

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. LATAR BELAKANG**

Gempa bumi adalah salah satu kejadian alam yang tidak mungkin dihindarkan. Kurang lebih satu juta gempa kecil terjadi setiap tahunnya. Gempa bumi dapat disebabkan oleh beberapa kejadian, gempa yang disebabkan oleh aktifitas gunung berapi, pergerakan lempeng bumi (tektonik), aktifitas manusia, dll. Gempa yang paling sering terjadi adalah gempa yang diakibatkan oleh pergerakan lempeng tektonik. Lempeng tektonik merupakan lapisan batuan di bawah kulit bumi yang terapung di atas lapisan *Asthenosphere*. Lempeng tektonik sering mengalami pergeseran satu dengan lain, hal ini yang menyebabkan gempa. Pergeseran lempeng terjadi disertai dengan pelepasan energi. Gempa akan berhenti sampai lempeng menemukan posisi yang stabil.

Indonesia memiliki resiko tinggi akan terjadinya gempa, karena Indonesia terletak dipertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu lempeng tektonik Hindia-Australia, lempeng Pasifik, dan lempeng Eurasia. Pertemuan ketiga lempeng ini akan membentuk jalur gempa baru. Jalur gempa itu akan melewati wilayah Indonesia mulai dari Bukit Barisan, Pantai Selatan Jawa, Maluku, Irian Jaya, dan Sulawesi [7]. Kejadian gempa ini dapat dilihat sepanjang tahun 2004 sampai 2006. Banyak kerusakan dan korban jiwa yang terjadi ketika gempa melanda daerah tersebut.

Mengingat Indonesia mempunyai resiko tinggi akan terjadinya gempa, maka pemerintah Indonesia harus mempunyai peraturan sendiri tentang pengadaan bangunan yang dikontrol terhadap gempa. Hal ini dilakukan untuk memperkecil resiko terjadinya kerugian yang besar yang diakibatkan gempa bumi, terutama mencegah terjadinya korban jiwa. Peraturan ini telah dikeluarkan pada tahun 2002, yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI 03-1726-2002) yang mengatur perancangan ketahanan gempa untuk bangunan tinggi. SNI 03-1726-2002 [11]

mempunyai beberapa perbedaan dari peraturan sebelumnya, salah satunya ialah penggunaan faktor reduksi gempa  $R$  yang berhubungan dengan daktilitas struktur. Ada tiga faktor utama dalam sebuah perancangan struktur, pertama Kekuatan (*Strength*), Kekakuan (*Stiffness*), dan Daktilitas (*Ductility*). Daktilitas pada sebuah struktur dapat menambah kekuatan tahan gempa dari struktur tersebut. Perannya disini adalah untuk menahan gaya gempa dengan kemampuan respon non-linear struktur ketika gempa terjadi. Kemampuan itu dapat dilihat dari simpangan yang terjadi ketika gempa berlangsung. Daktilitas ini dibagi atas tiga jenis : Daktilitas Lendutan, Daktilitas Lengkungan, dan Daktilitas Tegangan.

Dalam perancangan sebuah struktur, digunakan Faktor Reduksi gempa  $R$  dalam hubungan dengan daktilitas struktur. Nilai Faktor Reduksi gempa  $R$  dipengaruhi oleh nilai daktilitas, redundansi, dan kuat lebih dari sebuah struktur. Penggunaan Faktor Reduksi gempa  $R$  ini akan membuat struktur lebih efisien. Faktor reduksi gempa  $R$  juga digunakan pada peraturan lain, seperti pada *International Building Code (IBC) 2000* [5]. Nilai Faktor Reduksi gempa  $R$  pada umumnya dapat dilihat langsung dari tabel yang sudah tersedia pada setiap peraturan. Ada tiga hubungan antara nilai Faktor Reduksi  $R$  dengan daktilitas secara teoritis, yaitu prinsip persamaan lendutan (*equal-displacement principle*), prinsip persamaan energi (*equal-energy principle*), dan prinsip persamaan percepatan (*equal-acceleration principle*).

Pada struktur yang terdiri dari beberapa subsistem, tentu saja nilai  $R$  yang dimiliki akan berbedabeda. Hal ini disebabkan karena pada struktur yang memiliki beberapa subsistem nilai daktilitasnya akan berubah karena pengaruh dari masing-masing subsistem. Berdasarkan SNI 03-1726-2002 pasal 4.3.5[11], Dinyatakan bahwa :

“Apabila dalam arah pembebanan gempa akibat pengaruh Gempa Rencana sistem struktur gedung terdiri dari beberapa jenis subsistem struktur gedung yang berbeda, faktor reduksi gempa representatif dari struktur gedung itu untuk arah pembebanan gempa tersebut dapat dihitung sebagai nilai rata-rata berbobot dengan gaya geser dasar yang dipikul oleh masing-masing jenis subsistem sebagai besaran pembobotannya menurut persamaan :

$$R = \frac{\sum V_s}{\sum V_s / R_s}$$

Di mana  $R_s$  adalah nilai faktor reduksi gempa masing-masing jenis subsistem struktur gedung

dan,  $V_s$  adalah gaya geser dasar yang dipikul oleh masing-masing jenis subsistem struktur gedung tersebut, dengan penjumlahan meliputi seluruh jenis subsistem struktur gedung yang ada.

Metode ini hanya boleh dipakai, apabila rasio antara nilai-nilai faktor reduksi gempa dari jenis-jenis subsistem struktur gedung yang ada tidak lebih dari 1,5.”

Pada International Building Code 2000, pasal 1617.6.2 ( *Combination along the same axis* ) [5] dinyatakan

“Untuk selain sistem ganda dan sistem dinding geser interaktif, dimana kombinasi dari sistem struktur yang berbeda direncanakan untuk menahan gaya lateral dalam arah yang sama, nilai  $R$  yang digunakan untuk disain dalam arah tersebut tidak boleh lebih besar dari nilai sistem terkecil yang digunakan dalam arah yang sama.

Pengecualian : Untuk rangka ringan, bangunan *flexible diaphragm*, gempa wilayah I dan bangunan dua tingkat atau lebih rendah : element penahan diijinkan untuk dirancang menggunakan nilai terkecil  $R$  untuk struktur yang berbeda yang ada pada setiap sumbu tahanan tunggal. Nilai  $R$  yang digunakan untuk disain diaphragma dalam struktur tersebut tidak boleh lebih besar dari nilai terkecil pada sistem dalam arah yang sama.”

Faktor Reduksi  $R$  ini berhubungan langsung dengan daktilitas dari sebuah struktur. Daktilitas pada struktur juga dapat dicari dengan mengetahui lendutan yang terjadi pada struktur tersebut. Daktilitas pada sebuah struktur akan menjadi sorotan utama pada penulisan ini, terutama daktilitas pada gabungan subsistem (*Dual System*).

## 1.2. PERMASALAHAN

Dalam menentukan nilai  $R$  yang akan digunakan pada perancangan struktur, terdapat perbedaan pendekatan antara peraturan SNI dan IBC. SNI 2002 menyatakan bahwa untuk menentukan nilai  $R$  struktur ganda yang terdiri dari dua subsistem dengan masing-masing nilai  $R$  yang berbeda, maka nilai  $R$  gabungan haruslah berdasarkan kombinasi sesuai dengan rumusan yang telah diberikan. SNI menetapkan nilai  $R$  gabungan berdasarkan nilai  $R$  berbobot. Sedangkan IBC 2000 menyatakan nilai  $R$  untuk struktur ganda tersebut, haruslah diambil nilai  $R$  terkecil dari salah satu subsistemnya. Permasalahan yang terjadi adalah bagaimana menentukan nilai  $R$  yang mendekati kondisi sebenarnya, apakah dengan menggunakan nilai  $R$  terbesar,  $R$  terkecil, atau nilai  $R$  berbobot sesuai dengan SNI. Pertanyaan lainnya adalah pada bangunan tingkat rendah, menengah, dan tinggi, nilai  $R$  yang manakah yang akan mendekati kondisi sebenarnya.

## 1.3. TUJUAN PENULISAN

Tujuan dari penulisan ini adalah mencari nilai  $R$  yang paling efisien dalam perancangan struktur tahan gempa yang terdiri dari dua subsistem. Apakah nilai  $R$  yang digunakan harus dibobotkan atau mengambil salah satu nilai  $R$  dari subsistem yang digunakan. Penggunaan nilai  $R$  tentunya akan mengefektifkan perancangan struktur. Selain itu dengan penulisan ini dapat dilakukan evaluasi daktilitas rencana dengan daktilitas kebutuhan dari sebuah struktur.

## 1.4. PEMBATASAN MASALAH

Evaluasi dengan metode ini membatasi masalah dalam hal:

- 1) Struktur terdiri dari dua subsistem.
- 2) Gaya lateral yang diterima struktur dalam arah (*axis*) yang sama.
- 3) Analisa dilakukan terhadap beban dinamik akibat gempa.
- 4) Hubungan faktor reduksi gempa  $R$  dengan daktilitas digunakan pada rentang periode panjang.
- 5) Analisa dilakukan dengan permodelan sistem Massa-Pegas-Peredam/ satu derajat kebebasan.

- 6) Model inelastis - non linear.
- 7) Permodelan dijalankan dengan program MATLAB.

### **1.5. HIPOTESIS**

Pada disain struktur bangunan, digunakan faktor reduksi gempa  $R$ . Nilai  $R$  disain ini diatur oleh peraturan yang berlaku. Pada struktur yang mempunyai dua subsistem, nilai  $R$  disain yang digunakan bisa saja nilai  $R$  terkecil dari subsistem yang ada, ataupun nilai  $R$  berbobot. Nilai  $R$  dipengaruhi oleh rasio periode getar struktur dengan periode getar gempa. Pada struktur yang mempunyai periode getar alami besar, nilai  $R$  perlu lebih kecil dibandingkan dengan nilai  $R$  perlu pada struktur rendah (periode getar alami kecil). Atau dengan kata lain, nilai  $R$  disain berdasarkan pendekatan IBC lebih cocok untuk bangunan rendah, sedang, dan tinggi. Sedangkan nilai  $R$  dengan pendekatan SNI (nilai  $R$  berbobot) cocok digunakan pada bangunan sedang dan tinggi.

### **1.6. SISTEMATIKA PENULISAN**

Laporan evaluasi ini terdiri atas lima bab, dan diharapkan dapat menjelaskan seluruh perihal pembahasan mengenai evaluasi daktilitas pada struktur ganda :

- BAB I : Pendahuluan berisi Latar Belakang, Permasalahan, Tujuan penelitian, Pembatasan Masalah, Hipotesis, Metodologi, dan Sistematika Penulisan.
- BAB II : Dasar Teori terdiri dari dua bagian, yaitu Teori Dinamika Struktur, dan Daktilitas Pada Struktur Dan Faktor Reduksi Gempa.
- BAB III : Metodologi penelitian akan membahas bagaimana Modelisasi Struktur yang akan digunakan, Prosedur Analisa, dan Variabel Analisa yang akan digunakan pada penelitian ini.
- BAB IV : Simulasi Parametrik akan menjelaskan simulasi dan variasi-variasi apa yang akan dilakukan pada penelitian ini.
- BAB V : Hasil yang diperoleh dari simulasi parametrik akan didiskusikan. Nilai-nilai  $R$  yang telah diperoleh akan dilihat dan didiskusikan.

BAB VI : Kesimpulan berisi kesimpulan analisa efektifitas nilai  $R$  dan hasil-hasil lainnya yang telah didapat.

