

PENGARUH BENTANGAN REGEL TERHADAP KEKUATAN DINDING KANCINGAN

Eusabius Yandianus Dala Boruk¹⁾, *Budi Doloksaribu²⁾, Chitra Utary³⁾

^{1,2,3)} Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musamus, Merauke, Papua Selatan, Indonesia
e-mail: budi@unmus.ac.id

Abstrak

Dinding merupakan komponen non-struktur pada gedung yang berfungsi sebagai penyekat atau pemisah ruangan, untuk melindungi atau membatasi di alam terbuka dan sebagai penyokong struktur dalam memikul beban yang biasanya terbuat dari pasangan bata. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat geser dinding kancingan sebagai opsi yang layak dalam mempertahankan beban lateral. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen, dimana dinding dimodelkan dengan ukuran panjang dan lebar masing-masing 1mx1m, 1,25mx1,25m dan 1,50mx1,50m. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban lateral pada dinding. Berdasarkan hasil penelitian eksperimen dapat disimpulkan bahwa dinding kancingan 1mx1m dan 1,25mx1,25m memiliki pola retak diagonal (diagonal cracking) dan pada dinding kancingan 1,50mx1,50 mengalami getas sehingga menghasilkan pola retak diagonal compression (DC). Kuat geser yang dihasilkan dari masing-masing dinding sebesar 20 kN, 13,6 kN, dan 8 kN dan duktilitas yang dihasilkan dari dinding 1mx1m, 1,25mx1,25m dan 1,50mx1,50m sebesar 13,48 mm, 7,94 mm dan 3,86 mm. Benda uji dengan ukuran 1mx1m memiliki duktilitas yang lebih baik. Peningkatan dari dinding kancingan 1mx1m ke dinding 1,25mx1,25m sebesar 0,48, sedangkan peningkatan duktilitas dari dinding kancingan 1,25mx1,25m ke dinding kancingan 1,50mx1,50m sebesar 0,58. Hal ini menunjukkan semakin besar jarak dinding kancingan maka semakin kecil nilai kuat geser dan duktilitas yang dihasilkan sebaliknya semakin kecil dinding kancingan maka semakin besar nilai kuat geser dan duktilitas yang dihasilkan.

Kata Kunci: Dinding kancingan, perilaku lateral, dinding bata merah

Abstract

Walls are non-structural components in buildings that function as partitions or room dividers, to protect or limit in the open air and as structural supports in bearing loads that are usually made of brickwork. This study aims to determine the shear strength of stud walls as a feasible option in maintaining lateral loads. The method used in this study is the experimental method, where the wall is modeled with a length and width of 1mx1m, 1.25mx1.25m and 1.50mx1.50m respectively. This test is carried out by giving a lateral load to the wall. Based on the results of the experimental study, it can be concluded that the 1mx1m and 1.25mx1.25m stud walls have diagonal cracking patterns and the 1.50mx1.50 stud wall experiences brittleness resulting in a diagonal compression (DC) crack pattern. The shear strength generated from each wall is 20 kN, 13.6 kN, and 8 kN and the ductility generated from the 1mx1m, 1.25mx1.25m and 1.50mx1.50m walls is 13.48 mm, 7.94 mm and 3.86 mm. The test object with a size of 1mx1m has better ductility. The increase from the 1mx1m button wall to the 1.25mx1.25m wall is 0.48, while the increase in ductility from the 1.25mx1.25m button wall to the 1.50mx1.50m button wall is 0.58. This shows that the greater the distance between the button walls, the smaller the shear strength and ductility values produced, conversely, the smaller the button wall, the greater the shear strength and ductility values produced.

Keywords: Button wall, lateral behavior, red brick wall

PENDAHULUAN

Dinding merupakan suatu elemen yang mempunyai sifat non-struktur sebagai beban dan mempunyai fungsi sebagai pembatas antara ruangan satu dengan yang lainnya, untuk

melindungi atau membatasi di alam terbuka dan sebagai penyokong struktur dalam memikul beban. Hampir setiap bangunan yang ada di Indonesia menggunakan dinding dengan pasangan batu bata lokal sebagai bahan utama[1]. Selain ketersediaan materialnya yang

sangat banyak, masyarakat banyak menggunakan dinding bata merah dalam suatu bangunan, karena proses pengjerjaannya yang mudah[2].

Kerusakan terbanyak akibat gempa di Indonesia terjadi pada bangunan sederhana, mengingat bangunan yang ada di Indonesia sebagian besar bangunan bertingkat rendah seperti rumah sederhana 1 tingkat dan 2 tingkat[3]. Rumah sederhana di Indonesia pada umumnya dibangun tanpa bantuan seorang ahli bangunan dan struktur, sehingga rumah tersebut tidak memiliki kinerja yang memadai dalam menahan beban gempa atau disebut non engineering[4] namun tidak sedikit pula kerusakan terjadi pada bangunan yang pada perencanaannya sudah memperhitungkan beban gempa yang akan diterima bangunan jika terkena gempa bumi.

Pada pembuatan dinding kancingan diperlukan sebuah regel[5]. Regel merupakan elemen struktur berupa balok kayu sebagai penguat tiang kolom atau pengikat[6]. Regel dipasang dengan posisi mepet dan mempunyai fungsi sebagai dudukan antara dinding atas dan dinding bawah, sebagai penyokong yang berperan dalam memikul beban pada bangunan bertingkat dan berpasangan dengan kolom. Pada umumnya belum ada kajian secara khusus yang membahas masalah seberapa besar pengaruh bentangan panjang regel terhadap kekuatan dinding kancingan yang diberikan beban[7].

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan tiga jenis variasi yaitu dinding kancingan dengan ukuran 1mx1m, 1,25mx1,25m dan 1,50mx1,50m. dinding kancingan ini kemudian dilakukan pengujian lateral static [8]untuk mengetahui kuat geser dinding kancingan dan daktilitas yang dihasilkan dari dinding kancingan.

Dalam penelitian terdahulu umumnya hanya menganalisis dinding dengan menggunakan material beton bertulang [9] namun pada penelitian ini menggunakan dinding kancingan sebagai bahan pengujian yang pada penelitian

terdahulu belum ada kajian terkait berapa besar pengaruh bentang panjang regel terhadap kekuatan dinding kancingan yang diberikan beban [10].

Tujuan penelitian yaitu mengetahui berapa besar pengaruh jarak bentang panjang regel kayu terhadap dinding kancingan yang diberikan beban.

METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi penelitian

Pada penelitian eksperimen ini dilaksanakan di laboratorium teknik sipil Universitas Musamus.



Gambar 1. Lokasi laboratorium teknik sipil

2.2 Waktu penelitian

Proses penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi permasalahan di lokasi penelitian, analisis data pengujian eksperimen pada dinding kancingan dan penyusunan metode hingga penentuan proses pengujian.

2.3 Bahan

Bahan-bahan yang dipersiapkan dalam pengujian eksperimen dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Bahan pengujian

No	Material	Keterangan
1	Pasir	Pasir lokal
2	Balok kayu	Balok kayu yang berukuran 4/8
3	Batu bata	Batu bata lokal
4	Semen	Semen tonasa
5	Paku	Paku 10

2.4. Analisis data

a. Dial indicator

Penggunaan alat ini digunakan untuk mengukur displacement dengan ketelitian 0,1 mm. Dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Dial indicator

b. Hydraulic jack

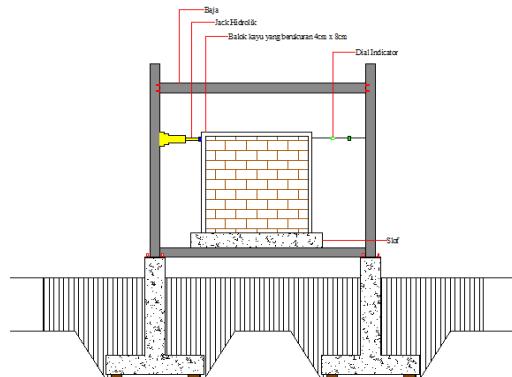
Penggunaan alat ini berfungsi untuk mendorong beban pada sampel. Dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Hydraulic jack

2.5 Pembuatan benda uji

Pada pembuatan benda uji ini diperlukan ketelitian yang sesuai agar benda uji yang kita uji ini memenuhi persyaratan yang pasti. Agar benda uji ini sesuai maka harus dilengkapi dengan kolom, slof, kayu balok yang berukuran 4/8cm untuk tumpuan pada dinding. Setiap tiga tahap pengujian ditinjau dari ukurannya dan dibuat secara terpisah dengan bentuk dan ukuran 1mx1m, 1,25mx1,25m dan 1,50mx1,50m.. Dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Model benda uji

2.6 Kuat geser dinding

Kuat geser yang terjadi pada dinding merupakan besarnya beban ultimit terhadap satuan bentang panjang dinding. Menurut (ASTM E564) nilai kuat geser dinding dapat dirumuskan sebagai berikut [10].

$$S_u = \frac{P_u}{b} \quad (1)$$

Dengan:

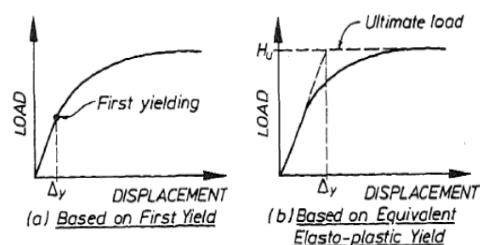
S_u = Kuat geser (kN)

P_u = Beban geser ultimit (kN/m)

b = Lebar dinding (m)

2.7 Daktilitas struktur

Daktilitas struktur merupakan kemampuan dari struktur untuk mengalami deformasi yang besar tanpa mengalami penurunan kekuatan yang signifikan [11]. Secara umum daktilitas dinyatakan sebagai perbandingan antara perpindahan ultimut dan perpindahan leleh. Level daktilitas tertentu diperlukan sebagai faktor keamanan agar tidak terjadi keruntuhan struktur yang tiba-tiba [12]. Secara umum daktilitas dinyatakan sebagai perbandingan antara perpindahan ultimut dan perpindahan leleh [13]. Dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 7. Alternatif pengambilan titik leleh dan ultimit

Hubungan antara $\Delta u/\Delta y$, dimana lendutan ultimate didapatkan dari grafik hubungan P- Δ yaitu ketika beban telah mencapai beban ultimate [14]. Menurut Park (1988) lendutan pada titik leleh dapat diambil dari titik potong beban yang mana beban diambil dari beban ultimate [15]. Pada perhitungan daktilitas struktur dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\mu = \frac{d_u}{d_y} \quad (2)$$

Dengan:

d_u = Perpindahan ultimit (mm)

d_y = perpindahan leleh (mm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Kegagalan yang terjadi pada suatu struktur rangka dengan dinding kancingan dipengaruhi oleh perbandingan tinggi dan lebar bentang dinding kancingan serta kekuatan relatif komponen struktur rangka dari dinding kancingan. Pengujian dilakukan dengan melihat berapa besar beban yang dihasilkan dan berapa besar perpindahan pada dinding yang diuji. Dan pada setiap penambahan beban 1 kN dilakukan pembacaan pada dial indicator. Beban (pushover) yang diberikan secara bertahap dan displacementnya dibaca. Jack dipompa hingga benda uji hancur. Hasil yang diperoleh pada pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2. Perhitungan jumlah penduduk

Jenis Model	Tebal Dinding (mm)	Lebar Dinding (mm)	Tinggi Dinding (mm)
D1	500	1000	1000
D2	500	1250	1250
D3	500	1500	1500

- a. Pola retak pada dinding kancingan yang berukuran 1mx1m.

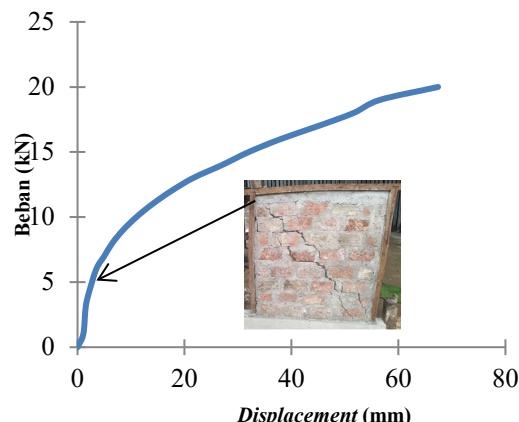
Keretakan awal dinding terjadi pada beban 16 kN dan menghasilkan displacement sebesar 38 mm dan ini terjadi pada sudut kiri dinding bagian atas, ketika beban mencapai 17 kN dengan

displacement sebesar 45 mm keretakan mulai menyebar kearah bagian tengah dinding. Seiring bertambahannya beban sehingga pada beban mencapai 19 kN dengan menghasilkan displacement sebesar 56,5 mm, dinding kancingan mengalami retak secara horizontal, menurut (Paulay dan priesty) pola retak ini disebut pola retak diagonal atau diagonal cracking (DCR). sampai mencapai beban 20 kN dengan displacement sebesar 67,4 mm. Ketika akan diberi beban sebesar 21 kN struktur dinding mengalami keruntuhan. Pola retak pada dinding kancingan 1mx1m. Dapat dilihat pada gambar 6. Hasil pengujian yang dilakukan di lapangan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Beban dan perpindahan dinding 1mx1m

Beban (pushover) (kN)	Displacement (mm)	Kuat Batas
0	0	Tidak Retak
1	1,08	Tidak Retak
3	1,5	Tidak Retak
4	2	Tidak Retak
6	3,5	Tidak Retak
7	5	Tidak Retak
8	6,5	Tidak Retak
9	8,5	Tidak Retak
10	11	Tidak Retak
11	14	Tidak Retak
12	17,5	Tidak Retak
13	21,6	Tidak Retak
14	27	Tidak Retak
15	32	Tidak Retak
16	38	Retak
17	45	Retak
18	51,6	Retak
19	56,5	Retak
20	67,4	Retak

Dari hasil tabel di atas dapat diperoleh grafik yang menunjukkan hubungan antara beban dan perpindahan seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Beban dan perpindahan dinding 1mx1m
 Dari grafik dapat dilihat bahwa tegangan ultimate didapatkan 67,4 mm dan tegangan leleh didapatkan 5 mm. Sehingga nilai daktilitas dari dinding kancingan 1mx1m yaitu sebesar 13,48.

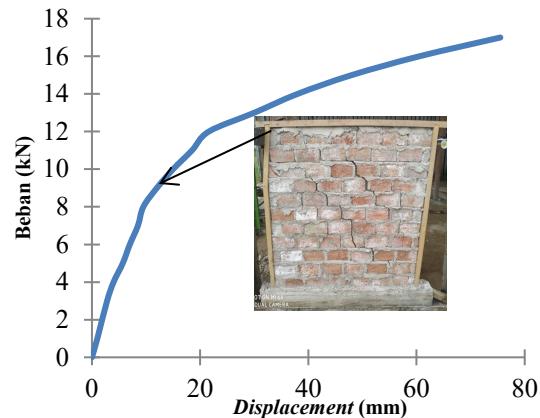
b. Pola retak dinding kancingan yang berukuran 1,25mx1,25m

Keretakan awal dinding terjadi pada beban 12 kN dan menghasilkan displacement sebesar 21,6 mm dan ini terjadi pada bagian tengah dinding, ketika beban mencapai 14 kN dengan displacement sebesar 38 mm keretakan mulai menyebar kearah bagian kiri atas dan kanan bawah mengikuti. Seiring bertambahnya beban sehingga pada beban mencapai 16 kN dengan menghasilkan displacement sebesar 60,5 mm, dinding mengalami retak secara horizontal, menurut (Paulay dan priesty) pola retak ini disebut pola retak diagonal atau diagonal cracking (DCR) hingga mencapai beban 17 kN dengan displacement sebesar 75,5 mm. Ketika akan diberi beban sebesar 18 kN struktur dinding mengalami keruntuhan. Pola retak pada dinding kancingan 1mx1m. Dapat dilihat pada gambar 7. Hasil pengujian yang dilakukan di lapangan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4.Beban dan perpindahan pada dinding 1,25mx1,25m

Beban (pushover) (kN)	Displacement (mm)	Kuat batas
0	0	Tidak retak
1	1	Tidak retak
3	2,8	Tidak retak
4	4	Tidak retak
5	5,7	Tidak retak
6	7	Tidak retak
7	8,5	Tidak retak
8	9,5	Tidak retak
9	12	Tidak retak
10	15	Tidak retak
11	18,5	Tidak retak
12	21,6	Retak
13	30	Retak
14	38	Retak
15	48	Retak
16	60,5	Retak
17	75,5	Retak

Dari hasil tabel di atas dapat diperoleh grafik yang menunjukkan hubungan antara beban dan perpindahan seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik beban dan perpindahan pada dinding 1,25mx1,25m

Dari grafik dapat dilihat bahwa tegangan ultimate didapatkan 75,5 dan tegangan leleh didapatkan 9,5 mm. Sehingga nilai daktilitas dari dinding kancingan 1mx1m yaitu sebesar 7,94.

c. Pola retak dinding kancingan 1,50mx1,50m

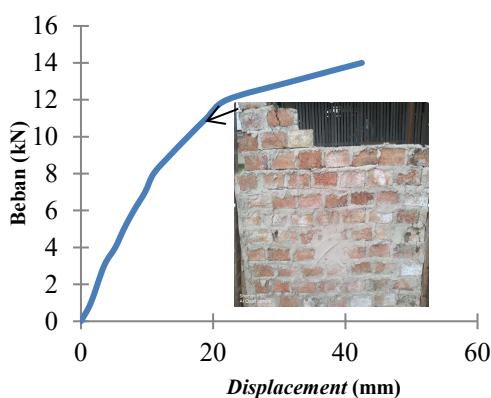
Keretakan awal pada dinding kancingan yang berukuran 1,50mx1,50m akibat beban lateral, keretakan ini terjadi pada beban 9 kN pada bagian kiri atas pada dinding, ketika beban mencapai 10 kN frame samping balok kayu patah pada ujung kiri bagian bawah dan terlepas dari dinding, ketika beban mencapai 11 kN susunan bata keempat dari atas bagian kanan mengalami retak. Seiring bertambahnya beban yang diberikan bata merah pada susunan kanan bagian atas dinding keluar dari rangka dinding, ketika beban mencapai 14 kN struktur pada dinding mengalami keruntuhan secara tiba-tiba. Dapat dilihat pada gambar 9. Hasil pengujian yang dilakukan di lapangan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Beban lateral dan perpindahan pada dinding 1,50mx1,50m

Beban (pushover) (kN)	Displacement (mm)	Kuat batas
0	0	Tidak retak
1	1,5	Tidak retak
3	3,5	Tidak retak
4	5,2	Tidak retak
5	6,5	Tidak retak
6	8	Tidak retak

7	9,7	Tidak retak
8	11	Tidak retak
9	13,5	Retak
10	16,2	Retak
11	19	Retak
12	22,1	Retak
13	32	Retak
14	42,5	Retak

Dari hasil tabel di atas dapat diperoleh grafik yang menunjukkan hubungan antara beban dan perpindahan seperti pada gambar 8.

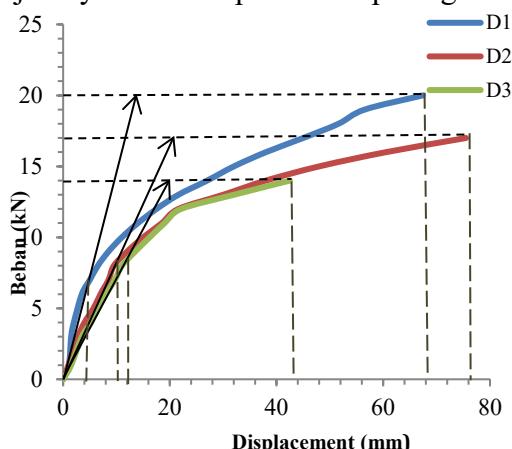


Gambar 8. Grafik beban dan perpindahan pada dinding 1,50mx1,50m

Dari grafik dapat dilihat bahwa tegangan ultimate didapatkan 42,5 dan tegangan leleh didapatkan 11. Sehingga nilai daktilitas dari dinding kancingan 1mx1m yaitu sebesar 3,86.

3.2 Pembahasan

a. Hubungan beban dan perpindahan
Pada setiap dinding yang diuji terdapat hubungan beban dan perpindahan pada dinding pasangan $\frac{1}{4}$ bata, dapat dilihat bahwasannya dimensi yang berbeda sangat berpengaruh untuk terjadinya retak. Dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik hubungan beban dan perpindahan

Dari gambar hubungan beban dan perpindahan diatas dinding D1 didapat nilai perpindahan ultimit (d_u) sebesar 67,4 mm dan perpindahan leleh sebesar (d_y) sebesar 5 mm nilai daktilitas yang terjadi pada dinding D1 sebesar 13,48. Dinding D2 didapat nilai perpindahan ultimit (d_u) sebesar 75,5 mm dan perpindahan leleh (d_y) sebesar 9,5 mm nilai daktilitas yang terjadi pada dinding D2 sebesar 7,94 mm. Dinding D3 didapat nilai perpindahan ultimit (d_u) sebesar 42,5 mm dan perpindahan leleh sebesar (d_y) sebesar 11 mm nilai daktilitas yang terjadi pada dinding D3 sebesar 3,86 mm. Untuk mengetahui daktilitas yang terjadi pada setiap dinding dengan ukuran 1mx1m, 1,25mx1,25 dan 1,50x1,50m dapat dilihat pada tabel 6.

b. Kuat geser dinding

Kuat geser ultimut dinding di dapat dari data beban maksimum terhadap satuan bentang panjang dinding (ASTM E564). Sesuai dengan persamaan 2.1 didapatkan.

1. Dinding dengan ukuran 1mx1m

$$S_U = \frac{20 \text{ kN}}{1\text{m}} = 20 \text{ kN/m}$$

2. Dinding dengan ukuran 1,25mx1,25m

$$S_U = \frac{17 \text{ kN}}{1,25\text{m}} = 13,6 \text{ kN/m}$$

3. Dinding dengan ukuran 1,50mx1,50m

$$S_U = \frac{14 \text{ kN}}{1,5\text{m}} = 8 \text{ kN/m}$$

Hasil perhitungan kuat geser pada dinding kancingan 1mx1m, 1,25mx1,25 dan 1,50mx1,50m sebesar 20 kN/m, 13,6 kN/m dan 8 kN/m dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil kuat geser ultimit dinding

Benda uji	Panjang l (m)	Lebar b (m)	Beban maksimum P_u (kN)	S_u kN/m
D1	1	1	20	20
D2	1,25	1,25	17	13,6
D3	1,50	1,50	14	8

Dari tabel ultimit yang diperoleh bahwa kuat geser ultimit rata-rata dari masing-masing dinding sebesar 20 kN/m, 13,6 kN/m dan 8 kN/m. Jadi kuat geser dinding pada D1 memiliki nilai kuat geser ultimit (Ultimate Shear Strength) lebih besar daripada D2 dan D3 karena D1 mampu menahan beban geser yang diberikan hingga 20 kN. Hal ini dikarenakan ukuran pada dinding D1 memiliki bentang lebar dinding yang kecil dibandingkan pada ukuran dinding D2 dan D3.

Keretakan diagonal yang terjadi pada dinding D1 dan D2 pada gambar 7 dan 9 membuktikan bahwa dinding D1 dan D2 mampu mengurangi split yang terjadi dan karakteristik keretakan pengujian pada setiap dinding terjadi secara perlahan. Pada dinding D1 dan D2 memiliki pola retak diagonal (diagonal cracking). Sedangkan pada dinding D3 mengalami kegagalan pada struktur hal ini dibuktikan pada frame kayu mengalami lendutan dan penahan pada bagian bawah frame kurang baik menyebabkan frame kayu patah pada bagian ujung bawah dan terpisah dengan dinding, sehingga dinding mengalami keruntuhan secara tiba-tiba.

c. Perbandingan daktilitas

Daktilitas struktur didapat dari beban dan perpindahan lateral. Perhitungan daktilitas struktur dilakukan sesuai dengan tegangan leleh dan tegangan ultimate. Sesuai dengan persamaan didapatkan.

1. Dinding dengan ukuran 1mx1m

$$\mu = \frac{67,4}{5} = 13,48$$

2. Dinding dengan ukuran 1,25mx1,25m

$$\mu = \frac{75,5}{9,5} = 7,94$$

3. Dinding dengan ukuran 1,50mx1,50m

$$\mu = \frac{42,5}{11} = 3,86$$

Hasil perhitungan daktilitas struktur pada dinding kancingan 1mx1m, 1,25mx1,25 dan 1,50mx1,50m dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Daktilitas struktur

Benda uji	Disp ultimit	Disp yield	Daktilitas
	Δ_y (mm)	Δ_u (mm)	Δ_u / Δ_y (mm)
D1	4	67,4	13,48
D2	10	75,5	7,94
D3	11	42,5	3,86

Pada penelitian portal beton bertulang berdinding bata merah yang berukuran 2350 x 3300 mm didapat nilai perpindahan ultimit (δ_y) sebesar 27,30 mm pada beban 8 ton dan perpindahan ultimit (δ_u) sebesar 14,00 mm pada beban 7,50 ton. Nilai daktilitas yang terjadi pada portal berisi dinding bata merah sebesar 1,95 [2].

Dapat diketahui bahwa dinding D1 dengan ukuran 1000x1000 mm memiliki nilai daktilitas yang lebih baik dibandingkan dengan kedua dinding lainnya, dimana dinding D1 memiliki daktilitas lebih besar mencapai 75,5 mm. Jika dinding D1 disandingkan dengan dinding beton bertulang, maka didapat nilai daktilitas pada dinding kancingan D1 lebih besar mencapai 4,81, akan tetapi memiliki perbedaan pada beban dan ukuran dinding yang di uji. Beban yang diuji pada dinding beton bertulang sebesar 78,4532 kN dan pada dinding kancingan D1 memiliki beban sebesar 21 kN, perbandingan beban pada dinding beton bertulang dan dinding kancinga mencapai 57%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian eksperimen dapat disimpulkan bahwa dinding kancingan 1mx1m dan 1,25mx1,25m memiliki pola retak diagonal (diagonal cracking) dan pada dinding kancingan 1,50mx1,50 mengalami getas sehingga menghasilkan pola retak diagonal compression (DC). Kuat geser yang dihasilkan dari masing-masing dinding sebesar 20 kN, 13,6 kN, dan 8 kN dan daktilitas yang dihasilkan dari dinding 1mx1m, 1,25mx1,25m dan 1,50mx1,50m sebesar 13,48 mm, 7,94 mm dan 3,86 mm. Benda uji dengan ukuran 1mx1m memiliki daktilitas yang lebih baik. Peningkatan dari dinding kancingan 1mx1m ke dinding 1,25mx1,25m sebesar 0,58, sedangkan peningkatan daktilitas dari dinding kancingan 1,25mx1,25m ke dinding kancingan 1,50mx1,50m sebesar 0,48. Hal ini menunjukan

semakin besar jarak dinding kancingan maka semakin kecil nilai kuat geser dan daktilitas yang dihasilkan sebaliknya semakin kecil dinding kancingan maka semakin besar nilai kuat geser dan daktilitas yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Sultan, “Bertulang Dengan Analisa Pushover,” vol. 1, no. 1, pp. 31–39, 2012.
- [2] M. I. Sari et al., “Perilaku Lateral Siklik Portal Beton,” vol. 1, pp. 845–856, 2018.
- [3] M. Hutajulu, J. Tarigan, P. Tarigan, M. T. Sipil, F. Teknik, and U. S. Utara, “Analisa Pushover Dan Eksperimen Struktur Portal Dengan Dinding Batubata Dengan Menggunakan Angkur Pada Kolom Dan Balok Pada Non Engineered Building,” vol. 24, no. 2, pp. 158–166, 2018.
- [4] P. L. Force, “Gaya Lateral In-Plane Struktur Portal Dinding Pasangan Bata ½ Batu Melalui Analisis Numerik,” vol. 18, no. 2, pp. 130–139, 2015.
- [5] M. D. J. Sumajouw, R. S. Windah, F. Teknik, J. T. Sipil, U. Sam, and R. Manado, “Analisa Portal Dengan Dinding Tembok Pada Rumah Tinggal Sederhana Akibat Gempa,” vol. 2, no. 6, pp. 310–319, 2014.
- [6] M. Kurniawan and M. Ridwan, “Analisa Gaya Geser Dua Sisi Pada Hubungan Bata Merah Mutu Rendah Dengan Mortar,” pp. 555–562.
- [7] D. W. I. Saputri, “Analisis Perilaku Retak Dan Kekakuan Terhadap Dinding Pengisi Bata,” 2020.
- [8] Wisnumurti, S. M. Dewi, and A. Soehardjono, “Strength Reduction Factor (R) And Displacement Amplification Factor (Cd) Of Confined Masonry Wall With Local Brick In Indonesia,” Procedia Eng., vol. 95, no. Cd, pp. 172–177, 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.176.
- [9] Manto, “Jenis-Jenis Dinding,” 2012.
- [10] J. Tanjung, “Studi Eksperimental Tentang Pengaruh Dinding Bata Merah Terhadap Ketahanan Lateral Struktur Beton Bertulang 2 . Pengaruh Dinding Terhadap Perilaku,” vol. 23, no. 2, pp. 99–106, 2016.
- [11] M. Titono, “Analisa Ketahanan Gempa Dalam Rangka Konversi Bangunan Bersejarah, Studi Kasus: Gedung X,” 2010.
- [12] J. Tanjung, “Studi Eksperimental Evaluasi Kekuatan,” 2017.
- [13] Dewobroto, “Kegagalan Pada Dinding Bata Karena Melebihi Kapasitas Pengisi Dinding Bata,” 2005.
- [14] S. Practice, “Standard Practice For Static Load Test For Shear Resistance Of Framed Walls For,” pp. 0–3, 2006, doi: 10.1520/E0564-06.
- [15] P. D. S. U and S. M. Dewi, “Analisa Tegangan Dan Regangan Dinding Panel Jaring Kawat Baja Tiga Dimensi Dengan Variasi Rasio Tinggi Dan Lebar (Hw/Lw) Terhadap Beban Lateral Statik,”.