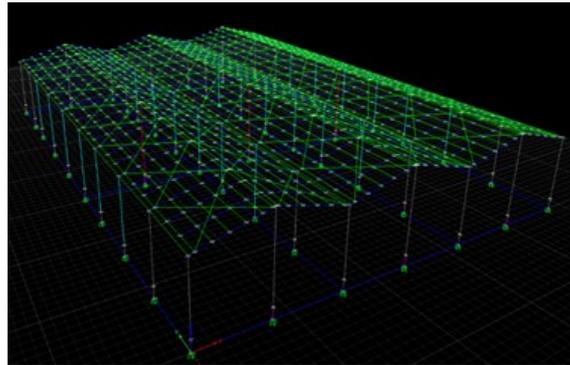
Gambar 2.2 Gambar Denah

Berikut merupakan rencana beban yang didapatkan dari Gozco Land:

1. Beban atap spandek : 5 kg/m²
2. Beban hujan : 28 kg/m²
3. Beban hidup (pekerja): 100 kg/m²
4. Beban mati bangunan
5. Beban angin diabaikan karena hisap, namun nanti akan dicoba hitung berdasarkan PPIUG 1987.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pada data-data yang telah diperoleh, dilakukan permodelan menggunakan program ETABS yang bertujuan untuk menganalisa gaya yang terjadi pada tiap batang baja sehingga nantinya hasil tersebut akan digunakan sebagai acuan untuk perbandingan efisiensi dari baja yang digunakan. Permodelan ETABS tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Permodelan 3D ETABS

Setelah memasukkan beban pada permodelan Etabs, perhitungan ETABS dijalankan sehingga mendapatkan hasil gaya axial, gaya momen dan gaya geser, gaya terbesar dari setiap batang baja dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Gaya maksimal pada batang

Batang	Nu (kg)	Vux (kg)	Vuy (kg)	Mux (kgm)	Muy (kgm)
K1	-14.287,6	-1870	-3,16	5738,29	15,8
K2	-16.620	-3,44	0,55	15,19	5,72
K4	-13756	-2146,7	5,15	6518,65	15,09
RAFTER	21.153,59	-4986,55	2176,84	-9339,12	-553,57

Kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan apakah baja yang digunakan sudah cukup kuat untuk menahan gaya yang dihasilkan dari permodelan ETABS menggunakan rumus yang berlandaskan pada SNI, yaitu:

- a. Kapasitas terhadap momen lentur (SNI 03-1729-2002 tabel 7.5-1)

Sayap

$$\lambda_f = \frac{b}{2t_f} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} \dots\dots\dots (3.2)$$

Badan

$$\lambda_h = \frac{h}{t_w} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan:

- b = panjang sayap baja (mm)
- t_f = tebal sayap baja (mm)
- h = tinggi badan baja (mm)
- t_w = tebal badan baja (mm)
- f_y = tegangan leleh baja (Mpa)

b. *Lateral torsional buckling* (SNI 03-1729-2002 tabel 8.3-2)

$$L_p = 1,76 i_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan:

- i_y = radius girasi arah y (mm)
- E = modulus elastisitas baja (Mpa)
- f_y = tegangan leleh baja (Mpa)

c. Terhadap gaya geser (SNI 03-1729-2002 tabel 8.8-2.a)

$$\frac{H}{t_w} < 1,1 \sqrt{\frac{kn \times E}{f_y}} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$K_n = 5 + 5 / \left(\frac{A}{H}\right)^2 \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan:

- H = tinggi baja (mm)
- t_w = tebal badan baja (mm)
- E = modulus elastisitas baja (Mpa)
- f_y = tegangan leleh baja (Mpa)
- A = tebal sayap baja (mm)

d. Terhadap gaya normal tekan (SNI 03-1729-2002 ps.7.6-2)

$$\lambda_c = \frac{L_k}{\pi \times i} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \dots\dots\dots (3.8)$$

Keterangan:

- L_k = panjang tekuk (mm)
- i = radius girasi (mm)
- E = modulus elastisitas baja (Mpa)
- f_y = tegangan leleh baja (Mpa)

Setelah melakukan perhitungan untuk setiap jenis baja yang digunakan, didapatkan tabel gaya sebagai berikut:

Tabel 3.2 Kontrol beban gaya aksial dan geser pada Baja *Wide Flange*

Batang	Nu (kN)	ϕN_n (kN)	Ket	$V_{ux} + V_{uy}$ (kN)	ϕV_n (kN)	Ket
K1 (WF 300 x 150)	136,21	379,8	Ok	19,072	252,72	Ok
K2 (WF 250 x 125)	115,16	259,29	Ok	0,136	194,4	Ok
K4 (WF 300 x 150)	138,69	379,8	Ok	19,978	252,72	Ok
RAFTER (WF 350 x 175)	113,76	1.363,824	Ok	57,263	317,52	Ok

Tabel 3.3 Kontrol beban gaya momen pada Baja *Wide Flange*

Batang	Mux (kNm)	ϕ Mnx (kNm)	Ket	Muy (kNm)	ϕ Mny (kNm)	Ket
K1 (WF 300 x 150)	55,31	112,768	Ok	0,081	23,1	Ok
K2 (WF 250 x 125)	0,34	76	Ok	0,2605	16,2	Ok
K4 (WF 300 x 150)	58,23	112,768	Ok	0,17	23,1	Ok
RAFTER (WF 350 x 175)	118,73	181,623	Ok	3,61	38,525	Ok

Tabel 3.4 Kontrol beban gaya aksial dan geser pada Baja *Honeycomb*

Batang	Nu (kN)	ϕ Nn (kN)	Ket	Vux +Vuy (kN)	ϕ Vn (kN)	Ket
K1 (HC 375 x 125)	133,59	345,476	Ok	23,596	291,6	Ok
K2 (HC 300 x 100)	155,99	201,4926	Ok	0,033	213,84	Ok
K4 (HC 272 x 124)	128,66	297,434	Ok	27,434	241,056	Ok
RAFTER (HC 450 x 150)	105,04	1.221,048	Ok	54,843	379,08	Ok

Tabel 3.5 Kontrol beban gaya momen pada Baja *Honeycomb*

Batang	Mux (kNm)	ϕ Mnx (kNm)	Ket	Muy (kNm)	ϕ Mny (kNm)	Ket
K1 (HC 375 x 125)	66,30	130,23	Ok	0,127	16,75	Ok
K2 (HC 300 x 100)	0,09	74,412	Ok	0,053	9,621	Ok
K4 (HC 272 x 124)	77,75	112,214	Ok	0,12	14,515	Ok
RAFTER (HC 450 x 150)	103,80	194,1	Ok	2,65	23,76	Ok

Tabel 3.6 Kontrol beban gaya aksial dan geser pada Baja *Cellular*

Batang	Nu (kN)	ϕ Nn (kN)	Ket	Vux +Vuy (kN)	ϕ Vn (kN)	Ket
K1 (CB 375 x 125)	133,59	345,476	Ok	23,596	291,6	Ok
K2 (CB 300 x 100)	155,99	201,4926	Ok	0,033	213,84	Ok
K4 (CB 372 x 124)	128,66	297,434	Ok	27,434	241,056	Ok
RAFTER (CB 450 x 150)	105,04	1.221,048	Ok	54,843	379,08	Ok

Tabel 3.7 Kontrol beban gaya momen pada Baja *Wide Flange*

Batang	Mux (kNm)	ϕ Mnx (kNm)	Ket	Muy (kNm)	ϕ Mny (kNm)	Ket
K1 (CB 375 x 125)	66,30	130,23	Ok	0,127	16,75	Ok
K2 (CB 300 x 100)	0,09	74,412	Ok	0,053	9,621	Ok
K4 (CB 372 x 124)	77,75	112,214	Ok	0,12	14,515	Ok
RAFTER (CB 450 x 150)	103,8	194,1	Ok	2,65	23,76	Ok

Tabel 3.8 Kontrol kapasitas baja terhadap momen lentur berdasarkan kelangsingan

Batang /Jenis	Wide Flange		Honeycomb		Cellular		Ijin	
	Sayap	Badan	Sayap	Badan	Sayap	Badan	Sayap	Badan
	λ_f	λ_h	λ_f	λ_h	λ_f	λ_h	λ_p	λ_p
K1	4,167	39,38	3,472	55,5	3,472	55,5	10,97	108,4
K2	3,472	34,67	3,125	47,63	3,125	47,63		
K4	4,167	39,38	3,875	66,4	3,875	67		
Rafter	3,97	42,857	4,167	62,46	4,167	62,46		

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan maka penulis dapat menarik kesimpulan bahwa perbandingan momen yang terjadi antara *Wide Flange*, *Castellated Honeycomb*, dan *Castellated Celullar* ditinjau dari *rafter* didapatkan untuk momen arah X adalah 181,623 kNm: 194,1 kNm: 194,1 kNm yaitu 0,936 : 1 : 1, dan untuk momen arah Y adalah 38,525 kNm: 23,76 kNm: 23,76 kNm yaitu 1,621:1:1.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan besar gaya geser terbesar yang terjadi pada baja *Wide Flange* adalah 57,263 kN, *Castellated Honeycomb* adalah 54,843 kN, dan *Castellated Celullar* adalah 54,843 kN serta gaya aksial terbesar yang terjadi pada baja *Wide Flange* adalah 138,69 kN, *Castellated Honeycomb* adalah 155,99 kN, dan *Castellated Celullar* adalah 155,99 kN.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya karya ilmiah ini, penulis berterimakasih atas dukungan secara materiel dan non materiel dari pihak-pihak yang sudah berbaik hati membantu penulisan dan penelitian karya tulis ilmiah ini. Maka izinkan penulis menyampaikan terima kasih yang tulus dari hati kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan pimpinan-Nya yang telah penulis terima selama penulisan karya tulis ilmiah ini.
2. Bapak Muhammad Shofwan Donny Cahyono, S.ST., M.T. Ketua Program Studi Teknik Sipil S1, Universitas Widya Kartika serta Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Ir. Reynaldo Pratama Intan, S.T. M.SC. Selaku Dosen Pembimbing II.
4. Seluruh dosen pengajar di Jurusan Teknik Sipil Universitas Widya Kartika.

5. Ibu dan ayah serta saudara terkasih yang sudah mendukung dan rela berkorban banyak demi terselesaikannya karya tulis ilmiah ini.
6. pihak-pihak yang telah membantu namun tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arifi, Eva dan Desy Setyowulan. 2020. *Perencanaan Struktur Baja (Berdasarkan SNI 1729-2020)*. Malang: UB Press.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 03-1729-2002. *Tata cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*. Departemen Pekerjaan Umum: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 2847-2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2020. SNI 1727-2020. *Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain*. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2020. SNI 1729-2020. *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.