

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Secara geografis, Indonesia berada di wilayah pertemuan dari perbatasan tiga lempeng tektonik sekaligus, yaitu lempeng Pasifik, lempeng Eurasia serta lempeng Australia. Untuk itu, Indonesia menjadi salah satu negara yang sangat rentan terhadap gempa bumi yang tidak dapat diperkirakan atau diprediksi. Salah satu dampak terburuk yang dapat menimbulkan korban jiwa akibat fenomena alam ini, yaitu keruntuhan sebuah bangunan yang pada umumnya adalah gedung bertingkat. Untuk itu, membangun sebuah bangunan gedung yang kokoh dan dapat menahan beban gempa merupakan sebuah solusi utama untuk mengatasi dampak terburuk yang diberikan oleh fenomena alam ini.

Dalam merencanakan sebuah bangunan gedung, dibutuhkan analisis dan perencanaan yang cukup teliti serta harus sesuai dengan standar peraturan tahan gempa yang telah ditetapkan agar bangunan yang telah direncanakan, tidak mengalami keruntuhan ketika menerima beban gempa.

Hingga saat ini, standar peraturan pembebanan gempa di Indonesia yang masih digunakan yaitu SNI 1726:2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, yang didasarkan pada gempa rencana dengan periode ulang 2.500 tahun (probabilitas kejadian 2% dalam kurun waktu 50 tahun). Peraturan ini merupakan revisi dari peraturan sebelumnya yaitu SNI 03-1726-2002 yang didasarkan pada gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun (probabilitas kejadian 10% dalam kurun waktu 50 tahun).

Untuk menganalisis pengaruh gaya lateral yang diakibatkan oleh beban gempa, biasanya menggunakan 2 (dua) metode pendekatan, yaitu analisis statik (statik ekuivalen) dan analisis dinamik (respons spektrum atau *time history*). Pengaruh gempa rencana pada struktur gedung bertingkat banyak dengan ketinggian melebihi 10 tingkat atau 40 meter, maka struktur harus ditinjau terhadap pengaruh beban dinamik sehingga analisisnya didasarkan pada analisis dinamik. (Bayyinah dan Faimun, 2017)

Melalui BSN (2012), dijelaskan bahwa analisis statik ekivalen hanya dapat digunakan sebagai keperluan praktis dilapangan pada struktur yang sederhana dengan bentuk yang beraturan (regular horizontal dan vertikal). Hal ini karena analisis statik ekivalen hanyalah sebuah penyederhanaan dari analisis dinamik. Untuk struktur lain seperti struktur bangunan yang tidak bisa diprediksi atau diperkirakan perilakunya terhadap beban gempa, harus direncanakan dengan analisis dinamik.

Hal ini juga dijelaskan oleh Widodo (2001) bahwa, konsep statik yaitu memperhitungkan massa yang terjadi pada struktur bangunan yang direncanakan. Selain itu, prinsip statik ekivalen juga hanya memperhitungkan mode pertama saja, sehingga hanya cocok untuk bangunan yang cenderung kaku atau rendah. Sedangkan analisis dinamik tidak hanya massa pada struktur bangunan saja, tapi kekakuan serta redaman juga akan diperhitungkan sehingga memberikan gambaran dan informasi respons struktur yang lebih jelas dan akurat.

Pada umumnya, sebagian besar struktur bangunan gedung bertingkat di Indonesia direncanakan dengan material beton bertulang sebagai struktur pilihan utama dalam perencanaan bangunan tahan gempa. Jika dibandingkan dengan material baja, alasan yang sering digunakan adalah harga material baja yang sangat mahal serta kesulitan dalam analisis perencanaan.

Dewobroto (2016) menjelaskan bahwa dari segi material, baja merupakan material yang lebih unggul dibandingkan dengan material beton dan kayu. Bahkan dari rasio kuat dibanding berat untuk volume yang sama, material baja memberikan nilai yang lebih tinggi (efisien) dibandingkan dengan material beton. Jika dikaitkan dengan efisiensi material kayu dan bambu, maka baja hanya unggul karena kualitas mutu bahannya yang lebih homogen dan konsisten karena material baja merupakan produk industri yang terkontrol dengan cukup baik serta juga menguntungkan untuk desain konstruksi bangunan tahan gempa karena sifatnya yang lebih ringan (massa kecil). Untuk itulah, material baja seharusnya bisa menjadi material pilihan terbaik untuk bangunan tahan gempa.

Meskipun struktur baja mempunyai keunggulan sebagai bangunan tahan gempa karena sifatnya yang lebih ringan, tetapi hal ini tidak menguntungkan terhadap beban angin yang juga dapat menimbulkan potensi kerentanan terhadap gaya lateral sehingga dapat menyebabkan efek non-linieritas geometri pada struktur bangunan gedung bertingkat tinggi.

Metode analisis desain struktur baja yang hingga saat ini masih sering digunakan yaitu metode panjang efektif (*effective length method*) yang merupakan metode utama dari standar peraturan perencanaan struktur baja sebelumnya. Parameter utama pada metode tersebut adalah faktor K, dimana parameter ini harus ditentukan oleh para praktisi dengan menganalisis perilaku struktur ketika terjadi pembebanan. Jika kondisi model struktur relatif rumit atau besar dan kompleks tentu menjadi kendala terhadap efisiensi waktu bagi praktisi dalam hal merumuskan dan merencanakannya. (Sugawa dkk., 2017)

Jika menggunakan analisis yang lebih teliti seperti metode elemen hingga (*finite element method*), tentu akan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menganalisis struktur bangunan yang direncanakan, sehingga menjadi tidak efisien terhadap waktu dalam perencanaan. Untuk itulah diharapkan adanya sebuah kemajuan dalam analisis dan desain yang dapat memberikan hasil dengan yang lebih akurat serta waktu yang singkat.

Pada tahun 2015, telah ditetapkan sebuah standar peraturan yang baru terkait dengan perencanaan struktur baja pada bangunan gedung structural yaitu SNI 1729:2015. Peraturan ini mengadopsi penuh pada standar AISC 360-2010, dengan metode utama yang direkomendasikan yaitu metode analisis langsung (*direct analysis method*) yang berbasis program komputer. Salah satu keunggulan dari metode tersebut yaitu dapat menganalisis momen sekunder yang diakibat oleh pengaruh efek non-linier geometri (P-delta) dengan cara analisis linier elastis orde kedua (*second order elastic analysis*). Meskipun tidak sama seperti jenis analisis yang realistis, tapi metode ini telah dibuktikan dengan cara kalibrasi melalui sebuah data percobaan, sehingga memberikan hasil yang lebih akurat serta mendekati nilai yang sebenarnya dari analisis yang lebih rumit, sehingga cukup efisien jika digunakan pada perencanaan bangunan gedung dalam sebuah pekerjaan. (Dewobroto, 2016)

Melalui studi kasus penyelesaian numerik yang dilakukan oleh Dewobroto (2016), menunjukkan bahwa pada kondisi pembebanan kecil terhadap bangunan gedung, perencanaan struktur baja dengan menggunakan metode analisis langsung dapat memberikan kapasitas penampang struktur yang lebih efisien, tapi dengan kondisi pembebanan yang cukup besar, akan mampu menghasilkan desain struktur baja yang lebih aman.

Untuk alasan itulah akan dilakukan sebuah penelitian tentang perbandingan respons parameter akibat beban gempa pada gedung bertingkat dengan struktur baja yang dianalisis dengan metode statik ekuivalen dan dinamik *time history*. Setelah itu, akan dianalisis pengaruh efek P-delta yang diakibatkan oleh beban angin dan gempa dengan metode dinamik respons spektrum serta membandingkan pengaruhnya terhadap analisis stabilitas kolom sambungan sambungan balok-kolom (*end-plate*).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah yang diambil adalah sebagai berikut ini.

1. Bagaimana perbandingan respons parameter berupa *displacement* ( $di$ ), gaya horizontal tingkat ( $Fi$ ), gaya geser tingkat ( $Vi$ ), serta gaya geser dasar ( $V$ ) terhadap beban gempa di daerah Yogyakarta dengan analisis statik ekuivalen dan dinamik *time history* ?
2. Bagaimana perbandingan respons parameter *displacement* ( $di$ ), gaya horizontal tingkat ( $Fi$ ), gaya geser tingkat ( $Vi$ ), serta gaya geser dasar ( $V$ ) dengan analisis dinamik respons spektrum terhadap pengaruh efek P-delta akibat angin dan beban gempa di daerah Yogyakarta ?
3. Bagaimana perbandingan kapasitas kolom dengan metode analisis langsung dan metode panjang efektif terhadap pengaruh efek P-delta akibat beban angin dan gempa di daerah Yogyakarta ?
4. Bagaimana perbandingan kapasitas sambungan balok-kolom (*end-plate*) terhadap pengaruh efek P-delta akibat beban angin dan gempa di daerah Yogyakarta dengan metode respons spektrum ?

### 1.3 Lingkup Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah yang bertujuan untuk membatasi ruang lingkup penelitian, antara lain:

1. Struktur dimodelkan berupa portal 2D yang diambil dari gambar rencana gedung bertingkat yang telah ada dilapangan, yaitu gedung Twin Building Universitas Muhammadiyah Yogyakarta 7 lantai, gedung POP hotel Kenari Yogyakarta 9 lantai, gedung kantor PT. Halim Sakti Surabaya 10 lantai, dan gedung hotel Star Yogyakarta 15 lantai.
2. Setiap studi kasus akan dianalisis dengan menggunakan penampang struktur baja terhadap beban gempa didaerah Yogyakarta.
3. Setiap studi kasus bangunan gedung, akan dianalisis pada kondisi elastis.
4. Analisis gempa dinamik, menggunakan metode modal superposisi, sehingga pondasi pada model struktur dianggap kaku dan dimodelkan dengan menggunakan tumpuan jepit.
5. Pada beberapa studi kasus, akan ditambahkan sebuah penambat bresing agar struktur bisa menjadi lebih kaku. Hal ini juga dilakukan karena jarak antar kolom dari gambar desain yang cukup jauh sehingga menghasilkan gaya yang cukup besar.
6. Khusus pada struktur portal 9 lantai, tidak menggunakan pengaku bresing karena jarak antar kolom tidak sepanjang model kasus lainnya.
7. Analisis statik ekuivalen dihitung secara manual dengan menggunakan program Microsoft Excel 2016, dan untuk analisis dinamik spektrum respon ragam dan dinamik *time history* diinput secara otomatis dengan bantuan program SAP 2000 v14.2.1.
8. Metode dinamik *time history* dianalisis dengan menggunakan metode modal analisis (*mode superposition method*) melalui data akselogram gempa Yogyakarta tahun 2006.
9. Analisis pembebanan gempa melalui metode statik ekuivalen serta dinamik *time history* dan spektrum respon ragam mengacu pada peraturan SNI 1726:2012, perencanaan pembebanan struktur mengacu pada peraturan SNI 1727:2013, dan perencanaan stabilitas struktur baja serta sambungan mengacu pada peraturan SNI 1729:2015.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan dari penelitian yang telah dilakukan antara lain yaitu sebagai berikut :

1. Membandingkan hasil respons parameter berupa *displacement* ( $d_i$ ), gaya horizontal tingkat ( $F_i$ ), gaya geser tingkat ( $V_i$ ), serta gaya geser dasar ( $V$ ) terhadap beban gempa di daerah Yogyakarta dengan analisis statik ekuivalen dan dinamik *time history*.
2. Membandingkan hasil respons parameter *displacement* ( $d_i$ ), gaya horizontal tingkat ( $F_i$ ), gaya geser tingkat ( $V_i$ ), serta gaya geser dasar ( $V$ ) dengan analisis dinamik respons spektrum terhadap pengaruh efek P-delta akibat angin dan beban gempa di daerah Yogyakarta.
3. Membandingkan hasil kapasitas kolom dengan metode analisis langsung dan metode panjang efektif terhadap pengaruh efek P-delta akibat beban angin dan gempa di daerah Yogyakarta.
4. Membandingkan hasil kapasitas sambungan balok-kolom (*end-plate*) terhadap pengaruh efek P-delta akibat beban angin dan gempa di daerah Yogyakarta dengan metode respons spektrum.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan melalui penelitian ini antara lain, yaitu sebagai berikut :

1. Memberikan gambaran tentang perbandingan respon parameter dari hasil analisis pembebanan gempa melalui metode statik ekuivalen dan dinamik *time history* pada bangunan gedung bertingkat dengan struktur baja.
2. Memberikan gambaran tentang pengaruh efek P-delta akibat beban angin dan gempa melalui metode dinamik respons spektrum.
3. Memberikan informasi tentang perbandingan kapasitas kolom yang dianalisis dengan metode analisis langsung dan metode panjang efektif terhadap pengaruh efek P-delta akibat beban angin dan gempa.
4. Memberikan informasi tentang perbandingan kapasitas sambungan balok-kolom (*end-plate*) terhadap pengaruh efek P-delta akibat beban angin dan gempa yang telah dianalisis dengan metode respons spektrum.