

ANALISIS PERBANDINGAN STRUKTUR BAJA DAN STRUKTUR BETON AKIBAT GEMPA KUAT (STUDI KASUS GEDUNG HOTEL FAME JAYAPURA)

Ardi Azis Sila¹, Adri Raidyarto²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sistem Informasi, Universitas Yapis Papua
Jl. DR. Sam Ratulangi No. 11 Dok V Atas, Tlp (0967) 534012, 550355, Jayapura-Papua
¹ardi.azis.sila@gmail.com, ²adri.raidyarto@gmail.com

ABSTRAK

Bangunan bertingkat tinggi rentan terhadap gaya lateral seperti beban gempa dikarenakan beban tersebut bersifat horizontal dengan arah yang tidak menentu, sehingga harus dirancang untuk dapat menahan beban lateral tersebut. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan ketahanan struktur beton dan struktur baja dengan *bracing* terhadap beban gempa (studi kasus pada bangunan Fame Hotel Jayapura). Penelitian ini menggunakan *software* SAP 2000 sebagai bantuan pada pemodelan struktur dan pembebanan yang berpedoman pada peraturan SNI 1726-2012 tentang pedoman tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Dari hasil analisis didapatkan periode getar struktur baja sebesar 2,89 detik, sedangkan periode getar struktur beton adalah sebesar 1,39 detik. Perbandingan *base shear* pada masing-masing arah X sebesar 205.540 kg serta arah Y sebesar 114.465,29 kg untuk struktur baja dan arah X sebesar 2.495.282 kg dan arah Y sebesar 2.327.479 kg untuk struktur beton. Dan hasil *joint displacement* struktur baja pada arah X (0.032 m) dan arah Y (0.050 m), sedangkan pada sistem struktur beton pada arah X (0.200 m) dan arah Y (0.274 m). Dari analisis simpangan (*displacement*) menunjukkan bahwa struktur baja dengan tambahan *bracing* lebih efektif dalam menahan beban lateral seperti gempa dibandingkan dengan struktur beton dengan tambahan *shear wall* karena menghasilkan nilai simpangan yang lebih kecil.

Kata Kunci: Struktur Baja, Struktur Beton, Beban Gempa.

PENDAHULUAN

Sebagian besar bangunan gedung di Indonesia merupakan struktur rangka beton bertulang (SRBB), dimana komponen strukturnya telah mengalami deformasi dan retak akibat beban yang bekerja. Adanya faktor seperti kesalahan desain, pelaksanaan konstruksi tidak sesuai rencana, perubahan fungsi bangunan dan revisi peraturan gempa, memberikan dampak tidak baik dan menyebabkan bangunan tersebut cenderung mengalami tegangan berlebih apabila dianalisis kembali, sehingga perlu dilakukan perkuatan. Baja memiliki beberapa kelebihan dibandingkan beton salah satunya adalah baja memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan dengan beton yang lebih berat namun kekurangan baja adalah perlu perlakuan khusus pada saat instalasi dan factor safety yang lebih tinggi. Dalam penelitian ini peneliti tertarik melakukan perbandingan ketahanan struktur beton dengan *shear wall* berbentuk I dan struktur baja dengan menggunakan *bracing* terhadap beban gempa (studi kasus pada bangunan Fame Hotel Jayapura) untuk mengetahui jenis struktur mana yang lebih efektif.

LANDASAN TEORI

Baja

Baja adalah logam paduan dengan besi (Fe) sebagai unsur dasar dan karbon (C) sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2 % hingga 2,1 % berat sesuai grade-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur pengerasan pada kisi kristal atom besi.

Material baja unggul jika ditinjau dari segi kekuatan, kekakuan dan daktilitasnya. Tinjauan dari segi kekuatan, kekakuan dan daktilitas sangat cocok dipakai mengevaluasi struktur yang diberi pembebanan. Tetapi perlu diingat bahwa selain kondisi tadi akan ada pengaruh lingkungan yang mempengaruhi kelangsungan hidup struktur bangunannya. Kelebihan material baja dibandingkan material beton atau kayu adalah karena buatan pabrik, yang tentunya mempunyai kontrol mutu yang baik.

Di Indonesia tenaga ahli konstruksi baja (*hot-rolled*) relatif banyak karena materinya dijadikan materi perkuliahan di perguruan tinggi. Adapun peraturan baja ringan SNI 7971:2013 adalah yang pertama kali diterbitkan di Indonesia, dan belum menjadi kurikulum wajib di perguruan tinggi.

Struktur Baja *Hot-Rolled* atau *Cold-Formed*

Struktur baja yang dipakai pada dasarnya dapat dibagi menjadi dua kelompok berbeda. Pertama adalah struktur baja konvensional, yang dijumpai pada konstruksi besar, seperti gedung tinggi, jembatan atau tower dan sebagainya. Kelompok ini memakai profil baja yang disebut baja *hot-rolled* atau canai panas.

Kelompok kedua adalah yang sering dikenal sebagai struktur baja ringan, yang umum digunakan pada konstruksi ringan, rumah atau rak penyimpanan, disebut juga baja *cold-formed* atau baja canai dingin. Karakter keduanya berbeda, juga asosiasi profesi yang menerbitkan peraturan keduanya juga berbeda.

Struktur Portal Bresing (*Braced Frame*)

Bracing atau pengaku merupakan elemen struktur penahan gaya lateral. Elemen ini berupa batang yang dipasang pada portal struktur. Karakteristik dari elemen ini adalah dominasi aksial yang terjadi ketika gaya lateral terjadi. Di mana pada saat gempa terjadi, gaya lateral yang diterima oleh struktur akan diteruskan pada elemen bracing ini sebagai gaya-gaya aksial.

Beton

Beton yang biasa di ketahui adalah sebuah bahan penyusun struktur bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat, air, dan pengikat semen. Bentuk paling umum biasanya adalah beton semen Portland, yang terdiri dari campuran agregat mineral (biasanya kerikil atau batu pecah dan pasir), semen, dan air.

Biasanya dipercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan peletakan. Sebenarnya, beton tidak menjadi padat karena air menguap, tetapi semen berhidrasi, mengesem komponen lainnya bersama dan akhirnya membentuk material seperti-batu. Beton digunakan untuk membuat bangunan perumahan, bangunan kesehatan, bangunan/prasarana pemerintahan.

METODE PENELITIAN

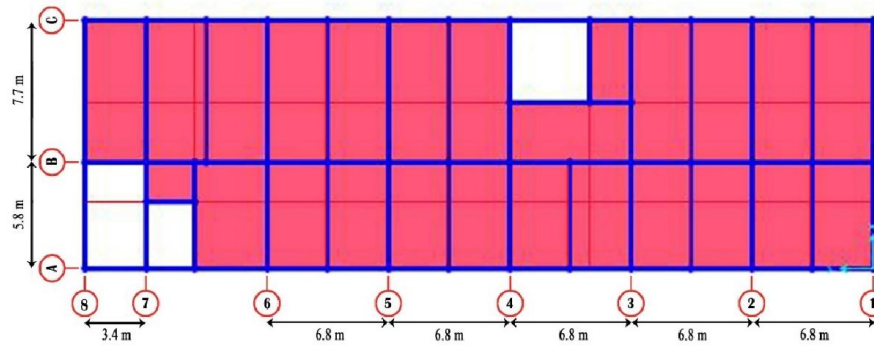
Lokasi Penelitian

Secara geografis letak proyek pembangunan Gedung Fame Hotel Jayapura berlokasi di Jl. Dr. Soetomo Jayapura. Terletak pada koordinat: 2° 32' 40"S 140° 42' 05"E dengan rincian sebagai berikut:

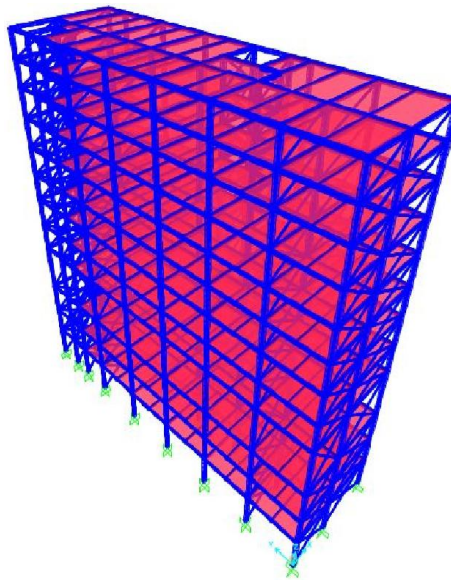
Sebelah Utara: Gedung Sagu Indah Plaza
Sebelah Timur: Gedung Bank Mandiri Kanwil 12 Jayapura
Sebelah Barat: Masjid Raya Baiturahim Jayapura
Sebelah Selatan: Toko Emas Benteng Jayapura

Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur dengan SAP2000 dibuat dalam bentuk 3D seperti di tunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Denah Hotel Fame Jayapura



Gambar 2. Perspektif Bangunan Hotel Fame Jayapura

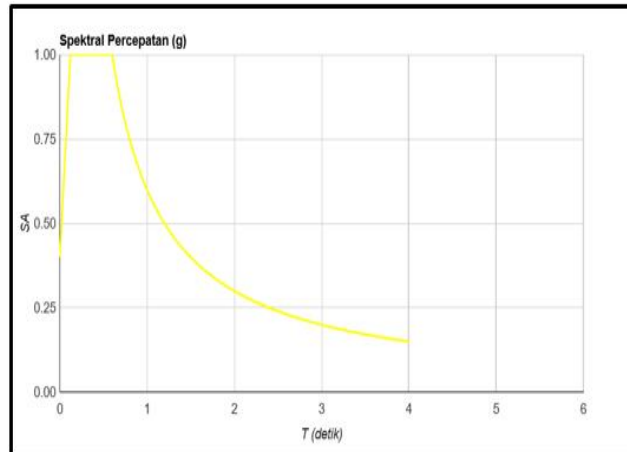
Pembebanan Struktur

Perencanaan pembebanan dimaksudkan untuk memberikan pedoman dalam menentukan beban-beban yang bekerja pada bangunan. Secara umum, beban direncanakan sesuai Pedoman SNI 1726-2012 tentang Pedoman Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.

Tabel 1. Parameter Respon Spektrum Gempa Rencana SNI 03-1726-2012

Kelas situs	Parameter respons spectral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada periode				
	$S_g \leq 0,25$	$S_g = 0,5$	$S_g = 0,75$	$S_g = 1,0$	$S_g \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS^b				

Sumber : SNI 03-1726-2012



Sumber : Puskim.Pu.go.id

Gambar 3. Grafik Respon Spektrum Jayapura

Kriteria yang digunakan:

Kelas Situs = SD (tanah sedang)

$S_s = 1$

$S_1 = 0.6$

$F_a = 1$

$F_v = 1.5$

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Tinjauan Umum

Analisis struktur konstruksi gedung ini dilakukan dengan menggunakan permodelan struktur 3D dengan menggunakan software SAP 2000. Dari hasil analisis struktur akan diperoleh perbandingan besar perpindahan (*joint displacement*) struktur gedung, gaya geser dasar struktur gedung (*Base Shear*), dan besar periode getar struktur bangunan Fame Hotel Jayapura antara menggunakan struktur beton dan baja.

Data Struktur Bangunan

Untuk melakukan analisis struktur, parameter-parameter yang digunakan adalah data teknis bangunan gedung yang di dapatkan dari konsultan perencana dan data profil baja sebagai bahan penyusun struktur yang akan dibandingkan sebagai berikut:

1. Jenis Struktur : Beton dan Baja.
2. Mutu Beton : Kolom = K-350 ($f'c = 34,34$), Balok = K-350 ($f'c = 34,34$), Pelat Lantai = K-350 ($f'c = 34,34$), dan Mutu Baja Tulangan : f_y 390 MPa.
3. Baja profil WF atau Profil I : dengan kekuatan material pada Kolom = Tegangan tarik (f_u) = 410 MPa, tegangan leleh (f_y) = 250 MPa dan modulus elastisitas (E_s) = 200.000 MPa, Balok, plat lantai dan bresing = Tegangan tarik (f_u) = 340 MPa, tegangan leleh (f_y) = 210 MPa dan modulus elastisitas (E_s) = 200.000 MPa
4. Jumlah Lantai : 12.
5. Tinggi gedung : 43,85 m.

Dari data perencanaan diatas, didapatkan dimensi penampang kolom, balok, dan pelat lantai untuk struktur beton dan struktur baja dapat dilihat pada tabel 2, tabel 3, tabel 4, tabel 5, table 6, dan tabel 7

Tabel 2. Dimensi Kolom Konfigurasi Sistem Struktur Beton

No	Kolom (lantai bangunan)	Dimensi Penampang	
		b (mm)	h (mm)
Lantai 1			
K1		500	1200
K2		300	1000
Lantai 2			
K1		500	1200
K2		300	1000
Lantai 3			
K1		500	1200
K2		300	1000
Lantai 4			
K1		500	1200
K2		300	1000
Lantai 5			
K1		500	1200
K2		300	1000
Lantai 6			
K1		500	1200
K2		300	1000
Lantai 7			
K1		500	1200
K2		300	1000
Lantai 8			
K1		500	1200
K2		300	1000
Lantai 9			
K1		500	1200
K2		300	1000
Lantai 10			
K1		500	1200
K2		300	1000
Lantai 11			
K1		500	1200
K2		300	1000
Lantai 12			
K1		500	1200
K2		300	1000

Tabel 3. Dimensi Kolom Konfigurasi Sistem Struktur Baja

Kolom (lantai bangunan)	Dimensi Penampang			
	h (mm)	b (mm)	t1 (mm)	t2 (mm)
Lt. 1	400	400	13	21
Lt. 2	400	400	13	21
Lt. 3	400	400	13	21
Lt. 4	400	400	13	21
Lt. 5	400	400	13	21
Lt. 6	400	400	13	21
Lt. 7	400	400	13	21
Lt. 8	400	400	13	21
Lt. 9	400	400	13	21
Lt. 10	400	400	13	21
Lt. 11	400	400	13	21
Lt. 12	400	400	13	21

Tabel 4. Dimensi Balok Konfigurasi Sistem Struktur Beton

Balok (lantai bangunan)	Dimensi Penampang	
	b (mm)	h (mm)
B1	250	500
B2	250	600
B3	300	600
B4	350	700

Balok (lantai bangunan)	Dimensi Penampang	
	b (mm)	h (mm)
B5	400	750
Lantai 2		
B1	250	500
B2	250	600
B3	300	600
B6	400	700
B5	400	750
Lantai 3		
B1	250	500
B2	250	600
B3	300	600
B4	350	700
B6	400	700
B5	400	750
B7	500	800
Lantai 4		
B3	300	600
B8	300	700
B4	350	700
B6	400	700
B5	400	750
B9	400	800
B10	500	900
Lantai 5		
B1	250	500
B2	250	600
B3	300	600
B4	350	700
B5	400	750
Lantai 6		
B1	250	500
B2	250	600
B3	300	600
B4	350	700
B5	400	750
Lantai 7		
B1	250	500
B2	250	600
B3	300	600
B4	350	700
B5	400	750
Lantai 8		
B1	250	500
B2	250	600
B3	300	600
B4	350	700
B5	400	750
Lantai 9		
B1	250	500
B2	250	600
B3	300	600
B4	350	700
B5	400	750
Lantai 10		
B1	250	500
B2	250	600
B3	300	600
B4	350	700
B5	400	750
Lantai 11		
B1	250	500
B2	250	600
B3	300	600
B4	350	700
B5	400	750
Lantai 12		

Balok (lantai bangunan)	Dimensi Penampang	
	b (mm)	h (mm)
B1	250	500
B2	250	600
B3	300	600
B4	350	700
B5	400	750

Tabel 5. Dimensi Balok Konfigurasi sistem struktur baja

No	Balok (lantai bangunan)	Dimensi Penampang							
		Balok Utama				Balok Anak			
		h (mm)	b (mm)	t1 (mm)	t2 (mm)	h (mm)	b (mm)	t1 (mm)	t2 (mm)
1	Lt. 1	350	175	7	11	200	100	5	8
2	Lt. 2	350	175	7	11	200	100	5	8
3	Lt. 3	350	175	7	11	200	100	5	8
4	Lt. 4	350	175	7	11	200	100	5	8
5	Lt. 5	350	175	7	11	200	100	5	8
6	Lt. 6	350	175	7	11	200	100	5	8
7	Lt. 7	350	175	7	11	200	100	5	8
8	Lt. 8	350	175	7	11	200	100	5	8
9	Lt. 9	350	175	7	11	200	100	5	8
10	Lt. 10	350	175	7	11	200	100	5	8
11	Lt. 11	350	175	7	11	200	100	5	8
12	Lt. 12	350	175	7	11	200	100	5	8

Tabel 6. Dimensi Pelat Lantai Konfigurasi Sistem Struktur Beton dan Baja

Pelat lantai (struktur beton)		Pelat lantai/Bondek(struktur baja)	
Lt. bangunan	Dimensi (cm)	Lt. bangunan	Dimensi (cm)
Lt. 01	13	Lt. 01	10
Lt. 02	13	Lt. 02	10
Lt. 03	13	Lt. 03	10
Lt. 04	13	Lt. 04	10
Lt. 05	13	Lt. 05	10
Lt. 06	13	Lt. 06	10
Lt. 06	13	Lt. 06	10
Lt. 07	13	Lt. 07	10
Lt. 08	13	Lt. 08	10
Lt. 09	13	Lt. 09	10
Lt. 10	13	Lt. 10	10
Lt. 11	13	Lt. 11	10
Lt. 12	13	Lt. 12	10

Tabel 7. Dimensi Bresing vertical X konfigurasi sistem struktur baja

Bresing Vertikal X (lantai bangunan)	Dimensi Penampang			
	h (mm)	b (mm)	t1 (mm)	t2 (mm)
Lt. 1	148	100	6	9
Lt. 2	148	100	6	9
Lt. 3	148	100	6	9
Lt. 4	148	100	6	9
Lt. 5	148	100	6	9
Lt. 6	148	100	6	9
Lt. 7	148	100	6	9
Lt. 8	148	100	6	9
Lt. 9	148	100	6	9
Lt. 10	148	100	6	9
Lt. 11	148	100	6	9
Lt. 12	148	100	6	9

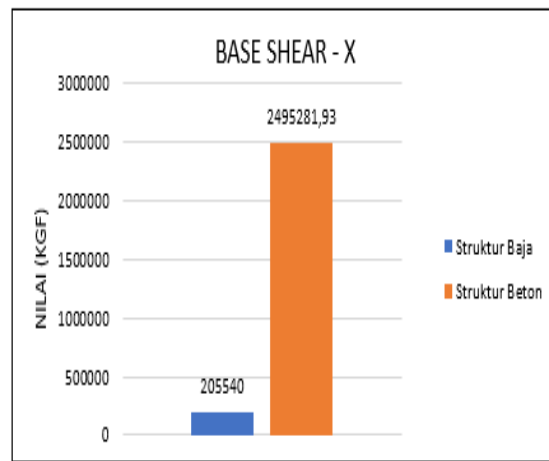
Pemilihan dimensi dari strutur baja didasarkan pada analisis yang dilakukan secara otomatis pada program SAP2000 sehingga rasio kekuatan struktur sudah diperhitungkan oleh program.

Perbandingan Base Shear

Perbandingan *base shear* yang pada gedung Fame Hotel Jayapura ditinjau dari nilai yang paling kecil, antara struktur gedung yang menggunakan baja dan beton.

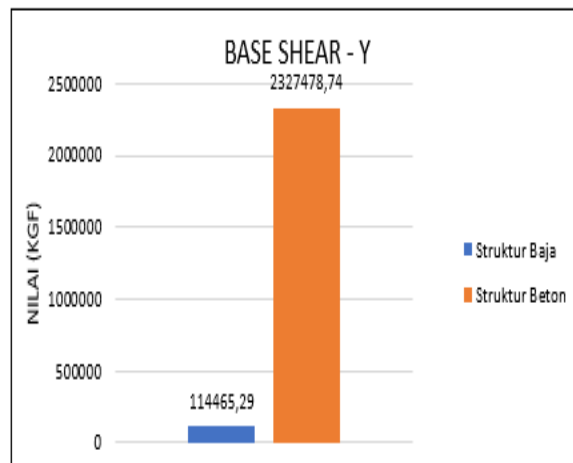
Tabel 8. Perbandingan Hasil analisis Base Shear antara Struktur dengan Menggunakan Baja dan Beton

Konfigurasi Struktur	F _x (kgf)	F _y (kgf)
Dengan Baja	205540	114465.29
Dengan Beton	2495282	2327479



Sumber: Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4. Perbandingan Gaya Geser Dasar atau *Base Shear* Arah X Menggunakan Baja dan Beton

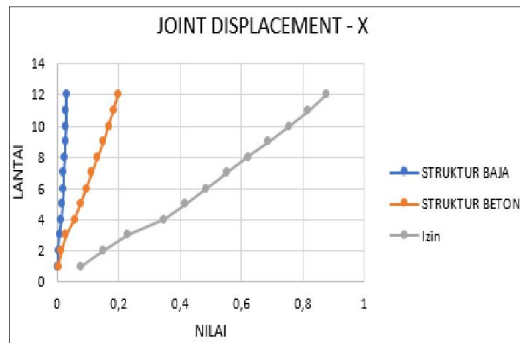


Sumber: Hasil Perhitungan 2019

Gambar 5. Perbandingan Gaya Geser Dasar atau *Baseshear* Arah Y Menggunakan Baja dan Beton

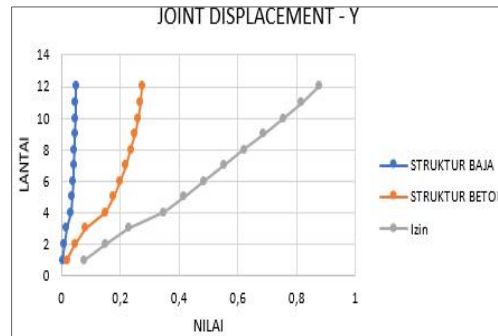
Perbandingan Joint Displacement

Adapun perbandingan *joint displacement* ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Sumber: Hasil Analisis SAP 2000 2019

Gambar 6. Grafik Perbandingan Perpindahan Arah X Gedung Fame Hotel Jayapura Menggunakan Struktur Baja dan Beton



Sumber: Hasil Analisis SAP 2000 2019

Gambar 7. Grafik Perbandingan Perpindahan Arah Y Gedung Fame Hotel Jayapura Menggunakan Struktur Baja dan Beton

Matriks Hasil Penelitian

Adapun matriks hasil penelitian ditunjukkan dalam tabel 9 di bawah ini:

Tabel 9. Matriks hasil penelitian

Sistem Struktur dengan Baja	Sistem Struktur dengan Beton
Hasil Analisis Nilai Periode Getar = 2.89 detik.	Hasil Analisis Nilai Periode Getar = 1.39 detik.
Nilai Base Shear F_x = 205540 kgf F_y = 114465.29 kgf	Nilai Base Shear F_x = 2495282 kgf F_y = 2327478 kgf
Hasil Analisis Nilai Joint Displacement arah x (0.032 m) dan arah y (0.050 m)	Hasil Analisis Nilai Joint Displacement arah x (0.200 m) dan arah y (0.274 m)
Lebih baik Dalam Meredam Gaya Lateral Pada Arah x dan y.	Baik dalam Meredam Gaya Lateral Pada Arah x dan y.

Sumber: Hasil Perhitungan 2019

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisis struktur bangunan Hotel Fame Jayapura disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Periode getar struktur didapatkan periode getar struktur dengan menggunakan Baja sebesar **2,89 detik**. Dan periode getar struktur beton sebesar **1,39 detik**. Hal ini disebabkan oleh rasio kekakuan dan massa struktur beton jauh lebih besar dibanding kekakuannya, sedangkan pada struktur baja memiliki massa yang lebih kecil.
2. Gaya geser dasar (*baseshear*) pada struktur baja di dapatkan arah X sebesar **205.540 kg** dan arah Y sebesar **114.465,29 kg**. Nilai tersebut jauh lebih kecil dari pada struktur beton yang didapatkan nilai pada arah X sebesar **2.495.282 kg** dan arah Y sebesar **2.327.478 kg**. Hal ini karena massa tiap lantai dari beton jauh lebih besar daripada massa tiap lantai menggunakan baja.
3. *Joint displacement* pada struktur baja lebih kecil dengan nilai dari arah X (**0.032 m**) dan arah Y (**0.050 m**) dibandingkan yang terjadi pada struktur beton dengan nilai pada arah X (**0.200 m**) dan arah Y (**0.274 m**). hal tersebut menunjukkan bahwa struktur baja menggunakan *bracing* lebih efektif dalam menahan gaya lateral dibanding struktur beton dengan *shear wall*.
4. Hasil analisis secara keseluruhan menunjukkan bahwa sistem struktur baja lebih efektif dalam meredam gaya lateral pada struktur, dikarenakan bahan material baja yang ringan dan lebih daktail dibanding beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyanto, 2018. Perencanaan Gedung Tahan Gempa dengan Dinding Geser Berbentuk I. Uniyap Purwono, Rachmat. 2010. Perencanaan Struktur Tahan Gempa. ITS Press.Jakarta.
- SNI 03-1762-2012 "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung"
- Badan Standarisasi Nasional 2002, Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1729-2002.
- Putri, Prima Yane. 2007. Analisis dan Desain Struktur Rangka dengan SAP2000 Versi Student. Padang: UNP Press.
- SNI 2847-2013 "Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung"