

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bangunan gedung menurut undang-undang republik Indonesia no 28 tahun 2002 adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, Sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik hunian atau tempat kegiatan lainnya (Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28, 2002).

Persyaratan yang harus dimiliki bangunan gedung adalah memiliki ketahanan dan kekuatan yang menjamin kegiatan manusia di dalamnya, sehingga tidak adanya kegagalan bangunan akibat faktor beban, khususnya pada daerah yang rawan terjadinya gempa bumi yang berpotensi menyebabkan hilangnya fungsi bangunan sehingga membahayakan manusia yang berkegiatan di dalamnya (Samsunan, 2016)

Gempa bumi dapat dikategorikan dalam dua jenis yaitu gempa vulkanik dan gempa tektonik, gempa vulkanik terjadi akibat aktivitas gunung berapi yang memuntahkan lahar panas dari perut gunung berapi, biasanya gempa vulkanik terjadi sebelum letusan gunung berapi. Dampak dari gempa vulkanik akibat letusan gunung berapi tidak sebesar gempa tektonik, dikarenakan energi gempa sudah dilepaskan pada saat terjadi letusan-letusan sebelum letusan besar terjadi, sehingga dampak gempa tersebut hanya dirasakan di sekitar gunung berapi. Gempa Tektonik terjadi akibat adanya pergerakan lempeng kerak bumi atau adanya garis patahan bumi. Gempa tektonik akibat pergerakan lempeng dapat terjadi di laut dan di darat. Beberapa lempeng kerak bumi dan patahan yang terkenal di dunia dan dapat menyebabkan terjadinya gempa tektonik adalah Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, Lempeng Pasifik dan Patahan San Andreas. Di Indonesia sendiri dilewati oleh Lempeng Eurasia dan Lempeng Indo-Australia sehingga berpotensi terjadinya bencana gempa kapan saja,

oleh karena itu bangunan gedung dan non gedung di Indonesia harus didesain mampu menahan gaya gempa besar. (Usman Wijaya, 2018)

Akibat Indonesia terletak pada daerah lempeng bumi, maka Indonesia tidak terlepas dari bencana alam akibat lempeng tektonik ini, selain gempa bencana alam yang sering timbul adalah gunung meletus yang bersifat lokal, dan tsunami yang mencakup daerah bencana yang luas dan daerah dengan kerugian yang besar pula. Di antara semua bencana, gempa bumi merupakan bencana alam yang paling sering melanda wilayah-wilayah Indonesia, mulai dari barat hingga timur. Contoh gempa besar yang akhir-akhir ini terjadi adalah gempa Padang dan Yogyakarta. Gempa bumi menyebabkan kerugian yang besar, dari kerugian material (rumah, kantor, jembatan, dll), lumpuhnya ekonomi dan jatuhnya korban (Bambang Budiono, 2017)

Menyikapi masalah gempa tersebut, rekayasawan Teknik Sipil memiliki tanggung jawab untuk dapat mendesain berbagai bangunan tahan gempa. Bangunan tahan gempa yang dimaksud merupakan bangunan yang tidak gagal atau runtuh saat gempa besar terjadi sehingga mampu meminimalkan kerugian material dan juga korban jiwa. Dalam praktiknya, masih banyak rekayasawan Teknik sipil mengalami kesulitan mendesain bangunan tahan gempa karena pengetahuan, pengertian konsep dasar, dan pengimplementasian peraturan yang ada di dalam desain.

Bangunan tahan gempa adalah bangunan yang mampu bertahan dan tidak runtuh jika terjadi gempa. Bangunan tahan gempa bukan berarti tidak boleh mengalami kerusakan samasekali namun bangunan tahan gempa boleh mengalami kerusakan asalkan masih memenuhi persyaratan yang berlaku. Menurut Widodo (2012) filosofi bangunan tahan gempa adalah sebagai berikut:

1. Pada gempa kecil (*light, atau minor earthquake*) yang sering terjadi, maka struktur utama bangunan harus tidak rusak dan berfungsi dengan baik. Kerusakan kecil yang masih dapat ditoleransi pada elemen non struktur masih dibolehkan,

2. Pada gempa menengah (*moderate earthquake*) yang relatif jarang terjadi, maka struktur utama bangunan boleh rusak/retak ringan tapi masih dapat diperbaiki. Elemen non struktur dapat saja rusak tetapi masih dapat diganti yang baru,
3. Pada gempa kuat (*strong earthquake*) yang jarang terjadi, maka bangunan boleh rusak tetapi tidak boleh runtuh total (*totally collapse*). Kondisi seperti ini juga diharapkan pada gempa besar (*great earthquake*), yang tujuannya adalah melindungi manusia/penghuni bangunan secara maksimum.

Tiga Konsep dalam desain struktur tahan gempa adalah:

1. Metode Desain Layan, diutamakan kemampuan layan, control pada tegangan yang terjadi,
2. Metode Desain Ultimit, (desain berbasis gaya/*forced based design*), diutamakan kekuatan, control pada regangan,
3. Metode desain berbasis kinerja (*performanced based design*), diutamakan keamanan, control pada deformasi dan kinerja yang lain harus memenuhi persyaratan.

Perkembangan konsep desain layan yang menggunakan konsep material izin, kontrol pada batas deformasi beban rencana saat ini sudah ditinggalkan dan beralih pada konsep desain ultimit yang berbasis kriteria keruntuhan material, kapasitas penampang untuk beban terfaktor dan yang terbaru saat ini adalah konsep desain gempa berbasis kinerja dimana daktilitas, kapasitas deformasi dan kapasitas beban pada deformasi yang besar menjadi parameteranya.

Pada konsep desain tegangan izin dan desain ultimit hanya memuaskan satu tingkat desain, tidak memastikan bahwa tingkat desain lainnya akan terpenuhi sedangkan konsep desain berbasis kinerja memastikan desain memenuhi tingkat kinerja yang ditentukan, dimana pada konsep desain berbasis kinerja ini mampu memenuhi kapasitas layan dan kuat rencana. Perbedaan dari ketiga konsep tersebut adalah sebagai berikut:

1. Desain layan hanya memastikan kapasitas material, defleksi dan vibrasi, untuk beban layan di dalam batas izin tetapi tidak untuk kekuatan dan kekakuan,
2. Desain ultimit hanya memastikan factor keamanan tertentu terhadap kelebihan beban di dalam struktur atau penampang,
3. Desain berbasis kinerja memastikan struktur mampu memenuhi kapasitas layan dan kapasitas ultimit serta memenuhi tingkat kinerja yang ditentukan.

Analisis Berbasis Kinerja (*Performance Based Analysis*) adalah suatu metodologi dimana kriteria struktur diekspresikan untuk mencapai tujuan kinerja struktur pada saat terjadi gempa kuat (ATC-40). Definisi tujuan kinerja struktur adalah pencapaian level kinerja struktur yang ditentukan oleh deformasi struktur di bawah beban gempa yang ditentukan oleh maksimum perpindahan struktur dan elemen struktur yang dapat diterima dengan besaran beban gempa kuat yang ditinjau. Level kinerja adalah pembatasan derajat kerusakan yang ditentukan oleh kerusakan fisik struktur dan elemen struktur sehingga tidak membahayakan keselamatan pengguna gedung.

Perencanaan struktur bangunan tahan gempa harus memenuhi syarat kolom kuat balok lemah (*Strong Column Weak Beam*) atau disingkat dengan SCWB, yang mana diharapkan pola keruntuhan pada bangunan akibat beban gempa adalah *beam sway mechanism*. Pola keruntuhan mensyaratkan harus terjadi sendi plastis pada daerah ujung balok, dan ujung kolom lantai terbawah, maka perlu perencanaan dengan konsep kolom harus lebih kuat daripada balok (simanjuntak, 2016). Keruntuhan pada satu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan keruntuhan lantai yang bersangkutan dan keruntuhan total seluruh strukturnya. Teramati bahwa bangunan yang tidak direncanakan dengan perilaku *Beam Sway Mechanism* menyebabkan mekanisme kegagalan kolom yang tidak diinginkan meskipun kegagalan kolom tidak dapat dihindari, bahkan untuk bangunan yang sesuai dengan rasio *Strong Column weak beam* (SCWB) 1.4 mekanisme

runtuh yang diamati berubah menjadi kegagalan balok (Surana, Singh, & Lang, 2018).

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam perencanaan struktur gedung, khususnya terhadap variasi bentuk penampang kolom, diantaranya:

1. Variasi bentuk penampang kolom yang sering digunakan adalah penampang kolom persegi dan kolom persegi panjang yang mana kekakuan kolom, dan kekakuan struktur bangunan secara keseluruhan dipengaruhi oleh bentuk penampang kolom tersebut (Sudarsana, Putra & Dewi, 2016)
2. Pengaruh bentuk penampang kolom terhadap kinerja struktur beton bertulang menghasilkan bahwa berdasarkan kinerja yang diukur dari nilai gaya geser dasar seismic ultimit, perpindahan ultimit dan simpangan, didapatkan bahwa system struktur dengan penampang kolom persegi panjang memiliki kinerja yang paling baik diantara kelima model (penampang kolom bujursangkar, kolom bulat, kombinasi kolom persegi panjang yang memanjang arah sumbu (global x) dan memanjang arah sumbu pendek (global y), kombinasi kolom persegi dengan sudut bangunan menggunakan kolom bulat, kombinasi kolom persegi panjang dengan sudut bangunan menggunakan kolom bulat (Sudarsana, Putra & Dewi, 2016).
3. Analisis perbandingan perilaku struktur pada gedung dengan variasi bentuk penampang kolom beton bertulang menghasilkan bahwa kolom dengan penampang persegi panjang yang memanjang arah sumbu pendek (global Y) menghasilkan simpangan yang paling besar pada arah X dari pada kolom bujursangkar dan kolom lingkaran, berbeda halnya dengan simpangan pada arah Y yang menghasilkan simpangan lebih kecil.

Berdasarkan uraian diatas perlu adanya kajian mengenai perbandingan kinerja struktur pada gedung beton bertulang tidak dengan variasi bentuk penampang kolom, namun dilakukan variasi arah susunan balok, pada kajian ini akan diperoleh tingkat kinerja struktur gedung beton bertulang.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis struktur gedung beton bertulang tahan gempa berbasis kinerja (Performance Based Analysis) dengan variasi arah susunan balok dengan metode pushover. Analisis statik nonlinier pushover dilakukan dengan menggunakan software struktur dan software RCCSA untuk melakukan analisis penampang elemen struktur yang digunakan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja struktur bangunan gedung beton bertulang dengan variasi arah susunan balok dengan metode *pushover*.

Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah

1. Menganalisis pengaruh variasi arah susunan balok pada struktur bangunan gedung berdasarkan SNI yang berlaku,
2. Mendapatkan titik kinerja (*performance point*) struktur bangunan gedung dengan variasi arah susunan balok,
3. Menganalisis tingkat kinerja (*performance level*) struktur bangunan gedung dengan variasi arah susunan balok,
4. Menganalisis dan mendapatkan nilai kapasitas elemen balok pada posisi titik kinerja (*performance point*) yang didapat akibat analisis Pushover, yang dibandingkan dengan software RCCSA,
5. Menganalisis mekanisme sendi plastis pada struktur bangunan gedung dengan variasi arah susunan balok.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah diperoleh desain optimal dan efisien terhadap perencanaan struktur dari 3 model yang dianalisis (variasi susunan arah balok), dan juga tingkat kinerja struktur gedung beton bertulang yang memberikan hasil optimal dan efektif dari 3 model yang dianalisis.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Struktur bangunan yang dianalisis adalah struktur beton bertulang fiktif dengan denah struktur berbentuk persegi panjang 5 lantai (termasuk lantai atap) dengan penampang kolom persegi panjang (arah kuat adalah arah transfersal denah bangunan), dan variasi susunan balok, bentang arah trasversal adalah 12meter dan bentang arah longitudinal adalah 6 meter,
2. Pada bentang arah transfersal merupakan permintaan untuk ruangan terbuka yang tidak ada kolom di tengah bentang bangunan, sehingga jarak antar kolom satu dengan yang lain adalah 12 meter,
3. Terdapat 3 Variasi susunan balok yang berbeda, dengan dimensi balok diambil dari nilai *preliminary design*,
4. Struktur bangunan dianalisis memiliki fungsi sebagai gedung sekolah, dan fasilitas pendidikan, berlokasi di kota Padang-Sumatera Barat,
5. Perhitungan pembebanan pada struktur menggunakan acuan beban sendiri bangunan, Beban mati, Beban Hidup, Beban Gempa,
6. Pemodelan dan analisis struktur menggunakan perangkat lunak struktur, dan analisis penampang struktur beton bertulang menggunakan program RCCSA (*Reinforced Concrete Cross Section Analysis*),
7. Metode *Pushover* pada penelitian adalah analisis *static nonlinear pushover* yang didasari oleh peraturan ATC-40 (*Applied Technology Council*) yang merupakan representatif dari American Society of Civil Engineer (ASCE)
8. Peraturan yang digunakan adalah:
 - a. SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung,
 - b. SNI 1727:2019 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain,
 - c. SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung,

- d. ATC-40 tentang Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan perihal yang melatar belakangi penelitian yang akan dilakukan beserta Batasan-batasannya agar pembahasan tidak terlalu melebar sehingga penelitian yang dilakukan lebih terfokus dan menjelaskan mengenai tujuan yang hendak dicapai hingga manfaat dari penelitian ini.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini merupakan acuan dasar dan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian ini.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan cara-cara untuk mencapai tujuan penelitian yang mengacu pada literatur atau penelitian sebelumnya.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil dari setiap tahapan penelitian yang telah dilaksanakan, yang disajikan dalam bentuk tabel, gambar, dan grafik. Pada bab ini juga berisikan penjelasan dan pembahasan dari hasil yang telah didapat.

BAB 5. KESIMPULAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang telah didapatkan dari proses penelitian sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan oleh penulis.

