

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tinjauan dasar dalam perencanaan struktur adalah dengan menjamin adanya kekuatan dan kestabilan dalam segala kondisi pembebanan yang mungkin. Semua struktur akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) tertentu apabila dibebani. Pada struktur stabil, deformasi yang diakibatkan oleh beban umumnya relatif kecil dan gaya internal yang timbul di dalam struktur akan mempunyai kecenderungan mengembalikan struktur ke bentuk semula apabila beban dihilangkan. Pada struktur labil, deformasi yang diakibatkan oleh beban mempunyai kecenderungan terus bertambah selama struktur tersebut dibebani. Struktur demikian mudah mengalami runtuh secara menyeluruh.

Struktur portal merupakan gabungan dari elemen-elemen kolom dan balok yang bekerja sebagai satu kesatuan dalam memikul beban untuk disalurkan ke tanah. Kolom adalah komponen struktur yang tidak hanya memikul beban aksial tekan, tetapi juga menahan momen akibat pembebanan langsung atau rotasi-rotasi ujung. Elemen struktur dapat dimasukkan dalam kategori kolom bila bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi sisi kolom terkecil.

Secara struktural, kolom berfungsi meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi di bawahnya untuk diteruskan ke tanah melalui pondasi. Dengan

kondisi ini, kolom menempati posisi yang penting di dalam suatu sistem struktur portal bangunan, karena kegagalan kolom merupakan lokasi kritis yang dapat mengakibatkan keruntuhan komponen struktur lain dan lebih lanjut dapat menyebabkan keruntuhan total seluruh struktur (“total collapse”).

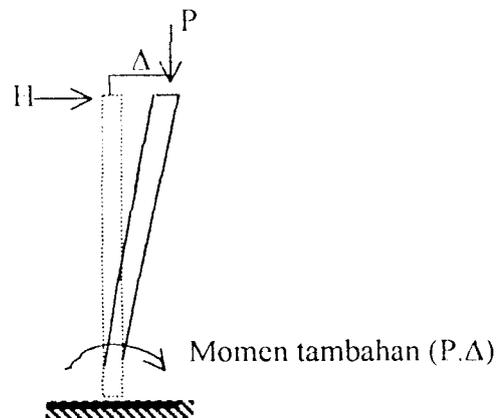
Keruntuhan kolom struktural jika ditinjau dari segi ekonomis maupun manusiawi merupakan hal yang sangat merugikan. Oleh karena itu, dalam merencanakan suatu struktur kolom perlu lebih hati-hati. Dalam hal ini diperlukan perhitungan yang cermat dengan memberikan kekuatan cadangan yang lebih tinggi daripada balok atau elemen struktur horisontal lainnya, karena keruntuhan kolom tidak memberikan peringatan awal yang cukup jelas, seperti lendutan atau retak-retak yang terjadi pada balok.

Keruntuhan kolom beton bertulang dapat didefinisikan dalam dua kriteria. Pertama keruntuhan bagian-bagian kritis (“section failure”), yang ditunjukkan dengan kapasitas beban ultimit yang mampu didukung. Kedua adalah kegagalan stabilitas (“stability failure”). Pada kegagalan stabilitas akan terjadi tekuk yang digambarkan dengan besarnya defleksi lateral yang terjadi. Mekanisme kegagalan pada kolom terjadi apabila beban pada kolom yang telah mengalami deformasi bertambah, sehingga akan menimbulkan retak yang terjadi di sepanjang tinggi kolom. Pada batas keruntuhan (“limit state of failure”), selimut beton di luar sengkang akan terlepas, sehingga tulangan memanjang akan terlihat. Apabila beban terus bertambah, maka kolom akan kehilangan stabilitas dan akan terjadi keruntuhan tekuk (“local buckling”). Dengan kata lain, dalam keadaan batas

runtuh akan didahului dengan terjadinya kerusakan pada selimut beton sebelum kemampuan lekatan tulangan baja beton berkurang.

Struktur beton bertulang bersifat lebih lebih massal (besar) dibanding dengan struktur lain seperti baja, sehingga secara struktural menjadi lebih tegar dan permasalahan kelangsingan menjadi berkurang. Akan tetapi, dengan perkembangan teknologi yang pesat, elemen struktur dapat diciptakan dari bahan yang mempunyai mutu tinggi, dengan sendirinya membuka peluang untuk dapat membuat komponen struktur yang dapat berfungsi lebih efisien dan optimal, termasuk pada struktur beton bertulang khususnya elemen kolom. Hal ini telah mengarah pada penggunaan komponen struktur kolom yang lebih langsing.

Pada kolom, selain bekerja gaya aksial (P) karena berat sendiri struktur dan beban berguna, juga bekerja gaya lateral (H) yang dapat terjadi karena beban angin atau beban gempa. Akibat gaya lateral, elemen kolom akan mengalami anjakan lateral (Δ), dengan demikian gaya aksial yang bekerja, bergeser terhadap titik awal dalam arah lateral. Pada keadaan demikian kolom akan mendapat momen lentur tambahan (momen sekunder), berarti momen eksternal akan bertambah. Kondisi struktur yang seperti ini disebut sebagai efek P-delta ("P- Δ effect"). Efek P-delta tidak tampak pada perhitungan mekanika, tetapi mengingat efek ini ada dan berpengaruh terhadap stabilitas dan kapasitas kolom, maka perlu diperhatikan dalam perancangan bangunan terutama bangunan tingkat tinggi, terlebih lagi pada portal yang tidak ditahan terhadap goyangan ke samping ("unbraced frame").



Gambar 1.1 Efek P-Delta

Efek P-delta akan membesar antara lain jika terjadi penambahan berat struktur. Hal ini disebabkan berat struktur akan mempengaruhi sifat beban gempa dan gaya aksial (P). Dari hukum Newton diketahui bahwa gaya merupakan hasil perkalian antara massa dan percepatan ($F=m.a$). Percepatan adalah perubahan kecepatan pada suatu waktu, dan sangat dipengaruhi gerakan gempa, sedangkan massa merupakan besaran yang tergantung pada berat gedung. Oleh karena itu penambahan berat akan memperbesar beban gempa, maka anjakan yang terjadi akan semakin besar sehingga pengaruh momen sekunder akan semakin besar pula. Dari gambar 1.1 dapat dijelaskan gambaran dasar dari pengaruh P-delta adalah $M=H.h + P.\Delta$.

Penyelesaian dari efek P-delta ini kurang akurat bila dilakukan dengan analisis linear ("first order analysis"), karena pengaruh momen sekunder diperhitungkan, maka penyelesaiannya dilakukan dengan analisis nonlinear atau analisis orde kedua ("second order analysis"). Solusi dan prosedur analisis

nonlinear cukup rumit dan parameter yang terkait cukup sulit difahami oleh para praktisi.

Untuk mengatasi hal tersebut, maka oleh para ahli diperkenalkan beberapa metode analisis efek P-delta yang lebih sederhana dan dalam batas-batas tertentu dapat dipakai untuk menggantikan analisis nonlinear yang cukup rumit dan mahal tersebut. Salah satu metode yaitu dengan memakai konsep faktor pembesaran ("magnification factor"). Pada metode ini gaya-gaya dalam yang diperoleh dari analisis linear cukup dikalikan dengan faktor pembesaran, sehingga pengaruh nonlinearitas seolah-olah telah diperhitungkan. Metode lain ialah dengan memodifikasi gaya-gaya hasil analisis linear. Dengan metode ini, pengaruh gaya aksial yang bekerja dengan eksentrisitas tertentu dari sumbu awal diperhitungkan sebagai gaya yang akan memberikan kontribusi terjadinya penambahan gaya horisontal.

1.2 Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh P-delta pada anjakan lateral dan momen elemen kolom pada struktur portal bertingkat dengan perhitungan selain menggunakan faktor pembesaran dan akhirnya akan dapat disimpulkan apakah efek P-delta cukup berpengaruh pada kekuatan dan stabilitas struktur.

1.3 Manfaat

Manfaat analisis ini agar dapat memahami tentang pengaruh P-delta terhadap stabilitas struktur, sehingga dapat digunakan sebagai landasan apakah

efek P-delta cukup menentukan dan perlu dimasukkan dalam perencanaan bangunan bertingkat khususnya bangunan tinggi sehingga tercapai struktur yang stabil.

1.4 Rumusan Masalah

Konfigurasi struktur bangunan tinggi cenderung mengalami kondisi yang labil, hal ini diakibatkan oleh interaksi dari kombinasi pembebanan yang bekerja dan penggunaan elemen struktur yang cukup langsing. Untuk itu perlu spesifikasi khusus dalam perencanaannya yaitu dengan meninjau pengaruh-pengaruh tersebut di atas.

1.5 Hipotesis

Dengan konsep perhitungan yang akan dibahas diharapkan akan didapat hasil pembesaran momen dan anjakan akibat interaksi bekerjanya gaya vertikal dan gaya horisontal yang lebih akurat, sehingga efek P-delta memang perlu dimasukkan dalam perencanaan.

1.6 Batasan Masalah

Mengingat banyaknya permasalahan yang terkait dengan topik yang dibahas, maka tugas akhir ini dibatasi oleh ketentuan sebagai berikut ini.

1. Struktur yang dianalisis adalah portal beton bertulang dengan bentuk bangunan tipikal.

2. Pengaruh kekakuan struktur karena adanya dinding geser dan pengakuan elemen struktur (“bracing”) diabaikan atau dengan kata lain struktur portal yang ditinjau adalah struktur portal terbuka (“open frame”).
3. Analisis struktur tingkat pertama untuk mendapatkan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur menggunakan program aplikasi SAP 90.
4. Pengaruh torsi diabaikan dengan asumsi titik berat struktur yang ditinjau berhimpit dengan titik berat massa.
5. Beban lateral yang dipakai adalah beban gempa arah horizontal yang diperoleh dari perhitungan dengan metode statik ekuivalen berdasarkan Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung (1981).
6. Perhitungan pembebanan memakai Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (1983) dan SK-SNI-T-15-1991.
7. Deformasi akibat pengaruh rotasi pondasi tidak dimasukkan dalam perhitungan.

1.7 Metode Penelitian

Cara studi yang akan dilakukan adalah studi pustaka, membahas dan membuat kesimpulan hasil studi yang dilakukan. Adapun tahapan analisis dan perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut ini

1. Menentukan spesifikasi dan konfigurasi struktur portal beton bertulang yang akan dianalisis.
2. Menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur.
3. Menghitung gaya-gaya dalam dengan program aplikasi SAP 90.

4. Melakukan perhitungan pengaruh P-delta faktor pembesaran dan dengan memodifikasi gaya-gaya dalam yang dihasilkan dari analisis linear .
5. Melakukan komparasi hasil momen dan defleksi akhir yang terjadi.

