



**STRUCTURAL STRENGTH EVALUATION OF SUMBEREJO HOSPITAL BUILDING WITH EARTHQUAKE LOADING SNI 03-1726-2002 AND SNI 03-1726-2019 USING PUSHOVER METHOD**

**EVALUASI KEKUATAN STRUKTUR BANGUNAN RUMAH SAKIT SUMBEREJO DENGAN PEMBEBANAN GEMPA SNI 03-1726-2002 DAN SNI 03-1726-2019 MENGGUNAKAN METODE PUSHOVER**

Ahmad Yusub Subianto<sup>1</sup>, Bantot Sutriono<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

E-mail: [yusubsbt@gmail.com](mailto:yusubsbt@gmail.com)<sup>1</sup>, [bantot@untag-Sby.ac.id](mailto:bantot@untag-Sby.ac.id)<sup>2</sup>

**ARTICLE INFO**

**Correspondent:**

**Ahmad Yusub Subianto**  
[yusubsbt@gmail.com](mailto:yusubsbt@gmail.com)

**Key words:**

*earthquake, structure performance level, ETABS*

**Website:**

<https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>

**Page: 460 - 470**

**ABSTRACT**

*Indonesia is a country located in an area that very often experiences earthquake disasters, even the 20 largest earthquakes that occurred in Asian countries 5 of them were in Indonesia. Bojonegoro itself is passed by the Kendeng fault which has a high earthquake potential in East Java, so it is necessary to pay attention to the strength of the structure in the sumberejo hospital building in the event of an earthquake in the area. This study aims to determine the comparison of the deviation between floors of hospital buildings that use SNI 03-1726-2002 and 03-1726-2019 regulations with the concept of performance-based planning using the pushover method. The pushover method itself has the advantage of being able to show the behavior of the structure during elastic, plastic, and collapse conditions in the structural elements obtained using ETABS structural software. The performance of the x-direction inter-floor deviation obtained through calculations based on SNI 03-1726-2002 and SNI 03-1726-2019 regulations has increased by 5% to 7.5%, while the y-direction deviation has increased by 7.6% to 9.6%.*

Copyright © 2024 JSCR. All rights reserved.

---

**INFO ARTIKEL**

**Koresponden**

**Ahmad Yusub Subianto**  
*yusubsbt@gmail.com*

**Kata kunci:**

**gempa, level kinerja struktur, ETABS**

**Website:**

*<https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>*

**Hal: 460 - 470**

---

**ABSTRAK**

Indonesia merupakan negara yang berada pada wilayah yang sangat sering mengalami bencana gempa, bahkan 20 gempa terbesar yang terjadi di negara asia 5 diantaranya berada di negara Indonesia. Di bojonegoro sendiri dilewati sesar kendeng yang memiliki potensi gempa tinggi yang berada di jawa timur, sehingga perlu diperhatikan kekuatan struktur pada bangunan rumah sakit sumberejo apabila terjadi gempa pada daerah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan simpangan antar lantai bangunan rumah sakit yang menggunakan peraturan SNI 03-1726-2002 dan 03-1726-2019 dengan konsep perencanaan berbasis kinerja menggunakan metode pushover. Metode pushover sendiri memiliki kelebihan dapat memperlihatkan perilaku struktur pada saat kondisi elastis, plastis, dan sampai terjadi keruntuhan pada elemen-elemen strukturnya yang didapat menggunakan software struktur ETABS. Kinerja simpangan antar lantai arah x yang diperoleh melalui perhitungan berdasarkan peraturan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2019 mengalami peningkatan sebesar 5% sampai 7,5%, sedangkan untuk simpangan arah y mengalami peningkatan sebesar 7,6 % hingga 9,6%.

*Copyright © 2024 JSCR. All rights reserved.*

---

**PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara yang berada pada wilayah gempa yang sangat sering mengalami bencana gempa. Dampak terjadinya gempa bumi tidak hanya memberikan pengaruh terhadap kondisi bangunan tetapi juga korban jiwa yang banyak, sehingga desain bangunan yang memperhatikan beban gempa harus diperhatikan.

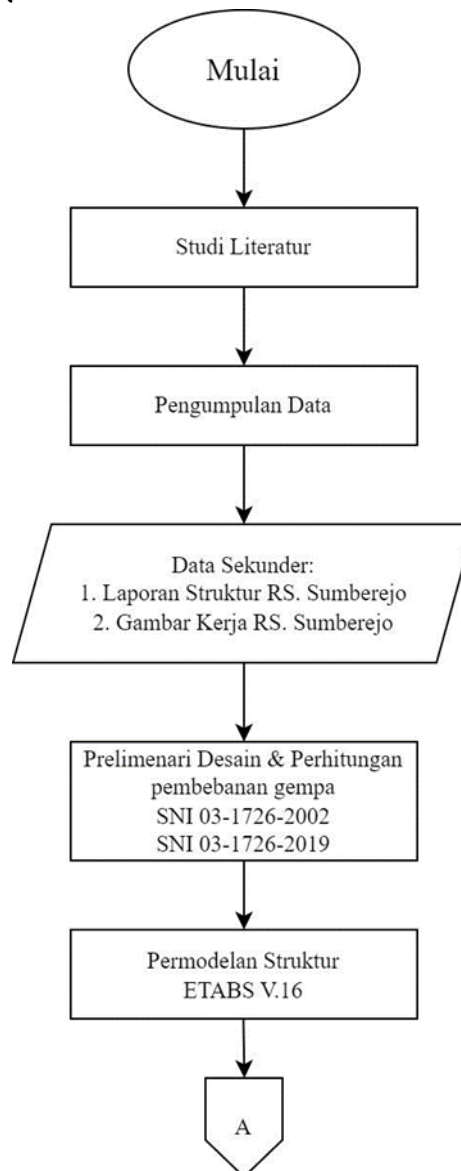
Sejak diterbitkannya SNI 03-1726-2002, SNI gempa telah mengalami banyak perubahan dari waktu ke waktu. Indonesia juga telah mengalami beberapa kejadian gempa yang amat besar, yang melebihi besaran dari sebelumnya, namun standar tersebut telah direvisi dan mengalami banyak perubahan. Namun, mengingat banyaknya gempa-gempa besar yang telah terjadi semenjak 2002, SNI 1726-2002 dinilai oleh para ahli untuk diubah karena kurang sesuai untuk digunakan dalam perencanaan bangunan struktur tahan gempa yang baru. Sehingga pembaharuan SNI 2012 yang kemudian dilakukan dengan pemutakhiran SNI terbaru yang disusun 1726-2019 sebagai pedoman rancangan bangunan baru tahan gempa dengan kajian arsitektur respons spektrum SNI 1726-2002 dibandingkan dengan SNI-03-1726-2019.

Perencanaan-perencanaan terkini cenderung mengarah ke desain bangunan tahan gempa berbasis kinerja (performance based seismic design) yang memanfaatkan teknik analisis nonlinier untuk mengetahui respon inelastis struktur terhadap gempa yang terjadi, sehingga dapat diketahui level kinerja struktur tersebut. Salah satu metode analisis yang termasuk ke dalam konsep desain berbasis kinerja adalah analisis Pushover yang merupakan metode analisis statis nonlinier yang dapat

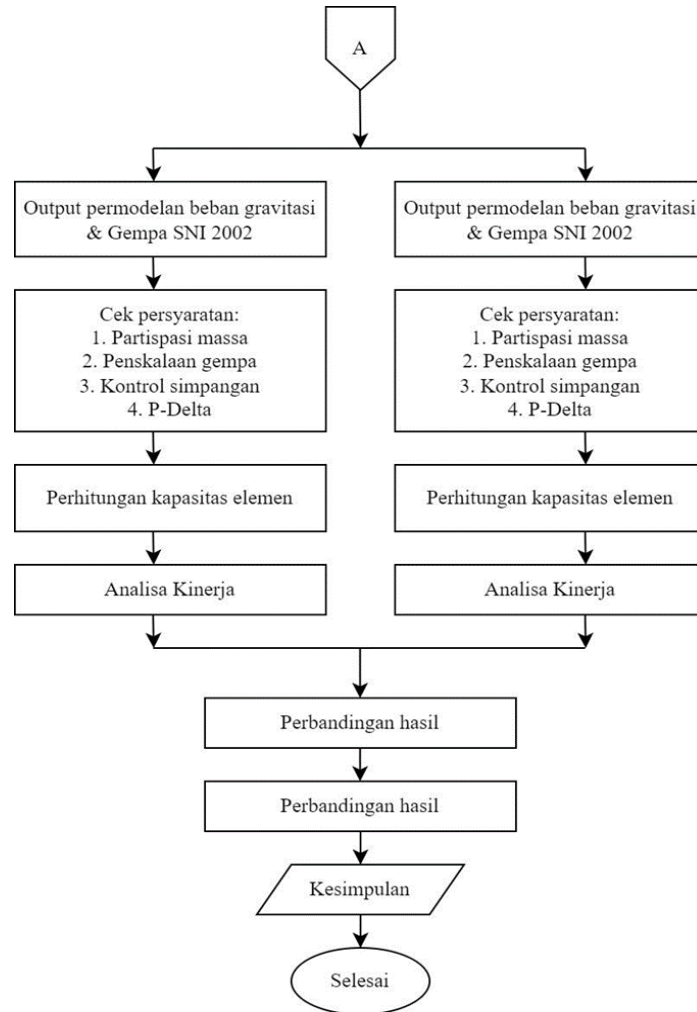
digunakan untuk meramalkan kinerja struktur terhadap beban lateral (Septian *et al.*, 2022).

Gedung Rumah Sakit Sumberejo yang berada di Bojonegoro yang direncanakan pada tahun 2015, dengan menggunakan peraturan yang dipakai SNI 03-1726-2002. Adanya perubahan yang terjadi pada SNI dari 2002 sampai yang terbaru 2019 mengakibatkan beberapa perubahan yang terjadi pada bangunan tersebut sehingga bisa mengakibatkan penurunan kinerja struktur yang terjadi pada bangunan tersebut. Dari data yang diperoleh desain perhitungan struktur Rumah Sakit Sumberejo memiliki kriteria analisa struktur menggunakan analisa 3D SRPMM dengan lantai tingkat sebagai diafragma, Penggabungan pengaruh pembebanan gempa menurut UBC section 1633.1 yang berisi 100 % beban desain gempa pada satu arah ditambah 30 % beban desain gempa dari arah tegak lurus atau menggunakan metode hasil akar dua dari jumlah kuadrat masing2 beban (SRSS), Untuk kolom dan balok rangka beton bertulang terbuka momen inersia direduksi menjadi  $0.75 I_g$ , Untuk dinding geser bertulang kantilever momen inersia direduksi menjadi  $0.6 I_g$ .

## METODE PENELITIAN



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**



**Gambar 2. Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)**

Penjelasan lebih lanjut dari diagram alir sebagai berikut:

**1. Survey**

Metode survei dalam penelitian kuantitatif bertujuan untuk memperoleh data secara faktual yang bersifat populasi. Dalam hal ini, peneliti terjun langsung ke tempat penelitian yang sudah ditentukan. Mencatat data akurat yang diperoleh menggunakan alat bantu yang digunakan oleh peneliti.

**2. Pengumpulan data**

Peneliti menggunakan data primer dan data sekunder dalam memperoleh data penelitian. Data primer merupakan data awal yang diperoleh oleh peneliti saat survei lapangan seperti survei perhitungan lalu lintas harian di lapangan pada... Sedangkan data sekunder adalah data yang sudah ada sebelumnya dapat digunakan sebagai pelengkap data penelitian. Data sekunder pada penelitian ini adalah data Laporan perhitungan struktur RS. Sumberejo dan Gambar Kerja Lengkap, studi literatur dari beberapa buku, jurnal, dan skripsi penelitian terdahulu.

**3. Pengolahan data**

**a. Data Umum Lokasi Penelitian**

Rumah Sakit Umum Daerah Sumberejo berada di Jl. Raya Sumberejo no. 231, Sumuragung, Sumberejo, Badug, Sumuragung, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur 62191

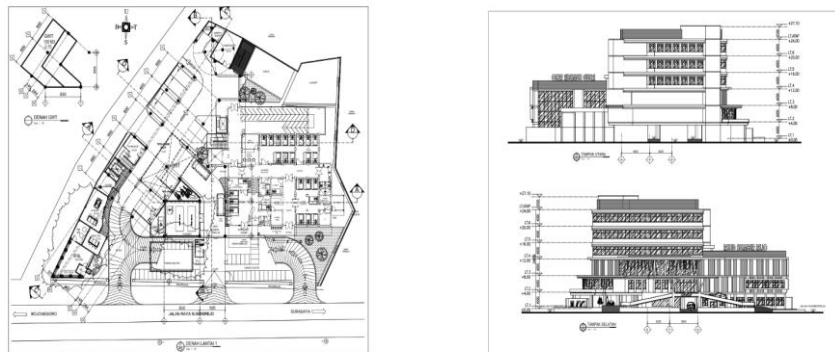


**Gambar 3. Lokasi peineilitian**  
Suimbeir: (Google Maps)

#### b. Data Perencanaan

Data Perencanaan yang digunakan sebelumnya untuk merencanakan Bangunan Gedung Rumah Sakit Sumberejo sebagai berikut:

Lokasi proyek	: Bojonegoro
Fungsi Bangunan	: Rumah Sakit
Jumlah lantai	: 6 lantai + 1 lantai atap
Tinggi per lantai	: 4m (lantai 1- lantai atap)
Material	: Beton Bertulang
Mutu Beton ( $f'c$ )	:17.50 Mpa
Mutu Baja ( $f_y$ )	: 400 Mpa (Ulir BJTD 40)



**Gambar 4. Perncaanan RSUiD Suimbeireijo**  
Suimbeir: (Data Perencanaan Konsultan)

#### 4. Analisa Data

##### a. Beban Mati

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk komponen arsitektural dan struktural lainnya.

**Tabel 1. Komponen Beban Mati**

Komponen	Beban
Beton bertulang	2400 Kg/m <sup>3</sup>
Adukan finish lantai 1cm	24 Kg/m <sup>2</sup>
Tegel/Keramik	21 Kg/m <sup>2</sup>

Dinding bata ringan	100 Kg/m <sup>2</sup>
Plafond + Rangka	20 Kg/m <sup>2</sup>
MEP	25 Kg/m <sup>2</sup>

**b. Beban Hidup**

Beban hidup yang diperhitungkan dengan peraturan Perhitungan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (PPIUG 1983) digunakan untuk peraturan SNI 1726-2002 seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2. Beban Hidup dengan Perhitungan PPIUG 1983**

Jenis Beban	Beban
Beban Hidup Lantai Rumah Sakit	250 Kg/m <sup>2</sup>

Beban hidup yang diperhitungkan dengan Peraturan Pembebanan Minimum untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2020), disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Beban Hidup dengan Perhitungan SNI 1727:2020**

Jenis Beban	Beban
Beban Hidup Lantai (untuk kantor)	2.40 kN/m <sup>2</sup>
Beban Hidup Lantai (untuk kamar pasien)	1.92 kN/m <sup>2</sup>
Beban Hidup Lantai (untuk koridor)	3.83 kN/m <sup>2</sup>
Beban Hidup Dak Atap	0.96 kN/m <sup>2</sup>

**c. Beban Angin**

Beban angin merupakan semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Beban angin yang digunakan diatur dalam SNI 1727-2020 pasal 27 sebagai berikut:

Berdasarkan SNI 1727:2020 Pasal 27.3.1, tekanan angin didesain untuk SPGAU bangunan gedung pada semua ketinggian dalam lb/ft<sup>2</sup> (N/m<sup>2</sup>) yang ditentukan oleh persamaan berikut:

$$P = qG C_p - q_i (G C_{pi} q_i (G C_{pi}))$$

$$P = 5,169668 \text{ N/m}^2 \times 0,85 \times 0,8 - 5,177296 \text{ N/m}^2 (-0,18)$$

$$P = 4,45 \text{ N/m}^2.$$

**Tabel 3. Beban Angin**

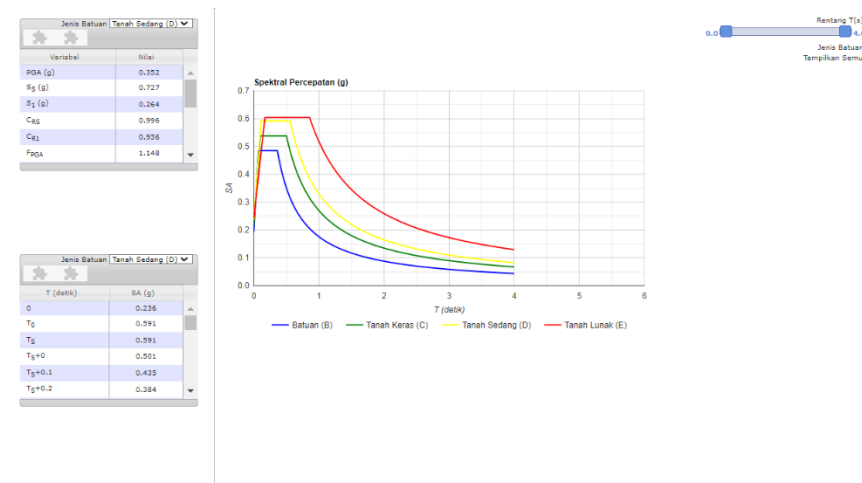
Arah angin	q (N/m <sup>2</sup> )	G	C <sub>p</sub>	q <sub>i</sub>	G C <sub>pi</sub>	P (N/m <sup>2</sup> )
Angin datang	5,169668	0,85	0,8	5,177296	-0,18	4,45

Hasil perhitungan tekanan angin menunjukkan bahwa tekanan angin desain sebesar **4,45 N/m<sup>2</sup>** atau **0,45377357 kg/m<sup>2</sup>**. Sedangkan untuk desain minimum bangunan gedung tertutup berdasarkan SNI 1727-2020 pasal 27.1.5 tidak boleh lebih kecil dari **0,77 kN/ m<sup>2</sup>** atau **770 N/m<sup>2</sup>** atau **78,52 kg/m<sup>2</sup>**. Dari hasil perhitungan nilai tekanan angin desain lebih kecil dari pada desain minimum sehingga yang digunakan untuk perhitungan pada ETABS V16 menggunakan nilai tekanan angin minimum sebesar **78,52 kg/m<sup>2</sup>**.

**d. Beban Gempa**

Beban gempa yang digunakan dengan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002) pada bangunan rumah sakit sumberejo sebagai berikut :

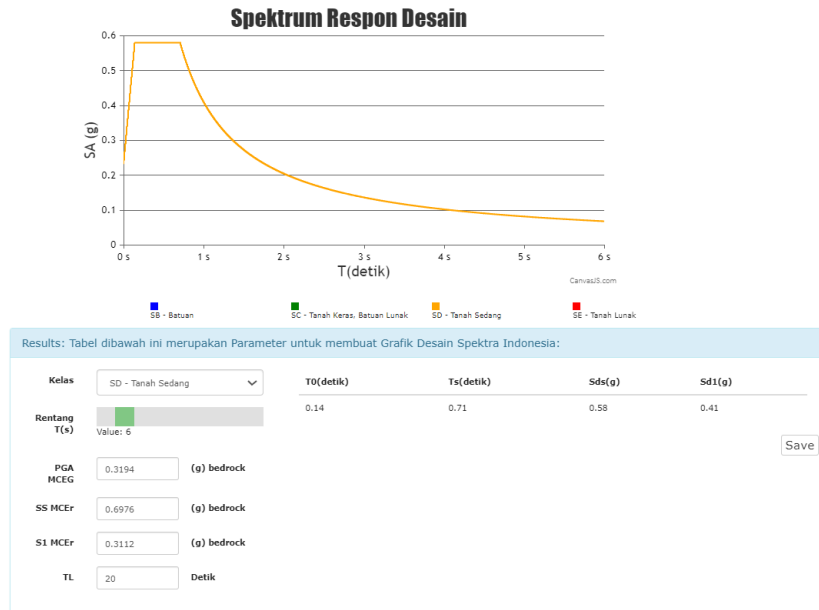
- Lokasi Proyek : Sumberejo, Bojonegoro
- Fungsi Bangunan : Rumah Sakit
- Faktor Keutamaan : 1.4 (Tabel 1 SNI 1726-2002)
- Kelas Situs : SD Tanah Sedang
- Jumlah Lantai : 6 lantai
- Sistem Struktur : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Beton Bertulang Yang diijinkan
- Koefisien Modifikasi : R = 8,5
- Respon



**Gambar 5. Grafik Respon Sprektrum 2010**  
*Sumber: (Desain Spektra Indonesia, 2010)*

Beban gempa yang digunakan dengan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03-1726-2019) pada bangunan rumah sakit sumberejo sebagai berikut:

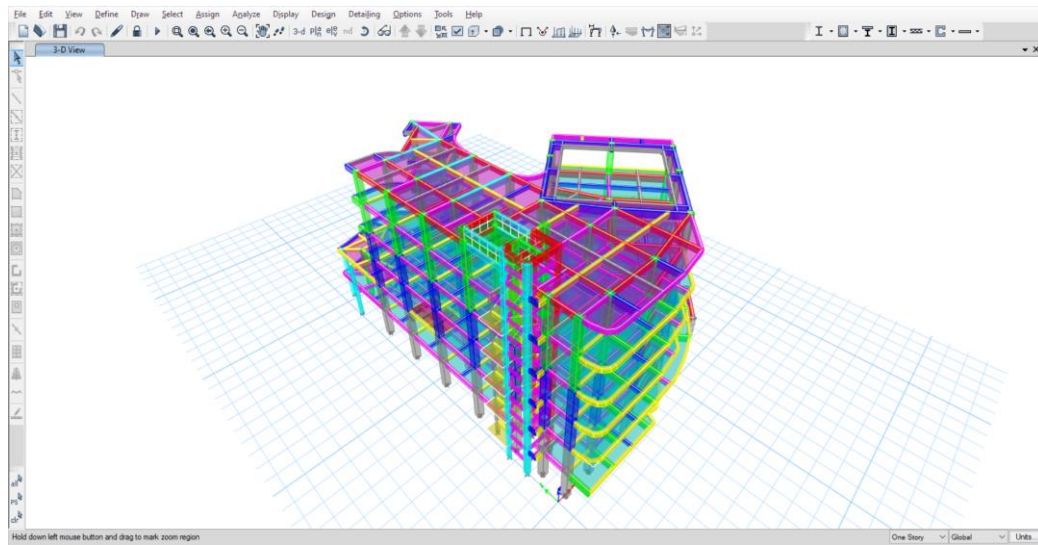
- Lokasi Proyek : Sumberejo, Bojonegoro
- Fungsi Bangunan : Rumah Sakit
- Kategori Risiko : IV Untuk Rumah Sakit
- Faktor Keutamaan : 1.5 (Tabel 4 SNI 1726-2019) Kategori IV
- Kelas Situs : SD Tanah Sedang
- Jumlah Lantai : 6 lantai
- Kategori Desain : D (Tabel 8 & 9 SNI 1726-2019)
- Seismik :  $0.167 < S_{DS}S_{Ds} < 0.33$  dan  $0.067 < S_{D1}S_{D1} < 0.133$
- Sistem Struktur : Sistem Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen Khusus Yang diijin
- Koefisien Modifikasi : R = 8
- Respon



Gambar 6. Grafik Respon Spektrum 2021  
 Sumber: (Desain Spektra Indonesia, 2021)

**e. Permodelan**

Pada permodelan ini penulis menggunakan software ETABS V16 untuk membantu menganalisis struktur bangunan gedung. Berikut permodelan yang dibuat penulis untuk struktur bangunan gedung rumah sakit Sumberejo di Bojonegoro.



Gambar 7. Permodelan Struktur Bangunan Gedung Rumah Sakit Sumberejo

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Output Berat Seismik**

Berikut merupakan perbandingan hasil analisa perhitungan berat seismik menggunakan software Etabs V.16.

**a. Output Berat Seismik Berdasarkan SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2019**

Berikut merupakan tabel perbandingan analisa berat seismik antara perhitungan ETABS V.16 yang dianalisa dengan beban gempa berdasarkan SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2019

**Tabel 1. Output Berat Seismik SNI 1726-2002**

<i>Story</i>	<i>Diaphragm</i>	<i>Mass X</i> (kg)	<i>Mass Y</i> (kg)	<i>Mass Moment of Inertia</i> (ton-m <sup>2</sup> )
LANTAI 6	D1	542525,77	542525,77	89731,7391
LANTAI 5	D1	639497,4	639497,4	105757,4259
LANTAI 4	D1	653245,67	653245,67	107671,0316
LANTAI 3	D1	656358,61	656358,61	107409,8938
LANTAI 2	D1	1010037,53	1010037,53	253664,435
LANTAI 1	D1	754123,32	754123,32	153606,1788
<b>Total</b>		<b>4255788,3</b>	<b>4255788,3</b>	<b>817840,7042</b>

**Tabel 2. Output Berat Seismik SNI 1726-2019**

<i>Story</i>	<i>Diaphragm</i>	<i>Mass X</i> (kg)	<i>Mass Y</i> (kg)	<i>Mass Moment of Inertia</i> (ton-m <sup>2</sup> )
LANTAI 6	D1	542525,79	542525,79	89731,7366
LANTAI 5	D1	718363,95	718363,95	117495,325
LANTAI 4	D1	732112,22	732112,22	119406,1756
LANTAI 3	D1	735225,16	735225,16	119131,6252
LANTAI 2	D1	1081265,31	1081265,31	271560,4092
LANTAI 1	D1	840563,98	840563,98	170123,4431
<b>Total</b>		<b>4650056,41</b>	<b>4650056,41</b>	<b>887448,7147</b>

Berdasarkan Tabel 2, perhitungan diatas terdapat perbedaan berat seismik yang dihitung menggunakan ETABS V16 antara SNI 1726-2002 dan 1726-2019 yang jika diprosentasekan menjadi **8,48%** lebih besar berat seismik yang digunakan menggunakan SNI 1726-2019 dibandingkan menggunakan SNI 1726-2002.

#### b. Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar tingkat Desain tidak boleh melebihi simpangan yang diijinkan ( $\Delta_{ijin}$ ). Seperti didapatkan dari SNI 1726-2019 tabel 20 untuk semua tingkat dan SNI 1726-2002 Pasal 8.1.2.

#### Simpangan Antar Lantai Berdasarkan SNI 1726-2002

Untuk menentukan simpangan antar lantai dibutuhkan hasil *output displacement* arah x dan arah y pada *software* ETABS V16. Berikut merupakan hasil *output displacement* arah x.

**Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Simpangan Arah X SNI 1726-2002**

Lantai	hi (m)	$\Delta_s$ (mm)	drift $\Delta_s$	Syarat drift $\Delta_s$	Ket.
			antar tingkat (mm)	(mm)	
6	4	66,821	7,240	14,12	Ok
5	4	59,581	11,488	14,12	Ok
4	4	48,093	14,263	14,12	Tidak Ok
3	4	33,830	14,110	14,12	Ok
2	4	19,720	12,995	14,12	Ok
1	4	6,725	6,725	14,12	Ok

Dari Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa nilai perpindahan arah x pada lantai 4 lebih besar dari batas *displacement* yang diijinkan yang sebesar 14,2mm sehingga tidak memenuhi persyaratan. Berikut merupakan hasil *output displacement* arah y.

**Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Simpangan Arah Y SNI 1726-2002**

Lantai	hi (m)	$\Delta s$ (mm)	drift $\Delta s$	Syarat drift $\Delta s$	Ket.
			antar tingkat (mm)	(mm)	
6	4	66,821	7,365	14,12	Ok
5	4	59,581	11,980	14,12	Ok
4	4	48,093	13,550	14,12	Ok
3	4	33,830	15,795	14,12	Tidak Ok
2	4	19,720	11,079	14,12	Ok
1	4	6,725	5,764	14,12	Ok

Suimbeir: (Kajian Penulis, 2024)

Dari Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa nilai perpindahan arah y pada lantai 3 lebih besar dari batas *displacement* yang diijinkan yang sebesar 14,2mm sehingga tidak memenuhi persyaratan.

#### **Simpangan Antar Lantai Berdasarkan SNI 1726-2019**

Untuk menentukan simpangan antar lantai dibutuhkan hasil *output displacement* arah x dan arah y pada *software* ETABS V16. Berikut merupakan hasil *output displacement* arah x.

**Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Simpangan Arah Y SNI 1726-2019**

Lantai	hi (m)	$\Delta s$ (mm)	Simpangan		Syarat drift $\Delta s$	Ket.
			antar tingkat (mm)	Drift	(mm)	
6	4	71,765	7,524	28,145	61,538	Ok
5	4	64,241	12,248	44,583	61,538	Ok
4	4	51,993	16,393	56,485	61,538	Ok
3	4	35,6	14,312	63,447	61,538	Ok
2	4	21,288	14,026	44,539	61,538	Ok
1	4	7,262	7,262	22,880	61,538	Ok

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa nilai perpindahan arah y pada lantai 3 lebih besar dari batas *displacement* yang diijinkan yang sebesar 61,538 mm sehingga tidak memenuhi persyaratan.

#### **SIMPULAN**

Simpangan antar lantai arah X yang diperoleh melalui perhitungan berdasarkan peraturan SNI 1726-2002 yaitu sebesar 6,725 hingga 66,821 dan berdasarkan peraturan SNI 1726-2019 sebesar 7,264 hingga 71,765 sehingga dapat disimpulkan bahwa simpangan arah X mengalami peningkatan sebesar 5% hingga 7,5%. Sedangkan simpangan antar lantai arah Y yang diperoleh melalui perhitungan berdasarkan peraturan SNI 1726-2002 yaitu sebesar 5,764 hingga 65,533 dan berdasarkan peraturan SNI 1726-2019 sebesar 6,24 hingga 70,939 sehingga dapat disimpulkan bahwa simpangan arah X mengalami peningkatan sebesar 7,6% hingga 9,6%.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Desain Spektra Indonesia. (2010). *Desain Spektra Indonesia*.  
<https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2010/>
- Desain Spektra Indonesia. (2021). *Desain Spektra Indonesia*.  
<https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>
- Perencanaan Pembangunan Gedung Rumah Sakit Sumberejo Bojonegoro, (2015).
- PPIUG. (1983). Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung, 1-9.
- Pusat Studi Gempa Nasional, P. L. P. dan P. (2017). PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA TAHUN 2017.
- SNI-1726-2002. (2002). Standard Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung SNI-1726-2002. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Permukiman, 7798393(April), 21.
- SNI-1726-2019. (2020). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung SNI-03-1726-2019. 8.
- SNI-1727-2020. (2020). SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur lain. Jakarta, 8, 1-336.