

# Optimasi Jarak Antara Dua Bangunan Bertingkat yang Bersebelahan dengan Memperhitungkan Pengaruh Gempa di Yogyakarta

*Distance Optimization between Two Storey Buildings with Calculating the Impact of Earthquakes in Yogyakarta.*

**Dwi Ariyanto, Yoga A. Harsoyo**

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

**Abstrak.** Hotel Neo Malioboro dan Hotel Malioboro Suite adalah dua bangunan bertingkat tinggi yang bersebelahan dengan jarak antara struktur hotel yang cukup dekat yaitu 2,5m ( $Lx$ ) dan terletak di Yogyakarta. Dengan pertimbangan Yogyakarta merupakan daerah yang rawan dengan gempa bumi maka jarak antara kedua hotel yang cukup dekat ini menjadi menarik untuk dilakukan penelitian. Penelitian dilakukan dengan pengambilan data perencanaan hotel berupa gambar struktur dan gambar arsitektur selanjutnya dimodelkan dalam SAP2000.14 untuk mendapatkan perilaku struktur terhadap desain yang ada seperti periode getar alami, gaya geser dasar (*base sear*), partisipasi massa, dan untuk mendapatkan nilai simpangan antar lantai (*drift ratio*) serta defleksi pusat massa tingkat ( $\delta$ ). Nilai simpangan terbesar kedua hotel pada joint yang ditinjau terjadi pada lantai paling atas, dengan nilai simpangan maksimum hotel Neo Malioboro sebesar 0,440m ( $\delta_{M1}$ ) dan hotel Malioboro Suite sebesar 0,412m ( $\delta_{M2}$ ). Kemudian dari hasil hitungan untuk jarak defleksi minimal antara kedua hotel adalah 0,602m ( $\delta_{MT}$ ). Sehingga didapatkan jarak pemisah minimal untuk kedua hotel tersebut sebesar 1,454m. Dari hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa jarak ekisting kedua hotel masih dalam keadaan aman, karena jarak ekisting hotel masih lebih besar daripada jarak pemisah minimal yang disyaratkan  $2,5m > 1,454m$ .

Kata-kata kunci: defleksi pusat massa, jarak pemisah struktur, jarak pemisah minimal.

*Neo Malioboro Hotel and Malioboro Suite Hotel are two high-rise buildings adjacent to the distance between the hotel structure which is quite close, which is 2.5m ( $Lx$ ) and is located in Yogyakarta. Considering that Yogyakarta is an area prone to earthquakes, the distance between the two hotels that are close enough to be interesting to do research. The study was conducted by taking the planning data of the two hotels in the form of structural drawings and architectural drawings then modeled in the SAP2000 program to get the structural behavior of the existing design. Structural behavior obtained from SAP2000 modeling in the form of a period of natural shaking, base shear force (*base sear*), mass participation, and center mass deflection ( $\delta$ ). The second largest deviation value of hotels in the joint reviewed occurred on the top floor, with a maximum deflection value of the Neo Malioboro hotel of 0,440m ( $\delta_{M1}$ ) and the Malioboro Suite hotel of 0,412m ( $\delta_{M2}$ ). Then from the results of the manual calculation for the minimum deflection distance between the two hotels is 0,602m ( $\delta_{MT}$ ). So that the minimum separation of structures for the two hotels is 1,454m. The results show that the existing distance of the two hotels is still safe, because the existing hotel distance is still greater than the minimum separation distance required of  $2,5m > 1,454m$ .*

*Keywords: center mass deflection, distance structural separation, minimum separation distance.*

## 1. Pendahuluan

Yogyakarta merupakan kota dengan destinasi wisata yang cukup banyak. Banyaknya wisata mancanegara yang berkunjung ke Yogyakarta dan untuk menikmati wisata di Yogyakarta tidak cukup dengan waktu 1 hari saja. Dilihat dari banyaknya wisata yang mampir di Yogyakarta maka sering dijumpai hotel-hotel bertingkat dan tinggi yang dibangun di Yogyakarta. Dari

sekian banyak hotel yang ada di Yogyakarta, ada 2 hotel yang menarik untuk dilakukan sebuah penelitian yaitu hotel Neo Malioboro dan hotel Malioboro Suite yang terletak di jalan Pasar Kembang Yogyakarta, hotel ini merupakan bangunan bertingkat yang cukup tinggi, dan jarak kedua struktur tepi dari kedua hotel ini adalah 2,5m. Mengingat Yogyakarta merupakan daerah rawan terjadi gempa bumi maka peneliti ingin melakukan sebuah

penelitian tentang optimasi jarak aman struktur antara kedua hotel tersebut apabila terjadi gempa bumi di Yogyakarta. Untuk menentukan jarak pemisah minimal antara dua gedung yang bersebelahan dapat dihitung sesuai dengan BSN (2012), bahwa semua bagian struktur harus didesain dan dibangun untuk bekerja sebagai satu kesatuan yang terintegrasi dalam menahan gaya-gaya gempa kecuali jika dipisahkan secara structural dengan jarak yang cukup memadai untuk menghindari benturan yang merusak. Struktur bangunan harus diposisikan berjarak paling tidak sejauh  $\delta_M$  dari garis batas kepemilikan tanah, nilai  $\delta_M = \frac{Cd \delta_{max}}{I_e}$ . Selanjutnya struktur bangunan yang bersebelahan harus dipisahkan minimal  $\delta_{MT}$ , untuk nilai  $\delta_{MT} = \sqrt{(\delta M1)^2 + (\delta M2)^2}$ .

Faisal dkk (2018) menyebut dalam penelitiannya bahwa simpangan lateral yang berlebihan juga dapat menimbulkan benturan pada dua struktur tinggi yang bersebelahan. Apabila terjadi benturan dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur, dimana diantara komponen struktur atau bahkan struktur secara keseluruhan kehilangan kemampuan menahan beban yang dipikulnya. Kinerja batas layan struktur bangunan gedung ditentukan oleh simpangan antar-tingkat akibat pengaruh gempa, yang bertujuan untuk membatasi terjadinya pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan, di samping untuk mencegah kerusakan non-struktural dan ketidaknyamanan penghuni (Soelarso dkk, 2015).

Azizah dkk (2018), melakukan penelitian tentang “Studi Analisis Tingkat Kerentanan Bangunan Terhadap Gempa dengan Kekuatan Maksimum 6.9MW”. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji perbandingan nilai deformasi bangunan dengan pola pembebanan *analitis spektrum respons* dan *acceleration time history*, kemudian mengetahui pengaruh kekuatan dan jarak gempa terhadap deformasi dan *drift ratio* dari bangunan, serta mengevaluasi tingkat kerentanan dari bangunan ditinjau dari perbandingan besaran drift ratio dan deformasi antara simulasi gempa dengan spektrum percepatan gempa di permukaan sesuai dengan SNI 1726:2012. Hasil dari penelitian ini adalah bangunan yang diteliti tidak rentan terhadap gempa-gempa besar dikatakan tidak rentan dengan gempa yang di

sebutkan karena hasil *drift ratio* dan deformasi lebih kecil dari pada *drift ratio* dan deformasi yang ditetapkan oleh SNI 1726:2012.

Purnomo dkk (2014), melakukan penelitian tentang “Analisis Kinerja Struktur Gedung Bertingkat dengan Analisis Dinamik Respon Spektrum Menggunakan Software ETABS (Studi Kasus : Bangunan Hotel di Semarang)”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja struktur hotel di Semarang berdasarkan ragam spektrum respon. Hasil analisis ragam spektrum respons terhadap level kinerja struktur gedung sesuai ATC-40, pada arah X maupun arah Y nilai maksimum total *drift* dan total *in-elastic drift* menunjukkan Gedung Hotel di Semarang termasuk dalam kategori level *Immediate Occupancy (IO)*.

Anggen dkk (2014), melakukan penelitian tentang “Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat dengan Analisis Dinamik *Time History* Menggunakan ETABS (Studi Kasus : Hotel di Daerah Karanganyar)”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja suatu struktur bangunan bertingkat yang diakibatkan oleh gempa bumi. Hasil dari penelitian ini adalah semakin besar PGAMAX, semakin besar SaMAX, namun Percepatan Sa (respon spektrum) yang memberi pengaruh pada respon struktur perlu diperiksa pada rentang 0,2T – 1,5T (periode efektif). Hal demikian akan menjadi dasar yang lebih menentukan dibanding hanya melihat nilai Percepatan PGAMax (akselerogram).

Dalam hal perencanaan bangunan tahan gempa, mekanisme pembentukan sendi plastis harus dapat ditentukan, sehingga bangunan dapat diketahui tingkat performanya. Tingkat performa bangunan terhadap gempa dikenal sebagai *seismic performance level*. Prosedur untuk mendapatkan *seismic performance level* ini ditentukan dengan prosedur *pushover*, dimana penambahan beban diberikan secara berulang hingga komponen struktur mengalami sendi plastis atau keruntuhan pada elemen struktur (Nugroho, 2015).

Syarif dkk (2018), melakukan penelitian tentang “Respon Struktur Sistem *Flat Slan-Drop Panel* pada Gedung Bertingkat tak Beraturan Terhadap Beban Gempa”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model struktur yang baik terhadap gaya gempa yang bekerja menggunakan sistem *Flat Slan-*

*Drop Panel*. Hasil dari penelitian ini adalah nilai tingkat kekakuan suatu gedung berbanding terbalik dengan nilai *displacement*.

Budiawati & Sukrawa (2017) melakukan penelitian tentang “Kinerja Struktur Rangka Beton Bertulang dengan Penambahan Dinding Pengisi Berlubang sebagai Perkuatan Seismik”. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan model struktur rangka beton bertulang dengan dinding pengisi (RDP) berlubang, dengan dan tanpa perkuatan di sekitar lubang (lintel), sebagai perkuatan seismik, dengan membandingkan perilaku dan kinerja struktur RDP dengan berbagai rasio lubang. Hasil yang didapatkan diagram beban-simpangan lateral yang diperoleh dari model validasi menggunakan elemen *shell* lebih mendekati diagram hasil uji laboratorium dibandingkan dengan menggunakan model *strat diagonal*.

Firdaus dkk (2016) melakukan penelitian tentang “Evaluasi Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Bumi dengan *Rapid Visual Screening (RVS)* Berdasarkan FEMA P 154”. Tujuan dari penelitian ini adalah memperkirakan kinerja dan tingkat bangunan jika terjadi gempa bumi. Salah satu hasil dari penelitian ini adalah tingkat kerentanan gedung dipengaruhi oleh beberapa factor, semakin tidak teratur bentuk gedung (secara *Vertical Irregularity* maupun *Plan Irregularity*) akan semakin mengurangi nilai *basic score*.

Astuti dkk (2016) melakukan penelitian tentang “Evaluasi Resiko Seismik Bangunan Gedung Rusunawa”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kelayakan bangunan jika terjadi gempa bumi. Salah satu hasil dari penelitian ini adalah bangunan harus dievaluasi lebih detail karena terjadi kerusakan/deteriorasi pada komponen struktur.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku kedua struktur gedung berdasarkan parameter desain dan mengetahui jarak aman antara dua bangunan yang bersebelahan yang memiliki ketinggian yang berbeda.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

### a. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan merupakan data primer yang didapatkan langsung

dari instansi terkait yaitu berupa gambar struktur dan gambar arsitek dari kedua hotel, kemudian data lapangan berupa jarak antara kedua hotel yang didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan.

### b. Analisis Pembebanan dan Pemodelan

Analisis beban dilakukan berdasarkan fungsi ruangan atau fungsi tempat pada bagian-bagian yang ada pada kedua hotel tersebut. Selanjutnya dilakukan pemodelan menggunakan *software* SAP2000 sesuai gambar perencanaan yang didapatkan.

Dari pemodelan maka dikeluarkan beberapa output diantaranya : partisipasi massa, periode getar alami, gaya geser lantai, simpangan antar lantai, simpangan pusat massa tingkat. Dari output didapatkan simpangan terbesar yang terjadi pada kedua hotel, selanjutnya diperoleh hasil jarak minimal dari kedua hotel dan dibandingkan dengan jarak eksisting hotel untuk mendapatkan kesimpulan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### a. Periode dan Frekuensi Struktur

Periode struktur yang didapatkan dari pemodelan SAP 2000 untuk kedua hotel melebihi batas periode yang disyaratkan yang telah dihitung berdasarkan SNI. Periode getar alami berdasarkan perhitungan untuk hotel Neo Malioboro  $T_{min}$  sebesar 1,045 untuk  $T_{max}$  sebesar 1,463, sedangkan dari pemodelan didapatkan  $T$  sebesar 1,743. Kemudian untuk hotel Malioboro Suite nilai periode getar alami dari perhitungan didapatkan  $T_{min}$  sebesar 1,404 dan  $T_{max}$  sebesar 1,965, sedangkan dari pemodelan periode getar alami didapatkan sebesar 2,014. Secara teori dari hasil periode struktur yang didapatkan struktur dari kedua hotel ini kurang kaku karena periode getar alami dari pemodelan melebihi batas periode getar alami yang disyaratkan.

### b. Partisipasi Massa

Penentuan ragam getar alami struktur harus dilakukan analisis terlebih dahulu. Syarat penentuan analisis yaitu menyertakan ragam yang cukup hingga menghasilkan partisipasi massa ragam terkombinasi yang nilainya minimal mencapai 90 % dari massa aktual

dalam masing – masing sumbu dari respon model yang ditinjau. Nilai ratio partisipasi massa apabila belum tercapai maka mode bangunan harus ditambah sampai partisipasi massa terlampaui. Nilai partisipasi massa telah melebihi 90% untuk hotel Neo Malioboro pada mode ke 31, untuk hotel Malioboro Suite pada mode ke 35, maka mode bangunan tidak perlu ditambahkan lagi karena partisipasi massa kedua hotel telah memenuhi syarat yang diijinkan.

c. Kontrol Gaya Geser Dasar (*Base Shear*)

Syarat gaya geser dasar menurut SNI 1726 2012 (BSN,2012) nilai gaya geser dinamik *respons spektrum* lebih besar dari 85% nilai gaya geser dasar yang didapatkan dari analisis statik ekuivalen, jika nilai gaya geser dinamik *respons spektrum* yang didapatkan lebih kecil dari 85% nilai gaya geser statik ekuivalen, maka nilai koefisien gempa arah x dan arah y harus dikalikan faktor skala yang baru. Nilai *base shear* akibat beban gempa *respons spektrum* dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Nilai *base shear* dinamik *respons spektrum* dan statik ekuivalen hotel Neo Malioboro.

Arah	V dinamik awal (KN)	85%V statik (KN)	Pengali	V dinamik akhir (KN)	Kontrol	Keterangan
X	5267.781	6781.477	1.4	7303.259	0.929	OK
Y	5568.936	6202.716	1.3	7311.631	0.848	OK

Tabel 2. Nilai *base shear* dinamik *respons spektrum* dan statik ekuivalen hotel Malioboro Suite.

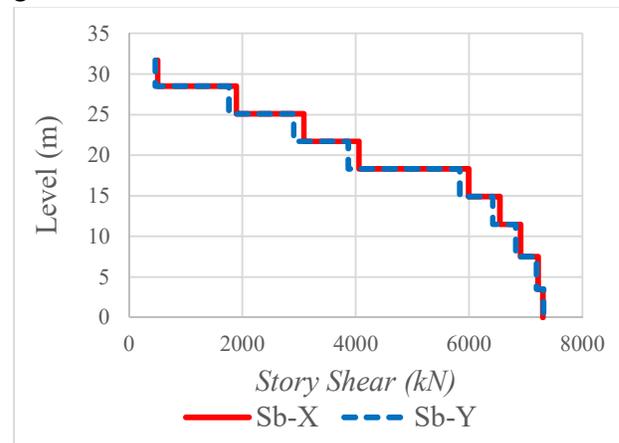
Arah	V dinamik awal (KN)	85%V statik (KN)	Pengali	V dinamik akhir (KN)	Kontrol	Keterangan
X	7505.289	7359.610	-	8355.109	0.881	OK
Y	8047.686	10045.571	1.4	10412.717	0.965	OK

Dari Tabel 1 dan tabel 2 menunjukkan bahwa nilai faktor pengali struktur mempunyai nilai kurang dari 1 yang berarti telah memenuhi syarat yaitu nilai gaya geser dinamik akibat beban gempa *respons spektrum* telah lebih besar dari 85% nilai gaya geser dasar rencana analisis statik ekuivalen maka tidak perlu dilakukan analisis ulang dan hasil output dari *SAP2000* sudah dapat digunakan.

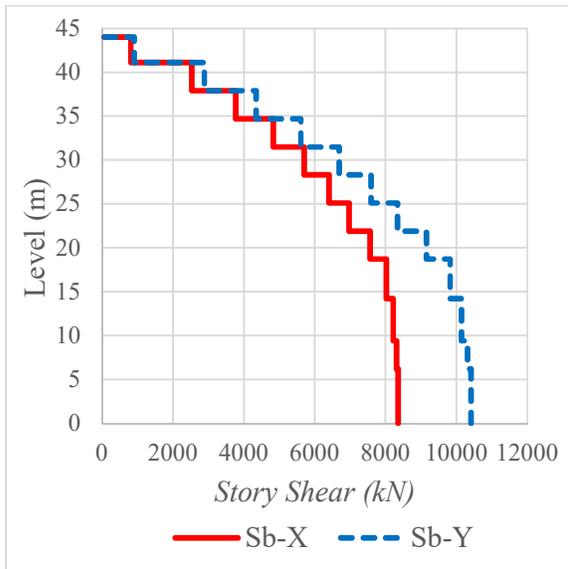
d. Gaya Geser Lantai (*Story Shear*)

Nilai gaya geser lantai semakin ke atas nilainya akan semakin kecil, hal ini disebabkan pada lantai dasar menumpu seluruh beban yang berada di atasnya. Selanjutnya untuk lantai 2 menumpu beban yang berada di atas lantai 2 dan seterusnya sampai dengan atap. Semakin kaku

struktur tersebut maka akan semakin besar pula gaya gersnya. Hasil gaya geser lantai dari penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1 dan gambar 2.



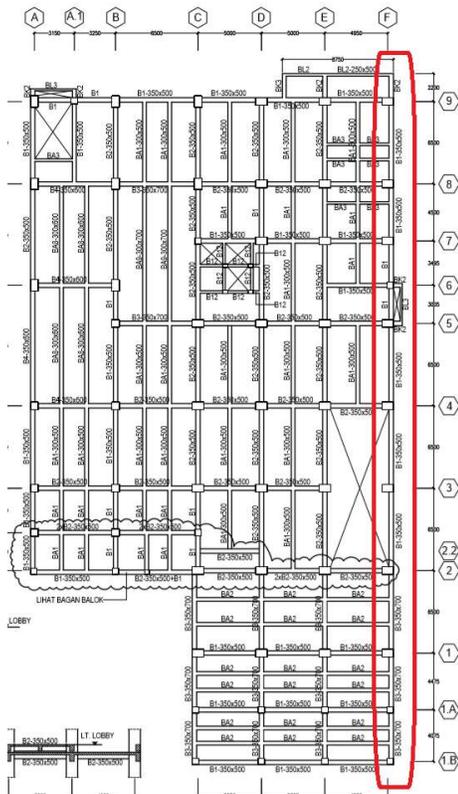
Gambar 1. Gaya geser lantai hotel Neo Malioboro.



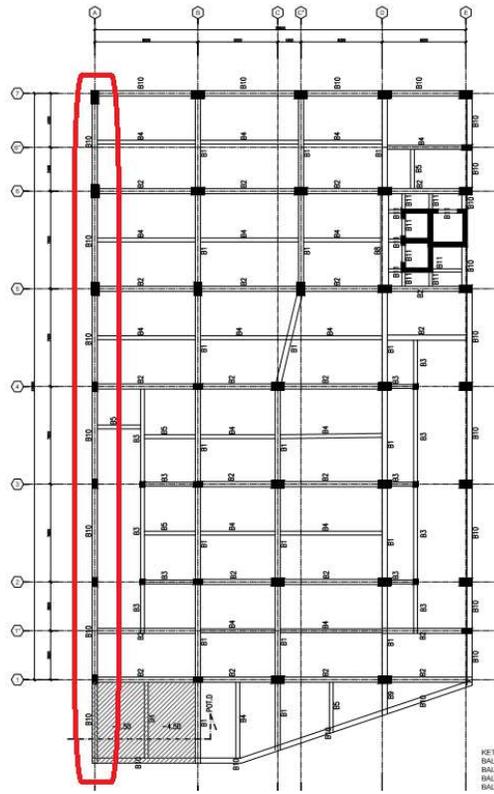
Gambar 2. Gaya geser lantai hotel Malioboro Suite.

e. Simpangan Antar Lantai (*drift ratio*)

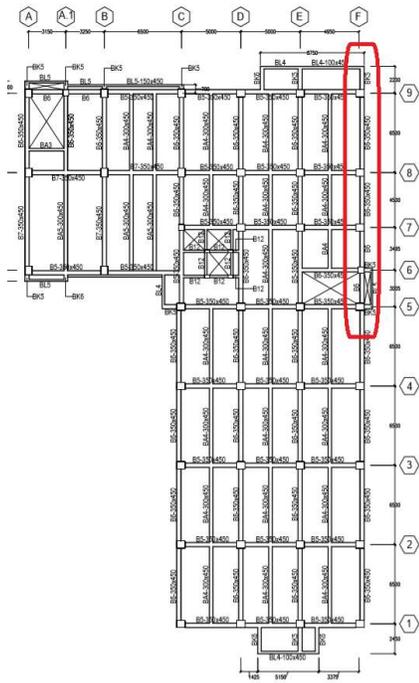
Nilai simpangan antar lantai tingkat desain menurut SNI 1726 2012 (BSN,2012) dihitung sebagai perbedaan defleksi antara pusat massa lantai atas dengan lantai dasar yang ditinjau. Nilai simpangan antar lantai tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung rasio simpangan antar lantai (*drift ratio*) yaitu perbandingan antara nilai simpangan antar lantai dengan tinggi antar lantai. Output simpangan antar lantai yang ditinjau pada penelitian ini berdasarkan joint struktur yang berada pada sisi bidang bangunan yang bersebelahan yang ditunjukkan pada gambar 3 s/d gambar 6. Nilai simpangan antar lantai dan defleksi pusat massa tingkat dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.



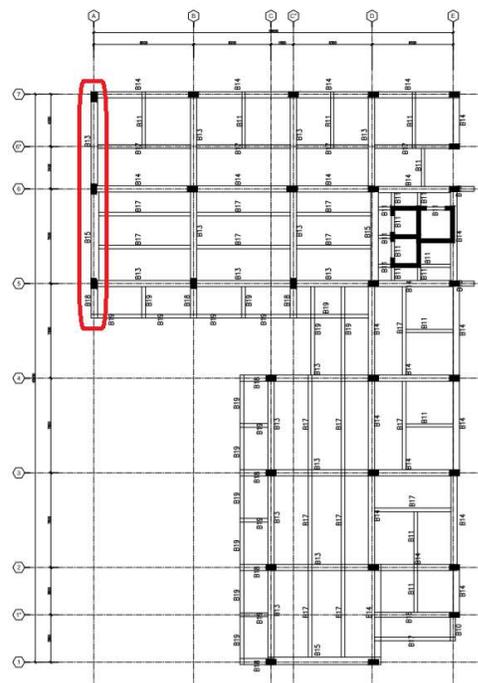
Gambar 3. Lokasi joint yang ditinjau hotel Neo Malioboro lt.basement-lt.3



Gambar 5. Lokasi joint yang ditinjau hotel Malioboro Suite lt.basement - lt.3



Gambar 4. Lokasi join yang di tinjau hotel Neo Malioboro lt.5 – atap



Gambar 6. Lokasi join yang di tinjau hotel Malioboro Suite lt.4 – atap

Tabel 3. Nilai simpangan antar lantai (*drift ratio*) dan defleksi pusat massa tingkat hotel Neo Malioboro Sb-X

Lantai	Elevasi Lantai (m)	tinggi (m)	Total Deflection (m)	Defleksi pusat masa tingkat (m)	Drift Ratio (m)	Drift limit 2.0%
ATAP	31.70	3.20	0.0800	0.440	0.063	0.064
SKY LOUGE	28.50	3.40	0.0685	0.377	0.041	0.068
LANTAI 8	25.10	3.40	0.0611	0.336	0.048	0.068
LANTAI 7	21.70	3.40	0.0523	0.288	0.057	0.068
LANTAI 6	18.30	3.40	0.0420	0.231	0.062	0.068
LANTAI 5	14.90	3.40	0.0308	0.169	0.063	0.068
LANTAI 3	11.50	4.00	0.0193	0.106	0.065	0.080
LANTAI 2	7.50	4.00	0.0074	0.041	0.036	0.080
LOBBY	3.50	3.50	0.0009	0.005	0.004	0.070
BASEMENT	0.00	0.00	0.0002	0.001	0.001	0.070

Tabel 4. Nilai simpangan antar lantai (*drift ratio*) dan defleksi pusat massa tingkat hotel Neo Malioboro Sb-Y

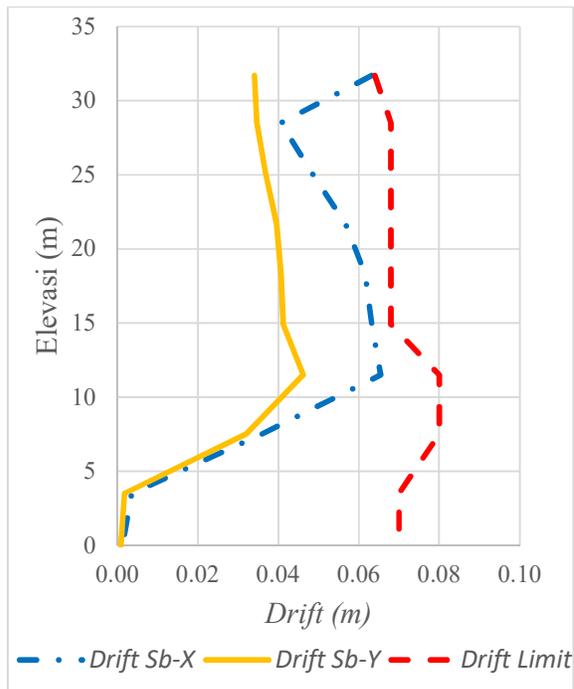
Lantai	Elevasi Lantai (m)	Tinggi (m)	Total Deflection (m)	Defleksi pusat masa tingkat (m)	Drift Ratio (m)	Drift Limit 2.0%
ATAP	31.7	3.2	0.0560	0.308	0.034	0.064
SKY LOUGE	28.5	3.4	0.0498	0.274	0.035	0.068
LANTAI 8	25.1	3.4	0.0435	0.239	0.037	0.068
LANTAI 7	21.7	3.4	0.0368	0.202	0.040	0.068
LANTAI 6	18.3	3.4	0.0296	0.163	0.041	0.068
LANTAI 5	14.9	3.4	0.0222	0.122	0.041	0.068
LANTAI 3	11.5	4.0	0.0147	0.081	0.046	0.080
LANTAI 2	7.5	4.0	0.0063	0.035	0.032	0.080
LOBBY	3.5	3.5	0.0005	0.003	0.002	0.070
BASEMENT	0.0	0.0	0.0002	0.001	0.001	0.070

Tabel 5. Nilai simpangan antar lantai (*drift ratio*) dan defleksi pusat massa tingkat hotel Malioboro Suite Sb-X

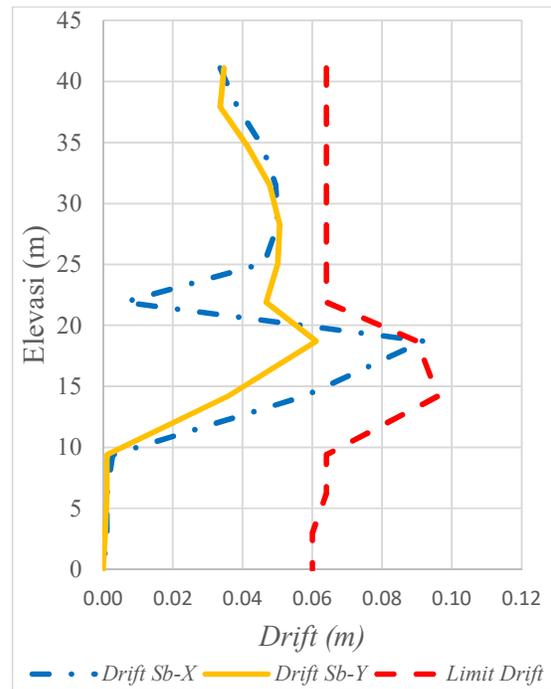
Lantai	Elevasi Lantai (m)	Tinggi (m)	Total Deflection (m)	Defleksi pusat masa tingkat (m)	Drift Ratio (m)	Drift Limit 2.0%
ATAP	41.10	3.20	0.0749	0.412	0.034	0.064
LANTAI 9	37.90	3.20	0.0688	0.378	0.039	0.064
LANTAI 8	34.70	3.20	0.0618	0.340	0.046	0.064
LANTAI 7	31.50	3.20	0.0535	0.294	0.050	0.064
LANTAI 6	28.30	3.20	0.0445	0.245	0.050	0.064
LANTAI 5	25.10	3.20	0.0354	0.195	0.046	0.064
LANTAI 4	21.90	3.20	0.0270	0.149	0.006	0.064
LANTAI 3	18.70	4.50	0.0281	0.155	0.092	0.090
LANTAI 2	14.20	4.80	0.0114	0.063	0.058	0.096
LANTAI 1	9.40	3.20	0.0009	0.005	0.003	0.064
BASEMENT 1	6.20	3.20	0.0004	0.002	0.001	0.064
BASEMENT 2	3.00	3.00	0.0002	0.001	0.001	0.060
GWT	0.00	0.00		0.000	0.000	0.060

Tabel 6. Nilai simpangan antar lantai (*drift ratio*) dan defleksi pusat massa tingkat hotel Malioboro Suite Sb-Y

Story	Elevasi Lantai (m)	Tinggi (m)	Total deflection (m)	Defleksi pusat masa tingkat (m)	Drift Ratio (m)	Drift Limit 2.0%
ATAP	41.1	3.2	0.0735	0.404	0.035	0.064
LANTAI 9	37.9	3.2	0.0672	0.370	0.034	0.064
LANTAI 8	34.7	3.2	0.0611	0.336	0.041	0.064
LANTAI 7	31.5	3.2	0.0536	0.295	0.048	0.064
LANTAI 6	28.3	3.2	0.0449	0.247	0.051	0.064
LANTAI 5	25.1	3.2	0.0357	0.196	0.050	0.064
LANTAI 4	21.9	3.2	0.0266	0.146	0.047	0.064
LANTAI 3	18.7	4.5	0.0181	0.100	0.061	0.090
LANTAI 2	14.2	4.8	0.0070	0.039	0.036	0.096
LANTAI 1	9.4	3.2	0.0005	0.003	0.001	0.064
BASEMENT 1	6.2	3.2	0.0003	0.002	0.001	0.064
BASEMENT 2	3.0	3.0	0.0001	0.001	0.001	0.060
GWT	0.0	0.0		0.000	0.000	0.060



Gambar 7. *Drift ratio* hotel Neo Malioboro akibat beban gempa arah X dan Y



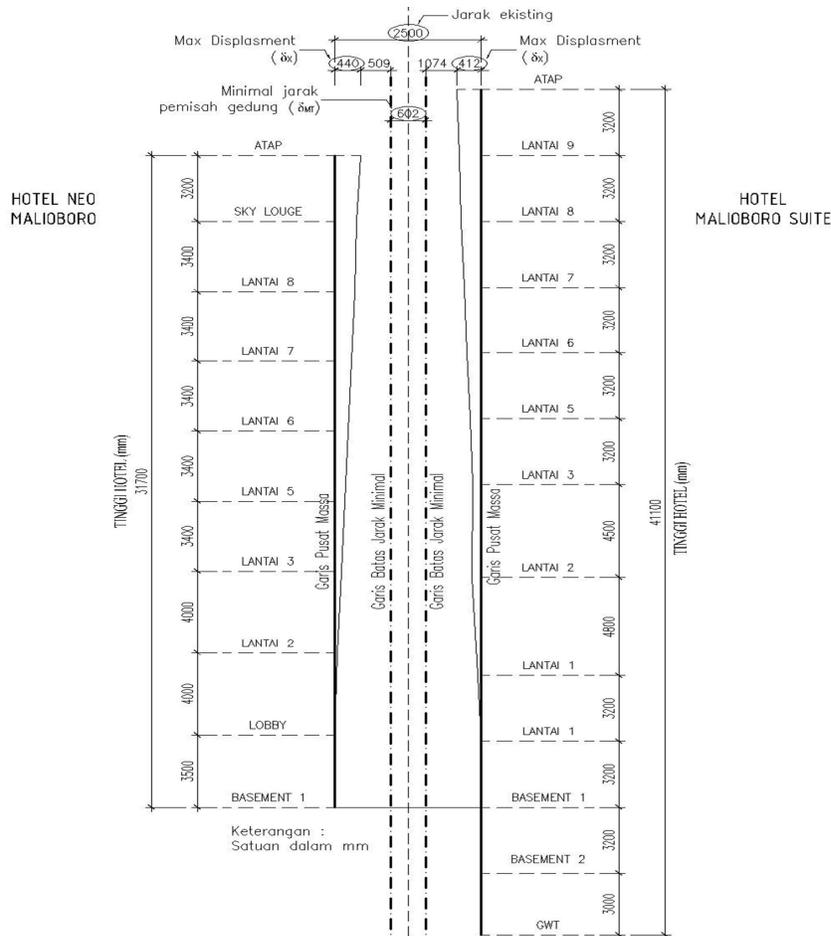
Gambar 8. *Drift ratio* hotel Malioboro Suite akibat beban gempa arah X dan Y

Berdasarkan gambar dan tabel *drift ratio* untuk hotel Neo Malioboro nilai rasio simpangan yang dihasilkan akibat gempa *respons spektrum* arah X dan seluruh bagian join yang ditinjau masih dalam kategori aman karena nilainya masih di bawah batas yang ditentukan (rasio ijin). Sedangkan berdasarkan gambar dan tabel *drift ratio* untuk hotel Malioboro Suite pada lantai 3 memiliki *drift ratio* yang melebihi rasio ijin yaitu untuk nilai *drift ratio* sebesar 0,092 sedangkan untuk nilai rasio ijinnya sebesar 0,090. Hal ini dapat terjadi karena struktur tersebut kurang kaku.

f. Jarak Pemisah antar Struktur Bangunan

Jarak pemisah antar struktur bangunan yang bersebelahan menurut BSN (2012), bahwa semua bagian struktur harus didesain dan dibangun untuk bekerja sebagai satu kesatuan yang terintegrasi dalam menahan gaya-gaya

gempa kecuali jika dipisahkan secara struktural dengan jarak yang cukup memadai untuk menghindari benturan yang merusak. Struktur bangunan yang bersebelahan harus dipisahkan minimal  $\delta_{MT}$ . Dari hasil perhitungan manual jarak pemisah defleksi minimal ( $\delta_{MT}$ ) antara kedua hotel adalah sebesar 0,602m. Simpangan pusat massa terbesar kedua hotel arah X berdasarkan tabel 3 dan tabel 5 pada kedua hotel terjadi pada lantai paling atas yaitu atap, untuk hotel Neo malioboro sebesar 0,440m dan hotel malioboro Suite sebesar 0,412m. Maka didapatkan jarak pemisah minimal struktur antara kedua hotel sebesar 1,454m. Sedangkan jarak pemisah ekisting struktur hotel adalah sebesar 2,5m. berdasarkan hasil tersebut maka jarak antara kedua hotel tersebut dapat dikatakan aman, karena untuk jarak pemisah struktur terluar bangunan masih lebih besar dari batas minimal yang disyaratkan. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Defleksi pusat massa tingkat hotel Neo Malioboro dan hotel Malioboro Suite akibat beban kombinasi maksimal arah X

#### 4. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil yang didapatkan dari parameter desain perilaku struktur hotel Neo Malioboro dan otel Malioboro Suite dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :
  - a. Periode getar alami struktur berdasarkan pemodelan menggunakan SAP2000 dengan data ekisting yang didapatkan untuk hotel Neo Malioboro arah X sebesar 1,635 untuk arah Y sebesar 1,258. Sedangkan secara perhitungan nilai periode getar alami untuk hotel Neo Malioboro adalah  $T_{min}$  sebesar 1,045 dan nilai  $T_{max}$  sebesar 1,463. Untuk hotel Malioboro Suite arah X sebesar 2,014 untuk arah Y sebesar 1,505. Sedangkan secara perhitungan nilai periode getar alami untuk hotel Malioboro Suite adalah  $T_{min}$  sebesar 1,404 dan nilai  $T_{max}$  sebesar 1,965. Secara teori nilai periode getar alami kedua hotel yang didapat berdasarkan pemodelan pada SAP2000 dengan data eksisting tidak masuk dalam syarat  $T_{min} < T < T_{max}$ , artinya struktur pada kedua bangunan tersebut masih terlalu lentur karena nilai  $T$  melebihi nilai perhitungan  $T_{max}$ .
  - b. Simpangan antar lantai (*drift ratio*), untuk hotel Neo Malioboro masih dalam keadaan aman karena untuk nilainya *drift ratio* pada semua lantai tidak melebihi *ratio* ijin. Sedangkan untuk hotel Malioboro Suite pada lantai 3 terdapat nilai *drift ratio* yang memiliki nilai *drift ratio* melebihi *ratio* ijin. Nilai *drift ratio* untuk lantai 3 adalah sebesar 0,092m sedangkan nilai *ratio* ijinnya adalah 0,090m.
  - c. Defleksi pusat massa tingkat (simpangan) maksimum pada masing-masing bangunan terdapat pada lantai paling atas yaitu atap dengan nilai defleksi maksimum untuk hotel Neo Malioboro adalah sebesar 0,440m dan defleksi maksimum untuk hotel Malioboro Suite adalah sebesar 0,412m.
2. Jarak pemisah antara struktur terluar yang bersebelahan hotel Neo Malioboro dan hotel Malioboro Suite adalah sebesar 2,5m. Dari perhitungan manual didapatkan jarak

minimal pemisah struktur kedua hotel adalah 1,454m sehingga dapat dikatakan jarak pemisah struktur ekisting dari kedua hotel tersebut masih dalam keadaan aman jika terjadi gempa bumi di Yogyakarta.

#### 5. Daftar Pustaka

- BSN, 2012, SNI 1726:2012: *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Faisal, A., Putera, T, A., dan Purba, M., 2018. Evaluasi Jarak Aman Antara Struktur SRPM Tinggi Dengan Struktur SRPM Disebelahnya Terhadap Gempa. *Jurnal Education Building*, 4(1), 56-61.
- Soelarso., Darwis, Z., dan Sugara, R., 2015. Analisa Simpangan pada Struktur Gedung 10 Lantai Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-201X. *Jurnal Pondasi*, 4(1), 28-36.
- Azizah, L., Chintami, R, D., Pratono, W., dan Sukamta. 2018. Studi Analisis Tingkat Kerentanan Bangunan Terhadap Gempa Dengan Kekuatan Maksimum 6,9 MW. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 7, 62-75.
- Purnomo, E., Purwanto, E., dan Supriyadi, A., 2014. Analisis Kerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Analisis Dinamik Respon Spektrum Menggunakan Software ETABS (Studi Kasus : Bangunan Hotel di Semarang). *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 1, 569-576.
- Anggen, W, S., Budi, A, S., dan Gunawan, P., 2014. Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Dengan Analisis Dinamik Time History Menggunakan Etabs (Study Kasus : Hotel di Daerah Karanganyar). *E-Jurnal Teknik Sipil*, 1, 313-320.
- Nugroho, F., 2015. Evaluasi Kinerja Bangunan Rencana Gedung Hotel A.N.S dengan Dilatasi (Model B2) di Daerah Rawan Gempa. *Jurnal Momentum*, 17(2), 48-57.
- Syarif, H, A., Djauhari, Z., Ridwan., 2018. Respons Struktur Sistem *Flat Slap-Drop Panel* pada Gedung Bertingkat tak Beraturan Terhadap Beban Gempa. 177-184. Universitas Pasir Pengaraian, Indonesia : Universitas Pasir Pengaraian.

- Budiwati, I. A. M., dan Sukrawa. M., 2017. Kinerja Struktur Rangka Beton Bertulang dengan Penambahan Dinding Pengisi Berlubang sebagai Perkuatan Seismik. *Jurnal Teknik Sipil*, 24(1), 853-2982.
- Firdaus, R., Kurniawandy, A., dan Djauhari, Z., 2016. Evaluasi Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Bumi dengan *Rapid Visual Screening (RVS)* Berdasarkan FEMA P 154. *Jom FTEKNIK*, 3(2), 1-7.
- Astuti, N, D., Sangadji, S., dan Rahmadi, AP., 2016. Evaluasi Awal Resiko Seismik Bangunan Gedung Rusunawa. 1-9. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta : Universitas Muhammadiyah Jakarta.