

Analisa Perbandingan Struktur Bangunan Ruko Sesuai SNI 2847-2013 Dan SNI 1726-2019 Pada Lokasi Sc–Sd–Se Di Kota Medan

Mentari Oktaviani¹, Gunawan Tarigan², Ronal H.T Simbolon³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara
Kota Medan, 20217, Indonesia

Email: mentari.oktaviani1210@gmail.com, tarigungunawan17@gmail.com,
ronal.h.t.simbolon@uisu.ac.id

Abstrak

Dalam merencanakan bangunan struktur beton bertulang harus menyertakan pengaruh gempa yang dapat menimbulkan pergerakan tanah (ground motion) dengan mengacu pada aturan SNI 1726-2019, SNI 2847-2013 untuk syarat beton struktural dan SNI 1727-2020 untuk beban desain minimum. Selain itu beban gempa yang direncanakan harus menyesuaikan kondisi tanah dimana gedung akan dibangun. Jika kondisi tanah dikategorikan tanah sedang, maka menurut SNI 1726-2019 diklasifikasikan pada kelas situs SD. Struktur yang dibangun dengan beban gempa kelas situs SD belum tentu sesuai apabila dibangun pada kondisi kelas situs SE. Maka dari itu, pada penelitian ini dilakukan analisis dengan menggunakan kelas situs yang berbeda untuk bangunan ruko pada kota yang sama yaitu kota Medan. Terdapat 3 pemodelan struktur bangunan ruko 3 lantai dengan sistem SRPMK pada 3 kelas situs tanah yaitu model 1 struktur diatas tanah lunak (SE), model 2 struktur diatas tanah sedang (SD) dan model 3 struktur diatas tanah keras (SC). Struktur menggunakan beton bertulang dan diinput dengan beban yang sama serta berdasarkan analisa linier gempa dengan metode respon spektrum. Hasil daripada analisa menggunakan bantuan program analisa struktur, didapat nilai gaya geser pada model 1, model 2 dan model 3 yaitu 215,55 kN, 189,50 kN, dan 183,90 kN. Dan untuk hasil analisis desain tulangan balok pada model 1 didapatkan jumlah tulangan longitudinal 8 D16, sedangkan hasil analisis pada model 2 dan 3 didapat jumlah tulangan longitudinal 6 D16. Hasil desain tulangan kolom untuk model 1 jumlah tulangan longitudinal 16 D25, sedangkan pada model 2 dan 3 jumlah tulangan longitudinal 12 D25. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa semakin keras tanah maka semakin kecil pula nilai gaya gempa yang dihasilkan.

Kata kunci:SRPMK, Tanah Lunak, Tanah Sedang, Tanah Keras, Respons Spektrum.

1. Pendahuluan

Berdasarkan Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Medan tahun 2021, kota Medan tergolong daerah yang tidak rawan terhadap bencana gempa. Namun tetap perlu diwaspadai akan potensi bencana akibat guncangan gempa, terutama didaerah atau lokasi yang memiliki tingkat kerapatan bangunan yang tinggi. Dalam hal ini, penulis mencoba mengangkat judul skripsi ini dengan harapan dapat menjadi sebuah referensi mengenai analisa perbandingan struktur bangunan ruko pada lokasi SC – SD – SE atau lokasi tanah keras – tanah sedang – tanah lunak, yang telah dijabarkan didalam SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2013. Adapun bangunan yang akan dianalisis adalah bangunan ruko di kota Medan. Karena bangunan ruko ini umumnya paling banyak dibangun salah satunya dikawasan kota Medan.

Gempa bumi adalah bergetarnya permukaan tanah karena pelepasan energi secara tiba-tiba akibat dari pecah/slipnya massa batuan di lapisan kerak bumi. Pengertian tersebut sekaligus menjawab mengapa permukaan tanah menjadi bergetar, yaitu akibat energi gempa yang merambat dari pusat gempa kesegala arah. Sebagaimana diketahui bahwa suatu kekuatan akan terkandung dalam suatu energi, artinya energi gempa akan

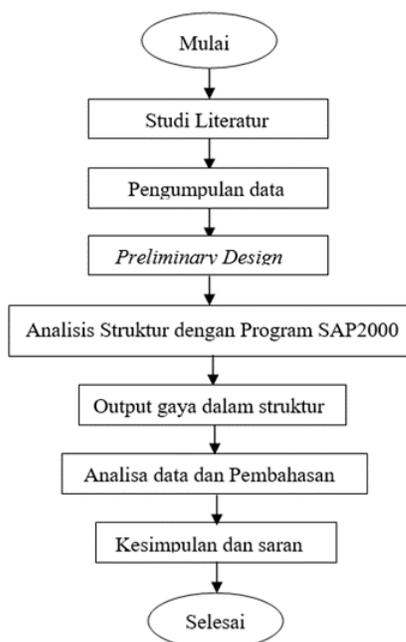
menghasilkan suatu kekuatan yang dalam hal ini adalah getaran tanah (Pawiradikromo, 2012).

Dalam perencanaan struktur bangunan tahan gempa, diperlukan standar dan peraturan perencanaan bangunan untuk menjamin keselamatan penghuni terhadap gempa besar yang mungkin terjadi serta menghindari dan meminimalisir kerusakan struktur bangunan dan korban jiwa terhadap gempa bumi yang sering terjadi. Oleh karena itu, struktur bangunan tahan gempa harus memiliki kekuatan, kekakuan dan stabilitas yang cukup untuk mencegah terjadinya keruntuhan bangunan. Jadi, bangunan yang dirancang secara konvensional harus mampu berdeformasi inelastik, dengan kata lain bangunan harus berperilaku duktail. Pada tiap struktur SRPM yang akan dibangun terdapat beberapa daftar kriteria yang harus di evaluasi agar termasuk dalam SRPM tahan gempa. Dalam penelitian ini kriteria tahan gempa pada struktur, antara lain:

- A. Periode alami struktur
- B. Gaya geser seismik
- C. Penentuan simpangan antar lantai
- D. SCWB (Strong Column Weak Beam)

2. Metode Penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dari metode pengumpulan data dengan cara observasi dilapangan, kemudian dilanjutkan dengan desain analisis pemodelan struktur yang mengacu pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) terhadap tigas kelas situs tanah, yaitu tanah keras (model-1), tanah sedang (model-2), dan tanah lunak (model-3). Ketiga model tersebut akan dianalisis secara linier dinamik dengan menggunakan Analisis Respons Spektrum (Response Spectrum Analysis). Bagan alir penelitian secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pemodelan struktur mengikuti hasil data observasi ukuran standar bangunan ruko di kota medan, kemudian dilakukan analisis struktur berdasarkan peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI 1726: 2019, SNI 03-2847-2013, SNI 1727-2020).

A. Data Perencanaan Struktur

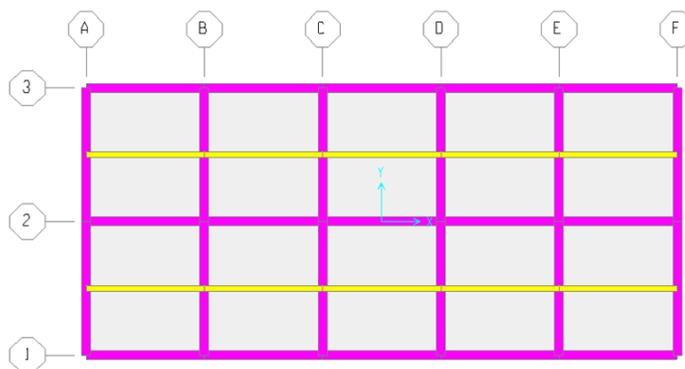
Adapun data perencanaan struktur yang digunakan yaitu :

1. Bangunan difungsikan sebagai rumah toko 3 lantai.
2. Bangunan terletak di Kota Medan.
3. Klasifikasi situs tanah lunak (SE), tanah sedang (SD), dan tanah keras (SC).
4. Struktur utama bangunan adalah struktur beton bertulang.
5. Model bangunan dimodelkan menjadi 3, yaitu
6. Sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPMK).
7. Gedung dikategorikan desain seismik (KDS) D.
8. Pemodelan struktur dengan perletakan jepit-jepit.

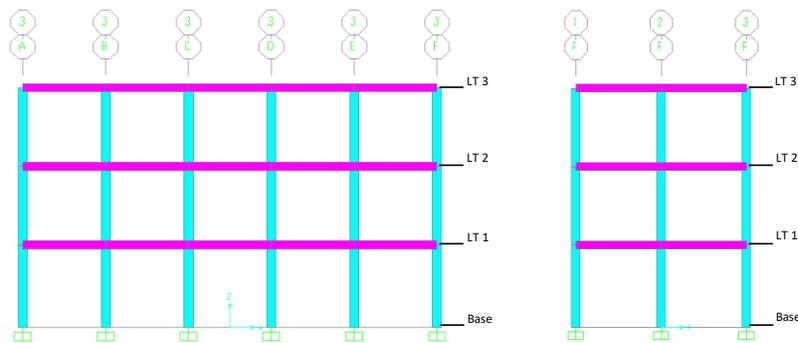
B. Data Umum Bangunan

Bangunan ini memiliki bentuk persegi panjang yang simetris serta merupakan bangunan beraturan (regular building). Adapun data bangunan sebagai berikut :

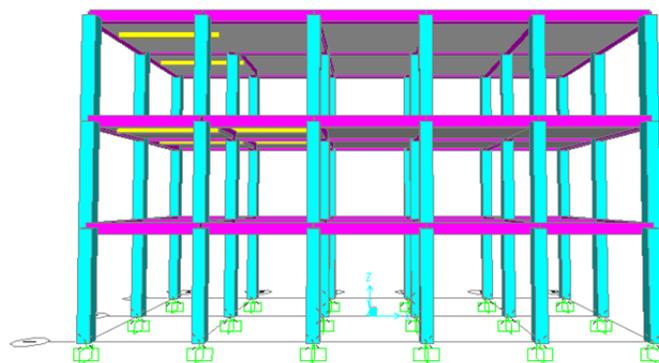
- | | |
|--|---------------------------|
| 1. Tinggi base ke lantai pertama | = 4 m |
| 2. Tinggi antar lantai | = 3,8 m |
| 3. Tinggi Total Bangunan | = 11,6 m |
| 4. Lebar Bangunan | = 4,5 m |
| 5. Panjang Bangunan | = 20 m |
| 6. Mutu beton (F_c') | = 30 Mpa |
| 7. Tegangan leleh (F_y) | = 400 Mpa |
| 8. Pemodelan rangka beton bertulang pemikul Momen khusus dengan nilai R , Ω , dan C_d | = 8, 3 dan $5\frac{1}{2}$ |
| 9. Faktor keutamaan gempa (I_e) | = 1,0 |



Gambar 2. Denah Rangka Struktur Bangunan



Gambar 3. Potongan Rangka Struktur Bangunan Ruko 3 Lantai



Gambar 4. Perspektif 3D Bangunan Ruko 3 Lantai

Perhitungan beban-beban yang bekerja disesuaikan dengan SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Berat Material Konstruksi

Beban Mati	Besarnya Beban
Beton Bertulang	2400 kg/m ³
Baja	7850 kg/m ³

Tabel 2. Berat Tambahan Komponen Gedung

Beban Mati	Besarnya Beban
Plafon dan penggantung	18 kg/m ²
Adukan/cm dari semen	21 kg/m ²
Adukan/cm dari pasir	16 kg/m ²

Penutup lantai dari keramik	24 kg/m ²
M&E	60 kg/m ²
Waterproof	4 kg/m ²
Pasangan bata setengah batu	250 kg/m ²

Tabel 3. Beban Hidup Ruko

Beban Hidup	Besarnya beban
Lantai dasar	479 kg/m ²
Lantai 2 dan di atasnya	359 kg/m ²
Tangga dan bordes	479 kg/m ²
Lantai atap	96 kg/m ²

3. Hasil Analisa Penelitian

Bab 4 ini akan membahas tentang hasil analisis oleh program analisis struktur SAP2000 serta akan diperiksa berdasarkan peraturan yang telah ditentukan oleh SNI 1726-2019, SNI 1727-2020 dan SNI 2847-2013. Pada bab ini akan membandingkan hasil dari perilaku struktur dan dimensi struktur beton bertulang dengan analisa beban dinamik metode respon spektrum.

3.1 Analisis Respons Spektrum Ragam

Sesuai SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.1, Pada analisa model struktur diketiga kondisi tanah dikarenakan strukturnya sama persis dan yang membedakan hanya kondisi tanah, maka nilai perioda dan ragam strukturnya adalah sama. Dimana kombinasi ragam model partisipasi massa ketiga model tersebut telah mencapai 99 persen (Sum UX dan Sum UY) pada mode ke 12, sehingga partisipasi massa telah memenuhi syarat.

Tabel 4. Nilai Perioda Alami Dan Ragam Massa Struktur Pada Tanah Lunak, Tanah Sedang, Dan Tanah Keras.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
OutputCase	StepType	StepNum	Period	SumUX	SumUY	SumUZ	RZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,889553	0	0,82927	1,344E-19	0
MODAL	Mode	2	0,810046	0,84296	0,82927	4,966E-19	0
MODAL	Mode	3	0,797241	0,84296	0,82927	5,556E-19	0,83235
MODAL	Mode	4	0,255543	0,84296	0,96299	1,519E-17	1,805E-19
MODAL	Mode	5	0,240307	0,96699	0,96299	2,274E-17	9,901E-20

MODAL	Mode	6	0,231156	0,96699	0,96299	2,312E-17	0,13136
MODAL	Mode	7	0,130341	0,96699	0,99954	1,035E-15	1,683E-20
MODAL	Mode	8	0,127897	0,99972	0,99954	2,659E-15	2,596E-19
MODAL	Mode	9	0,119076	0,99972	0,99954	2,307E-14	0,03564
MODAL	Mode	10	0,111278	0,99972	0,99961	2,311E-14	3,713E-17
MODAL	Mode	11	0,111265	0,99972	0,99961	2,313E-14	0,00019
MODAL	Mode	12	0,109217	0,99972	0,99961	2,39E-14	1,861E-15

3.2 Gaya Geser Dasar Nominal

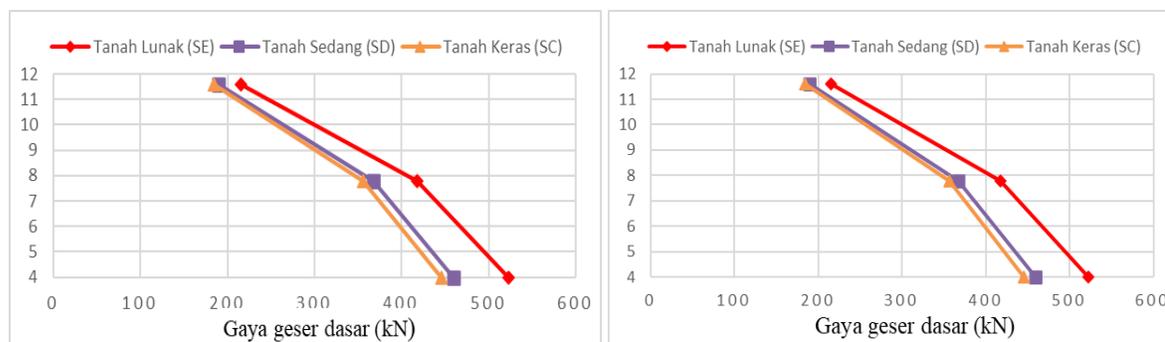
Berdasarkan SNI 1726-2019, Pasal 7.9.1.4.1 mensyaratkan bahwa apabila gaya geser dasar hasil analisa ragam (V_t) kurang dari 100% gaya geser hasil analisa statik ekuivalen (V), maka harus dilakukan penyesuaian skala terhadap V_t , gaya tersebut harus dikalikan dengan faktor skala, yaitu: $\frac{V}{V_t}$.

Tabel 5. Nilai V , V_t , dan Penyesuaian Skala Gempa Pada Tanah Lunak, Tanah Sedang, Dan Tanah Keras

Nilai	Tanah Lunak (SE)		Tanah Sedang (SD)		Tanah Keras (SC)	
	X	Y	X	Y	X	Y
V (kN)	522,152	522,152	459,036	459,036	445,474	445,474
V_t (kN)	445,64	439,426	391,821	368,289	317,711	289,473
Skala Gempa m/s ²	1,4368	1,4571	1,4366	1,5284	1,7194	1,8871

NB : Nilai penyesuaian skala gempa yang diinput pada beban RS x & RS y pada software

Berikut ini adalah grafik hasil gaya geser arah x dan y diketiga kondisi tanah :

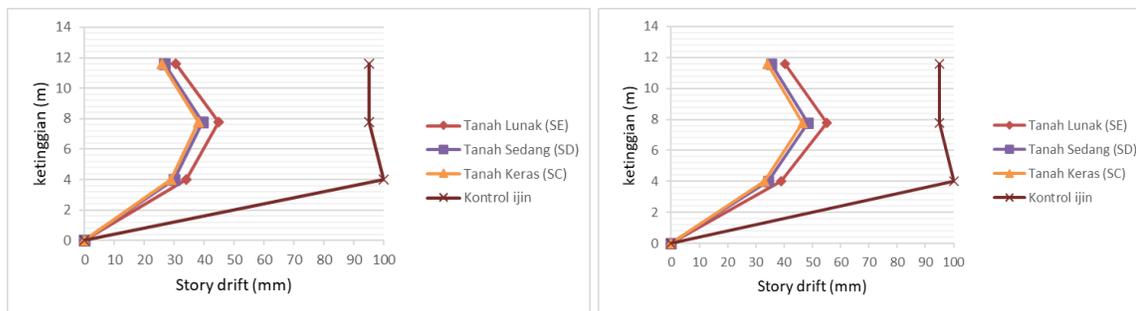


Gambar 5. Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar Arah X (Kiri) Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar Arah Y (Kanan)

3.3 Simpangan Antar Tingkat (*Story Drift*)

Berdasarkan SNI 1726-2019 pasal 7.8.6 simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin (Δ_{ijin}).

Berikut ini adalah perbandingan nilai simpangan antar tingkat diketiga kondisi tanah:

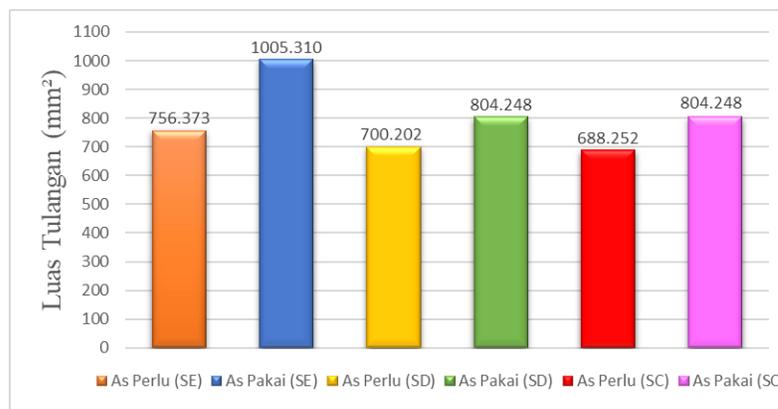


Gambar 6. Perbandingan Nilai Story Drift Arah X (Kiri) Dan Perbandingan Nilai Story Drift Arah Y (Kanan)

Struktur di ketiga kondisi tanah aman terhadap simpangan antar tingkat, karena nilai *story drift* struktur gedung pada seluruh lantai masih di bawah batas simpangan ijin (Δ_{ijin}).

3.4 Desain Struktur Balok

Perencanaan balok SRPMK mengacu pada ketentuan SNI 2847-2013. Berikut perbandingan nilai tulangan As pada setiap kondisi tanah :



Gambar 7. Nilai As Perlu Dan As Pakai Balok Pada Ketiga Model

Tabel 6. Rekapitulasi Perbandingan Tulangan Balok Pada Bangunan Ruko 3 Lantai Di Atas Tanah Lunak, Tanah Sedang Dan Keras

Posisi Tulangan		Situs Tanah		
		SE	SD	SC
Tumpuan	Tul.Lentur Atas	5 D16	4 D16	4 D16
	Tul. Torsi	2 D13	2 D13	2 D13
	Tul. Lentur Bawah	3 D16	2 D16	2 D16
	Tul. Sengkang	2 D10-85	2 D10-85	2 D10-85
Lapangan	Tul.Lentur Atas	2 D16	2 D16	2 D16
	Tul. Torsi	2 D13	2 D13	2 D13
	Tul. Lentur Bawah	2 D16	2 D16	2 D16
	Tul. Sengkang	2 D10-100	2 D10-100	2 D10-100

Balok yang ditinjau pada ketiga model menggunakan dimensi yang sama, yaitu kolom 300 x 400. Jumlah tulangan longitudinal yang dipakai untuk tanah lunak selisih 2 buah D16 pada tanah sedang, sedangkan jumlah tulangan longitudinal yang dipakai pada tanah sedang sama dengan tanah keras.

3.5 Desain Struktur Kolom

Persyaratan dan aturan desain elemen kolom mengikuti SNI 2847:2013 Pasal 21.6. Hasil desain berdasarkan perhitungan kolom SRPMK sesuai dengan SNI yang berlaku, dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 7. Rekapitulasi Perbandingan Tulangan Kolom Bangunan Ruko 3 Lantai Di Atas Tanah Lunak, Tanah Sedang Dan Keras

Posisi Tulangan		Situs Tanah		
		Tanah Lunak (SE)	Tanah Sedang (SD)	Tanah Keras (SC)
Tumpuan	Longitudinal	16 D25	12 D25	12 D25
	Transversal	4/4 D13-100	4/4 D13-100	4/4 D13-100
Lapangan	Longitudinal	16 D25	12 D25	12 D25
	Transversal	2/2 D13-150	2/2 D13-150	2/2 D13-150

Dimensi untuk ketiga model dengan ukuran kolom yang sama yaitu 450 x 450 mm, didapatkan hasil untuk jumlah tulangan longitudinal yang dipakai selisih 4 buah D25 pada tanah sedang, sedangkan tulangan longitudinal yang dipakai tanah sedang jumlahnya sama dengan tanah keras.

3.6 Pemeriksaan *Strong Column Weak Beam*

Untuk pemeriksaan *strong column weak beam* harus memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 2847-2013 pasal 21.6.2.2 yaitu :

$$\sum M_{nc} > \frac{6}{5} \sum M_{nb}$$

Dengan bantuan diagram interaksi kolom menggunakan aplikasi SP *Column*. Didapatkan nilai $\sum M_{nc}$ untuk SE yaitu 273,368 kNm. Dari hasil perhitungan untuk $\sum M_{nb}$ SE yaitu 205,668 kNm. Sehingga :

$$\begin{aligned} \sum M_{nc} > \frac{6}{5} \sum M_{nb} &\rightarrow 273,368 \text{ kNm} > \left(\frac{6}{5} \times 205,668 \text{ kNm}\right) = 246,802 \text{ kNm} \\ &\rightarrow 273,368 \text{ kNm} > 246,802 \text{ kNm} \text{ Ok!} \end{aligned}$$

Persyaratan “*Strong Column Weak Beam*” untuk tanah lunak terpenuhi.

Tabel 8. Pengecekan Nilai *Strong Column Weak Beam*

Situs Tanah	Mnc kNm	Mnb+ kNm	Mnb- kNm	ΣMnc kNm	ΣMnb kNm	Cek SCWB ΣMnc > 6/5 ΣMnb
Tanah Lunak (SE)	136.684	78.711	126.957	273.368	205.669	OK
Tanah Sedang (SD)	112.243	53.320	103.257	224.485	156.577	OK
Tanah Keras (SC)	112.157	53.320	103.257	224.314	156.577	OK

3.6 Performa Struktur Bangunan terhadap Desain Gempa

Dilakukan analisa pushover untuk mendapatkan kurva kapasitas dalam bentuk gaya geser dasar (V) terhadap perpindahan lantai atap (Δ_{atap}). Analisa pushover dilakukan menggunakan software SAP2000. Dan didapatkan data kurva dari analisa pushover untuk perhitungan pada tanah lunak.

Tabel 9. Output Nilai Kurva Untuk Tanah Lunak SAP2000

Jenis Tanah	V kN	D mm	Teff	Beff
Tanah Lunak	1593.17	157.307	1.23	0.192

Analisa ATC-40

$$Drift (SE) = \frac{D}{H} = \frac{157,307}{11600} = 0,0135$$

Tabel 10. Batas Deformasi Untuk Berbagai Tingkat Kinerja ATC-40

Interstory drift limit	Performance level			
	<i>Immediate Occupancy</i>	<i>Damage Control</i>	<i>Life Safety</i>	<i>Structural Stability</i>
Maximum total drift	0.01	0.01-0.02	0.02	$0.33 \frac{V_i}{P_i}$

Kerusakan yang dialami untuk tanah lunak terjadi pada fase *Damage Control*.

Analisa ATC-40

$$Drift (SD) = \frac{D}{H} = \frac{124,927}{11600} = 0,0107$$

$$Drift (SC) = \frac{D}{H} = \frac{110,2}{11600} = 0,0095$$

Sedangkan untuk tanah sedang dan keras terjadi pada fase *Immediate Occupancy* (IO).

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis data dan pembahasan bangunan rumah toko 3 lantai menggunakan sistem SRPMK pada tanah lunak, tanah sedang dan tanah keras di kota Medan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perilaku struktur bangunan pada tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak yaitu :
 - a. Perioda alami diketiga kondisi tanah yang didapat berdasarkan hasil analisis menggunakan SAP2000 yaitu 0,889 detik.
 - b. Nilai gaya geser yang dihasilkan akibat gempa pada struktur yaitu:
 - Gaya geser struktur diatas tanah lunak (SE) adalah 215,55 kN.
 - Gaya geser struktur diatas tanah sedang (SD) adalah 189,50 kN.
 - Gaya geser struktur diatas tanah keras (SC) adalah 183,90 kN.
 - c. Simpangan antar tingkat (*story drift*) yang terjadi pada struktur yaitu:
 - *Story drift* maksimum diatas tanah lunak (SE) yaitu 0,055 m.
 - *Story drift* maksimum diatas tanah sedang (SD) yaitu 0,048 m.
 - *Story drift* maksimum diatas tanah keras (SC) yaitu 0,046 m.
 - d. Hasil analisa menggunakan SNI 2847-2013, untuk persyaratan *Strong Column Weak Beam* (SCWB) diketiga kondisi tanah telah memenuhi persyaratan.
2. Perbandingan desain struktur balok ukuran 300 x 400 mm. Untuk tanah lunak jumlah tulangan longitudinal 8D16, sedangkan untuk tanah sedang dan keras jumlah tulangan longitudinal 6D16.
3. Perbandingan desain struktur kolom ukuran 450 x 450 mm. Untuk tanah lunak jumlah tulangan longitudinal 16D25, sedangkan untuk tanah sedang dan keras jumlah tulangan longitudinal 12D25.
4. Sesuai analisa ATC-40, performa bangunan yang terjadi diatas tanah lunak (SE) memiliki nilai *drift* 0,0135 yang termasuk dalam fase *Damage Control*. Sedangkan untuk tanah sedang (SD) dan tanah keras (SC) memiliki nilai drift 0,0107 dan 0,0095 yang termasuk dalam kategori IO (*Immediate Occupancy*).

Daftar Pustaka

- [1] ATC-40. 1996. "Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings". Vol. 1. California. Seismic Safety Commission State of California.
- [2] Standar Nasional Indonesia. 2013. "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013)". Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- [3] Standar Nasional Indonesia. 2019. "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung (SNI 1726-2019)". Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- [4] Standar Nasional Indonesia. 2020. "Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2020)". Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- [5] Syarif, R., dkk. 2021. "Pengaruh Klasifikasi Kelas Situs Menurut SNI 1726-2019 Terhadap Keruntuhan Progresif Pada Struktur Gedung Tidak Beraturan". Jurnal Sainstek STT Pekanbaru. Vol. 9, No. 2.
- [6] Wicaksana, A. dan Anis, R. 2021. "Pembandingan Perancangan Bangunan Tahan Gempa Menggunakan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019". Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil. Vol. 18, No. 1.