

ANALISIS STRUKTUR GEDUNG KAMPUS 8 LANTAI DI YOGYAKARTA MENGGUNAKAN SNI 1726:2019 DAN 1727:2020

Iqbal Ramadhani Albertini^{1✉}, Dewi Sulistyorini², Dimas Langga Chandra Galuh³

^{1,2} Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, Teknil Sipil, Jl. Miliran No. 16, Yogyakarta

✉E-mail : ramaiqbal12345@gmail.com

Abstract

Structural analysis is the science of determining the effects of loads on physical structures and their components. The object used in this study is the Campus Building in Yogyakarta. It has a structure height of 33.9 meters and an area of ± 9864.53 m². This study aims to analyze earthquake load based on SNI 1726:2019. The results of this structural analysis using SAP2000 software. This campus building was formed based on the Special Moment Resistant Reinforced Concrete Frame System (SRPMK). With the quality of concrete, $f_y = 30$ Mpa, the quality of plain reinforcing steel, $f_y = 235$ Mpa, and the quality of screw reinforcement, $f_y = 392$ Mpa. The loading used refers to SNI:1727;2020 for earthquake resistance standards referring to SNI 1726:2019. Based on the results of the dynamic response analysis, it was obtained that the variance requirements were in accordance with mode 1 showing the translational motion in the Y direction, which was 52.4%, mode 2 showing the translational movement in the X direction, which was 52.80%, and mode 3 showing the movement in rotation, which was 54.88. %. The basic seismic shear force of this structure is taken from the largest value of 100% V, the result is that the seismic base earthquake load $V = 5878.255$ kN. The earthquake direction applied was in the orthogonal direction with a redundancy factor value of 1.3. The deviation between floors does not exceed the allowable limit. The P-Delta effect of the structure concludes that the structure remains stable.

Keywords: Structural analysis, Campus Building, SAP2000 Software.

Abstrak

Analisis struktur merupakan ilmu untuk menentukan efek dari beban pada struktur fisik dan komponennya. Objek yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Gedung Kampus yang ada di Yogyakarta. Memiliki tinggi struktur 33,9 meter dan luas $\pm 9864,53$ m². Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis beban gempa berdasarkan SNI 1726:2019. Hasil dari analisis struktur ini menggunakan software SAP2000. Gedung Kampus ini dibentuk berdasarkan Sistem Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Dengan mutu beton, $f_y = 30$ Mpa, mutu baja tulangan polos, $f_y = 235$ Mpa, dan mutu baja tulangan ulir, $f_y = 392$ Mpa. Pembebanan yang digunakan mengacu pada SNI:1727;2020 untuk standar ketahanan gempa mengacu pada SNI 1726:2019. Berdasarkan hasil analisis respon dinamik diperoleh persyaratan ferak ragam yang sudah sesuai dengan mode 1 menunjukkan gerak translasi arah Y yaitu 52,4%, mode 2 menunjukkan gerakan translasi arah X yaitu 52,80%, dan mode 3 menunjukkan gerakan dalam rotasi yaitu 54,88%. Gaya geser dasar seismic struktur ini diambil dari nilai terbesar 100% V diperoleh hasil beban gempa dasar seismic $V = 5878,255$ kN. Arah gempa yang diterapkan berupa arah orthogonal dengan nilai factor redunansi sebesar 1,3. Simpangan antara lantai tidak ada yang melebihi batas izin. Efek P-Delta dari struktur menyimpulkan bahwa struktur tetap stabil.

Kata kunci : Analisis struktur, Gedung Kampus, Software SAP200

Pendahuluan

Latar Belakang

Indonesia semakin kesini dalam dunia konstruksi khususnya untuk pembangunan gedung-gedung bertingkat

perlu diperhatikan, semakin tinggi suatu gedung maka semakin rentan bangunan tersebut terhadap gaya gempa dan angin.

Menurut Nur (2010), gempa bumi adalah getaran alami yang berasal dari

dalam bumi, kemudian merambat ke permukaan bumi akibat rekahan bumi pecah dan bergeser dengan keras. Penyebab gempa bumi dapat berupa dinamika bumi (tektonik), aktifitas gunung api, akibat meteor jatuh, longsor (dibawah muka air laut), ataupun ledakan bom nuklir dibawah permukaan.

Wilaya Jogjakarta dan sekitarnya merupakan wilayah rawan gempa. Tanggal 27 Mei 2006 terjadi gempa bumi diwilayah Jogjakarta dan sekitarnya. Oleh karena itu, bangunan gedung bertingkat diwilayah Jogjakarta dan sekitarnya harus di bangun dengan konstruksi tahan gempa sesuai dengan SNI terbaru. Salah satunya untuk meningkatkan ketahanan suatu struktur bangunan tingi adalah dengan cara pemasangan dinding geser (*shear wall*) [1].

Dalam rekayasa struktural, dinding geser (*shear wall*) adalah elemen vertikal dari sistem penahan gaya seismik yang di rancang untuk menahan gaya lateral dalam bidang. Dinding geser (*shear wall*) menahan beban sejajar dengan bidang dinding. Kolektor, juga dikenal sebagai anggota seret, memindahkan geser diafragma ke dinding geser dan elemen vertikal lainnya dari sistem penahan gaya seismik. Dinding geser (*shear wall*) biasanya adalah dinding kayu yang di bingkai ringan atau diperkuat dengan panel geser, dinding beton bertulang, dinding pasangan bata bertulang, atau pelat baja.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah menganalisis struktur gedung menggunakan ketentuan SNI 1726:2019 dan 1727:2020.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis beban gempa pada gedung kampus 8 lantai di Yogyakarta menggunakan SNI 1726:2019.

Batasan Masalah

Dengan pengerjaan tugas akhir ini penulis membatasi permasalahan yang ada dengan batasan masalah berikut ini :

1. Model struktur yang digunakan adalah struktur gedung 8 lantai
2. Beban gempa rencana yang digunakan adalah beban gempa peraturan SNI 03-1726-2019

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah dapat mengetahui cara menganalisis struktur bangunan gedung terhadap gaya gempa berdasarkan SNI 1726:2019 dan 1727:2020.

Tinjauan Pustaka

Peraturan dan Standar Perencanaan

Peraturan dan standar peryaratan struktur bangunan pada hakekatnya ditunjukkan untukkesejahteran umat manuia, untuk mencegah korban jiwa oleh karena itu, pada tugas akhir ini penulis menerapkan syarat perancangan struktur gedung bertingkat tinggi. Dengan mengau pada peraturan atau pedoman standar yang diterbitkan oleh Badan Standarisasi Nasional yaitu :

1. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Sruktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. (SNI 1726:2019)
2. Beban Minimum untuk Peranangan Bangunan Gedung dan Struktur lain (SNI 1727:2020).

Struktur Gedung Bertingkat

Gedung bertingkat adalah bangunan dengan lantai lebih dari satu lantai secara vertical. Gedung bertingkat dibangun karena keterbatasan lahan pada daerah perkotaan yang mahal. Gedung bertingkat dikelompokkan menjadi :

1. Gedung bertingkat rendah (*low rise building*) yaitu gedung dengan ketinggian < 15 m atau dengan jumlah lantai 2 – 4 lantai.
2. Gedung bertingkat menengah (*middle rise building*) yaitu gedung dengan ketinggian $15 < 40$ m atau dengan jumlah lantai 5 – 10 lantai.
3. Gedung bertingkat tinggi (*high rise building*) yaitu gedung dengan ketinggian $40 < 150$ m atau dengan jumlah lantai 10 – 40 lantai.
4. Gedung pencakar langit (*sky scrapper*) dengan ketinggian lebih dari 40 lantai.[5]

Dinding geser (*shear wall*) adalah jenis struktur dinding yang berbentuk slab beton bertulang yang di rancang berfungsi meningkatkan kekuatan suatu struktur bangunan dan menahan gaya geser, gaya lateral akibat gempa maupun angin. Dengan adanya Shear Wall / dinding geser yang kaku pada bangunan, sebagian besar beban gempa akan terserap oleh dinding geser tersebut.

Fungsi dinding geser (*shear wall*) sebagai berikut :

1. Kekuatan
 - a. Dinding geser harus memberikan kekuatan lateral yang diperlukan untuk melawan kekuatan gempa horizontal.
 - b. Ketika dinding geser cukup kuat, mereka akan mentransfer gaya horizontal ini ke elemen berikutnya dalam jalur beban di bawah mereka, seperti dinding

geser lainnya, lantai, pondasi dinding.

2. Kekakuan
 - a. Dinding geser juga memberikan kekakuan lateral untuk mencegah atap atau lantai di atas dari sisi - goyangan yang berlebihan.
 - b. Bangunan yang cukup kaku jarang terjadi kerusakan struktural.

Berdasarkan letak dan fungsinya, shear wall / dinding geser dapat diklasifikasikan dalam 3 jenis yaitu :

1. Bearing walls adalah dinding geser yang mendukung sebagian besar beban gravitasi. Tembok-tembok ini juga menggunakan dinding partisi antara partemen yang berdekatan.
2. Frame walls adalah dinding geser yang menahan beban lateral, dimana beban gravitasi berasal dari frame beton bertulang. Tembok-tembok ini dibangun diantara baris kolom bagian dalam.
3. Core walls adalah dinding geser yang terletak di dalam wilayah inti pusat dalam gedung, yang biasanya isi tangga atau poros lift.[6]

Bagian-bagian Struktur

Berikut beberapa bagian struktur gedung antara lain :

1. Struktur bawah
Struktur bawah (*Sub structure*) adalah suatu bagian bangunan yang posisinya dibawah permukaan yaitu pondasi. Pondasi adalah suatu struktur yang berfungsi meneruskan beban bangunan atas ke tanah. Perlu diperhatikan bahwa dalam merencanakan pondasi harus

memperhitungkan keadaan yang berhubungan dengan sifat-sifat mekanika tanah. Dasar pondasi harus diletakkan di atas tanah kuat pada keadaan cukup tertentu.

2. Struktur Atas

Struktur atas (Upper structure) adalah bagian bangunan yang berada di atas permukaan tanah. Berikut komponen-komponen struktur atas gedung antara lain: kolom, balok, plat lantai, atap, portal, dan tangga.

- a. Kolom menurut SNI T-15-1991-03 adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil.

Jenis kolom menurut Wang (1986) dan Ferguson (1986) ada 3, antara lain:

- 1) Kolom ikat (*tie column*)
- 2) Kolom spiral (*spiral column*)
- 3) Kolom komposit (*composite column*)

Fungsi kolom menurut SNI T-15-1991-03 adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Beban sebuah bangunan yang dimulai dari atas akan diterima kolom. Seluruh beban yang diterima kolom kemudian didistribusikan ke permukaan tanah dibawahnya.

- b. Balok

Balok adalah bagian struktur yang berfungsi sebagai pendukung beban vertikal dan horizontal. Beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup yang diterima pelat lantai, berat sendiri balok dan berat dinding penyekat yang di atasnya. Sedangkan beban horizontal berupa beban angin dan gempa.

- c. Plat lantai

Pelat merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin tulangnya dua arah atau satu arah saja, tergantung sistem strukturnya. Kontinuitas penulangan pelat diteruskan ke dalam balok-balok dan diteruskan ke dalam kolom. Dengan demikian sistem pelat secara keseluruhan menjadi satu-kesatuan membentuk rangka struktur bangunan kaku statis tak tentu yang sangat kompleks. Perilaku masing-masing komponen struktur dipengaruhi oleh hubungan kaku dengan komponen lainnya.

- d. Atap

Atap adalah elemen struktur yang berfungsi melindungi bangunan beserta apa yang ada di dalamnya dari pengaruh panas dan hujan. Bentuk atap tergantung dari beberapa faktor, misalnya : iklim, arsitektur, modelitas bangunan, dan sebagainya

dan menyeraskannya dengan rangka bangunan atau bentuk daerah agar dapat menambah indah dan anggun serta menambah nilai dari harga bangunan itu. [7]

- d) Tahap Keempat, Pemodelan Struktur
- e) Tahap Ketujuh, Input beban gempa statik ekuivalen
- f) Tahap Kedelapan, Running
- g) Tahap Kesembilan, Pengambilan Data, Kesimpulan, dan Saran

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode analisis statik ekuivalen dengan menggunakan SAP2000

Objek Penelitian

Objek yang digunakan dalam penelitian yaitu salah satu Gedung Kampus 8 lantai yang ada di Yogyakarta.

Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah SAP2000 sebagai pemodelan struktur bangunan serta menganalisis beban gempa.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dalam pelaksanaan ini sebagai berikut :

- a) Tahap Pertama, Persiapan
- b) Tahap Kedua, Studi Literatur
- c) Tahap Ketiga, Pengumpulan Data

Hasil dan Pembahasan

Pemeriksaan Jumlah Ragam

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.1 pada Jumlah Ragam menyatakan bahan analisis harus dilakukan untuk menentukan ragam getar alami untuk struktur. Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100% dari masa struktur. Untuk mencapai ketentuan ini, untuk ragam satu badan kaku (single rigid body) dengan periode 0,05 detik, diizinkan untuk mengambil semua ragam dengan periode dibawah 0,05 detik.

Sebagai alternative, analisis diizinkan untuk memasukan jumlah ragam yang minimum untuk mencapai massa ragam terkombinasi paling sedikit 90% dari masa aktual dalam masing-masing arah horizontal orthogonal dari respon yang ditinjau oleh model.

Tabel 1. Modal Participating Mass Ratios

| OutputCase | StepNum | Period | UX | UY | UZ |
|------------|---------|----------|-----------|----------|-------------|
| MODAL | 1 | 0.9412 | 0.01816 | 0.57 | 2.286E-08 |
| MODAL | 2 | 0.8810 | 0.67 | 0.01963 | 2.694E-07 |
| MODAL | 3 | 0.7150 | 0.0007852 | 0.11 | 0.5488 |
| MODAL | 4 | 0.3673 | 0.05516 | 0.06771 | 0.000001001 |
| MODAL | 5 | 0.3628 | 0.08306 | 0.04441 | 0.000001693 |
| MODAL | 6 | 0.328833 | 5.129E-06 | 0.003912 | 7.874E-08 |
| MODAL | 7 | 0.253005 | 6.11E-06 | 0.05327 | 0.000005617 |

| | | | | | |
|-------|----|----------|-----------|-----------|-------------|
| MODAL | 8 | 0.225593 | 0.09732 | 0.002724 | 0.00000255 |
| MODAL | 9 | 0.218013 | 0.003783 | 0.04782 | 7.334E-08 |
| MODAL | 10 | 0.137162 | 0.001936 | 0.02314 | 0.00003286 |
| MODAL | 11 | 0.13621 | 0.02952 | 0.00229 | 0.00000127 |
| MODAL | 12 | 0.130837 | 6.522E-05 | 0.007781 | 0.0001743 |
| MODAL | 13 | 0.126752 | 0.0004698 | 4.205E-05 | 0.00005546 |
| MODAL | 14 | 0.119675 | 0.0002073 | 7.558E-05 | 0.0004759 |
| MODAL | 15 | 0.108964 | 2.133E-05 | 0.001511 | 0.0009985 |
| MODAL | 16 | 0.10429 | 0.01132 | 0.0008054 | 0.000002303 |
| MODAL | 17 | 0.100667 | 0.001029 | 0.01014 | 0.0001917 |
| MODAL | 18 | 0.083516 | 0.003444 | 0.01774 | 0.00002707 |
| MODAL | 19 | 0.082118 | 0.01561 | 0.004257 | 0.00002523 |
| MODAL | 20 | 0.076789 | 0.003921 | 0.0007724 | 2.413E-07 |
| MODAL | 21 | 0.067855 | 0.0002744 | 0.00495 | 0.00002145 |
| MODAL | 22 | 0.063811 | 0.003712 | 7.573E-05 | 2.681E-07 |
| MODAL | 23 | 0.056804 | 7.412E-08 | 0.001078 | 2.797E-07 |
| MODAL | 24 | 0.025375 | 3.943E-05 | 3.152E-08 | 0.0001963 |

Dari hasil Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada mode 1 nilai faktor translasi UY memberikan angka yang paling besar/dominan yaitu 57% hal ini menunjukkan baha gerak translasi arah Y terjadi pada mode ini sesuai dengan animasi layar computer. Pada mode 2 nilai faktor translasi UX memberikan angka

yang paling besar yaitu 67% hal ini menunjukkan baha gerak translasi arah X terjadi pada mode ini sesuai dengan animasi layar computer. Pada mode 3 nilai RZ dominan yaitu 54,88% hal ini menunjukkan baha pada mode ini gerak struktur sudah dominan dalam rotasi. Persyaratan gerak ragam sudah sesuai.

Tabel 2. Modal Load Participation Ratio

| OutputCase | ItemType | Item | Statik % | Dinamik % |
|------------|--------------|------|----------|-----------|
| MODAL | Acceleration | UX | 100 | 99.9986 |
| MODAL | Acceleration | UY | 100 | 100 |
| MODAL | Acceleration | UZ | 0.3281 | 0.2215 |

Dari hasil Tabel 2 dapat dilihat bahwa untuk analisis statik partisipasi massa sudah mencapai 100% dikedua arah orthogonal dan untuk analisis dinamik

partisipasi massa telah mencapai lebih dari 90%, hal ini sudah dengan persyaratan. Jika tidak tercapai tambahkan jumlah mode yang berkontribusi.

Tabel 3. Waktu Getar Struktur

| Mode | Periode | |
|------|----------|------------|
| | (T) | ΔT |
| 1 | 0.941247 | 6.3993829 |
| 2 | 0.881013 | 18.842514 |
| 3 | 0.715008 | 48.616519 |
| 4 | 0.367396 | 1.224292 |
| 5 | 0.362898 | 9.3869352 |
| 6 | 0.328833 | 23.059729 |
| 7 | 0.253005 | 10.834568 |
| 8 | 0.225593 | 3.3600333 |
| 9 | 0.218013 | 37.085403 |
| 10 | 0.137162 | 0.6940698 |
| 11 | 0.13621 | 3.9446443 |
| 12 | 0.130837 | 3.1222055 |
| 13 | 0.126752 | 5.5833439 |
| 14 | 0.119675 | 8.9500731 |
| 15 | 0.108964 | 4.2894901 |
| 16 | 0.10429 | 3.4739668 |
| 17 | 0.100667 | 17.037361 |
| 18 | 0.083516 | 1.6739307 |
| 19 | 0.082118 | 6.489442 |
| 20 | 0.076789 | 11.634479 |
| 21 | 0.067855 | 5.9597672 |
| 22 | 0.063811 | 10.980865 |
| 23 | 0.056804 | 55.32885 |
| 24 | 0.025375 | 100 |

Dari Tabel 3 untuk waktu getar struktur pada mode 3, 6 dan 9 sudah melebihi 15%, dan kombinasi respon spectrum yang digunakan adalah *SRSS*.

Penskalaan Gaya

Berdasarkan SNI 1726 7.9.1.4.1 kombinasi respon untuk gaya geser dasar

hasil analisis ragam (V_t) kurang dari 100% dari gaya geser (V) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan V/V_t , dimana V adalah gaya geser dasar statik ekuivalen yang dihitung sesuai pasal ini dan 7.8 dan V_t adalah gaya geser dasar yang dihitung yang didapatkan dari hasil analisis kombinasi ragam.

Tabel 4. Base Reaction

| Output case | Case type | Step type | Global FX | Global FY | Global FZ | Global MX | Global MY | Global MZ |
|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Ex RS | LinRespSpec | Max | 10135.2 | 1230.244 | 11.555 | 23840.87 | 191547 | 252139.054 |
| Ey RS | LinRespSpec | Max | 1230.23 | 9049.479 | 16.576 | 172836.8 | 23579.9 | 474633.478 |
| Ex static 2 | LinStatic | | -670.3 | 3.953E-11 | 2.23E-14 | -5.8E-10 | -9774.94 | 17058.4223 |
| Ey static 2 | LinStatic | | 4.4E-11 | -670.302 | 2.051E-13 | 9774.944 | 6.4E-10 | -31294.256 |

Tabel 5. Faktor skala

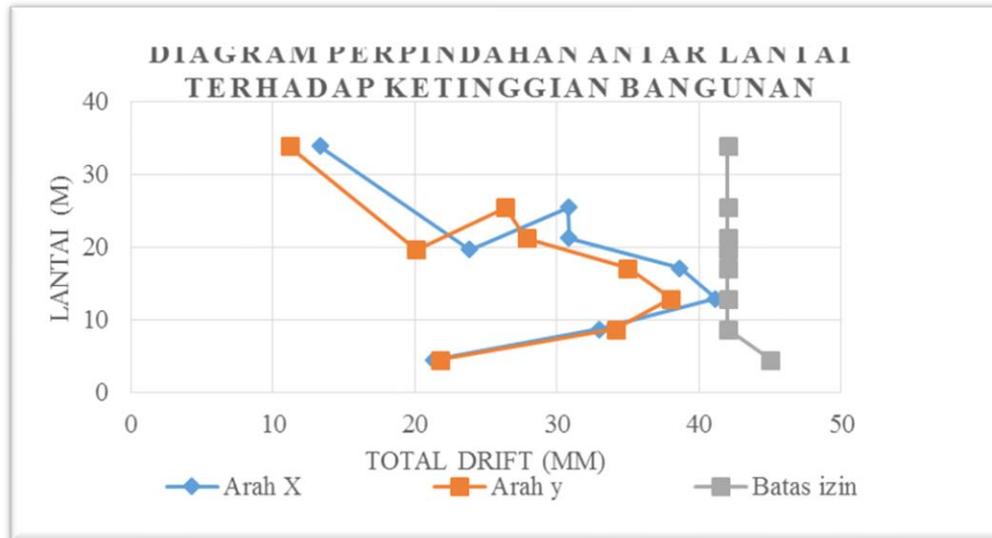
| | X | Y | |
|---------------------|--------------|-------------|----|
| W (kN) | 68351.812 | 68351.812 | kN |
| Cs | 0.1376 | 0.1376 | |
| V | 9406.9181 | 9406.9181 | kN |
| Vi | 1033506.1500 | 942790.0200 | kN |
| Vi/V | 109.8666 | 100.2230 | |
| Cek | OK | OK | |
| Faktor Skala | 1.2258 | 1.2258 | |

Dari Tabel 5.13 hasil perhitungan diatas sudah mencapai 100% gaya geser statik, maka tidak perlu diberikan skala koreksi gaya pada model struktur gedung.

Simpangan Antar Lantai (Δa)

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.12.1.1 untuk system pemikul gaya seismic yang terdiri dari hanya rangka momen pada struktur yang didesain untuk

kategori desain seismic D, E, atau F, simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi $\Delta a/\rho$ untuk semua tingkat. ρ harus ditentukan sesuai dengan pasal 7.3.4.2. Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.12.1 sipangan antar lantai desain (Δ) seperti ditentukan dalam 7.8.6, atau 7.9, tidak boleh melebihi simpangan antar lantai izin (Δa) seperti didapatkan dari Tabel 20 untuk semua tingkat.



Gambar 1. Diagram Story Drift Gempa Arah X dan Y

Tabel 6. Pengecekan Simpangan Antar Lantai Ijin Spec-X

| lantai | Tinggi (hsx) | Simpangan Arah-x | Cd | perpindahan elastis maksimum | Story Drift arah-X | Batas izin | Cek Arah x |
|--------|--------------|------------------|-----|------------------------------|--------------------|------------|------------|
| | mm | mm | | mm | mm | mm | |
| 33.9 | 4200 | 42.329842 | 5.5 | 232.814131 | 13.3109845 | 42.0000 | OK |
| 19.7 | 4200 | 39.909663 | 5.5 | 219.5031465 | 23.8419995 | 42.0000 | OK |
| 25.5 | 4200 | 35.574754 | 5.5 | 195.661147 | 30.8084205 | 42.0000 | OK |
| 21.3 | 4200 | 29.973223 | 5.5 | 164.8527265 | 30.8442145 | 42.0000 | OK |
| 17.1 | 4200 | 24.365184 | 5.5 | 134.008512 | 38.6375935 | 42.0000 | OK |
| 12.9 | 4200 | 17.340167 | 5.5 | 95.3709185 | 41.138515 | 42.0000 | OK |
| 8.7 | 4200 | 9.860437 | 5.5 | 54.2324035 | 32.923088 | 42.0000 | OK |
| 4.5 | 4500 | 3.874421 | 5.5 | 21.3093155 | 21.3093155 | 45.0000 | OK |

Tabel 7. Pengecekan Simpangan Antar Lantai Ijin Spec-Y

| lantai | Tinggi (hsx) | Simpangan Arah-y | Cd | perpindahan elastis maksimum | Story Drift arah-y | Batas izin | Cek Arah y |
|--------|--------------|------------------|-----|------------------------------|--------------------|------------|------------|
| | mm | mm | | mm | mm | mm | |
| 33.9 | 4200 | 38.946975 | 5.5 | 214.2083625 | 11.137742 | 42.0000 | OK |
| 19.7 | 4200 | 36.921931 | 5.5 | 203.0706205 | 20.056795 | 42.0000 | OK |
| 25.5 | 4200 | 33.275241 | 5.5 | 183.0138255 | 26.3504505 | 42.0000 | OK |

| | | | | | | | |
|------|------|-----------|-----|------------|------------|---------|----|
| 21.3 | 4200 | 28.48425 | 5.5 | 156.663375 | 27.817482 | 42.0000 | OK |
| 17.1 | 4200 | 23.426526 | 5.5 | 128.845893 | 34.9808855 | 42.0000 | OK |
| 12.9 | 4200 | 17.066365 | 5.5 | 93.8650075 | 38.023733 | 42.0000 | OK |
| 8.7 | 4200 | 10.152959 | 5.5 | 55.8412745 | 34.090562 | 42.0000 | OK |
| 4.5 | 4500 | 3.954675 | 5.5 | 21.7507125 | 21.7507125 | 45.0000 | OK |

Sistem struktur bangunan Gedung Kampus 8 lantai Daerah Yogyakarta merupakan system Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan kategori resiko VI. Untuk bangunan kategori resiko VI, simpangan izin sebesar 0,01 h_{sx} dengan factor redundansi 1,3.

Dari Tabel 6 dan 7 serta Gambar 1 di atas diketahui bahwa tidak ada simpangan antar lantai yang melebihi batas izin arah X maupun arah Y.

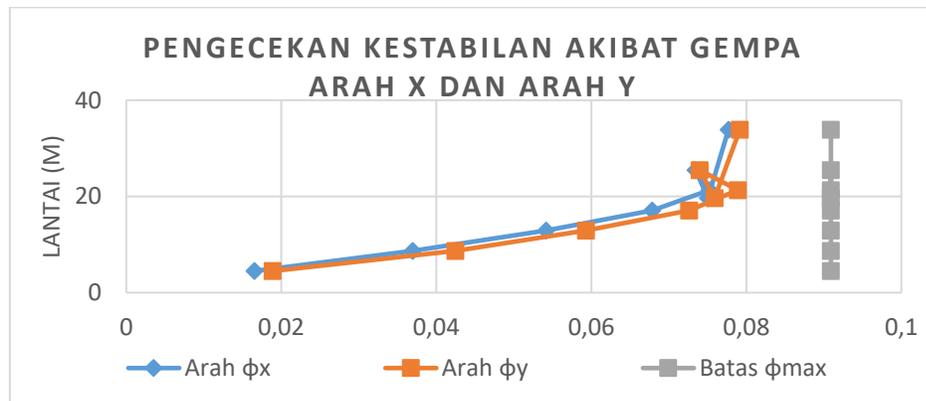
Pengecekan P-Delta

Berdasarkan SNI 1726:2020 pasal 7.8.7 menyatakan bahwa pengaruh P-delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar lantai yang

diakibatkannya tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas (θ) seperti ditentukan oleh persamaan berikut sama dengan atau kurang dari 0,10, $\theta = \frac{p_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d}$ dan nilai stabilitas (θ) tidak boleh melebihi $\theta_{max} = \frac{0,5}{\beta \times C_d} \leq 0,25$

Pada analisis control selanjutnya yaitu pengecekan kestabilan bangunan/efek P-Delta, dibutuhkan nilai beban kumulatif gravity pada tiap lantai dengan factor beban individu tidak melebihi 1,0. Oleh karena itu diambil kombinasi untuk pengecekan P-Delta adalah : CombP-Delta = 1,0DL + 1,0LL.

Dari Gambar 2 dan pada Tabel 9 dan Tabel 2 diketahui bahwa struktur mengalami kestabilan.



Gambar 2. Diagram P-Delta Gempa Arah X dan Y

Tabel 8. Pemeriksaan Koefisien Stabilitas (θ) Arah X

Pemeriksaan Koefisien Stabilitas (θ) arah X

| Story | hsx | Px komulatif (kN) | simpangan antar tingkat | Gaya geser seismik arah x | Cd | Arah ϕ_x | Batas ϕ_{max} | Cek |
|-------|------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----|---------------|--------------------|--------|
| 33.9 | 4200 | 4462.762 | 232.814131 | 868.354 | 5.5 | 0.077695441 | 0.090909091 | STABIL |
| 19.7 | 4200 | 11193.892 | 219.5031465 | 2126.567 | 5.5 | 0.075027776 | 0.090909091 | STABIL |
| 25.5 | 4200 | 17925.022 | 195.661147 | 3101.444 | 5.5 | 0.073431031 | 0.090909091 | STABIL |
| 21.3 | 4200 | 36600.492 | 164.8527265 | 5205.21 | 5.5 | 0.075270375 | 0.090909091 | STABIL |
| 17.1 | 4200 | 54641.703 | 134.008512 | 7008.645 | 5.5 | 0.067842498 | 0.090909091 | STABIL |
| 12.9 | 4200 | 72682.914 | 95.3709185 | 8310.969 | 5.5 | 0.054159658 | 0.060606061 | STABIL |
| 8.7 | 4200 | 99559.933 | 54.2324035 | 9484.294 | 5.5 | 0.036967299 | 0.060606061 | STABIL |
| 4.5 | 4500 | 129666.154 | 21.3093155 | 10135.233 | 5.5 | 0.016522602 | 0.060606061 | STABIL |

Tabel 9. Pemeriksaan Koefisien Stabilitas (θ) Arah Y

| Pemeriksaan Koefisien Stabilitas (θ) arah Y | | | | | | | | |
|--|------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----|---------------|--------------------|--------|
| Story | hsx | Px komulatif (kN) | simpangan antar tingkat | Gaya geser seismik arah y | Cd | Arah ϕ_y | Batas ϕ_{max} | Cek |
| 33.9 | 4200 | 4462.762 | 214.2083625 | 784.127 | 5.5 | 0.079164964 | 0.090909091 | STABIL |
| 19.7 | 4200 | 11193.892 | 203.0706205 | 1944.921 | 5.5 | 0.075893664 | 0.090909091 | STABIL |
| 25.5 | 4200 | 17925.022 | 183.0138255 | 2879.684 | 5.5 | 0.073973819 | 0.090909091 | STABIL |
| 21.3 | 4200 | 36600.492 | 156.663375 | 4718.456 | 5.5 | 0.078910314 | 0.090909091 | STABIL |
| 17.1 | 4200 | 54641.703 | 128.845893 | 6293.6 | 5.5 | 0.072639852 | 0.090909091 | STABIL |
| 12.9 | 4200 | 72682.914 | 93.8650075 | 7469.416 | 5.5 | 0.059310103 | 0.090909091 | STABIL |
| 8.7 | 4200 | 99559.933 | 55.8412745 | 8501.213 | 5.5 | 0.042465701 | 0.090909091 | STABIL |
| 4.5 | 4500 | 129666.154 | 21.7507125 | 9049.479 | 5.5 | 0.018888288 | 0.090909091 | STABIL |

Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis statik struktur Gedung Kampus Di Yogyakarta terhadap beban gempa beban SNI 1726:2019, dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Dari analisis respon diatas $R=8$, diperoleh hasil partisipasi massa, pada mode 1 nilai factor translasi UY memberikan angka yang

paling besar/dominan yaitu 52,4% hal ini menunjukkan baha gerak translasi arah Y terjadi pada mode ini sesuai dengan animasi layar computer. Pada mode 2 nilai factor translasi UX memberikan angka yang paling besar yaitu 52,80% hal ini menunjukkan baha gerak translasi arah X terjadi pada mode ini sesuai dengan animasi layar computer. Pada mode 3 nilai RZ dominan yaitu 54,88% hal ini

menunjukkan bahwa pada mode ini gerak struktur sudah dominan dalam rotasi.

2. Analisis statik partisipasi massa sudah mencapai 100% dikedua arah orthogonal dan untuk analisis dinamik partisipasi massa telah mencapai lebih dari 90% , hal ini sudah dengan persyaratan jika tidak tercapai tambahkan jumlah mode yang berkontribusi
3. Waktu getar struktur pada mode 3,6 dan 9 sudah melebihi 15% dan kombinasi respon spectrum yang digunakan adalah SRSS
4. Hasil hitungan gaya geser mencapai 100% gaya
5. Beban geser dasar seismik struktur ini diambil dari nilai terbesar 100% V diperoleh hasil beban gempa dasar seismik $V = 5878,255$ kN
6. Simpangan antar lantai untuk arah X dan Y telah memenuhi syarat dan tidak ada yang melebihi syarat batas simpangan.
7. Pengecekan efek P-Delta dari struktur menyimpulkan bahwa struktur tidak dipengaruhi oleh efek P-Delta.
8. Arah gempa yang diterapkan berupa arah orthogonal dengan nilai factor reduksi yang telah dibuktikan melalui analisis dipakai sebesar 1,3

Daftar Pustaka

- [1]. Badan Standarisasi Nasional, 2020. SNI 03-1727:2020 tentang *Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta
- [2]. Badan Standarisasi Nasional, 2019. SNI 03-1726:2019 tentang *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta.
- [3]. Badan Standarisasi Nasional, 2019. SNI 2847:2019 tentang *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.
- [4]. Restu Faizah, 2015. tentang *Studi Perbandingan Pembebanan Gempa Statik Ekuivalen dan Dinamik Time History Pada Gedung Bertingkat di Yogyakarta*.
- [5]. Sudarman, 2014. Tentang *Analisis Pushover Pada Struktur Gedung Bertingkat Tipe Podium*.
- [6]. Yoga Novi Kusuma, 1945. Tentang *Studi Bentuk Dan Layout Dinding Geser (Shear Wall) Terhadap Perilaku Struktur Gedung Bertingkat*.
- [7]. George Andaras, 2016. *Tentang Analisis Layout Shearwall Terhadap Perilaku Struktur Gedung*.