

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara yang memiliki populasi penduduk dengan jumlah terbanyak keempat di dunia dan pertumbuhan penduduk tertinggi di Asia Tenggara. Dengan meningkatnya populasi penduduk Indonesia, maka kebutuhan tempat tinggal akan semakin meningkat. Hal ini tidak sebanding dengan ketersediaan lahan yang ada. Oleh karena itu salah satu alternatif solusinya adalah dengan membangun gedung bertingkat banyak.

Selain itu, Indonesia juga merupakan daerah yang rawan terhadap gempa bumi. Hal ini disebabkan karena Indonesia terletak pada 4 lempeng tektonik yaitu lempeng Eurasia, Indo-Australia, Pasifik dan Filipina. Lempeng-lempeng tersebut bisa saja saling bertemu ataupun bergeser dan mengakibatkan mekanisme tektonik. Mekanisme tektonik menyebabkan pergeseran pada lempeng-lempeng bumi yang menimbulkan getaran, yang merambat ke permukaan bumi.

Getaran ini bisa menimbulkan gaya lateral dengan frekuensi yang besar, sehingga bisa saja dapat merusak struktur bangunan gedung bertingkat banyak. Oleh karena itu, dalam mendesain dan menganalisis suatu struktur bangunan harus memperhitungkan keamanan, kenyamanan, efisien seoptimal mungkin dan gaya-gaya dalam yang bekerja pada suatu struktur bangunan serta kaidah-kaidah prinsip dalam mendesain struktur bangunan bertingkat banyak.

Dalam membangun bangunan gedung bertingkat banyak, banyaknya tingkat akan berimplikasi pada gaya lateral/ horisontal yang harus ditahan, sehingga semakin tinggi bangunan gedung maka pengaruh gaya lateral akan bertambah besar, dengan demikian diperlukan sistem perkuatan struktur yang lebih sistematis.

Struktur portal terbuka atau *open frame* merupakan suatu sistem struktur yang menghubungkan antara balok dan kolom menjadi saling menyatu, sehingga membentuk suatu portal bertingkat. Struktur portal bangunan bertingkat banyak akan mengalami goyangan yang umumnya disebut *shear deflected shape* yang

disebabkan oleh gaya lateral/horisontal. Pada goyangan *shear deflected shape* struktur portal bangunan bertingkat banyak akan mengalami deformasi secara horisontal sebesar Δ atau sering disebut simpangan antar tingkat . Pada goyangan ini, simpangan antar tingkat pada tingkat-tingkat bawah pada struktur portal akan sangat besar dan akan semakin besar pada bangunan struktur portal yang semakin tinggi (banyak tingkat).

Salah satu alternatif yang sering dipakai untuk mengatasi simpangan antar tingkat Δ , ini adalah dengan menggunakan gabungan antara struktur portal dengan struktur dinding, dimana sebagian besar simpangan antar tingkat Δ , akibat gempa ditahan oleh struktur dinding. Hal ini disebabkan karena struktur dinding pada umumnya mempunyai kekakuan yang lebih besar dibandingkan dengan kekakuan struktur portal. Apabila struktur dinding diletakkan pada tempat dan posisi yang tepat dalam suatu bangunan gedung, struktur dinding tersebut dapat menjadi sangat efektif dalam menahan simpangan antar tingkat Δ , yang disebabkan oleh akibat gempa.

Struktur dinding yang paling sederhana adalah struktur dinding kantilever tunggal satu-arah (*planar single wall*) yang dipasang di portal-portal tertentu. Jumlah dinding diantara jumlah portal akan bergantung pada rencana. Semakin banyak jumlah struktur dinding maka struktur akan semakin kaku dan kekuatan yang harus ditahan oleh struktur portal akan semakin kecil. Pada struktur dinding jenis ini, bentuk potongan struktur dinding dan *ratio* antara tinggi dan lebar struktur dinding akan mempunyai arti yang sangat penting. Potongan struktur dinding harus cukup tebal agar dinding masih dalam kondisi stabil. Untuk meningkatkan kekakuan pada struktur dinding, maka dipakai potongan struktur dinding berbangun barbel, yaitu adanya kolom-kolom pada ujung-ujung potongan struktur dinding .

Apabila struktur dinding kantilever tunggal satu-arah (*planar single wall*) tidak mencukupi maka alternatif selanjutnya adalah *coupled wall*. Struktur dinding ini dipakai apabila dari pihak arsitek menghendaki adanya lubang-lubang yang terletak satu deret vertikal sepanjang struktur dinding, sehingga perencanaan struktur dinding ini menjadi semakin kompleks.

Coupled wall terdiri atas dua buah struktur dinding yang dihubungkan melalui *coupling beams* atau balok kopel. Balok ini membuat *coupled wall* bekerja sebagai sebuah unit dalam menahan simpangan lateral (*drift*) yang disebabkan oleh akibat gempa. Balok kopel (*coupling beams*) membuat struktur menjadi kaku dan dapat mendisipasi energi. Dalam istilah internasional, balok kopel dikenal dengan nama *coupling beams* atau *spandrel beams*.

Prasetyaningrum (2010) menjelaskan bahwa penempatan dinding geser di tepi lebih ekonomis dibandingkan penempatan dinding geser ditengah. secara umum beban gempa statik menghasilkan momen dan gaya geser balok yang lebih besar dibandingkan dengan beban gempa dinamik riwayat waktu Chi-chi Taiwan, El-Centro, dan Parkfield namun lebih kecil dibandingkan dengan beban gempa Bucharest. Dalam penelitian ini belum dilakukan kajian terhadap bangunan lebih dari 10 tingkat, belum dilakukan penelitian terhadap tipe dinding geser berbeda yaitu tipe dinding geser berangkai.

Aristiyawan, (2010) menjelaskan bahwa dengan pemasangan dinding geser dapat meningkatkan kekakuan struktur. Sebagai akibat bertambahnya kekakuan struktur, maka pemasangan dinding geser mampu mengurangi nilai simpangan horisontal. Ditinjau berdasarkan kapasitas balok-kolom, maka pemasangan dinding geser tidak mampu menaikkan kapasitas balok-kolom, tetapi mampu mereduksi beban-beban yang ada dengan merubah nilai momen perlu menjadi lebih kecil. Dalam penelitian ini belum dilakukan kajian adanya perancangan dengan analisis pada kapasitas dinding gesernya.

Sebagaimana diketahui bahwa pada portal bangunan bertingkat banyak, karena *deflected shape* portal mengikuti pola *shear mode*, maka simpangan antar tingkat pada tingkat-tingkat bawah umumnya menjadi sangat besar. Simpangan antar tingkat yang besar dapat mengakibatkan terjadinya sendi-sendi plastik pada balok. Sesuatu yang perlu diperhatikan adalah bahwa terbentuknya sendi-sendi plastik jangan sampai terjadi terlalu dini karena begitu tingginya bangunan. Oleh karena itu diperlukan elemen struktur yang lain yaitu struktur dinding beton bertulang yang dapat mengendalikan simpangan antar tingkat yang berlebihan pada tingkat-tingkat bawah sampai tengah. Selain itu berdasarkan pola simpangan atau *deflected shape*, tidak menguntungkan pada tingkat-tingkat atas pada

kombinasi struktur portal dengan struktur dinding. Simpangan antar tingkat (*drift ratio*) pada tingkat-tingkat atas justru bertambah besar sebagai akibat dari gaya tarik struktur dinding.

Dengan kondisi seperti itu kemudian muncul pertanyaan, sampai setinggi berapa kombinasi struktur portal dan struktur dinding ini dapat dibangun (Widodo, 2012). Berdasarkan pola goyangan *deflected shape*, maka struktur dinding pada kombinasi antara struktur portal dan struktur dinding, dapat dipasang tidak selalu dibuat sampai puncak struktur bangunan. Hal inilah yang disebut dengan efektifitas ketinggian struktur dinding .

Efektifitas desain dalam mendesain struktur bangunan bertingkat banyak adalah mampu mengendalikan simpangan antar tingkat (*drift ratio*). Di beberapa tempat terutama pada daerah gempa yang aktifitasnya tinggi, beban lateral/horisontal akibat gempa, justru yang menentukan pada proses desain. Bahkan para ahli menyatakan bahwa keberhasilan mendesain bangunan bertingkat banyak tahan gempa adalah apabila berhasil mengendalikan simpangan antar tingkat (*storey-drift control*).

Dalam tugas akhir ini, penulis membuat 4 buah variasi model struktur dengan mempertimbangkan ketinggian struktur dinding *coupled wall* dan *cantilever wall* dimana variasi I ketinggian struktur dinding mencapai total keseluruhan tinggi bangunan, variasi II ketinggian struktur dinding berada pada ketinggian mencapai tingkat ke-17 dari 20 tingkat, variasi III ketinggian struktur dinding berada pada ketinggian mencapai tingkat ke-15 dari 20 tingkat, dan variasi IV ketinggian struktur dinding berada pada ketinggian mencapai tingkat ke-12 dari 20 tingkat. Dalam hal ini model variasi I sebagai pembanding antara variasi II, III dan IV untuk mengetahui pengurangan nilai simpangan antar tingkat pada tingkat-tingkat atas. Dari ke ketiga variasi model struktur tersebut, diharapkan salah satu model variasi dapat mengendalikan atau mengurangi simpangan antar tingkat terutama pada tingkat-tingkat atas, hal inilah yang dimaksud dengan efektifitas respons struktur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian sub. bab 1.1, maka didapat rumusan masalahnya adalah

1. Seperti apa efek ketinggian struktur dinding *coupled wall & cantilever wall* terhadap efektifitas respon dan desain struktur?
2. Berdasarkan 3 variasi model struktur (II, III dan IV), variasi manakah yang lebih efektif dalam mengurangi simpangan antar tingkat pada tingkat-tingkat atas?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di sub. bab 1.2 maka tujuan yang ingin di capai adalah

1. Untuk mengetahui seperti apa efek ketinggian struktur dinding *coupled wall & cantilever wall* terhadap efektifitas respon dan desain struktur
2. Serta berdasarkan 3 variasi model struktur (II, III dan IV), variasi manakah yang lebih efektif dalam mengurangi simpangan antar tingkat pada tingkat-tingkat atas.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan pertimbangan dan perbandingan bagi para perencana dalam menggunakan sistem struktur gabungan antara struktur portal dan struktur dinding pada beton bertulang bertingkat banyak.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian diperlukan agar penulisan tugas akhir ini dapat terarah dan terfokus kepada tujuan dari penulisan tugas akhir ini. Batasan masalah dari penelitian ini antara lain :

1. pembebanan mengacu pada SKBI-1.3.53.1987 Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung 1987,
2. perencanaan elemen struktur menggunakan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2013,
3. struktur bangunan dianalisis terhadap gaya gempa, berdasarkan peta wilayah gempa SNI-1726-2012 Pasal 14, yang akan dibangun di daerah Yogyakarta dengan jenis tanah sedang, berdasarkan SNI-1726-2012 Tata Cara

Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung & non Gedung,

4. untuk memikul gaya-gaya akibat gempa digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK),
5. material struktur bangunan yang digunakan adalah struktur beton bertulang,
6. struktur bangunan gedung yang akan dibahas adalah struktur bangunan bertingkat banyak dengan banyaknya tingkat sebanyak 20 tingkat dengan lokasi struktur dinding tetap dan bervariasi terhadap ketinggiannya,
7. struktur bangunan gedung yang akan dibahas difungsikan sebagai apartemen,
8. analisis struktur dimodelkan dalam bentuk 3dimensi dan dianalisis melalui *software* SAP 2000 versi 14,
9. struktur yang dianalisis adalah (*open frame + wall*) sistem ganda 20 tingkat,
10. bentuk bangunan irregular/ tidak beraturan,
11. jenis struktur dinding yang digunakan adalah *coupled wall* dan *cantilever wall*,
12. hubungan antara struktur bangunan dengan tanah dianggap jepit, dan
13. pengaruh momen sekunder akibat defleksi lateral atau efek $P-\Delta$ tidak diperhitungkan.

1.6 Definisi Operasional

1. Ketinggian struktur dinding

Berdasarkan pola goyangan *deflected shape*, maka struktur dinding pada kombinasi antara struktur portal dan struktur dinding, dapat dipasang tidak selalu dibuat sampai puncak struktur bangunan. Ini dikarenakan simpangan antar tingkat pada tingkat-tingkat atas justru bertambah besar sebagai akibat dari gaya tarik struktur dinding . Hal inilah yang dimaksud dengan efektifitas ketinggian struktur dinding .

2. Efektifitas respons

Dengan mempertimbangkan ketinggian struktur dinding *coupled wall*, diharapkan bahwa hal ini dapat mengendalikan atau mengurangi simpangan antar tingkat Δ , pada tingkat-tingkat atas, hal inilah yang dimaksud dengan efektifitas respons struktur.

3. Efektifitas Desain

Di beberapa tempat terutama pada daerah gempa yang aktifitasnya tinggi, beban lateral/ horisontal akibat gempa itu justru yang menentukan pada proses desain. Bahkan para ahli menyatakan bahwa keberhasilan desain bangunan tingkat banyak tahan gempa adalah apabila berhasil mengendalikan simpangan antar tingkat (*storey-drift control*).

4. Struktur beton bertingkat banyak

Pemakaian bahan material beton sebagai material utama dalam membangun bangunan sipil terutama bangunan gedung bertingkat, banyak memiliki keuntungan terutama mudah dikerjakan, dapat dibentuk menurut ukuran bentuk yang dikehendaki, relatif tahan terhadap cuaca, kuat desak tinggi dan bersifat *ductile*/liat bila dikombinasikan dengan bahan baja tulangan. Oleh karena itu, pemakaian material struktur beton bertulang, banyak dipakai pada bangunan bertingkat banyak di Indonesia.

5. Bangunan tidak beraturan /irregular

Bangunan tidak beraturan /irregular adalah bangunan yang umumnya mempunyai lebih dari 1 – massa/gatra/blok dengan denah tidak sederhana/ kompleks walaupun masih simetri baik simetri 2-arah maupun 1-arah. (Widodo, 2012). Sedangkan menurut SNI-1726-2012 Pasal 7.3.2 menjelaskan bahwa struktur bangunan gedung harus diklasifikasikan sebagai bangunan beraturan atau tidak beraturan yang didasarkan pada konfigurasi horisontal dan vertikal dari struktur bangunan gedung.