

ANALISA KAPASITAS SEISMİK DENGAN DAN TANPA DINDING BATA PADA GEDUNG BETON BERTULANG

Lili Leilany¹

1) Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang,
(email : leilani_lily@yahoo.com)

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Dikirim :23-06-2022

Direvisi :29-06-2022

Diterima : 26-07-2022

Keywords :

Kapasitas Seismik,

Dinding Bata,

STERA 3D,

Gedung Beton

Bertulang

ABSTRACT

Penelitian ini menjelaskan pengaruh dinding bata terhadap kapasitas seismik gedung beton bertulang berlantai banyak. Di Kota Padang, sebagian besar bangunan beton bertulang menggunakan dinding bata sebagai dinding non struktural. Karena dinding bata digunakan sebagai bagian dari non-struktural, selama tahap desain, kontribusinya terhadap perilaku bangunan secara keseluruhan tidak diketahui dengan baik. Dalam studi ini, kontribusi dinding terhadap kapasitas seismik Gedung beton bertulang berlantai banyak diselidiki. Untuk tujuan ini, Gedung beton bertulang sembilan lantai dipilih sebagai model analitis. Bangunan yang terletak di dekat garis pantai Kota Padang. Model dianalisis untuk analisis Pushover dan Time history dengan menggunakan perangkat lunak komputer berdasarkan metode elemen hingga nonlinier, yang disebut Analisis Respon Gempa Struktural 3D (STERA 3D). Bangunan dimodelkan sebagai struktur rangka beton bertulang dengan dan tanpa dinding bata. Hasil studi analitik menunjukkan dinding bata nonstruktural memiliki peningkatan yang signifikan terhadap kapasitas seismik bangunan beton bertulang. Dinding bata juga dapat mengurangi kerusakan komponen struktur. Berdasarkan hasil analisis Pushover, kapasitas seismik struktur beton bertulang dengan dinding bata pada arah X dan Y masing-masing meningkat sebesar 52 % dan 54 % dibandingkan dengan struktur rangka tanpa dinding bata. Penggunaan dinding bata dapat meminimalisir kerusakan. Hal ini menjelaskan bahwa dengan adanya dinding bata dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap ketahanan struktur bangunan beton bertulang dalam menerima beban lateral seperti beban gempa.

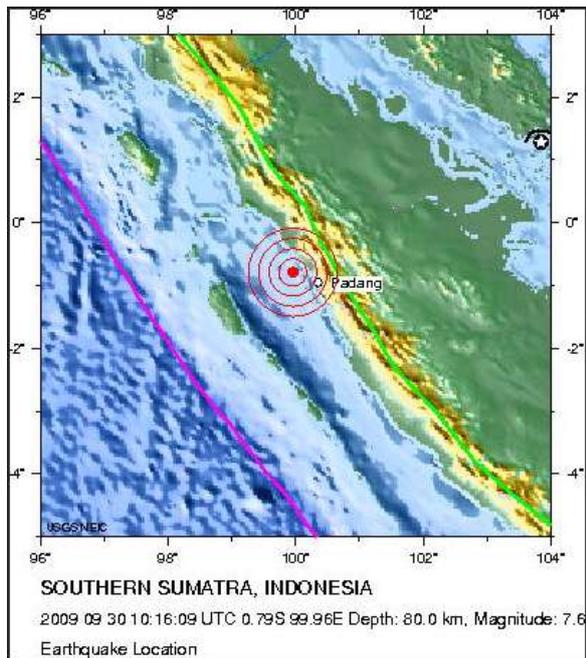
1. PENDAHULUAN

Sumatera Barat merupakan provinsi yang dilalui jalur *ring of fire*, berada diantara pertemuan dua lempeng benua besar, yaitu lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia serta patahan (sesar) Semangko. Di dekat pertemuan lempeng terdapat juga patahan Mentawai. Ketiganya merupakan daerah seismik aktif (Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia, 2017). Gambar.1 menunjukkan bahwa Sumatera Barat termasuk kedalam zonasi gempa dengan percepatan 0,4 - 0,6 g. Padang sebagai ibukota Provinsi Sumatera Barat telah mengalami beberapa kali gempa besar pada periode Tahun 2004 sampai dengan Tahun 2009. Gempa besar yang mengguncang kota Padang terakhir kali terjadi pada tanggal 30

September 2009 dengan kekuatan 7,6 Skala Richter (SR) dengan pusat gempa ditunjukkan sebagai lingkaran merah pada Gambar.2.



Gambar 1. Peta Zonasi Gempa Indonesia (Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia, 2017)



Gambar 2. Lokasi pusat gempa Padang – Pariaman 2009 (wikipedia, 2009)

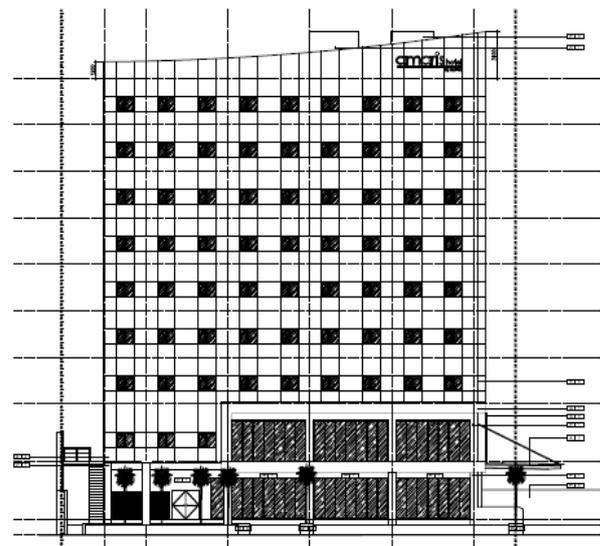
Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukan penelitian Analisis Kapasitas Seismik dengan dan Tanpa Dinding Bata Pada Gedung Beton Bertulang. Adanya dinding bata memberi kontribusi yang signifikan terhadap ketahanan struktur bangunan beton bertulang dalam menerima beban lateral seperti beban gempa, walaupun struktur bangunan tersebut tidak direncanakan dan didetilkkan untuk dapat menerima beban gempa (Tanjung, Maidiawati, & Nugroho, 2018), (Tanjung, Maidiawati, & Alfajri, 2018), (M, B.R, & Venkataramana, 2013) (Maidiawati & Sanada, 2017). Walaupun konstruksi dinding menyatu dengan struktur beton bertulang, akan tetapi dalam prosedur perencanaan yang umum digunakan saat ini, dinding umumnya diperlakukan sebagai komponen nonstruktural (Badan Standarisasi Nasional, 2000).

Pada makalah ini, akan dibahas sebuah model analisis untuk mengevaluasi kinerja seismik pada sebuah gedung berlantai banyak yang telah ada, yaitu Hotel Amaris. Lokasi gedung ini kurang lebih 1,5 km dari garis pantai. Penelitian ini

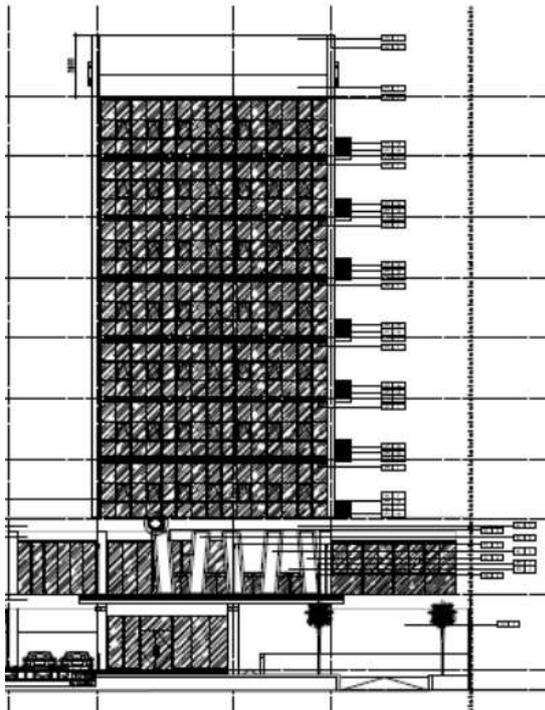
menjelaskan tentang pengaruh dinding bata dalam rangka struktur beton bertulang terhadap kapasitas seismik dan respon struktur akibat beban gempa. Hotel Amaris dianalisis menggunakan perangkat lunak yang disebut *STructural Earthquake Response Analysis 3D* (STERA 3D) (Saito, 2017). Gedung dianalisis dengan analisis *Pushover* dan analisis *Time History*. Analisis *Pushover* dilakukan dengan distribusi beban UBC dan rekaman pergerakan tanah gempa Sumatera Barat, September 2009 digunakan sebagai beban dalam analisis *Time History* (Tanjung, Maidiawati, & Nugroho, 2018). Gedung dianalisis dan dibandingkan dengan dua model dalam penelitian ini, yaitu gedung beton bertulang dengan dinding bata dan tanpa dinding bata.

2) METODE PENELITIAN

Hotel Amaris merupakan gedung yang akan dianalisis dalam penelitian ini yang merupakan gedung beton bertulang 9 (sembilan) lantai. Tinggi lantai 1 – 2 gedung ini adalah 4,2 meter sedangkan lantai 3 - 9 adalah 3,4 meter. Tulangan yang digunakan dengan mutu 400 Mpa, sedangkan mutu kuat tekan betonnya 25 Mpa. Gambar.3 merupakan tampak selatan dan Gambar.4 adalah tampak timur Hotel Amaris.

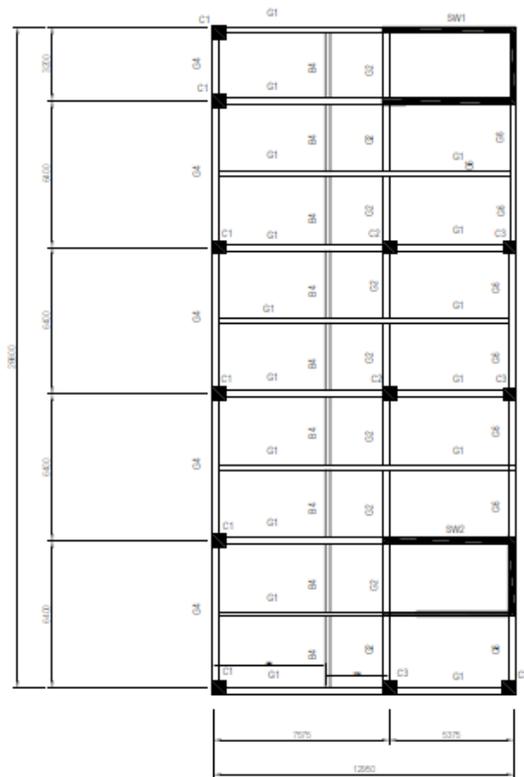
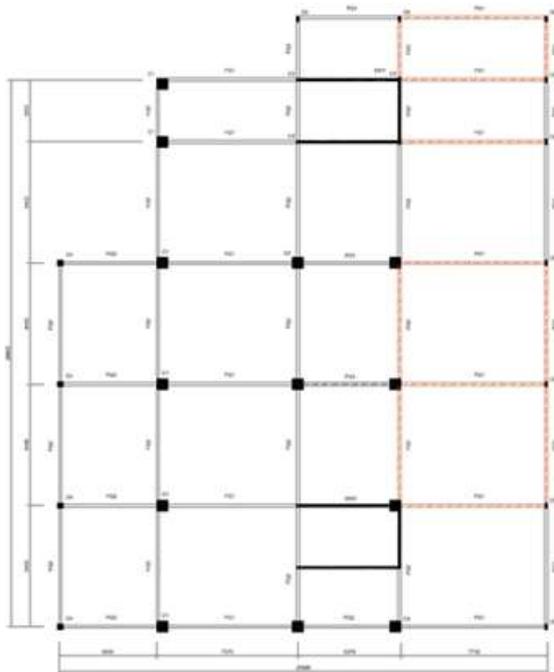


Gambar 3. Tampak Selatan



Gambar 4. Tampak Timur

Denah kolom dan balok Hotel Amaris dapat dilihat pada Gambar.5 Karena terdapat 5 (lima) tipe tulangan utama pada kolom dan sedangkan 32 (tiga puluh dua) tipe balok, maka tulangan utama pada kolom dan balok harus dikonsorsikan menjadi setipe, dengan mengacu pada rasio tulangan utama agar bisa dimodelkan dengan perangkat lunak *Structural Earthquake Response Analysis 3D* (STERA 3D).



Gambar 5. Denah Kolom dan Balok Lantai 1-2, dan lantai 3 – 9.

Struktur bangunan gedung dimodelkan berdasarkan deskripsi bangunan diatas. Pemodelan dilakukan dengan 2 (dua) tipe, yaitu pemodelan rangka struktur beton bertulang dengan dinding bata dan tanpa dinding bata. Gedung dianalisis dengan analisis *Pushover* dan analisis *Time History*.

2.1 Analisis *Pushover*

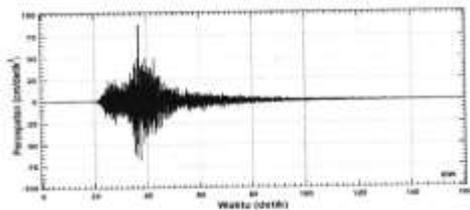
Analisis *Pushover* dilakukan untuk mengetahui kapasitas seismik gedung beton bertulang. Analisis statik nonlinear (*Pushover Analysis*) dilakukan pada masing-masing model struktur, yaitu struktur rangka beton bertulang dengan dinding bata dan tanpa dinding bata. Analisis *Pushover* dilakukan dengan target perpindahan 1/50 dari tinggi bangunan berdasarkan syarat dan ketentuan simpangan antar lantai ijin SNI-1726-2019.

Untuk tahap pertama Analisis *Pushover* dilakukan pada model struktur rangka beton bertulang tanpa dinding bata. Analisis dilakukan pada kedua arah sumbu X dan sumbu Y untuk mendapatkan kapasitas seismik dari model struktur tersebut.

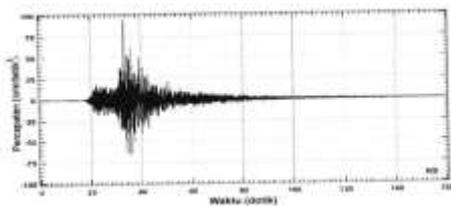
Tahap kedua dari Analisis *Pushover* adalah kapasitas geser dasar dari model tersebut akan dibandingkan dengan kapasitas gaya geser dasar rangka struktur beton bertulang dengan dinding bata untuk mendapatkan dan mengetahui pengaruh dinding bata terhadap struktur rangka beton bertulang.

2.2 Analisis Time History

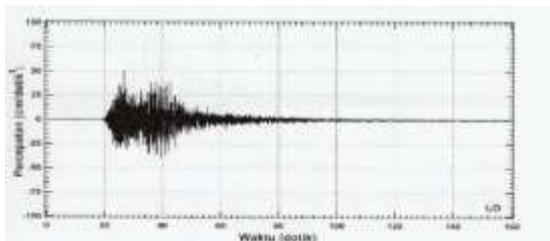
Analisis respon struktur terhadap gempa bertujuan untuk mengetahui kinerja dari rangka struktur bangunan pada saat gempa terjadi. Pada penelitian ini penulis menggunakan data rekaman pergerakan tanah (*ground motion*) yang terjadi pada saat gempa Padang – Pariaman 2009. Rekaman pergerakan tanah tersebut tercatat pada alat seismograf yang terletak di PLTA Singkarak yang terlihat pada Gambar.6.



(a) Rekaman Pergerakan Tanah Arah Timur – Barat



(b) Rekaman Pergerakan Tanah Arah Utara – Selatan



(c) Rekaman Pergerakan Tanah Arah Atas - Bawah

Gambar 6. Rekaman Pergerakan Tanah Gempa Padang – Pariaman 2009

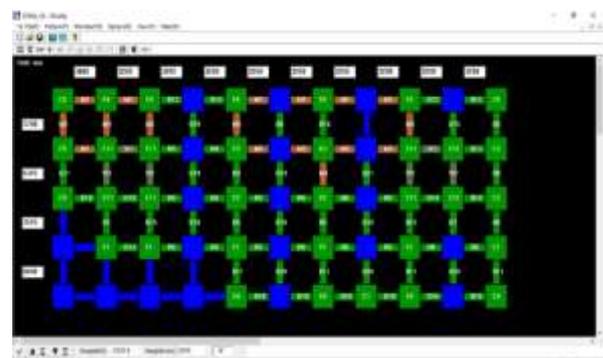
Adapun uraian analisis yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uraian Analisis

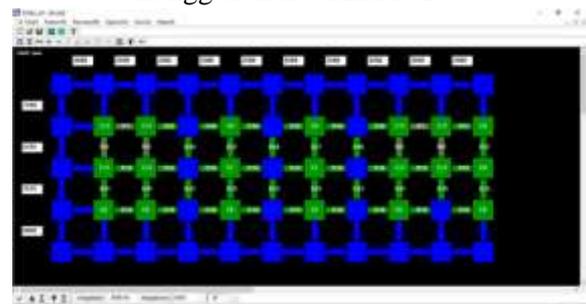
Uraian Analisis	Kode
Analisis Pushover tanpa dinding	
- PO arah X – 1/50	X - TD
- PO arah Y – 1/50	Y - TD
Analisis Pushover dengan dinding	
- PO arah X – 1/50	X - DD
- PO arah Y – 1/50	Y - DD
Analisis Time History tanpa dinding	
- TH arah X – 400 gals	EQX - TD
- TH arah Y – 400 gals	EQY - TD
Analisis Time History dengan dinding	
- TH arah X – 400 gals	EQX - DD
- TH arah Y – 400 gals	EQY - DD

2.3 Pemodelan Struktur Bangunan

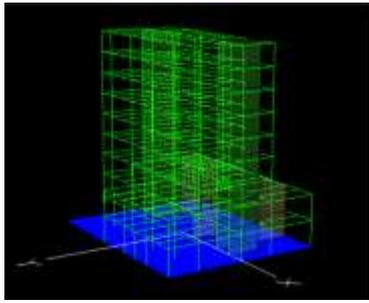
Struktur bangunan gedung dimodelkan berdasarkan deskripsi bangunan diatas. Pemodelan menggunakan perangkat lunak Structural Earthquake Response Analysis 3D (STERA 3D). Pemodelan dilakukan dengan 2 (dua) tipe, yaitu pemodelan rangka struktur beton bertulang dengan dinding bata dan tanpa dinding bata. Berikut adalah Gambar.7, 8 dan 9 Gedung yang dianalisis dengan model 3D menggunakan perangkat lunak STERA 3D.



Gambar 7. Pemodelan Denah Lantai 1-2 menggunakan STERA 3D

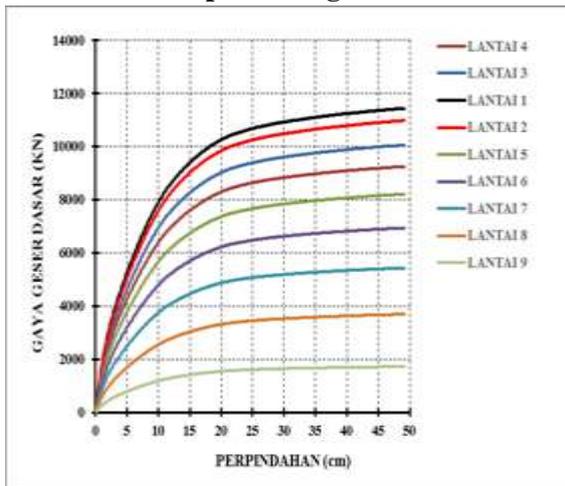


Gambar 8. Pemodelan Denah Lantai 3-9 menggunakan STERA 3D

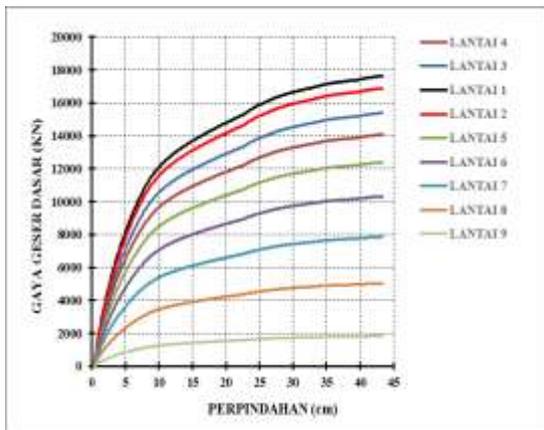


Gambar 9. Model analisis 3D

a. Gaya Geser VS Perpindahan arah X dan Y tanpa dinding



Gambar 10. Gaya Geser VS Perpindahan arah X



Gambar 11. Gaya Geser VS Perpindahan arah Y

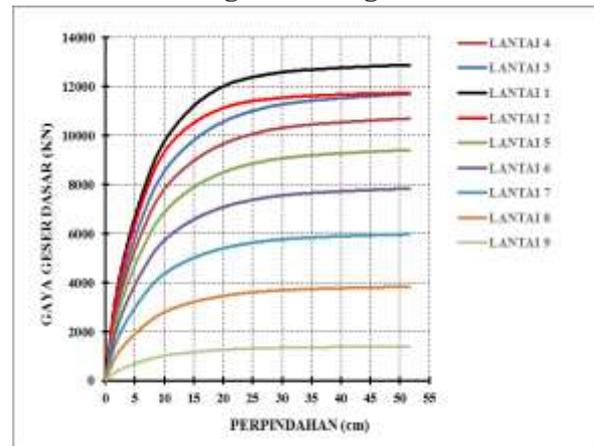
Dari kurva diatas didapatkan kapasitas gaya geser maksimum untuk struktur rangka beton bertulang tanpa dinding bata arah X sebesar 11440 KN dan arah Y sebesar 17620 KN pada masing-masing Lantai 1, gambar diatas menunjukkan kapasitas gaya geser arah Y lebih besar dari arah X.

3) HASIL DAN PEMBAHASAN

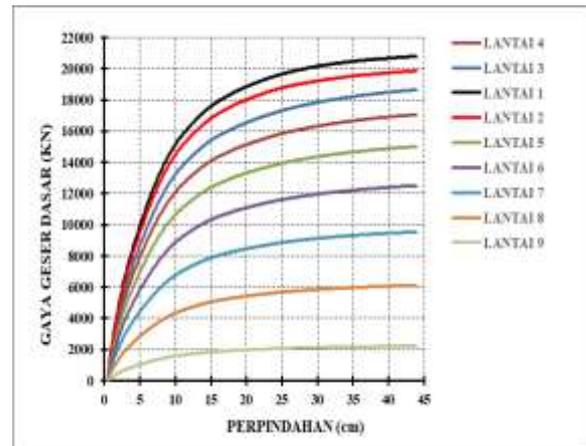
3.1 Analisis Pushover

Analisis *Pushover* dilakukan dengan target perpindahan 1/50 dari tinggi bangunan berdasarkan syarat dan ketentuan simpangan antar lantai ijin SNI-1726-2019. Berikut analisis gaya geser VS Perpindahan arah X dan Y tanpa dinding dan dengan dinding sebagaimana ditunjukkan pada gambar 10-gambar 13 berikut ini.

b. Gaya Geser Vs Perpindahan Arah X dan Y Dengan Dinding



Gambar 12. Gaya Geser VS Perpindahan arah X

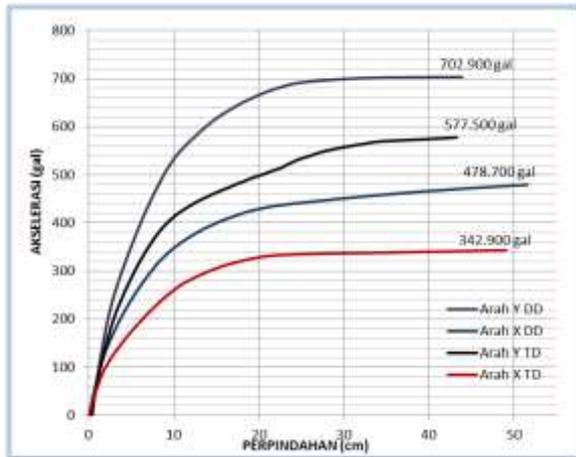


Gambar 13. Gaya Geser VS Perpindahan arah X

Dari kurva diatas didapatkan kapasitas gaya geser maksimum untuk struktur rangka beton bertulang dengan dinding bata arah X sebesar 12880 KN dan arah Y sebesar 20790 KN, pada masing-masing lantai 1. Gambar diatas menunjukkan kapasitas gaya geser arah Y lebih besar dari arah X relatif sama dengan kurva Gaya geser Vs perpindahan arah X dan

Y struktur rangka beton bertulang tanpa dinding. Namun struktur rangka dengan dinding bata memiliki kapasitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan struktur rangka tanpa dinding bata.

c. Akselerasi Vs Perpindahan

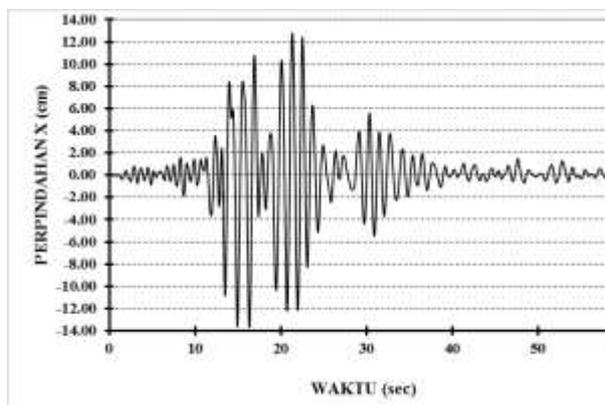


Gambar 14. Akselerasi VS Perpindahan

Dari Gambar 14 dapat dilihat bahwa dinding bata mampu meningkatkan akselerasi secara keseluruhan dari rangka struktur beton bertulang. Akselerasi meningkat dari 342,9 gals tanpa dinding bata menjadi 577,5 gals dengan dinding bata pada arah X. Sedangkan pada arah Y, akselerasi meningkat dari 478,7 gals tanpa dinding bata menjadi 702,9 gals dengan dinding bata.

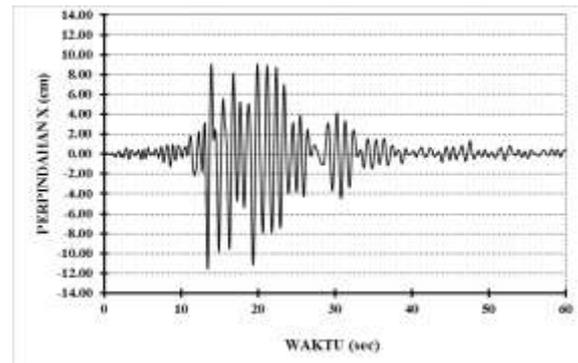
3.2 Analisis Time History

- Perpindahan Vs Waktu Tanpa Dinding pada Lantai 9



Gambar 15. Kurva Perpindahan Vs Waktu Tanpa Dinding pada Lantai 9

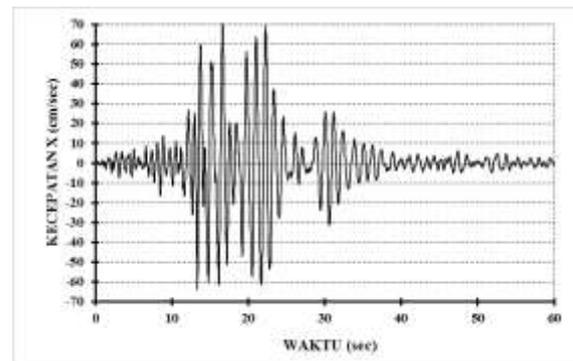
- Perpindahan Vs Waktu Dengan Dinding pada Lantai 9



Gambar 16. Kurva Perpindahan Vs Waktu dengan Dinding pada Lantai 9

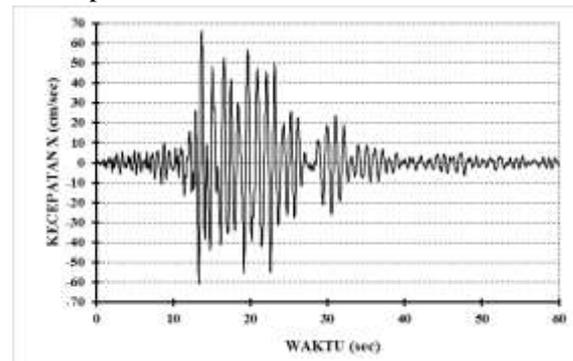
Dari kurva diatas didapatkan bahwa perpindahan struktur rangka beton bertulang dengan dinding bata lebih kecil dibandingkan dengan perpindahan yang terjadi pada struktur rangka beton bertulang tanpa dinding bata. Hal ini disebabkan dinding bata dapat menambah kekakuan dari struktur rangka itu sendiri.

- Kecepatan Vs Waktu Tanpa Dinding pada Lantai 9



Gambar 17. Kurva Kecepatan Vs Waktu tanpa Dinding pada Lantai 9

- Kecepatan Vs Waktu Dengan Dinding pada Lantai 9



Gambar 18. Kurva Kecepatan Vs Waktu dengan Dinding pada Lantai 9

Dari kurva diatas didapatkan bahwa kecepatan pada struktur rangka beton bertulang dengan dinding bata lebih kecil dibandingkan dengan kecepatan yang terjadi pada struktur rangka beton bertulang tanpa dinding bata. Hal ini menunjukkan bahwa dinding bata mampu mempengaruhi struktur rangka beton bertulang secara signifikan dalam meredam kecepatan gempa yang tentunya akan memberikan pengaruh kepada kemampuan dalam menerima akselerasi gempa.

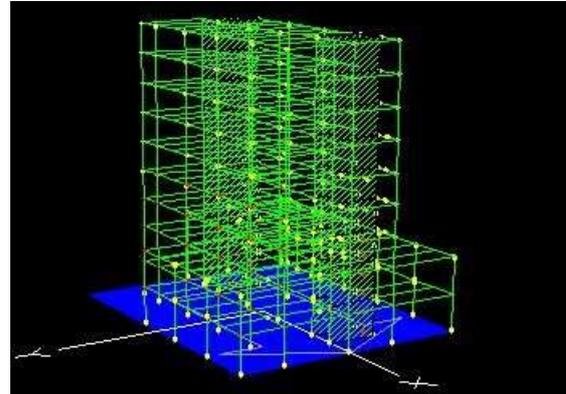
3.3 Tingkat Kerusakan Struktur Bangunan

STERA 3D mengelompokkan tingkat kerusakan dengan dua tipe, yaitu :

- Daktilitas diantara satu sampai lima ($1 < U < 5$) adalah berwarna kuning, dimana pada kondisi tersebut komponen struktur didefinisikan mengalami kerusakan ringan/ sedang.

- Daktilitas lebih dari lima ($U > 5$) adalah berwarna merah, dimana pada kondisi tersebut komponen struktur didefinisikan mengalami kerusakan berat.

a. Analisa Push Over

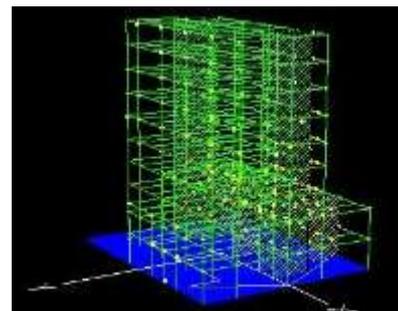


Gambar 19. Kerusakan yang terjadi pada gedung arah X dan Y tanpa dinding

Tabel 2. Kerusakan Arah X dan Y Tanpa Dinding

Arah	Kolom				Balok					
	Awal	$1 < U < 5$	%	$U > 5$	%	Awal	$1 < U < 5$	%	$U > 5$	%
X	207	18	8,6			441	61	13,8	106	24
Y	207					441	149	34	113	25,6

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa kerusakan kolom pada arah X dan Y adalah sebesar 8,6% untuk daktilitas $1 < U < 5$, dimana kondisi tersebut mengalami kerusakan ringan. Kerusakan pada balok pada arah X dan Y untuk daktilitas $1 < U < 5$ masing-masing sebesar 13,8% dan 34%. Sedangkan untuk daktilitas $U > 5$ kerusakannya masing-masing sebesar 24% dan 25,6%, yaitu mengalami kerusakan berat.



Gambar 20. Kerusakan yang terjadi pada gedung arah X dan Y dengan dinding

Tabel 3. Kerusakan Arah X dan Y dengan Dinding

Arah	Kolom				Balok					
	Awal	$1 < U < 5$	%	$U > 5$	%	Awal	$1 < U < 5$	%	$U > 5$	%
X	207					441	294	66,6	24	5,4
Y	207					441	348	79	11	2,4

Dari Tabel 4 dan Tabel 5 dapat dilihat bahwa tidak terdapat kerusakan pada kolom untuk daktilitas $1 < U < 5$ maupun $U > 5$. Kerusakan pada balok pada arah X dan Y untuk daktilitas

$1 < U < 5$ (rusak ringan) masing-masing sebesar 66,6% dan 79%. Sedangkan untuk daktilitas $U > 5$ (rusak berat) masing-masing sebesar 5,4% dan 2,4%.

b. Analisa Time History

Tabel 4. Kerusakan Arah X dan Y Tanpa Dinding

Arah	Kolom				Balok					
	Awal	1<U<5	%	U>5	%	Awal	1<U<5	%	U>5	%
X	207					441	48	11		
Y	207					441	32	7,2		

Dari Tabel 4 tidak terdapat kerusakan pada kolom untuk daktilitas 1<U<5 maupun U>5. Kerusakan pada balok pada arah X dan Y untuk daktilitas 1<U<5 (rusak ringan) masing-

masing sebesar 11% dan 7,2%. Sedangkan untuk daktilitas U>5 (rusak berat) juga tidak terjadi kerusakan.

Tabel 5. Kerusakan Arah X dan Y dengan Dinding

Arah	Kolom				Balok					
	Awal	1<U<5	%	U>5	%	Awal	1<U<5	%	U>5	%
X	207					441	42	9,5		
Y	207					441	27	6,1		

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa tidak terdapat kerusakan pada kolom untuk daktilitas 1<U<5 maupun U>5. Sedangkan kerusakan pada balok pada arah X dan Y untuk daktilitas 1<U<5 (rusak ringan) masing-masing sebesar 9,5% dan 6,1%. Untuk daktilitas U>5 (rusak berat) tidak terjadi kerusakan. Seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 5 bahwa kerusakan yang terjadi lebih banyak terdapat pada balok dan itu pun hanya kerusakan ringan, hal ini terjadi dikarenakan kontribusi dinding bata yang dapat mempengaruhi struktur rangka beton bertulang dengan signifikan dalam menerima beban gempa dan dengan kata lain kapasitas lateral dari model struktur rangka beton bertulang dengan dinding bata mampu atau dapat menerima beban gempa yang sama dengan gempa September 2009.

4) KESIMPULAN

Studi analitis untuk menentukan pengaruh dinding bata dalam rangka struktur beton bertulang terhadap kapasitas seismik dan respon struktur akibat beban gempa telah dijelaskan dalam makalah ini. Hotel Amaris dianalisis menggunakan perangkat lunak yang disebut SStructural Earthquake Response Analysis 3D (STERA 3D). Gedung dianalisis dengan analisis Pushover dan analisis Time History. Analisis Pushover dilakukan dengan distribusi beban UBC dan rekaman pergerakan tanah gempa Sumatera Barat, September 2009

digunakan sebagai beban dalam analisis Time History. Gedung dianalisis dan dibandingkan dengan dua model dalam penelitian ini, yaitu gedung beton bertulang dengan dinding bata dan tanpa dinding bata. Berdasarkan hasil analisis Pushover, kapasitas seismik struktur beton bertulang dengan dinding bata pada arah X dan Y masing-masing meningkat sebesar 52 % dan 54 % dibandingkan dengan struktur rangka tanpa dinding bata. Penggunaan dinding bata dapat meminimalisir kerusakan yang terjadi. Hal ini menjelaskan bahwa dengan adanya dinding bata dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap ketahanan struktur bangunan beton bertulang dalam menerima beban lateral seperti beban gempa. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan kontribusi kepada berbagai pihak terutama peneliti dalam menganalisis pengaruh dinding bata terhadap gedung beton bertulang.

5) DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. (2000). *SNI 15-2094-2000 tentang Bata Merah Pejal untuk Pasangan Dinding*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Fiore, A., Netti, A., & Monaco, P. (2012). The Influence of Masonry Infill on the Seismic Behavior of RC Frame Buildings. *Engineering Structures* 44, 133-145.

- Maidiawati, M., & Sanada, Y. (2017). R/C Frame - Infill Interaction Model and Its Application to Indonesian Building. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 221-241.
- Maidiawati, M., Sanada, Y., Konishi, D., & Tanjung, J. (2011). Seismic Performance of Nonstructural Brick Walls Used in Indonesian R/C Buildings. *Journal of Asian Architecture and Building*, 210.
- M, C. J., B.R, J., & Venkataramana, K. (2013). Modelling of Masonry Infills - A review. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 59-63.
- Nurhadi, M., Budi, A. S., & Supardi. (2014). Evaluasi Kinerja Gaya Gempa pada Struktur Gedung Bertingkat dengan Analisis Pushover Berdasar pada Drift dan Displacement Menggunakan Software Etabs (Studi Kasus : Hotel di Wilayah Karanganyar). *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*. 2(2).
- Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia*. (2017). Jakarta.
- Saito, T. (2017). *Structural Earthquake Response Analysis 3D (STERA 3D), User Manual Ver.5.6*. Japan: Toyohashi University of Technology.
- SNI-1726-2019. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Tanjung, J., Maidiawati, & Alfajri, A. (2018). Effect of Brick Masonry Infills To Seismic Capacity of Indonesia Multy-Story RC Building. *4th Int. Conference on Science, Engineering and Environment (SEE)*. Nagoya, Japan.
- Tanjung, J., Maidiawati, & Nugroho, F. (2018). Seismic Performance Evaluation of a Multistory RC Building in Padang City.
- wikipedia*. (2009). Retrieved from https://id.wikipedia.org/wiki/Gempa_Bumi_Sumatera_Barat_September_2009
- Yuan, F., Xiaobin, W., & Shulu, Z. (2014). Failure Modes of Masonry Infills Walls and Influence on RC Frame Structure Under An Earthquake. *Conference in Earthquake Engineering*.