

### III. ANALISA STRUKTUR TAHAN GEMPA DAN PENGGUNAAN FAKTOR PEMBESARAN DINAMIS

#### 1. PENDAHULUAN

Dalam peraturan tahan gempa Indonesia untuk gedung 1983 ada beberapa cara untuk menghitung distribusi gaya akibat beban gempa. Yang paling sederhana adalah beban statik ekuivalen, sedangkan dengan analisa dinamis dapat digunakan cara yang sederhana yang disebut Dynamic Modal Analysis, sampai pada cara yang rumit dengan menggunakan analisa riwayat waktu inelastis (Time History Inelastic Analysis).

Akibat beban-beban gempa yang kecil sampai sedang (waktu ulang sampai dengan 20 tahun), biasanya struktur masih diharapkan bersifat elastis, sehingga analisa-analisa elastis baik menggunakan beban statik ekuivalen, beban dinamis modal, maupun analisa riwayat waktu dengan gempa yang direduksi dapat digunakan. Tetapi akibat beban gempa besar dengan waktu ulang 100 - 200 tahun, harus digunakan analisa riwayat waktu inelastis dengan input beberapa gempa besar yang pernah terjadi.

Menurut peraturan gempa Indonesia (PPTGIUG'83)

gempa-gempa yang digunakan untuk analisa riwayat waktu adalah El Centro, Taft, Aomori, Almerdo Park dan gempa-gempa yang pernah terjadi di Indonesia (misalnya gempa Denpasar yang pencatatannya cukup baik)

Nantinya analisa riwayat waktu ini hanya digunakan untuk penelitian-penelitian dan bangunan-bangunan khusus saja. Sedangkan untuk pekerjaan perencanaan sehari-hari digunakan analisa statik ekuivalen yang dimodifikasi dengan konsep Dynamic Magnification Factor.

Hasil gaya-gaya dalam baik berupa momen, gaya geser maupun gaya aksial dimodifikasikan sedemikian rupa sehingga hasilnya menjadi envelope terluar dari hasil-hasil analisa riwayat waktu untuk berbagai macam gempa.

Faktor-faktor yang mempengaruhi Dynamic Magnification Factor adalah waktu getar, tinggi tingkat dan zone gempa.

Dalam skripsi ini Dynamic Magnification Factor sesuai konsep NZS 3404 akan diperiksa dengan program RUAUMOKO.

## 2. ADA 3 ANALISA YANG DIPAKAI UNTUK PERENCANAAN STRUKTUR TAHAN GEMPA.

### 2.1 Analisa Modal Dinamis (Respons Spectrum)

Metode modal atau metode superposisi mode umumnya dapat dipakai untuk menganalisa respons

dinamis struktur-struktur yang kompleks dalam batas-batas linier. Secara khusus metode ini dipakai untuk menganalisa gaya-gaya dan deformasi pada bangunan bertingkat banyak akibat guncangan tanah dengan intensitas sedang. Metode ini didasarkan pada kenyataan bahwa untuk bentuk-bentuk damping tertentu, respon masing-masing mode alami (natural mode) dapat dihitung secara terpisah. Respons modal dapat dikombinasikan untuk menentukan respons secara keseluruhan. Kenyataan penting lainnya adalah bahwa respons yang perlu ditentukan hanyalah beberapa mode pertama saja, karena respons terhadap gempa terutama diakibatkan oleh mode-mode yang rendah. Metode ini sebenarnya hanya dapat diterapkan untuk analisa respons linier. Untuk bangunan yang direncanakan melampaui batas lelehnya, metode ini tidak dapat digunakan. Tetapi untuk gempa sedang (dengan waktu ulang 20 tahunan) perkiraan-perkiraan yang memadai bagi gaya-gaya perencanaan dan deformasi dapat diperoleh dari metode modal dengan memakai desain spektrum untuk sistim-sistim inelastis.

## 2.2 Analisa Statik Ekuivalen

Analisa statik ekuivalen lebih sederhana daripada analisa modal, karena waktu getar dan

bentuk-bentuk mode alami yang tinggi tidak diperlukan. Hanya waktu getar fundamental yang perlu diketahui, inipun diperkirakan terlebih dahulu. Besarnya gaya-gaya lateral untuk bangunan yang teratur, massa dan kekakuannya dihitung berdasarkan waktu getar yang diperkirakan. Distribusi gaya-gaya lateral didapat dengan menggunakan perumusan sederhana untuk sepanjang tinggi bangunan. Selama ini cara demikian yang kita lakukan untuk mendapatkan gaya geser dasar rencana dan distribusinya. Jadi seperti halnya dengan analisa modal, analisa statik ekuivalen ini lebih diperuntukkan bagi gempa-gempa sedang (waktu ulang 20 tahunan) atau untuk bangunan yang direncanakan secara elastis penuh.

### 2.3 Analisa Riwayat Waktu

Analisa ini dipakai untuk struktur yang menerima beban gempa besar (waktu ulang 200 tahun). Hal ini disebabkan karena untuk gempa besar mode-mode yang lebih tinggi dapat lebih dominan serta kelakuan struktur tidak elastis lagi (stifnessnya tidak linier lagi), lagi pula bangunan tersebut dapat melampaui batas lelehnya. Analisa ini memberikan gambaran respons dari struktur yang sebenarnya selama mengalami beban gempa besar, sehingga dari analisa tersebut kita

dapat mengetahui struktur yang kita rencanakan memenuhi syarat atau tidak. Output dari analisa ini dapat menunjukkan apakah konsep Capacity Design yang kita pakai yaitu 'Strong Column-Weak Beam' dimana dihindari terjadinya soft storey dipenuhi.

### 3. FAKTOR PEMBESARAN DINAMIS

Pada konsep baru pada perencanaan struktur baja tahan gempa harus dijamin bahwa kolom luar tetap elastis selama menerima beban gempa, oleh karena itu gaya-gaya dalam dari peraturan harus dikalikan dengan suatu faktor yang disebut faktor pembesaran dinamis. Dalam skripsi kami ini faktor tersebut akan diperiksa apakah nilai sebesar 1.3 untuk faktor tersebut sudah cukup. Adapun penggunaan faktor tersebut adalah untuk memperhitungkan mode-mode yang lebih tinggi, karena bidang momen yang didapat dari analisa statik ekuivalen, yaitu dengan hanya memperhatikan mode yang pertama saja akan sangat berbeda dengan bidang momen yang didapat dari mode-mode yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena perubahan titik balik dari kolom. Dalam perencanaan yang kami lakukan untuk desain digunakan analisa statik ekuivalen dimana kita menganggap bahwa mode yang pertama lebih dominan, hal ini tidak benar apabila struktur tersebut mengalami gempa yang besar,

karena alasan-alasan tersebut diatas sehingga dalam perencanaan kolom luar pada peraturan NZS 3404 diperbesar dengan faktor pembesar dinamis. Selain digunakan faktor pembesar dinamis agar kolom luar dijaga tetap elastis maka kolom tersebut harus mempunyai kapasitas yang lebih besar dari kapasitas balok yang ada, oleh karena itu juga diperbesar dengan suatu faktor yang disebut 'overstrength factor' dari balok yang memperhitungkan pengaruh dari faktor material dan faktor strain hardening yang ada. Untuk peraturan Eropah tidak digunakan faktor pembesar dinamis ataupun overstrength factor dari balok, tetapi harus diperiksa kapasitas dari elemen struktur dengan menggunakan perumusan interaksi dari kombinasi momen, geser dan aksial. Perumusan tersebut dapat dilihat pada bab VI mengenai penjelasan peraturan Eropah. Oleh karena perbedaan tersebut maka peraturan antara New Zealand dengan Eropah akan dibandingkan dengan menggunakan program in-elastic time history analysis (RUAUMOKO).