

# Analisis Struktur Atas Bangunan Bertingkat Terhadap Beban Gempa Menggunakan Metode *Pushover* (Studi Kasus: Gedung Serbaguna MTsN 2) Kota Bukittinggi

Rifdatul Muthiah\*, Masril, Gusmulyani

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat  
Bukittinggi, Indonesia

**Abstrak.** Seiring dengan perkembangan penduduk yang pesat di Indonesia dan terbatasnya lahan di daerah perkotaan, maka banyak orang yang merencanakan proyek gedung bertingkat dibangun menggunakan konstruksi beton bertulang yang tahan gempa. Kekuatan tinggi dan biaya yang lebih murah menjadikan beton bertulang pilihan utama. Salah satu dalam pertimbangan pembangunan gedung adalah sebagai dasar perencanaan gedung serbaguna yang aman gempa, khususnya di lingkungan pendidikan. Penelitian ini menganalisis perilaku struktur Gedung Serbaguna MTsN 2 Kota Bukittinggi terhadap pembebanan gempa sesuai SNI 1726:2019 menggunakan metode *pushover*, sesuai dengan SNI 1726:2019. Analisis dilakukan pada kolom, balok, dan plat menggunakan *software* ETABS. Hasil menunjukkan bahwa pada arah-x, simpangan total maksimum sebesar 0,017 (kategori *Damage Control*), sedangkan pada arah-y, simpangan total maksimum sebesar 0,006 (kategori *Immediate Occupancy*). Penelitian ini diharapkan memberikan informasi mengenai performa struktur gedung terhadap beban gempa serta rekomendasi perbaikan jika diperlukan.

**Kata kunci:** Gedung Bertingkat; *Pushover*; ETABS v.21; Beban Gempa

\*Penulis Korespondensi : [rifdatulmuthiahram@gmail.com](mailto:rifdatulmuthiahram@gmail.com)

## 1. Pendahuluan

Proyek konstruksi proyek Indonesia sedang berkembang secara signifikan saat ini. Persyaratan pemerintah harus diikuti saat merancang struktur di lokasi rawan gempa bumi seperti Kota Bukittinggi. SNI 1726:2019 yang mengatur teknik desain tahan gempa baik teknik untuk konstruksi bangunan dan non - bangunan, dirilis oleh pemerintah (Astri Gusfita et al., 2022). Keselamatan bangunan memerlukan kajian menggunakan metode *pushover* karena beban gempa bumi berpotensi merusak struktur bangunan secara serius.

Studi struktur bangunan bertingkat dengan menggunakan pendekatan *pushover* telah dibahas dalam banyak karya sebelumnya, termasuk penelitian dari (Gea et al., 2024) yang membahas tentang analisis kinerja metode *pushover* pada konstruksi bangunan Hotel Balcone Bukittinggi dengan sistem isolasi dasar, dilanjutkan dengan studi dari (Teknik et al., 2024) yang membahas tentang penilaian struktur gedung fakultas hukum Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, kajian lebih lanjut dari (Etabs, 2023) menggunakan metode analisis *pushover* dengan menggunakan program ETABS v.19 dan SAP2000 v.22 untuk meneliti struktur bangunan beton bertulang pada gedung RND PT Bernofarm Sidoarjo, terdapat pula penelitian dari (Moeloek & Firdha, 2021) termasuk di dalamnya adalah analisis metode *pushover analysis* mengenai seberapa baik fungsi struktur bangunan bertingkat terhadap beban gempa dengan (studi kasus: gedung rawat inap non bedah RSUD Dr. H. Abdul Moeloek), dan ada juga kajian dari (Siswanto et al., n.d.) ini termasuk pemeriksaan teknik *pushover* terhadap kinerja konstruksi bangunan bertingkat, setelahnya ada kajian yang membahas hal serupa seperti (Artikel, 2024) dengan menggunakan pendekatan analisis *pushover*, kinerja struktur gedung Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jenderal Soedirman terhadap gempa bumi di evaluasi. Selain itu, terdapat (Usman & Mutmainna, 2021) meneliti penggunaan analisis *pushover* untuk menganalisis kinerja dan reaksi struktur bangunan, selanjutnya ada (Pratama & Chairina, 2025) berdasarkan perencanaan dengan SNI 1726:2019 (studi kasus), analisis *pushover* gedung Telkomsel di Pematang Siantar, investigasi tambahan terhadap (Sains, 2024) perangkat lunak ETABS digunakan untuk menganalisis struktur perencanaan gedung perkantoran, dan akhir penelitian dari (Review, 2024) dengan menggunakan metode *analysis pushover*, struktur atas bangunan Pondok Pesantren Mu'allimin diperiksa beban gempanya.

Dua lantai Gedung Serbaguna MTsN 2 Kota Bukittinggi, yang memiliki beragam fungsi, harus dibangun dengan mempertimbangkan ketahanan gempa. Desain yang buruk dapat mengakibatkan keselamatan manusia dan kerugian finansial. Untuk memastikan desain memenuhi persyaratan keselamatan yang ditetapkan, studi ini mencoba mengevaluasi struktur bangunan terhadap beban gempa menggunakan metode *pushover* sesuai dengan SNI 1726:2019. Studi ini diharapkan dapat memberikan detail menyeluruh tentang kinerja struktur bangunan dan, jika diperlukan melakukan penyesuaian.

## **2. Tinjauan Pustaka**

### **2.1 Pengertian Gempa Bumi**

Gempa bumi terjadi ketika energi dilepaskan dari permukaan bumi dan merambat melalui bumi. Tumbukan lempeng tektonik, gesekan, atau amblasnya dasar laut merupakan dua penyebab utama gempa bumi. Di zona subduksi, lempeng benua bertabrakan dengan lempeng Samudra yang lebih padat, sehingga tenggelam dibawahnya. Gesekan dari mantel bumi memperlambat pergerakan lempeng. Energi terakumulasi di zona patahan dan zona subduksi akibat perlambatan ini. Akibatnya, zona-zona ini mengalami pergeseran, tekanan, dan tekanan. Retakan batuan dan pelepasan energi yang cepat terjadi ketika batas elastisitas lempeng terlampaui. Gelombang gempa bumi merupakan hasil dari mekanisme ini, yang menciptakan getaran partikel ke segala arah (Birugo et al.,

2023). Gempa bumi, yang didefinisikan sebagai hancurnya lapisan batuan di kerak bumi, adalah kejadian dimana bumi bergetar akibat pelepasan energi secara tiba-tiba didalam bumi, menurut badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (Cahyani et al., 2022).

## 2.2 Kriteria Struktur Tahan Gempa

Menurut (ATC 40, 1996) Terdapat berbagai kategori yang membagi tingkat kinerja bangunan:

- a. Hunian Segera (IO): Bangunan dapat segera digunakan setelah gempa bumi karena dapat menahan guncangan tanpa mengalami kerusakan non-struktural.
- b. Keselamatan Jiwa (LS): Kemampuan bangunan untuk menahan gempa bumi dengan kerusakan struktural minimal menjamin keselamatan penghuninya.
- c. Pencegahan Keruntuhan (CP): Meskipun suatu struktur mengalami kerusakan struktural yang signifikan selama gempa bumi, struktur tersebut belum runtuh.
- d. Stabilitas Struktural (SS): Terdapat penurunan kekuatan dan kekakuan sistem yang menahan tekanan lateral akibat kerusakan sebagian atau seluruhnya pada struktur.

## 2.3 Pembebanan Struktur

### 2.3.1 Beban Mati (*Dead Load*)

Beban mati adalah berat total semua material konstruksi bangunan yang terpasang, seperti lantai, dinding, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, pelapis bangunan, dan elemen struktural serta arsitektur lainnya. Beban ini juga mencakup berat derek dan peralatan servis terpasang lainnya (Kinerja et al., 2024).

### 2.3.2 Beban Hidup (*Live Load*)

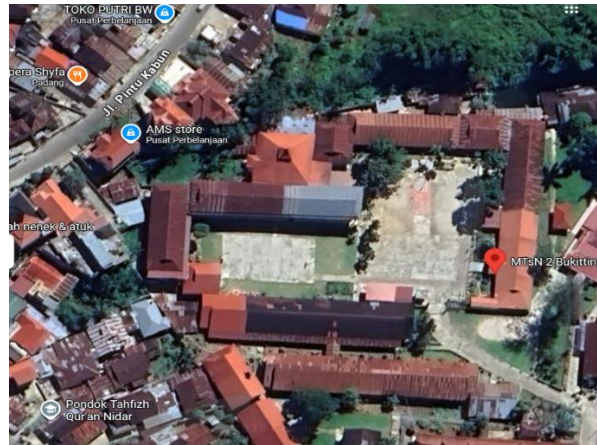
Karena disesuaikan dengan aktivitas pengguna dan tujuan setiap ruangan dalam bangunan, beban ini tidak tetap dan bervariasi baik lokasi maupun besarnya.

### 2.3.2 Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Beban lateral yaitu beban yang bekerja secara horizontal yang tidak konstan disebut beban gempa. SNI 1726:2019, yang menjelaskan teknik perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan dan non-bangunan, berfungsi sebagai panduan untuk pemeriksaan struktur tahan gempa.

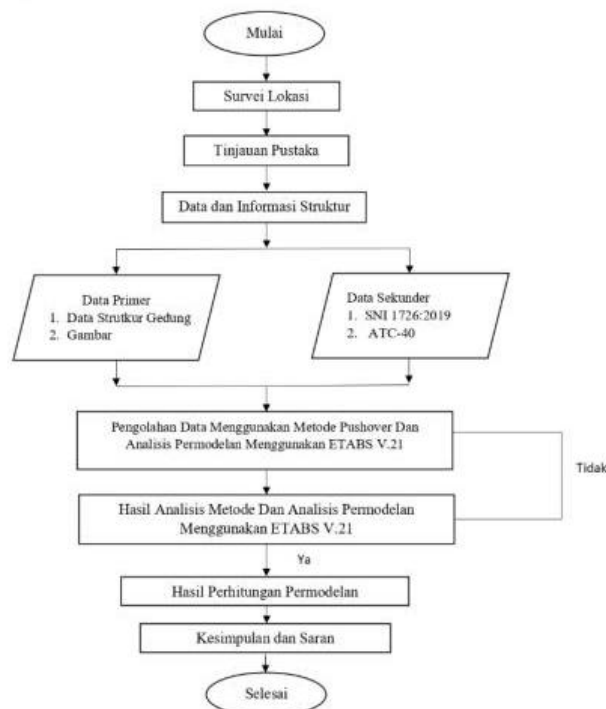
## 3. Metodologi Penelitian

Pemetaan wilayah pada penelitian ini berlokasi di Gedung Serbaguna MTsN 2 di Jalan Pabidikan, Puhun Pintu Kabun, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi, Sumatera Barat.



**Gambar 1: Lokasi Penelitian**

Pengumpulan data sekunder, yang melibatkan pengumpulan data tidak langsung berupa berkas lunak atau spesifikasi fisik yang diperoleh dari lokasi penelitian, merupakan pendekatan pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini. Diagram alir di bawah ini menggambarkan tahapan-tahapan penelitian:



**Gambar 2: Diagram Bagan Alir**

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Data Perencanaan

Dibawah ini data-data bangunan Gedung Serbaguna Mtsn 2

Fungsi Bangunan : Gedung Serbaguna dan Mushalla

Banyaknya lantai : 2 lantai

Tinggi bangunan : 8 m

Tinggi per lantai	
Lantai 1	: 3,00 m
Lantai 2	: 5,00 m
Luas bangunan	: 1080 m <sup>2</sup>
Ukuran kolom	
Kolom 1	: 40 x 40 cm
Kolom 2	: 25 x 25 cm
Kolom 3	: 15 x 15 cm
Ukuran balok	
Balok 1	: 30 x 60 cm
Balok 2	: 30 x 50 cm
Tebal Plat Lantai	: 12 cm
Mutu material	
Fc	: 21 Mpa = K-250
Fy	: 390 Mpa = U-39
Jenis tanah	: Tanah Sedang

## 4.2 Pengecekan Perilaku Struktur

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan struktural dilakukan sesuai dengan ketentuan SNI 1726:2019.

**Tabel 1 : Hasil perjumlahan gaya geser masing-masing gempa**

Base Shear	Dinamik (VD) Geser Dasar (KN)	Statik (VS) Geser Dasar (KN)	Faktor Skala VS/VD	Kontrol (VD) ≥ 100% VS
Arah x	2173,62	2173,62	0,99999807	OK
Arah y	2173,94	2173,62	0,9998500	OK

## 4.3 Level Kinerja Struktur

Mengacu pada data yang sudah didapatkan pada beban lateral akibat aktivitas seismic diatas, untuk daerah Bukittinggi dengan kelas situs D (tanah sedang), data respon *spectrum* nya adalah:

Nilai Parameter Respons Percepatan pada periode 0,2 dt,  $S_{MS} = 1,8707$  g

Nilai Parameter Respons Percepatan pada periode 1,0 dt,  $S_{M1} = 0,7413$  g

**Tabel 2 : Batas simpangan pada tingkat kinerja struktur**

	Tingkat	Kinerja	Struktur	
Batas Simpangan Antar Lantai	<i>Immediate Occupancy</i>	<i>Damage Control</i>	<i>Life Safety</i>	<i>Structural Stability</i>
Simpangan Total Maksimum	0,01	0,01-0,02	0,02	0,33Vi/Pi
Simpangan Inelastis Maksimum	0,005	0,005-0,015	<i>No Limit</i>	<i>No Limit</i>

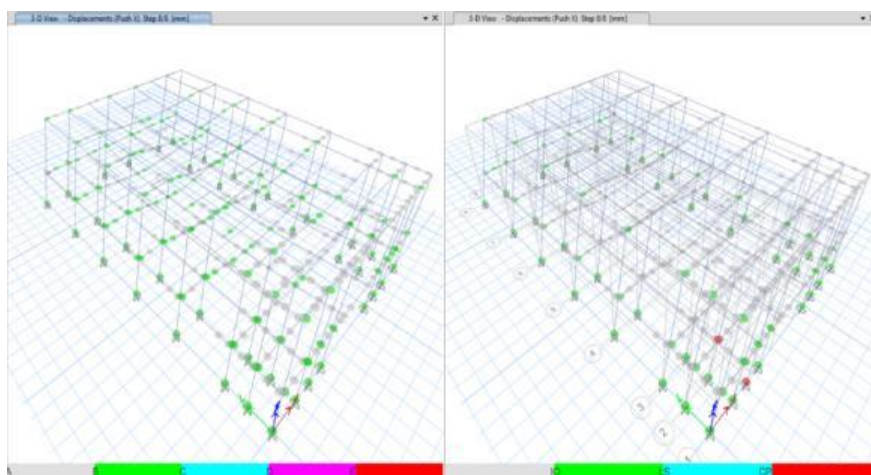
Berdasarkan tabel 2, nilai Total Maximum Deviation dari perhitungan pushover pada arah x adalah 0,017, yang berada dalam kategori Pengendalian Kerusakan (DC). Hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan terjadinya korban jiwa sangat kecil dan bangunan masih dapat menahan beban gempa. Selain itu, berdasarkan tabel 2, nilai pada arah y adalah 0,006, yang berada dalam kategori Hunian

Langsung (IO), yang berarti bangunan aman dan siap digunakan segera setelah gempa bumi.

Sementara itu, Tabel 2 menunjukkan nilai Deviasi Inelastis Maksimum dari perhitungan arah-x adalah 0,013, yang berada dalam kategori Pengendalian Kerusakan (DC). Hal ini menunjukkan bahwa bangunan masih dapat menahan beban gempa dengan risiko korban jiwa yang kecil. Selain itu, menurut Tabel 2, nilai arah-y adalah 0,0019, yang berada dalam kategori Hunian Langsung (IO), yang berarti bangunan aman dan siap digunakan segera setelah gempa bumi.

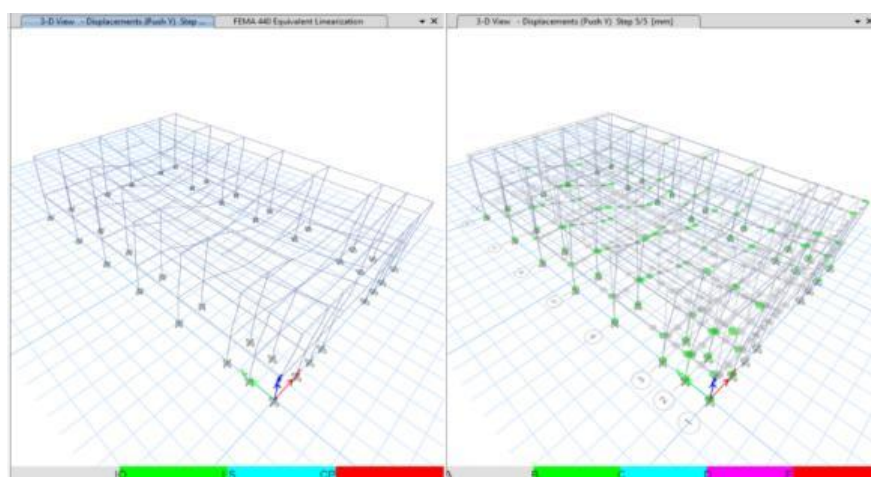
### 4.3 Sendi Plastis

Salah satu contoh ketidakmampuan elemen struktural (balok dan kolom) untuk menahan tekanan internal adalah engsel plastis (Kinerja et al., 2024).



**Gambar 3: Sendi Plastis Step 8 Arah-x**

Pada gambar 3 terlihat analisis pada step 8 pada arah-x beban yang diterima sebesar 14,4448 t, pada struktur telah terbentuk sendi plastis berwarna merah dan biru, dapat disimpulkan bahwa struktur telah berada diambang keruntuhan, dengan diberi sedikit beban dorong gedung akan mengalami keruntuhan.



**Gambar 4: Sendi Plastis Step 5 Arah-y**

Pada gambar 4 terlihat analisis pada step 5 pada arah-y belum terbentuknya sendi plastis, gaya dorong yang diterima sebesar 5,2739 t.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan metode pushover dengan perangkat lunak ETABS V.21 untuk menilai struktur Gedung Serbaguna MTsN 2 Kota Bukittinggi terhadap beban gempa. Berdasarkan hasil analisis, bangunan masih mampu menahan beban gempa dengan risiko korban jiwa yang kecil karena deviasi total maksimum pada arah x adalah 0,017 dan deviasi inelastis maksimum adalah 0,013. Kedua nilai ini termasuk dalam kategori Pengendalian Kerusakan (DC). Bangunan aman dan dapat segera digunakan setelah gempa, ditunjukkan dengan deviasi total maksimum sebesar 0,006 dan deviasi inelastis maksimum sebesar 0,0019 pada arah y, yang termasuk dalam kategori Hunian Langsung (IO). Selain itu, analisis langkah 8 menunjukkan bahwa balok dan kolom rusak dan struktur akan runtuh dengan beban 14,4448 ton.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk membandingkan hasil studi ATC-40 dengan menggunakan teknik alternatif seperti FEMA 356 dan FEMA 440. Untuk mempercepat proses analisis dan mengurangi risiko kegagalan, disarankan juga untuk menggunakan komputer berkinerja tinggi. Untuk membandingkan kinerja struktur bangunan terhadap beban seismik, disarankan juga untuk melakukan analisis ketahanan beban gempa menggunakan berbagai teknik.

#### 5. Referensi

- Artikel, I. (2024). *Dengan Metode Analisis Pushover An Evaluation Of Structural Performance Of The Faculty Of Mathematics And Natural Sciences Building At Jenderal Soedirman University Against Earthquake Using Pushover Analysis Method*. 5(2), 73–78.
- Astri Gusfita, Y., Masril, M., & Bastian, E. (2022). Analisis Struktur Atas Pada Pembangunan Sdn 04 Garegeh. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 40–45. <https://doi.org/10.33559/err.v1i2.1123>
- ATC 40. (1996). ATC 40 Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings Redwood City California. *Seismic Safety Commisionsion*, 1(November 1996), 334.
- Birugo, A. U. R., Baleh, T., & Bukittinggi, K. (2023). Vol. 2 No.2 Februari 2023 <http://jurnal.ensiklopediaku.org> Ensiklopedia Research and Community Service Review. *Jurnal.Ensiklopediaku*, 2(2), 167–174.
- Cahyani, D. I., Budiman, E., & Haryanto, B. (2022). *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Sipil Analisis Pushover Untuk Performance Based Design Pada Struktur Beton Bertulang Dengan Menggunakan Software Etabs ( Studi Kasus : Proyek Hotel Fox Harris Lite di Jln . S . Parman , Kota Samarinda , Kalimantan Tim. 6, 30–37.*
- Etabs, V. (2023). *JURNAL TEKNIK SIPIL Universitas 17 Agustus 1945 Semarang Studi Struktur Gedung Beton Bertulang Pada Gedung RND PT Bernofarm Sidoarjo Menggunakan Metode Pushover Analysis*. 16(1), 73–86.
- Gea, E. M., Rita, E., & Khaidir, I. (2024). Analisa Kinerja Struktur Gedung Hotel Balcone Bukittinggi Dengan Sistem Base Isolation Menggunakan Metode Pushover. *Kumpulan Executive Summary Mahasiswa Teknik Sipil Wisuda Periode 81, 1(1), 1–3.*
- Kinerja, A., Atas, S., Rtmc, B., & Maluku, P. (2024). *MENGGUNAKAN METODE STATIC NON-LINEAR*. 3(1), 17–26.
- Moeloek, H. A., & Firdha, R. A. (2021). *Analisis Kinerja Struktur Gedung Bertingkat*

- Terhadap Beban Gempa Dengan Metode Pushover Analysis ( Studi Kasus : Gedung Rawat Inap Non – Bedah Rumah Sakit Umum Daerah. 9(4), 829–839.*
- Pratama, R., & Chairina, E. (2025). *Analisa Pushover Pada Bangunan Gedung Telkomsel Pematang Siantar Berdasarkan Perencanaan Dengan Sni 1726 : 2019 ( Studi Kasus ). 20(2), 2–6.*
- Review, C. S. (2024). Vol. 3 No.2 Februari 2024 <http://jurnal.ensiklopediaku.org> *Ensiklopedia Research and Community Service Review. 3(2), 41–47.*
- Sains, J. T. (2024). *ETABS Office Building Planning Structure Analysis With ETABS Software. 09.*
- Siswanto, S., Studi, P., & Sipil, T. (n.d.). *Analisis Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Menggunakan Metode Pushover. 7(1), 46–52.*
- Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Barat, S. (2024). <http://jurnal.umsb.ac.id/index.php/RANGTEKNIKJOURNAL>. 7(1), 184–192.
- Usman, A. P., & Mutmainna, S. P. (2021). *Analisis Respons dan Kinerja Struktur Bangunan Gedung Menggunakan Pushover Analysis. https://doi.org/10.25299/saintis2021.vol21(02).7585*