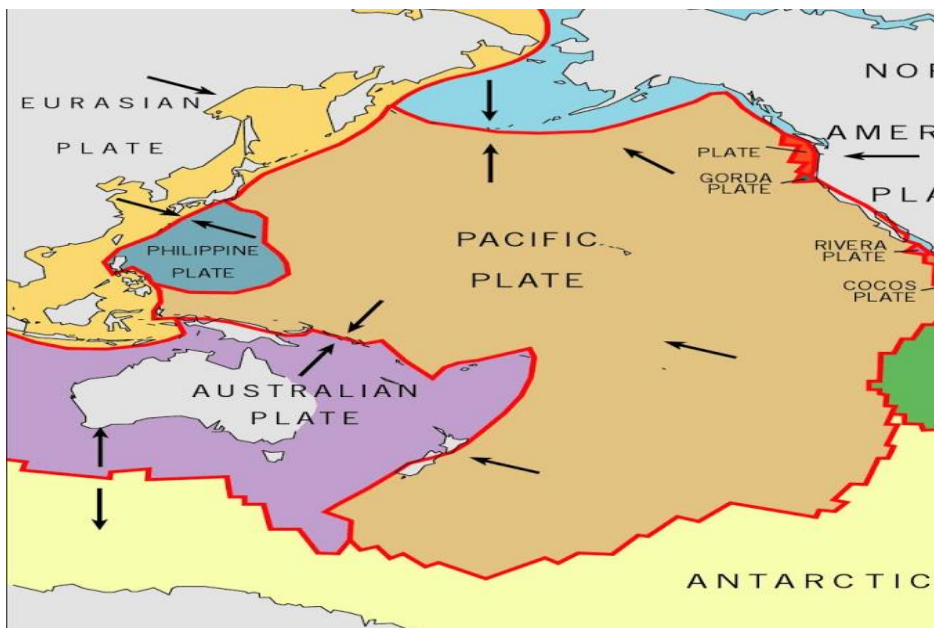


# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap gempa karena terletak pada jalur gunung berapi aktif (*ring of fire*) dan pertemuan 4 lempeng tektonik, yaitu lempeng Hindia-Australia, lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng Phillipines (ditunjukkan pada Gambar 1.1). Hal ini menyebabkan Indonesia sering kali mengalami gempa bumi akibat dari aktivitas lempeng tektonik maupun dari aktivitas gunung berapi. Kondisi letak geografis Indonesia tersebut, menyebabkan sebagian besar wilayah Indonesia terutama yang padat penduduk adalah rawan gempa. Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan salah satu provinsi yang dilalui jalur *ring of fire*. Lokasi DIY tersebut mengakibatkan wilayah Yogyakarta menjadi rawan akibat gempa tektonik dan vulkanik.



Gambar 1.1 Peta Tektonik Indonesia  
(<http://antigempa.com/gampang-paham-teori-lempeng-tektonik/>)

Intensitas gempa di Indonesia sering terjadi baik yang berskala kecil maupun berskala besar. Beberapa tahun terakhir, jumlah kejadian gempa di Indonesia terbilang meningkat. Terdapat beberapa gempa berskala besar yang dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan bahkan menimbulkan korban jiwa. Beberapa daerah seperti Aceh (2004), Nias (2005), Yogyakarta (2006), Bengkulu (2007), Padang (2009), Mentawai (2010), dan daerah-daerah lainnya dilanda gempa dalam waktu yang berdekatan. Disamping itu secara berulang, di tempat yang sama dalam waktu yang cukup dekat kejadian gempa juga dapat terjadi. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI), antara tahun 1995 sampai 2015 telah terjadi 344 kali kejadian gempa. (DIBI, 2015).

Dari kejadian gempa Yogyakarta yang terjadi pada tanggal 27 Mei 2006 lalu telah mengakibatkan berbagai kerusakan, baik sarana maupun prasarana fisik serta korban jiwa pada berbagai daerah di Provinsi Yogyakarta. Hasil evaluasi pasca gempa Yogyakarta ditemukan bahwa tidak hanya rumah masyarakat yang rusak berat, tetapi juga bangunan-bangunan seperti candi, bangunan perkantoran, bangunan rumah sakit serta akses jalan yang terhambat karena jembatan runtuh. Kerusakan dan kegagalan struktur bangunan akibat gempa dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Kerusakan bangunan akibat gempa (Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan di Parangtritis)

(<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bb/JogjaEarthquake27Mei2006-2.jpg>)

Hal ini menjadi pertanyaan serta kekhawatiran, apakah bangunan *engineered* lain yang termasuk bangunan publik dan bangunan penting atau *lifeline facilities* yang berada pada daerah rawan gempa mampu bertahan jika terjadi gempa atau gempa yang sama terulang lagi ? (Satyarno, 2010). Mengingat sebagian besar wilayah Indonesia terutama yang padat penduduk adalah rawan gempa.

Yogyakarta merupakan daerah yang mempunyai populasi penduduk cukup tinggi karena merupakan kota pendidikan dan kota wisata. Tingkat penambahan penduduk yang cukup besar tiap tahunnya inilah yang mengakibatkan meningkatnya kebutuhan fasilitas umum. Semakin banyaknya pembangunan mengakibatkan lahan yang tersedia semakin terbatas. Terbatasnya lahan menuntut pembangunan berkembang ke arah vertikal yaitu membangun dengan jumlah tingkat yang tinggi.

Tingginya potensi gempa dan banyaknya jumlah bangunan tinggi, membuat perencanaan struktur gedung harus diperhitungkan dengan tepat sesuai dengan kondisi yang ada. Hal yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi atau paling tidak memperkecil kerusakan-kerusakan bangunan akibat adanya gempa bumi yang akan terjadi melalui perencanaan bangunan tahan gempa. Dalam perencanaan bangunan tahan gempa hal yang harus diperhatikan adalah meningkatkan kekuatan struktur untuk menahan gaya lateral. Permasalahan utama dalam perencanaan gedung bertingkat banyak di Indonesia adalah ketahanan gedung dalam menerima beban lateral, karena gaya gempa horizontal menyerang titik-titik lemah struktur yang dapat menyebabkan keruntuhan (*failure*). Menurut Budiono (2011), struktur bangunan tahan gempa harus memiliki kekuatan, kekakuan, dan stabilitas yang cukup untuk mencegah terjadinya keruntuhan bangunan. Salah satu cara untuk memperkuat struktur dalam menahan gaya lateral akibat gempa adalah dengan penggunaan peredam dan dinding geser.

Selama ini, perencanaan bangunan tahan gempa berbasis kekuatan (*force based design*) telah terbukti mengurangi banyak korban jiwa, tetapi tidak berfungsinya bangunan publik karena kerusakan yang terjadi dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang cukup besar. Pada perencanaan bangunan tahan gempa berbasis kekuatan, perhitungan gaya gempa dilakukan dengan analisis linier

(elastis), sehingga tidak menunjukkan kinerja bangunan terhadap gempa secara langsung, karena kinerja struktur hanya terjamin pada dua level, yaitu pada gempa kecil bangunan berada dalam keadaan siap pakai (*serviceability limit state*) dan pada saat gempa besar bangunan tetap berada dalam kondisi tidak hancur (*safety limit state*). Tidak diketahui dengan jelas kinerja (*performance*) bangunan dalam keadaan gempa sedang.

Saat ini, arah metode perencanaan bangunan tahan gempa beralih dari pendekatan berbasis kekuatan (*force based design*) menuju pendekatan berbasis kinerja (*performance based design*). Dalam hal ini, perancangan tidak hanya berdasarkan gaya-gaya yang bekerja tetapi juga memperhatikan besarnya deformasi yang terjadi untuk mengurangi kerusakan pada komponen elemen non struktur. Hal ini dikarenakan elemen non struktur lebih sensitif terhadap goyangan atau simpangan. Sehingga, perlu adanya usaha-usaha untuk mengendalikan simpangan yang salah satunya dengan perencanaan bangunan tahan gempa berbasis kinerja (*performance based design*).

Dewabroto (2006), keamanan dan keselamatan bangunan tidak hanya bergantung pada tingkat kekuatan, tetapi juga pada tingkat deformasi dan energi terukur pada kinerja struktur. Untuk mengetahui kinerja seismik struktur maka perlu digunakan analisis statik nonlinier yang sederhana tetapi cukup akurat. Pada *performance based design* ada beberapa metode yang digunakan untuk menentukan kriteria kinerja struktur yaitu, metode *capacity spectrum* (ATC-40) dan metode *displacement coefficient* (FEMA 356 dan FEMA 440). Salah satu cara analisis nonlinier yang dapat digunakan adalah *capacity spectrum method* yang memanfaatkan analisis beban dorong statis nonlinier (*nonlinear static pushover analysis*) yang menggunakan kinerja struktur sebagai sasaran perencanaan.

Lumantarna, Benjamin., Gunawan, Iksan., dan Wijaya, Eka. (2004) telah melakukan penelitian Keandalan Analisis *Pushover* untuk mengetahui Perilaku Seismik Non-Linier Struktur Portal Terbuka dengan *Re-entrant Corner*. Penelitian ini menganalisis dua struktur portal terbuka dengan *re-entrant corner*, terdiri dari struktur lima lantai dan sepuluh lantai. Kedua struktur ini termasuk dalam kategori bangunan tidak teratur yang direncanakan sesuai dengan konsep SNI 03-1726-

1999. Perilaku seismik struktur ini dievaluasi menggunakan analisis *static pushover* dan analisis dinamik nonlinier riwayat waktu dengan menggunakan percepatan gempa sintesis yang telah disesuaikan dengan respons spektrum dalam konsep perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung. Kurva kapasitas yang didapatkan dari analisis *static pushover* kemudian dibandingkan dengan kurva kapasitas yang didapatkan dengan analisis riwayat waktu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis *static pushover* masih memberikan prediksi kapasitas struktur yang konservatif dan cukup memadai. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa keandalan analisis *static pushover* menurun sejalan dengan bertambahnya pengaruh ragam yang lebih tinggi.

Pranata (2006) telah melakukan penelitian terhadap tiga gedung beton bertulang dengan sistem struktur rangka pemikul momen dengan kriteria khusus dan menengah bertingkat sepuluh. Perilaku seismik struktur ini dievaluasi dengan menggunakan evaluasi kinerja memanfaatkan *pushover analysis* dan analisis inelastik dinamik riwayat waktu (*inelastic dynamic time history analysis*). Target peralihan dilakukan sebelum evaluasi kinerja dilakukan. Parameter ini yang akan digunakan dalam menentukan kriteria kinerja struktur. Gedung didesain sesuai SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-2847-2002. Beberapa metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : SNI 1726-2002 sebagai syarat peralihan, ATC-40 sebagai metode *capacity spectrum*, FEMA 356 dan FEMA 440 sebagai metode *displacement coefficient*. Hasil studi ini menunjukkan bahwa peralihan tidak bergantung pada nilai besar/kecilnya percepatan puncak muka tanah, tapi lebih dipengaruhi oleh faktor karakteristik gempa dan apabila dibandingkan dengan gempa el centro, flores, dan pacoima dengan analisis *pushover*, maka hasil peralihan, *drift ratio* dan rotasi sendi plastis yang terjadi jauh lebih kecil, maka hasil analisis *pushover* cukup rasional dan dapat diandalkan untuk evaluasi perilaku seismik.

Wisnumurti., Cahya, Indra., dan Anas, Ashar. (2012) telah melakukan penelitian tentang Analisis *Pushover* Pada Gedung Tidak Beraturan (Studi Kasus : Gedung Baru FIA UNIBRAW). Analisis *pushover* pada penelitian ini dilakukan pada bangunan perkuliahan yang terdiri dari 4 lantai. Perilaku seismik struktur ini

dievaluasi dengan menggunakan evaluasi kinerja memanfaatkan *pushover analysis* yang mengacu pada ATC-40 dan ACMC 2001. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa deformasi lateral yang terjadi sebesar 0,119 m, dan persentase *drift* rata-rata yang didapat sebesar 0,3%, hasil ini menunjukkan bahwa berdasarkan ATC-40 gedung ini termasuk dalam level kinerja *Immediate Occupancy* (IO), dan berdasarkan ACMC 2001 gedung ini termasuk dalam kondisi batas layan (*serviceability limit*).

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang telah dipaparkan diatas, dapat disimpulkan bahwa metode *pushover analysis* telah terbukti mampu memberikan prediksi kapasitas struktur yang konservatif dan mengevaluasi kinerja bangunan (*performance point*), akan tetapi pada penelitian ini tidak akan membahas lebih jauh tentang *performance point*, lingkup yang menjadi pembahasan hanya mencakupi *pushover analysis* dan kurva kapasitas. Pada penelitian ini analisis *pushover* digunakan untuk mengetahui dan membandingkan kurva kapasitas pada struktur gedung beton bertulang sistem rangka pemikul momen dan gedung beton bertulang sistem ganda (*dual system*) dengan variasi geometri dinding geser. Kurva kapasitas pada gedung beton bertulang dengan sistem rangka dan sistem ganda berbeda, sehingga perlu diidentifikasi.

## **1.2 RUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, rumusan masalah pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Seperti apa kurva kapasitas pada struktur gedung beton bertulang sistem rangka dan sistem ganda ?
2. Bagaimanakah perbandingan kurva kapasitas pada struktur gedung beton bertulang sistem rangka dan sistem ganda ?
3. Berapa persentase gaya geser dasar terhadap berat bangunan pada saat kondisi leleh dan kondisi runtuh ?

### **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. untuk mengetahui kurva kapasitas pada struktur gedung beton bertulang sistem rangka dan sistem ganda.
2. untuk mengetahui perbandingan hasil kurva kapasitas pada struktur gedung beton bertulang sistem rangka dan sistem ganda.
3. untuk mengetahui persentase gaya geser dasar terhadap berat bangunan pada saat kondisi leleh dan kondisi runtuh.

### **1.4 MANFAAT PENELITIAN**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. kurva kapasitas yang didapat dari hasil penelitian dapat digunakan untuk menentukan level kinerja struktur bangunan.
2. dari hasil mekanisme distribusi sendi plastis, maka dapat diketahui daerah-daerah yang nantinya diperkirakan akan runtuh saat terjadi gempa bumi.

### **1.5 BATASAN PENELITIAN**

Penelitian ini membutuhkan batasan agar dapat terarah dan terfokus, maka dibuat batasan-batasan sebagai berikut.

1. Penelitian ini menganalisis 2 struktur gedung beton bertulang yang terdiri dari 10 tingkat, dengan sistem rangka dan sistem ganda.
2. Lokasi gedung di Yogyakarta dengan jenis tanah sedang (sesuai SNI 1726-2012).
3. Peraturan pembebanan mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (SKBI-1983).
4. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan gedung mengacu pada SNI 1726-2012.
5. Analisis penampang balok, kolom, dan dinding geser mengacu pada Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013).

6. Analisis perencanaan pelat menggunakan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971).
7. Analisis statik nonlinier yang digunakan dalam penelitian adalah analisis statik nonlinier (*pushover analysis*).
8. Peraturan yang dipakai untuk pemodelan *hinge properties* pada program ETABS v.9.7.2 memakai *Applied Technology Council* (ATC-40) dan untuk prosedur modifikasi kurva kapasitas menjadi kurva bilinear menggunakan peraturan *Federal Emergency Managemen Agency* (FEMA 356).
9. Mutu bahan pada struktur mempunyai karakteristik sebagai berikut ini.
  - a. Mutu beton pada balok dan kolom  $f^c = 27,5$  MPa
  - b. Mutu baja tulangan  $f_y = 400$  MPa.
10. Perhitungan struktur meliputi 4 komponen, yaitu:
  - a. perencanaan dinding geser,
  - b. perencanaan kolom,
  - c. perencanaan balok, dan
  - d. perencanaan pelat lantai dan atap.
11. Pada analisis, struktur tangga tidak dimodelkan.
12. Analisis struktur linier menggunakan bantuan program SAP 2000 versi 14.
13. Analisis struktur nonlinier menggunakan bantuan program ETABS v.9.7.2.