

RESPON DINAMIS STRUKTUR BANGUNAN BETON BERTULANG BERTINGKAT BANYAK DENGAN KOLOM BERBENTUK PIPIH

Youfrie Roring

Marthin D. J. Sumajouw, Servie O. Dapas

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email : youfrieroring@gmail.com

ABSTRAK

Dalam dunia konstruksi saat ini, kolom dengan tebal seukuran dinding atau biasa disebut dengan kolom pipih dapat ditemukan dalam suatu perencanaan bangunan. Kolom didesain sedemikian rupa sehingga tidak timbul pada dinding ruangan. Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk memberikan pengetahuan tentang simpangan struktur suatu bangunan beton bertulang dimana bangunan tersebut menggunakan kolom pipih.

Penelitian dilakukan dengan memvariasikan panjang kolom masing-masing untuk kasus 1 sebesar 750 mm, kasus 2 sebesar 650 mm, dan kasus 3 sebesar 550 mm. Selain panjang penampang kolom, penelitian ini juga dilakukan dengan memvariasikan model denah persegi dan persegi panjang dengan maksud untuk mengetahui simpangan struktur pada kondisi denah yang berbeda, serta posisi kolom yakni kolom dengan posisi titik kerja beban berada pada titik berat penampang dan kolom dengan posisi titik kerja beban tidak berada pada titik berat penampang. Untuk perhitungan analisa dinamik dengan menggunakan metode respon spektrum dilakukan dengan bantuan program ETABS 2015.

Dari penelitian ini didapat kesimpulan yaitu, untuk denah persegi simpangan pada masing-masing arah utama pemisalan beban gempa bernilai sama, dan simpangan minimum terjadi pada posisi kolom dengan titik kerja beban berada pada titik berat penampang kolom. Sedangkan pada denah persegi panjang simpangan minimum terjadi pada arah y yaitu arah yang tegak lurus dengan arah bertambahnya jumlah bentangan, simpangan minimum juga terjadi pada model dimana titik kerja beban berada pada titik berat penampang kolom.

Kata kunci : kolom pipih, simpangan struktur, ETABS.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam dunia konstruksi saat ini banyak terdapat desain-desain bangunan minimalis dimana oleh karena pertimbangan nilai estetika suatu bangunan serta memaksimalkan luas ruangan yang ada sehingga kolom dibuat tersembunyi atau dibuat tidak menonjol pada dinding ruangan, peristiwa ini dimungkinkan karena bentuk kolom disesuaikan dengan dinding ruangan yang ada, dimana bentuk penampang melintang kolom dibuat pipih dalam bentuk L pada bagian tepi ujung denah dan bentuk T pada bagian tepi tengah denah.

Kondisi dimana bentuk penampang melintang kolom diubah sedemikian rupa sehingga berbentuk pipih tentunya akan memberikan hasil yang berbeda dengan bentuk penampang melintang kolom pada umumnya, karena kolom dengan bentuk pipih mempunyai nilai inersia yang berbeda dengan kolom yang biasa digunakan pada umumnya.

Perubahan bentuk kolom ini akan sangat berpengaruh pada perencanaan bangunan bertingkat banyak terhadap kekuatan kolom bangunan tersebut, apalagi ketika bangunan tersebut memikul beban gempa, beban dinamis yang kekuatannya berubah tiap waktunya yang membuat terjadi simpangan pada bangunan tersebut. Dari permasalahan ini maka akan diteliti lebih lanjut tentang perilaku dinamis struktur disaat menggunakan kolom pipih pada bangunan bertingkat banyak.

Rumusan Masalah

Perubahan bentuk geometris kolom karena menggunakan kolom pipih memberikan pengaruh terhadap simpangan struktur suatu bangunan karena berbedanya nilai inersia kolom yang berhubungan dengan kekakuan kolom tersebut. Oleh karena latar belakang masalah yang ada maka dapat dikaji rumusan masalah, “bagaimanakah respon dinamis struktur bangunan beton bertulang bertingkat banyak dengan menggunakan kolom pipih”.

Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui respon dinamis struktur bangunan beton bertulang bertingkat banyak dengan kolom berbentuk pipih dalam hal ini simpangan struktur.
- Untuk mengetahui simpangan struktur dari beberapa variasi denah dan variasi posisi kolom pipih yang titik kerja beban berada pada titik berat penampang dan yang tidak berada pada titik berat penampang kolom.
- Untuk mengetahui simpangan struktur dengan panjang kolom pipih yang divariasikan.

Batasan Masalah

- a. Analisis Struktur ditinjau dalam 3 dimensi dengan bantuan software ETABS.
- b. Analisis gempa yang digunakan yaitu analisis gempa dinamis dimana bangunan akan dibangun di kota Manado dengan jenis tanah sedang.
- c. Kolom pipih yang diteliti adalah kolom dengan titik kerja beban berada pada titik berat penampang dan kolom dengan titik kerja beban tidak berada pada titik berat penampang
- d. Kolom pipih divariasikan dengan panjang 55 cm, 65 cm dan 75 cm dengan tebal kolom sebesar 15 cm.
- e. Tidak memasukkan perhitungan struktur bawah (pondasi).

Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui respon dinamis struktur yang menggunakan kolom berbentuk pipih pada bangunan bertingkat banyak.

LANDASAN TEORI

Elemen Struktur Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) structural yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya ke sampai ke tanah melalui pondasi. Karena kolom merupakan komponen tekan, maka keruntuhan pada satu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya lantai yang bersangkutan, dan juga runtuh total strukturnya (Nawy, 1998).

Keruntuhan kolom struktural merupakan hal yang sangat berarti ditinjau dari segi ekonomis maupun segi manusiawi. Oleh karena itu dalam merencanakan kolom perlu lebih waspada, yaitu dengan memberikan kekuatan cadangan yang lebih tinggi daripada yang dilakukan pada balok dan elemen struktural horizontal lainnya. Terlebih lagi karena keruntuhan tekan tidak memberikan peringatan awal yang cukup jelas.

Beban Gempa

Gempa bumi terjadi karena adanya kerusakan kerak bumi yang terjadi secara tiba-tiba yang umumnya diikuti dengan terjadinya patahan/sesar. Timbulnya patahan atau sesar tersebut karena adanya gerakan plat-plat tektonis/lapis kerak bumi yang saling bertumbukan, bergeser atau saling menyusup satu dengan yang lain.

Struktur bangunan akan patah/rusak secara tiba-tiba manakala batuan tersebut sudah tidak dapat menahan akumulasi energi/tegangan yang terjadi. Tegangan geser dan tegangan lentur tersebut terjadi karena plat-plat tektonik bergerak menurut arahnya masing-masing. Segera setelah terjadinya patahan/kerusakan batuan pada peristiwa gempa bumi, maka energi yang selama ini terakumulasi kemudian dipancarkan ke segala arah.

Energi mekanik akibat batuan yang patah/pecah kemudian diubah menjadi energi gelombang. Hal ini seperti suatu benda yang dijatuhkan ke dalam air. Energi mekanik yang terjadi karena tumbukan antara benda dengan air kemudian diubah menjadi energi gelombang yang menyebar ke segala arah. Energi gelombang akibat gempa akan melewati massa batuan/tanah yang mempunyai kondisi geologi yang berbeda-beda antara tempat yang satu dengan tempat lain. Oleh karena itu, rekaman percepatan tanah akibat gempa di beberapa tempat akan berbeda-beda walaupun dicatat adalah gempa yang sama.

Gerakan tanah akibat gempa bumi umumnya sangat random dan hanya terjadi beberapa detik sampai puluhan detik saja, walaupun kadang-kadang dapat terjadi lebih dari satu menit. Namun demikian gempa yang durasinya lebih dari satu menit ini sangat jarang terjadi, karena sifat getarannya yang random dan tidak seperti beban statik pada umumnya maka efek beban gempa terhadap respon

struktur tidaklah dapat diketahui dengan mudah (Widodo, 2000).

Respon Spektrum

Salah satu cara menyelesaikan problem persamaan diferensial gerakan struktur MDOF adalah dengan memakai respon spektrum. Walaupun memakai prinsip dinamik, tetapi metode ini bukanlah kategori analisis riwayat waktu. Penggunaan metode ini hanya terbatas pada pencarian respon-respon maksimum dengan memakai respon spectrum yang telah disiapkan, maka respon-respon maksimum dapat dicari dengan waktu yang relatif singkat dibanding dengan cara analisis riwayat waktu. Namun demikian penyelesaian problem dengan cara ini hanya bersifat pendekatan artinya respon struktur akan diperoleh dengan asumsi-asumsi tertentu.

Respon spektrum adalah suatu spektrum yang disajikan dalam bentuk grafik/plot antara periode getar struktur, lawan respon-respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu. Respon-respon maksimum dapat berupa simpangan maksimum (*Spektrum displacement, SD*) kecepatan maksimum (*Spektrum Velocity, SV*) atau percepatan maksimum (*Spektrum Acceleration, SA*) massa struktur *single degree of freedom* (SDOF).

Menurut SNI 03-1726-2012 analisis harus dilakukan untuk menentukan ragam getar alami untuk struktur. Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90 persen dari massa aktual dalam masing-masing arah horisontal ortogonal dari respons yang ditinjau oleh model.

Nilai untuk masing-masing parameter yang ditinjau, yang dihitung untuk berbagai ragam, harus dikombinasikan menggunakan metode akar kuadrat jumlah kuadrat (SRSS) atau metoda kombinasi kuadrat lengkap (CQC), sesuai dengan SNI 1726. Metode CQC harus digunakan untuk masing-masing nilai ragam dimana ragam berjarak dekat mempunyai korelasi silang yang signifikan di antara respons translasi dan torsi.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian

Penelitian ini merupakan studi literatur untuk merancang dan menganalisa struktur bangunan beton bertulang 3 dimensi dengan bantuan program ETABS 2015 yang mana meninjau perubahan perilaku struktur bangunan karena pengaruh penggunaan kolom pipih terhadap beban gempa. Dalam analisisnya terdiri dari 3 tahap yakni input, analisis, dan output.

Dalam proses input meliputi pemodelan denah struktur, penampang balok, kolom, dan plat serta pembebanan yang bekerja pada bangunan. Sedangkan tahap analisis adalah tahap analisa dinamis struktur bangunan 3 dimensi pada program ETABS 2015 dan tahap output yakni hasil dari analisa dinamis yang didapat.

Pada penelitian ini dibagi dalam 4 model berdasarkan denah dan jenis kolom yang dipakai yaitu struktur dengan denah persegi dan persegi panjang dimana telah ditambahkan bentangan pada salah satu ujungnya serta jenis kolom dengan titik kerja beban berada pada titik berat penampang dan kolom dengan titik kerja beban tidak berada pada titik berat penampang pada masing-masing denah.

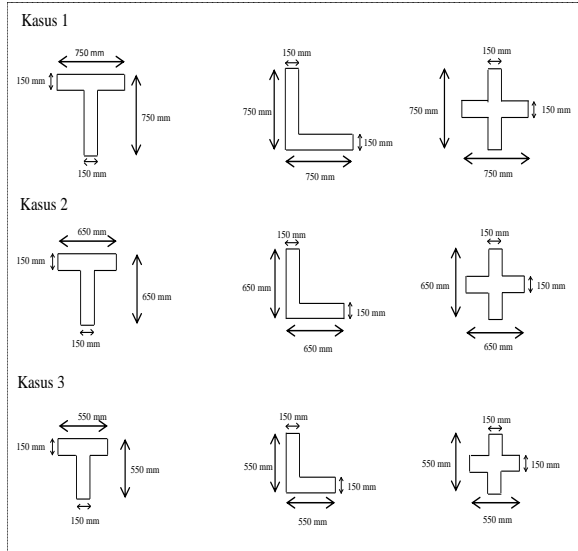
Prosedur penelitian yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Mencari data awal seperti denah struktur, geometri penampang struktur dan pembebanan pada struktur bangunan.
2. Membuat pemodelan 3 dimensi untuk bentuk penampang kolom pipih dengan ukuran panjang 750 mm, 650 mm dan 550 mm.
3. Memasukan pembebanan pada pemodelan struktur dengan jenis pembebanan yang sudah ditentukan.
4. Melakukan analisis struktur 3 dimensi terhadap pemodelan struktur dengan bantuan program ETABS 2015.
5. Melakukan kontrol partisipasi massa terhadap struktur bangunan dan batasan simpangan antar lantai ijin.
6. Melakukan pengolahan dan pembahasan data terhadap analisis struktur dari program ETABS 2015.
7. Kesimpulan dari hasil pembahasan.

Jenis pemodelan struktur yang dipakai

Pada penelitian ini akan dibagi beberapa kasus yang akan ditinjau, dimana dibagi berdasarkan panjang penampang melintang kolom yang akan diteliti yaitu untuk kasus 1

kolom dengan panjang melintang 750 mm, kasus 2 kolom dengan panjang melintang 650 mm dan kasus 3 kolom dengan panjang melintang 550 mm seperti yang tergambar dibawah ini:



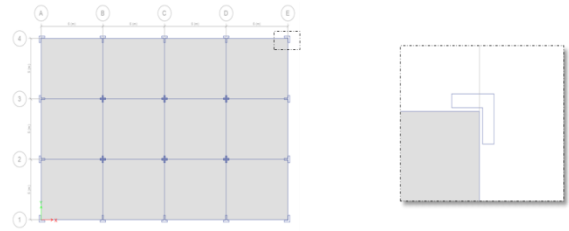
Gambar 1. Bentuk dan ukuran kolom pipih yang dipakai.

Seperti yang dikatakan sebelumnya dalam penelitian ini juga terbagi dalam 2 denah yakni struktur dengan denah persegi dan denah persegi panjang dimana tujuannya yaitu untuk mengetahui respon dinamis struktur yang menggunakan kolom pipih pada dua kondisi denah yang berbeda.

Masing-masing denah juga menggunakan jenis kolom yang berbeda yaitu jenis kolom dengan titik kerja beban berada pada titik berat penampang dan kolom dengan titik kerja beban tidak berada pada titik berat penampang, dimana untuk posisi kolom dengan titik kerja beban tidak berada pada titik berat penampang sendiri menyesuaikan dengan konsep *hidden column* yaitu kolom yang tidak kelihatan pada dinding dan perhitungan jarak eksentrisitasnya sudah dihitung sebelumnya dengan menggunakan bantuan program spreadsheet excel.

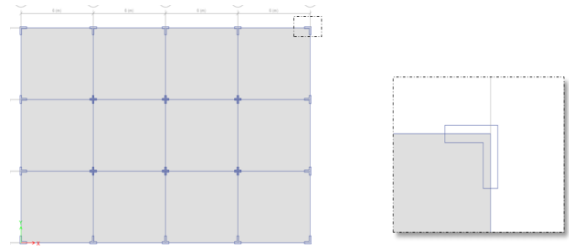
Untuk lebih jelasnya pemodelan struktur dibagi dalam beberapa model berikut ini:

- Model A (Denah persegi panjang dengan titik kerja beban berada pada titik berat penampang)



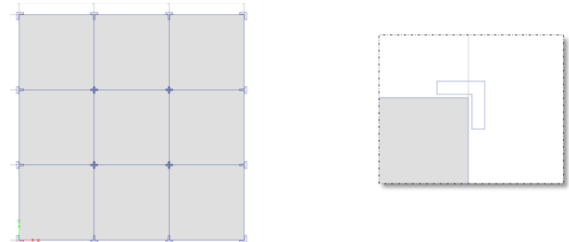
Gambar 2. Denah dan posisi kolom model A

- Model B (Denah persegi panjang dengan titik kerja beban tidak berada pada titik berat penampang)



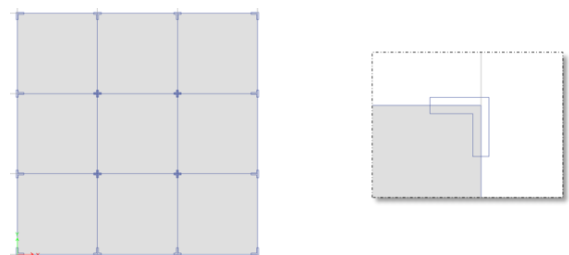
Gambar 3. Denah dan posisi kolom model B

- Model C (Denah persegi dengan titik kerja beban berada pada titik berat penampang)



Gambar 4. Denah dan posisi kolom model C

- Model D (Denah persegi dengan titik kerja beban tidak berada pada titik berat penampang)



Gambar 5. Denah dan posisi kolom model D

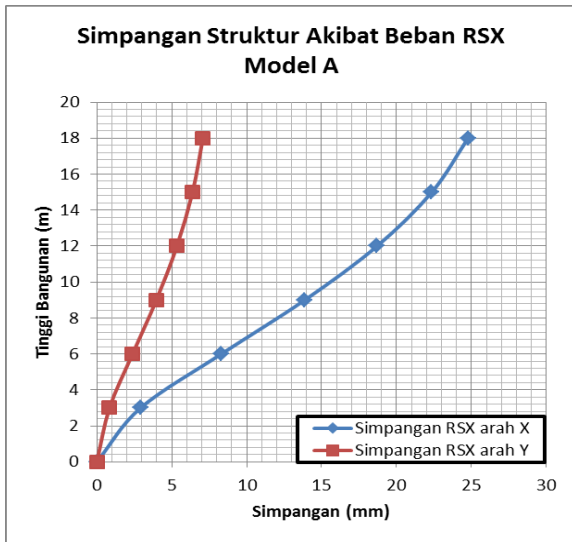
HASIL DAN PEMBAHASAN

Simpangan Struktur

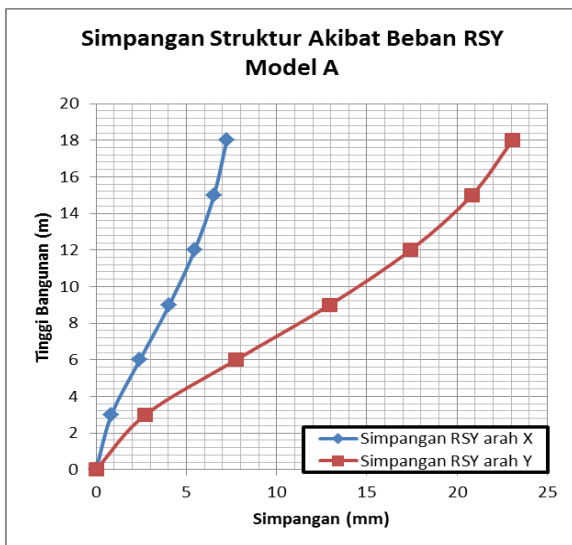
- Model A (Denah Persegi Panjang dengan Titik Kerja Beban Berada Pada Titik Berat Penampang Kolom)

Tabel 1. Simpangan Struktur Beban Gempa Dinamis pada Model A Kasus 1

Story	Elevation m	RSX		RSY	
		X-Dir mm	Y-Dir mm	X-Dir mm	Y-Dir mm
Story6	18	24.7666	7.0725	7.2371	23.0626
Story5	15	22.3509	6.3837	6.5311	20.8165
Story4	12	18.6961	5.3413	5.4631	17.4173
Story3	9	13.8755	3.967	4.0545	12.936
Story2	6	8.3004	2.3776	2.4254	7.7531
Story1	3	2.9158	0.8392	0.852	2.7366
Base	0	0	0	0	0



Gambar 6. Grafik Simpangan Akibat Beban RSX Model A Kasus 1

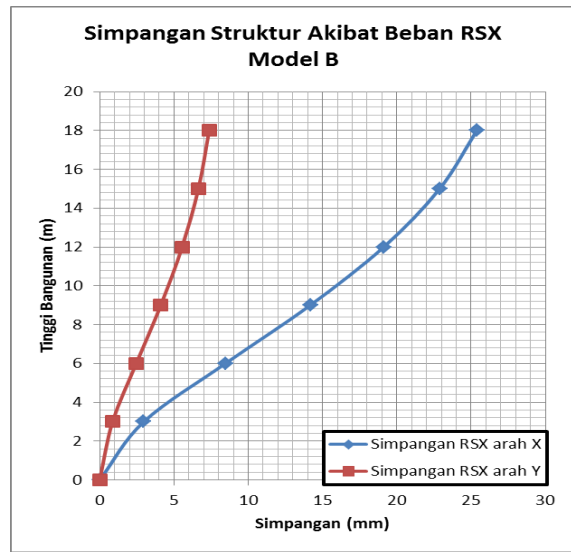


Gambar 7. Grafik Simpangan Akibat Beban RSY Model A Kasus 1

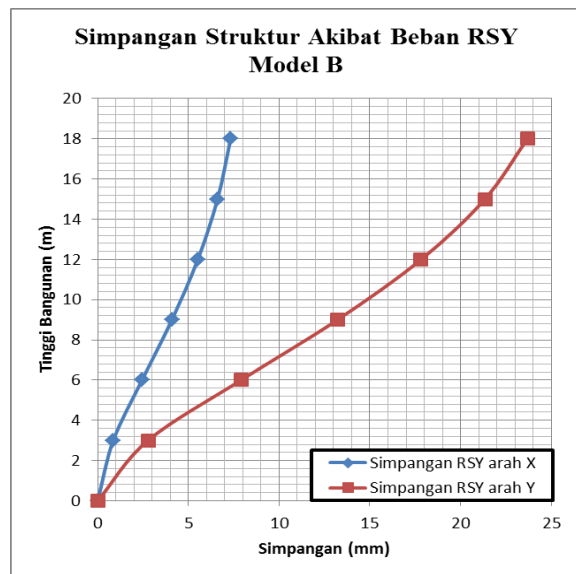
- Model B (Denah Persegi Panjang dengan Titik Kerja Beban Tidak Berada Pada Titik Berat Penampang Kolom)

Tabel 2. Simpangan Struktur akibat Beban Gempa Dinamis pada Model B Kasus 1

Story	Elevation m	RSX		RSY	
		X-Dir mm	Y-Dir mm	X-Dir mm	Y-Dir mm
Story6	18	25.3877	7.3701	7.3234	23.6785
Story5	15	22.8863	6.6413	6.6018	21.3369
Story4	12	19.1247	5.5483	5.5167	17.8254
Story3	9	14.1767	4.113	4.0894	13.2141
Story2	6	8.4656	2.4581	2.442	7.8974
Story1	3	2.9651	0.8634	0.8553	2.7739
Base	0	0	0	0	0



Gambar 8. Grafik Simpangan Akibat Beban RSX Model B Kasus 1



Gambar 9. Grafik Simpangan Akibat Beban RSY Model B Kasus 1

- Model C (Denah Persegi dengan Titik Kerja Beban Berada Pada Titik Berat Penampang Kolom)

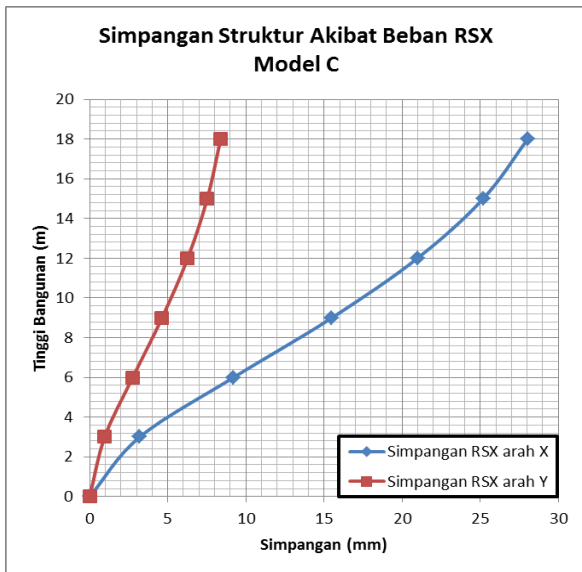
Tabel 3. Simpangan Struktur akibat Beban Gempa Dinamis pada Model C Kasus 1

Story	Elevation	RSX		RSY	
		X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
	m	mm	mm	mm	mm
Story6	18	28.0353	8.3764	8.3764	28.0353
Story5	15	25.1872	7.5254	7.5254	25.1872
Story4	12	20.981	6.2687	6.2687	20.981
Story3	9	15.4997	4.631	4.631	15.4997
Story2	6	9.2136	2.7528	2.7528	9.2136
Story1	3	3.204	0.9573	0.9573	3.204
Base	0	0	0	0	0

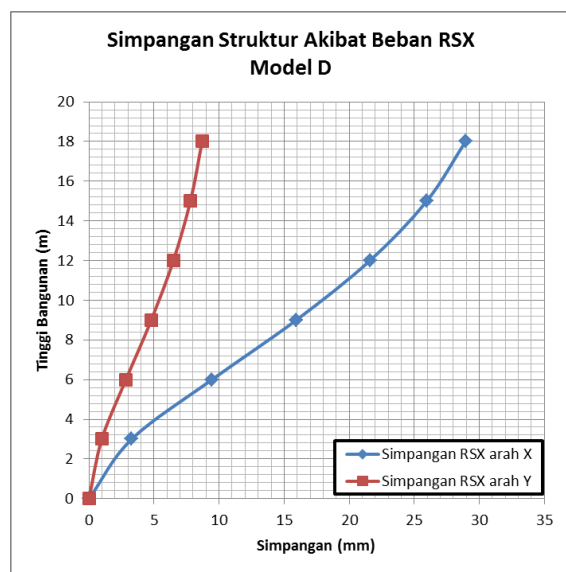
- Model D (Denah Persegi dengan Titik Kerja Beban Tidak Berada Pada Titik Berat Penampang Kolom)

Tabel 4. Simpangan Struktur akibat Beban Gempa Dinamis pada Model D Kasus 1

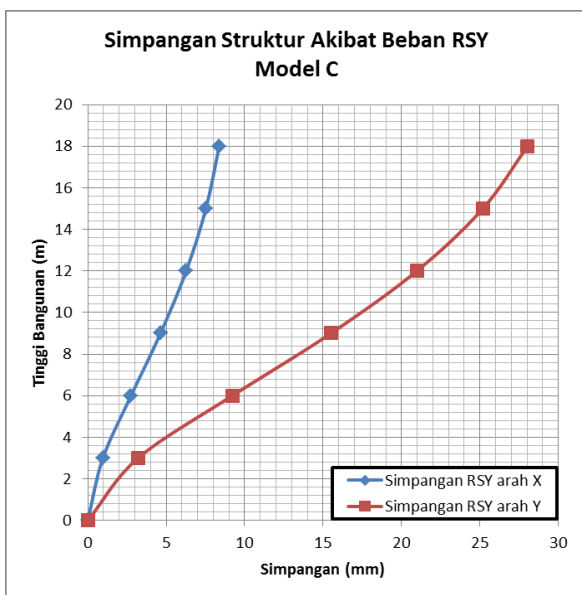
Story	Elevation	RSX		RSY	
		X-Dir	Y-Dir	X-Dir	Y-Dir
	m	mm	mm	mm	mm
Story6	18	28.9334	8.6887	8.6887	28.9334
Story5	15	25.9546	7.7942	7.7942	25.9546
Story4	12	21.5901	6.4835	6.4835	21.5901
Story3	9	15.9238	4.7819	4.7819	15.9238
Story2	6	9.4437	2.8359	2.8359	9.4437
Story1	3	3.2716	0.9825	0.9825	3.2716
Base	0	0	0	0	0



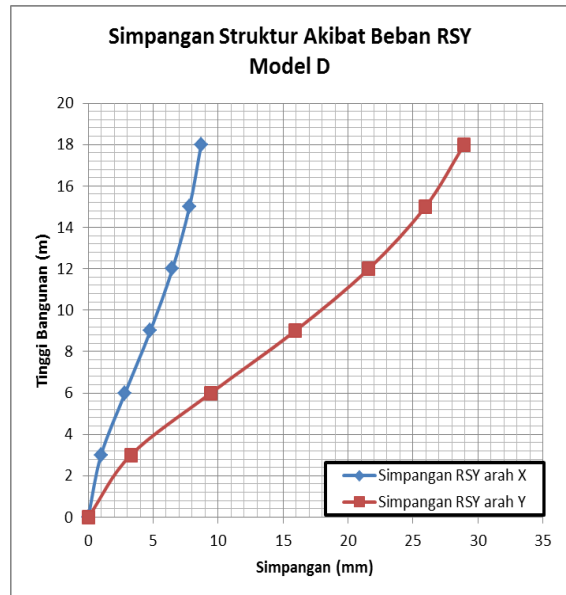
Gambar 10. Grafik Simpangan Akibat Beban RSX Model C Kasus 1



Gambar 12. Grafik Simpangan Akibat Beban RSX Model D Kasus 1



Gambar 11. Grafik Simpangan Akibat Beban RSY Model C Kasus 1



Gambar 13. Grafik Simpangan Akibat Beban RSY Model D Kasus 1

PENUTUP

Kesimpulan

- Pada model denah persegi, simpangan struktur pada masing-masing arah utama baik pada arah x dan arah y bernilai sama dan simpangan minimum terjadi pada model dimana titik kerja beban berada pada titik berat penampang kolom.
- Pada model denah dimana ditambah bentang pada salah satu arahnya (persegi panjang) simpangan minimum terjadi pada arah y yaitu arah yang tegak lurus dengan arah bertambahnya jumlah bentangan, simpangan minimum juga terjadi pada model dimana titik kerja beban berada pada titik berat penampang kolom.

- Simpangan minimum terjadi pada kolom yang lebih panjang yang memiliki nilai momen inersia yang lebih besar (kasus 1)

Saran

- Penelitian respon dinamis struktur beton bertulang bangunan bertingkat dengan menggunakan kolom pipih dapat dibuat dengan memvariasikan fungsi bangunan yang digunakan agar dapat memperluas pengetahuan tentang penggunaan kolom pipih.
- Penelitian respon dinamis struktur beton bertulang bangunan bertingkat dengan menggunakan kolom pipih dapat dibuat dengan meninjau stabilitas kolom pipih.

DAFTAR PUSTAKA

- Nawy, E., 1998. *Beton Bertulang: Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: PT Refika Aditama
- Paz, M., 1987. *Dinamika Struktur: Teori dan Perhitungan*. Jakarta: Erlangga
- Schodek, D., 1998. *Struktur*. Bandung: PT Refika Aditama,
- SNI 03-1726-2012., 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Badan Litbang Kimpraswil PU, Bandung
- SNI 03-2847-2013., 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Badan Litbang Kimpraswil PU, Bandung
- Tavio dan Kusuma B., 2009. *Desain Sistem Rangka Pemikul Momen dan Dinding Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya: ITS Press
- Widodo, 2000. *Respons Dinamik Struktur Elastik*. Jogjakarta: UII Press Jogjakarta