

PENGARUH PERKUATAN PADA CAT SERAT *FIBERGLASS* DAN *POLYPROPYLENE* TERHADAP KUAT GESER PASANGAN BATA MERAH UNTUK RUMAH AMAN GEMPA

Leonald Deanto Fajri¹, Eka Juliafad², Enzo Francescoly³

^{1,2,3}Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: leodeanto2008@gmail.com

Abstrak: Gempa merupakan bencana yang kerap kali terjadi di pulau Sumatera Barat dan Kota Padang menjadi wilayah yang rentan terhadap gempa. Sehingga adanya perkuatan terhadap bangunan di wilayah tersebut sangat penting, agar aman dan mengurangi resiko kerugian akibat gempa, salah satunya dengan penelitian terhadap perkuatan dinding bata merah yang biasa digunakan oleh masyarakat Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan studi literatur dan juga pengujian di Labor Struktur, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang menggunakan alat uji digital *Compression Testing Machine* (CTM). Benda uji terdiri atas pasangan bata merah untuk kuat geser dengan perekat mortar dan cat yang dicampur serat sebagai perkuatan. Acuan yang digunakan adalah SNI 03-4166-1996 (Metode Pengujian Kuat Geser Dinding Pasangan Bata Merah di Laboratorium). Persentase kenaikan pada pengujian kuat geser pasangan bata merah menggunakan campuran cat serat *polypropylene* berdasarkan ketebalan 1 mm, 2 mm dan 3 mm adalah 57,00%, 66,70%, dan 70,74%, sedangkan untuk campuran cat serat *fiberglass* diperoleh nilai persentase 63,40 %, 64,21%, dan 70,87%. Penambahan cat serat *polypropylene* dan *fiberglass* sebanyak 9% pada pasangan bata merah mampu menambah nilai kuat geser dengan kekuatan maksimum pada ketebalan 3 mm.

Kata Kunci : Gempa, Kuat Geser, Bata Merah, *Polypropylene*, *Fiberglass*

Abstract : *Earthquakes are disasters that frequently occur on the island of West Sumatra, and the city of Padang is one of the areas highly vulnerable to seismic activity. Therefore, strengthening buildings in this region is crucial to ensure safety and reduce the risk of losses due to earthquakes. One such effort involves research on the reinforcement of red brick masonry, which is commonly used by the Indonesian population. This research was conducted through literature studies and experimental testing in the Structural Laboratory, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Padang, using a digital Compression Testing Machine (CTM). The test specimens consisted of red brick masonry used for shear strength tests, with mortar adhesive and paint mixed with fiber as reinforcement. The testing procedure was based on SNI 03-4166-1996 (Laboratory Testing Method for Shear Strength of Red Brick Masonry Walls). The percentage increases in shear strength of red brick masonry with paint mixed with polypropylene fiber at thicknesses of 1 mm, 2 mm, and 3 mm were 57.00%, 66.70%, and 70.74%, respectively. Meanwhile, the use of paint mixed with fiberglass fiber yielded increases of 63.40%, 64.21%, and 70.87%. The addition of 9% polypropylene and fiberglass fiber paint to the red brick masonry was able to enhance shear strength, with maximum strength achieved at a 3 mm thickness.*

Keyword : *Earthquake, Shear Strenght, Red Brick, Polypropylene, Fiberglas*

PENDAHULUAN

Provinsi Sumatera Barat merupakan jalur yang rawan gempa bumi sehingga membuat wilayah di dalamnya kerap kali merasakan bencana alam ini, salah satunya Kota Padang. Hal ini disebabkan oleh adanya pertemuan 3 lempeng aktif, yaitu Lempeng Eurasia yang bergerak relatif ke arah tenggara dengan kecepatan sekitar 0,4 cm/tahun, Lempeng Indo – Australia yang bergerak relatif ke arah utara dengan kecepatan sekitar 7 cm/tahun dan Lempeng Pasifik yang bergerak relatif ke arah barat dengan kecepatan sekitar 11 cm/tahun. Gempa bumi ini umumnya bersifat merusak disebabkan terjadi pada kedalaman dangkal serta magnitudonya cukup besar dan terletak dekat permukiman dan aktivitas penduduk (Baihaqi dan Pujiastuti, 2022). Resiko bencana gempa bumi yang terjadi sebagian besar justru diakibatkan oleh adanya kerusakan pada bangunan non-struktural atau bangunan sederhana. Bangunan permukiman dan sarana-prasarana yang dibangun di wilayah Kota Padang terutama di daerah pesisir dekat dengan Kabupaten Padang-Pariaman seringkali tidak didesain sesuai dengan standar bangunan tahan gempa bumi. Sehingga pada daerah yang rawan bencana gempa bumi upaya dalam mitigasi atau pencegahan sangat diperlukan salah satu di antaranya melalui studi penelitian terhadap perkuatan pada dinding. Selain struktur berupa kolom dan balok, dinding juga mampu memberikan perkuatan pada bangunan.

Pada bangunan sederhana dinding merupakan bagian non-struktural sehingga tidak direncanakan dengan baik. Kerusakan dinding akibat gempa sering terjadi karena dinding tidak memiliki struktur yang cukup kuat untuk menahan gaya lateral dari gempa (SNI 03-2847-2002). Oleh karena itu, dinding merupakan bagian bangunan yang sering terjadi kerusakan apabila terjadi bencana alam seperti gempa. Dinding dengan bahan bata merah umum digunakan pada bangunan rumah sederhana maupun bangunan struktur. Dinding bata telah digunakan sejak 9000 SM dan tetap menjadi elemen bangunan utama di seluruh dunia, terutama di negara-negara berkembang. Dinding bata merah terkenal karena pengerjaannya yang mudah dan murah, serta memiliki sifat isolasi suhu dan kedap suara. Sejarah kerusakan akibat gempa menunjukkan bahwa bangunan dengan dinding bata telah menyebabkan kerugian besar, baik secara manusiawi maupun ekonomi. Metode perkuatan dinding bata untuk negara berkembang seharusnya mampu meningkatkan kekuatan dan kapasitas deformasi bangunan dengan mempertimbangkan beberapa karakteristik seperti

terjaminnya ketersediaan material, kemudahan dalam pelaksanaan dalam arti mudah dilaksanakan oleh masyarakat, dapat diterima dan beradaptasi dengan budaya masyarakat, serta ekonomis (Juliafad, dkk, 2023).

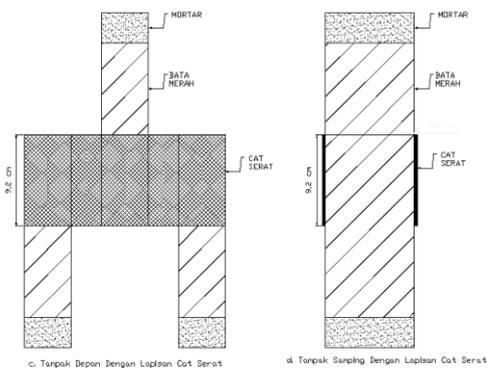
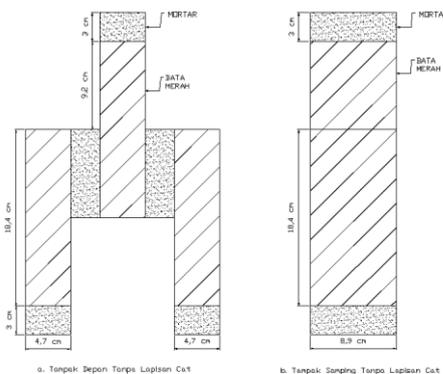
Berbagai cara telah dilakukan untuk mengatasi kerusakan dinding dan metode perkuatan dinding bata merah yang telah ada misalnya perkuatan dengan *PP Band-Mesh*, *Ferosemen* atau *wiremesh*, *Carbon Fiber Strip*, maupun jaring dari tulangan telah dikembangkan oleh para ahli (Al Zakina et al., 2019). Metode perkuatan umumnya memerlukan keahlian tinggi dalam pelaksanaannya dan sebagian material juga sulit didapat, serta membutuhkan biaya besar. Untuk itu, di negara berkembang metode perkuatan seharusnya mampu meningkatkan kapasitas deformasi dan kekuatan bangunan dengan mempertimbangkan beberapa karakteristik seperti terjaminnya ketersediaan material, kemudahan dalam pelaksanaan artiannya mudah dilaksanakan oleh masyarakat, serta ekonomis (harga terjangkau). Maka perlu dikembangkan jenis perkuatan yaitu metode perkuatan seismik untuk dinding bata merah demi tercapainya rumah aman gempa dengan menggunakan cat yang diperkuat dengan serat yaitu *polypropylene* dan *fiberglass*. Berdasarkan SNI 03-1748-1989, Serat fiberglass adalah material berbentuk serat halus yang terbuat dari kaca yang ditarik menjadi filamen tipis, digunakan sebagai bahan penguat dalam berbagai aplikasi teknik, terutama pada komposit seperti FRP (*Fiber Reinforced Polymer*). Sedangkan serat polypropylene adalah serat sintesis yang terbuat dari polimer termoplastik *polypropylene* (PP), digunakan sebagai bahan penguat tambahan dalam beton, mortar, dan geotekstil untuk meningkatkan sifat mekanis, terutama terhadap retak awal dan penyusutan plastis (SNI 2493:2011).

Serat tersebut sering digunakan dalam metode perkuatan karena memiliki sifat-sifat yang menguntungkan seperti tahan terhadap korosi, ringan, dan yang terpenting memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Serat *fiberglass* dipilih karena kekuatan dan keawetannya yang tinggi, sedangkan serat *polypropylene* dipilih karena biaya yang lebih rendah dan sifatnya yang mudah diproses. Bahan lain mungkin kurang umum sehingga memiliki biaya yang lebih tinggi, sifat yang kurang menguntungkan, atau sulit untuk diproses dalam melakukan perkuatan bata merah menggunakan cat serat.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan jenis penelitian eksperimen yang termasuk ke dalam metode penelitian kuantitatif, karena memperhitungkan variabel untuk menguji pengaruhnya terhadap variabel lain, dengan mengontrol variabel-variabel lain yang relevan. Eksperimen pada penelitian melakukan pengujian di laboratorium terhadap pengaruh kuat geser pasangan bata merah dengan penambahan lapisan cat dengan tambahan serat *fiberglass* dan *polypropylene*, ketebalan cat yang digunakan adalah 1 mm, 2 mm dan 3 mm. Persentase penggunaan air dari berat cat yaitu 0%, serta persentase serat yang dipakai dari berat cat adalah 9%. Menurut SNI 03-4166-1996 dan ASTM, kuat geser adalah tegangan geser maksimum yang dapat ditahan oleh suatu bidang (dalam tanah) di bawah kondisi tertentu.

Pengujian kuat geser pasangan bata dilakukan dengan menggunakan benda uji yang tersusun dari masing- masing 3 (tiga) buah bata utuh yang nilai kuat geser dianalisa dengan beban maksimum benda uji, lebar bidang lekatan, dan tinggi bidang. Untuk pasangan bata biasa tanpa perlakuan (kontrol) diberi kode PBB sebanyak 3 sampel. Untuk pasangan bata dengan lapisan cat serat *polypropylene* 9% dengan ketebalan 1 mm, 2 mm, 3 mm, berturut-turut diberikan kode PP1, PP2, PP3, karena masing-masing benda ujinya terdapat 3 sampel, maka pasangan bata dengan kode PP totalnya sebanyak 9 sampel. Sedangkan untuk pasangan bata dengan ketebalan 1 mm, 2 mm, 3 mm, berturut-turut diberikan kode PF1, PF2, PF3, karena masing-masing benda ujinya terdapat 3 sampel, maka pasangan bata dengan kode PF totalnya sebanyak 9 sampel. Sehingga secara keseluruhan kalau dijumlahkan totalnya ada 21 sampel.



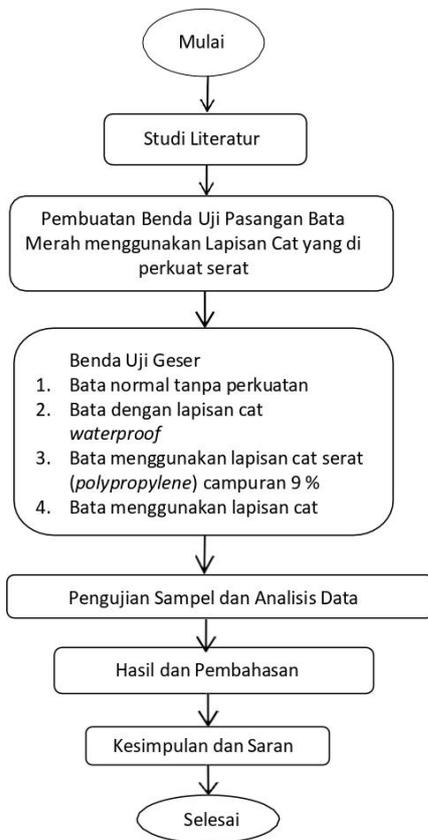
Gambar 1. Benda uji kuat geser pasangan bata

Untuk pengerjaan benda uji kuat geser pasangan bata dimulai dengan merendam bata merah dalam air sampai tidak mengeluarkan gelembung. Menyiapkan cetakan uji geser bata, lalu oleskan pelumas pada cetakan. Memasukkan bata ke dalam cetakan dengan posisi seperti pasangan setengah bata dan beri jarak 3 cm untuk spesinya. Membuat adukan mortar dengan perbandingan semen dengan pasir (1 pc : 2,75 ps). Berikan penyangga pada bagian kiri, kanan dan atas bata merah lalu isi ruang dengan mortar. Diamkan selama 24 jam, kemudian keluarkan dari cetakan dan masukkan ke dalam bak perendaman untuk direndam selama 24 jam. Setelah itu keluarkan dari bak perendaman dan keringkan sampel uji geser pasangan bata untuk dilapisi cat serat. Lapsi cat serat sesuai dengan ketebalan yang telah ditentukan. Kemudian tunggu hingga lapisan cat serat kering, timbang sampel uji geser pasangan bata kemudian lakukan pengujian dengan menggunakan mesin digital *Compression Testing Machine* (CTM) dan uji kuat gesernya. Hitung kuat geser pasangan bata dengan rumus:

$$F_{vh} = \frac{P + W}{2 (b \times h)} \dots\dots\dots (1)$$

- Keterangan:
F_{vh} = Kuat Geser (kg/cm²)
 P = beban uji maksimum (kg)
 b = lebar bata (cm)
 h = panjang bidang geser (cm) = 1 /2 L
 w = berat benda uji (kg)

Alur tahapan penelitian dijelaskan melalui diagram alir berikut:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah benda uji mengeras dan berumur 28 hari, berpedoman kepada *labsheet* pengujian bahan bangunan yang ada Laboratorium Pengujian Bahan Bangunan dan Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil Universitas Negeri Padang, sampel pasangan bata diuji menggunakan *Compression Testing Machine*.

Tabel 1. Kuat geser bata merah kontrol tanpa perlakuan bata biasa (FBB)

Kode	Ukuran (cm)			Load (kg)	Kuat Geser (kg/cm ²)
	p	l	As		
A	9,2	8,7	160,08	145,58	0,909
B	9,5	8,6	163,4	135,74	0,831
C	9,6	8,7	167,04	195,47	1,170
Rata-rata					0,97

Tabel 2. Kuat geser bata merah dengan lapisan cat dan 9% serat *polypropylene* ketebalan 1 mm (FP1 9%)

Kode	Ukuran (cm)			Load (kg)	Kuat Geser (kg/cm ²)
	p	l	As		
A	9,33	8,8	164,21	325,38	1,982
B	9,3	9,03	167,96	445,01	2,650
C	9,53	8,73	166,39	355,60	2,137
Rata-rata					2,256

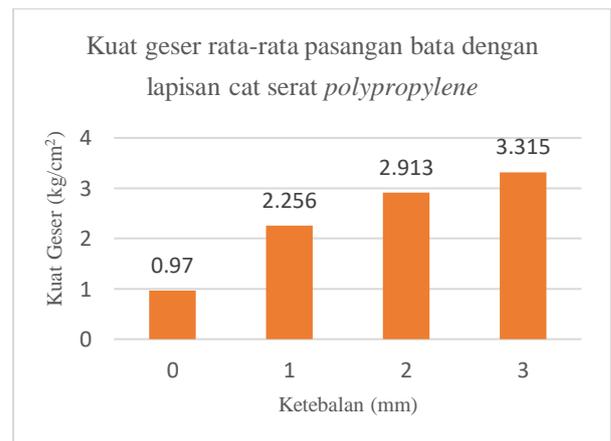
Tabel 3. Kuat geser bata merah dengan lapisan cat dan 9% serat *polypropylene* ketebalan 2 mm (FP2 9%)

Kode	Ukuran (cm)			Load (kg)	Kuat Geser (kg/cm ²)
	p	l	As		
A	8,63	8,96	154,65	515,18	3,331
B	9,56	8,83	168,83	415,54	2,461
C	8,76	8,63	151,20	445,48	2,946
Rata-rata					2,913

Tabel 4. Kuat geser bata merah dengan lapisan cat dan 9% serat *polypropylene* ketebalan 3 mm (FP3 9%)

Kode	Ukuran (cm)			Load (kg)	Kuat Geser (kg/cm ²)
	p	l	As		
A	9,03	8,96	161,82	525,60	3,248
B	8,96	8,83	158,23	465,47	2,942
C	9,2	9,06	166,7	625,84	3,754
Rata-rata					3,315

Untuk hasil uji kuat geser yang didapatkan pada pasangan bata merah tanpa perlakuan (FBB) sebesar 0,97 kg/cm². Sedangkan untuk pasangan bata dengan perlakuan lapisan cat 9% serat *polypropylene* dengan ketebalan masing-masing 1 mm (FP1), 2 mm (FP2), dan (FP3) berturut-turut sebesar 2,256 kg/cm², 2,913 kg/cm², dan 3,315 kg/cm².



Gambar 3. Kuat geser rata-rata bata dengan lapisan cat serat *polypropylene*

Dapat dilihat dari grafik yang terdapat di dalam gambar 3, bahwa kuat geser pasangan bata dengan perlakuan lapisan cat serat *polypropylene* (FP) lebih kuat dan besar kenaikan kekuatannya daripada pasangan bata biasa atau kontrol (FBB).

Tabel 5. Kuat geser bata merah dengan lapisan cat dan 9% serat *fiberglass* ketebalan 1 mm (FF1 9%)

Kode	Ukuran (cm)			Load (kg)	Kuat Geser (kg/cm ²)
	p	l	As		
A	9,7	8,6	166,84	345,41	2,070
B	9,9	8,8	174,24	445,58	2,557
C	9,8	8,5	166,6	555,66	3,335
Rata-rata					2,65

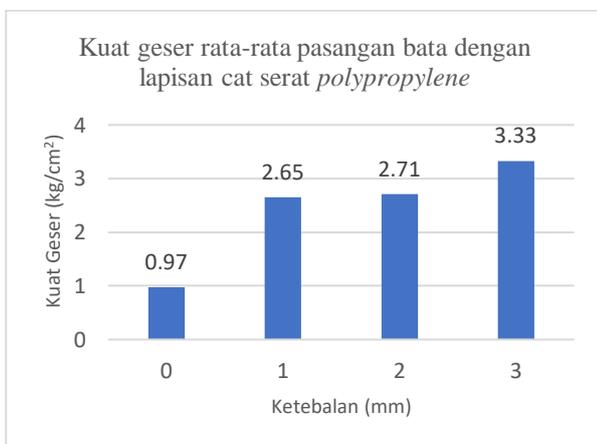
Tabel 6. Kuat geser bata merah dengan lapisan cat dan 9% serat *fiberglass* ketebalan 2 mm (FF2 9%)

Kode	Ukuran (cm)			Load (kg)	Kuat Geser (kg/cm ²)
	p	l	As		
A	10,2	8,7	177,48	475,42	2,679
B	9,5	8,8	167,2	445,31	2,663
C	9,7	8,6	166,84	465,29	2,789
Rata-rata					2,71

Tabel 7. Kuat geser bata merah dengan lapisan cat dan 9% serat *fiberglass* ketebalan 3 mm (FF3 9%)

Kode	Ukuran (cm)			Load (kg)	Kuat Geser (kg/cm ²)
	p	l	As		
A	10,3	8,6	177,16	605,50	3,314
B	10	8,8	176	585,50	3,327
C	9,2	8,6	158,24	515,20	3,256
Rata-rata					3,33

Untuk hasil uji kuat geser yang didapatkan pada pasangan bata merah tanpa perlakuan (FBB) sebesar 0,97 kg/cm². Sedangkan untuk pasangan bata dengan perlakuan lapisan cat 9% serat *fiberglass* dengan ketebalan masing-masing 1 mm (FF1), 2 mm (FF2), dan (FF3) berturut-turut sebesar 2,65 kg/cm², 2,71 kg/cm², dan 3,3 kg/cm².



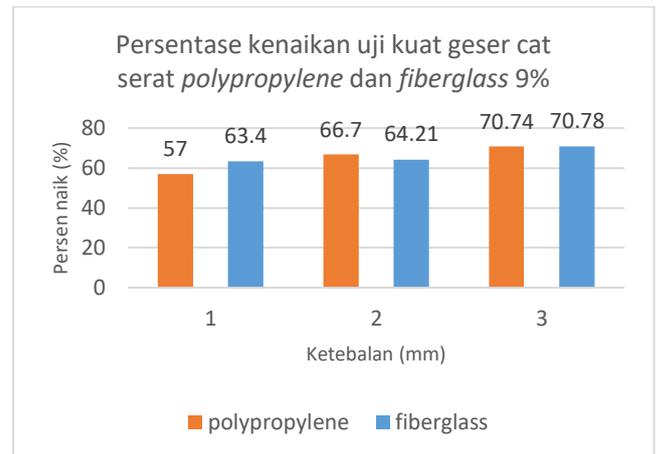
Gambar 4. Kuat geser rata-rata bata dengan lapisan cat serat *fiberglass*

Dapat dilihat dari grafik yang terdapat di dalam gambar 4, bahwa kuat geser pasangan bata dengan perlakuan lapisan cat serat *fiberglass* (FF) lebih

kuat dan besar kenaikan kekuatannya daripada pasangan bata biasa atau kontrol (FBB).

Tabel 8. Persentase kenaikan uji kuat geser pasangan bata merah

Kode	Nilai kuat geser bata biasa (A) (kg/cm ²)	Nilai kuat geser bata dengan perlakuan (B) (kg/cm ²)	Persentase kenaikan kuat geser (%) $\left(\frac{B-A}{A} \times 100\%\right)$
FBB	0,97	0,97	0
FP1	0,97	2,256	57
FP2	0,97	2,913	66,7
FP3	0,97	3,315	70,74
FF1	0,97	2,65	63,40
FF2	0,97	2,71	64,21
FF3	0,97	3,33	70,87



Gambar 5. Persentase Kenaikan Kuat Geser Rata-Rata Bata Dengan Lapisan Cat Serat

Dari tabel 8 dan grafik pada gambar 5, dapat dilihat bahwa kuat geser pasangan bata merah menggunakan lapisan cat serat *polypropylene* dengan ketebalan lapisan 1 mm, 2 mm dan 3 mm mengalami kenaikan sebesar 57,00%, 66,70%, dan 70,74% dibandingkan pasangan bata merah normal tanpa perlakuan. Cat serat *fiberglass* dengan ketebalan lapisan 1 mm, 2 mm dan 3 mm juga mengalami kenaikan dengan persentase kenaikan sebesar 63,40%, 64,21% dan 70,87% dibandingkan pasangan bata merah tanpa perlakuan.

KESIMPULAN

Persentase rata-rata kenaikan hasil kuat geser pasangan bata merah dengan perkuatan campuran 9% serat *polypropylene* dan *fiberglass* terhadap pasangan bata merah tanpa perlakuan atau kontrol (FBB) berhasil meningkat dan menjadi jauh lebih kuat saat menahan beban. Untuk kuat geser pada pasangan bata serat *polypropylene* dengan masing-masing ketebalan 1 mm (FP1), 2 mm (FP2), dan 3

mm (FP3) rata-rata meningkat secara berturut-turut sebesar 57%, 66,7%, dan 70,74%. Untuk kuat geser pada pasangan bata serat *fiberglass* dengan masing-masing ketebalan 1 mm (FF1), 2 mm (FF2), dan 3 mm (FF3) rata-rata meningkat secara berturut-turut sebesar 63,4%, 64,21%, dan 70,84%. Sehingga, dapat disimpulkan uji kuat geser pasangan bata merah dengan perkuatan cat serat menjadi lebih kuat, nilai kuat gesernya naik menjadi ½ lebih kuat daripada pasangan bata merah biasa tanpa perlakuan. Peningkatan kekuatan yang terjadi pada pasangan bata merah dengan lapisan cat *polypropylene & fiberglass* juga berhasil ditingkatkan lebih baik daripada pasangan bata biasa tanpa perlakuan (kontrol). Sehingga, hasil dari penelitian ini berguna dan bisa diterapkan oleh masyarakat pada rumah sederhana non-struktural yang mereka tempati demi meningkatkan kekuatannya dan mengurangi resiko dari kerusakan oleh bencana gempa.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Zakina, B. L., Saputra, A., & Awaludin, A. (2019). *Kuat Tekan Vertikal Dinding Panel Beton Expanded Polystyrene dengan Perkuatan Papan Kalsium Silikat dan Penyambung Geser Baut*. *Semesta Teknika*, 22(2), 168–175. <https://doi.org/10.18196/st.222248>.
- ASTM D3080-04. (2011). *Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions*. *American Society for Testing and Materials-Astm*, 4, 1–9.
- Baihaqi, Rahmad., dan Dwi Pujiastuti. (2023). *Analisis Risiko Gempa Bumi di Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat*. *Jurnal Fisika Unand*. 12(2). 206-212.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). (1989). SNI 03-1748-1989. *Metode Pengujian Kuat Tarik Untuk Plastik Diperkuat Serat Kaca (Fiberglass)*.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). (1996). SNI 03-4166-1996. *Metode Pengujian Kuat Geser Dinding Pasangan Bata Merah di Laboratorium*.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). (2002). SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). (2011). SNI 2493-2011. *Spesifikasi Serat untuk Campuran Beton*.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). (2018). SNI 15-2094-2018. *Bata Merah Bejal Untuk Pasangan Dinding*.
- Juliafad, Eka., Gokon, Hideomi., dan Putra, Rusnardi Rahmat. (2020). *Defect Study On Single Storey Reinforced Concrete Building in West Sumatra: Before and After 2009 West Sumatra Earthquake*. *International Journal of Geomate*. Vol 20. 205-212. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Juliafad, Eka., Meguro, Kimiro., & Gokon, Hideomi. (2019). “*Study On The Characteristics Of Concrete And Brick As Construction Material For Reinforced Concrete Buildings In Indonesia*”.
- Juliafad, Eka., Restu, Lisyana Junelin., Yusmar, Fajri., Putra, Rusnardi Rahmat., & Meguro, Kimiro. (2024). *Experimental Study on Compressive Strength and Shear Strength of Masonry Unit with Fiber Glass and Polypropylene Fiber Paint Coating*. *UTM: Jurnal Teknologi*. Vol. 86 No. 6.
- Lado, Yandrinus. Sudiyo Utomo., dan Elia Hunggurami. (2018). *Uji Kuat Tekan Beton dan Mortar Menggunakan Pasir Kali Noeleke*. *Jurnal Teknik Sipil*. 7(1). 37-44.