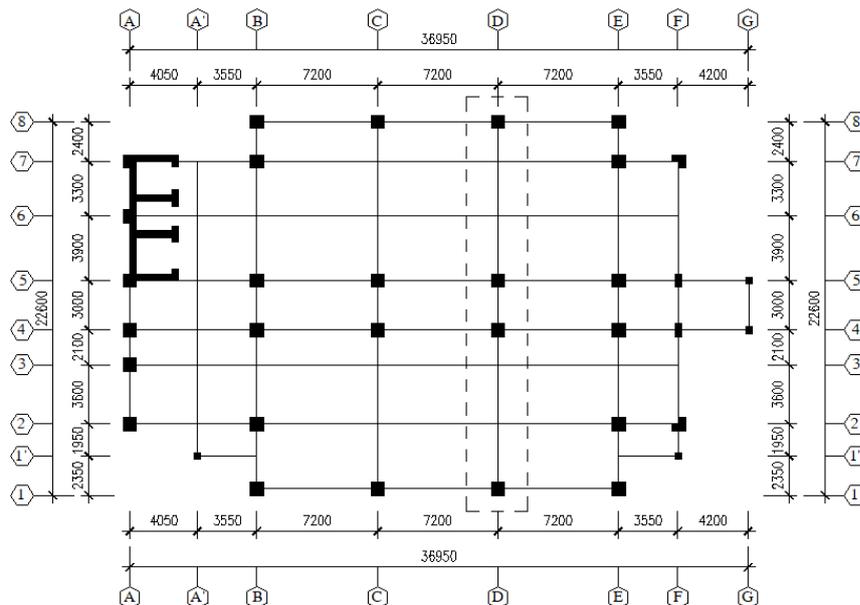


BAB III METODE PENELITIAN

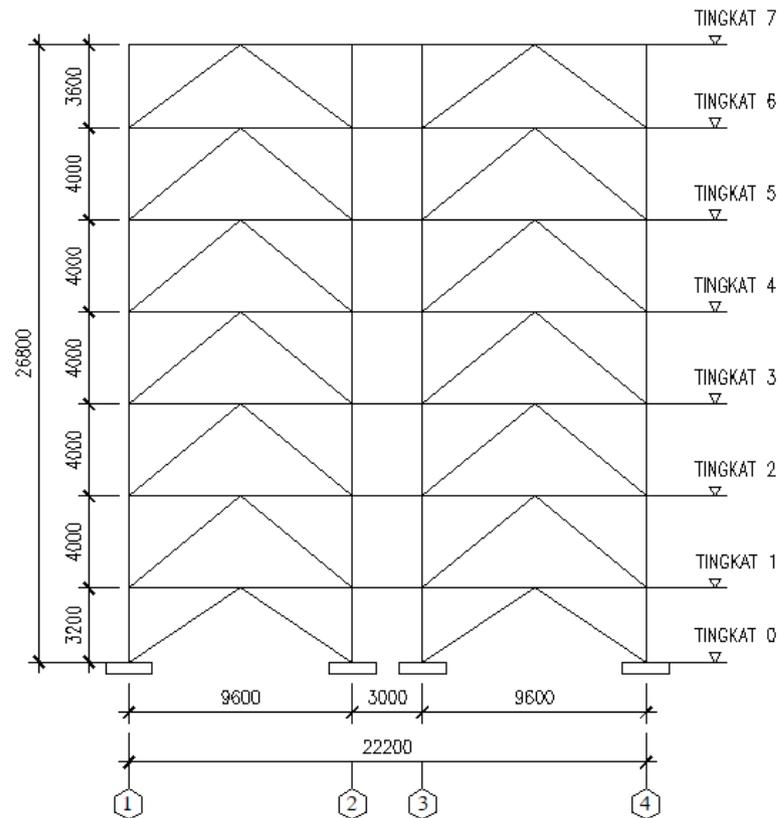
3.1 Studi Kasus Penelitian

Studi kasus penelitian yang dilakukan berupa model struktur portal dua dimensi yang diambil dari gambar rencana gedung bertingkat yang telah ada dilapangan. Model struktur tersebut dianalisis kembali menggunakan struktur baja dengan pembebanan gempa di daerah Yogyakarta. Terdapat empat model struktur yang berbeda sesuai jumlah tingkat, yaitu model portal 7 lantai, 9 lantai, 10 lantai dan 15 lantai yang disajikan sebagai berikut :

- a. Portal 7 lantai
 - 1) Sumber acuan : Gedung kuliah E-6 (Twin Building) UMY
 - 2) Peruntukan : Fasilitas Pendidikan
 - 3) Lokasi gedung : Kabupaten Bantul, Daerah Istimewah Yogyakarta
 - 4) Sistem struktur : Struktur Rangka Baja dengan B्रेसing Konsentris Khusus
 - 5) Tinggi gedung : 26,8 meter
 - 6) Dimensi profil kolom : WF.600.300.12.20
 - 7) Dimensi profil balok : WF 400.200.8.13
 - 8) Dimensi profil bracing : L 250.250.25



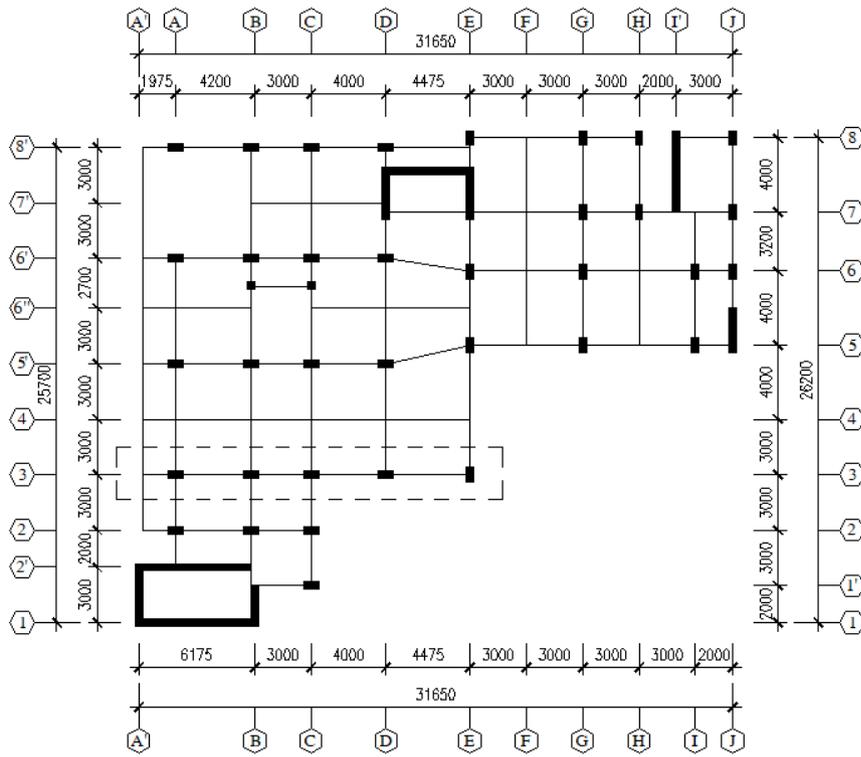
Gambar 3.1. Denah portal 7 lantai



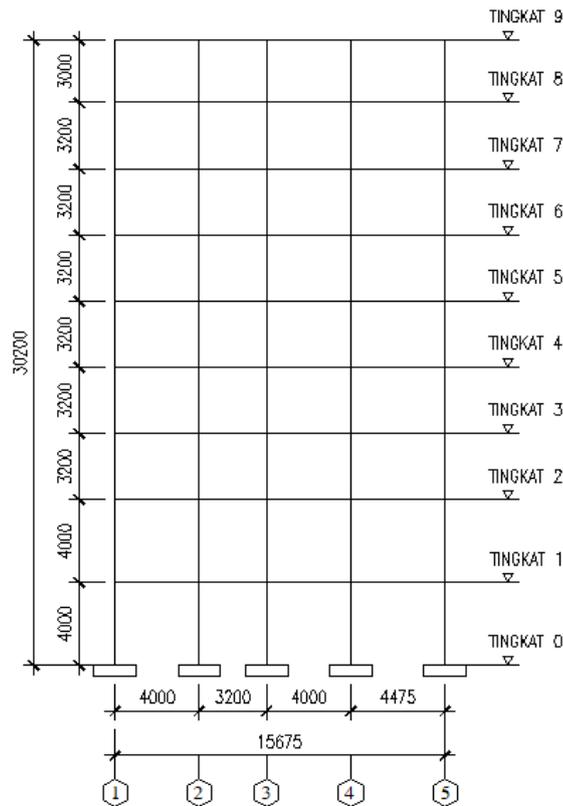
Gambar 3.2. Potongan portal 7 lantai

b. Portal 9 lantai

- 1) Sumber acuan : Gedung POP Hotel – Kenari Yogyakarta
- 2) Peruntukan : Fasilitas Penginapan
- 3) Lokasi gedung : Kota Yogyakarta, Daerah Istimewah Yogyakarta
- 4) Sistem struktur : Struktur Rangka Baja Pemikul Momen Khusus
- 5) Tinggi gedung : 30,2 meter
- 6) Dimensi profil kolom : WF.600.300.12.20
- 7) Dimensi profil balok : WF 400.200.8.13



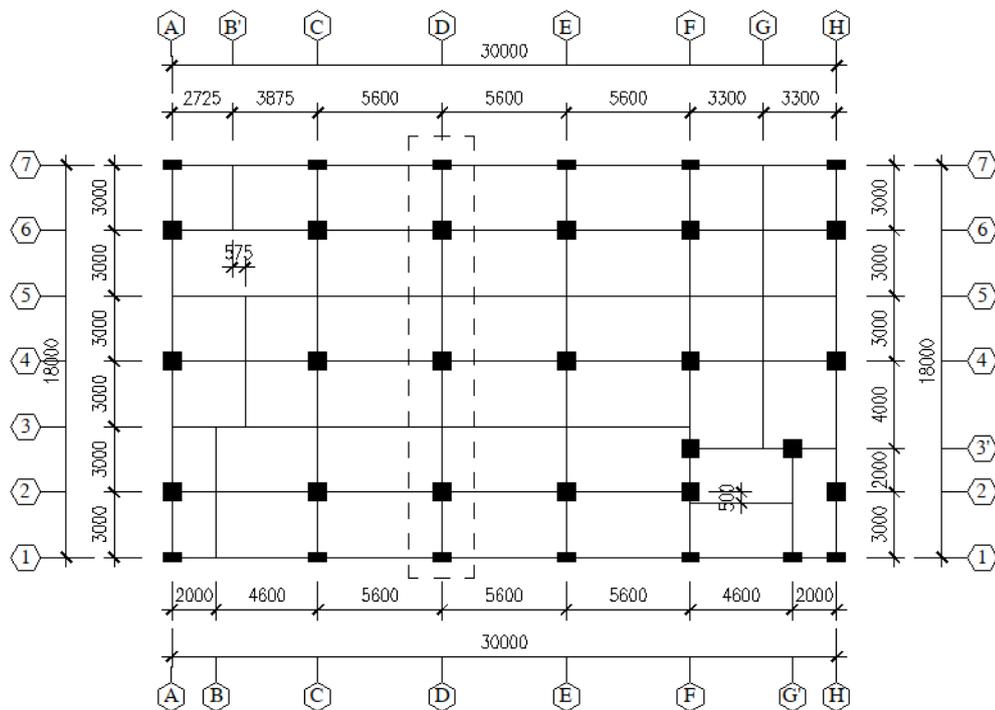
Gambar 3.3. Denah portal 9 lantai



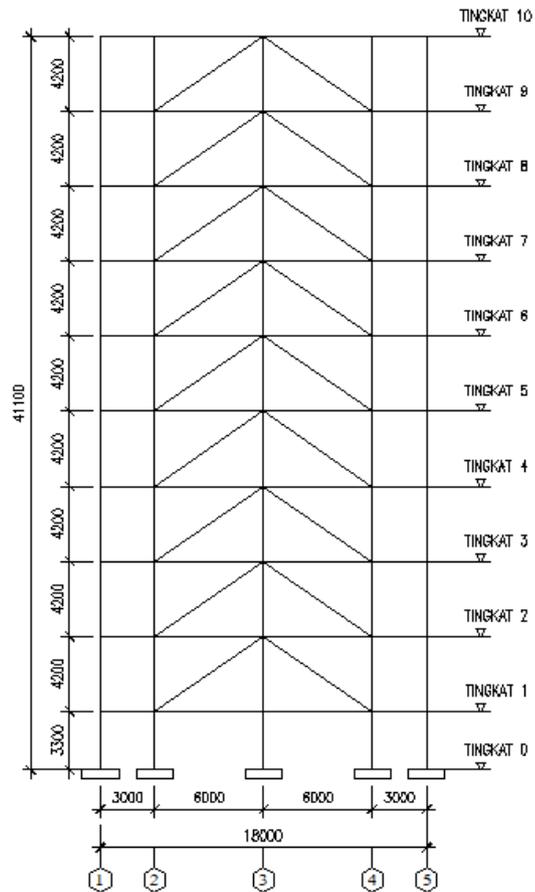
Gambar 3.4. Potongan portal 9 lantai

c. Portal 10 lantai

- 1) Sumber acuan : Gedung Kantor PT. Halim Sakti
- 2) Peruntukan : Fasilitas Perkantoran
- 3) Lokasi gedung : Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur
- 4) Sistem struktur : Struktur Rangka Baja dengan Bresing Konsentris Khusus
- 5) Tinggi gedung : 41,1 meter
- 6) Dimensi profil kolom : WF.700.300.13.24
- 7) Dimensi profil balok : WF 400.200.8.13
- 8) Dimensi profil bresing : L 200.200.20



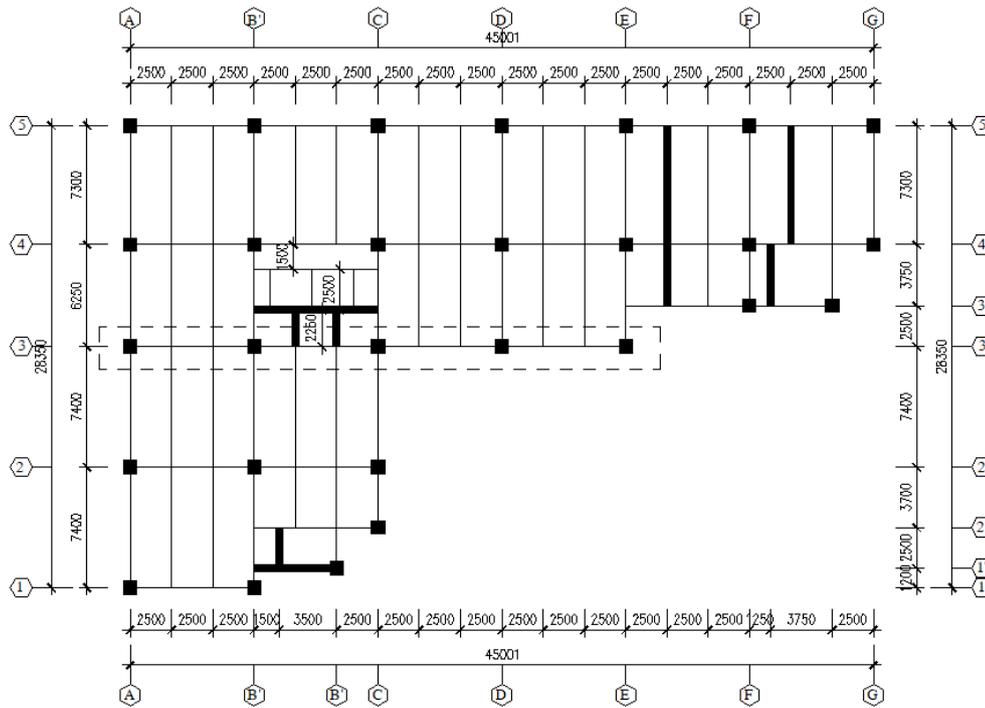
Gambar 3.5. Denah portal 10 lantai



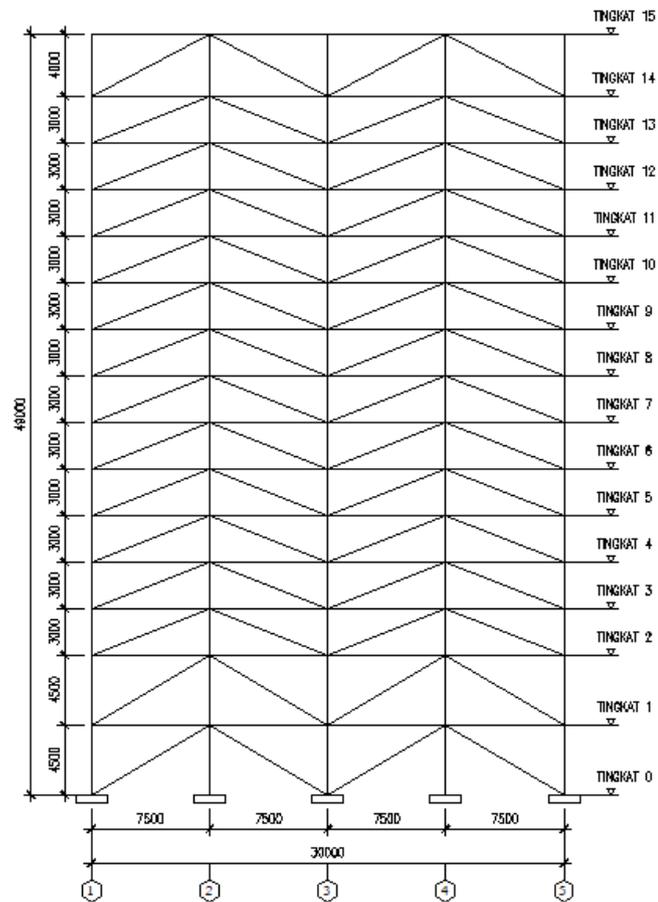
Gambar 3.6. Potongan portal 10 lantai

d. Portal 11 lantai

- 1) Sumber acuan : Gedung Hotel Star Yogyakarta
- 2) Peruntukan : Fasilitas Penginapan
- 3) Lokasi gedung : Kota Yogyakarta, Daerah Istimewah Yogyakarta
- 3) Sistem struktur : Struktur Rangka Baja dengan Bresing Konsentris Khusus
- 4) Tinggi gedung : 49 meter
- 5) Dimensi profil kolom : WF.900.300.16.28
- 6) Dimensi profil balok : WF 400.200.8.13
- 7) Dimensi profil bresing : L 200.200.20



Gambar 3.7. Denah portal 15 lantai



Gambar 3.8. Potongan portal 15 lantai

3.2 Spesifikasi Bahan

Spesifikasi bahan material yang digunakan dalam penelitian ini, disajikan sebagai berikut :

a. Material Baja

- 1) Mutu baja (BJ) = BJ-37, $f_y = 240$ MPa, $f_u = 370$ MPa
- 2) Modulus elastisitas (E_s) = 200.000 MPa
- 3) Modulus geser (G) = 77.200 MPa
- 4) *Poisson ratio* (μ) = 0,3
- 5) Berat jenis baja = 7.850 kg/m³

b. Material Beton Bertulang (untuk pembebanan pelat lantai)

Berat jenis beton bertulang = 2.400 kg/m³

3.3 Standar Perencanaan

Standar perencanaan yang digunakan adalah Standar Nasional Indonesia dan Standar Amerika yang disajikan sebagai berikut.

a. Standar Nasional Indonesia

- 1) SNI 1726:2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- 2) SNI 1727:2013 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain.
- 3) SNI 1729:2015 tentang Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.
- 4) SNI 2847:2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung
- 5) SNI 2052:2017 tentang Baja tulangan Beton

b. Standar Amerika

- 1) ANSI/AISC 360 - 2005 tentang Specification for Structural Steel Buildings. America Institute of Structural Steel Construction.
- 2) ANSI/AISC 360 - 2010 tentang Specification for Structural Steel Buildings. America Institute of Structural Steel Construction.

3.4 Program Komputer

Beberapa program komputer yang digunakan dalam penelitian ini, baik dalam analisis maupun perhitungan struktur yaitu sebagai berikut :

- a. SAP2000 versi 14.2.1;
- b. Microsoft Excel;
- c. Microsoft Word.

3.5 Metode Analisis

Terdapat tiga penelitian yang akan dilakukan dengan metode yang digunakan yaitu sebagai berikut :

- a. Analisis ekuivalen statik dianalisis secara manual dengan bantuan program *Microsoft Excel* mengacu pada standar SNI 1726:2012, dan analisis dinamik *Time History* menggunakan metode modal analisis (*mode superposition method*) dengan bantuan program SAP2000.
- b. Analisis respons spektrum terhadap efek P-delta menggunakan metode modal analisis (*mode superposition method*) yang mengacu pada standar SNI 1726:2012 dengan bantuan program SAP2000.
- c. Kapasitas penampang kolom terhadap pengaruh efek P-delta dihitung dengan menggunakan metode analisis langsung (*direct analysis method*) dan metode panjang efektif (*effective length method*) yang mengacu pada standar SNI 1729:2015.
- d. Kapasitas sambungan balok-kolom baja (*end-plate*) dihitung secara manual melalui standar SNI 1729:2015

3.6 Data Pembebanan Gempa

Data beban gempa yang digunakan untuk analisis statik ekuivalen dan dinamik respons spektrum yaitu data gempa di daerah Yogyakarta dengan parameter – parameter yang didapatkan melalui peta gempa MCE_R tahun 2011, dapat dilihat melalui gambar 2.1 dan 2.2. Untuk analisis *Time History*, menggunakan data akselerogram gempa Yogyakarta tahun 2006 hasil replikasi sebagai gempa masukan yang ditunjukkan pada gambar 2.7.

3.7 Tahapan Analisis

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, bahwa penelitian yang dilakukan ini terdiri dari tiga penelitian. Untuk itu, akan diuraikan setiap tahapan analisis dari kedua penelitian tersebut, yaitu sebagai berikut :

- a. Perbandingan respons parameter gempa dengan analisis statik ekuivalen dan dinamik *time history*
 - 1) Studi literatur berupa jurnal atau referensi yang terkait dengan topik penelitian
 - 2) Mengumpulkan data sekunder berupa gambar desain rencana serta data pembebanan struktur dari bangunan gedung yang akan ditinjau.
 - 3) Menentukan spesifikasi material penampang yang akan digunakan
 - 4) Menentukan bentuk model portal bangunan gedung yang akan dianalisis dalam penelitian yang akan dilakukan
 - 5) Menganalisis pembebanan gempa pada model portal bangunan yang telah ditentukan dengan analisis statik ekuivalen melalui standar SNI 1726:2012, yang meliputi tahapan analisis sebagai berikut :
 - a) Menghitung kekakuan penampang struktur (k_i)
 - b) Menghitung berat seismik efektif struktur (W_t)
 - c) Menghitung perioda fundamental pendekatan (T_a)
 - d) Menentukan parameter bangunan, yang terdiri dari kategori resiko berdasarkan fungsi bangunan, faktor keutamaan gempa (I_e) dan nilai koefisien modifikasi respon (R)
 - e) Menentukan parameter spektrum respon desain, yang meliputi:
 - i. Nilai parameter S_1 dan S_5
 - ii. Kelas situs tanah berdasarkan uji penetrasi standar (SPT)
 - iii. Nilai koefisien situs F_A dan F_V
 - iv. Nilai parameter S_{MS} dan S_{M1}
 - v. Nilai parameter S_{DS} dan S_{D1}
 - vi. Kategori Desain Seismik (KDS)
 - f) Menghitung perioda fundamental maksimum ($C_u T_a$)
 - g) Menghitung koefisien beban seismik (C_s)

- h) Menghitung gaya geser dasar seismik (V)
 - i) Menghitung eksponen terkait dengan perioda struktur (k)
 - j) Menghitung distribusi gaya gempa berupa gaya horizontal tingkat (F_i), gaya geser tingkat (V_i) dan *displacement* (d_i)
 - k) Kontrol perioda fundamental pendekatan (T).
- 6) Menganalisis pembebanan gempa menggunakan analisis dinamik *Time History* melalui metode modal analisis (*mode superposition method*) dengan bantuan program SAP2000, meliputi tahapan analisis sebagai berikut :
- a) Membuat *gridline* (garis bantu) terhadap dua arah sumbu utama yaitu sumbu x untuk arah horizontal dan sumbu z untuk arah vertikal melalui perintah *Coordinate System /Grids System*
 - b) Menentukan system satuan (*units*) yang akan digunakan dalam analisis dengan metode *time history*
 - c) Menginput data material penampang yang digunakan untuk pemodelan struktur melalui perintah *Materials*
 - d) Menginput data dimensi penampang profil yang digunakan untuk pemodelan struktur melalui perintah *Frame section*
 - e) Menggambar model portal struktur melalui *Draw*
 - f) Menginput tumpuan/pengekang pada model portal struktur melalui perintah *Restraints*
 - g) Menginput beban statik pada model portal struktur berupa beban mati struktur (*dead load*), beban mati komponen struktur (*Additional dead load*), beban hidup (*live load*) dan beban angin (*wind load*) melalui perintah *Load Pattern*
 - h) Menginput data akselerogram gempa Yogyakarta tahun 2006 hasil replikasi sebagai gempa masukkan melalui perintah *Time History Function*
 - i) Menginput beban dinamik *Time History* dari data rekaman akselerogram gempa Yogyakarta tahun 2006 pada kondisi linier melalui kotak dialog *Load Case Data - Linier Modal History* dengan faktor skala yang diberikan melalui persamaan (2.29)
 - j) Modifikasi analisis modal melalui kotak dialog *Load Case Data - Modal* terhadap beban gempa dengan partisipasi rasio sebesar 99% pada arah yang ditinjau

- k) Menginput kombinasi pembebanan struktur yang mengacu pada standar SNI 1726:2012 pada pasal (4.2.2) melalui kotak dialog *Load Combination Data*
 - l) Penentuan massa struktur melalui perintah *mass source*
 - m) Membuat grup pada elemen penampang dari setiap lantai untuk mempermudah dalam menampilkan data distribusi gaya horizontal setiap lantai melalui perintah *Group*
 - n) Menentukan potongan elemen penampang dari setiap grup yang telah dibuat, untuk mendapatkan gaya yang bekerja pada setiap lantai melalui perintah *Section Cut*
 - o) Menjalankan analisis pada model portal struktur yang telah dibuat melalui perintah *run analysis*
 - p) Menampilkan bentuk deformasi (*deformed shape*) yang terjadi pada struktur yang telah dimodelkan
 - q) Menampilkan respons parameter berupa *displacemen* (d_i), gaya horizontal tingkat (F_i), gaya geser tingkat (V_i) dan gaya geser dasar (*base shear*, V) melalui kotak dialog *Choose Table For Display* yang ditampilkan melalui perintah *Show Table*.
- 7) Membandingkan hasil analisis berupa respons parameter terhadap beban gempa melalui metode ekuivalen statik dan metode dinamik *time history* dengan modal analisis (*mode superposition method*), berupa perpindahan (*displacement*, d_i), gaya horizontal tingkat (F_i), gaya geser tingkat (V_i) dan gaya geser dasar (*baseshear*, V)
- 8) Kesimpulan dan Saran.
- b. Perbandingan respons parameter gempa dengan analisis dinamik respons spektrum terhadap efek P-delta melalui metode modal analisis (*mode superposition method*) dengan bantuan program SAP2000, meliputi tahapan analisis sebagai berikut :
- 1) Tahapan perencanaan awal, sama seperti pada point 1 hingga 4 melalui penelitian sebelumnya

- 2) Tahapan awal dalam analisis dengan metode respons spektrum, sama seperti pada point a hingga point f dalam tahapan analisis dengan metode *time history*
 - 3) Langkah selanjutnya yaitu menginput data respons spektrum yang telah dibuat berdasarkan data parameter dari peta MCE_R tahun 2011 di daerah Yogyakarta
 - 4) Menginput beban dinamik respons spektrum pada kondisi linier melalui kotak dialog *Load Case Data – Response Spectrum* dengan faktor skala yang diberikan melalui persamaan (2.28)
 - 5) Membuat kasus data beban statik baru yang terdiri dari beban mati sendiri struktur, beban mati tambahan dan beban hidup dengan mengaktifkan opsi pengaruh non-linier yaitu P-delta
 - 6) Modifikasi analisis modal melalui kotak dialog *Load Case Data -Modal* terhadap beban gempa dengan partisipasi rasio sebesar 99% pada arah yang ditinjau serta pengaruh efek P-delta yang telah dibuat sebelumnya
 - 7) Tahapan selanjutnya sama seperti pada point k hingga point q dalam tahapan analisis dengan metode *time history*
 - 8) Membandingkan hasil analisis berupa respons parameter melalui metode analisis respons spektrum dengan modal analisis (*mode superposition method*), berupa *displacement* (d_i), gaya horizontal tingkat (F_i), gaya geser tingkat (V_i) dan gaya geser dasar (V) terhadap efek P delta dan tanpa efek P-delta
 - 9) Kesimpulan dan Saran.
- c. Perbandingan kapasitas kolom dan sambungan *end-plate* dengan metode analisis langsung dan metode panjang efektif terhadap efek P-delta akibat beban angin dan gempa dengan analisis respons spektrum.
- 1) Tahapan perencanaan awal, sama seperti pada point 1 hingga 4 melalui tahapan penelitian pertama
 - 2) Menghitung kapasitas kolom melalui standar SNI 1729:2015, dengan prosedur perhitungan sebagai berikut
 - a) Menghitung kuat tekan penampang, dengan tahapan berikut :
 - i. Mengklasifikasikan penampang profil yang digunakan terhadap klasifikasi elemen pada batang aksial tekan

- ii. Menentukan perilaku tekuk penampang
 - iii. Menghitung kuat tekan nominal penampang (P_n).
- b) Menghitung kuat lentur penampang, dengan tahapan berikut :
- i. Mengklasifikasikan penampang profil yang digunakan terhadap klasifikasi elemen batang memikul lentur
 - ii. Menentukan kondisi batas penampang profil yang digunakan berdasarkan klasifikasi penampang
 - iii. Menghitung kuat lentur nominal penampang profil yang digunakan berdasarkan kondisi batas yang didapatkan.
- c) Interaksi gaya aksial dan momen lentur.
- 3) Menghitung kapasitas sambungan *end-plate* tipe lokal yang dianalisis terhadap dua kondisi melalui SNI 1729:2015, dengan prosedur perhitungan berikut :
- a) Analisis pelat satu arah – analogi profil *tee*
 - i. Menghitung kuat tarik baut
 - ii. Menghitung ketebalan pelat sambung minimum
 - iii. Menghitung beban maksimum sambungan T-stub
 - iv. Menghitung kapasitas sambungan *end-plate* pelat satu arah.
 - b) Analisis pelat dua arah – pola garis leleh.
- 4) Membandingkan hasil perhitungan kapasitas penampang kolom dan sambungan *end-plate* terhadap pengaruh efek P-delta dengan metode analisis langsung dan metode panjang efektif.
- 5) Kesimpulan dan Saran.

3.8 Diagram Alir Penelitian

