Journal of Infrastructure and Construction Technology (2025), **1(2)**, 80–88
doi:10.56208/jictech.1.2.80-88

ARTICLE

Kajian Pustaka Pengaruh Penambahan Dinding Bata Terhadap Kapasitas Beban Lateral Pada Portal Struktur Beton Bertulang

T. Sy. Zahiyyah Aini Wanda Putri and Ridwan*

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12.5, Pekanbaru 28293
*Corresponding author. Email: ridwan@eng.unri.ac.id

(Received 13 Februari 2025; revised 21 Maret 2023; accepted 31 Maret 2025; first published online 11 April 2025)

Abstract

This study aims to investigate the impact of masonry infill walls on the behavior of reinforced concrete frames under seismic loads. Traditionally, masonry walls have been considered non-structural elements; however, their interaction with the overall structural behavior is crucial, especially in earthquake-prone areas. Understanding how these walls affect structural performance is essential to ensuring safety and effectiveness in design. This study employs a comprehensive literature review to analyze various factors influencing the performance of masonry walls in reinforced concrete structures. The key aspects examined include material properties, lateral load capacity, energy dissipation ability, and structural deformation. An evaluation is conducted on experimental test results from previous research. The findings reveal that the addition of masonry infill walls significantly increases the lateral stiffness and load-bearing capacity of reinforced concrete frames. Specifically, the study shows that structures with solid masonry walls exhibit a base shear force 1.2 times greater than those with clay brick walls. However, the study also highlights the reduction in deformation due to the brittle nature of masonry, which can lead to shear failure under ultimate load conditions.

Keywords: Brick Walls, Reinforced Concrete Structures, Dynamic Loads, Stiffness, Lateral Capacity, Earthquake-Resistant Design

1. Pendahuluan

Dinding pengisi pasangan bata umumnya digunakan pada struktur beton bertulang sebagai penyekat antar ruangan dan penutup bangunan. Meskipun secara tradisional dianggap sebagai elemen non-struktural, interaksinya dengan portal struktur secara signifikan akan mempengaruhi perilaku keseluruhan struktur (Perrone et al. 2018; Royvaran, Avci, and Davis 2021). Perubahan perilaku struktur akibat penambahan dinding bata ini sangat penting untuk memastikan keamanan dan kinerja, terutama di daerah rawan gempa.

Namun, peran dinding bata dalam menahan beban dinamis seringkali kurang diperhitungkan dalam perencanaan struktur, meskipun material ini berfungsi untuk menyerap sebagian besar energi seismik. Dinding bata bekerja dengan cara meningkatkan kekakuan struktur meskipun material ini

© 2025. This is an Open Access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution licence (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

memiliki keterbatasan dalam hal disipasi energi yang mengakibatkan penurunan kekakuan setelah retak. Menurut Saputra et al. (2015), kekakuan portal dengan dinding bata standar bertambah sebesar 6,96% sampai dengan 20,87%. Dinding bata juga dapat mengurangi deformasi lateral. Hasil penelitian Cahaya et al. (2023) menunjukkan bahwa pada portal yang memiliki dinding pengisi bata terjadi penurunan nilai simpangan rata-rata pada arah X dan Y masing-masing sebesar 40,2% dan 30,26%.

Dinding pengisi pasangan bata secara signifikan meningkatkan kekakuan kerangka beton bertulang, terutama dalam rentang beban elastis. Paulay and Priestley (1992) dan Wulandari, Ridwan, and Kurniawandy (2024) menunjukkan bahwa penggunaan panel pengisi dapat meningkatkan kekakuan lateral, yang secara efektif mengurangi kebutuhan terhadap pergeseran struktur saat mengalami beban horizontal. Namun, peningkatan kekakuan ini sangat bergantung pada faktor-faktor seperti sifat material pengisi, kualitas konstruksi, dan sejauh mana interaksi antara kerangka dan dinding pengisi terjadi. Studi oleh Mehrabi et al. (1996) mengungkapkan bahwa kontribusi kekakuan pengisi batu bervariasi dengan jenis dinding pengisi (terisi penuh, sebagian diisi, atau dengan bukaan) dan interaksi dinding pengisi dengan portal. Meskipun bermanfaat dalam mengendalikan laju deformasi, peningkatan kekakuan dapat menyebabkan gaya seismik yang lebih tinggi, yang perlu diperhitungkan dalam desain. Selain itu, penelitian Fardis and Panagiotakos (1997) menunjukkan bahwa kegagalan prematur dinding pengisi, seperti retak diagonal atau hancurnya dinding bata pada bagian sudut, dapat mengurangi kontribusi kekuatan efektif dan mengubah mekanisme kegagalan struktur.

Penambahan dinding pengisi pasangan bata juga dapat menyebabkan penurunan daktilitas pada struktur beton bertulang. Penelitian oleh Mainstone (1971) dan Cavaleri, Fossetti, and Papia (2005) menyoroti bahwa material bata yang bersifat getas membatasi kapasitas deformasi pada portal dengan dinding pengisi. Ketika dinding pengisi mengalami retak atau hancur, kontribusi kekakuan dan kekuatannya menurun dengan cepat, yang dapat menyebabkan konsentrasi kerusakan pada portal. Dalam perancangan struktur dengan beban gempa, penurunan daktilitas menjadi masalah utama karena berdampak pada kapasitas struktur dalam menyerap energi gempa. Untuk mengatasi hal ini, peraturan perencanaan bangunan seharusnya merekomendasikan detail penulangan yang mempertimbangkan sifat getas dinding pengisi guna memastikan respons portal yang lebih daktail.

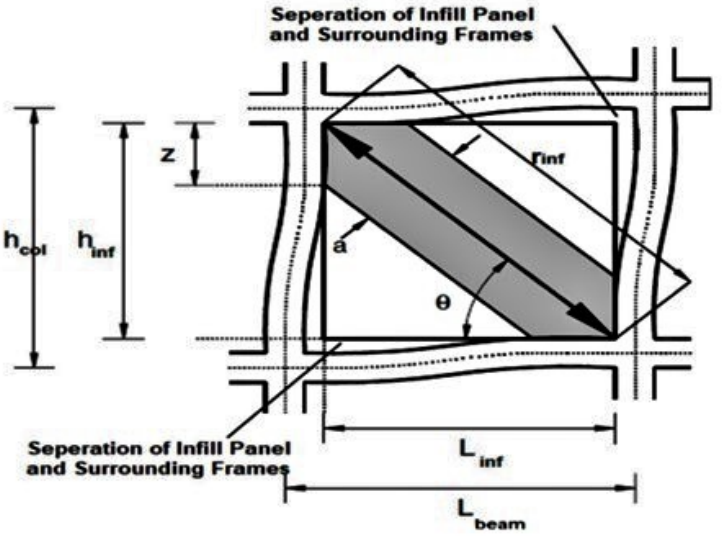
Studi literatur ini secara cermat menyelidiki dan menggali bagaimana dinding pengisi pasangan bata memberikan pengaruhnya terhadap perilaku dan kinerja keseluruhan struktur beton bertulang, dengan penekanan khusus pada faktor-faktor kritis seperti kekakuan, kekuatan, daktilitas, dan kinerja struktur akibat beban gempa. Temuan dari tinjauan ini akan berguna untuk memberikan wawasan bagi praktisi, sehingga memungkinkan mereka untuk membuat keputusan yang tepat dalam merancang struktur beton bertulang yang mengintegrasikan dinding pengisi pasangan bata.

2. Karakteristik Material Dinding Bata

Dinding bata merupakan salah satu elemen struktural yang banyak digunakan dalam konstruksi bangunan, terutama sebagai material dinding pengisi. Material ini memiliki karakteristik tertentu yang memengaruhi kekuatan dan kinerja struktur secara keseluruhan. Sifat-sifat mekanis dinding bata, seperti kuat tekan (*compressive strength*) dan kuat tarik (*tensile strength*), menjadi parameter penting dalam menentukan kapasitas struktur terhadap beban.

Melalui penelitian eksperimental dengan uji coba di laboratorium, data empiris seperti kekuatan tekan, kekuatan tarik, dan modulus elastisitas dapat diperoleh secara akurat. Data ini digunakan untuk memvalidasi model teoritis melalui simulasi numerik yang berkaitan dengan perilaku struktural dinding bata. Sifat karakteristik dinding bata merupakan parameter yang digunakan dalam perencanaan dinding dalam suatu struktur tertentu. Sifat material bata dapat ditentukan berdasarkan jenis permodelan dinding bata yang digunakan yaitu *macro-modelling*, *meso-modelling*, atau *macro-modelling*. Perhitungan lebar efektif penyangga (strut) dinding pengisi bata dapat dihitung berdasarkan beberapa permodelan rumus dari dari beberapa penulis dan standar tertentu dengan notasi yang ditunjukkan

di Gambar 1.



(Giri 2020)

Figure 1. Model Dinding Pengisi dengan Lebar Efektif Penyangga Diagonal Tuggal

Perhitungan lebar efektif penyangga diagonal (*strut*) pada dinding pengisi bata dapat dihitung berdasarkan beberapa permodelan rumus diantaranya menurut Holmes (1961) dengan persamaan sebagai berikut.

$$a = \frac{1}{3} r_{inf} \tag{1}$$

Dengan a adalah lebar strut dan r_{inf} adalah panjang diagonal strut. Sedangkan menurut FEMA (2000), lebar efektif penyangga diagonal (*strut*) tunggal dapat ditentukan pada persamaan berikut.

$$a = 0,175 \left(\lambda_1 h_{col}\right)^{-0.4} \times r_{inf} \tag{2}$$

$$\lambda_1 = \left[\frac{E_{me} t_{inf} sin2\theta}{4 E_{fe} I_{col} h_{inf}}\right]^{0,25} \tag{3}$$

Menurut Mainstone (1971) , Durrani and Luo (1994) , dan Paulay and Priestley (1992) lebar efektif penyangga diagonal (*strut*) tunggal dapat ditentukan pada persamaan berikut.

$$a = 0,16 r_{inf} \left(\lambda_1 h_{inf}\right)^{-0,3} \tag{4}$$

$$a = \gamma \left(\sqrt{\left(L_{beam}^2 + h_{col}^2\right)}\right) sin2\theta \tag{5}$$

$$\gamma = 0,32 \sqrt{sin2\theta} \left[\frac{h_{col}^4 E_{me} t_{inf}}{m E_{fe} I_{col} L_{beam}}\right]^{-0,1} \tag{6}$$

$$m = 6\left[1 + \frac{6E_{beam}I_{beam}h_{col}}{\pi E_{col}I_{col}L_{beam}}\right] \tag{7}$$

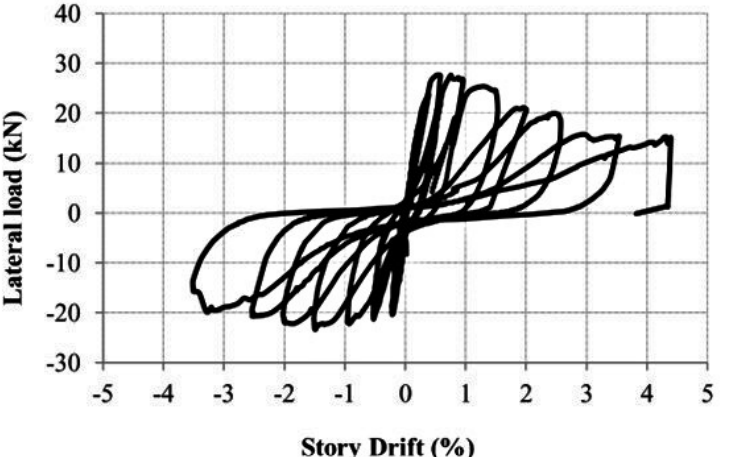
$$a = 0,25r_{inf} \tag{8}$$

3. Perilaku Portal Dengan Dinding Bata Akibat Beban Dinamis

Dinding bata pada struktur beton bertulang memiliki peran yang penting dalam menghadapi beban dinamis, terutama beban lateral akibat gempa. Dinding bata dapat meningkatkan kekakuan dan kapasitas geser struktur dan mengurangi deformasi lateral struktur bangunan. Saat terjadi gempa, dinding pengisi bata dapat menyerap sebagian besar energi seismik, meskipun kemampuan disipasi energinya terbatas karena kekuatan materialnya yang relatif rendah. Selain itu, dinding bata juga dapat berfungsi sebagai elemen yang memperkuat kapasitas lateral tanpa mengurangi kinerja struktur secara signifikan, meskipun keretakan pada dinding dapat mempengaruhi responsnya.

Cahaya et al. (2023) melakukan penelitian eksperimen di laboratorium untuk mengevaluasi perilaku siklik pada struktur beton bertulang dengan dinding pengisi menggunakan material berkekuatan rendah. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban lateral siklik menggunakan hydraulic jack, di mana simpangan horizontal diberikan dalam bentuk drift ratio dimulai dari 0,05% sampai dengan 4,5%. Selama pengujian, perpindahan diukur dengan menggunakan LVDT, sedangkan pola keretakan dicatat secara visual. Sebanyak 30 strain gauge dipasang di berbagai titik pada benda uji untuk mengukur regangan yang terjadi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dinding pengisi pasangan bata memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kekakuan dan kekuatan struktur pada tahap awal beban. Namun, ketika retak berkembang, terjadi penurunan kekakuan secara cepat, hal ini dapat dilihat pada kurva hubungan beban-lendutan pada Gambar 2.



(Cahaya et al. 2023)

Figure 2. Detail Benda Uji Balok-Kolom Beton Bertulang

Pada Gambar 2, terlihat bahwa benda uji tersebut menahan beban lateral tarik maksimum sebesar 27,6 kN pada ratio simpangan 0,5% dan beban lateral tekan maksimum sebesar -23,4 kN pada rasio simpangan -1,5%. Pada pembebanan tarik terjadi penurunan beban secara drastis, hal ini disebabkan terjadinya kegagalan geser pada portal beton bertulang. Pada penelitian ini Cahaya et al. (2023)

juga menyimpulkan bahwa pasangan dinding bata mampu menyerap energi seismik secara efektif, meskipun kapasitas bebannya menurun seiring dengan bertambahnya siklus pembebanan.

Selain itu Sen et al. (2024) melakukan pengujian laboratorium pada portal beton bertulang dengan dinding bata. Pada penelitian ini, Sen et al. (2024) membuat tiga spesimen yang terdiri dari portal beton bertulang polos, portal beton bertulang yang diisi dengan batu bata, dan portal beton bertulang yang diperkuat oleh ferosemen. Pengukuran yang dilakukan pada pengujian ini adalah pengukuran perpindahan menggunakan transduser perpindahan linier (LVDT) dan pengukur regangan yang terpasang pada tulangan longitudinal dan transversal. Hasil pengukuran pada ke tiga benda uji dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Perbandingan beban lateral dan perpindahan pada ketiga benda uji hasil penelitian oleh Sen et al. (2024)

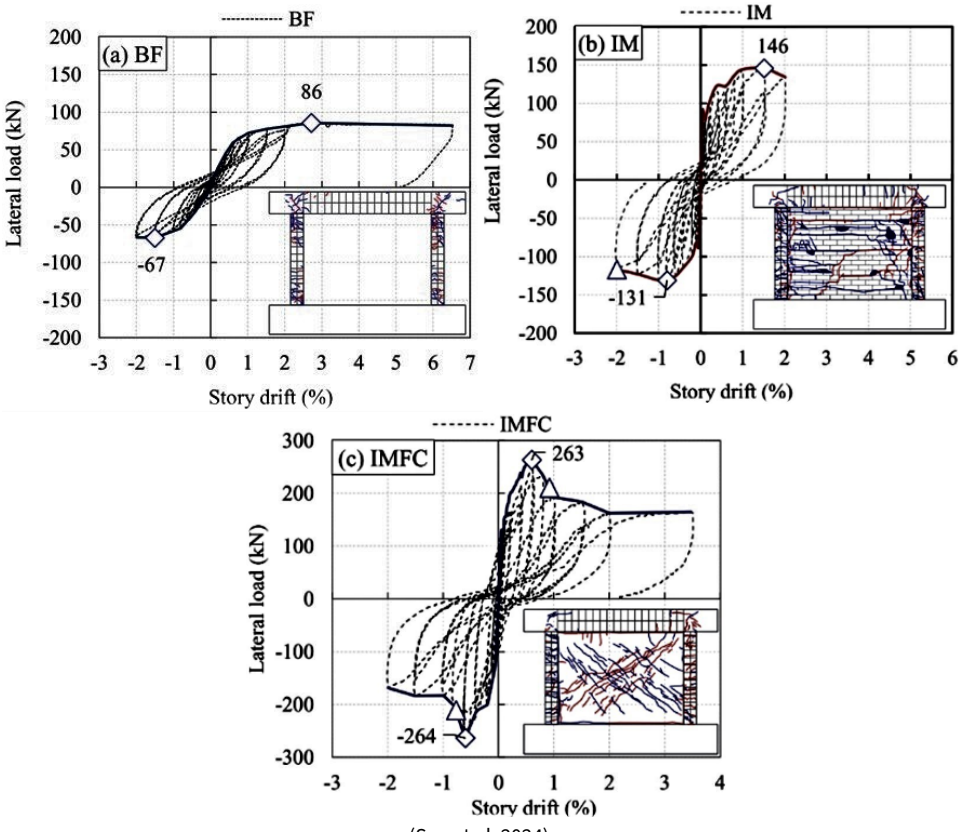
Luaran	Portal beton bertulang			Persentase	
	Tanpa dinding	Dengan dinding	Dengan dinding dan ferosemen	Dengan dinding	Dengan dinding dan ferosemen
Beban lateral maksimum (kN)	86	146	264	41,10	67,42
Perpindahan maksimum (mm)	0,022	0,008	0,005	63,64	77,27
Beban lateral saat leleh pertama (kN)	64,5	109,5	198	41,10	67,42
Perpindahan saat leleh pertama (mm)	0,005	0,003	0,007	28,57	57,14

Gambar 3 menunjukkan kurva hubungan beban lendutan pada saat pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada portal tanpa dinding, kapasitas beban lateral maksimum adalah 86 kN pada rasio simpangan 2,7%. Penambahan dinding bata meningkatkan kapasitas beban lateral hingga 146 kN namun mengurangi kemampuan deformasi dan kegagalan struktur terjadi karena terbentuknya retak horizontal dan diagonal. Sementara itu, pada benda uji portal yang diperkuat dengan penambahan ferrocement kapasitas beban lateral bertambhan secara signifikan menjadi 263 kN. Selain itu, deformasi maksimum berkurang dibandingkan dengan deformasi pada benda uji kedua. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan dinding bata meningkatkan kapasitas lateral struktur dan mengurangi kemampuan deformasi. Sementara itu, ferrocement memberikan kekuatan tambahan yang signifikan dan mengurangi deformasi maksimum struktur.

Yolisa Putra and Tanjung (2020) menganalisis penambahan dinding pengisi bata melalui pengujian eksperimental terhadap perilaku portal beton bertulang. Pengujian ini menggunakan dua buah spesimen yaitu portal beton bertulang tanpa dinding dan dengan dinding ditambah plasteran. Parameter yang dianalisis meliputi panjang dan lebar penampang kolom, kuat tekan beton, modulus elastisitas, luas tulangan tarik, serta tinggi kontak antara dinding dan kolom (hs). Hasil analisis pada penelitian ini menunjukkan bahwa dinding bata yang dimodelkan sebagai strut diagonal ekivalen memberikan kekuatan lateral sebesar 64,1 kN dengan perpindahan lateral 2,77 mm (drift ratio 0,37%).

Tabel 2 memperlihatkan detail hasil pengujian eksperimen yang dilakukan oleh Yolisa Putra and Tanjung (2020). Hasil eksperimen pada portal beton bertulang menggunakan dinding memperlihatkan kapasitas beban lateral dan perpindahan pada saat runtuh masing-masing adalah 93,6 kN dan 0,00012 m, serta kapasitas beban lateral dan perpindahan pada saat leleh masing-masing adalah 70,2 kN dan 0,000018 m.

Sedangkan pada benda uji portal tanpa dinding, beban lateral dan perpindahan pada kondisi



(Sen et al. 2024)

Figure 3. Kurva Hubungan beban lateral dan rasio simpangan pada (a) portal tanpa dinding, (b) portal dengan dinding, dan (c) portal dengan dinding yang diperkuat dengan ferrocement

Table 2. Perbandingan Beban Lateral dan Perpindahan pada Portal Beton Bertulang Tanpa Dinding dan Dengan Dinding oleh Yolisa Putra and Tanjung (2020)

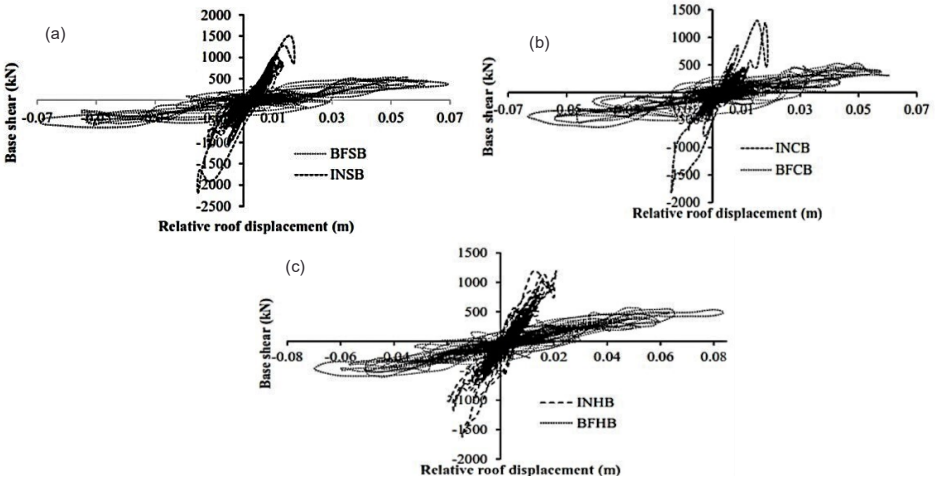
	Portal beton bertulang		
Luaran	**Tanpa dinding**	**Dengan dinding**	**Persentase**
Beban lateral maksimum (kN)	51,3	93,6	45,19
Perpindahan maksimum (mm)	0,105	0,012	88,57
Beban lateral saat leleh pertama (kN)	38,5	70,2	45,16
Perpindahan saat leleh pertama (mm)	0,022	0,018	18,18

ultimit masing-masing adalah 51,3 kN dan 0,000105 m, sementara beban dan perpindahan pada saat leleh adalah 38,5 kN dan 0,000022 m. Akibat pemasangan dinding bata, terjadi peningkatan beban sebesar 45,19% pada kondisi ultimit dan 45,16% pada saat leleh. Akan tetapi penambahan dinding juga mengakibatkan berkurangnya perpindahan struktur sebesar 88,57% dan 18,18% masing-masing pada kondisi ultimit dan leleh.

Selain itu, analisis penambahan dinding pengisi bata juga dilakukan pada penelitian Giri (2020).

Penelitian ini menggunakan metode eksperiment di laboratorium dan analisis menggunakan bantuan software. Penelitian eksperimental menggunakan empat buah spesimen yaitu portal beton bertulang tanpa dinding, portal beton bertulang dengan pasangan bata solid concrete block, clay brick, dan hollow concrete block. Sedangkan analisis dilakukan pada gedung Phokara-08, Chautari Marga, Nepal setelah parameter strut diagonal ekivalen pada dinding bata terverifikasi. Analisis ini menggunakan metode non-linier dynamic time history analysis dengan beban gempa Gorkha.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur dengan dinding pengisi memiliki kapasitas geser dasar yang lebih tinggi dibandingkan struktur tanpa dinding pengisi. Namun, struktur dengan dinding pengisi menunjukkan perpindahan relatif atap yang lebih kecil, sedangkan struktur tanpa dinding pengisi lebih daktail. Kurva perbandingan hasil bangunan tanpa dinding dan dengan dinding pengisi bata dapat dilihat pada Gambar 4.



(Giri 2020)

Figure 4. Kurva Hubungan Base Shear dan Relative Roof Displacement pada Dinding Pengisi (a) Solid Concrete Block, (b) Clay Brick, (c) Hollow Concrete Block

Berdasarkan Gambar 4, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kapasitas geser dasar terbesar yaitu terdapat pada benda uji yang menggunakan bata jenis solid concrete block dibandingkan dengan bata jenis clay dan hollow. Sedangkan untuk perpindahan relatif atap terbesar diperoleh pada benda uji yang menggunakan bata jenis hollow dibandingkan dengan benda uji yang menggunakan bata jenis solid dan clay. Secara detail, perbandingan nilai dan persentase base shear dan displacement dapat dilihat pada Tabel 3.

Table 3. Perbandingan Nilai dan Persentase Base Shear dan Displacement Maksimum Berdasarkan Jenis Dinding Bata Solid, Clay, dan Hollow pada penelitian Giri (2020)

Jenis dinding	*Base shear* maksimum (kN)	*Displacement* maksimum (mm)	*Base shear* maksimum (%)	*Displacement* maksimum (%)
Solid	-2174,6	-14,617	100	0,10
Clay	-1791,1	-14,625	17,63	0,04
Hollow	-1611,1	-14,631	25,91	100

Berdasarkan hasil yang disajikan di Tabel 3 tersebut, dapat dilihat bahwa gaya geser dasar yang dihasilkan oleh portal beton bertulang dengan menggunakan dinding bata solid adalah 1,2 kali lebih tinggi bila dibandingkan dengan portal dengan dinding bata tanah liat. Portal yang menggunakan

dinding bata berongga memiliki kapasitas gaya geser dasar paling kecil dari semua benda uji, yatu 0,74% dari kapasitas geser benda uji yang menggunakan dinding bata solid. Dari Tabel 3 juga terlihat bahwa pemasangan dinding bata tidak menyebabkan berkurangnya kemampuan struktur untuk berdeformasi secara signifikan. Perbedaan antara simpangan yang diperoleh pada portal dengan dinding bata berongga dengan dinding bata solid adalah 0,10% sementara perbedaannya dengan dinding bata dari tanah liat adalah 0,04%. Hal ini terjadi karena keruntuhan benda uji berupa keruntuhan geser, dimana kerusakan dipicu oleh hilangnya kapasitas lateral beban dinding dan menyebabkan keruntuhan secara tiba-tiba pada portal beton bertulangnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan dalam studi literatur ini, bebrapa kesimpulan dapat ditarik mengenai pengaruh dinding pengisi bata terhadap perilaku dinamis portal beton bertulang.

1. Studi ini menunjukkan bahwa penambahan dinding, baik bata maupun ferrosemen, secara signifikan meningkatkan kapasitas beban lateral pada portal beton bertulang. Dinding ferrosemen memberikan peningkatan beban lateral tertinggi, diikuti oleh dinding bata. Selain itu, keberadaan dinding secara umum mengurangi perpindahan struktur, meningkatkan stabilitas selama beban lateral diterapkan.
2. Dinding bata dapat meningkatkan kekuatan lateral hingga 45% dan mengurangi perpindahan sebesar 88%. Jenis dinding juga mempengaruhi kapasitas geser dan deformasi, di mana dinding padat memberikan kapasitas geser tertinggi, sementara dinding berongga menyebabkan perpindahan atap terbesar.
3. Secara keseluruhan, meskipun penambahan dinding meningkatkan kekakuan dan kapasitas geser struktur, hal ini juga membatasi fleksibilitasnya. Jenis dinding yang digunakan berperan penting dalam menentukan keseimbangan antara stabilitas dan deformabilitas struktur beton bertulang

References

Cahaya, Tiara, Mukhlis Islam, Yuzuar Afrizal, Ade Sri Wahyuni, and Agustin Gunawan. 2023. Analisis struktur dengan dinding pengisi dan tanpa dinding pengisi pada gedung bertingkat terhadap perilaku dinamik dengan metode time history. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil* 15, no. 1 (April): 77–84. https://doi.org/10.33369/ijts.15.1.77-84.

Cavaleri, L., M. Fossetti, and M. Papia. 2005. Infilled frames: developments in the evaluation of cyclic behaviour under lateral loads. *Structural Engineering and Mechanics* 21, no. 4 (November): 469–494. ISSN: 1225-4568. https://doi.org/10.12989/sem.2005.21.4.469.

Durrani, Ahmad J, and Y. H Luo. 1994. *Seismic retrofit of flat-slab buildings with masonry infills.* Technical report NCEER-94-0004. Buffalo, NY 14261: State University of New York at Buffalo National Center for Earthquake Engineering Research, March.

Fardis, M. N., and T. B. Panagiotakos. 1997. Seismic design and response of bare and masonry-infilled reinforced concrete buildings part i: bare structures. *Journal of Earthquake Engineering* 01 (01): 219–256. https://doi.org/10.1142/S1363246997000106.

FEMA, 356. 2000. *Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings.* Technical report. Federal Emergency Management Agency.

Giri, Ram. 2020. Effect of infill wall on seismic performance of rc residential buildings. Master's thesis, Pokhara University.

Holmes, M. 1961. Steel frames with brickwork and concrete infilling. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers* 19, no. 4 (August): 473–478. ISSN: 1753-7789. https://doi.org/10.1680/iicep.1961.11305.

Mainstone, RJ. 1971. On the stiffness and strengths of infilled frames. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers* 49, no. 2 (June): 230. ISSN: 1753-7789. https://doi.org/10.1680/iicep.1971.6267.

Mehrabi, Armin B., P. Benson Shing, Michael P. Schuller, and James L. Noland. 1996. Experimental evaluation of masonry-infilled rc frames. *Journal of Structural Engineering* 122, no. 3 (March): 228–237. ISSN: 1943-541X. https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9445(1996)122:3(228).

Paulay, Thomas, and M. J. N. Priestley. 1992. *Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings.* John Wiley & Sons, Inc., April. ISBN: 9780471549154.

Perrone, D., P. M. Calvi, R. Nascimbene, E. C. Fischer, and G. Magliulo. 2018. Seismic performance of non-structural elements during the 2016 central italy earthquake. *Bulletin of Earthquake Engineering* 17, no. 10 (April): 5655–5677. ISSN: 1573-1456. https://doi.org/10.1007/s10518-018-0361-5.

Royvaran, Mohammad, Onur Avci, and Brad Davis. 2021. Effect of non-structural components on the dynamic response of steel-framed floors: tests before and after component installations. *Frontiers in Built Environment* 7 (November). ISSN: 2297-3362. https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.725106.

Saputra, Ulya, Harry Syafriandi Eka Putra, Jafril Tanjung, and Rendy Thamrin. 2015. Studi eksperimental pengaruh dinding bata terhadap ketahanan kolom struktur portal sederhana. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)* 11, no. 2 (November): 85. ISSN: 1858-2133. https://doi.org/10.25077/jrs.11.2.85-96.2015.

Sen, Debasish, Fatema Tuz Zahura, Anik Das, Hamood Alwashali, Md. Shafiul Islam, Masaki Maeda, Matsutaro Seki, and Muhammad Abdur Rahman Bhuiyan. 2024. A comparative investigation on experimental lateral behaviour of bare rc frame, non-strengthened and ferrocement strengthened masonry infilled rc frame. *Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering* 57, no. 2 (June): 85–96. ISSN: 1174-9857. https://doi.org/10.5459/bnzsee.1656.

Wulandari, Chrisfela, Ridwan Ridwan, and Alex Kurniawandy. 2024. Behavior of reinforced concrete portal structures with and without brick wall. *Proceeding of the International Conference on Multidisciplinary Research for Sustainable Innovation* 1 (August): 411–424. ISSN: 3063-0983. https://doi.org/10.31098/icmrsi.v1i.827.

Yolisa Putra, Miko, and Jafril Tanjung. 2020. Studi analitikal pengaruh dinding terhadap kekuatan struktur beton bertulang. *Jurnal Teknik Sipil ITP* 7, no. 1 (January): 10–19. ISSN: 2614-414X. https://doi.org/10.21063/jts.2019.v701.02.