

Evaluasi Kinerja Struktur Bertingkat Baja Dan Beton Menggunakan ETABS (Studi kasus : Gedung Parkir X)

MUHAMAD FIKRI ISMAIL¹, KAMALUDIN²

1. Institut Teknologi Nasional
2. Institut Teknologi Nasional

Email : muhmadfikrii@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini, kinerja struktur gedung bertingkat dianalisis dengan memperhatikan elemen-elemen fisik utama seperti kolom, balok, dan pelat. Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai kinerja struktur gedung bertingkat menggunakan perangkat lunak ETABS, dengan fokus pada studi kasus Gedung Parkir X. Evaluasi dilakukan melalui analisis statik dan dinamik guna mengidentifikasi respons struktur terhadap berbagai beban, termasuk beban gempa dan gravitasi. Berdasarkan panduan ATC-40, nilai Drift Tinggi Bangunan yang diperoleh adalah 0,00126838, yang mengindikasikan bahwa kinerja struktur termasuk dalam kategori Immediate Occupancy, di mana gedung mampu menahan gempa tanpa mengalami kerusakan struktural maupun non-struktural, sehingga dapat langsung digunakan kembali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja struktur gedung parkir memenuhi standar yang berlaku. Diharapkan hasil temuan ini dapat memberikan sumbangan dalam perencanaan dan desain gedung bertingkat yang lebih aman dan efisien.

Kata kunci: ETABS, Structure, Building

1. PENDAHULUAN

Gedung parkir merupakan salah satu jenis bangunan yang membutuhkan perencanaan yang tepat karena harus mampu menahan beban yang cukup besar dari berat kendaraan. Kinerja struktur pada gedung parkir harus dievaluasi dengan cermat untuk memastikan keselamatan, keamanan, dan keandalan gedung. Penggunaan perangkat lunak dalam evaluasi kinerja struktur gedung parkir memberikan kemudahan dalam analisis dan perhitungan. Perangkat Lunak ETABS menyediakan ragam fitur untuk melakukan analisis struktural yang komprehensif dan akurat.

Meskipun telah banyak dilakukan penelitian terkait kinerja struktur pada gedung parkir, namun masih dibutuhkan penelitian lagi terutama dalam menggunakan perangkat lunak ETABS. Evaluasi kinerja struktur gedung parkir 10 lantai dengan menggunakan perangkat lunak merupakan kontribusi dalam pengembangan metode analisis struktural.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi kinerja struktur pada gedung parkir 10 lantai menggunakan perangkat lunak apakah perlu perkuatan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan pemahaman dan metode analisis struktural pada gedung parkir.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ketentuan Umum Perancangan Ketahanan Gempa

Berikut ini adalah ketentuan yang harus dipenuhi berdasarkan SNI 1726-2019 tentang Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung, terdiri atas:

2.2.1 Penentuan Gempa Rencana dan Kategori Gempa

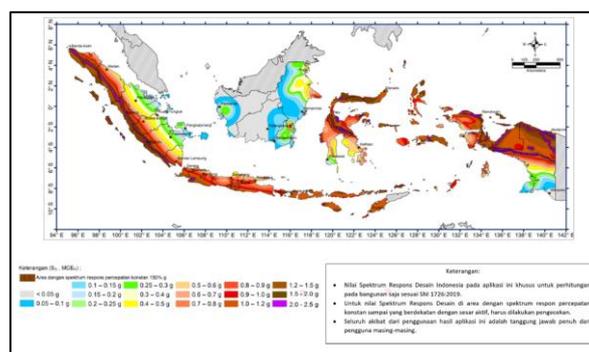
Gempa rencana yang ditetapkan adalah 2% untuk kondisi gempa dengan kemungkinan terlewati besarnya selama umur bangunan 50 tahun. Nilai keutamaan ditentukan berdasarkan kategori risiko bangunan. Berikut ini adalah Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung Untuk Beban Gempa sesuai dengan SNI 1726-2019 tentang Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung.

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa (I_e)
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,5

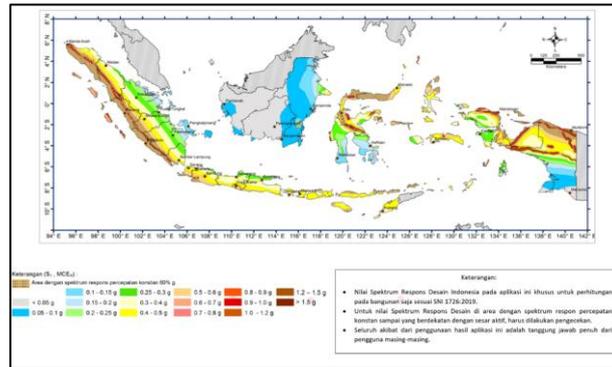
GAMBAR 2. Nilai I_e (Sumber: SNI, 2019)

2.2.2. Respon Spektrum Gempa

Parameter S_s dan S_1 harus ditetapkan masing-masing dari respons spektral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik dengan kemungkinan 2% terlampaui dalam 50 tahun (MCER, 2% dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi. **Gambar 2** adalah S_1 Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) dan **Gambar 3** adalah S_1 Gempa Maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) berdasarkan sumber SNI 1726-2019.



GAMBAR 3. S_1 Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) (Sumber: SNI, 2019)



GAMBAR 4. *S1 Gempa Maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) (Sumber: SNI, 2019)*

Penentuan respon spektral percepatan gempa MCER di permukaan tanah diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada perioda 0,2 detik dan perioda 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran pendek (F_a) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik (F_v). Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek (SMS) dan perioda 1 detik (SM1) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan rumusan berikut.

$$SMS = F_a \cdot S_s \dots\dots\dots(1)$$

$$SM1 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

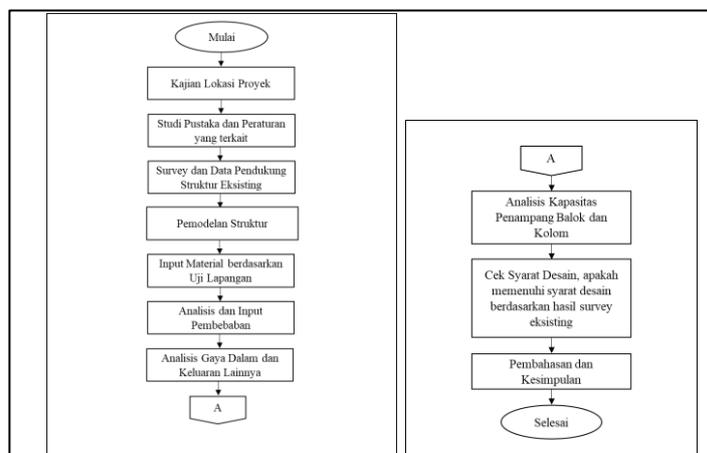
S_s = parameter respon spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk perioda pendek.

$S1$ = parameter respon spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk perioda 1,0 detik.

Kemudian menentukan parameter lainnya serta level kinerja struktur dengan acuan ATC-40.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian



GAMBAR 5 . TAHAPAN PENELITIAN

3.2. Kajian Lokasi Proyek



GAMBAR 6 . LOKASI PROYEK (Sumber: *Google Maps*, 2024)

3.3. Studi Pustaka

Kajian hitungan struktur gedung parkir adalah analisis teknis yang dilakukan untuk memastikan bahwa struktur gedung parkir dapat menahan beban yang akan diterimanya secara aman dan efisien. Berikut adalah informasi studi pustaka dan standar yang terkait:

Nama Proyek	: Pengujian Struktur Banguna Bio Farma Kota Bandung
Fungsi Bangunan	: Gedung Parkir
Mutu Beton	: $f_c' 26,92$ MPA
Kolom K2	: 600 x 600 mm
Kolom K1A	: \varnothing 700 mm
Kolom K3	: 500 x 400 mm
Kolom K5	: 300 x 400 mm
Kolom K6	: 300 x 500 mm
Kolom Praktis KP	: 150 x 150 mm
Balok Baja	: HC 450 x 150 x 6,5 x 9
Balok Baja	: HC 605 x 200 x 8 x 13
Balok B1	: 500 x 300 mm
Balok B2	: 600 x 400 mm
Balok B3	: 400 x 300 mm
Balok BR1	: 300 x 500 mm
Balok BR2	: 400 x 600 mm
Balok BR3	: 300 x 400 mm
Pelat Lantai, s	: 120 mm

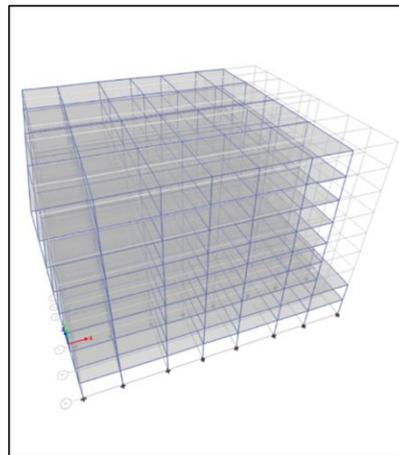
Peraturan yang terkait pada tugas akhir kali ini adalah sebagai berikut:

1. Acuan standar SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung dan SNI 1727-2020 tentang Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain
2. Kriteria level kinerja struktur mengacu ATC-40

No.	Structure ID	Hit Angle (°)	Hammer Blows										Average (R)	Equivalent Cube Compressive Strength f_{ck} (kg/cm ²)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Kolom B3 HM 1	0	35	35	39	35	36	37	36	35	35	37	36.0	334,5
2	Kolom B3 HM 2	0	22	24	24	23	25	23	24	25	26	24	24.0	151,7
3	Kolom B2 HM 3	0	35	32	37	35	35	36	34	32	35	32	34.3	306,4
4	Kolom B2 HM 4	0	33	30	31	32	31	32	34	31	32	30	31.6	263,2
5	Kolom B1 HM 5	0	34	32	33	35	34	32	35	32	35	35	33.7	296,7
6	Kolom B1 HM 6	0	30	34	32	33	34	35	36	34	33	35	33.6	295,0

GAMBAR 7. NILAI FC (LAPORAN SURVEY, 2024)

Nilai kuat tekan yang dipakai untuk pemodelan struktur gedung menggunakan ETABS ini diperoleh dengan merata-ratakan nilai kuat tekannya.



GAMBAR 8. Pemodelan Struktur

4. PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1. Modal Partisipasi Massa Rasio

Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi mode getar pada struktur. Analisis harus mencakup jumlah mode yang memadai tanpa melebihi massa total struktur. Alternatif lain adalah memasukkan jumlah mode minimum yang diperlukan untuk mencapai setidaknya 90% dari massa gabungan mode. Seperti diperlihatkan pada Tabel dibawah hasil dari partisipasi massa dalam menghasilkan respon total melebihi 90 % pada mode 3 sesuai SNI 1726:2019.

TABEL 1. Modal Partisipasi Massa Rasio

Mode	Periode	SUMUX	SUMUY	SUMRZ
	Detik			
1	1,245	0,7728	0,7139	0,0714
2	1,089	0,7729	0,7139	0,0714
3	0,977	0,7729	0,7687	0,7408

4	0,394	0,7729	0,8701	0,7457
5	0,351	0,8865	0,8701	0,7457
6	0,32	0,8865	0,8816	0,8671
7	0,216	0,8865	0,9281	0,8677
8	0,198	0,9359	0,9281	0,8677
9	0,185	0,9359	0,9328	0,9284
10	0,138	0,9359	0,9578	0,9289
11	0,13	0,9613	0,9578	0,9289
12	0,121	0,9613	0,9591	0,9562

4.2. Periode Struktur

Berdasarkan persamaan (2.11) dan (2.12) periode fundamental pendekatan untuk menghitung $T_{a \text{ min}}$ dan $T_{a \text{ max}}$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 T_{a \text{ min}} &= C_{th} x^x \\
 &= 0,466 \times 32^{0,9} \\
 &= 1,0544 \\
 T_{a \text{ max}} &= C_u \times T_{a \text{ min}} \\
 &= 1,5182 \times 1,0544 \\
 &= 1,6008
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Periode Struktur

ETABS				
Mode	Periode	UX	UY	RZ
	Detik			
1	1,245	0,7728	0,7139	0,0714
2	1,089	0,7729	0,7139	0,0714
3	0,977	0,7729	0,7687	0,7408

Seperti diperlihatkan pada Tabel. bahwa periode struktur pada ETABS tidak memenuhi persyaratan SNI 1726:2019 yang menyatakan bahwa periode fundamental struktur (T) tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung dan periode fundamental pendekatan (T_a).

4.3. Displacement

TABEL 3. Displacement

Story	ETABS	
	Displacement	
	mm	
	X	Y
1	4.12325	4.12667
2	6.32231	6.43322
3	7.44672	7.7889

Dari hasil analisis perangkat lunak ETABS maka didapatkan hasil displacement seperti di atas. Seperti diperlihatkan pada Tabel 4.5. maka nilai displacement yang akan digunakan untuk menghitung simpangan antar lantai menggunakan nilai di atas.

4.4. Simpangan Antar Lantai

Drift adalah rasio perpindahan lateral lantai terhadap tinggi lantai tersebut. Drift digunakan untuk mengevaluasi deformasi antar-lantai yang dapat mempengaruhi stabilitas struktur dan kenyamanan penghuninya. Drift yang besar dapat menyebabkan kerusakan pada elemen non-struktural dan mempengaruhi fungsi bangunan.

TABEL 4. Simpangan Antar Lantai X

Story	Drift (mm)	Simpangan izin (mm)	Cek
	ETABS		
1	22.678	80	OK
2	12	80	OK
3	6.18426	80	OK

TABEL 4. Simpangan Antar Lantai Y

Story	Drift (mm)	Simpangan izin (mm)	Cek
	ETABS		
1	22.697	80	OK
2	13	80	OK
3	7.45624	80	OK

4.5. Gaya Geser Seismik

Tabel 5. Gaya Geser Seismik

Perangkat Lunak	Gaya Dasar Seismik	
	Arah X (kN)	Arah Y (kN)
ETABS	228,445	212,66

Gaya seismik arah X = 228,445 kN dan arah Y = 212,66 kN menunjukkan bahwa bangunan mengalami gaya lateral yang berbeda di kedua arah tersebut akibat gempa. Ini mempengaruhi perencanaan struktur, terutama dalam memastikan elemen-elemen yang menahan gaya lateral mampu menahan beban yang bekerja sesuai dengan besarnya di tiap arah.

4.6. Level Kinerja Struktur

Kriteria level kinerja struktur menurut ATC-40 menggunakan persamaan Drift sama dengan Displacement dibagi Ketinggian Gedung.

$$Drift = \frac{D}{H} = \frac{26,352 \text{ mm}}{32000 \text{ mm}} = 0,00126838$$

Parameter	Performance Level			
	Immediate Occupancy (IO)	Damage Control (DC)	Life Safety (LS)	Structural Stability (SS)
Drift	< 0,01	0,01 – 0,019	0,02	0,33

Sumber: ATC-40

GAMBAR 9. Performace Level (Sumber: ATC40)

Berdasarkan nilai di atas, maka level kinerja struktur pada struktur gedung adalah *Immediate Occupancy* yang artinya struktur mampu menahan gempa, struktur juga tidak mengalami kerusakan struktural maupun astruktural, sehingga bangunan bisa langsung digunakan kembali.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan pada penelitian tugas akhir evaluasi kinerja struktur dengan perangkat lunak ETABS yaitu Modal partisipasi massa didapatkan respon struktur total telah melebihi 90% dari masa aktual. Berdasarkan acuan ATC-40, nilai Drift per Tinggi Bangunan yang diperoleh pada penelitian ini adalah 0,00126838 yang artinya kinerja struktur yang terjadi pada bangunan ini termasuk Immediate Occupancy dimana struktur mampu menahan gempa, struktur juga tidak mengalami kerusakan struktural maupun astruktural, sehingga bangunan bisa langsung digunakan kembali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga bisa menyelesaikan penelitian ini. Saya mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam menyelesaikan penelitian ini. Semoga penelitian ini bisa menambah edukasi dalam ilmu pengetahuan di program studi teknik sipil.

DAFTAR PUSTAKA

- Applied Technology Council. (1996). ATC-40: Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings. Redwood City, California, United States of America: Seismic Safety Commission, State of California.
- Ahmad, R. (2016). Analisis Kinerja Seismik Struktur Beton Dengan Metode Pushover Menggunakan Program SAP2000 V.14. Universitas Mataram.
- Budiono, Bambang dan Lucky Supriatna. (2011). Studi Komparasi Desain Bangunan Tahan Gempa. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Hosseini, M. et al. (2017). Seismic Design Evaluation of Reinforced Concrete Buildings for Near-Source Earthquakes by Using Nonlinear Time History Analyses. *Procedia Engineering*, 199.
- Putra, Zulfazly. (2019). Analisis Kinerja Struktur Portal Baja yang Didesain Berdasarkan Batas Ijin Simpangan Antar Lantai Dengan Menggunakan Bresing. Medan: Universitas Sebelas Maret.