

EVALUASI STORY DRIFT PADA STRUKTUR GEDUNG PERKANTORAN 5 LANTAI DENGAN SAP2000

Sadvent M Purba¹,

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan,
Jl. MH Thamrin Boulevard 1100, Banten.
e-mail: sadvent23@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia, yang terletak di dalam Cincin Api Pasifik, adalah wilayah yang sangat rentan terhadap gempa bumi dengan intensitas tinggi. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan infrastruktur yang mampu menahan gempa untuk memastikan keselamatan dan ketahanan struktur dalam jangka panjang. Laporan ini bertujuan untuk menganalisis sebuah gedung perkantoran lima lantai di Kemang, Jakarta Selatan, sesuai dengan persyaratan dalam SNI 1726:2019 tentang ketahanan gempa untuk struktur bangunan. Analisis dilakukan dalam tiga tahap utama: pra-analisis, analisis, dan kesimpulan. Tahap pra-analisis meliputi penentuan lokasi, peruntukan, dimensi gedung, serta perhitungan N-SPT dan respons spektrum gempa. Tahap analisis mencakup perhitungan manual dan penggunaan aplikasi SAP2000 untuk menentukan apakah gedung memenuhi persyaratan SNI 1726:2019. Hasil analisis menunjukkan bahwa gedung tersebut tidak aman terhadap gempa karena nilai simpangan antar lantai melebihi batas yang diizinkan. Simpangan antar lantai respon spektrum arah-x ada pada lantai 2 sebesar 565,06 mm, arah-y ada pada lantai 2 sebesar 691,45 mm sedangkan kinerja batas ultimit story drift izin adalah 46,15 pada kedua arah. Kesimpulan dari laporan ini menegaskan bahwa gedung perlu didesain ulang dengan perkuatan tambahan, seperti perkuatan sambungan balok kolom, penambahan dinding geser, atau penggunaan kolom dan balok yang lebih besar untuk memenuhi persyaratan keamanan gempa. Evaluasi dan desain yang lebih detail diperlukan untuk memastikan keamanan dan ketahanan struktur terhadap gempa.

Kata kunci: struktur tahan gempa, simpangan antar lantai, SAP2000, SNI 1726:2019, analisis seismik

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

Indonesia merupakan negara yang terletak di dalam Ring of Fire, yang dikenal sebagai kawasan dengan aktivitas seismik tinggi. Hal ini menjadikan Indonesia sangat rentan terhadap kejadian gempa bumi dengan intensitas serta magnitudo yang tinggi. Selain itu, sebagai negara berkembang, Indonesia memerlukan infrastruktur yang kuat dan tahan gempa untuk mengakomodasi pertumbuhan penduduk dan kebutuhan ekonomi yang terus meningkat. Pembangunan infrastruktur yang tahan gempa sangat penting untuk memastikan keselamatan penghuni serta menjaga ketahanan bangunan dalam jangka waktu panjang. Salah satu standar yang digunakan dalam perencanaan dan analisis ketahanan gempa di Indonesia adalah SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung. Standar ini menetapkan persyaratan minimum yang harus dipenuhi oleh bangunan agar dapat bertahan dan tetap fungsional selama dan setelah terjadinya gempa bumi. Dalam konteks ini, penggunaan perangkat lunak analisis struktural seperti SAP2000 menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa desain bangunan memenuhi standar ketahanan gempa yang telah ditetapkan.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis ketahanan gempa pada sebuah gedung 5 lantai yang terletak di Kemang, Jakarta Selatan, sesuai dengan persyaratan dalam SNI 1726:2019. Analisis ini mencakup beberapa tahap, yaitu:

1. **Tahap Pra-Analisis:** Meliputi penentuan lokasi, peruntukan, dan dimensi gedung, serta perhitungan N-SPT dan respons spektrum gempa untuk lokasi tersebut.
2. **Tahap Analisis:** Dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 untuk menghitung simpangan antar lantai dan gaya geser dasar seismik, serta membandingkan hasil perhitungan dengan persyaratan dalam SNI 1726:2019.
3. **Tahap Kesimpulan:** Menyimpulkan apakah gedung telah memenuhi persyaratan ketahanan gempa yang ditetapkan dan memberikan rekomendasi perkuatan jika diperlukan.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai pentingnya desain struktural yang tahan gempa serta langkah-langkah yang diperlukan untuk memastikan keselamatan dan ketahanan bangunan di wilayah yang rawan gempa.

2. LANDASAN TEORI

Konsep dasar gempa bumi dan struktur tahan gempa. Gempa bumi adalah fenomena alam yang disebabkan oleh pergerakan lempeng tektonik yang melepaskan energi dalam bentuk gelombang seismik. Struktur bangunan harus dirancang untuk menahan beban dinamis yang dihasilkan oleh gempa bumi, yang sering kali lebih kompleks dan berbahaya daripada beban statis. Oleh karena itu, penting untuk memahami karakteristik gempa bumi dan bagaimana bangunan meresponsnya. **Standar perencanaan ketahanan gempa di Indonesia (SNI 1726:2019).** SNI 1726:2019 adalah standar yang digunakan di Indonesia untuk perencanaan ketahanan gempa pada struktur bangunan gedung dan non-gedung. Standar ini mengatur persyaratan minimum yang harus dipenuhi oleh bangunan agar dapat bertahan selama dan setelah gempa bumi terjadi. Beberapa aspek penting dari standar ini meliputi penentuan beban gempa, respon spektrum, serta koefisien modifikasi respon yang sesuai dengan tipe struktur dan lokasi geografis.

Analisis dinamis menggunakan SAP2000. SAP2000 adalah perangkat lunak analisis struktural yang digunakan untuk memodelkan dan menganalisis respon struktur terhadap beban, termasuk beban gempa. Dalam analisis ini, SAP2000 digunakan untuk melakukan analisis modal dan analisis respon spektrum untuk menentukan periode getar alami bangunan serta distribusi gaya gempa pada setiap lantai.

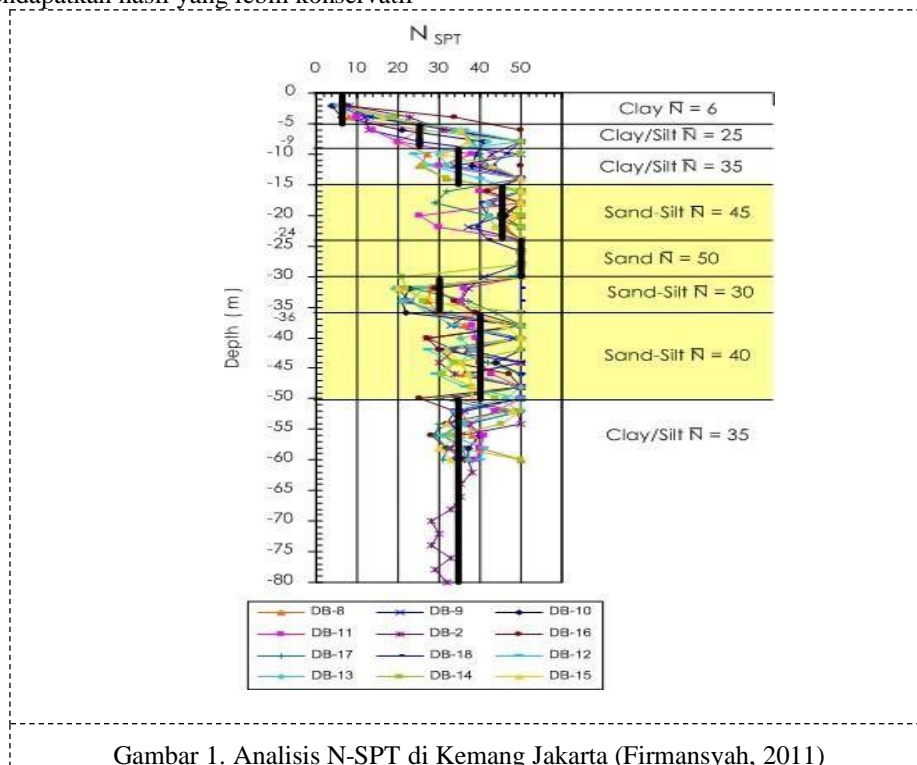
Simpangan antar lantai (story drift). Simpangan antar lantai adalah pergeseran relatif antara dua lantai berturut-turut yang terjadi akibat beban lateral, seperti gempa bumi. Standar SNI 1726:2019 mengatur batas maksimum simpangan antar lantai untuk memastikan bahwa deformasi bangunan tetap dalam batas yang aman dan tidak menyebabkan kerusakan signifikan pada elemen struktural maupun non-struktural.

Perkuatan struktur. Untuk memastikan bahwa bangunan dapat menahan gempa dengan aman, beberapa metode perkuatan dapat diterapkan, seperti peningkatan ukuran dan kekuatan elemen struktural (balok dan kolom), serta penambahan elemen struktural khusus seperti dinding geser (shear wall). Dinding geser adalah elemen vertikal yang didesain untuk menahan gaya lateral dan membantu mengurangi simpangan antar lantai. Dengan landasan teori ini, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi ketahanan gempa bangunan 5 lantai menggunakan perangkat lunak SAP2000 dan memastikan bahwa desain bangunan memenuhi persyaratan standar ketahanan gempa yang berlaku di Indonesia.

3. DATA DAN PEMODELAN

Lokasi dan spesifikasi gedung, Lokasi: Kemang, Jakarta Selatan. Jenis Bangunan: Gedung perkantoran 5 lantai. Dimensi: Panjang 30 meter, lebar 20 meter, dan tinggi total 20 meter (dengan masing-masing lantai setinggi 4 meter)

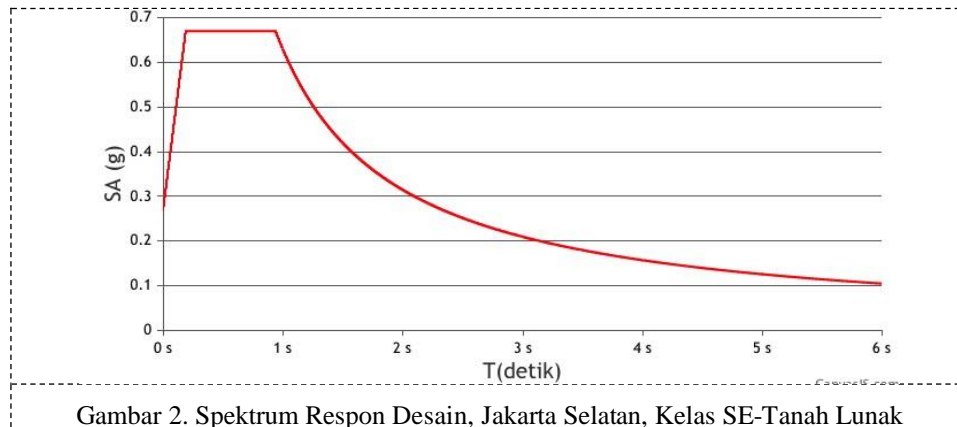
Data tanah hasil borlog. Berdasarkan data tanah hasil borlog pada area sekitar bangunan gedung Menara Z di atas, didapatkan nilai N_{30} rata-rata sebesar 27,135. Nilai ini berada di antara nilai 15 – 50 yang artinya termasuk dalam kelas situs SD (tanah sedang). Namun karena hanya terdapat satu data tanah dari minimal dua yang disyaratkan dalam SNI 1726:2012 pasal 5.1. dan SNI 1726:2019 pasal 5.1. maka kelas situs yang digunakan bukan lagi SD (tanah sedang) tetapi SE (tanah lunak) untuk mendapatkan hasil yang lebih konservatif



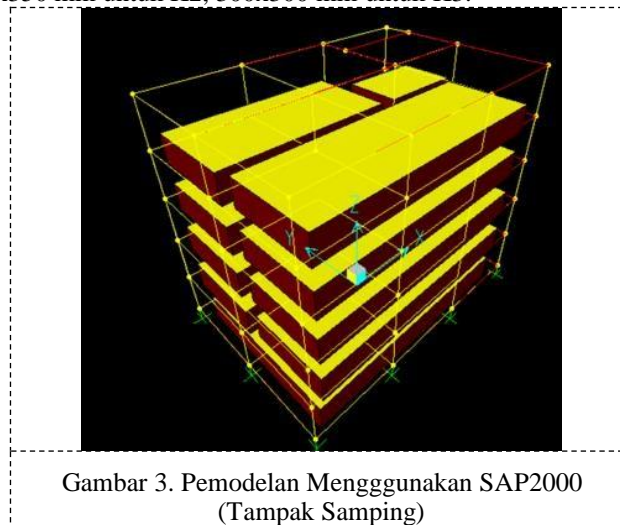
Gambar 1. Analisis N-SPT di Kemang Jakarta (Firmansyah, 2011)

Parameter gempa dan material struktur. Data gempa berdasarkan peta zonasi gempa Indonesia. Respon spektrum gempa

untuk lokasi Kemang, Jakarta Selatan. Nilai S_s diambil sebesar 0.75g, nilai S_1 diambil sebesar 0.35g. Faktor amplikasi getaran F_a sebesar 1.20 dan F_v sebesar 1.95. Nilai S_{DS} sebesar 0,60 g dan nilai S_{D1} sebesar 0,46 g. $T_0 = 0,19$ detik, $T_s = 0,94$ detik, Beton bertulang dengan mutu beton K-300. Baja dengan mutu baja ASTM A36.



Pemodelan struktur menggunakan SAP2000. Kolom dan balok struktur bangunan ini menggunakan material beton dengan mutu 30 MPa, menandakan kekuatannya yang tinggi dalam menahan beban tekan. Beton ini memiliki berat jenis 2400 kg/m³, menunjukkan kepadatan material yang cukup untuk memberikan struktur yang kokoh dan stabil. Elastic modulus yang digunakan pada beton menggunakan rumus $4700 \times \sqrt{f'_c}$ MPa. Balok digunakan ukuran 400 x 200 mm. Pelat lantai yang digunakan adalah slab beton dengan tebal 120 mm yang sama di setiap lantai. Ukuran masing-masing kolom 400x400 mm untuk K1, 350x350 mm untuk K2, 300x300 mm untuk K3.



Perhitungan pembebanan struktur. Dari hasil perhitungan, ditentukan total beban kolom untuk seluruh gedung sebesar 499.55 kN. Total beban balok untuk seluruh gedung sebesar 1152.32 kN. beban pelat total untuk seluruh gedung adalah 3490.85 kN. Total beban gravitasi sebesar 2945,16 kN. Beban total untuk seluruh gedung ditentukan dari tambahan dari beban mati akibat kolom, balok dan pelat lantai dan juga beban gravitasi yang telah dihitung dari lantai dasar sampai lantai atap yakni 8087,89 kN

4. ANALISA DAN KESIMPULAN

Perhitungan untuk menentukan geser dasar seismic (V). Perhitungan untuk geser dasar seismic dengan $V = C_s \cdot W$ diperoleh geser seismic arah $V-x = 616,255$ kN dan $V-y = 616,255$ kN. Distribusi Gempa selanjutnya dikalikan 0,85 $V-x = V-x = 523,82$ kN. Distribusi beban lateral pada setiap lantai disajikan melalui tabel berikut:

Tabel 1. Distribusi Gempa Vertikal Arah X dan Y

Lantai	h_i (m)	W (kN)	$W \cdot h_i^k$ (kNm)	C_{vx}	F_i (kN)	100% (kN)	30% (kN)
GF	0	1810.76	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00

Lt.1	3	1406.80	4831.041	0.07	36.963	36.963	11.09
Lt.2	6	1406.80	10521.979	0.15	80.506	80.506	24.15
Lt.3	9	1406.80	16590.058	0.24	126.934	126.934	38.08
Lt.4	12	1406.80	22916.807	0.33	175.341	175.341	52.60
Lt.5	15	649.91	13602.077	0.20	104.072	104.072	31.22
Total			8087.89	68461.96	1.00	523.817	523.817

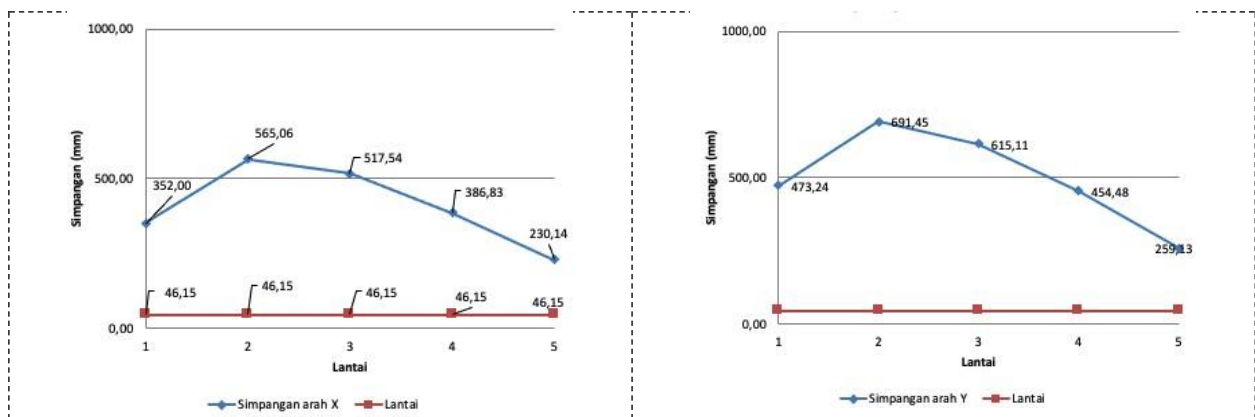
Hasil analisa struktur dan simpangan antar lantai tingkat. Nilai δ_x adalah nilai simpangan yang didapatkan dari simulasi dalam SAP2000. Dalam perhitungan ini rumus diatas digunakan dua kali untuk menentukan dua jenis simpangan yaitu simpangan total pada suatu tingkat dan simpangan antar tingkat. Perbedaan antara dua nilai ini adalah nilai δ_x yang digunakan pada rumus diatas, Dimana perhitungan simpangan total menggunakan hanya nilai simpangan δ_x untuk tingkat yang ditinjau sedangkan perhitungan simpangan antar tingkat menggunakan nilai simpangan δ_x yang ditemukan dari pengurangan nilai δ_x pada tingkat di bawah dari nilai δ_x dari Tingkat yang ditinjau. Dalam perhitungan di excel simpangan total, Δ disebutkan sebagai perpindahan total dan simpangan antar tingkat, δ disebut sebagai story drift.

Tabel 2. Simpangan Antar Lantai Respon Spektrum Arah-X (Kinerja Batas Ultimit)

Lantai	Elevasi	Perpindahan Lantai δ_x (mm)	Perpindahan Total δ_x (mm)	Story Drift Δ (mm)	Story Drift izin Δ_a (mm)	Status
Lt.1	3	63.99922	351.99571	352.00	46.15	tidak aman
Lt.2	6	166.73726	917.05	565.06	46.15	tidak aman
Lt.3	9	260.83624	1434.60	517.54	46.15	tidak aman
Lt.4	12.4	331.16876	1821.43	386.83	46.15	tidak aman
Lt.5	15	373.0127	2051.57	230.14	46.15	tidak aman

Tabel 3. Simpangan Antar Lantai Respon Spektrum Arah-Y (Kinerja Batas Ultimit)

Lantai	Elevasi	Perpindahan Lantai δ_y (mm)	Perpindahan Total δ_y (mm)	Story Drift Δ (mm)	Story Drift izin Δ_a (mm)	Status
Lt.1	3	86.04371	473.240405	473.24	46.15	tidak aman
Lt.2	6	211.76199	1164.69	691.45	46.15	tidak aman
Lt.3	9	323.6004	1779.80	615.11	46.15	tidak aman
Lt.4	12.4	406.23279	2234.28	454.48	46.15	tidak aman
Lt.5	15	453.34772	2493.41	259.13	46.15	tidak aman



Gambar 4a. Simpangan antar Lantai X)

Gambar 4b. Simpangan antar Lantai Y

5. KESIMPULAN.

Analisis dengan SAP 2000 menunjukkan bahwa bangunan dengan beban gempa SNI 1726:2019 di Kemang, Jakarta, tidak aman saat gempa terjadi. Pada hasil simpangan atau defleksi yang terjadi telah melebihi batas simpangan yang ada di syarat SNI 1726:2019. Meskipun pembebanan dari gempa respon spektrum diperbesar dengan faktor skala SNI, bangunan tetap harus di desain kembali dengan beberapa perkuatan untuk memenuhi syarat keamanan. Salah satu cara untuk membuat bangunan untuk lebih tahan akan gaya gempa yang terjadi adalah dengan memberikan tambahan perkuatan di bagian sambungan balok kolom atau juga memperbesar kolom dan balok yang digunakan. Selain itu solusi lain juga dapat diberikan yaitu penambahan dinding geser atau shear wall. Dinding geser merupakan dinding yang di desain khusus pada sebuah bangunan untuk berfungsi sebagai penahan beban seismik dan beban lateral lainnya. Dengan demikian hasil dari analisis ini bangunan perlu di evaluasi dan di desain kembali. Perlu diingatkan bahwa hasil analisis menggunakan aplikasi SAP 2000 versi student yang merupakan aplikasi lama. Hasil analisis dapat berbeda jika menggunakan beberapa aplikasi analisis struktur yang lebih akurat seperti ETABS atau BIM. Selain itu bangunan yang di desain merupakan bangunan sederhana yang gampang untuk dianalisis. Untuk pemahaman yang lebih jelas dan detail, diperlukan evaluasi perhitungan dengan aplikasi yang lebih akurat dan desain yang lebih detail.

DAFTAR PUSTAKA

- Firmansyah, I. (2011, August 25). Simplified Soil Profiles dan Daya Dukung Fondasi Tiang di Jakarta. <https://irawanfirmansyah.wordpress.com/2011/08/25/simplified-soil-profiles-dan-daya-dukung-fondasi-tiang-di-jakarta/>
- Saputra, E. (2018, April 16). Perkembangan Peraturan Ketahanan Gempa di Indonesia. Retrieved from Catatan Kuliah Belajar Ilmu Teknik Sipil dan Kegempaan: <https://farmadel.wordpress.com/2018/04/16/perkembangan-peraturan-ketahanan-gempa-di-indonesia/>
- SNI 1726. (2012). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1726. (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1727. (2020). Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Sodik, A. S., & Andayani, R. (2021). Pengaruh Penerapan SNI 1726:2019 Terhadap Desain Struktur Rangka