ANALISIS PENGARUH DINDING BATA MERAH TERHADAP STRUKTUR BANGUNAN TINGKAT RENDAH MENGGUNAKAN METODE PUSHOVER

Revival Rizki Novtan Telaumbanua[1*)], Sudarno P Tampubolon[2)], Agnes Sri Mulyani[3)]

[1]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, revivalrizkynovtan@gmail.com
[2]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, sudarno.tampubolon@uki.ac.id
[3]Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia, agnes.mulyani@uki.ac.id

ABSTRAK

Indonesia yang berada dikawasan cincin api pasifik menjadikan salah satu negara yang rentan terhadap gempa bumi. oleh sebab itu bangunan direncanakan untuk tidak membahayakan penghuni. Kekakuan struktur diperhitungkan untuk membuat struktur lebih aman dan kuat serta membatasi pergerakan struktur. Pengaruh dinding bata merah dalam perancangan bangunan selain mempunyai nilai estetika pada bangunan, dinding bata juga berperan untuk memberikan kekakuan pada struktur bangunan hal tersebut dapat dibuktikan dari nilai periode yang terjadi struktur portal berdinding X = 0.075 dan Y=0.057 dibanding dengan portal X=0.656 dan Y=0.574. Simpangan maksimum portal arah X=31.158 dan Y=18.337 sedangkan portal berdinding X=0.204 dan Y=0.112 dan kedua model dalam batas aman. Namun ketika gempa, struktur bangunan akan mengalami klasifikasi dibeberapa tempat sehingga bangunan tidak lagi berperilaku linier melainkan non-linier. Salah satu metode yang digunakan adalah Pushover analysis dengan bantuan program ETABS V21. Hasil dari analisis menunjukan displacement yang terjadi untuk portal arah X =135.88 mm dan Y=85.13 mm sedangkan portal berdinding adalah X=84.01 mm dan Y=33.76 mm. jadi kekakuan dinding bata merah mempengaruhi kestabilan dan keamanan strukutur lebih lama dibanding portal saja. Namun, kedua model bangunan berada pada level Immediate Occupancy (IO) yaitu kerusakan akibat dari gempa sangatlah kecil.

Kata Kunci: Bangunan Tingkat Rendah, Dinding Bata Merah, Pushover Analysis, Kinerja Struktur, SNI 1726:2019.

ABSTRACT

Indonesia, which is located in the Pacific Ring of Fire area, is one of the countries that is prone to earthquakes. Therefore, the building is planned not to endanger residents. The rigidity of the structure is taken into account to make the structure safer and stronger and limit the movement of the structure. The influence of red brick walls in building design in addition to having aesthetic value in the building, brick walls also play a role in providing rigidity to the building structure, this can be proven from the value of the period in which the walled portal structure X = 0.075 and Y = 0.057 compared to the portal X = 0.656 and Y = 0.574. The maximum deviation of the portal in the direction of X=31.158 and Y=18.337 while the walled portal X=0.204 and Y=0.112 and both models are within the safe limit. However, during an earthquake, the building structure will be classified in several places so that the building no longer behaves linear but non-linear. One of the methods used is Pushover analysis with the help of the ETABS V21 program. The results of the analysis showed that the displacement occurred for the portal in the direction of X = 135.88 mm and Y = 85.13 mm while the walled portal was X = 84.01 mm and Y =

33.76 mm. So the rigidity of red brick walls affects the stability and safety of the structure longer than the portal alone. However, both building models are at the Immediate Occupancy (IO) level , which is that the damage caused by the earthquake is very small.

Keyword : Low-Rise Building, Red Brick Wall, Open Portal, Walled Portal, Pushover Analysis

1 PENDAHULUAN

Indonesia menjadi salah satu negara yang rawan terhadap gempa bumi. Gempa bumi merupakan getaran atau guncangan yang ditimbulkan oleh lepasnya energi didalam bumi secara tiba-tiba ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Energi yang dihasilkan ini menyebar kesegala arah sebagai gelombang seismik yang pengaruhnya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi (Rachmant et al., 2017),(Tampubolon et al., 2022) . Oleh sebab itu bangunan direncanakan sedemikian rupa untuk tidak membahayakan penghuni (Tua Novensius Silaban et al., 2023). Bangunan bertingkat merupakan struktur yang terdiri lebih dari satu elevasi ketinggan bangunan yang dihubungkan oleh tangga, lift, atau escalator. Berdasarkan PP No. 16 Tahun 2021 ketinggian bangunan dibagi menjadi 3 jenis, yaitu bangunan bertingkat rendah (*low rise building*) dengan jumlah lantai yaitu 1-4 lantai, bangunan bertingkat sedang dengan jumlah lantai 5-10 Lantai, dan bangunan bertingkat tinggi dengan jumlah lantai 10 keatas (*High rise building*). Perencanaan gedung bertingkat, penggunaan dinding sebagai pembatas antar ruangan atau penutup ruangan adalah hal yang umum(Indarto et al., n.d.). Dinding berfungsi sebagai salah satu komponen pembentuk bangunan dimana mempunyai peran yang penting bagi konstruksi dan juga merupakan nilai estetika pada sebuah bangunan. (Kartika Sary & Hamdi Asysyauki, 2020). Dinding tak dapat dipisahkan dengan st`ruktur utama, karena selain memiliki nilai estetika dinding memberikan kekakuan yang besar terhadap bangunan (Sudarsana et al., 2023) Oleh sebab itu, jika dinding tidak dianggap dalam analisis perencanaan, hasil yang diperoleh tidak akan akurat karena jika ada beban lateral (gempa), dinding pengisi akan sangat mempengaruhi struktur lainnya (Jeferson et al., 2012),(Frapanti, 2018). Penelitian terdahulu melakukan analisis pengaruh keberadaan dinding bata merah pada bangunan bertingkat rendah tiga lantai, pada proyek Mimi *Boarding House* di Jakarta Selatan. Penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan analisis Respon Spectrum. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa semua model memenuhi batas simpangan antar tingkat menurut SNI 1726-2019 dan masuk kriteria level kinerja Immediate Occupancy sesuai ATC 40, yang menunjukkan bahwa bangunan tetap aman terhadap beban gempa (Rahmat Saputra, 2024). Namun ketika gempa, struktur bangunan akan mengalami klasifikasi dibeberapa tempat sehingga bangunan tidak lagi berperilaku linier melainkan non-linier (Prima Arga Rumbyarso, 2024), (Aziz et al., 2023). Maka dari itu dilakukan analisisi lanjut yaitu analisis nonlinier yang disederhanakan yaitu static beban dorong (*static non-linear/pushover analysis*) (Akrab Iman, 2022). Analisis Pushover adalah analisis yang tercantum kedalam konsep perencanaan berbasis kinerja. Hasil analisis ini didapat dengan memberikan beban statis lateral dengan nilai beban yang ditingkatkan secara bertahap, sehingga dapat mencapai target perpindahan lateral dari suatu titik acuan tercapai atau yang menyebabkan terjadinya pelelehan (sendi plastis) pertama atau bahkan strutkur mengalam keruntuhan (Hilma & Anzhari, 2021),(Simbolon et al., 2023). Dalam merencanakan dan menganalisis kinerja terhadap suatu struktur Beberapa perkembangan teknologi yang berupa *software* sangat membantu bidang teknik sipil. untuk mempermudah persoalan dalam pemodelan, seperti ETABS. Oleh

karena itu, evaluasi level kinerja struktur bangunan dengan 2 model dan menggunakan metode Pushover Analysis dibantu dengan teknologi yang berkembang berupa software ETABS V21 untuk menghasilkan output yang di butuhkan.

1.1 Rumusan Masalah

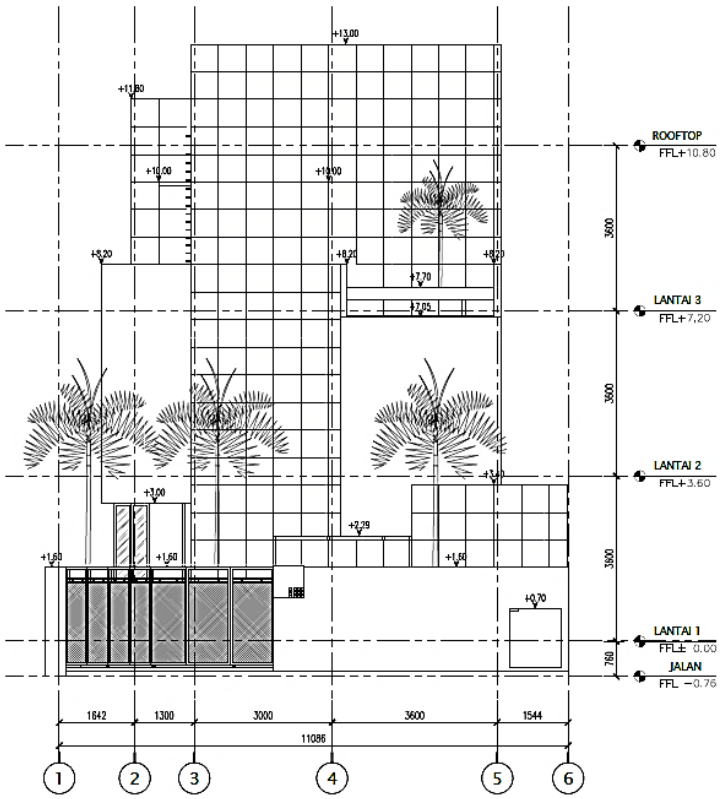
Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Bagaimana tingkat kinerja struktur bangunan tingkat rendah tanpa maupun menggunakan dinding bata merah dengan metode Pushover Analysis?

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui tingkat kinerja struktur bangunan tingkat rendah tanpa maupun menggunakan dinding bata merah dengan metode Pushover Analysis?

2 METODE PENELITIAN

Penelitian pengaruh dinding bata merah terhadap kinerja struktur ini menggunakan Analisis Pushover dengan bantuan perangkat ETABS V21. Analisis ini merupakan analisis tahap lanjut dari Respon Spectrum. Tujuan dilakukan Analisis ini untuk mengevaluasi kedua model struktur bangunan dengan adanya dinding bata merah sebagai dinding pengisi dalam level bangunan ketahanan gempa berdasarkan ATC-40



Gambar 1.
Tampak Depan Bangunan

Gambar 1 yaitu Tampak depan dari Mimi Boarding House merupakan bangunan yang difungsikan sebagai hunian yang terdiri dari 3 lantai + *Roof* yang berlokasi di Jakarta Selatan Perumahan ini menjadi Studi Kasus dalam penelitian ini.

2.1 Data bangunan

Adapun data-data bangunan yang digunakan untuk pemodelan bangunan sesuai dengan data yang diperoleh dari studi kasus dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1.
Data Bangunan Gedung

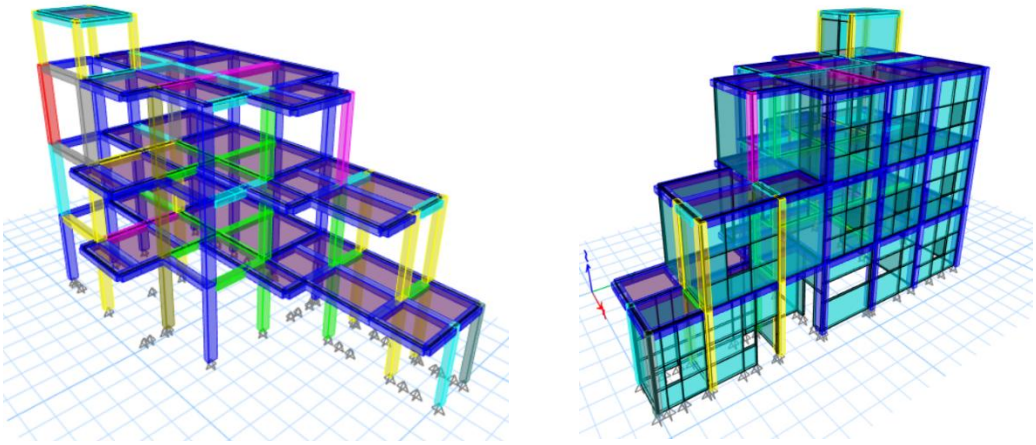
Fungsi Bangunan	Perumahan
Luas bangunan	18 m x 11.5
Jumlah Lantai	3 lantai + Rooftop
Berat Bata Merah	2000 kg/m3
Mutu Bata Merah	3.91 MPa
Mutu Beton Struktur	30 MPa
Tulangan Utama	BJTP 40
Tulangan Sengkang	BJTS 28
Pelat Lantai	100 mm

Tabel 2.
Dimensi Kolom dan Balok

Jenis Kolom	Dimensi (mm)	Jenis Balok	Dimensi (mm)
K1	300 x 400	B1	250 X 400
K2	250 x 450	B2	250 X 400
K3	250 x 450	B3	250 X 400
K4	250 x 450	B4	250 X 400
K5	300 x 400	B5	250 X 450
K6	300 x 400	B6	250 X 400
K7	250 x 450	B7	250 X 300
K8	250 x 450	B8	250 X 300
		BT1	250 X 400
		BT2	250 X 400
		BA	250 X 300

2.2 Pemodelan struktur

Data yang telah didapat digunakan untuk memodelkan bangunan yang akan di analisis seperti kolom, balok, pelat, bata merah, mutu dan data lainnya yang diperlukan dalam melakukan analisis ini. Hasil pemodelan dapat dilihat pada Gambar 2a dan 2b.

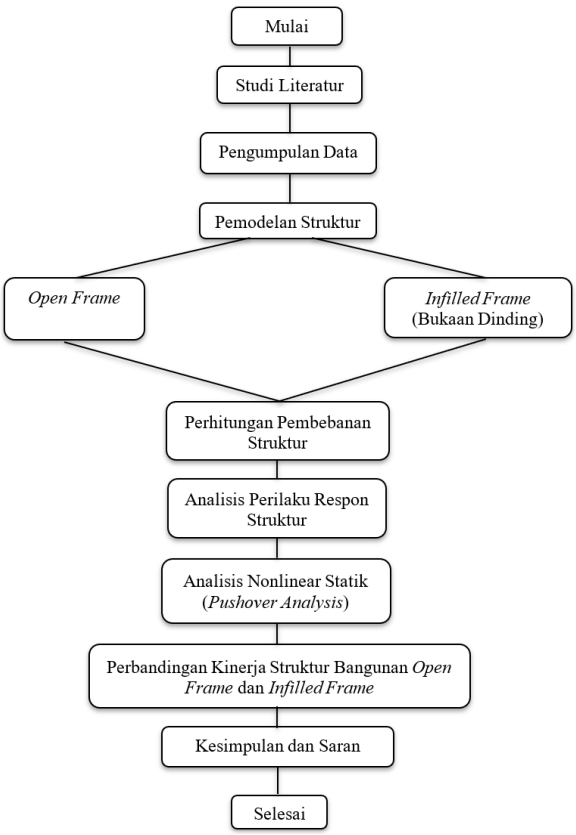


(a) (b)

Gambar 2.
a) Portal Terbuka b) portal berdinding

2.3 Diagram Alur Penelitian

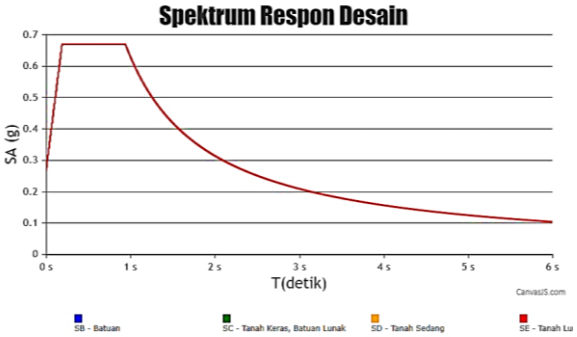
Penelitian yang akan dilakukan pastinya mempersiapakan data yang ada dan analisis beserta prosedur dalam penegerjaan yang tepat agar tidak terjadi kesalahan dalam analisis. Berikut pada Gambar 3 menggambarkan langkah apa sjaa yang akan dilakuakn dalam melakukan penelitian ini.



Gambar 3.
Diagram Alir Penelitian

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Respon Perilaku beban gempa



Gambar 4.
Grafik *Respon Spectra*

Berdasarkan Gambar 4, perencanaan bangunan yang memiliki fungsi dan letak geografisnya, bangunan mimi boarding house diklasifikasikan jenis Tanah Lunak, dan berada pada kategori II dan factor keutamaan gempa (Ie) = 1.0. kurva yang diperolah dari PUSKIM Kementrian Pekerja umum pada gambar 3.1 didapatkan nilai Ss = 0.8402, S1 = 0.4031, Sds = 0.6878, Sd1 = 0.6434, dan T = 20 s.

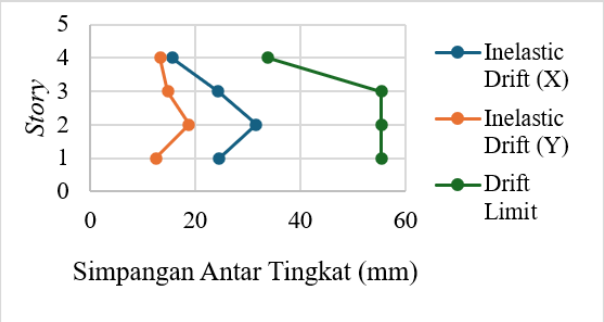
Sistem Rangka yang digunakan adalah SRPMK (model 1) dan SPRMK dan Sistem Dinding Struktur Khusus (model 2).

Tabel 3.
Periode Getar Struktur

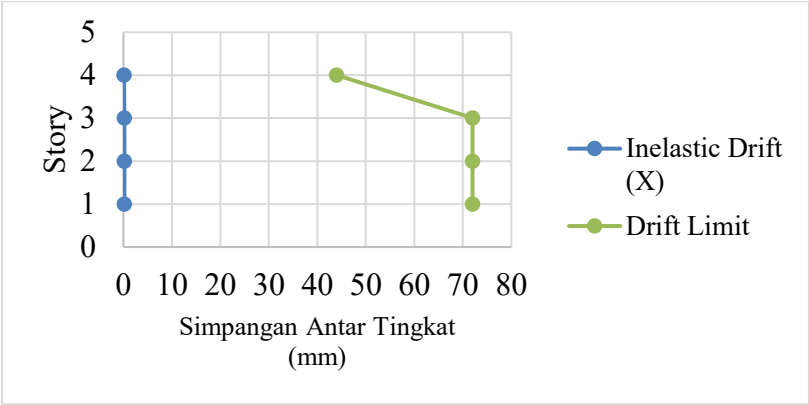
Uraian	Portal Tanpa Dinding	Porta menggunakan Dinding
Tmin	0.4687	0.3341
Tmax	0.656	0.468
Tc-x	0.727	0.075
Tc-y	0.574	0.057
Tx	0.656	0.075
Ty	0.574	0.057

Berdasarkan tabel 3 Maka nilai perode pakai yang digunakan adalah Tx dan Ty. Hasil analisis juga diperoleh gaya geser dimana portal tanpa dinding = 176.59 kN dan portal menggunakan dinding = 433.43 kN. Sehingga berdasarkan SNI 1726:2019 yang menjelaskan bahwa Vt ≥ 100% V adalah memenuhi.

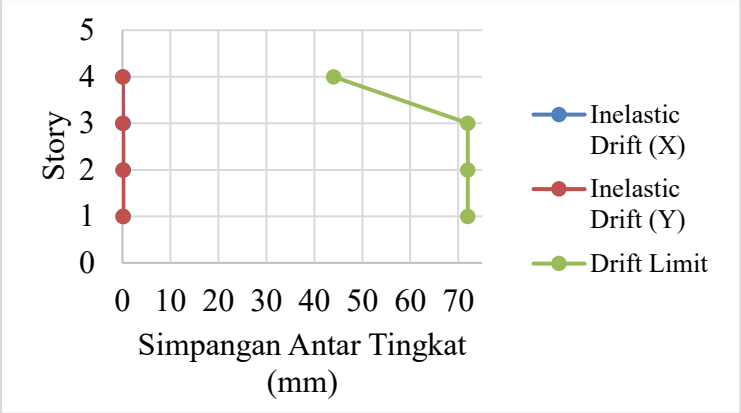
3.2 Simpangan Antar Lantai



Gambar 5.
kurva simpangan antar lantai tanpa memnggunakan dinding.



(a)



(b)

Gambar 6.
a) Kurva simpangan X berdinding, b) Kurva simpangan Y berdinding

Berdasarkan gambar 5 nilai Simpangan maksimum X = 31.158 dan Y = 18.337 sedangkan gambar 6, simpangan maksimum antar lantai arah X = 0.204 dan Y = 0.112 dan kedua model perolehan nilai simpangan masih dalam batas aman dan memenuhi persyaratan SNI-1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa.

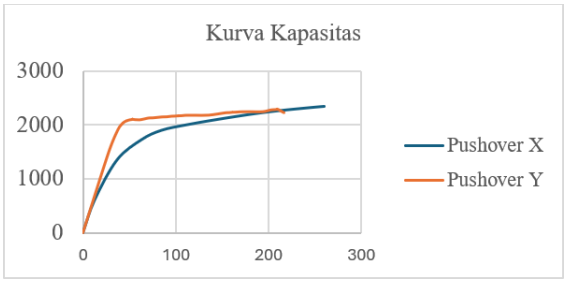
3.3 Analisis Pushover

Analisis pushover adalah metode analisis nonlinier yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja struktur pada level kerusakan atau level ketahanan gempa yang diresponi. Analisis ini merupakan analisis lanjut dari Respon Spectrum yang hanya mengontrol perilaku struktur saja.

Dalam analisis Pushover akan di peroleh kurva kapasitas yang menunjukan hubungan antara gaya geser dasar (base shear) dan simpangan ataop (roof displacement), dan kemudian kurva titik kinerja atau performance point yang merupakan titik perpotongan kurva kapasitas dengan kurva respon spectrum. Nilai yang diperolah akan di hitung untuk mengevaluasi level keamanan dari strutkur berdasarkan ATC-40 (Zebua et al., 2020).

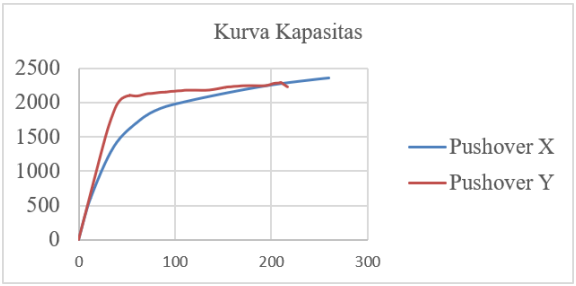
Dalam Analisis Pushover dengan pengaruh dinding, dinding dimodelkan dalam bentuk elemen link untuk memastikan pengaruh kekakuan maupun beban yang diberikan pada struktur bangunan . dalam elemen link kekauan didefinisikan beserta massa dan berat dari bata merah sendiri.

Hasil analisis Pushover yang diperoleh melalui kurva pada gambar 7 perpindahan maksimum arah X dan arah Y adalah 300 mm dan dengan gaya geser arah X sebesar 1,027.1761 kN dan arah Y sebesar 1,645.3568 kN.

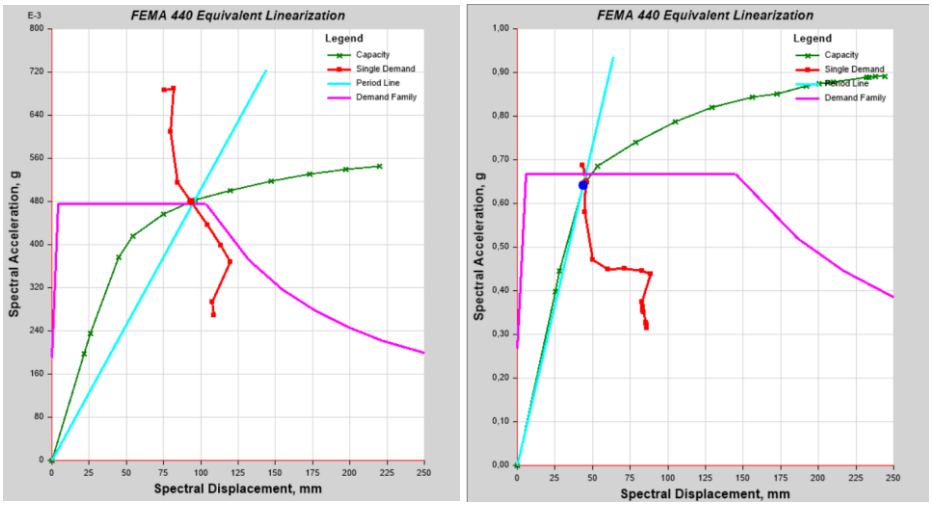


Gambar 7.
Kurva Kapasitas Pushover Portal Tanpa Dinding

Berdasarkan Kurvas Kapasitas portal dengan pengaruh dinding bata merah pada gambar 8 di peroleh pepindahan maksimum Arah X adalah sebesar 216.676 mm dan arah Y adalah 209.576 dan dengan gaya geser arah X sebesar 2,232.3821 kN, dan arah Y sebesar 2,231.425 kN.

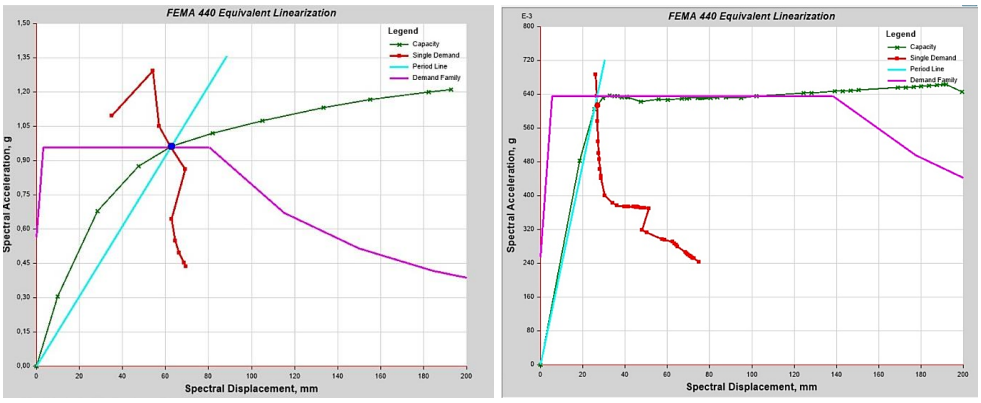


Gambar 8.
Kurva Kapasitas Pushover Portal Menggunakan Dinding



a) b)

Gambar 9.
Kurva *Performance* Portal Tanpa Dinding



a) b)

Gambar 10.
Kurva *Performance* Portal Tanpa Dinding

Tabel 4.
Performance point global portal tanpa dinding

Portal Tanpa Dinding			Portal Menggunakan Dinding		
Uraian	**Arah X**	**Arah Y**	**Uraian**	**Arah X**	**Arah Y**
Shear (kN)	885.44	1303.56	*Shear* (kN)	1,901.96	1,960.57
Displacement (mm)	135.88	85.13	*Displacement* (mm)	84.01	33.76
Sa (g)	0.47	0,72	Sa (g)	0.96	0.61
Sd (mm)	93.47	71.2	Sd (mm)	62.34	26.83

3.3.1 Titik kinerja Bangunan

Berdasarkan analisis yang dilakukan, dipoleh kurva titik kinerja struktur dari perangkat ETABS V21. Pada dilihat Pada Gambar 9 dan gambar 10

Berdasarkan Nilai pada Tabel 4, maka Level kinerja struktur secara global dengan metode Drift Ratio ATC-40 dapat dihitung sebagai berikut.

1. Portal Tanpa Dinding

Beban Lateral Arah X :

Drift maksimum : $\frac{Dt}{H_{total}} = \frac{135.88}{13000} = 0.01$

Beban Lateral Arah Y :

Drift maksimum : $\frac{Dt}{H_{total}} = \frac{53.909}{13,000} = 0.004$

2. Portal menggunakan Dinding

Beban Lateral Arah X

Drift maksimum : $\frac{Dt}{Htotal} = \frac{84.01}{13,000} = 0.0064$

Beban Lateral Arah X

Drift maksimum : $\frac{Dt}{Htotal} = \frac{33.763}{13,000} = 0.002$

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa akibat dari kekakuan yang diberikan oleh dinding bata merah terhadap struktur bangunan menjadikan bangunan lebih kuat dan stabil dibanding dengan portal. Walaupun demikian level keamanan pada kedua model struktur berada pada *Immediate Occupancy* (IO) yang artinya kerusakan pada bangunan akibat gempa yang terjadi sangat lah kecil.

5 DAFTAR PUSTAKA

Akrab Iman, B. (2022). Universitas Medan Area. UMA.

Aziz, A. M., Ridwan, M., & Wardoyo, T. (2023). Studi Struktur Gedung Beton Bertulang Pada Gedung RND PT Bernofarm Sidoarjo Menggunakan Metode Pushover Analysis dengan Program ETABS V.19 dan SAP2000 V.22.

Frapanti, S. (2018). Studi Perhitungan Kekakuan Portal Dinding Bata Pada Bangunan Bertingkat Dari Beberapa Negara dengan Pushover. In Jurnal Education Building (Vol. 4, Issue 1).

Hilma, F. T., & Anzhari, G. (2021). *Evaluasi Kinerja Bangunan Menara Universitas Semarang Mengunakan Analisa Pushover*.

Indarto, H., Pardoyo, B., Fahria, N., & Puji, I. (n.d.). Pengaruh Pasangan Dinding Bata Pada Respon Dinamik Struktur Gedung Akibat Beban Gempa-Himawan Indarto, dkk Pengaruh Pasangan Dinding Bata Pada Respon Dinamik Struktur Gedung Akibat Beban Gempa.

Jeferson, B., Manalip, T. H., Windah, R. S., & Dapas, S. O. (2012). Perbandingan Respons Struktur Bangunan Gedung Bertingkat Dengan Dinding Pengisi Dan Tanpa Dinding Pengisi Akibat Gempa. In *Jurnal Sipil Statik* (Vol. 1, Issue 1).

Kartika Sary, R., & Hamdi Asysyauki, A. (2020). Kajian Kerusakan Finishing Dinding Bata Pada Bangunan Gedung Study of The Problems of Brick Wall Finishing in The Building. In *54 | Arsir* (Vol. 3, Issue 1).

Prima Arga Rumbyarso, Y. (2024). Kinerja Struktur Gedung Office 36 Lantai*: Analisis Time History dan Pushover*.

Rachmant, A., Widodo, A., & Pandu GNR, J. (2017). *Penentuan Magnitudo Gempa Bumi Dengan Menganalisis Amplitudo Anomali Manetik Prekusor Gempa Bumi Dan Jarak Hypocenter*.

Rahmat Saputra, S. (2024). Evaluasi Kinerja Struktur Beton Bertulang Dengan Memperhitungkan Dinding Bata Sebagai Struktur Pemikul Beban Gempa.

Simbolon, S. C. R., Tampubolon, S. P., & Mulyani, A. S. (2023). Performance Analysis of Horizontal Irregular Buildings Based on Respons Spekctrum and Time History Methode. Jurnal Pensil, *12*(3), 363–374. https://doi.org/10.21009/jpensil.v12i3.37850

Sudarsana, I. K., Widiarsa, I. B. R., Negara, M. K. A., & Wirawan, I. P. A. P. (2023). Pengaruh Dinding Bata Bertulang Terhadap Kinerja Struktur Rangka Dengan Dinding Pengisi (Infilled Frame). *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil Dan Teknik Informasi*, *6*(1), 1–10. https://doi.org/10.38043/telsinas.v6i1.4224

Tampubolon, S. P., Sarassantika, I. P. E., & Suarjana, I. W. G. (2022). Analisis Kerusakan Struktur Bangunan dan Manajemen Bencana Akibat Gempa Bumi, Tsunami, dan Likuifaksi di Palu. *Bentang : Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, *10*(2), 169–186. https://doi.org/10.33558/bentang.v10i2.3263

Tua Novensius Silaban, G., Tampubolon, S. P., Sri Mulyani, A., & Felestin. (2023). SCIENCE TECH Performance Evaluation of High-Rise Buildings With Respons Spectrum Analysis And Time History Analysis. https://doi.org/10.30738/st

Zebua, D., Setia, L., Wibowo, B., Shofwan, M., Cahyono, D., & Ray, N. (2020). Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil Evaluasi Simpangan Pada Bangunan Bertingkat Beton Bertulang berdasarkan Analisis Pushover dengan Metode ATC-40.

Copyright© by the authors. Licensee Jurnal Ilmiah MITSU, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA 4.0) license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Halaman ini sengaja dikosongkan