



Analisis Pengaruh Penambahan Ruangan Pada Struktur Gedung Hotel 5 Lantai

Mariel B. J. Togas^{#a}, Ronny E. Pandaleke^{#b}, Banu D. Handono^{#c}, Marthin D. J. Sumajouw^{#d}

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

^atogasmariel@gmail.com, ^bronny_pandaleke@yahoo.com, ^cbanu2h@unsrat.ac.id, ^ddody_sumajouw@yahoo.com

Abstrak

Pada wilayah rawan gempa bumi seperti di Indonesia khususnya Sulawesi Utara yang terletak pada zona gempa, jika membuat suatu bangunan bertingkat perlu adanya analisis yang mendalam untuk keamanan struktur bangunan. Hal ini menjadikan analisis perilaku struktur menjadi krusial. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan ruangan pada struktur gedung hotel dan mengamati perilaku struktur dengan adanya penambahan ruangan dan tanpa penambahan ruangan. Penelitian ini menggunakan metode analisis respons spektrum berdasarkan SNI 1726:2019 dengan pendekatan pemodelan struktural dan simulasi menggunakan *software ETABS Ultimate 20.3.0*. Analisis dilakukan dengan menggunakan dua model bangunan di mana, model pertama tanpa penambahan ruangan dan model kedua dengan adanya penambahan ruangan. Simpangan antar tingkat pada kedua model untuk arah X di lantai 3-5 dengan analisis menggunakan SNI 1726:2019 hasilnya tidak aman. Untuk pengaruh P-delta pada kedua model masih aman sesuai dengan SNI 1726:2019. Kedua model memiliki ketidaberaturan horizontal tipe 1b, 2, 5b dan vertikal tipe 1b, 2, 5b. Penambahan ruangan ini meningkatkan gaya geser dasar seismik maupun gaya dalam struktur.

Kata kunci: : penambahan ruangan, analisis perilaku struktur, respons spektrum, SNI 1726:2019, ETABS

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Secara geografis, Indonesia berada di wilayah lingkaran api pasifik atau cincin api pasifik, yang merupakan pertemuan tiga lempeng tektonik dunia, yaitu Lempeng Pasifik, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Pertemuan lempeng-lempeng tersebut menghasilkan tumpukan energi yang membuat wilayah Indonesia rawan akan bencana gempa bumi. Hal ini menuntut perhatian khusus terhadap keamanan struktur bangunan, sehingga analisa perilaku struktur menjadi semakin krusial. Dalam era modern ini, kebutuhan akan fasilitas hunian dan komersial yang efisien dan fungsional semakin meningkat. Contohnya hotel sebagai jenis gedung bertingkat yang sangat penting dalam mendukung kegiatan pariwisata dan perekonomian. Penambahan ruangan atau lantai pada gedung hotel ini bisa menjadi solusi untuk meningkatkan kapasitas dan daya tariknya. Hotel adalah jenis akomodasi yang menyediakan fasilitas dan pelayanan penginapan, makan dan minuman, serta jasa-jasa lainnya untuk umum yang tinggal untuk sementara waktu dan dikelola secara komersial. Penambahan ruangan atau lantai pada hotel tidak hanya untuk menambah kapasitas kamar, tetapi juga untuk meningkatkan kualitas dan fasilitas yang ditawarkan. Namun, proses ini memerlukan perencanaan dan analisis struktural yang matang untuk memastikan keamanan dan kenyamanan bagi penghuninya. Berdasarkan SNI 1726:2019 gedung apartemen/hotel termasuk dalam kategori risiko II terhadap beban gempa. Tujuan penulis mengambil data dari topik ini adalah menganalisis jika adanya penambahan ruangan pada struktur gedung yang sudah ada.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperoleh rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana perilaku struktur gedung hotel 5 lantai tanpa adanya penambahan ruangan?
2. Bagaimana perilaku struktur gedung hotel 5 lantai akibat adanya penambahan ruangan?
3. Apakah terdapat perbedaan perilaku struktur antara adanya penambahan ruangan dan tidak adanya penambahan ruangan?

1.3 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini yaitu:

1. Penelitian hanya dilakukan pada bagian gedung hotel saja, tidak membahas bagian *mall*.
2. Tidak menghitung desain penulangan.
3. Tidak menghitung sambungan baut/angkur pada balok baja ke kolom beton dan penghubung geser (*shear connector*).
4. Perletakan dianggap terjepit.
5. Pada penelitian ini hanya membahas aspek struktural (perilaku struktur) dan tidak memasukan analisis segi biaya dan waktu maupun perhitungan pondasi.
6. Melakukan desain pemodelan struktur 3D dan analisis struktur menggunakan *software ETABS Ultimate 20.3.0*.
7. Menggunakan acuan standar SNI 1726-2019, SNI 2847-2019, SNI 1727-2020 dan SNI 1729:2020

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui bagaimana perilaku struktur gedung hotel 5 lantai tanpa adanya penambahan ruangan.
2. Untuk mengetahui bagaimana perilaku struktur gedung hotel 5 lantai akibat adanya penambahan ruangan.
3. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan perilaku struktur antara adanya penambahan ruangan maupun tidak adanya penambahan ruangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan informasi struktur gedung yang sudah ada dapat menahan tambahan beban dari penambahan ruangan.
2. Dapat memperkirakan ketahanan suatu struktur bangunan dari kerusakan akibat gempa.
3. Memberikan tambahan pengetahuan bagi para pembaca terutama untuk para pembaca yang mengambil Jurusan Teknik Sipil khususnya pada bidang struktur bangunan mengenai analisis penambahan ruangan pada gedung dengan menggunakan *software ETABS Ultimate 20.3.0*.

2. Metode Penelitian

Sebelum penelitian dimulai, dilakukan pengumpulan data. Data awal yang didapatkan adalah sebagai berikut:

2.1 Data Struktur

Fungsi bangunan	:	Gedung Hotel
Jumlah lantai	:	5 Lantai
Tinggi bangunan	:	22.85 m
Tinggi lantai	:	Lantai 1 = (3.95 m) Lantai 2 = (5.35 m) Lantai 3 = (5.85 m) Lantai 4 = (3.87 m) Lantai 5 = (3.83 m)

Panjang bentang	: Arah memanjang	= (100.8 m)
	Arah melintang	= (23.5 m)

2.2 Data Material

Beton

Mutu beton (f_c') = 25 MPa

Berat jenis = 24 kN/m³

Modulus elastisitas = 23500 MPa

Baja

Mutu tulangan = 420 MPa (BjTS 420A)

Modulus elastisitas = 200000 MPa

Mutu baja = BJ-37

Tegangan putus minimum (f_u) = 370 MPa

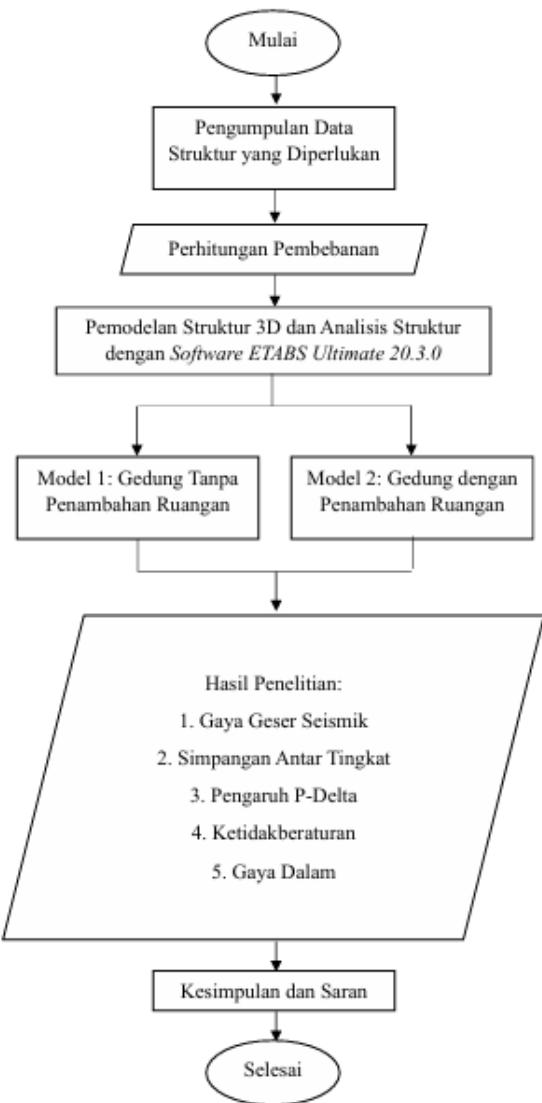
Tegangan leleh minimum (f_y) = 240 MPa

Berat jenis = 7850 kg/m³

2.3 Data Beban

Data beban seperti beban mati, beban hidup, serta beban tambahan akan dihitung sesuai luasan dan fungsi bangunan yang telah ditetapkan dalam SNI 1727-2020.

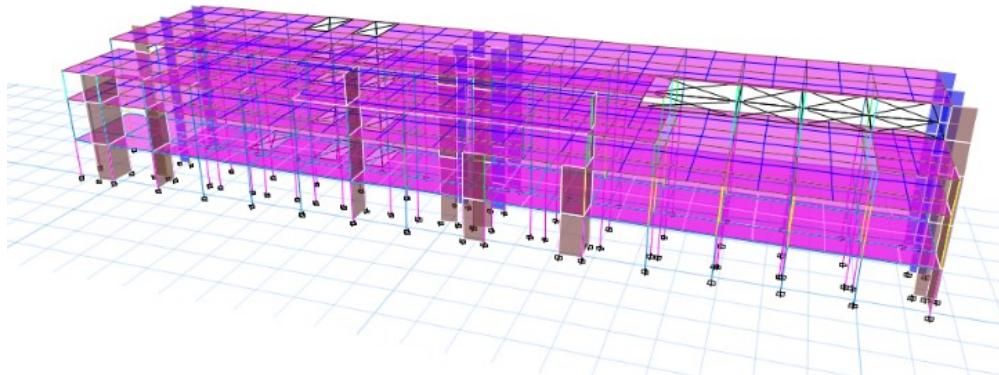
2.4 Bagan Alir Perencanaan



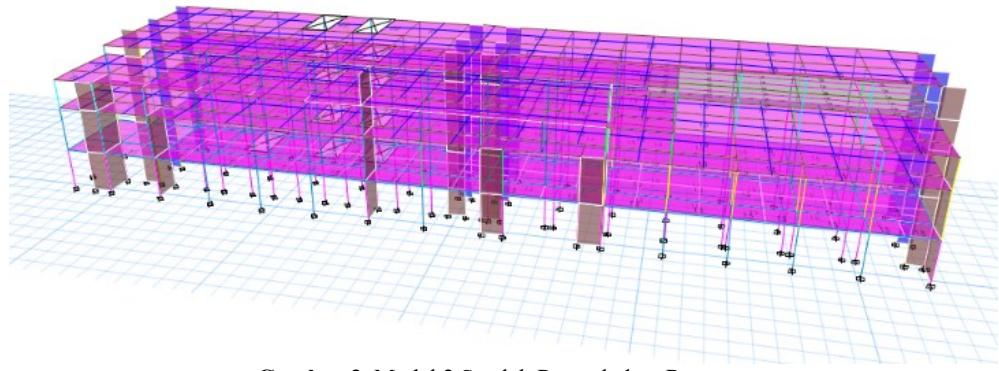
Gambar 1. Bagan Alir Perencanaan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pemodelan Struktur 3D



Gambar 2. Model 1 Tanpa Penambahan Ruangan



Gambar 3. Model 2 Setelah Penambahan Ruangan

3.2 Pembebanan

3.2.1 Beban Mati

- Berat sendiri elemen struktur (*Dead Load*) yang ditentukan oleh program (*program determine*) sesuai dengan perencanaan elemen yang digunakan
- Berat beton bertulang = 24 kN/m³
- Berat jenis baja = 7850 kg/m³
- Beban tambahan (*Superimposed Dead Load*) = 1.5 kN/m²

3.3.1 Beban Hidup

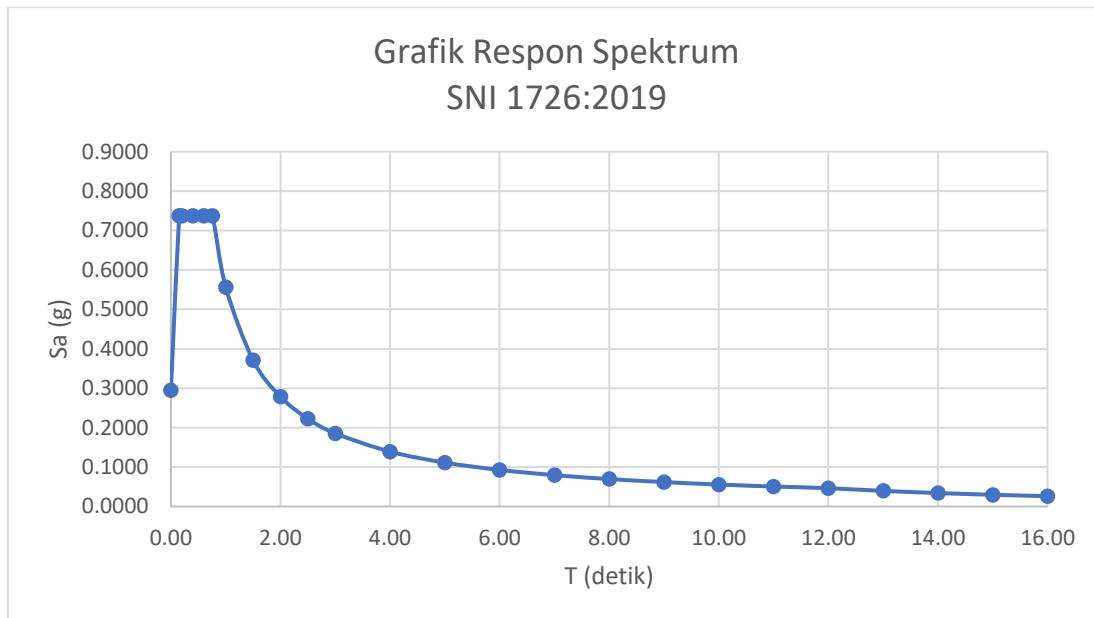
- Atap datar = 0.96 kN/m²
- Lobi/Koridor = 4.79 kN/m²
- Toilet = 2.87 kN/m²
- Kamar = 1.92 kN/m²
- Café = 4.79 kN/m²
- Gudang = 6.00 kN/m²

3.3.2 Beban Gempa

Data beban gempa diambil berdasarkan lokasi rencana yaitu Tahuna, dengan metode analisis gempa dinamik respon spektrum, yang mengacu pada SNI 1726:2019. Parameter-

parameter yang akan digunakan dalam perencanaan adalah sebagai berikut:

- S_s = 1.0086 g
- S_1 = 0.4517 g
- Kategori risiko = II
- Faktor keutamaan gempa (I_e) = 1.0
- Kelas situs = tanah sedang (SD)
- Parameter respon spektrum:
- S_{DS} = 0.7373 g
- S_{D1} = 0.5566 g
- Kategori desain seismik = D
- Sistem struktur = SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus)



Gambar 4. Kurva Respon Spektrum Gempa Rencana T dan Sa

3.3.3 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan adalah kombinasi beban terfaktor dan beban layan (*Load And Resistance Factor Design, LRFD*), berdasarkan SNI 1726:2019.

3.3 Kontrol Persyaratan Desain Seismik

3.3.1 Kontrol Partisipasi Massa Ragam

Hasil analisis menggunakan ETABS dilakukan hingga mode ke-60 untuk mencapai nilai partisipasi massa mendekati 100%. Berdasarkan hasil tersebut, untuk model 1 (sebelum penambahan ruangan) dan model 2 (setelah penambahan ruangan) arah X dan arah Y pada mode ke-50 telah memenuhi syarat partisipasi massa minimum sebesar 100%.

3.3.2 Kontrol Gaya Geser Dasar (Base Shear)

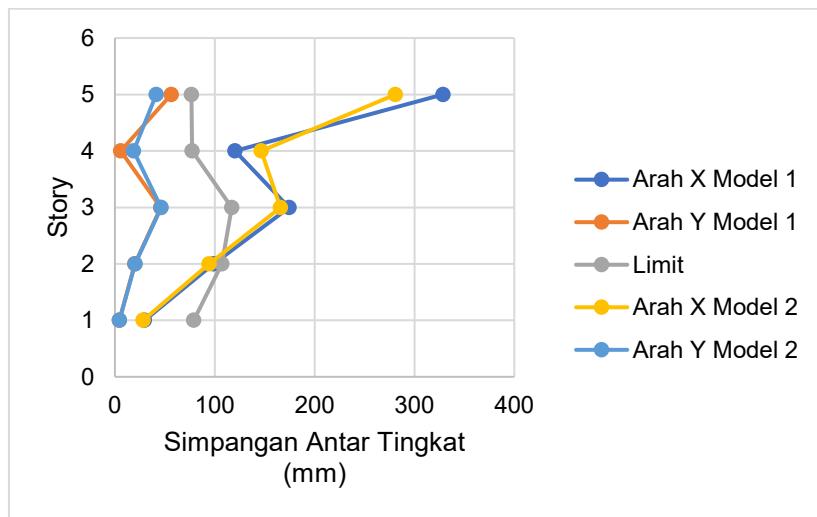
Mengacu pada SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.4, apabila kombinasi respons gaya geser dasar hasil analisis ragam (Vt) lebih kecil dari 100% gaya geser dasar (V) yang dihitung dengan metode statik ekivalen, maka nilai gaya geser hasil analisis tersebut harus dikalikan dengan faktor koreksi V/Vt. Nilai V di sini adalah gaya geser dasar berdasarkan metode statik ekivalen, Sedangkan Vt adalah gaya geser dasar dari hasil kombinasi ragam.

Hasil kontrol menunjukkan bahwa nilai V/Vt pada model 1 dan model 2 untuk arah X dan Y sama-sama mencapai 100%, sehingga respons dinamik memenuhi syarat minimal 100% terhadap hasil respons ragam pertama.

Tabel 1. Kontrol Gaya Geser Dasar (*Base Shear*)

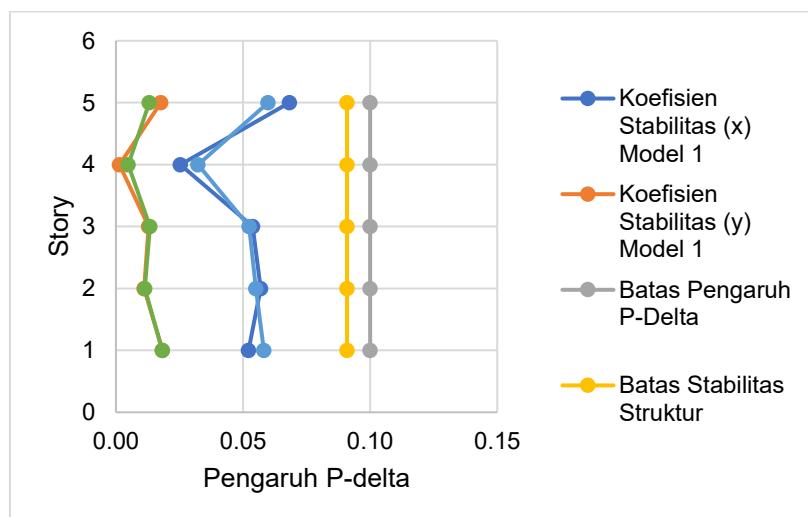
Variasi Bangunan	Arah	Base Shear (kN)		Kontrol (%)
		Statis V	Dinamis Vt	
Model 1	X	7656.046	7656.4527	100
	Y	7656.046	7657.0837	100
Model 2	X	7780.053	7790.6543	100
	Y	7780.053	7780.6959	100

3.3.3 Kontrol Simpangan Antar Tingkat

**Gambar 5.** Grafik Simpangan Antar Tingkat Model 1 dan Model 2

Berdasarkan hasil analisis, simpangan antar tingkat pada arah X baik model 1 dan model 2 untuk lantai 3-5 melewati batas drift limit yang diizinkan sesuai SNI 1726:2019.

3.3.4 Kontrol Pengaruh P-delta

**Gambar 6.** Grafik Pengaruh P-delta Model 1 dan Model 2

Hasil kontrol pengaruh P-delta ditunjukkan pada gambar 6 untuk model 1 dan model 2 memiliki nilai batas pengaruh P-delta (θ) kurang dari 0.1 dan kurang dari θ_{max} yaitu 0.09. Sehingga kedua model struktur untuk pengaruh P-delta tidak perlu diperhitungkan.

3.4 Kontrol Ketidakberaturan Horizontal

3.4.1 Ketidakberaturan Torsi dan Torsi Berlebih

Tabel 2. Kontrol Ketidakberaturan Torsi Model 1

Lantai	Arah X		Arah Y	
	$\Delta_{max}/\Delta_{avg}$	Cek	$\Delta_{max}/\Delta_{avg}$	Cek
R	1.716	H.1b	1.926	H.1b
3	1.014	OK	1.743	H.1b
2	1.017	OK	1.811	H.1b
1	1.094	OK	1.879	H.1b
B1	1.022	OK	1.945	H.1b

Tabel 3. Kontrol Ketidakberaturan Torsi Model 2

Lantai	Arah X		Arah Y	
	$\Delta_{max}/\Delta_{avg}$	Cek	$\Delta_{max}/\Delta_{avg}$	Cek
R	1.712	H.1b	1.925	H.1b
3	1.014	OK	1.749	H.1b
2	1.018	OK	1.815	H.1b
1	1.093	OK	1.896	H.1b
B1	1.022	OK	1.945	H.1b

Hasil menunjukkan pada model 1 dan model 2 untuk arah X mengalami ketidakberaturan torsi berlebih pada lantai atap karena $1,712 > 1,4$. Sedangkan untuk arah Y semua lantai mengalami ketidakberaturan torsi berlebih karena hasilnya $> 1,4$.

3.4.2 Ketidakberaturan Sudut Dalam

Tabel 4. Kontrol Ketidakberaturan Sudut Dalam Model 1 dan Model 2

Lx	100.8	m
Px	5.4	m
Ly	23.5	m
Py	12.7	m
Px/Lx	0.05357	5.36%
Py/Ly	0.54043	54.04%
CEK	NOT OK	OK

Untuk arah X tidak mengalami ketidaberaturan karena $< 15\%$, sedangkan untuk arah Y mengalami ketidakberaturan sudut dalam karena $54,04\% > 15\%$.

3.4.3 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma

Untuk model 1 karena ada *void* maka perlu dihitung sebagai berikut:
 Luas Gedung = $100,8 \text{ m} \times 23,5 \text{ m} = 2368,8 \text{ m}^2$
 Luas Bukaan = $32,4 \text{ m} \times 12,7 \text{ m} = 411,48 \text{ m}^2$
 Kontrol = $411,48 \text{ m} / 2368,8 \text{ m} = 17,3708\% < 50\%....\text{OK!}$
 Untuk model 2 karena telah ditambahkan ruangan pada bagian *void* maka tidak perlu dihitung.

3.4.4 Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang

Dalam penelitian ini Ketidakberaturan akibat pergeseran tegak lurus terhadap bidang tidak terjadi pada kedua model bangunan yang diteliti karena semua elemen penahan gempa seperti kolom maupun *shear wall*, tidak memiliki pergeseran melintang terhadap bidang.

3.4.5 Ketidakberaturan Sistem Non-paralel

Didefinisikan ada jika elemen vertikal penahan gaya lateral berupa kolom atau dinding geser yang tidak paralel terhadap sumbu sumbu ortogonal utama sistem pemikul gaya seismik. Pada gedung penelitian ini semua elemen vertikal penahan gaya lateral dari struktur yang direncanakan paralel terhadap sumbu sumbu ortogonal utama sistem pemikul gaya seismik sehingga struktur rencana tidak memiliki ketidakberaturan sistem nonparalel.

3.5 Kontrol Ketidakberaturan Vertikal

3.5.1 Ketidakberaturan Kekuatan Tingkat Lunak dan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan

Tabel 5. Kontrol Ketidakberaturan Kekuatan Tingkat Lunak dan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Model 1

Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekakuan	Cek	Kekakuan	Cek
	kN/m		kN/m	
R	130705.624		32850.69	
3	665002.468	OK	222525.644	OK
2	758177.161	OK	206917.215	OK
1	1700480.05	OK	356178.448	OK
B1	345458.162	V.1b	34752.72	V.1b

Tabel 6. Kontrol Ketidakberaturan Kekuatan Tingkat Lunak dan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Model 2

Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekakuan	Cek	Kekakuan	Cek
	kN/m		kN/m	
R	129720.453		32786.495	
3	674950.859	OK	231421.804	OK
2	758708.692	OK	211856.642	OK
1	1695488.59	OK	363644.309	OK
B1	329555.04	V.1b	35422.8	V.1b

Pada model 1 dan model 2 untuk arah X dan Y mengalami ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak berlebihan pada lantai B1 (lantai 2 di lapangan) karena tingkat yang kekakuan lateralnya kurang dari 60% kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 70% kekakuan

rata-rata tiga tingkat diatasnya.

3.5.2 Ketidakberaturan Berat (Massa)

Tabel 7. Kontrol Ketidakberaturan Massa Model 1

Lantai	Massa	Cek
	kg	
R	1152331.89	OK
3	1318825.95	OK
2	1798515.81	OK
1	1992282	V.2
B1	1149811.95	OK
B2	108960.75	OK

Tabel 8. Kontrol Ketidakberaturan Massa Model 2

Lantai	Massa	Cek
	kg	
R	1152331.89	OK
3	1438875.64	OK
2	1798515.81	OK
1	1992282	V.2
B1	1149811.95	OK
B2	108960.75	OK

Pada model 1 dan 2 mengalami ketidakberaturan massa karena $>150\%$, juga terdapat perbedaan pada lantai 3 karena adanya penambahan ruangan.

3.5.3 Ketidakberaturan Geometri Vertikal

Sistem penahan gempa vertikal yang digunakan adalah kolom dan dinding geser. Pada model 1 dan 2 untuk tiap lantai aman karena tidak melewati batas yang ditentukan ($<130\%$). Maka dari itu, struktur dinyatakan tidak memiliki ketidakberaturan geometri vertikal.

3.5.4 Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral

Ketidakberaturan akibat diskontinuitas bidang pada elemen vertikal pemikul gaya lateral didefinisikan ada jika terdapat pergeseran arah bidang elemen pemikul gaya lateral lebih besar dari panjang elemen itu atau terdapat reduksi kekakuan elemen pemikul di tingkat di bawahnya. Pada penelitian ini elemen vertikal direncanakan menerus keatas dan tidak memiliki pergeseran pada tingkat tertentu selebar elemen vertikal yang direncanakan.

3.5.5 Ketidakberaturan Tingkat Lemah dan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat

Tabel 9. Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lemah dan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat Model 1

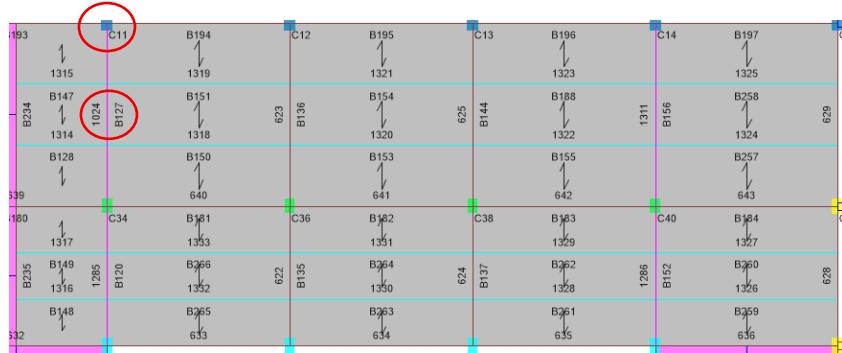
Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekuatan	Cek	Kekuatan	Cek
	kN		kN	
R	2064.487		2064.487	
3	3994.0816	OK	3994.0816	OK
2	6039.8976	OK	6039.8976	OK
1	7360.5518	OK	7360.5518	OK
B1	283.3515	V.5b	336.4115	V.5b

Tabel 10. Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lemah dan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat Model 2

Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekuatan	Cek	Kekuatan	Cek
	kN		kN	
R	2050.8743		2050.8743	
3	4142.234	OK	4142.234	OK
2	6174.5604	OK	6174.5604	OK
1	7486.5065	OK	7486.5065	OK
B1	275.3191	V.5b	340.466	V.5b

3.6 Analisis Gaya Dalam

Analisis gaya dalam hanya meninjau pada kolom dan balok yang terkoneksi langsung dengan bagian penambahan ruangan pada struktur gedung hotel yang ada di portal N.



Gambar 7. Bagian Penambahan Ruangan

3.6.1 Gaya Dalam Kolom

I) Momen Kolom

Tabel 11. Momen Kolom

Story	Model 1 (kNm)	Model 2 (kNm)	Presentase (%)
4	12.7213	15.257	1.199

Berdasarkan hasil analisis, momen kolom pada model 2 mengalami penambahan sebesar 1,199% yang disebabkan karena adanya penambahan ruangan.

2) Gaya Geser Kolom

Tabel 12. Gaya Geser Kolom

Story	Model 1 (kN)	Model 2 (kN)	Persentase (%)
4	35.9478	36.3857	1.012

Berdasarkan hasil analisis, gaya geser pada model 2 mengalami penambahan sebesar 1,012% yang disebabkan karena adanya penambahan ruangan.

3) Gaya Aksial Kolom

Tabel 13. Gaya Aksial Kolom

Story	Model 1 (kN)	Model 2 (kN)	Persentase (%)
4	297.5539	364.691	1.226

Berdasarkan hasil analisis, gaya axial pada model 2 mengalami penambahan sebesar 1,226% yang disebabkan karena adanya penambahan ruangan.

3.6.2 Gaya Dalam Balok

1) Momen Balok

Untuk momen pada balok yang ditambahkan pada model 2 hasilnya adalah 95,2081 kNm.

2) Gaya Geser Balok

Untuk gaya geser pada balok yang ditambahkan pada model 2 hasilnya adalah 40,4716 kN.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada struktur gedung hotel 5 lantai yang diteliti, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Untuk bangunan model 1 tanpa penambahan ruangan jika dianalisis dengan menggunakan peraturan SNI yang terbaru hasilnya tidak aman pada simpangan antar tingkat di lantai 1-3 (lantai 3-5 di lapangan).
- Setelah penambahan ruangan, terjadi peningkatan beban gravitasi dan beban lateral yang mengakibatkan bertambahnya gaya momen, aksial, dan geser pada balok dan kolom. Hasil analisis menunjukkan bahwa simpangan antar tingkat di lantai 1-3 (Lantai 3-5 di lapangan) tetap melebihi batas izin, sehingga struktur dinyatakan tidak aman terhadap simpangan (*drift*) meskipun elemen struktur secara kekuatan masih dapat menahan beban.
- Terdapat perbedaan signifikan antara model 1 dan model 2, terutama pada gaya geser dasar seismik, distribusi gaya dalam dan simpangan antar tingkat. Perbedaan ini menunjukkan bahwa penambahan ruangan berdampak terhadap kinerja seismik dan kapasitas struktur, sehingga evaluasi ulang dan penyesuaian desain sangat disarankan.

5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, adapun beberapa saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

- Karena hasil simpangan antar tingkat pada model 1 dan untuk arah X pada lantai 1-3 (lantai 3-5 di lapangan) tidak aman, maka disarankan untuk melakukan perkuatan pada daerah-daerah tertentu atau dilakukan penambahan elemen *bracing* pada bagian tertentu.

2. Karena gedung yang diteliti menggunakan peraturan SNI yang baru, maka disarankan untuk menganalisis dengan menggunakan peraturan SNI yang lama sebagai pembanding.
3. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat terhadap perilaku struktur setelah penambahan ruangan, disarankan untuk analisis tambahan menggunakan metode nonlinear (*pushover analysis* atau *time history dynamic analysis*).

Referensi

- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 1726:2019. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847:2019. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, SNI 1727:2020, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (2020). *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*, SNI 1729:2020. Jakarta.
- Manglassa, T. I., Windah, R. S., & Pandaleke, R. E. (2024). *Analisis Pengaruh Penambahan Struktur Jembatan Penghubung Pada Gedung FMIPA 4 Lantai*. TEKNO, 22(88).
- Pujianto, A. (2014). *Struktur Komposit dengan Metode LRFD (Load and Resistance Factor Design)*. ResearchGate.
- Setiawan, A. (2008). *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sidara, S. C. X., Sumayouw, M. D. J., & Pandaleke, R. E. (2017). *Evaluasi Kekuatan Balok Beton Bertulang dengan Balok Komposit Baja Menggunakan Floor Deck*. Jurnal Sipil Statik, 5(9).
- Tanauma, C. Windah, R. S., & Wallah, S. E. (2023). *Analisa Dinamik Bangunan Bertingkat yang Memiliki Ketidakberaturan Horisontal Berbentuk T Akibat Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019*. TEKNO, 21(85).
- Tumimomor, M. E., Dapas, S. O., & Mondoringin, M. R. I. A. J. (2016). *Analisis Penghubung Geser (Shear Connector) pada Balok Baja dan Plat Beton*. Jurnal Sipil Statik, 4(8).
- Wantania, R., Handono, B. D., & Pandaleke, R. E. (2019). *Perencanaan Bangunan Sekolah Konstruksi Baja 4 Lantai di Kota Manado*. Jurnal Sipil Statik, 7(9).