

01 Studi Parametrik - Sitompul_Ade Faisal_JRSI_Vol- IX_No.2_2015

by Ade Faisal

Submission date: 25-Jan-2019 07:18AM (UTC+0700)

Submission ID: 1068181178

File name: tudi_Parametrik_-_Sitompul_Ade_Faisal_JRSI_Vol-IX_No.2_2015.docx (1.15M)

Word count: 2610

Character count: 15464

STUDI PARAMETRIK KINERJA DINDING PENGISI BATA MERAH PADA STRUKTUR BETON BERTULANG AKIBAT BEBAN GEMPA

Mizanuddin Sitompul¹, Ade Faisal **, Daniel Rumbi Teruna**¹

"Alumni Program Studi Magister Teknik Sipil USU Staf
Pengajar Program Studi Magister Teknik Sipil USU Staf
Pengajar Program Studi Magister Teknik Sipil USU

Abstrak

Studi ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kekakuan, kekuatan dan penempatan (konfigurasi) dinding bata terhadap struktur. Struktur bangunan dimodelkan sebagai portal 2 dimensi dan terdiri dari 5 model yaitu struktur *open frame*, struktur *fully-infilled wall frame*, struktur *fully-infilled wall frame* dengan bukaan 16%, struktur *fully-infilled wall frame* dengan bukaan 40%, dan struktur *open first-story frame*. Hasil analisis menunjukkan bahwa kontribusi dinding pengisi yang terbuat dari dinding bata sangat mempengaruhi kekakuan lateral struktur. Adanya dinding pengisi yang kaku di sebuah level tingkat dan pada level tingkat lain tidak ada dapat menyebabkan efek tingkat lemah (*soft story*). Hasil studi juga menunjukkan bahwa faktor bukaan juga sangat mempengaruhi kekuatan dinding pengisi. Dinding dengan bukaan 40% ternyata tidak begitu mempengaruhi kinerja dari struktur utama. Pemasangan dinding pengisi bata ternyata dapat meningkatkan kapasitas dari struktur itu sendiri. Hal ini ditunjukkan oleh model struktur dengan menggunakan dinding pengisi memiliki kapasitas yang lebih besar dengan peningkatan sebesar 12,833% pada zona gempa 4 dan 28,931% pada zona gempa 6. Untuk model struktur dengan bukaan 16% terjadi peningkatan sebesar 3,015% pada zona gempa 4 dan 7,135% pada zona gempa 6. Berbanding terbalik dengan kapasitas, keberadaan dinding bata bisa mengurangi daktilitas struktur, dari studi ini diperoleh pengurangan sebesar 56,344% pada zona gempa 4 dan 71,405% pada zona gempa 6.

Kata kunci: dinding pengisi, faktor bukaan, analisis *pushover*, kekakuan, daktilitas, *performance point*

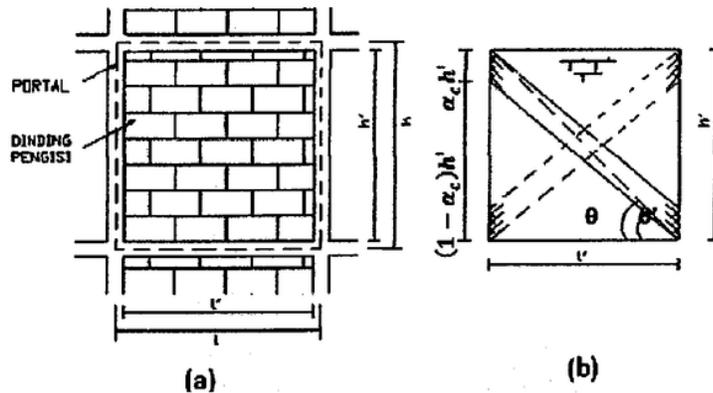
1. PENDAHULUAN

Gempa bumi tidak bisa ditebak kapan akan terjadi. Cara yang efektif untuk mengurangi resiko kerusakannya adalah dengan kesiapan akan terjadinya gempa bumi salah satunya dengan melakukan pendekatan struktural. Bata merah merupakan salah satu material yang sering digunakan sebagai dinding pengisi pada bangunan, terutama sebagai penutup luar ataupun partisi pemisah di bagian dalam untuk kebutuhan arsitektural maupun kepentingan estetika bangunan khususnya untuk bangunan rendah dan bertingkat sedang. Hal ini dikarenakan bata merah memiliki sifat harga yang ekonomis, mudah didapat, dan tahan terhadap cuaca.

Pada umumnya dinding pengisi hanya diperhitungkan sebagai beban yang disalurkan ke struktur sehingga mengabdikan pengaruh kekuatan dan kekakuan dinding pengisi tidak diperhitungkan dalam perencanaan suatu bangunan. Dinding pengisi ini akan memberikan sumbangan kekakuan yang cukup berarti pada struktur terutama saat menahan gaya lateral seperti gempa. Biasanya dalam perencanaan, bangunan diasumsikan sebagai struktur *open frame* dengan dinding bata non struktural hanya sebagai beban gravitasi yang bekerja pada balok. Dalam beberapa kasus gempa dapat diamati pada berbagai kasus gedung dengan pengaruh gempa, ternyata dinding bata ilcut memikul beban lateral. Keretakan yang terjadi pada dinding bata menunjukkan terjadi transfer beban dari portal ke dinding bata. Selain itu, pada beberapa bangunan terjadi mekanisme keruntuhan *soft-story*. Keruntuhan *soft-story* diakibatkan karena konfigurasi dinding pengisi yang berbeda antara lantai satu dengan lantai-lantai di atasnya.

2. DIAGONAL TEKAN EKIVALEN (*EQUIVALENT DIAGONAL STRUT*) SANEINEJAD-HOBBS

Portal-Isi dapat dianggap sebagai portal tidak bergoyang (*braced framed*), dimana dinding pengisi akan berfungsi sebagai diagonal tekan ekuivalen (*equivalent diagonal strut*). Diagonal tekan ekuivalen hanya kuat terhadap gaya tekan saja. Pengaruh beban lateral bolak-balik akibat gempa dapat diatasi dengan terbentuknya diagonal tekan pada arah lain yang juga mengalami tekan (lihat Gambar 1).



Gambar 1. a) Portal isi; b) Penopang diagonal bolak-balik (Saneinejad dan Hobbs, 1995)

Untuk mendapatkan properti mekanik dari diagonal tekan ekuivalen yang bersifat *lowerbound* yang konsisten dan rasional, Saneinejad dan Hobbs (1995) mengambil asumsi berikut sebagai dasarnya:

1. Deformasi lateral terjadi sebanding dengan besarnya beban lateral yang ada sampai suatu bates dimana dinding pengisi secara bertahap hancur dan kekuatannya alcan *drop* akibat daktilitas dinding yang terbatas. Ada tiga mode kehancuran yang teridentifikasi secara jelas pada portal-isi akibat pembebanan lateral, yaitu:
 - a. *Corner crushing* (CC); bagian sudut hancur, minimal salah satu ujung diagonal.
 - b. *Diagonal compression* (DC); dinding pengisi hancur pada bagian tengah diagonal.
 - c. *Shear* (S); keruntuhan geser arah horizontal pada nat sambungan dinding.
2. Panjang blok tegangan desak yang diusulkan tidak lebih dari 0,4 tinggi panel pengisi:

$$e \leq 0,4h' \text{ dan } a \leq 0,4l' \quad (1)$$

dengan a adalah persentase panjang bidang kontak dari tinggi atau lebar panel, sub-skrip c = kolom dan b = balok. Notasi h atau l unit* jarak as-ke-as portal; sedangkan h' dan l' adalah jarak berstih panel, hint Gambar 2.

3. Interaksi panel/ dinding pengisi dengan portal ditunjukkan dengan besarnya gaya geser yang diperoleh dari:

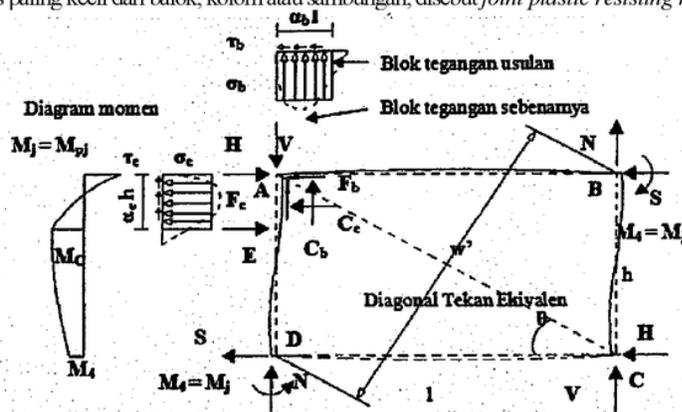
$$F_c = k_c r^2 C_c \text{ dan } F_b = k_b C_b \quad (2)$$

dengan t = koefisien gesek panel-portal; C = gaya normal pada bidang kontak; F = gaya geser (lihat Gambar 2); subskrip c = kolom dan b = balok; $r < 1,0$

4. Terjadinya sendi plastis pada bagian sudut yang dibebani umumnya terjadi pada beban puncak (*peak load*).

$$M_A = M_C = M_{pj} \quad (3)$$

dimana M_A dan M_C = *bending momen pada sudut yang dibebani* (titik A dan C pada Gambar 2); M_{pj} = tahanan momen plastis paling kecil dari balok, kolom atau sambungan, disebut *joint plastic resisting moment*.



Gambar 2. Keseimbangan gaya pada portal isi (Saneinejad dan Hobbs, 1995) Jurnal

5. Karena dinding pengisi mempunyai daktilitas yang terbatas, maka deformasi portal pada beban puncalle juga terbatas kecuali pada bagian sudut yang dibebani, dengan demikian portal masih dalam kondisi elastis.

$$M_B = M_D = M_j < M_{pj}$$

$$M_c = \beta_c M_{pc} \text{ dan } M_b = \beta_b M_{pb}$$

dimana M_B dan M_D = bending momen pada sudut yang tidak dibebani (titik B dan D pada Gambar 2); M_j = merujuk pada salah satu nilai tersebut; M_c dan M_b = momen elastis terbesar yang ada pada kolom (c) dan balok (b); dan M_{pc} dan M_{pb} = tahanan momen plastis dari kolom dan balok. Saneinejad dan Hobb, (1995) menetapkan:

$$\beta_c \leq \beta_0 = 0,2 \text{ dan } \beta_b \leq \beta_0 = 0,2$$

dimana β_0 = nominal atau batas atas (*upper-bound*), nilai dari faktor reduksi P.

3. DIAGONAL TEKAN EKIVALEN (*EQUIVALENT DIAGONAL STRUT*) BERDASARKAN FEMA 273

Lebar efektif *diagonal compression strut* yang digunakan untuk menganalisis kekuatan dan kekakuan dinding pengisi beta berdasarkan model FEMA 273 dihitung dengan rumus:

dimana:

= tinggi kolom di antara as-balok
$$a = 0,175 (\lambda_1 h_{col})^{-0,4} r_{inf} \quad (7)$$

= tinggi dinding pengisi
$$\lambda_1 = \left[\frac{E_{me} t_{inf} \sin 2\theta}{4E_{fe} I_{col} h_{inf}} \right]^{\frac{1}{4}} \quad (8)$$

= modulus elastisitas material portal

material portal

E_{me} = modulus elastisitas material dinding pengisi

h_{col} = inersia penampang kolom

h_{inf} = panjang dinding pengisi

E_{fe} = panjang diagonal dinding pengisi

E_{me} = tebal dinding pengisi

I_{col} = sudut yang dibentuk antara tinggi dan panjang dinding pengisi =

r_{inf} = koefisien yang digunakan untuk menentukan lebar efektif *strut* = lebar efektif *strut*

t_{inf}

θ

λ_1

a

4. DIAGONAL TEKAN EKIVALEN (*EQUIVALENT DIAGONAL STRUT*) BERDASARKAN ASTERIS (2003)

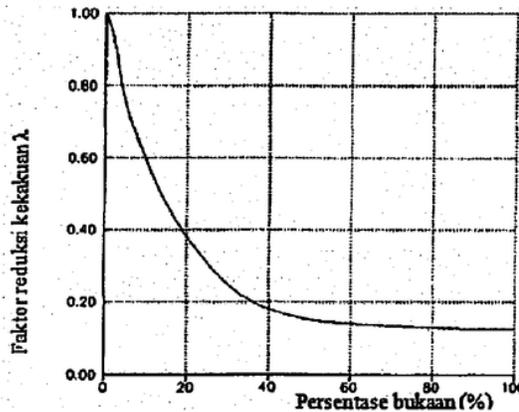
Asteris (2003) mengajukan sebuah formula dalam penentuan lebar efektif *diagonal compression strut* dengan menambahkan sebuah faktor koreksi X ke model FEMA 273 yang merupakan faktor reduksi kekakuan akibat adanya bukaan pada dinding pengisi (pintu, jendela, dan lain-lain) sesuai persamaan:

$$w_i = \lambda a$$

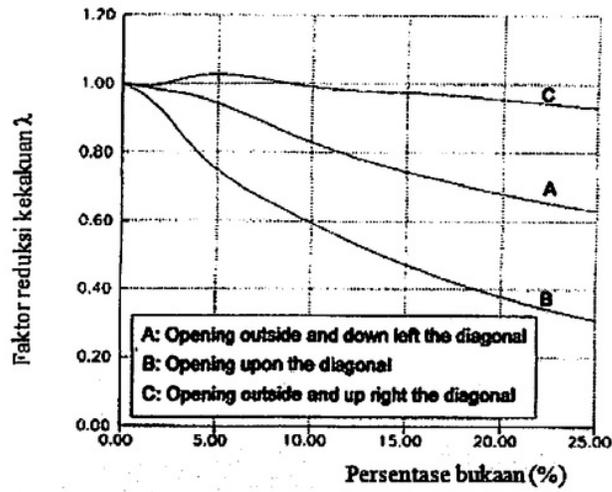
dimana

X = faktor reduksi kekakuan dengan menggunakan Gambar 3

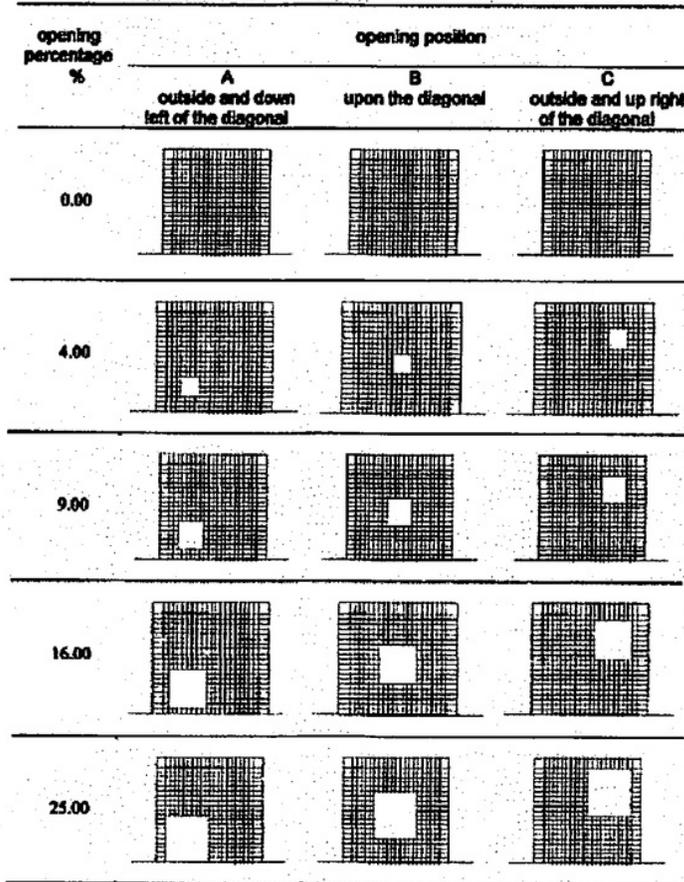
a = lebar efektif *strut* sesuai dengan FEMA 273, sesuai Pers. (7) dan (8)



Gambar 3. Faktor reduksi kekakuan dinding pengisi λ_i yang berhubungan dengan persentase bukaan (*case B*) (lihat Gambar 5) (Asteris, 2003)

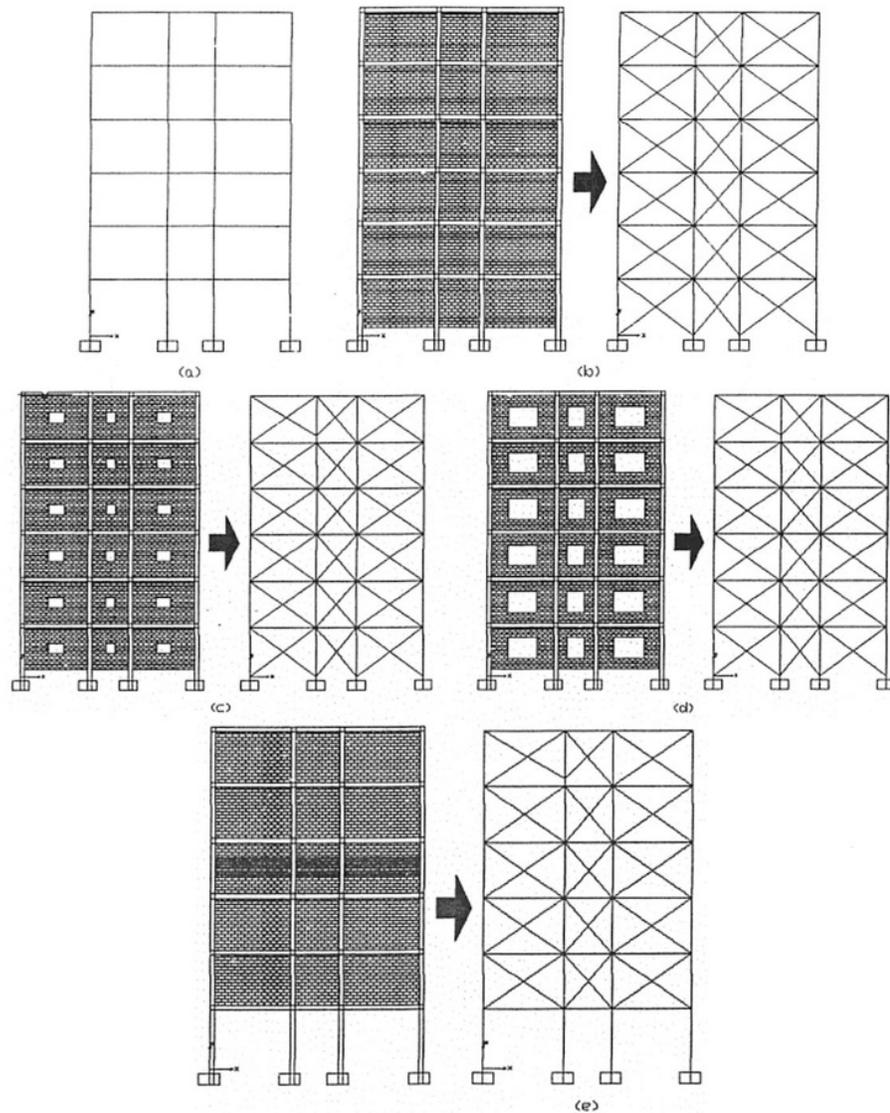


Gambar 4. Faktor reduksi kekakuan dinding pengisi λ yang berhubungan dengan persentase bukaan posisi bukaan yang berbeda (lihat Gambar 5) (Asteris, 2003)



Gambar 5. Posisi bukaan (case A, B, dan C) dan persentase bukaan (Asteris, 2003)

5. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 6. Pemodelan struktur (a) *open frame* (model 1); (b) *wall frame* (model 2); (c) *fully-infilled wall frame* dengan bukaan 16% (model 3); (d) *fully-infilled wall frame* dengan bukaan 40% (model 4); (e) *open first-story frame* (model 5)

Semua model struktur terdiri dari 6 lantai dan 3 bentang (Gambar 6). Tinggi untuk lantai pertama untuk semua model adalah 4 m, sedangkan untuk lantai-lantai lainnya 3,5 m. Masing-masing mempunyai panjang bentang 5 m kecuali di bagian tengahnya 3 m. Perletakan diasumsikan jepit. Struktur diasumsikan terletak di atas tanah sedang dan berada di zona gempa sedang dan tinggi. Peruntukan bangunan diasumsikan sebagai perhotelan. Untuk *preliminary design* ditetapkan dimensi balok 40 x 60 cm, kolom 60 x 60 cm, dan tebal plat lantai/atap 12 cm.

Dalam studi ini digunakan Bata merah sebagai material dinding pengisi. Bukaan diasumsikan terletak pada tengah diagonal dinding. Karakteristik dinding bata yang akan digunakan dalam studi ini didasarkan pada karakteristik dinding bata hasil pengujian laboratorium yang dilakukan oleh Aryanto (2008). Berdasarkan eksperimen diperoleh data sebagai berikut:

1. Parameter individu bata dan mortar:
 - a. Kuat tekan unit bata 4,57 Mpa
 - b. Kuat tekan rata-rata mortar 10,45 Mpa
2. Parameter dinding pengisi (pasangan bats):
 - a. Kuat tekan rata-rata pasangan bata (fin) 3,54 Mpa
 - b. Modulus elastisitas dinding pengisi 2478 Mpa
 - c. Kuat Lekat/ bond pasangan bata 0,39 MPa
 - d. Regangan pada tegangan maksimum, $F_u = 0,002$

Properti material nonlinier pada studi ini seperti kapasitas rotasi pasca leleh (rotasi plastis) untuk zona gempa 4 sebesar $O_p = 0,04$ dan untuk zona gempa 6, $O_p = 0,06$; kapasitas rotasi pasca kondisi plastis $O_{ps} = 0,06$ dan rotasi leleh O_y dihitung dengan $O_y = M_y/K_o$. Nilai rasio antara momen maksimum dengan momen leleh adalah $M_o/M_y = 1,19$. Kekakuan elemen dihitung dengan $K_o = 6EI/L$. Momen inersia efektif diasumsikan 40% dan momen inersia biasa $I_d = 0,4 I$.

Analisis *pushover* dilakukan untuk melihat seberapa besar kapasitas dan daktilitas dan struktur yang ditinjau. Tipe analisis *pushover* yang digunakan dalam studi ini adalah kontrol *displacement* dimana struktur didorong sampai mencapai *displacement* yang diinginkan dan atau sampai struktur yang ditinjau runtuh. Untuk studi ini digunakan kontrol *displacement* sebesar 0,5 m dan efek P-Delta diabaikan. Untuk mendapatkan titik kinerja (*performance point*) pada studi ini digunakan *Capacity Spectrum Method* atau Metoda Spektrum Kapasitas (ATC-40).

6. HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1. Kekakuan Lateral

Kekakuan lateral diperoleh dengan memberikan beban sebesar 1 kN pada atap struktur. Kekakuan diperoleh dari perbandingan antara beban 1 kN dengan besarnya perpindahan yang terjadi akibat pembebanan. Perbandingan kekakuan struktur untuk berbagai model dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan kekakuan struktur berbagai model

Jenis Model	Simpangan Atap (mm)	Kekakuan (1 kN/simpangan atap)
Model 1	0,071985	13,892
Model 2	0,047821	20,911
Model 3	0,058683	17,041
Model 4	0,066423	15,055
Model 5	0,060147	16,626

6.2. Simpangan Tingkat dan Simpangan Antartingkat

Berdasarkan SNI 03-1726-2002 Pasal 8, simpangan antarlantai ditentukan berdasarkan 2 kinerja, yaitu kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit. Berdasarkan hasil perhitungan simpangan kinerja batas layan maupun simpangan kinerja batas ultimit, kontrol simpangan semua model masih memenuhi syarat yang diizinkan.

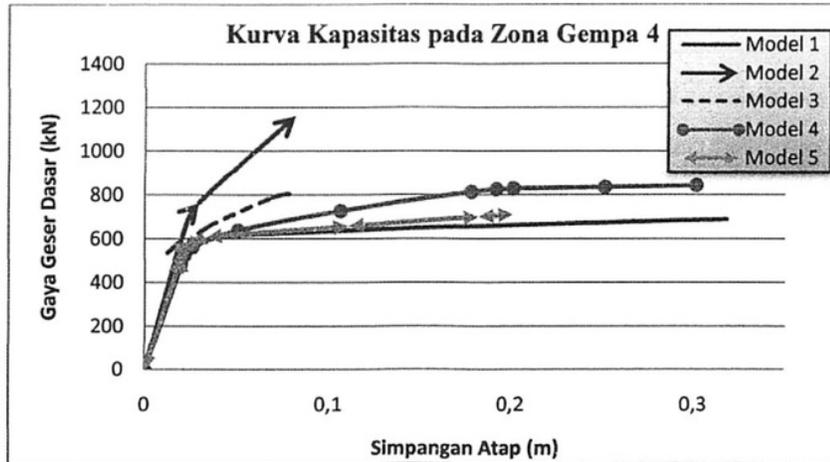
6.3. Titik Kinerja (*Performance Point*) Dan Daktilitas

Tabel 2 Perbandingan titik kinerja (*performance point*) dan daktilitas dari model struktur

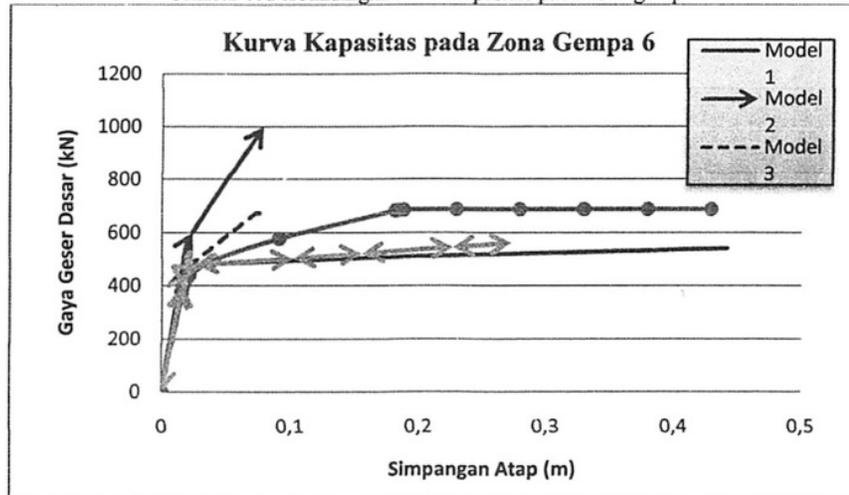
Model Struktur	Zona Gempa 4			Zona Gempa 6		
	Gaya Geser dasar (kN)	Perpindahan (m)	Daktilitas	Gaya Geser dasar (kN)	Perpindahan (m)	Daktilitas
Model 1	524,625	0,022	6,62	472,040	0,030	11,89
Model 2	591,952	0,020	2,89	608,604	0,025	3,4
Model 3	540,442	0,021	3,55	505,720	0,029	3,95
Model 4	523,094	0,021	6,6	475,250	0,033	10,7
Model 5	534,397	0,021	5,63	476,285	0,028	10,38

Tabel 3 Persentase peningkatan dan penurunan titik kinerja dan daktilitas dari model struktur

Model struktur	Peningkatan gaya geser dasar (%)		Penurunan daktilitas (%)	
	Zona gempa 4	Zona gempa 6	Zona gempa 4	Zona gempa 6
Model 2	12,833	28,931	56,344	71,405
Model 3	3,015	7,135	46,375	66,779
Model 4	0,293	0,680	0,302	10,008
Model 5	1,863	0,899	14,955	12,700



Gambar 7. Perbandingan kurva kapasitas pada zona gempa 4



Gambar 8. Perbandingan kurva kapasitas pada zona gempa 6

Dari hasil yang disajikan di atas dapat dilihat bahwa pada saat mencapai *performance point* kapasitas maksimal dari model struktur *open frame* berada di bawah kapasitas maksimal model struktur yang lain. Pada zona gempa 4, antara model 1 dengan model 2, 3 dan 5 terdapat perbedaan gaya geser dasar berturut-turut sebesar 12,833%; 3,015% dan 1,863%. Sedangkan pada zona gempa 6, terdapat perbedaan gaya geser dasar berturut-turut sebesar 28,931%; 7,135% dan 0,899%. Struktur *fully infilled wall* dengan bukaan 40% (model 4) cenderung berperilaku seperti struktur *open frame*, terlihat dari nilai titik kinerja dan daktilitas yang hampir sama antara kedua model. Berdasarkan hasil yang diperoleh, keberadaan dinding bata yang dimodelkan sebagai diagonal tekan ekuivalen akan menambah kapasitas struktur.

Struktur dengan *strut* mampu menerima gaya geser dasar lebih baik daripada struktur *open frame*. Struktur dengan bukaan 40% ternyata tidak begitu mempengaruhi kinerja dari struktur.

Di sisi lain jika ditinjau dari daktilitas, nilai daktilitas yang terbesar adalah model 1, kemudian difolow oleh model 4, model 5, model 3 dan yang terkecil model 2. Dari analisis ini dapat ditarik kesimpulan bahwa keberadaan dinding bata bisa mengakibatkan menurunnya daktilitas dari struktur. Dinding bata bisa menyebabkan struktur menjadi lebih

Pada saat mencapai *performance point*, nilai target perpindahan (*displacement*) yang dihasilkan oleh struktur *open frame* lebih besar dari model yang lain terutama pada zona gempa 6. Hal ini menunjukkan bahwa struktur *open frame* dapat berdeformasi lebih baik daripada struktur dengan *strut*.

Dad sendi plastis yang terjadi, sendi plastis akan muncul terlebih dahulu pada balok atau kaki kolom kemudian terjadi pada kolom. Dengan adanya *strut* mengakibatkan sebagian gaya yang bekerja ke balok akan diterima juga oleh *strut*. Di bawah beban gempa sedang, semua struktur model berada pada daerah B-10 dan IO-LS yang menunjukkan bahwa secara keseluruhan kinerja struktur baik.

Di bawah pengaruh beban gempa lemah, Struktur *fully infilled wall* tanpa bukaan dan struktur *fully infilled wall* dengan bukaan 16% pada saat mencapai *performance point* berada pada daerah LS-CP yang menunjukkan bahwa kinerja struktur kurang baik. Struktur *open frame*, struktur *fully infilled wall* dengan bukaan 40%, dan struktur *open first story* memiliki kinerja yang baik (karena saat *performance point* tidak ada yang melewati daerah LS).

7. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil studi menunjukkan bahwa kontribusi dinding pengisi yang terbuat dari dinding bata sangat mempengaruhi kekakuan lateral struktur. Adanya dinding pengisi yang kaku di sebuah level tingkat dan pada level tingkat lain tidak ada (dalam penelitian ini di tingkat pertama) dapat menyebabkan efek tingkat lemah (*soft story*). Mekanisme keruntuhan *soft story* ini dapat menyebabkan kegagalan struktur. Hasil studi juga menunjukkan bahwa faktor bukaan juga sangat mempengaruhi kekuatan dinding pengisi. Dinding dengan bukaan 40% ternyata tidak begitu mempengaruhi Mada dari struktur utama.
2. Pemasangan dinding pengisi bata ternyata dapat meningkatkan kapasitas dari struktur itu sendiri. Hal ini ditunjukkan oleh model struktur dengan menggunakan dinding pengisi memiliki kapasitas yang lebih besar dengan peningkatan sebesar 12,833% pada zona gempa 4 dan 28,931% pada zona gempa 6. Untuk model struktur dengan bukaan 16% terjadi peningkatan sebesar 3,015% pada zona gempa 4 dan 7,135% pada zona gempa 6. Berbanding terbalik dengan kapasitas, keberadaan dinding bata bisa mengurangi daktilitas struktur, dari studi ini diperoleh pengurangan sebesar 56,344% pada zona gempa 4 dan 71,405% pada zona gempa 6. Hasil studi juga menunjukkan bahwa dinding bata dapat mereduksi kinerja struktur untuk berdeformasi secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryanto, A. 2008. *Kinerja Portal Beton Bertulang dengan Dinding Pengisi Bata Ringan terhadap Beban Gempa*. Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Asteris, P. G. 2003. Lateral stiffness of brick masonry infilled plane frame. *Journal of Structural Engineering*, ASCE, 129(8), 1071-1079.
- ATC-40. 1996. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings. *Report SSC 96-01*. Applied Technology Council.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI 03-1726-2002*. Jakarta, Departemen Pekerjaan Umum.
- Budiono, B. dan Supriatna, L. 2011. *Studi Komparasi Desain Bangunan Tahap Gempa dengan Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNJ 03-1726-201x*. IITB, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- Dewobroto, W. 2005. *Analisa Inelastis Portal-Dinding Pengisi dengan Equivalent Diagonal Strut*. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 12.
- Dolgek, M. dan Fajfar, P. 2001. Soft storey effects in uniformly infilled reinforced concrete frames. *Journal of Earthquake Engineering*, 5(1), 1-12.
- Faisal, A. 2013. *Pemodelan Getaran Gempa Struktur Beton untuk Analisis Tidak Linier*, *Seminar Nasional IV HASTAG*, Medan.
- Faisal, A. 2014. *Torsi Aktual pada SRPM Simetris*, *Seminar Nasional HAKI Komda Sumut*, Medan.
- Haselton, C. B., Liel, A. B., Deierlein, G. G., Dean, B. S., Chou, J. H. 2011. Seismic collapse safety of reinforced concrete building. I: assessment of ductile moment frames. *Journal of Structural Engineering*, ASCE, 137(4), 481-491.

- Kaushik, H. B., Rai, D. C., Jain, S. K. 2009. Effectiveness of some strengthening option for masonry-infilled RC frames with open first story. *Journal of Structural Engineering*, ASCE, 135(8), 925-937.
- Mehrabi, A.B., Shing, P.B., Schuller, M.P., Noland, J.L. 1996. Experimental evaluation of masonry-infilled RC frames. *Journal of Structural Engineering*, ASCE, 122(3), 228-237.
- Rozman, M., dan Fajfar, P. 2009. Seismic response of a RC frame building designed according to old and modern practices. *Bulletin of Earthquake Engineering* 7(3), 779-799.
- Saneinejad, A., dan Hobbs, B. 1995. Inelastic design of infilled frames. *Journal of Structural Engineering*, ASCE, 121(4), 634-650.
- Wibisono, C. dan Lie, H. 2008. Modal Pushover Analysis Struktur Gedung Beton Bertulang di Bawah Pengaruh Beban Gempa Kuat *Laporan Tugas Akhir*, Program Studi Teknik Sipil, ITB, Bandung.
- Yuliani, E. dan Suhelda. 2008. Evaluasi Perbandingan Konsep Desain Dinding Geser Tahan Gempa Berdasarkan SNI Beton. *Laporan Tugas Akhir*, Program Studi Teknik Sipil, ITB, Bandung.
- Zareian, F., Krawinkler, H. 2007. Assessment of probability of collapse and design for collapse safety. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 36, 1901-1914.

01 Studi Parametrik - Sitompul_Ade Faisal_JRSI_Vol-IX_No.2_2015

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

1%

★ Submitted to Indian Institute of Technology

Guwahati

Student Paper

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On