



Pengukuran Desain Ketahanan Bangunan Baja Tahan Gempa Menggunakan SAP 2000

*Ricardo Salim¹, Reynaldo Pratama Intan², Norman Ray³,
Muhammad Shofwan Donny Cahyono⁴*

^{1,2,3,4}Teknik Sipil, Universitas Widya Kartika, Surabaya, Indonesia.

ricardosalim02@gmail.com, reynaldo@widyakartika.ac.id, normanray@widyakartika.ac.id, shofwandonny@widyakartika.ac.id

STATUS ARTIKEL

Dikirim 22 September 2023

Direvisi 12 Oktober 2023

Diterima 10 November 2023

Kata Kunci:

Analisis Pushover, Bencana, Gempa, Struktur Tahan Gempa

ABSTRAK

Untuk mengurangi kemungkinan terjadinya bencana di Indonesia, wilayah yang rawan gempa, perlu dibangun struktur yang tahan gempa. Secara umum, pengaturan obstruksi gempa tremor tergantung pada penyelidikan primer yang fleksibel dengan menerapkan variabel beban untuk mereproduksi kondisi ekstrim (ekstrim). Namun, struktur runtuh menunjukkan perilaku inelastis selama gempa bumi. Untuk menjamin kinerja gedung yang memuaskan saat terjadi gempa, diperlukan evaluasi untuk memperkirakan perilaku inelastisnya. Analisis pushover yang merupakan bagian dari program SAP2000 dapat digunakan untuk menganalisis dan mengevaluasi kinerja ini. Namun demikian, dengan pengecualian metode Spektrum Kapasitas, poin-poin evaluasi kinerja harus ditentukan secara manual dengan menggunakan berbagai pendekatan. Perilaku keruntuhan struktur sebagai respons terhadap gempa dijelaskan dengan analisis pushover (beban dorong statis), analisis statik nonlinier. Titik unjuk kerja adalah perpindahan maksimum yang terjadi pada suatu struktur saat terjadi gempa sesuai rencana. Studi kasus pada portal baja 3D sampai pada kesimpulan bahwa metode Spektrum Kapasitas (ATC 1996) memberikan nilai terendah (non-konservatif), sedangkan metode Koefisien Displacement FEMA-356 (ASCE 2000) adalah salah satu yang digunakan untuk menghitung poin kinerja. Pemeriksaan lemah juga menunjukkan bahwa ada kontras dalam kelenturan pintu masuk ke segala arah, yang merupakan data penting untuk memperkirakan kemungkinan gempa besar.

1. PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Indonesia mengalami tiga kali gempa besar pada tahun 2004. Pertama, terjadi gempa di Kepulauan Alor pada 11 November dengan kekuatan 7,5 SR. Lalu, pada 26 November, gempa berkekuatan 7,1 skala richter melanda Papua. Last but not least, pada tanggal 26 Desember, Aceh mengalami gempa bumi besar berkekuatan 9,2 yang juga memicu tsunami. Getaran di Aceh menjadi yang terbesar dalam seratus tahun setelah gempa negara Emas pada tahun 1964, seperti yang diungkapkan oleh Kerry Sieh pada tahun 2004. Peristiwa ini menyadarkan masyarakat bahwa Indonesia rawan gempa. Oleh karena itu, struktur yang bekerja di daerah rawan seismik harus dimaksudkan untuk menahan gempa.

Penggunaan teknik desain seismik berbasis kinerja merupakan salah satu perkembangan terbaru dalam perencanaan bangunan. Strategi ini meliputi penggunaan metode pemeriksaan non-lurus berbasis PC untuk berkonsentrasi pada cara berperilaku desain yang mengalami kerusakan inelastis karena getaran dengan berbagai kekuatan. Hal ini

memungkinkan kita untuk memahami bagaimana kinerja bangunan dalam kondisi kritis. Tindakan korektif dapat dilakukan jika suatu bangunan tidak memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Setelah dokumen SEAOC's Vision 2000 pada tahun 1995 dan NEHRP BSSC pada tahun yang sama, metode ini mendapatkan popularitas. Strategi pembangunan tahan gempa yang direncanakan, dilaksanakan, dipelihara, dan diperkuat dituangkan dalam dokumen-dokumen ini. Tingkat kerusakan dan dampak perbaikan yang diperlukan adalah dua faktor yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja bangunan.

Berikut adalah standar kinerja Vision 2000 dan NEHRP:

Tabel 1.1 Performance Criteria

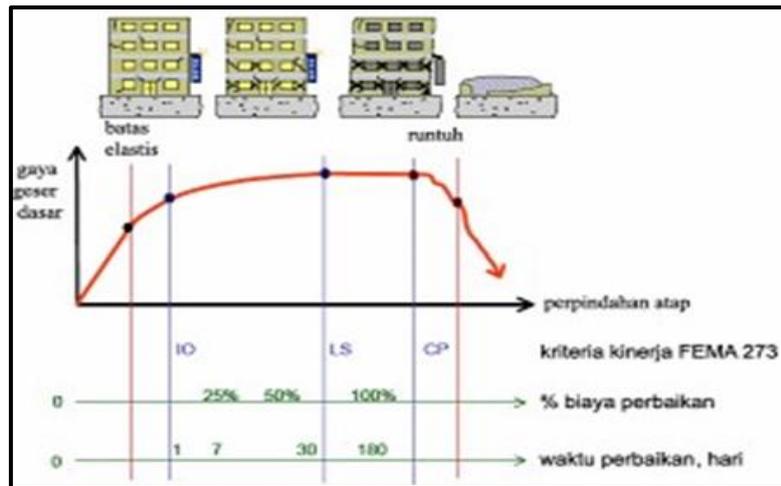
Level Kinerja		Penjelasan
NEHRP	Vision 2000	
<i>Operational</i>	<i>Fully Functional</i>	Tak ada kerusakan berarti pada struktur dan non-struktur, bangunan tetap berfungsi.
<i>Immediate Occupancy</i>	<i>Operational</i>	Tidak ada kerusakan yang berarti pada struktur, dimana kekuatan dan kekakuannya kira-kira hampir sama dengan kondisi sebelum gempa. Komponen non-struktur masih berada ditempatnya dan sebagian besar masih berfungsi jika utilitasnya tersedia. Bangunan dapat tetap berfungsi dan tidak terganggu dengan masalah perbaikan.
<i>Life Safety</i>	<i>Life Safe</i>	Terjadi kerusakan komponen struktur, kekakuan berkurang, tetapi masih mempunyai ambang yang cukup terhadap keruntuhan. Komponen non-struktur masih ada tetapi tidak berfungsi. Dapat dipakai lagi jika sudah dilakukan perbaikan.
<i>Collapse Prevention</i>	<i>Near Collapse</i>	Kerusakan yang berarti pada komponen struktur dan non-struktur. Kekuatan struktur dan kekakuannya berkurang banyak, hampir runtuh. Kecelakaan akibat kejatuhan material bangunan yang rusak sangat mungkin terjadi.

Sejak saat itu, penelitian ekstensif telah dilakukan di seluruh dunia dalam bidang ini, khususnya di Amerika Serikat dan Eropa. Sejumlah publikasi terkait perencanaan berbasis kinerja telah diproduksi di Amerika Serikat oleh *Federal Emergency Management Agency (FEMA)* bersama dengan *Applied Technology Council (ATC)*, *Earthquake Engineering Research Center (EERC)* di University of California, Berkeley, *Building Seismic Safety Council (BSSC)*, dan *SAC Joint Venture*. Akibatnya, komunitas teknik umumnya menerima pendekatan ini sebagai metode mutakhir untuk berbagai aplikasi.

Meskipun perencanaan berbasis kinerja saat ini difokuskan pada pembangunan struktur tahan gempa, namun juga dapat digunakan untuk merencanakan angin topan (tornado), kebakaran, ledakan, dan bahaya lainnya.

Sebagian besar waktu, perencanaan gempa berbasis kinerja menggunakan prosedur kode bangunan. Pedoman ini dimaksudkan untuk menjamin kesejahteraan penghuni gedung dari gempa bumi besar yang mungkin terjadi dan untuk mengurangi kerusakan atau kerugian harta benda akibat gempa sedang yang biasa terjadi. Namun, prosedur peraturan ini tidak dapat secara langsung menunjukkan kinerja bangunan selama gempa bumi yang sebenarnya. Risiko yang dihadapi pemilik gedung dan investasi yang mereka lakukan untuk memitigasi risiko ini terkait dengan kinerja gedung.

Dengan pemahaman yang realistis tentang risiko keselamatan, kesiapan untuk digunakan, dan kerugian ekonomi yang mungkin timbul akibat gempa bumi di masa mendatang, perencanaan gempa berbasis kinerja dapat digunakan untuk merencanakan bangunan baru atau memperkuat bangunan yang sudah ada.



Gambar 1.1 *Performance-Based Earthquake Engineering Illustration (ATC58)*

Cara paling umum untuk mengatur struktur aman gempa berbasis pameran dimulai dengan mendemonstrasikan rencana struktur dan melanjutkan dengan memperagakan kembali situasi getaran yang berbeda. Setiap reproduksi memberikan data tentang tingkat kerusakan, ketangguhan yang mendasari, dan penilaian tingkat kesejahteraan, status untuk digunakan, dan kerugian finansial yang mungkin terjadi. Sehubungan dengan data ini, penyelenggara dapat menyesuaikan tingkat bahaya yang memadai sesuai dengan biaya yang ditimbulkan.

Bagian penting dari pengaturan berbasis eksekusi adalah menetapkan fokus yang jelas untuk eksekusi bangunan terhadap getaran seismik. Pemilik, penyewa, perusahaan asuransi, pemerintah, atau pemberi dana proyek dapat menentukan kondisi yang mereka inginkan. Pilihan ini kemudian digunakan sebagai pembantu oleh insinyur perencanaan

Target pelaksanaan termasuk menentukan kejadian gempa yang direncanakan (risiko gempa) serta tingkat kerusakan yang diperbolehkan atau tingkat pelaksanaan bangunan terhadap getaran (tingkat pelaksanaan). Kategori structure performance level, berdasarkan FEMA-273 (1997), sebuah referensi terkenal dalam performance-based planning, terdiri dari:

- Hunian Cepat (IO = Hunian Cepat),
- Keamanan penyewa yang andal (LS = Life-Wellbeing),
- Menjauhi kerusakan total (CP = Penghindaran Kerusakan).

Gambar 1.1 menggambarkan secara ekspresif tingkat presentasi FEMA 273 bersama dengan tikungan penghilang daya yang menunjukkan cara berperilaku desain secara umum di bawah beban paralel. Tekukan ini dihasilkan melalui penyelidikan statis non-lurus yang unik yang dikenal sebagai pemeriksaan lemah, yang sering disebut sebagai tikungan pengisap. Sebaliknya, istilah "titik kinerja" mengacu pada perpindahan maksimum di puncak gedung ketika mengalami gempa desain.

Selain itu, tingkat kerusakan yang terjadi pada tingkat kinerja yang ditentukan dapat digambarkan secara deskriptif di atas kurva pushover sehingga individu awam dapat mengetahui seberapa besar kerusakan yang mungkin terjadi. Selain itu, ini mungkin terkait dengan tingkat biaya dan waktu yang diharapkan untuk perbaikan di bawah tikungan. Meskipun informasi ini hanya perkiraan, namun cukup untuk menentukan arah tindakan berdasarkan temuan analisis bangunan.

2. METODE

2.1 Langkah-langkah Analisis

Pada Sesuai dengan FEMA 356, analisis beban dorong statis nonlinier akan dilakukan. Kebetulan program SAP2000 yang akan digunakan juga mengacu pada dokumen tersebut. Adapun sarananya adalah sebagai berikut:

1. Analisa elastis struktur dengan perencanaan untuk memenuhi kebutuhan perencanaan bangunan baja Indonesia terkini dengan memasukkan semua elemen bangunan yang berhubungan dengan berat, kekuatan, kekakuan, stabilitas, dan lain-lain. Karena kriteria FEMA 356 mengharuskan setiap komponen struktural memenuhi persyaratan seismik metode AISC LRFD 1994, peraturan baja Indonesia sebelumnya tidak dapat digunakan. Sementara itu, tata cara dalam regulasi baja terbaru, SNI SNI 03-729-2000 (Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung), identik dengan AISC - LRFD.
2. Langkah pertama dalam analisis beban dorong adalah menerapkan beban gravitasi—kombinasi antara beban mati dan beban hidup—ke struktur. Pemeriksaan tahap pokok belum mempertimbangkan keadaan tidak langsung. Selain itu pemeriksaan dilanjutkan dengan memberikan contoh beban paralel yang diberikan secara monoton progresif. Sesuai dengan peraturan FEMA, pola beban lateral harus setidaknya dua di setiap arah untuk mencapai kondisi yang paling kritis.
3. Kekuatan susun horizontal diperluas hingga bagian dasar yang paling rentan terdistorsi yang membuat keteguhannya berubah secara fundamental (terjadi hasil dari area silang). Untuk mengantisipasi perilaku pasca leleh, kekakuan penampang yang mengalami pelelehan pada model akan diubah. Selanjutnya, model struktur yang dimodifikasi akan dibebani dengan kontrol beban atau kontrol defleksi menggunakan pola beban yang sama. Komponen yang meleleh dapat mengubah perilakunya dengan salah satu cara berikut:
 - a. Menempatkan plastik bergantung pada komponen lentur yang mencapai kekuatan lenturnya, ini diberikan pada penutupan batang dan segmen.
 - b. Dengan asumsi ada penopang, komponen penjepit harus di lap sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.
 - c. Ubah informasi kekencangan dengan anggapan bahwa ada komponen yang dapat menahan beban dengan kekakuan yang menurun.
4. Tahap 3 di atas diulangi berkali-kali sebanyak jumlah bagian yang sampai pada kondisi yang semaksimal mungkin (pelembutan). Sebagai catatan, meski intensitas beban naik secara bertahap, namun pola beban yang diberikan tetap sama untuk setiap tahapannya. Namun, FEMA juga memungkinkan penggunaan pola beban adaptif.
5. Untuk setiap langkah penumpukan, kekuatan interior dan cacat plastik dan fleksibel ditentukan dan dicatat. Total gaya dan deformasi baik elastis maupun plastis semua komponen selama setiap tahap pembebanan akan dihitung dengan menjumlahkan gaya dan deformasi dari setiap tahap pembebanan sebelumnya.
6. Proses pemuatan berlanjut hingga perpindahan titik kontrol atap mengungkapkan batas kinerja. Catatan: Sebuah program komputer yang mampu melakukan pushover analisis struktural statis atau analisis struktural non-linear, seperti SAP2000, bertanggung jawab untuk melakukan langkah 3 sampai 6 dengan cara yang terstruktur dan otomatis. Iterasi berulang diperlukan sepanjang prosedur ini untuk mencapai keseimbangan antara kekuatan internal struktur. Kadang-kadang, penekanan ini dapat

memakan banyak waktu tanpa sampai pada penyatuan, yang pada umumnya menunjukkan bahwa desain sampai pada titik kerusakan. Mengontrol perpindahan dalam analisis terkadang dapat membantu dalam menyelesaikan masalah jika keruntuhan tidak terjadi.

7. Pencabutan titik kontrol versus geser dasar untuk setiap tahap timbunan diplot untuk menggambarkan reaksi konduksi tidak langsung dari desain, khususnya tikungan yang lemah. Penyesuaian kemiringan tikungan menunjukkan adanya lelehan pada bagian tersebut.
8. Target perpindahan kemudian ditentukan dengan menggunakan kurva pushover.
9. Performa setiap komponen kemudian ditentukan dengan mengevaluasi akumulasi gaya dan deformasi target perpindahan
 - a. Memutar perilaku terkontrol (misalnya, membungkuk bar), penodaan kontras dan distorsi yang cocok dari FEMA 356.
 - b. Kapasitas kekuatan dibandingkan dengan gaya yang diterapkan untuk perilaku yang dikendalikan gaya, seperti geser balok. Dalam FEMA 356, kapasitas gaya juga ditentukan.
10. Kinerja dianggap tidak memadai jika (a) gaya yang diperlukan dalam aksi atau komponen atau elemen yang dikendalikan oleh gaya, atau (b) besarnya deformasi yang terjadi dalam aksi atau komponen atau elemen yang dikendalikan oleh deformasi melebihi nilai yang ditentukan.

Catatan: Tahapan 9 dan 10 diselesaikan secara alami oleh program PC, dan hasilnya dapat berupa bagan atau tabel yang menampilkan keadaan setiap bagian

2.2 Kriteria Penerimaan Kinerja Struktur

Gaya geser dasar efektif pada leleh, V_y , sebagaimana ditentukan oleh T_e , tidak boleh kurang dari 80% gaya geser dasar pada target perpindahan V_t . Jika komponen rangka baja memenuhi persyaratan berikut, kriteria penerimaan dikeluarkan:

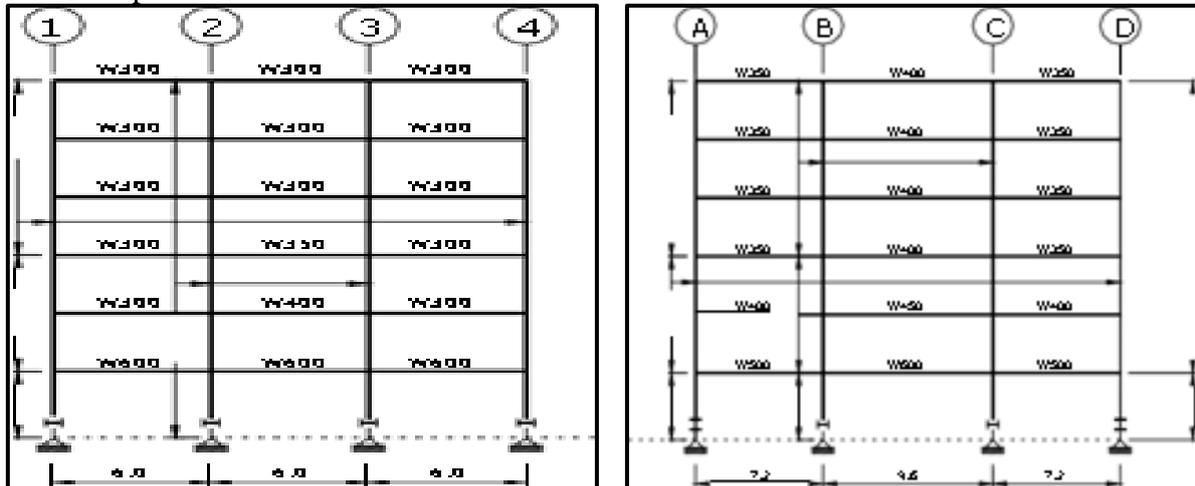
- Kerangka sambungan kedua pada pilar penampang harus direncanakan sedemikian rupa sehingga poros plastis tidak terjadi tepat pada sambungan di poros. Kondisi ini berkembang sebagai akibat gempa Northridge pada tahun 1994, ketika sebagian besar bangunan baja menggunakan sambungan momen pada kolom dan sistem las penuh pada sayap—sistem sambungan yang populer sejak tahun 1950 tetapi banyak yang rapuh (non-ulet) kegagalan.
- Tanpa jejak informasi percobaan atau pemeriksaan pelaksanaan plastifikasi pivot plastis maka General Burden Diversion belokan, dengan batas a, b, c, sebagaimana dicirikan pada Tabel 5-6 dan 5-7 FEMA 356, dapat digunakan untuk menilai bagian kerangka baja.

Setiap titik yang berpotensi menghadapi engsel plastis dievaluasi, dan lokasi engsel tersebut ditentukan oleh model analisis. Untuk menghindari kerusakan pada sambungan yang lemah seperti yang terjadi pada gempa Northridge, semua poros plastik di radat diterima terjadi sebelum bagian yang diperkirakan 0,05 L dari hub. Dua engsel plastik terletak di ujung setidaknya satu balok. Program komputer SAP2000 v 8.3.5, yang telah mengadopsi kriteria evaluasi berdasarkan FEMA 356, melakukan seluruh proses evaluasi komponen struktural secara otomatis. Hasil penilaian disajikan dalam struktur grafis, yaitu cacat awal yang spesifik di sepanjang sambungan plastik yang dibentuk termasuk kondisi tampilannya, selain itu juga dapat ditampilkan dalam struktur yang rata untuk setiap tahap penumpukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Bangunan Rencana

Sistem lantai menggunakan beton bertulang setebal 12 cm yang ditopang oleh balok setiap 2,4 m (umumnya). Sebagai sistem struktur lugas (balok sederhana), balok dibuat dari profil W350. Lantai dapat dianggap sebagai diafragma kaku pada bidang horizontal karena sambungan antara balok dan lantai diangkurkan. Selain itu, analisis struktur tiga dimensi akan dilakukan pada struktur.



Gambar 3.1 Portal 1 and 4 Edge Portal Elevation (m)

Bagian untuk membangun jaringan yang mendukung secara struktural adalah sebagai gabungan untuk mendapatkan kerangka kerja asosiasi yang mendasar dan mudah dijalankan. Oleh karena itu, palang pintu di lantai atas harus diputuskan cukup kokoh agar faktor pengikat di bagian bawah tidak terlalu besar. Program SAP2000 digunakan untuk menghitung faktor tekuk secara otomatis selama proses desain.

Sistem sambungan portal merupakan sistem struktur daktail yang memiliki tulangan sehingga engsel plastis hanya terjadi pada balok dan merupakan sistem sambungan kaku yang sekuat profil terlemah.

3.2 Beban Tetap dan Massa Bangunan

Kekakuan struktur serta massa bangunan mempengaruhi waktu getar alami. Dalam hal ini, beban tetap lantai bangunan memberikan kontribusi terbesar. Lantai beton bertulang ($t = 120$ mm), berat akhir, peralatan ME, dan langit-langit yang ditopangnya merupakan beban tetap, yang disebut sebagai beban mati dalam dokumen ini.

- Berat lantai: $0,12 * 2400 = 288$ kg/m² Finish + ME = 112 kg/m²
- Beban mati seragam lantai atau $q_{DL} = 400$ kg/m²

Beban hidup yang ditentukan oleh fungsi lantai (kantor) adalah 300 kg/m². Beban hidup dikurangi hingga 30% sehingga massa bangunan dapat dihitung. Sederhananya, diasumsikan bahwa dinding penutup bangunan terbuat dari panel aluminium ringan dan kaca. Berat dianggap relatif dapat diabaikan. Program secara otomatis menghitung berat sendiri struktur.

3.3 Analisa Model

Fungsi lantai (kantor) ditentukan bahwa beban hidup adalah 300 kg/m². Beban hidup diturunkan sebesar 30% dengan tujuan agar massa struktur dapat ditentukan. Secara sederhana, diasumsikan bahwa kaca dan panel aluminium ringan membentuk dinding penutup

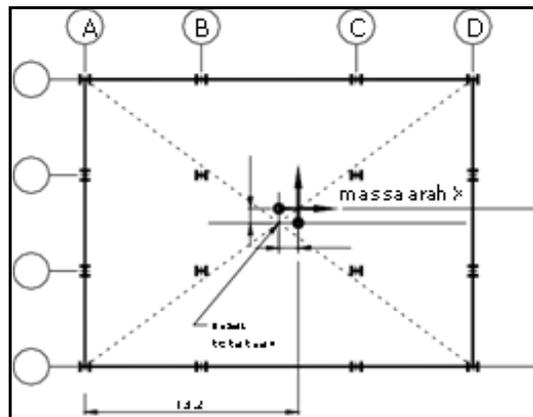
bangunan. Berat dianggap relatif tidak signifikan. Program ini secara alami mengerjakan beban konstruksi sendiri.

Tabel 3.1 *Planned Mass Eccentricity*

Massa-Arah	B	L	Massa	ed	Koord-x	Koord-y
U _x	18.0	24.0	1585000	0.9	12.0	9.9
U _y	24.0	18.0	1585000	1.2	13.2	9.0

Catatan:

- koordinat sudut bangunan (kiri-bawah) = (0,0)
- massa lantai = $B * L * (QDL + \alpha QLL) / g = 18 * 24 * (400 + 0.3 * 300) / 9.81 = 21580 \text{ kg. s}^2/\text{m}$



Gambar 3.2 *Mass Placement with Design Eccentricity*

Analisis mengungkapkan bahwa percepatan dalam arah x dan y memiliki rasio partisipasi beban modal lebih besar dari 90%. Hal ini menunjukkan bahwa tipe pertama dari struktur berlaku, sehingga cocok untuk analisis pushover menggunakan beban statis mendorong.

Pasal 5.6 SNI-1726-2002 menyatakan bahwa untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu adaptif, nilai waktu getar reguler utama T_1 struktur harus dibatasi, bergantung pada koefisien ζ untuk Daerah Gempa dimana struktur ditemukan dan jumlah cerita n sesuai kondisi:

$$T_1 < \zeta n \dots\dots\dots (3.1)$$

Menurut Tabel 8 SNI-1726-2002, untuk wilayah 4, maka nilai $\zeta = 0.17$. Jadi nilai T_1 maksimum untuk bangunan bertingkat 6 adalah $= 0.17 * 6 = 1.02$ detik.

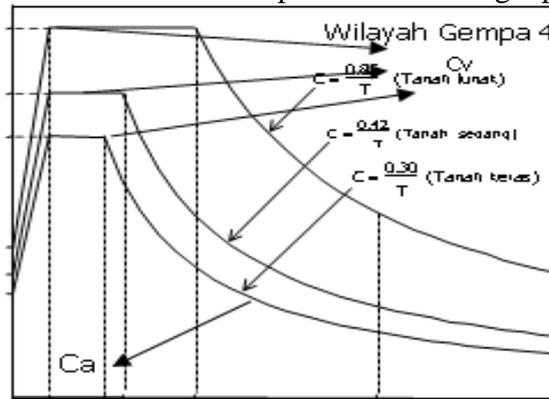
3.4 Konfigurasi Pembebanan

3.4.1. Beban Gempa

Metode analitik Response Spectrum Variety digunakan untuk mensimulasikan efek gempa bumi pada bangunan. Dalam strategi ini, kami menyinggung Rentang Reaksi Gempa Teratur yang ditentukan dalam SNI - 1726 - 2002. Bangunan diasumsikan berada pada ketinggian sedang di atas tanah dan berada di area 4 pada peta gempa.

Rentang Reaksi Gempa Teratur, seperti yang ditampilkan pada gambar di bawah, memiliki nilai ordinat yang digandakan oleh faktor amandemen I/R. Untuk beberapa struktur bangunan, seperti portal baja dengan detail tertentu, faktor reduksi gempa (R) yang representatif adalah 8,5, sedangkan faktor prioritas (I) adalah 1. Dalam keadaan unik ini,

berapa banyak variasi getaran yang harus dipertimbangkan dalam jumlah mode reaksi harus dipilih sehingga dukungan massa dalam menciptakan reaksi lengkap tidak kurang dari 90%..



Gambar 3.3 Planned Response Spectrum Curve (SNI -1726-2002)

Tabel berikut menampilkan respons total dukungan terhadap pemuatan:

Tabel 3.2 Basic Reaction Force uncorrected (1) and after correction (2)

OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	GlobalFZ				
DEAD	LinStatic	-1.705E-13	-8.704E-14	1181815.73	DEAD	LinStatic	-1.705E-13	-8.704E-14	1181815.73
LIVE	LinStatic	-5.969E-13	1.323E-13	777600.00	LIVE	LinStatic	-5.969E-13	1.323E-13	777600.00
eq-x	LinRespSpec	30821.24	826.44	4.285E-02	eq-x	eq-x	1464.21	7.591E-02	54606.31
eq-y	LinRespSpec	826.44	27118.05	9.560E-02	eq-y	LinRespSpec	1664.16	54606.52	1.925E-02

(1)

(2)

Tabel 3.3 Deviation of X (1) and Y (2) Direction (longitudinal direction)

Level	htingkat (m)	Simpangan antar tingkat	X	Simpangan antar tingkat	Y	Ratio	simpangan antar tingkat	Ket.
Ata	3.5	0.04320	0.0029	0.00085				
5	3.5	0.04024	0.0052	0.00149				
4	3.5	0.03502	0.0063	0.00182				
3	3.5	0.02865	0.0070	0.00201				
2	3.5	0.02161	0.0075	0.00216				
1	4	0.01406	0.0140	0.00352				ok

(1)

(2)

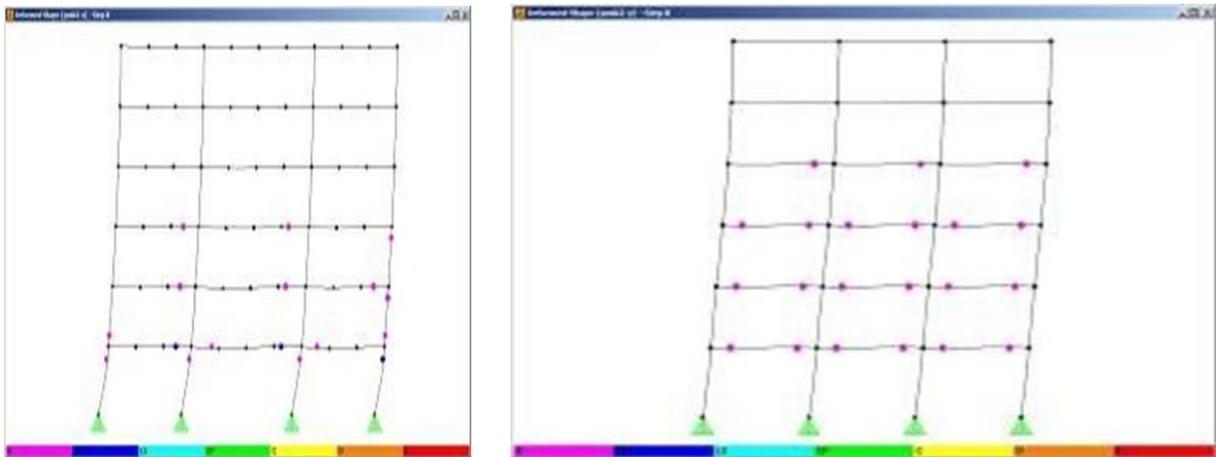
3.4.2. Hasil Perencanaan Struktur Standar

SAP2000 memberikan pilihan penataan baja berdasarkan kode yang berbeda, termasuk: AISC - ASD 1989, AISC - LRFD 1994, AASHTO - LRFD 1997, CAN/CSA-S16.1-94 1995, BS5950 1990 dan CEN 1992. Pilihan dibuat pada sesuai dengan AISC LRFD 1994 dan standar SNI 03 1729 - 2000. Rasio yang dihasilkan adalah kekuatan yang dibutuhkan terhadap kekuatan nominal, dan semua rasio ini dapat diterima (rasio 1).

Dari penilaian tersebut, diketahui bahwa campuran beban getaran seismik mempengaruhi bagian casing di tepi desain, sementara bagian tengahnya masih berada di udara dengan beban yang konsisten. Selain itu, persyaratan perencanaan umum dipenuhi oleh konfigurasi struktural. Namun, analisis yang mempertimbangkan kondisi inelastis bangunan selama gempa diperlukan untuk mengevaluasi kinerja dan perilaku detail struktur.



Gambar 3.4 PM Ratio Portals B-C and Portal A-D



Gambar 3.5 Performance of the X Direction Structure at Step-7 and Performance of the Y Direction Structure at Step - 5

4. KESIMPULAN

Program SAP2000 telah memberikan kantor untuk pengaturan berbasis eksekusi sesuai FEMA 273/356, namun ada beberapa hal yang sebenarnya membutuhkan strategi komputasi manual, misalnya,

- Memutuskan waktu getaran normal yang mendesak setelah pencairan, untuk lebih spesifik membuat tikungan bi-lurus mengingat tikungan pengisap.
- Mendefinisikan evaluasi kinerja dalam istilah "target pergerakan," atau "T."

Saat menilai perilaku struktur sebagai respons terhadap peristiwa seismik tertentu, salah satu aspek penting adalah mengevaluasi kinerja atau perpindahan target, T. Hal ini memberikan gambaran tentang seberapa besar struktur akan terpengaruh oleh gempa. Ditemukan bahwa berbagai pendekatan untuk menentukan T menghasilkan berbagai hasil. Jika dibandingkan dengan ketiga metode lain yang dievaluasi, metode Capacity Spectrum yang merupakan metode built-in pada program SAP2000 memberikan nilai T yang paling

rendah. Namun, ketiga pendekatan ini harus dihitung secara manual karena tidak tersedia sebagai opsi default di SAP2000.

Metode FEMA 273/356 Displacement Coefficient dan kriteria Ultimate Limit Performance dari SNI 1726 menghasilkan nilai T yang signifikan, seperti yang ditunjukkan oleh hasil. Entri X-heading menampilkan perilaku serbaguna di bawah getaran seismik rencana, namun perilaku pasca-hasil secara umum kurang terperinci dibandingkan dengan gerbang Y-bearing. Ujung ini ditarik mengingat keadaan tikungan pengisap berikutnya. Dalam entri X-heading, tikungan pengisap entah dari mana berhenti pada batas setelah berhenti berpura-pura, mengalami kekecewaan yang tak terduga. Sebaliknya, kurva pushover portal arah-Y terus menunjukkan deformasi yang signifikan dan penurunan kekuatan secara bertahap setelah titik puncak.

Akibatnya, terlepas dari fakta bahwa kedua portal arah panjang dan pendek memenuhi kriteria desain standar, perilaku selanjutnya berbeda. Analisis pushover diperlukan untuk mengidentifikasi perbedaan ini. Kesimpulan yang dicapai pada akhir diskusi ini adalah bahwa desain berbasis kinerja dapat memberikan wawasan yang bermanfaat tentang perilaku struktur selama peristiwa seismik. Dengan cara ini, informasi mengenai respon struktural terhadap gempa dapat diperoleh dari awal perencanaan oleh pemilik bangunan, insinyur desain, dan penghuni.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Applied Technology Council.(1996). “ ATC 40 - Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings”, Redwood City, California, U.S.A.
- ASCE (2000). “FEMA 356 - Prestandard And Commentary For The Seismic Rehabilitation Of Buildings”, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
- ATC-33 Project.(1997a). “FEMA 273 – NEHRP Guidelines For The Seismic Rehabilitation of Buildings” , Building Seismic Safety Council, Washington, D.C.
- ATC-33 Project.(1997b) “FEMA 274 – NEHRP Commentary On The Guidelines For The Seismic Rehabilitation of Buildings” , Building Seismic Safety Council, Washington D.C.
- ATC-55 Project.(2004). “FEMA 440 - Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures”, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
- BSSC.(1995) “FEMA 222 - NEHRP Recommended Provision for Seismic Regulations for New Building ”, Washington, D.C.
- SEAOC.(1995). "Vision 2000 - A Framework for Performance Based Earthquake Engineering." Vol. 1, January, 1995.
- SNI – 1726 – 2002, “Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung”, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, April 2002