

EVALUASI KINERJA GEDUNG RUMAH SAKIT MENGUNAKAN TIME HISTORY

HAFIZH ARIQ ATHALLAH¹, ERMA DESIMALIANA², BADRIANA NURANITA³

1. Mahasiswa, Institut Teknologi Nasional
 2. Dosen, Institut Teknologi Nasional
 3. Dosen, Institut Teknologi Nasional
- Email: ariqathallah31@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara rawan gempa karena terletak pada 4 pertemuan lempeng tektonik. Oleh karena itu dalam perencanaan dan pembangunan gedung di Indonesia harus memperhitungkan aspek kegempaan. Dalam penelitian ini merupakan kajian kinerja struktur gedung beton bertulang dengan kategori risiko IV menggunakan analisis gempa riwayat waktu. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja struktur rumah sakit dengan cara melakukan pengecekan terhadap periode struktur, modal partisipasi massa, gaya geser dasar, simpangan antar lantai, dan pengaruh P-delta. Hasil periode struktur pada arah X sebesar 1,248 detik dan untuk arah Y 1,086 detik. Untuk modal partisipasi massa jumlah ragam terkombinasi tercapai pada moda 8. Untuk gaya geser dasar yang dihasilkan 6241,267 kN.

Kata kunci: Struktur Gedung Beton Bertulang, rumah sakit, , kinerja struktur, analisis gempa riwayat waktu

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara rawan gempa, hal ini disebabkan karena pertemuan empat lempeng di wilayah Indonesia. Oleh karena itu struktur yang akan didisain harus sesuai dengan perencanaan bangunan ketahanan gempa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bangunan Tahan Gempa

Bangunan merupakan fisik dari hasil pekerjaan konstruksi yang dapat berdiri dengan aman jika dalam proses pembangunan mengikuti peraturan dan metode yang benar. Menurut Teddy (2009), bangunan tahan gempa adalah terciptanya suatu bangunan yang dapat mencegah terjadinya korban, serta memperkecil kerugian harta benda. Dari hal tersebut pengertian bangunan tahan gempa adalah:

- a. Bila terjadi gempa ringan, bangunan tidak boleh mengalami kerusakan baik pada komponen non-struktural maupun pada komponen strukturalnya.
- b. Bila terjadi gempa sedang, bangunan boleh mengalami kerusakan pada komponen non-strukturalnya (plafond runtuh, dinding retak) akan tetapi komponen struktural (kolom, balok, sloof) tidak boleh rusak.

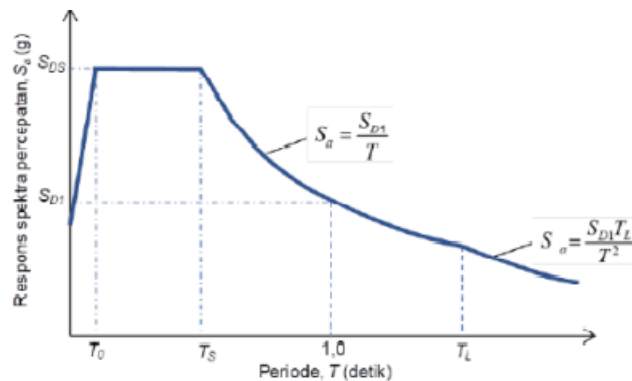
- c. Bila terjadi gempa besar, bangunan boleh mengalami kerusakan baik pada komponen non-struktural maupun komponen strukturalnya, akan tetapi jiwa penghuni bangunan tetap selamat, artinya sebelum bangunan runtuh masih cukup waktu bagi penghuni bangunan untuk keluar.

2.2 Analisis Dinamik

Analisis dinamik merupakan analisis struktur gaya gempa yang memperhitungkan pengaruh dinamis gerakan tanah dengan fungsi waktu. Analisis dinamis terbagi menjadi 2 (dua), sebagai berikut:

a. Analisis Respon Spektrum

Analisis Respon Spektrum dimana total respon didapat melalui superposisi dari respon masing-masing getarnya. Spektrum dalam analisis ini disajikan dalam bentuk grafik/plot antara periode getar struktur T dan respon-respon maksimum dapat berupa simpangan maksimum, kecepatan maksimum atau percepatan maksimum dari sistem struktur *Single Degree Of Freedom* (SDOF) dibebani dengan gaya luar tertentu. Pada setiap respon spektrum didapatkan juga pengaruh kondisi tanah seperti tanah keras, tanah lunak dan tanah sedang. Data respon spektrum tersebut dibuat berdasarkan gempa yang telah terjadi atau akan terjadi pada daerah tersebut, sehingga setiap daerah memiliki responsnya masing-masing. Respon Spektrum Desain dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Perilaku Bangunan Menggunakan Isolasi Dasar

b. Analisis Riwayat Waktu

Analisis riwayat waktu digunakan untuk menganalisis respon dinamik suatu struktur bangunan yang menerima beban berupa percepatan getaran tanah dikerjakan secara bertahap dan besarnya berubah-ubah terhadap waktu. (Hasdanita, 2014). Pada analisis dinamik Riwayat waktu, beban gempa yang dimasukkan dalam pembebanan struktur adalah rekaman gerakan tanah (Ground motion) dari gempa-gempa yang telah terjadi.

2.3 Pembebanan

Pembebanan struktur yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pembebanan berdasarkan SNI 1727:2020 tentang beban minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain. Beban yang digunakan adalah, beban mati, beban hidup, dan beban mati tambahan.

3. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Tahapan yang pertama adalah merumuskan masalah dan membuat batasan masalah yang akan dibahas, kemudian tahapan kajian pustaka yaitu mencari referensi literatur yang berkaitan dengan topik penelitian ini, tahapan berikutnya yaitu penentuan *layout* gedung dan melakukan *preliminary design* untuk memperoleh data yang diperlukan, tahapan selanjutnya yaitu setelah memperoleh data-data, dilakukan pemodelan menggunakan bantuan *software* analisis struktur, setelah dilakukan pemodelan lalu tahapan berikutnya yaitu menganalisis nilai periode struktur, gaya geser dasar, simpangan antar lantai, modal partisipasi massa dan pengaruh P-delta dari gedung yang dimodelkan, tahapan terakhir adalah menarik kesimpulan dari penelitian ini dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Struktur

Data struktur diperoleh dari *preliminary design*. Untuk denah gedung menggunakan *layout* RSUD Koja yang terletak di Jakarta Utara dengan jumlah 10 lantai. Pada kolom lantai 1 sampai lantai 5 menggunakan dimensi 900 mm dan lantai 6 sampai lantai 9 menggunakan dimensi 850 mm. Untuk dimensi balok induk yaitu 750x600 mm dan untuk balok anak 300x200 mm. Tebal pelat yaitu 120 mm. Mutu beton menggunakan f_c 30 MPa dan mutu baja tulangan menggunakan f_y 420 MPa.

4.2 Analisis Kinerja Struktur

Dalam penelitian ini dilakukan pengecekan terhadap nilai periode struktur, gaya geser dasar, simpangan antar lantai, modal partisipasi massa, dan pengaruh P-delta, menggunakan analisis Riwayat waktu (*time history*).

4.2.1 Periode Struktur

Periode getar struktur adalah waktu bergetar struktur dalam satu periode. Pada Tabel 1 merupakan periode struktur yang didapat dari *software* analisis struktur.

Tabel 1. Nilai Periode Struktur

Periode	Arah	Nilai (detik)
Mode 1	X	1,248
Mode 2	Y	1,086
Mode 3	Rotasi	0,999

Setelah dapat perhitungan nilai periode struktur dari *software*, maka harus memilih nilai periode struktur yang akan dipakai antara T_a *software*, T_a minimum, dan T_a Maksimum.

Tabel 2. Penentuan Nilai Periode Struktur

Mode	Arah	T_a <i>software</i> (detik)	T_a min (detik)	T_a max (detik)	T_a pakai (detik)
1	X	1,248	1,289	1,805	1,289
2	Y	1,086	1,289	1,805	1,289

Dari perhitungan yang dilakukan karena nilai T dari *software* lebih kecil dari $T_{a \max}$ untuk arah X dipakai $T_{a \min}$ adalah 1,289 detik, dan untuk arah Y dipakai $T_{a \min}$ adalah 1,289 detik.

4.2.2 Modal Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI 1726:2019 tentang jumlah ragam, Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi 90% dari massa aktual pada arah X dan arah Y. Berdasarkan dari perhitungan *software* analisis struktur didapatkan periode alami struktur dan modal partisipasi massa yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Modal Partisipasi Massa

Modal Partisipasi Massa								
Case	Mode	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RZ	Sum RZ
Modal	1	1,248	0,750	0,000	0,750	0,000	0,002	0,002
Modal	2	1,086	0,001	0,617	0,751	0,617	0,136	0,138
Modal	3	0,999	0,001	0,134	0,752	0,751	0,615	0,753
Modal	4	0,390	0,113	0,000	0,865	0,751	0,000	0,753
Modal	5	0,343	0,000	0,095	0,865	0,846	0,024	0,777
Modal	6	0,315	0,000	0,025	0,865	0,871	0,094	0,870
Modal	7	0,208	0,043	0,000	0,909	0,871	0,000	0,870
Modal	8	0,185	0,000	0,032	0,909	0,903	0,009	0,880
Modal	9	0,169	0,000	0,010	0,909	0,913	0,032	0,912
Modal	10	0,133	0,025	0,000	0,933	0,913	0,000	0,912
Modal	11	0,121	0,000	0,019	0,933	0,931	0,005	0,917
Modal	12	0,110	0,000	0,005	0,934	0,936	0,019	0,936

Dari tabel 3 modal partisipasi massa sudah memenuhi syarat karena sudah melebihi 90%. Pada arah X dan arah Y ragam terkombinasi terjadi pada modal 8.

4.2.3 Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar yang didapat dari perhitungan *software* analisis struktur untuk tiga data rekaman gempa diperoleh gaya geser dasar pada arah X dan arah Y adalah

Tabel 4. Gaya Geser Dasar

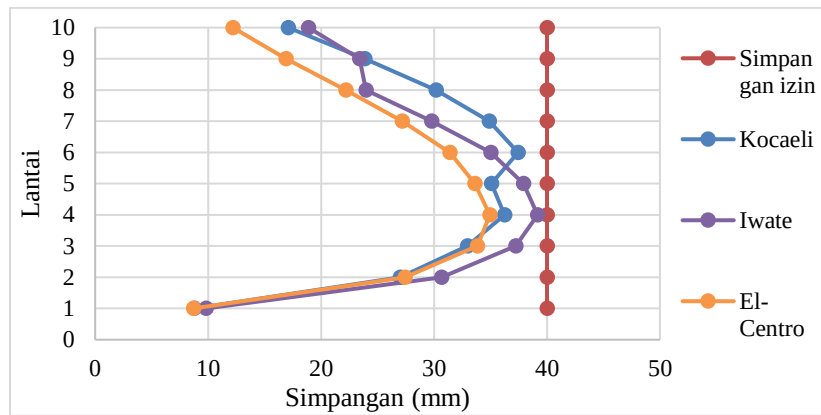
Gaya Geser Dasar Dinamik			Gaya Geser Dasar Statik
	X	Y	6241,267
Kocaeli	6241,257	6241,2559	
Iwate	6241,2557	6241,2574	
El-Centro	6241,2669	6241,267	

Pengecekan gaya geser dasar pada struktur dengan menggunakan rekaman gempa Kocaeli, Iwate, dan El-Centro pada arah X dan arah Y sudah sesuai dengan SNI 1726:2019.

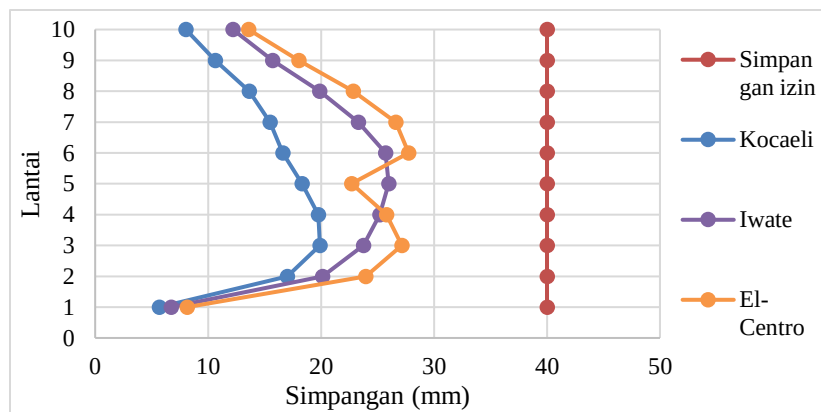
4.2.4 Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan SNI 1726:2019 dengan parameter kategori IV dan (h_{sx}) adalah ketinggian tiap tingkat maka simpangan antar lantai izin dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \Delta_{\text{lantai}} &= 0,01 \times h_{sx} \\
 &= 0,01 \times 4 \\
 &= 0,04 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 2. Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X



Gambar 3. Grafik Simpangan Antar Lantai Arah Y

Berdasarkan gambar 3 dan gambar 4 selisih simpangan antar lantai arah X dan arah Y tidak ada yang melebihi simpangan izin.

4.2.5 Pengaruh P-Delta

Tabel 5. Pengaruh P-delta Arah X

Story	Kocaeli	Iwate	El-Centro
10	0,0072	0,0073	0,0061
9	0,0126	0,0111	0,0102
8	0,0185	0,0131	0,0150
7	0,0231	0,0189	0,0203
6	0,0258	0,0265	0,0249
5	0,0259	0,0309	0,0283
4	0,0304	0,0342	0,0315
3	0,0306	0,0358	0,0332
2	0,0289	0,0331	0,0298
1	0,0106	0,0118	0,0105

Tabel 6. Pengaruh P-delta Arah Y

Story	Kocaeli	Iwate	El-Centro
10	0,0040	0,0039	0,0051
9	0,0063	0,0064	0,0088
8	0,0090	0,0096	0,0134
7	0,0115	0,0134	0,0183
6	0,0143	0,0167	0,0216
5	0,0170	0,0181	0,0188
4	0,0188	0,0196	0,0230
3	0,0199	0,0215	0,0265
2	0,0185	0,0214	0,0259
1	0,0069	0,0081	0,0098

Perhitungan P-delta dari 3 rekaman gempa tidak ada yang melebihi 0,09091.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Modal partisipasi massa sudah memenuhi persyaratan SNI 1726:2019, yaitu jumlah ragam terkombinasi 90% dari jumlah ragam aktual. Pada penelitian ini terjadi pada modal 8.
2. Gaya geser dasar dinamik sudah 1:1 dengan gaya geser seismik.
3. Simpangan antar lantai sudah memenuhi persyaratan SNI 1726:2019 dimana simpangan antar lantai lebih kecil dari simpangan izin.

5.2 Saran

1. Melakukan analisis terhadap struktur yang memiliki kategori risiko yang lain seperti kategori risiko I,II,dan III.
2. Menggunakan analisis gempa yang lain seperti *pushover*. Karena dengan analisis gempa *pushover* dapat mengeluarkan kurva *hysteresis loops* sehingga dapat menghitung disipasi energi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Allah SWT, orang tua, dosen pembimbing dan ko-pembimbing yang telah memberi kelancaran, dukungan, serta bimbingannya.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bridgestone Corporation. (2017). *Bridgestone Seismic Isolation Product Line Up*. Bridgestone Corporation, Tokyo
- Dearini, Thahira Puteri. (2022). Analisis Pengaruh Kinerja Struktur Bangunan Baja Menggunakan Base Isolation Damper Dengan Time History. Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung
- Mazida, Muhammad Faza. (2022). Analisis Kinerja Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Variasi Jenis Base Isolator Menggunakan Analisis Gempa Riwayat Waktu (Studi Kasus Technoplex Living Apartment). Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung