

EVALUASI KINERJA STRUKTUR GEDUNG INSTALASI DAN RUANG INAP RSUD WATES DENGAN *SOFTWARE* SAP 2000

Aswin Andre Atmaka¹⁾, Dwi Kurniati ¹⁾

¹⁾Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Yogyakarta,
Jl. Siliwangi, Jombor Lor, Sendangadi, Kec. Mlati, Daerah Istimewa Yogyakarta 55285,
Corresponding author: aswinandreatmaka@gmail.com

Abstrak

Rumah Sakit Umum Daerah Wates adalah struktur beton bertulang pemikul momen yang berdiri dengan lima lantai dengan ketinggian perlantainya adalah 4,5 m serta memiliki ketinggian 20,5 m. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan nilai performance point pada bangunan, nilai ratio drift berdasarkan ATC-40 dan level kinerja. Metode penelitian ini ialah melakukan evaluasi kinerja bangunan pada Rumah Sakit Umum Daerah Wates berdasarkan respon spektrum dan standar nasional Indonesia. Hasil penelitian mendapatkan nilai kinerja struktur (Performance Point) dengan gaya geser arah X sebesar 3188,541 kN dan arah Y sebesar 1058,513 kN. Sedangkan nilai ratio drift berdasarkan ATC-40 mendapatkan maksimum In-elastis drift arah X = 0,00000249 dan maksimum In-elastis drift arah Y = 0,00000405 yang berarti bahwa gedung yang ditinjau termasuk dalam level Immediate Occupancy (IO) sehingga bangunan Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Wates apabila terkena gempa tidak mengalami kerusakan struktural dan non struktural sehingga gedung ini tetap aman.

Kata Kunci: Pushover, Performance Point , Ratio Drift, ATC-40.

Abstract

This hospital has a reinforced concrete structure to support the standing torque with five floors in 4.5-m height of each floor and has 20.5-m height. The objective of this study was to find performance point value of the building , ratio drift value based on ATC -40 and performance level. This study evaluated the building performance and national standard of Indonesia . The result of study indicate that Performance Point value with X-direction slide force was 3188.541 kN and Y-direction was 1058.513. On the other hand, ratio drift value, based on ATC-40, had maximum in-elastic drift of X-direction = 0.00000249 and ximum In-elastic drift of Y-direction = 0.00000405, it means that the reviewed building was included in level of Immediate Occupancy (IO) so that the building of hospital, when earthquake faced it, did not experience structural and non -structural damage ; therefore , this building remained safe.

Keywords: Pushover, Performance Point , Ratio Drift, ATC-40.

PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia tersusun dari beberapa lempeng tektonik dan Indonesia terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik utama, yaitu lempeng Eurasia, Pasifik, Filipina dan Indo-Australia. Hal ini menyebabkan Indonesia termasuk negara yang rawan terjadi gempa.

Gempa bumi adalah getaran atau gerakan bergelombang pada kulit bumi akibat dari pergeseran tiba-tiba dari lapisan tanah di bawah permukaan bumi (lempeng bumi). Ketika pergeseran ini terjadi, maka timbul getaran yang disebut dengan gelombang seismik. Gelombang ini menjalar ke segala arah menjauhi pusat gempa. Getaran yang sampai ke permukaan bumi bisa bersifat merusak struktur bangunan serta menelan korban jiwa.

Dengan adanya kejadian gempa di Indonesia yang mengakibatkan kerugian sangat besar bagi bangunan, maka diperlukan pengembangan analisis gempa terhadap struktur. Ada 2 pendekatan yang digunakan untuk memperhitungkan beban lateral (gempa bumi) yang bekerja pada suatu struktur, yaitu analisis secara statik ekuivalen dan analisis dinamik (respon spektrum atau *time history*). Analisis *commit to user* dinamik sangat cocok digunakan untuk analisis struktur bangunan yang tidak beraturan, bertingkat banyak terhadap pengaruh gempa.

Akibat yang ditimbulkan oleh bencana gempa bumi terhadap benda atau bangunan yang di atas daratan memiliki berbagai tingkatan kerusakan diantaranya tidak terjadi kerusakan, kerusakan sedang dan kerusakan tinggi. Terjadinya gempa bumi di Indonesia dari waktu ke waktu memiliki

sejarah tersendiri. Gempa dahsyat yang melanda Indonesia yang telah menimbulkan korban terhadap manusia dan harta benda yang cukup berat diantaranya, Gempa/Tsunami Aceh 26 Desember 2004 dengan kekuatan 9 Skala *Richter*. Gempa Nias 28 Maret 2005 dengan kekuatan 8,7 Skala *Richter*. Gempa Yogyakarta 26 Mei 2006 dengan kekuatan 5,9 Skala *Richter*. Gempa Padang tahun 2009 dengan kekuatan 7,6 Skala *Richter*. Gempa Mentawai tahun 2010 dengan kekuatan 7,2 Skala *Richter*.

Perencanaan struktur bangunan gedung tidak beraturan umumnya didasarkan pada analisa dinamik elastis yang merupakan analisa yang paling sederhana, tetapi kegunaannya masih terbatas untuk mengetahui terbentuknya sendi plastis pertama. Perencanaan bangunan tahan gempa saat ini adalah perencanaan berbasis kinerja (*Performance Based Design*). Konsep perencanaan berbasis kinerja ini merupakan kombinasi dari aspek ketahanan dan aspek layan. Konsep ini dapat digunakan untuk perencanaan bangunan baru dengan pemahaman yang realistis terhadap resiko keselamatan (*Life*), kesiapan pakai (*occupancy*) dan kerugian harta benda (*economic loss*) yang mungkin terjadi akibat gempa yang akan datang.

Selanjutnya untuk membuktikan bahwa struktur dapat menahan gaya gempa rencana, perencanaan dilanjutkan dengan Analisa *Pushover*. Konsep Analisa *Pushover* adalah dengan memberikan gaya lateral kepada struktur yang dilakukan penambahan gaya secara bertahap sampai struktur mengalami keruntuhan. Dari penambahan gaya tersebut maka dihasilkan kurva gaya geser dan *displacement*. Kurva

Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Instalasi dan Ruang Inap RSUD Wates dengan Software SAP 2000.

tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan level kinerja ketika struktur diberikan beban gempa rencana.

Penelitian ini menganalisis perilaku struktur dari gedung baru yaitu Rumah Sakit Umum Daerah Wates. Akibat pembebanan dinamik dengan analisis struktur 3 dimensi, digunakan analisis *pushover* sebagai alternatif perhitungan pembebanan gempa dinamik. Dalam tugas akhir ini penulis akan menganalisis dan mendesain struktur gedung akibat beban gempa dengan menggunakan bantuan program SAP2000 berdasarkan parameter desain sesuai peraturan yang terbaru.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada gedung yang dipergunakan untuk instalasi dan ruang inap, gedung ini memiliki jumlah lantai sebanyak 5 lantai. Gedung ini dibangun dengan struktur beton bertulang. Dalam pengerjaan tugas akhir ini akan meneliti tentang evaluasi kinerja menggunakan *pushover analysis* dengan metode dan ATC-40 perhitungan dan permodelan akan dilakukan dengan bantuan program SAP2000. Pembuatan model struktur bangunan RSUD Wates dengan permodelan 3D sesuai dengan data dan informasi dari DED RSUD Wates. Software mengasumsikan bahwa sumbu global Z selalu merupakan sumbu vertikal, dimana sumbu global Z merupakan sumbu vertikal yang memiliki arah ke atas. Bidang X-Y merupakan suatu bidang horizontal. Gedung ini memiliki 8 jenis balok 8 jenis kolom.

Pada proses permodelan Gedung RSUD Wates, pedoman yang digunakan sebagai acuan adalah:

1. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012).
2. *Applied Technology Council for Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings volume-1 (ATC-40)*.
3. Tata Cara Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung (SNI 1727:2013).

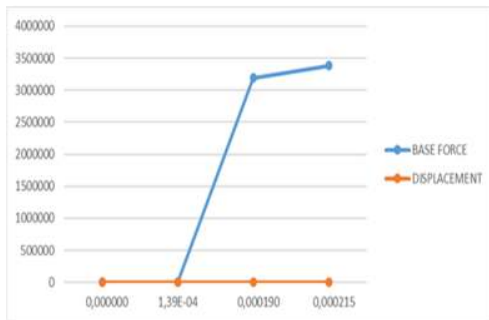
Pengumpulan data-data primer sudah ada dari PT. Nindya Karya. Adapaun data-data perencanaan pada proyek Pembangunan Pengembangan RSUD Wates adalah sebagai berikut:

- a. Data umum bangunan :
 1. Nama Proyek : Pembangunan Pengembangan RSUD Wates
 2. Lokasi : Jalan Tentara Pelajar No. 5 Kulon Progo
 3. Tinggi per lantai : $\pm 4,5$ m
 4. Jumlah lantai : 5 lantai
 5. Struktur utama : Struktur beton bertulang
 6. Fungsi Gedung : Rumah Sakit
- b. Data teknis
 1. Pondasi : Tiang pancang uk. 30 x 30 cm, uk. 25 x 25 cm.
 2. Struktur bawah : Pondasi Batu Kali, Pondasi *Foot Plate* f'c 25 MPa, Sloof f'c 25 MPa, Pit Lift f'c 29,05 MPa.
 3. Struktur atas : Kolom f'c 25 MPa, Balok f'c 25 MPa, Plat Lantai f'c 25 MPa, Tangga f'c 25 MPa.
 4. Struktur atap : Plat Atap f'c 25 MPa.

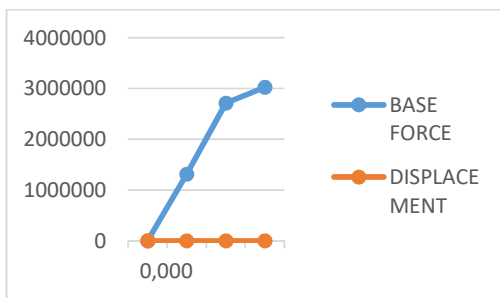
HASIL DAN PEMBAHASAN

- a. Kurva Kapasitas (*Capacity Curve*)
Kurva kapasitas adalah gambaran hubungan antara gaya gempa dan perpindahan yang terjadi pada struktur

hingga runtuh. Perpindahan yang ditinjau adalah perpindahan atap dan gaya geser dasar (*Base Shear*). Berikut ini adalah grafik nilai dari *Base Force push-x*, *push-y* dan nilai *displacement* dapat dilihat pada Gambar 5.2. dan Gambar 5.3.



Gambar 5.2. Kurva Kapasitas *Push-X*
(Sumber : SAP2000 v.14, 2020)



Gambar 5.3. Kurva Kapasitas *Push-Y*
(Sumber : SAP2000 v.14, 2020)

Berdasarkan hasil perhitungan analisis *pushover* besarnya gaya lateral maksimum yang mampu ditahan oleh struktur sebesar 3384,013 kN yang terjadi terjadi pada step 3, dengan *displacement* 0,000215 m pada *push-X* dan untuk *push-Y* sebesar 3024,230 kN yang terjadi pada step 3, dengan *displacement* -0,001018 m. Untuk data tabel nilai dari *Base Force push-x*, *push-y* dan nilai *displacement* dapat dilihat pada Tabel 5.14. dan Tabel 5.15.

Tabel 5.14. *Displacement* dan *Base Force Push-X*

Step	Displacement	Base Force
	m	KN
0	0	0
1	0,000139	0,000536
2	0.000190	3189,157
3	0.000215	3384,013

(Sumber : SAP2000 v.14, 2020)

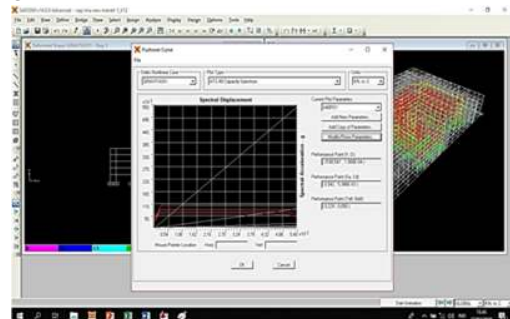
Tabel 5.15. *Displacement* dan *Base Force Push-Y*

Step	Displacement	Base Force
	m	KN
0	0	0
1	-0.000429	1310,263
2	-0.000757	2712,447
3	-0.001018	3024,230

(Sumber : SAP2000 v.14, 2020)

b. Titik Kinerja (*Performance Point*)

Berdasarkan kurva respon spectrum dari peta gempa 2017 untuk wilayah Wates dengan kondisi tanah keras didapatkan nilai $S_s = 1,5$ dan $S_1 = 0,5$ sebagai input analisis *pushover*. *Performance point* dari hasil analisis *pushover* dapat dilihat pada gambar berikut :

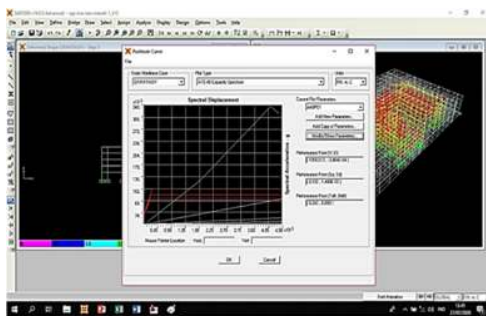


Gambar 5.8. Kurva Kapasitas Spektrum X
(Sumber : SAP2000 v.14, 2020)

Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Instalasi dan Ruang Inap RSUD Wates dengan Software SAP 2000.

Nilai *Performance Point X* :

1. $V = 3188,541$
2. $D = 0,000190$
3. $Sa = 0,542$
4. $Sd = 0,000538$
5. $T_{eff} = 0,229$
6. $B_{eff} = 0,050$



Gambar 5.9. Kurva Kapasitas Spektrum Y
(Sumber : SAP2000 v.14, 2020)

Nilai *Performance Point Y* :

1. $V = 1058,513$
2. $D = 0,000346$
3. $Sa = 0,102$
4. $Sd = 0,00148$
5. $T_{eff} = 0,242$
6. $B_{eff} = 0,050$

Tabel 5.18 Evaluasi Kinerja Struktur
Push X

Gaya Geser Dasar (kN)	<i>Performance Point</i>			
	Vt (kN)	Dt	B _{eff} (%)	T _{eff} (detik)
19929,02	3188,541	0,000190	5	0,229

(Sumber : SAP2000 v.14, 2020)

Tabel 5.19 Evaluasi Kinerja Struktur
Push Y

Gaya Geser Dasar (kN)	<i>Performance Point</i>			
	Vt (kN)	Dt	B _{eff} (%)	T _{eff} (detik)
19929,02	1058,513	0,000346	5	0,242

(Sumber : SAP2000 v.14, 2020)

Dari tabel diatas dapat dilihat nilai gaya geser dasar V_t *push x* = 3188,541 kN < $V = 19929,02$ kN dan V_t *push y* = 1058,513 kN. Nilai redaman efektif (B_{eff}) *push x* sebesar 5% dan nilai redaman efektif (B_{eff}) *push y* sebesar 5%, nilai tersebut lebih kecil dari batasan redaman efektif maksimum yang diijinkan yaitu 40%. Maka berdasarkan metode spektrum kapasitas perilaku struktur arah x dan y pada gempa rencana telah mengalami in-elastis yang disebabkan pelelehan pada sendi plastisnya. Batasan maksimum *displacement* sebesar $2\% \cdot H = 0,02 \cdot 20,5 = 0,41$ m, target hasil *displacement* dari hasil analisis *pushover push x* sebesar 0,000190 m < 0,41 m dan *push y* sebesar 0,000346 m < 0,41 m sehingga gedung tersebut memenuhi syarat keamanan.

c. *Ratio Drift*

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa batasan *ratio drift* atap yang dievaluasi pada *performance point* adalah maksimum total *drift* dan maksimum *In-elastis drift*. Perhitungan sebagai berikut :

1) Nilai *ratio drift X*

$$Dt = 0,000190$$

$$H \text{ total} = 20.5$$

$$\begin{aligned} \text{Maksimum total drift} &= \frac{Dt}{H_{total}} \\ &= \frac{0,000190}{20,5} \\ &= 0,00000927 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maksimum In-elastis drift} &= \frac{Dt-D1}{H_{total}} \\ &= \frac{0,000190-0,000139}{20,5} \\ &= 0,00000249 \end{aligned}$$

Sehingga level kinerja gedung adalah **Immediate Occupancy**.

2) Nilai *ratio drift* Y

$$Dt = 0,000346$$

$$H_{total} = 20,5$$

$$\begin{aligned} \text{Maksimum total drift} &= \frac{Dt}{H_{total}} \\ &= \frac{0,000346}{20,5} \\ &= 0,0000169 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maksimum In-elastis drift} &= \frac{Dt-D1}{H_{total}} \\ &= \frac{0,000346-0,000429}{20,5} \\ &= 0,00000405 \end{aligned}$$

Sehingga level kinerja gedung adalah **Immediate Occupancy**.

d. Level Kinerja Bangunan

Dari analisis data didapatkan nilai *Maksimum total drift* dan *Maksimum in – elastis drift* untuk arah X sebesar 0,00000927 dan 0,00000249, untuk arah Y sebesar 0,0000169 dan 0,00000405. Berdasarkan batasan *rasio drift* meneurut ATC-40 dari hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa Gedung RSUD Wates termasuk dalam level kinerja *Immediate Occupancy* (IO), dimana batasan *rasio drift* untuk *Immediate Occupancy* (IO) sebesar 0.0041 lebih besar dari nilai *Maksimum*

total drift dan *Maksimum in – elastis drift* untuk arah X dan arah Y. Sehingga dapat disimpulkan jika gempa terjadi, struktur mampu menahan gempa tersebut, struktur tidak mengalami kerusakan struktural dan tidak mengalami kerusakan non struktural, sehingga gedung dapat langsung digunakan kembali setelah gempa terjadi.

KESIMPULAN

a. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan evaluasi struktur gedung RSUD Wates menggunakan metode analisis *pushover* dengan bantuan program SAP2000 v.14 diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis dengan *software* SAP2000 v.14 untuk *push x* dengan gaya geser dasar 19929,02 kN diperoleh hasil kinerja struktur (*Perfomance Point*) dengan gaya geser sebesar 3188,541 kN, *displacement* (Dt) 0,000190 m, redaman efektif (*Beff*) 5% dan waktu efektif (*Teff*) 0,229 detik. Hasil analisis untuk *push y* dengan gaya geser dasar 19929,02 kN diperoleh hasil kinerja struktur (*Perfomance Point*) dengan gaya sebesar 1058,513 kN, *displacement* (Dt) 0,000346 m, redaman efektif (*Beff*) 5% dan waktu efektif (*Teff*) 0,242 detik.
2. Berdasarkan batasan *ratio drift* menurut ATC-40, maka hasil perhitungan diatas didapatkan hasil *In-elastis drift* arah X = 0,00000249 dan *In-elastis drift* arah Y = 0,00000405 yang berarti bahwa gedung yang ditinjau adalah termasuk dalam level *Immediate Occupancy* (IO).

3. Hasil perhitungan dengan bantuan *software* SAP2000 v.14 menunjukkan bahwa gedung yang ditinjau termasuk dalam level kinerja *Immediate Occupancy* (IO) yang berarti bila terjadi gempa gedung RSUD Wates tidak mengalami kerusakan struktural dan non struktural sehingga gedung ini tetap aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Applied Technology Council. (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings Volume 1*. California: Seismic Commission Safety State of California.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2013). *Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (SNI).