



Penambahan Elemen Bracing Pada Struktur Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri (RSPTN) UNSRAT Menurut SNI-1726:2019

Feeondlee N. Seroy^{#a}, Reky S. Windah^{#b}, Steenie E. Wallah^{#c}, Marthin D. J. Sumajouw^{#d}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^anolviseroy2001@gmail.com, ^breky_windah@yahoo.com, ^cwsteenie@yahoo.com, ^ddody_sumajouw@yahoo.com

Abstrak

Analisis terhadap beban gempa dengan analisis dinamik pada struktur menggunakan metode Analisa Ragam Respons Spektrum serta bantuan dari program aplikasi SAP2000 dengan menginput kombinasi pembebangan gempa. Displacement struktur akibat dari gaya lateral gempa, pergoyangan yang terjadi masih dipenuhi persyaratan, meskipun memiliki sedikit perkuatan pada struktur plat dan balok akibat adanya pembebangan pada plat. Untuk hasil ketidakberaturan elemen pengaku portal (Bracing) pada arah X dan Y bentuk Inverted V Bracing, nilai untuk Ketidakberaturan Horizontal tipe 1a pada lantai 3 dengan nilai torsinya sebesar 1,073, pada lantai 4 sebesar 1,072 dan pada lantai 5 sebesar 1,070, sehingga sudah tidak mengalami Ketidakberaturan Horizontal pada masing-masing lantai tersebut. Hasil dari Ketidakberaturan Horizontal tipe 1b atau Ketidakberaturan Torsi Berlebih pada arah X setelah ditambah elemen pengaku portal, nilai torsi-nya menjadi 1,078. Sehingga, struktur tersebut telah dinyatakan aman karena nilai Ketidakberaturan Horizontal tipe 1b sudah dibawah syarat keamanan ketidakberaturan yaitu ($\delta_{Max} < 1,2 \delta_{Avg}$) berdasarkan aturan dari SNI-1726:2019.

Kata kunci: analisis struktur, respons spektrum, displacement, ketidakberaturan, SAP2000

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Gedung Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Sam Ratulangi Manado, Sulawesi Utara, telah direncanakan dan dimulai pembangunan strukturnya pada tahun 2012 hingga 2014, dari periode 2014 hingga 2021, struktur bangunan yang sudah sebagian terbangun belum ada kelanjutannya. Untuk meningkatkan kekakuan lateral dan menyeimbangi ketidakberaturan horizontal, salah satu solusi-nya yaitu dengan menggunakan Braced Frames Element (Elemen Pengaku Portal). Penggunaan atau penambahan elemen pengaku portal pada struktur portal bertingkat banyak, selain akan meningkatkan kekakuan lateral juga bisa menambah bentuk artistik pada struktur. Bentuk dari Braced Frames Element yang digunakan yaitu Chevron Bracing atau Inverted-V Bracing. Pada desain bracing bentuk Chevron, panjang batang bracing akan menjadi pendek karena akan memiliki tumpuan ditengah balok. Alasan dalam penggunaan Chevron Bracing ini, karena bracing ini mampu menahan beban vertikal dan lateral, mampu mengurangi deformasi dari lentur balok serta mampu memperkuat struktur dengan nilai simpangan (Displacement) yang lebih kecil.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, ditemukan berbagai rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menganalisis suatu struktur portal bertingkat akibat peningkatan kekakuan lateral dalam penambahan elemen struktur (*Bracing Frames Element*) pada gedung Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Unsrat?

2. Bagaimana pengembangan dalam analisis struktur menggunakan program SAP2000 guna menambah efisiensi perhitungan struktur RSPTN Unsrat blok A?
3. Bagaimana analisis struktur bangunan Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Unsrat dalam penggunaan peraturan terbaru SNI-1726:2019?

1.3 Batasan Masalah

- a. Analisa struktur yang akan dianalisis memakai bantuan *software*.
- b. Ketidakberaturan yang akan dievaluasi yaitu ketidakberaturan torsi/torsi berlebih.
- c. Bangunan struktur yang diteliti yaitu gedung RSPTN Universitas Sam Ratulangi.
- d. Bangunan yang akan diteliti hanya terletak pada blok A dengan 7 lantai pada gedung RSPTN Universitas Sam Ratulangi.
- e. Pengambilan material dan data struktur berdasarkan laporan/gambar yang sudah ada.
- f. Peraturan yang digunakan untuk menganalisis beban gempa adalah SNI 1726:2019 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung.
- g. Peraturan pembebaran gedung yang dipakai yaitu SNI-1727:2020 mengenai Beban Minimum untuk Perancangan Struktur dan Gedung.
- h. Struktur adalah gedung beton bertulang yang dilatasi oleh 3 blok gedung.
- i. Struktur akan dianalisa memakai analisis Ragam Respon Spektrum.
- j. Nilai S_s dan S_1 , bisa diakses melalui website <https://puskim.pu.go.id> agar mendapat hasil yang lebih baik.
- k. Studi yang hanya melihat komponen struktur dan tidak melihat desain bangunan model sambungan besi maupun beton dianggap tersambung sempurna, tidak melakukan desain sambungan hanya kepentingan analisa struktur S_1
- l. Profil dimensi dari struktur telah terinput dalam program SAP2000

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

- a. Mengetahui perkuatan struktur dari penambahan elemen pengaku portal struktur bentuk (Chevron Bracing) terhadap bangunan Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Sam Ratulangi di blok A.
- b. Mengetahui hasil dari analisa struktur bangunan yang berdasarkan SNI-1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung.

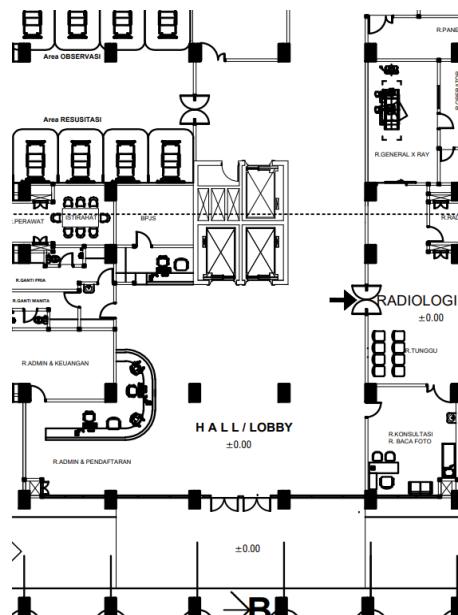
1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain, adalah untuk mengetahui bagaimana keamanan struktur bangunan yang ada setelah dilakukan penambahan elemen struktur dengan penyesuaian aturan SNI-1726:2019 dan untuk menambah ilmu pengetahuan agar bisa menjadi suatu alternatif dalam analisis struktur gedung bertingkat tahan gempa.

2. Metode

2.1 Lokasi Penelitian

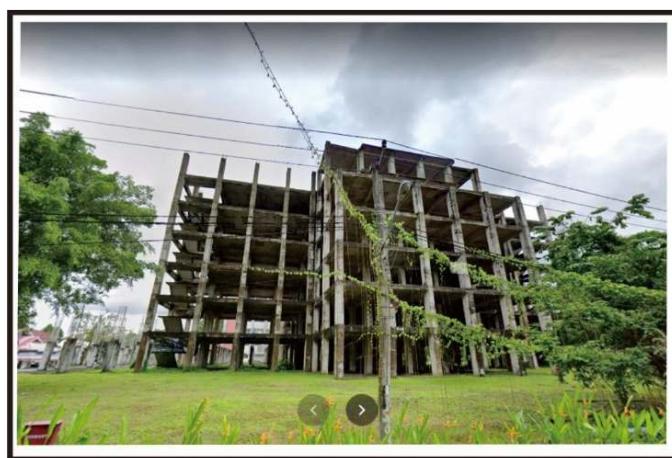
Lokasi dari objek penelitian struktur bangunan Gedung Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Unsrat terletak di kompleks kampus Universitas Sam Ratulangi, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara.



Gambar 1. Denah Gedung RSPTN

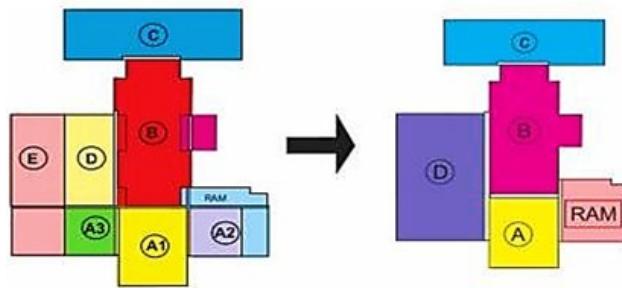


Gambar 2. Tampak Atas Gedung RSPTN



Gambar 3. Tampak Depan Gedung RSPTN Blok A

2.2 Data Bangunan



Gambar 4. Pembagian Blok Struktur RSPTN Unsrat

2.3 Data Elemen Struktur Bangunan

Pada desain bracing bentuk Inverted V, panjang batang bracing akan menjadi pendek karena akan memiliki tumpuan ditengah balok. Tumpuan ini akan mengurangi deformasi lentur balok, sehingga dimensi balok akan menjadi lebih kecil.

- Mutu Beton Plat

Pelat lantai terbagi atas 3 tipe plat yang digunakan, yaitu:

Pelat lantai tipe A : Tebal = 14 cm dan Panjang bentang X = 4,8 m dan Y = 4,8 m.

Pelat lantai tipe B : Tebal = 14 cm dan Panjang bentang X = 4,8 m dan Y = 7,8 m.

Pelat lantai tipe C : Tebal = 14 cm dan Panjang bentang X = 4,8 m dan Y = 6,0 m.

Pelat arah X dan Y pada tipe A, B dan C = Ø12 mm.

- Mutu Beton Balok

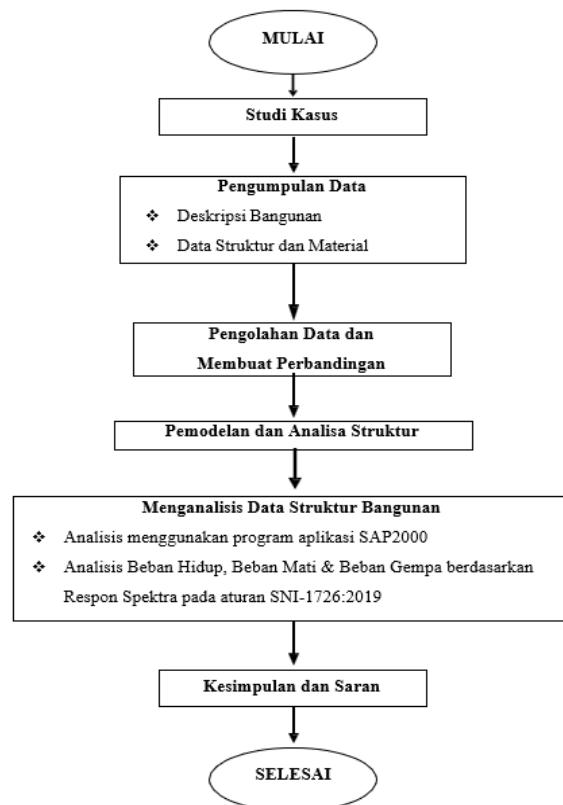
Tipe S1 = 400 x 600 ; Tipe BL1 = 300 x 500 ; Tipe BL2 = 400 x 700

- Mutu Beton Kolom

Tipe K1 = 600 x 1000 ; Tipe K2 = 600 x 1400

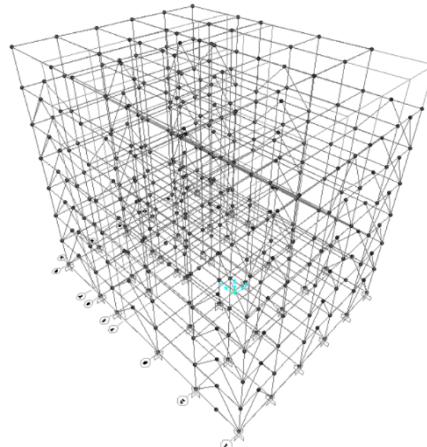
2.4 Langkah-Langkah Penelitian

1. Studi kasus mengenai analisis dinamik terhadap suatu struktur yaitu bagaimana parameter beban gempa yang telah ditentukan berdasarkan SNI-1726:2019 serta cara pengoperasian program aplikasi SAP2000 dalam menganalisa suatu struktur.
2. Proses pengumpulan data bangunan yang sudah ada dengan memeriksa data yang telah ada beserta survei lapangan langsung untuk membuktikan data yang ada.
3. Melakukan pengacuan struktur mulai dari balok, kolom, pelat serta dinding geser berdasarkan data-data yang telah diperoleh dengan program aplikasi.
4. Memasukkan pembebanan yang diaplikasikan pada struktur.
5. Menambahkan elemen struktur Bracing bentuk Chevron Bracing pada struktur.
6. Melakukan analisis terhadap beban gempa dengan analisis dinamik pada struktur dengan metode analisa ragam respons spektrum dengan bantuan program aplikasi SAP2000 dengan menginput kombinasi pembebanan gempa.
7. Membuat kesimpulan dari hasil yang didapatkan.

**Gambar 5.** Bagan Alir Penelitian

3. Hasil Pembahasan

3.1 Pemodelan Struktur 3D dengan Chevron Bracing

**Gambar 6.** Pemodelan Hasil Geometri Struktur 3D dengan Chevron Bracing

3.2 Analisis Pembebanan

1. Beban Mati

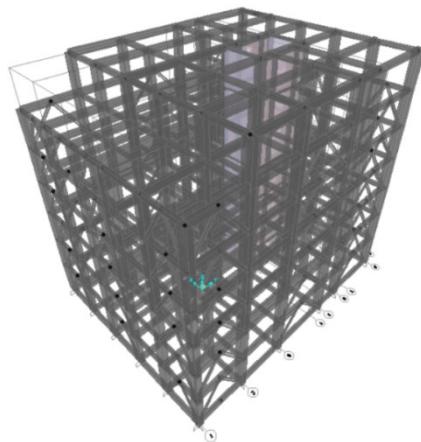
Finishing Lantai ($t = 10 \text{ mm}$)	$= 24 \text{ kg.m}^{-2}$
Scree (t = 40 mm)	$= 96 \text{ kg.m}^{-2}$
Plafond dan Rangka	$= 11 \text{ kg.m}^{-2}$
Instalasi Mekanikal dan Elektrikal	$= 25 \text{ kg.m}^{-2}$
Dinding Bata	$= 100 \text{ kg.m}^{-2} (+)$
SDL	$= 256 \text{ kg.m}^{-2}$

Tabel 2. Berat Bangunan

Lantai	Elevasi	Weight (kN)
7	25,2	34765,43
6	21,0	38855,10
5	16,8	40014,73
4	12,6	40015,33
3	8,4	40024,94
2	4,2	40019,74
1	0,0	34577,48

3.3 Tahapan Analisis pada program SAP2000

Tahapan analisis dimulai dari pemodelan gedung sesuai dengan data mulai dari ukuran bangunan, penempatan balok dan kolom serta plat yang sesuai dengan ukuran dari bangunan eksisting yang sudah ada. Selanjutnya adalah input mutu beton yang dipakai untuk balok, kolom dan pelat.



Gambar 7. Pemodelan Struktur dengan Chevron Bracing

3.4 Gaya-gaya dalam Struktur

Berdasarkan pemodelan struktur portal tiga dimensi pada masing-masing gedung yang telah divisualkan ke dalam program struktur analisis dengan memakai aplikasi SAP2000, kemudian untuk pembebanan dapat dilakukan dan dari pembebanan akan memberikan output gaya-gaya dalam yang bekerja.

3.5 Struktur Gedung Blok A

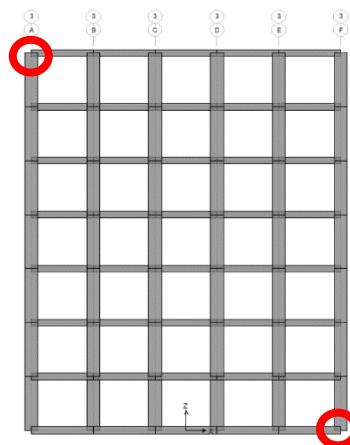
1. Struktur Gedung RSPTN Pemodelan (3D) SAP2000

- Akibat Beban Gravitasi
- Akibat Beban Angin
- Bidang Moment
- Akibat Beban Gravitasi
- Akibat Beban Gempa
- Akibat Beban Angin
- Akibat Kombinasi Pembebanan
- Displacement Struktur

3.6 Ketidakberaturan Torsi dan Torsi Berlebihan

Analisis untuk ketidakberaturan torsi ditentukan menurut dengan perbandingan antara arah

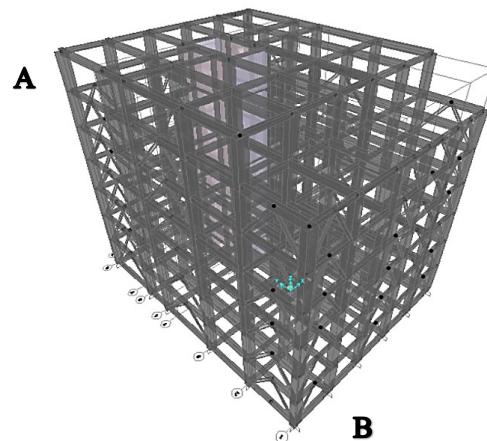
gempa X dan arah gempa Y dengan memasukkan variabel-variabel yang dibutuhkan untuk pengecekan ketidakberaturan pada aplikasi SAP2000 sebagai contoh perhitungan diperoleh pada pemodelan gedung untuk pelat dan balok Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri pada blok A.



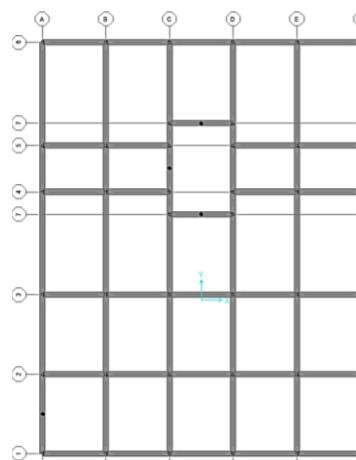
Gambar 8. Titik Acuan Perhitungan Ketidakberaturan Torsi

3.7 Penggunaan Chevron Bracing pada Gedung RSPTN UNSRAT Blok A

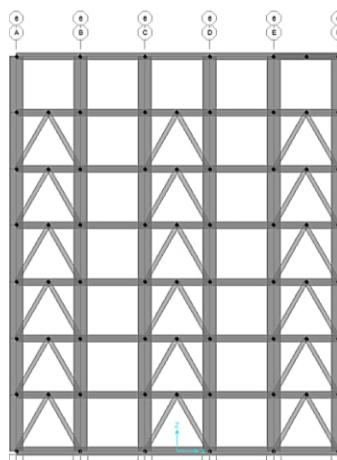
1. Struktur Gedung RSPTN Pemodelan (3D) SAP2000, X-Y, X-Z, Y-Z



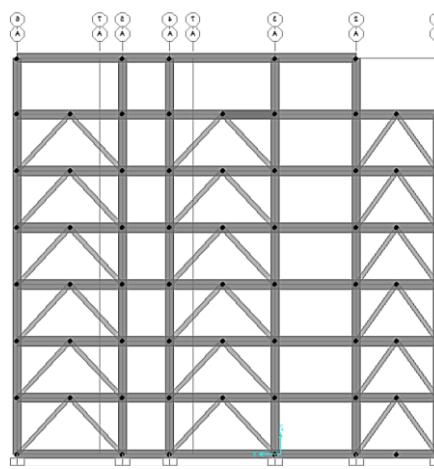
Gambar 9. Struktur dengan Chevron Bracing (Tampak 3D)



Gambar 10. Struktur dengan Chevron Bracing (Arah X-Y)



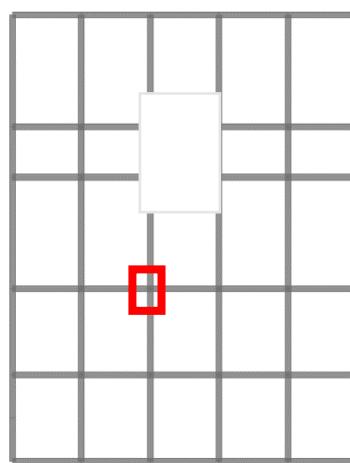
Gambar 11. Struktur dengan Chevron Bracing (Arah X-Z)



Gambar 12. Struktur dengan Chevron Bracing (Arah Y-Z)

3.8 Simpangan Antar Tingkat

Berdasarkan SNI-1726:2019 tertulis bahwa untuk nilai simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak diperbolehkan melebihi nilai simpangan antar tingkat izin (Δ_a). Untuk nilai simpangan antar tingkat izin berbeda-beda tergantung dari struktur dan kategori resiko bangunan yang telah diatur pada Tabel 2.9 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan X .



Gambar 13. Titik Acuan Defleksi

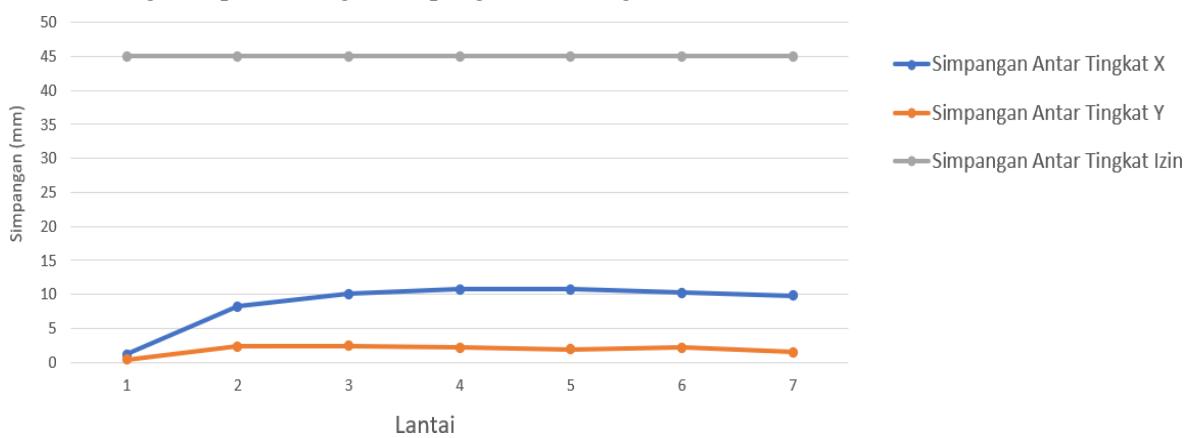
Tabel 3. Simpangan Antar Tingkat Arah X

Lantai	δy	Δ	hsx	Δa	Checking
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
7	3,57	1,55	4500	42	OK
6	3,15	2,16	4500	42	OK
5	2,56	1,93	4500	42	OK
4	2,03	2,23	4500	42	OK
3	1,43	2,43	4500	42	OK
2	0,76	2,37	4500	42	OK
1	0,12	0,43	4500	42	OK

Tabel 4. Simpangan Antar Tingkat Arah Y

Lantai	δX	Δ	hsx	Δa	Checking
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
7	16,67	9,81	4500	42	OK
6	13,99	10,28	4500	42	OK
5	11,19	10,78	4500	42	OK
4	8,25	10,77	4500	42	OK
3	5,31	10,05	4500	42	OK
2	2,57	8,27	4500	42	OK
1	0,31	1,14	4500	42	OK

Berikut ini grafik perbandingan simpangan antar tingkat arah X dan Y serta izin.

**Gambar 14.** Grafik Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Izin, X dan Y

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pemeriksaan/pengamatan sebagaimana terlampir pada BAB IV tentang Analisis dan Pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Struktur utama gedung Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Unsrat Manado dari hasil penelitian analisis Pembebanan Struktur dengan memakai SNI-1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait, SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung serta SNI-2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung masih memenuhi syarat pada unsur-unsur elemen struktur dan elemen struktur tambahan seperti elemen pengaku portal jenis Bracing bentuk Inverted-V Bracing (berbentuk V terbalik).
- b. Displacement struktur akibat gaya lateral gempa, pergoangan yang terjadi masih dipenuhi persyaratan, walaupun ada sedikit perkuatan pada struktur plat dan balok akibat adanya pembebanan plat.
- c. Dimensi struktur baik kolom, balok yang terbangun, dimensi masih sesuai dengan data perencanaan yang ada dan untuk plat tangga melayang dimensi ketebalan plat bervariasi yang mengkhawatirkan sehingga perlu perkuatan.
- d. Ketidakberaturan elemen pengaku portal (Bracing) pada arah X dan Y bentuk Inverted-V-Bracing, nilai ketidakberaturan horizontal tipe 1a (ketidakberaturan torsi) tidak mengalami ketidakberaturan yaitu pada lantai 3 nilai torsinya atau $(\Delta \text{Max}/\Delta \text{Avg})$ sebesar 1,073, untuk lantai 4 sebesar 1,072 dan untuk lantai 5 sebesar 1,070.
- e. Ketidakberaturan horizontal tipe 1b yaitu ketidakberaturan torsi berlebih pada arah X setelah dilakukan evaluasi dengan melakukan penambahan Bracing bentuk Inverted-V Bracing nilai torsi terhadap arah X di lantai 2 menjadi 1,078. Sehingga, struktur tersebut sudah dinyatakan aman karena nilai ketidakberaturan horizontal tipe 1b (ketidakberaturan torsi berlebih) sudah dibawah 1,2 berdasarkan syarat keamanan ketidakberaturan ($\delta\text{Max} < 1,2 \delta\text{Avg}$) dari aturan SNI-1726:2019.

5. Saran

Dari kesimpulan yang telah diperoleh diatas, maka terdapat beberapa saran untuk penelitian ini:

- a. Perlu adanya pemeriksaan kembali profil dan sambungan pada tiap-tiap komponen elemen pengaku portal (Bracing). Penggunaan sistem pelat tanpa balok dengan *drop panel* dapat menjadi alternatif yang efektif untuk bangunan bertingkat dengan kebutuhan ruang bebas yang tinggi, namun perlu diimbangi dengan perencanaan *drop panel* yang tepat agar risiko *punching shear* dapat diminimalisasi.
- b. Perlu adanya uji vertikal/Verticality Test pada masing-masing balok dan kolom yang ditambahkan elemen pengaku portal (Bracing).

Referensi

- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726:2019. Jakarta.
- Windah, R. S. (2014). Penggunaan Braced Frames Element. Sebagai Elemen Penahan Gempa Pada Portal Bertingkat Banyak, Vol 9, No 55 (2011): JURNAL TEKNO-SIPIL, Manado.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI 2847:2019. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2020. Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1727:2020. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2020. Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729-2020). Jakarta
- Chopra K. Anil. 2012. Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering, Fourth Edition. Universitas Berkeley, California.
- Pawirodikromo, Widodo. 2012. Seimologi Teknik dan Rekayasa Gempa. Yogyakarta:Pustaka Pelajar, 2012.
- Paz, Mario and Kim, Young Hoon. 2018. Structural Dynamics: Theory and Computation. Louisville, USA: Springer Nature Switzerland, 2018. Vol. VI.
- A. Chopra. 1995. Dynamics of Structures. Theory and Applications to Earthquake Engineering. Clough, Ray W. dan Penzien, Joseph. 1988. "Dinamika Struktur", Jilid Satu. Jakarta:Erlangga.
- ASCE/SEI 41-17.2017. Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. American Society of Civil Engineers.