STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG FAKULTAS ILMU KOMPUTER BRAWIJAYA MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA BAJA EKSENTRIS TIPE V TERBALIK

Yohanes Prandoxa Waja[1], Sudirman Indra[2], Vega Aditama[3]

[1]*Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang*
Email : bramwaja@gmail.com

ABSTRACT

In this plan, the Faculty of Computer Science building at Brawijaya University is designed using a steel structure with the application of an inverted V-type Eccentrically Braced Frame System. The materials used include Wide Flange steel for columns and beams, and Canal C for the bracing structure, while the structural slab is planned to use conventional concrete. The standards used as a guideline include SNI 1729-2020, SNI 7860-2020, SNI 1727-2020, SNI 1726-2019, SNI 7972-2020, and SNI 8460-2017. The data used consists of design drawings and soil data, which then serve as the basis for the preliminary calculation of structural elements. A 3D structural analysis was conducted using the ETABS 22 software, from which the following dimensions were obtained: column WF 572 x 500 x 50 x 60 mm, beam WF 400 x 300 x 11 x 18 mm and WF 340 x 250 x 9 x 14 mm, with ASTM A572 grade 50 steel specifications.
Keywords : *Steel, Eccentric Bracing*

ABSTRAK

Dalam rencana ini, Gedung Fakultas Ilmu Komputer Brawijaya dirancang menggunakan struktur baja dengan penerapan Sistem Rangka Baja Eksentris Tipe V terbalik. Material yang digunakan meliputi baja Wide Flange untuk kolom dan balok, serta Canal C untuk struktur bracing, sementara pelat struktur direncanakan memakai beton konvensional. Standar yang dijadikan pedoman mencakup SNI 1729-2020, SNI 7860-2020, SNI 1727-2020, SNI 1726-2019, SNI 7972-2020, dan SNI 8460-2017. Data yang digunakan terdiri dari gambar perencanaan dan data tanah, yang kemudian dijadikan dasar untuk perhitungan pendahuluan elemen struktur. Analisis struktur 3D dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS 18, dari mana diperoleh dimensi kolom WF 572 x 500 x 50 x 60 mm, dimensi balok 400 60 mm dan WF 340 x 250 x 9 x 14 mm, dengan spesifikasi baja ASTM A572 grade 50.
Kata kunci : *Baja, Bresing Eksentris*

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, frekuensi dan kekuatan gempa bumi di Indonesia semakin meningkat. Sebagai negara yang berada di jalur Cincin Api Pasifik, ancaman gempa bumi merupakan risiko yang perlu mendapat perhatian serius. Struktur rangka baja merupakan salah satu jenis konstruksi tahan gempa yang memenuhi standar SNI di Indonesia, dan cocok digunakan untuk bangunan bertingkat sebagai upaya menghadapi guncangan gempa.

Dalam bidang konstruksi, baja juga sering digunakan sebagai bahan untuk rel kereta, struktur jembatan, serta konstruksi bangunan bertingkat. Struktur baja merupakan bahan modern yang dapat dijadikan alternatif dalam pembangunan gedung, baik dengan skala kecil maupun besar. Hal ini dikarenakan penggunaan material baja memiliki beberapa keunggulan, salah satunya adalah daktilitas yang tinggi, yaitu kemampuan material untuk meregang, serta kemampuannya menahan beban berat.

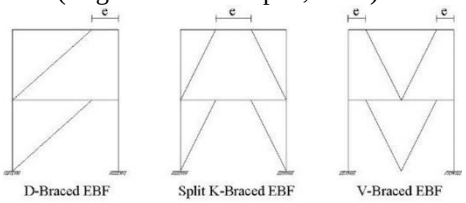
2. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Rangka Bresing Eksentris

Sistem rangka bracing eksentris memiliki bagian khusus pada balok yang disebut link, yang dirancang khusus untuk menyerap energi saat struktur mengalami beban gempa. Sebelumnya, ada dua sistem gaya lateral yaitu SRPM (Sistem Rangka Pemikul Momen) dan SRBK (Sistem Rangka Bracing Konsentris), yang kemudian dikembangkan menjadi SRBE (Sistem Rangka Bracing Eksentris). Sistem ini menggabungkan keunggulan dari kedua sistem sebelumnya, sehingga SRBE memiliki tingkat daktilitas yang lebih tinggi dibandingkan SRBK serta kekakuan yang lebih besar daripada SRPM.

Konsep desain SRBE menetapkan bahwa elemen link dirancang sebagai bagian yang mengalami kerusakan, sementara elemen-elemen lain diharapkan tetap dalam kondisi elastis. Kelelehan pada elemen link dapat terjadi dalam bentuk geser atau lentur, dengan tipe

kelelehan yang sangat bergantung pada panjang link tersebut (Engelhardt dan Popov, 1992).



Gambar 1. Jenis portal
(*Sumber: Seismic Design of Steel Structures, 2001*)

Pembebanan Struktur

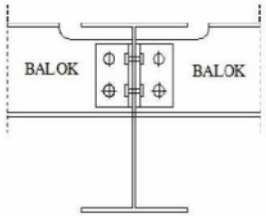
1. Beban mati
   Beban mati merupakan berat total dari semua bahan konstruksi yang terpasang pada sebuah bangunan, termasuk berat atap, plafon, partisi, dinding, lantai, tangga, serta elemen arsitektural dan struktural lainnya, juga mencakup semua peralatan yang terpasang seperti berat keran sesuai dengan standar SNI 1727:2020, pasal 13 ayat 15. Beban ini dihitung sebagai beban permanen yang harus diperhitungkan dalam perencanaan struktur bangunan.
2. Beban hidup
   Beban hidup adalah beban yang ditimbulkan oleh sejumlah faktor seperti penghuni serta penggunaan bangunan atau struktur lainnya, yang tidak termasuk dalam beban konstruksi serta beban lingkungan seperti angin, hujan, banjir, gempa, dan beban mati (SNI 1727:2020, pasal 13 ayat 18). Beban ini mencerminkan beban sementara yang dapat berubah sesuai dengan aktivitas dan fungsi bangunan..
3. Beban Gempa.
   Peninjauan beban gempa dalam perencanaan struktur bangunan dilakukan dengan mengacu pada SNI 1726:2019. Fungsi respons spektrum ditetapkan berdasarkan zona gempa sesuai ketentuan dalam SNI tersebut, serta mempertimbangkan kondisi tanah di lokasi struktur bangunan direncanakan. Pendekatan ini memastikan perencanaan struktur yang tahan gempa sesuai karakteristik gempa dan tanah setempat

Penentuan simpang antar tingkat

a) Simpangan antar tingkat
b) Ketidakberatuan horizontal
c) Ketidakberaturan vertikal

Sambungan balok anak-balok induk

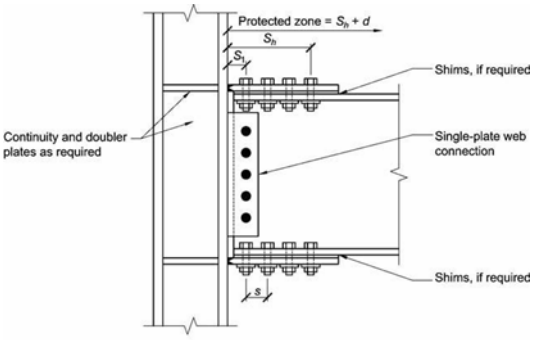
Pelat siku dipasang pada kedua sisi dan disambungkan menggunakan baut sebagai alat pengikat. Selain itu, pelat penyambung juga dapat dilas pada badan profil balok induk, sementara pada badan profil balok anak cukup menggunakan baut untuk penyambungannya.



Gambar 2. Sambungan balok-balok

Sambungan balok-kolom

Tipe sambungan yang digunakan adalah sambungan momen pelat sayap yang menggunakan baut. Dalam sistem ini, pelat dilas pada sayap kolom dan dihubungkan dengan baut ke sayap balok. Sedangkan badan balok disambungkan ke sayap kolom menggunakan pelat geser yang dipasangkan dengan baut berlubang slot pendek.

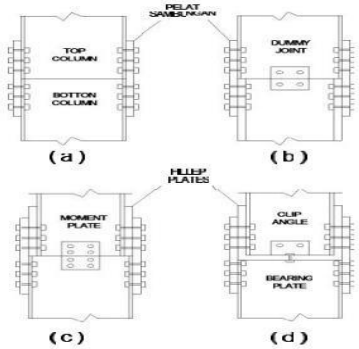


Gambar 3. Sambungan balok-kolom

Sambungan kolom

Pada sambungan kolom, pelat penyambung dipasang baik pada badan profil maupun pada sayap kolom. Penempatan pelat ini berfungsi untuk menghubungkan elemen struktural secara kuat dan stabil, sehingga mendukung kestabilan sambungan pada struktur baja terutama dalam menghadapi beban gempa.

Gambar 4. Macam-macam sambungan kolom

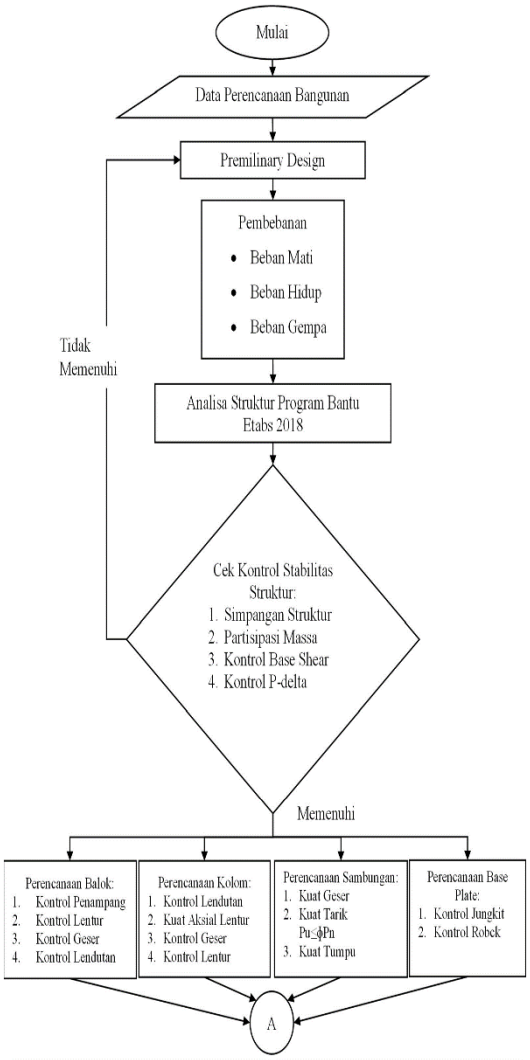


Sambungan bresing

Bresing tidak bisa menerima momen kecuali akibat berat sendiri, sehingga bresing berperilaku sebagai rangka batang yaitu batang tekan atau batang tarik.

Base plate

Base plate harus didesain dengan kapasitas kuat

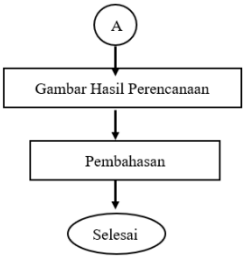


rencana yang lebih besar daripada kapasitas kuat perlu, agar memenuhi persyaratan keamanan dan kinerja struktur. Hal ini bertujuan agar base plate mampu menahan beban yang bekerja tanpa mengalami kegagalan atau kerusakan pada struktur sambungannya.

3. METODOLOGI

Data Perencanaan

1.	Nama Gedung	:	Gedung Fakultas Ilmu Komputer Brawijaya
2.	Lokasi	:	Jl. Veteran Malang
3.	Fungsi Gedung	:	Gedung Kuliah
4.	Struktur Utama	:	Baja
5.	Sistem Struktur	:	Sistem Rangka Bresing Eksentris
6.	Jumla Lantai	:	7 Lantai + Atap
7.	Panjang Bangunan	:	33.5 m
8.	Lebar Bangunan	:	28.8 m
9.	Tinggi Bangunan	:	32.2 m
10.	Atap	:	Dag Beton



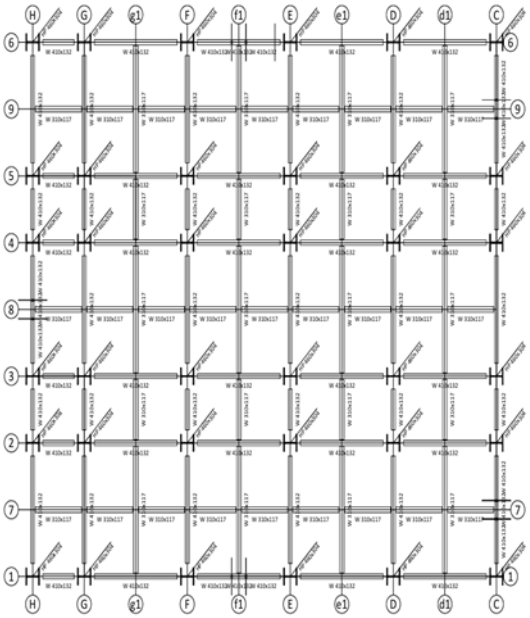
Bagan Alir

Gambar 5. Bagan Alir

4. PEMBAHASAN

Data Perencanaan

Nama Gedung :Gedung Fakultas Ilmu Komputer Brawijaya (Filkom)
Lokasi : Jl.Veteran
Fungsi Gedung : Gedung Kuliah
Jumlah Lantai : 7 Lantai + atap
Panjang Bangunan : 33.5 m
Lebar Bangunan : 28.8 m
Tinggi Bangunan : 32.2 m



Gambar 6. Denah Balok dan Kolom Lt.1

Dalam perencanaan ini, telah dipilih profil baja dengan spesifikasi ASTM A572. Profil ini digunakan untuk balok induk, balok anak, link, bracing, dan kolom dengan dimensi yang telah ditentukan sesuai kebutuhan struktur. Baja ASTM A572 merupakan baja struktural paduan rendah berkekuatan tinggi yang banyak dipakai dalam konstruksi bangunan karena memiliki kekuatan tarik dan ketahanan yang baik.

Dimensi Balok Induk : WF 440 x 300 x 11 x 18
Dimensi Balok Anak : WF 340 x 250 x 9 x 14
Dimensi Link : WF 440 x 300 x 11 x 18
Dimensi Bresing : 2UNP 300x100x 10 x 16
Dimensi Kolom : H 572 x 500 x 50 x 60

Adapun tinggi perlantai Gedung Fakultas Ilmu Komputer Brawijaya Malang ini adalah :

- Basement = 0 m
- Lt 1 = 3 m
- Lt 2 = 4 m
- Lt 3 = 4.m
- Lt 4 = 4 m
- Lt 5 = 4 m
- Lt 6 = 4 m
- Lt 7 = 4 m
- Atap = 4 m

Data Material

Spesifikasi meterial yang digunakan sebagai berikut:
Jenis baja profil = ASTM A572 Grades 50
Tegangan tarik baja (fu) = 450 Mpa
Tegangan leleh baja (fy) = 345 Mpa
Mutu baja tulangan = BjTS 420
Kuat leleh (fyr) = 420 Mpa
Kuat tarik (fts) = 525 Mpa
Mutu shear connector (fy sc)= 350 Mpa
(fu sc) = 450 Mpa
Modulus Elastisitas baja (Es)= 200000 Mpa
Mutu beton (fc) = 30 Mpa
Modulus Elastisitas beton (Ec)= $4700\sqrt{(fc')}$
= 25743 Mpa

Beban Mati dan Beban Mati Tambahan

Untuk perhitungan beban mati menggunakan pedoman peraturan SNI 1727:2020 tentang beban desain minimum untuk bangunan gedung dan struktur lain.

Beban Mati tambahan pada Plat Lantai 8

Berat spesi setebal 2 cm	=	0.02	x	20		=	0.408	kN/m^2
Berat papan Gipsum(10mm)	=	0.10	x	8		=	0.79	kN/m^2
Berat RANGKA Plafond	=	0.48	x	1		=	0.48	kN/m^2
Beban air hujan setebal 5cm	=	0.05	x	10		=	0.5	kN/m^2
Berat instalasi MEP	=	0.19				=	0.19	kN/m^2
Berat waterproofing	=	0.26				=	0.26	kN/m^2
						=	2.628	kN/m^2

Beban Mati tambahan pada Plat Lantai

Berat instalasi MEP	=	0.19				=	0.19	kN/m^2
Berat spesi setebal 2 cm	=	0.02	x	0.2		=	0.02	kN/m^2
Berat Granit (t=10mm)	=	0.01	x	26			0.01	kN/m^2
Berat Plafond	=	0.48				=	0.48	kN/m^2
						=	0.70	kN/m^2

Beban Mati tambahan Pada dinding Bata

ACP 5mm	=	6.7	kg/m2
	=	0.07	kN/m^2
Berat Dinding bata 1/2 batu	=	250	kg/m^2
	=	2.45	kN/m^2

Beban mati akibat dinding pada tiap lantai struktur dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:
Luas kusen (%) = (A kusen)/(A dinding) x 100% Luas dinding (%) = 100% - Luas kusen (%)
q dinding = BJ dinding x h x Luas kusen

Beban Hidup

Beban hidup yang bekerja pada struktur dirujuk sesuai dengan ketentuan dalam SNI 1727-2020, yang mengatur tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung serta struktur lainnya. Standar ini memberikan pedoman dalam memperhitungkan beban hidup yang harus diperhitungkan dalam perencanaan struktur agar aman dan sesuai dengan fungsi penggunaan bangunan.

Tabel 1. Beban hidup

Fungsi ruangan	Beban kN/m2
Atap bukan hunian	0.96
koridor lantai pertama	4.79
koridor di atas lantai pertama	3.83
Ruang Tutorial/praktikum	4.79
Toilet	2.87
Ruang pertemuan	2.87
Ruang lab.Robotika	4.79
Gudang	6
kantor	2.4
studio siar	4.79
Ruang artificial intelegent	4.79
Loby	4.79
Teras	4.79
Pejalan kaki	4.79
Peralatan Komputer	7.18
Garasi/parkir	1.92

Kontrol Perilaku struktur

- Eksentrisitas Rencana

Tabel 1. Perhitungan eksentrisitsa rencana

Lantai	Pusat Massa		Pusat Rotasi		e (Eksentrisitas teoritis)	
	X	Y	X	Y	X	Y
Lantai 1	16.789	14.354	16.364	14.618	0.425	-0.264
Lantai 2	16.667	14.353	16.364	14.618	0.303	-0.265
Lantai 3	18.654	14.452	18.241	14.618	0.413	-0.166
Lantai 4	16.166	14.458	16.364	14.618	-0.198	-0.160
Lantai 5	16.213	14.363	16.364	14.618	-0.151	-0.255
Lantai 6	16.212	14.362	16.364	14.618	-0.152	-0.256
Lantai 7	16.166	14.458	16.364	14.618	-0.198	-0.160
Atap	15.487	14.445	16.364	14.618	-0.877	-0.173

Tabel 3. Eksentrisitas rencana

Lantai	ed = 1,5e + 0,05b		ed = e - 0,05b	
	X	Y	X	Y
Lantai 1	2.07785723	1.0447	-1.014762	-1.70355
Lantai 2	1.89478616	1.0428	-1.136809	-1.7048179
Lantai 3	2.05907664	1.1909	-1.027282	-1.6060632
Lantai 4	1.142919	1.1997	-1.638054	-1.6002125
Lantai 5	1.21321554	1.0569	-1.59119	-1.6954313
Lantai 6	1.21211223	1.0562	-1.591925	-1.6958362
Lantai 7	1.142919	1.1997	-1.638054	-1.6002125
Lantai 8	0.12498396	1.1799	-2.316677	-1.6133778

Tabel 4. Koordinat pusat massa

Lantai	Pusat rotasi		ed = 1,5e + 0,05b		Koordinat pusat massa	
	X	Y	X	Y	Xm'	Ym'
Lantai 1	16.364	14.618	2.0779	1.044675	18.442	15.663
Lantai 2	16.364	14.618	1.8948	1.0427731	18.259	15.661
Lantai 3	18.241	14.618	2.0591	1.1909052	20.300	15.809
Lantai 4	16.364	14.618	1.1429	1.1996813	17.507	15.818
Lantai 5	16.364	14.618	1.2132	1.0568531	17.577	15.675
Lantai 6	16.364	14.618	1.2121	1.0562457	17.576	15.674
Lantai 7	16.364	14.618	1.1429	1.1996813	17.507	15.818
Lantai 8	16.364	14.618	0.125	1.1799333	16.489	15.798

Tabel 5. Koordinat pusat massa

Lantai	Pusat rotasi		ed = e - 0,05b		Koordinat pusat massa	
	X	Y	X	Y	Xm'	Ym'
Lantai 1	16.364	14.618	-1.0148	-1.70355	15.349	12.914
Lantai 2	16.364	14.618	-1.1368	-1.704818	15.227	12.913
Lantai 3	18.241	14.618	-1.0273	-1.606063	17.214	13.012
Lantai 4	16.364	14.618	-1.6381	-1.600212	14.726	13.018
Lantai 5	16.364	14.618	-1.5912	-1.695431	14.773	12.923
Lantai 6	16.364	14.618	-1.5919	-1.695836	14.772	12.922
Lantai 7	16.364	14.618	-1.6381	-1.600212	14.726	13.018
Lantai 8	16.364	14.618	-2.3167	-1.613378	14.047	13.005

- Kontrol Simpangan

Tabel 6. Simpangan akibat gempa statis (RSPX dan RSPY)

Lantai	Elevasi	Statik X (RSPX)		Statik Y (RSPY)	
		X	Y	X	Y
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Atap	31500	0.584	0.583	0.647	0.648
Lantai 7	27500	0.636	0.618	0.366	0.719
Lantai 6	23500	0.672	0.670	0.765	0.765
Lantai 5	19500	0.672	0.671	0.768	0.768
Lantai 4	15500	0.637	0.636	0.373	0.730
Lantai 3	11500	0.567	0.566	0.655	0.656
Lantai 2	7500	0.455	0.454	0.545	0.547
Lantai 1	3500	0.225	0.214	0.169	0.305

Tabel 7. Simpangan arah x

Lantai	hsx	δe	Δ	Δi	Δijin	KET
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	4000	0.584	1.4602	-0.1296	61.538	Memenuhi
Lantai 7	4000	0.636	1.5898	-0.0897	61.538	Memenuhi
Lantai 6	4000	0.672	1.6795	-0.0014	61.538	Memenuhi
Lantai 5	4000	0.672	1.6810	0.0885	61.538	Memenuhi
Lantai 4	4000	0.637	1.5925	0.1737	61.538	Memenuhi
Lantai 3	4000	0.567	1.4187	0.2808	61.538	Memenuhi
Lantai 2	4000	0.455	1.1380	0.5767	61.538	Memenuhi
Lantai 1	3500	0.225	0.5613	0.5613	53.846	Memenuhi

Tabel 8. Simpangan arah y

Lantai	hsx	δe	Δ	Δi	Δijin	KET
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	4000	0.648	1.619	-0.177	61.538	Memenuhi
Lantai 7	4000	0.719	1.796	-0.117	61.538	Memenuhi
Lantai 6	4000	0.765	1.913	-0.006	61.538	Memenuhi
Lantai 5	4000	0.768	1.920	0.095	61.538	Memenuhi
Lantai 4	4000	0.730	1.825	0.185	61.538	Memenuhi
Lantai 3	4000	0.656	1.639	0.271	61.538	Memenuhi
Lantai 2	4000	0.547	1.368	0.605	61.538	Memenuhi
Lantai 1	3500	0.305	0.763	0.763	53.846	Memenuhi

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan pada bab sebelumnya, maka dalam perencanaan struktur bangunan gedung Fakultas Ilmu komputer Brawijaya dapat disimpulkan:

1) Profil baja masing-masing elemen yakni :
   - Untuk balok induk adalah profil WF 440 x 300 x 11 x 18 mm.
   - Untuk balok anak adalah profil WF 340 x 250 x 9 x 14 mm.
   - Untuk kolom adalah profil

H 572 x 500 x 50 x 60 mm.
• Untuk bresing adalah profil
2UNP 300 x 100 x 10 x 16 mm.

2) Balok link yang merupakan elemen sekring daripada struktur, digunakan profil WF 440 x 300 x 11 x 18 mm, dengan panjang : 1000 mm

3) Adapun untuk dimensi pada sambungan struktur yang didapatkan berdasarkan hasil perhitungan pada bab sebelumnya yakni sebagai berikut: Baut yang digunakan adalah 2 mutu baut dengan spesifikasi:

• Mutu baut 1 = A490
Kuat tarik minimum (fub) = 780 Mpa
Tegangan geser baut (fnv) = 579 Mpa
• Mutu baut 2 = A325
Kuat tarik minimum (fub) =620 Mpa
Tegangan geser baut (fnv) = 469 Mpa (ulir di bidang geser).
Sedangkan las pada sambungan, digunakan yakni:
Mutu las = E70XX
FEXX = Mpa

- Sambungan balok induk - balok anak

Digunakan pelat siku dengan dimensi L 80 x 80 x 8
Diameter baut (db) = 7/8 in = 22.23 mm
Jumlah baut (1 sisi) = 6 baut
Jarak baut ke tepi (S1) = 50 mm
Jarak antar baut (S) = 77 mm

- Sambungan bresing Atas

Sambungan badan bresing dengan rincian:
Pelat penyambung = Pelat Buhul
Diameter baut (db) = 7/8 in = 22.23 mm
Jumlah baut = 6 baut
Jarak baut ke tepi (S1) = 50 mm
Jarak antar baut (S) = 80 mm
Mutu las = E7015
Tebal las rencana (a) = 10 mm

- Sambungan bresing bawah

Sambungan badan bresing dengan rincian:
Pelat penyambung = Pelat Buhul
Diameter baut (db) = 7/8 in = 22.23 mm
Jumlah baut = 6 baut
Jarak baut ke tepi (S1) = 80 mm
Jarak antar baut (S) = 100 mm
Mutu las - E7015
Tebal las rencana (a) - 10 mm

- Sambungan balok induk-kolom

Sambungan badan balok pada kolom dengan rincian:
Pelat penyambung = PL 35 x 330 mm
Diameter baut (db) = 1 3/8 in - 34.93 mm
Jumlah baut = 8 baut
Jarak baut ke tepi (S1) = 40 mm
Jarak antar baut (S) = 140 mm
Mutu las = E7015
Tebal las rencana (a) = 10 mm

- Sambungan Kolom

Sambungan antar sayap kolom yakni:
Pelat penyambung = PL 30 x 430 mm
Diameter baut (db) = 7/8 in = 22.23 mm
Jumlah baut = 16 baut
Jarak baut ke tepi (S1) = 50 mm
Jarak antar baut (S) = 100 mm

- Base Plate menggunakan ukuran 650x650

Dengan ketebalan = 25 mm
Angkur yang digunakan = 9 angkur
Diameter angur = 7/8 in 22.23 mm
Panjang angkur = 800 mm

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, AISC (2005). Steel Construction. *American Institute of Steel Construction.*

Anonim, SNI 1729:2020 (2020). Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. *Badan Standardisasi Nasional, 289.*

Anonim, SNI 1727:2020: Beban Besain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. *Badan Standar Nasional Indonesia, 8.*

Anonim, SNI 1726:2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung, *Badan Standardisasi Nasional 8, 254.*

Anonim, SNI 1729:2020 (2020). Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural., *Badan Standardisasi Nasional. 8.*

Ghifari,R,M. (2020). Studi Perencanaan Bangunan Gedung Dengan Konstruksi Baja Menggunakan Sistem Baja Bressing Eksentris. *https://eprints.itn.ac.id/view/divisions/SIPS/.*

Kriswahyudi, B.(2023).Studi Alternatif Struktrur Baja Pada Gedung Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang Dengan Sistem Bresing Konsentris Tipe V Terbalik. *https://eprints.itn.ac.id/view/divisions/SIPS/.*

Rohmah, N. (2024). Studi Alternatif Perencanaan Srtuktur Baja Pada Gedung KDP Universitas Brawijaya Kota Malang.

Wikan, Akbar T (2023). Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Gedung Apartemen Student Custel Yogyakarta Menggunakan Sistem Rangka Baja Bresing Eksenteris. *https://eprints.itn.ac.id/view/divisions/SIPS/.*