

# Analisis Gempa Pada Struktur Atas Gedung RS Pratama Dengan Metode Pushover Analysis Berdasarkan ATC-40 dan SNI 1726-2019

Korniawan<sup>1</sup>, Lilis Zulaicha<sup>2</sup>, Retnowati Setioningsih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl. Babarsari No 1. Depok, Sleman, Yogyakarta, Telp: (0274) 485390, 486986 Fax: (0274) 487249

e-mail: : \*<sup>1</sup>[korniawanfdc257@gmail.com](mailto:korniawanfdc257@gmail.com), <sup>2</sup>[lilis.zulaicha@gmail.com](mailto:lilis.zulaicha@gmail.com), <sup>3</sup>[rsetioningsih13@gmail.com](mailto:rsetioningsih13@gmail.com)

## Abstrak

Pembangunan rumah sakit menjadi prioritas penting pada manajemen bangunan publik terutama pasca gempa, idealnya suatu struktur bangunan rumah sakit pasca gempa diharapkan mampu tetap berdiri dan secara fungsional masih bisa memberikan pelayanan kesehatan setelah terjadinya gempa, karena itu perencanaan secara matang bangunan gedung tahan gempa sangat dibutuhkan mengingat sangat pentingnya peran serta strategisnya fungsi suatu gedung rumah sakit. Oleh sebab itu sangat penting merencanakan struktur bangunan tahan gempa pada bangunan rumah sakit, bangunan yang ketika terjadi gempa tidak mengalami kerusakan yang berat pada strukturnya ataupun apabila struktur bangunan mengalami keruntuhan mampu menunjukkan perilaku nonlinear pada kondisi pasca-elastis.

Metode analisis pushover merupakan salah satu komponen performance based design digunakan untuk mengevaluasi kinerja struktur bangunan dan mengetahui kapasitas suatu struktur, dari hasil analisis dapat digambarkan hubungan antara base shear dan roof displacement, level kinerja, serta total drift. Hubungan tersebut kemudian dipetakan sebagai kurva kapasitas struktur.

Hasil analisis pushover dengan menggunakan ATC-40 dapat diketahui level kinerja (performance point) struktur gedung RS Pratama yaitu kategori Immediate Occupancy dengan nilai maksimum total drift sebesar  $0,00974 < 0,01$ . Struktur tidak mengalami kerusakan yang berarti dan bangunan tetap berfungsi ketika terjadi gempa.

**Kata kunci:** Pushover, Etabs, Level Kinerja, ATC-40.

## Abstract

Hospital construction is an important priority in the management of public buildings, especially after the earthquake, ideally a post-earthquake hospital structure is expected to be able to remain standing and functionally still be able to provide health services after the earthquake, therefore careful planning of earthquake-resistant buildings is needed considering The strategic role of the function of a hospital building is very important. Hence, it is very important to plan earthquake-resistant structures for hospital buildings, buildings that when an earthquake occurs do not suffer heavy damage to the structure or if the building structure collapses can show nonlinear behavior in post-elastic conditions. It is to reduce the possibility of a large number of casualties caused by the collapse of the building, thereby ensuring the seismic safety level of the building.

The pushover analysis method is one of the components of performance based design used to evaluate the performance of a building structure and determine the capacity of a structure. From the results of the analysis, the relationship between base shear and roof displacement, performance level, and total drift of the relationship can be mapped as a structure capacity curve.

The results of pushover analysis using ATC-40, it can be seen that the level of performance (performance point) of the Pratama Hospital building structure is in the Immediate Occupancy category with a maximum drift value of  $0.00974 < 0.01$ . The structure did not suffer much damage, and the building continued to operate when the earthquake occurred.

**Keywords :** Pushover, Etabs, performance point, ATC-40.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Rumah sakit mempunyai peran strategis dalam kondisi darurat gempa. Bangunan rumah sakit terdiri dari instansi darurat, gedung pasien, sanitasi, logistik dan fasilitas pendukung lain baik tetap maupun bergerak. Pembangunan rumah sakit menjadi prioritas penting pada manajemen bangunan publik terutama pasca gempa, idealnya suatu struktur bangunan rumah sakit pasca gempa diharapkan mampu tetap berdiri dan secara fungsional masih bisa memberikan pelayanan kesehatan setelah terjadinya gempa, karena itu perencanaan secara matang bangunan gedung tahan gempa sangat dibutuhkan mengingat sangat pentingnya peran serta strategisnya fungsi suatu gedung rumah sakit. Oleh sebab itu sangat penting merencanakan struktur bangunan tahan gempa pada bangunan rumah sakit, bangunan yang ketika terjadi gempa tidak mengalami kerusakan yang berat pada strukturnya ataupun apabila struktur bangunan mengalami keruntuhan mampu menunjukkan perilaku nonlinear pada kondisi pasca-elastic. Hal ini untuk meminimalisir kemungkinan banyaknya korban jiwa akibat keruntuhan pada bangunan sehingga tingkat keamanan bangunan terhadap gempa lebih terjamin.

Menganalisis struktur bangunan gedung tahan gempa, metode yang dapat digunakan adalah *Performance Based Seismic Design* (PBSD). Evaluasi pada PBSD salah satunya adalah dengan analisis nonlinier pushover. Analisis pushover digunakan untuk mengevaluasi kinerja struktur bangunan pada saat terjadi gempa dengan direpresentasikan menggunakan level kinerja sesuai aturan, sehingga perencanaan ini biasa disebut dengan perencanaan tahan gempa berbasis kinerja. Level kinerja akan memberitahukan perilaku keruntuhan bangunan pada saat terjadi gempa sesuai dengan kondisi yang ada.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Tugas Akhir ini menganalisis struktur atas bangunan gedung RS Pratama Yogyakarta dengan menggunakan metode *pushover* menurut ATC-40 serta berdasarkan peraturan gempa SNI 1726-2019 untuk memperlihatkan nilai *performance point*, skema kelelahan, pola keruntuhan serta joint-joint yang mengalami kerusakan dan kehancuran.

### 1.3 Ruang Lingkup

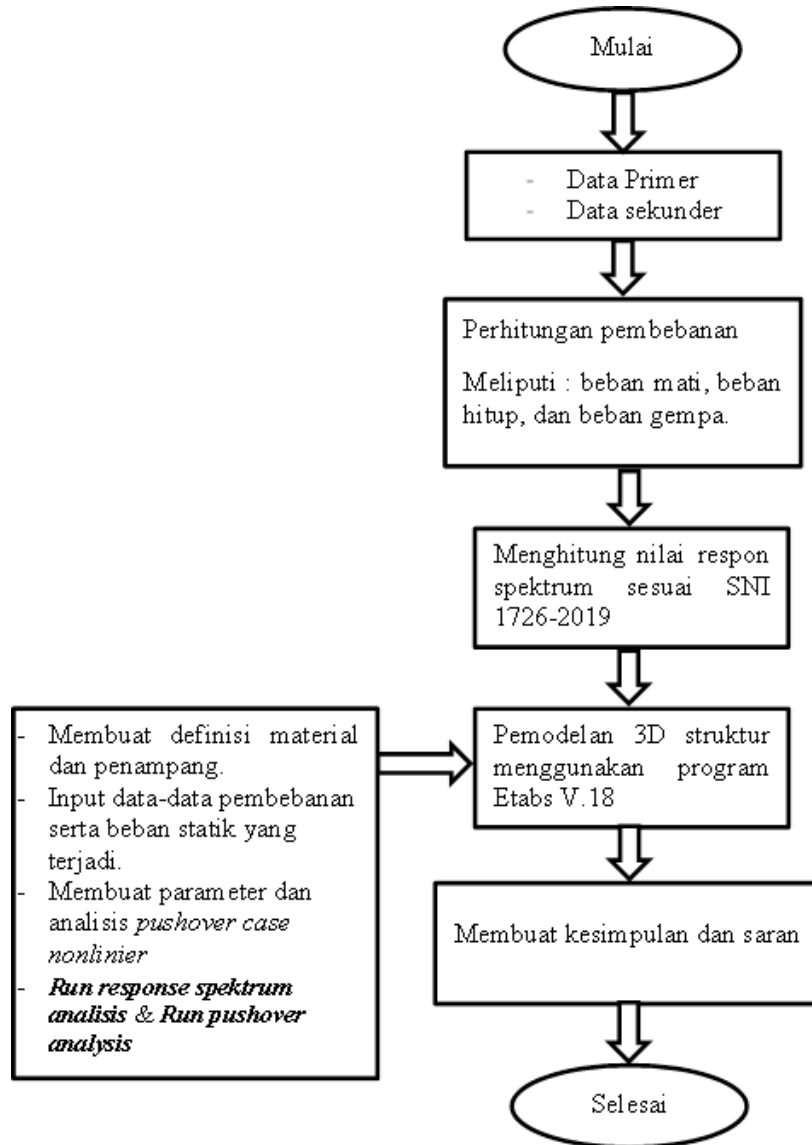
Dalam penyusunan Tugas Akhir ini perlu dibatasi mengingat luasnya pembahasan dalam proses penelitian agar penulisan Tugas Akhir ini dapat terarah dan terencana. Adapun batasan masalah tersebut sebagai berikut:

- 1) Analisis gempa yang dilakukan pada struktur RS Pratama Yogyakarta hanya menganalisis pada struktur atas.
- 2) Struktur gedung berfungsi sebagai gedung rumah sakit.
- 3) Pembebanan gedung yang diperhitungkan antara lain :
  - a) Beban mati (berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung)
  - b) Beban hidup, beban yang diakibatkan (berupa beban akibat fungsi bangunan).
  - c) Beban lateral (berupa beban gempa).
- 4) Penentuan level kinerja struktur gedung berdasarkan peraturan ATC-40.
- 5) Pemodelan struktur menggunakan *software* Etabs v.18.1.1

2. METODE PENELITIAN

2.1. *Bagan Alur Penelitian (flowchart)*

Pada pengerjaan analisis ini dibuat *flow chart* agar dalam proses analisis dapat dilakukan secara runtut atau sistematis



Gambar 1. Bagan Alur  
Sumber: Data Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Perhitungan Pembebanan Struktur

Dari hasil perhitungan manual berat struktur yang dilakukan didapatkan berat total struktur RS Pratama Yogyakarta yaitu sebesar 108914,478 kN. Perhitungan berat struktur RS Pratama Yogyakarta dihitung sesuai letak beban gempa bekerja.

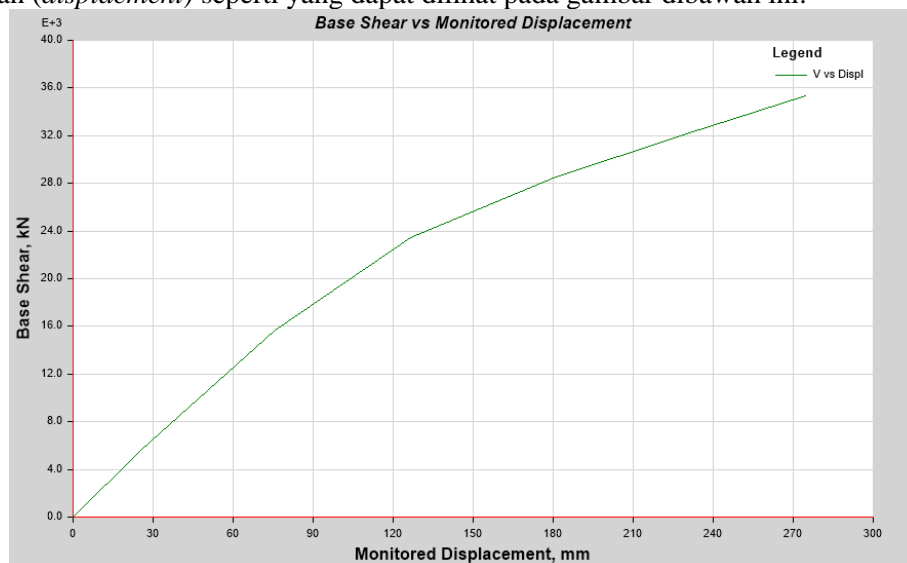
**Tabel 1.** Berat Total Struktur

Berat Total Gedung	Beban Mati (kN)	Beban Hidup (kN)	Berat Total (kN)
W6	6385.657	0	6385.657
W5	18235.930	297.756	18533.686
W4	19050.515	203.0544	19253.5694
W3	19473.648	814.752	20288.4
W2	20137.818	587.5011	20725.3191
W1	22776.604	951.2424	23727.8464
<b>Total</b>			108914.478

Sumber: Hasil Penelitian

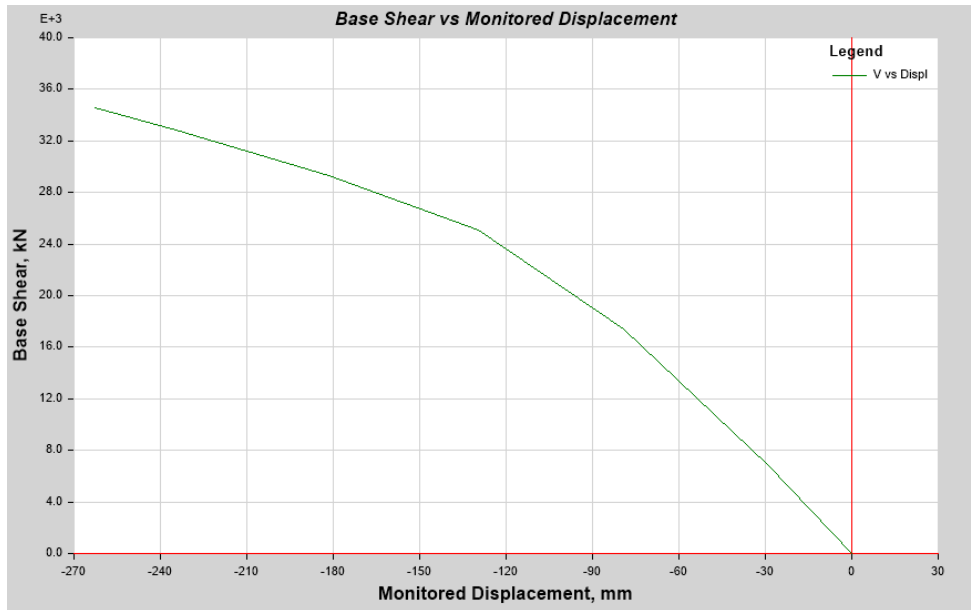
#### 3.3 Hasil Analisis Etabs

Hasil kurva kapasitas menyatakan hubungan antara gaya geser (*base shear*) dengan perpindahan (*displacement*) seperti yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 2.** Grafik Kurva Kapasitas Arah X

Sumber: Hasil Penelitian



**Gambar 3.** Grafik Kurva Kapasitas Arah Y  
Sumber: Hasil Penelitian

**Tabel 2.** Output Beban Dorong (Push) Arah X

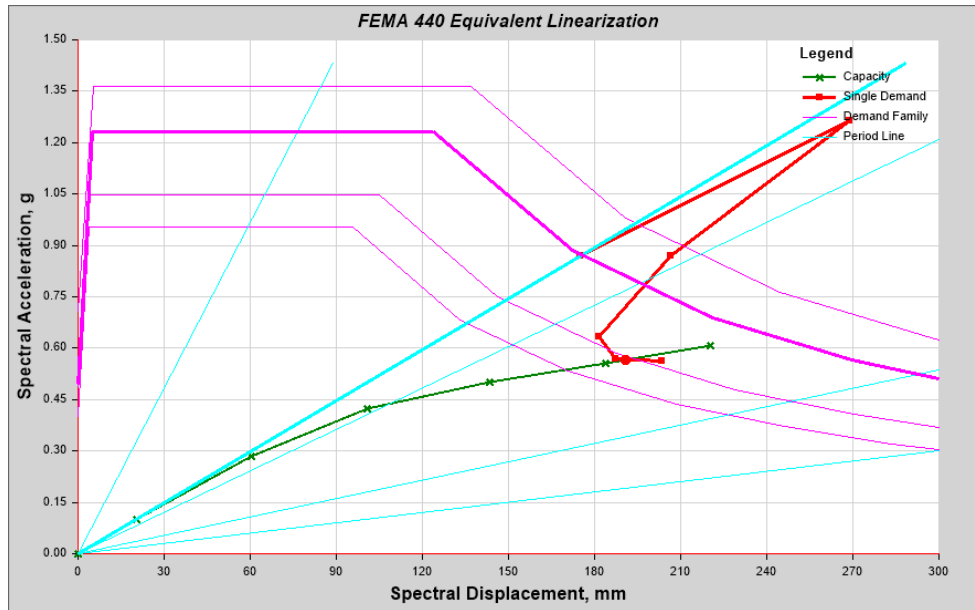
Step	Monitored Displ mm	Base Force kN	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
0	0	0	5752	0	0	0	0	5752	0	0	0	5752
1	25.56262848	5581.074931	5748	4	0	0	0	5752	0	0	0	5752
2	75.81403199	15676.12368	5490	262	0	0	0	5752	0	0	0	5752
3	126.5781214	23455.74282	5134	618	0	0	0	5748	4	0	0	5752
4	179.8599238	28438.80546	4904	848	0	0	0	5578	162	0	12	5752
5	229.9815876	32178.05346	4862	890	0	0	0	5370	362	0	20	5752
6	274.6935002	35376.07966	4822	928	2	0	0	5180	550	2	20	5752

Sumber : Aplikasi Etabs V.18.1.1

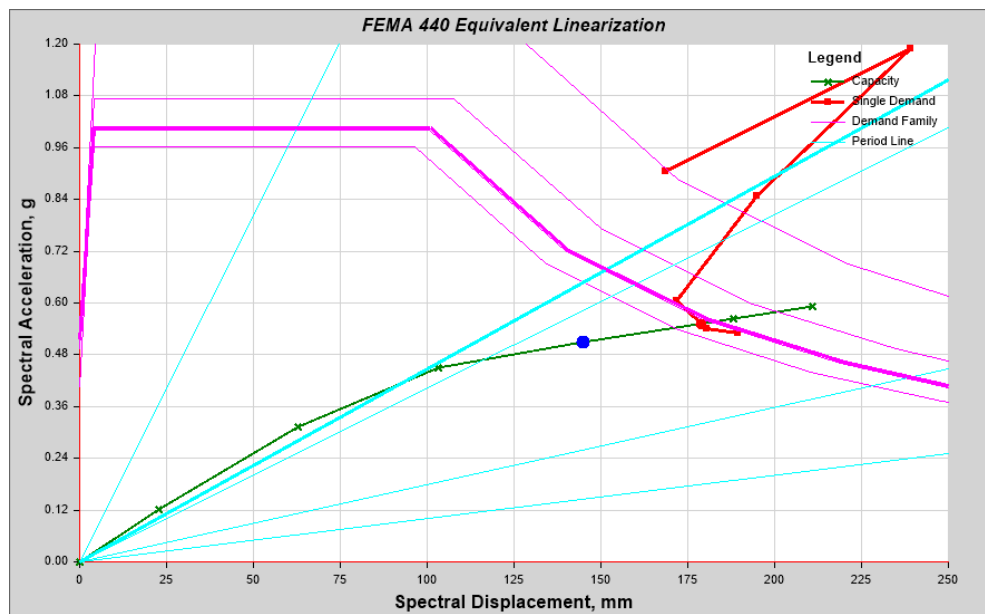
**Tabel 3.** Output Beban Dorong (Push) Arah Y

Step	Monitored Displ mm	Base Force kN	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
0	0	0	5752	0	0	0	0	5752	0	0	0	5752
1	-28.79735237	6799.472027	5750	2	0	0	0	5752	0	0	0	5752
2	-79.22438143	17416.99184	5398	354	0	0	0	5752	0	0	0	5752
3	-129.676497	25050.36799	5004	748	0	0	0	5728	16	0	8	5752
4	-181.6152762	29343.50981	4792	960	0	0	0	5544	188	0	20	5752
5	-234.7402762	32820.83818	4664	1088	0	0	0	5270	456	0	26	5752
6	-262.7187918	34570.75899	4616	1136	0	0	0	5176	542	4	30	5752

Sumber : Aplikasi Etabs V.18.1.1



**Gambar 4.** Kurva Pushover Analysis Arah X  
 Sumber : Aplikasi Etabs V.18.1.1



**Gambar 5.** Kurva Pushover Analysis Arah Y  
 Sumber: Aplikasi Etabs V.18.1.1

Pada Gambar 4. dan Gambar 5. diatas merupakan hasil analisis *pushover* dengan bangun program Etbas V.18.1.1. grafik diatas menunjukkan nilai titik *performance point* yang kemudian akan dilakukan pengolahan kembali untuk mendapatkan nilai simpangan maksimum.

**Tabel 5.** Nilai Performance Point Etabs V.18.1.1 Arah X

Shear, V (kN)	32796,8769 kN
Displacment, D (m)	0,238633 mm
Sa (g)	0,566 g
Sd (m)	0,190
T effective (sec)	1,226
Damping Ratio, Beff (%)	0,1314

Sumber: Aplikasi Etabs V.18.1.1

Tabel 6. Nilai Performance Point Etabs V.18.1.1 Arah Y

Shear, V (kN)	32079,992 kN
Displacement, D (m)	0,233442 mm
Sa (g)	0,551 g
Sd (m)	0,178 mm
T effective (sec)	1,172 sec
Damping Ratio, Beff (%)	0,1295

Sumber: Aplikasi Etabs V.18.1.1

1) Kinerja gedung RS Pratama Yogyakarta menurut ATC 40 arah X adalah

$$\text{Simpangan total maksimum struktur} \frac{\delta}{H \text{ total}} = \frac{0,238633}{24,5} = 0,00974$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diambil kesimpulan kinerja struktur RS Pratama Yogyakarta menurut ATC-40 pada arah X adalah *Immediate Occupancy* Tidak ada kerusakan yang berarti pada struktur dan non-struktur, bangunan tetap berfungsi.

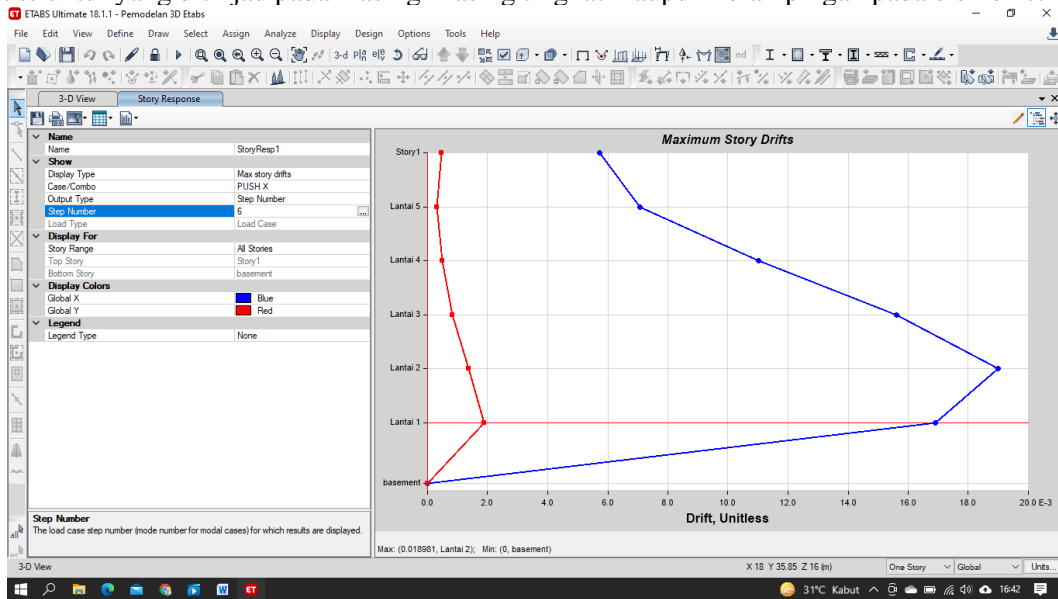
2) Kinerja gedung RS Pratama Yogyakarta menurut ATC 40 arah Y adalah

$$\text{Simpangan total maksimum struktur} \frac{\delta}{H \text{ total}} = \frac{0,233442}{24,5} = 0,00952$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diambil kesimpulan kinerja struktur RS Pratama Yogyakarta menurut ATC-40 pada arah Y adalah *Immediate Occupancy* Tidak ada kerusakan yang berarti pada struktur dan non-struktur, bangunan tetap berfungsi.

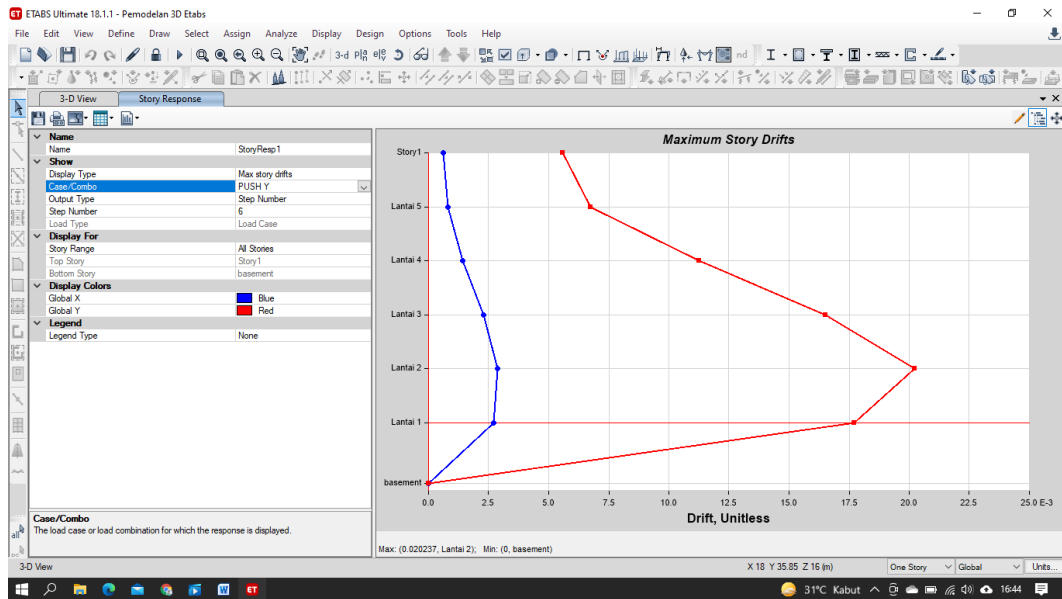
### 3.4 Hasil Analisis Etabs

Pada kurva *story drift* didapatkan 2 kurva yang masing-masing kurva menunjukkan simpangan antar tingkat yang dihasilkan akibat dari gaya dorong yang diberikan pada arah x maupun kurva yang menunjukkan simpangan antar tingkat ketika diberikan gaya dorong arah y. Simpangan yang terjadi pada masing-masing tingkat memiliki nilai yang bervariasi, hal ini dipengaruhi oleh berat struktur yang ditinjau pada masing-masing tingkat maupun kerampingan pada elemen struktur.



Gambar 6. 1 Maximum Story Drift Plot PUSH X

Sumber : Aplikasi Etabs V.18.1.1



Gambar 7. Maximum Story Drift Plot PUSH Y

Sumber : Aplikasi Etabs V.18.1.1

Tabel 7. Maximum Story Drift Plot PUSH X

Story	Elevation	X-Dir	Y-Dir
	M	m	m
Story1	20	0.0057419	0.0004545
Lantai 5	16	0.0070746	0.0003152
Lantai 4	12	0.0110106	0.0004934
Lantai 3	8	0.0156117	0.0008282
Lantai 2	4	0.0189815	0.0013644
Lantai 1	0	0.0169043	0.0018776
Basement	-4.5	0	0

Sumber : Aplikasi Etabs V.18.1.1

Tabel 8. Maximum Story Drift Plot PUSH Y

Story	Elevation	X-Dir	Y-Dir
	M	m	m
Story1	20	0.000601	0.0055654
Lantai 5	16	0.0008137	0.0067343
Lantai 4	12	0.0014053	0.0112553
Lantai 3	8	0.0022811	0.0165214
Lantai 2	4	0.0028557	0.0202367
Lantai 1	0	0.0027056	0.0176951
basement	-4.5	0	0

Sumber : Aplikasi Etabs V.18.1.1

Berdasarkan batasan simpangan antar tingkat, simpangan antar tingkat desain tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat ijin yaitu dengan kategori resiko IV mengacu rumus  $0,010 h_{sx}$  didapatkan 0,245 m sehingga bangunan memenuhi batasan simpangan antar lantai karena hasil analisis terbesar adalah 0.0202367 m.



## 4. KESIMPULAN

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis diatas, kesimpulan pada perencanaan sebagai berikut:

- 1) Dari hasil analisis *pushover* dengan menggunakan ATC-40 dapat diketahui level kinerja (*performance point*) struktur gedung RS Pratama yaitu kategori *Immediate Occupancy* dengan nilai maksimum total *drift* sebesar  $0,00974 < 0,01$ . Struktur tidak mengalami kerusakan yang berarti dan bangunan tetap berfungsi ketika terjadi gempa.
- 2) Dari hasil analisis menggunakan metode *pushover* diketahui bahwa struktur memenuhi batasan layan hal ini diketahui dari simpangan antar tingkat yang dihasilkan yaitu sebesar  $0,0202367 \text{ m} < 0,245 \text{ m}$  (simpangan ijin kategori resiko IV)
- 3) Dari hasil analisis *pushover* dengan metode ATC-40 didapatkan nilai *displacement* maksimum untuk arah X =  $0,238633 \text{ m}$ , untuk arah Y =  $0,233442 \text{ m}$ , dengan nilai gaya geser maksimum untuk arah X =  $32796,8769 \text{ kN}$  dan untuk arah Y =  $32079,992 \text{ kN}$ .

## 4. SARAN

Adapun saran dalam penulisan jurnal ini diantaranya sebagai berikut :

- 1) Perlu dilakukan perbandingan analisis *time history* karena analisis ini lebih memiliki hasil yang akurat jika dibandingkan dengan analisis *pushover*.
- 2) Perlu dilakukan analisis menggunakan *software* SAP2000 agar hasil yang didapatkan dapat dibandingkan dengan yang didapat dari hasil analisis *software* ETABS.
- 3) Perlu dilakukan penelitian lanjutan atau dikembangkan dengan menambah analisis kinerja gedung dengan metode dan acuan yang berbeda sehingga dapat digunakan untuk membandingkan hasil analisis yang telah dilakukan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT, karena kehendak dan ridhanya. Adapun dalam kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ibu Lilis Zulaicha ST, MT Selaku Dosen Pembimbing I.
2. Ibu Retnowati Setioningsih ST, MT Selaku Dosen Pembimbing II.
3. Semua pihak yang terkait dan membantu dalam penelitian ini.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, dan masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu dengan penuh kerendahan hati dan keikhlasan penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Akhir kata penyusun sangat berharap semoga skripsi ini dapat diterima dan bermanfaat bagi semua pihak yang terkait

## DAFTAR PUSTAKA

- Juniar. 2020. Evaluasi Kinerja Struktur Sesuai Atc-40 Dan Fema 356 Pada Bangunan Gedung Student Center and Park Sttnas Yogyakarta, skripsi. Fakultas Teknik Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
- Nabhilla, Hayu. 2020. Analisis Perilaku Struktur Perkantoran Tahan Gempa Menggunakan Metode Pushover Analysis. Vol.6(2):141-154.
- Riantoby, Budi, Purwanto. 2014. Evaluasi Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Analisis Pushover Menggunakan Software Etabs. Fakultas Teknik.

