

Penguatan Dinding Bata Merah Dengan Teknologi Ferosemen Tahan Gempa Menengah *Reinforcement Of Red Brick Walls With Ferrocement Technology For Medium Earthquake Resistance*

Dimas Dermawan¹⁾, Amri Gunasti²⁾, Pujo Priyono³⁾

¹Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember
email: ddermawan106@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember
email: amrigunasti@unmuhjember.ac.id

³Dosen Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember
email: pujopriyono@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang rawan gempa karena berada di kawasan Cincin Api Pasifik. Salah satu permasalahan utama dalam konstruksi bangunan tahan gempa adalah ketidakpedulian terhadap elemen non-struktural seperti dinding bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas teknologi ferosemen dalam memperkuat dinding bata merah agar lebih tahan terhadap gempa dengan intensitas menengah. Metode penelitian ini meliputi pengujian kuat geser pada lima sampel penelitian, yaitu dinding bata merah tanpa perkuatan dan dinding dengan wiremesh berdiameter 1 mm serta 1,5 mm dengan variasi posisi paku tegak lurus dan diagonal. Pengujian dilakukan dengan metode uji geser diagonal untuk menentukan kapasitas gaya geser serta pola retak yang terjadi pada dinding bata merah yang diperkuat dengan ferosemen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ferosemen dengan wiremesh meningkatkan kapasitas geser dinding bata merah dibandingkan dengan dinding tanpa penguatan. Dinding dengan wiremesh 1,5 mm dan posisi paku tegak lurus menunjukkan kinerja terbaik dengan daya tahan geser maksimum sebesar 12 ton. Pola retak yang terbentuk juga lebih terkendali pada dinding dengan perkuatan dibandingkan dengan dinding tanpa perkuatan. Penelitian ini mengkonfirmasi bahwa teknologi ferosemen dapat menjadi alternatif efektif dalam meningkatkan ketahanan dinding bata merah terhadap gempa menengah.

Keywords: Bata Merah; Dinding; Ferrosemen; Gempa Menengah; Penguatan.

Abstract

Indonesia is an earthquake prone country because it is located in the Pacific Ring of Fire. One of the main problems in earthquake-resistant building construction is the neglect of non-structural elements such as walls. This study aims to evaluate the effectiveness of ferrocement technology in strengthening red brick walls to withstand moderate-intensity earthquakes. The research method includes shear strength testing on five types of wall prototype unreinforced red brick walls and walls reinforced with 1 mm and 1,5 mm wire mesh, with variations in nail positioning perpendicular and diagonal. Diagonal shear tests were conducted to determine the shear strength capacity and crack patterns in ferrocement-reinforced red brick walls. The results show that using ferrocement with wire mesh increases the shear capacity of red brick walls compared to unreinforced walls. The wall reinforced with 1,5 mm wire mesh and perpendicular nail positioning exhibited the best performance, with a maximum shear resistance of 12 tons. The crack patterns were also more controlled in reinforced walls. This study confirms that ferrocement technology can be an effective alternative for improving the earthquake resistance of red brick walls.

Keywords: Red Brick; Walls; Ferrocement; Medium Earthquake; Reinforcement.

1. PENDAHULUAN

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Penyebab terjadinya gempa bumi dihasilkan karena pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Hal ini disebabkan karena negara Indonesia terletak pada cincin api atau *ring of fire*.

Masalah yang sering muncul di Indonesia adalah, pasca gempa bumi Masyarakat Indonesia cenderung mengabaikan aspek lain dari rumah mereka dan malah berkonsentrasi hanya pada penguatan elemen structural, seperti pelat, balok, dan kolom saja (Dary dkk 2021).

Komponen non-struktural yang disebut dinding berfungsi untuk mengisolasi ruangan, menopang berat atap, dan melindungi penghuni rumah dari ancaman luar. Saat ini, batu bata tanah liat merah biasanya atau terutama digunakan sebagai bahan bangunan untuk dinding (Medika & Wahyuni, 2018).

Pembentukan efek kolom pendek, efek lantai lunak, torsi, dan keruntuhan dinding dalam orientasi di luar bidang merupakan beberapa akibat yang tidak diinginkan yang ditimbulkan oleh keberadaan dinding. Meskipun struktur bangunan tidak dirancang dan dirancang secara rinci untuk menahan beban gempa, keberadaan dinding bata merah secara signifikan meningkatkan ketahanan struktur bangunan beton bertulang terhadap beban lateral, termasuk beban gempa, dalam banyak kasus gempa dengan intensitas sedang, skala maksimum VIII MMI (Rivai & Teguh, 2018).

Sistem struktur yang tahan gempa dan biasa digunakan ada tiga jenis, yaitu sistem struktur kerangka, sistem dinding geser dan sistem interaksi antara sistem struktur kerangka dan dinding geser. Selama lebih dari empat decade, Indonesia telah mengembangkan teknologi ferosemen. Kombinasi semen, pasir, air, kawat halus, dan tulangan baja biasanya digunakan untuk membuat ferosemen. Namun, prosedur pembuatannya sedikit berbeda dari metode pemrosesan untuk beton bertulang (Chithambaram & Kumar, 2017).

Ferosemen yang menunjukkan sifat-sifat yang baik terhadap beban kejutan dan perambatan

retak, mulai digunakan dalam sejumlah aplikasi lain, termasuk dinding dan lantai bata, tulangan struktur beton bertulang, dan lapisan elemen structural. Kemampuan mortar ferosemen, yang terdiri dari pasir, semen, dan air, untuk menahan tegangan tarik menjadi terganggu. (Chasanah & Wijatmiko 2021).

Kemajuan pengetahuan tentang kinerja geser pasangan dinding menggunakan teknologi ferosemen dibahas dalam makalah ini. Peta jalan untuk kemajuan teknologi ferosemen dan penggunaannya mencakup studi ini. Temuan studi ini dapat diperhitungkan oleh para profesional konstruksi saat merancang dan menerapkan pasangan dinding ferosemen untuk konstruksi dinding bata merah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu teknologi konstruksi Teknik sipil yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi adalah ferosemen. Ferosemen terdiri dari tulangan kawat halus dan mortar, yang dimanipulasi dengan tangan untuk menciptakan struktur tipis. Ketahanan merupakan salah satu manfaat ferosemen, karena material yang digunakan tahan terhadap pembusukan, karat, dan keretakan akibat beban tegangan dan ledakan. Selain itu, karena ferosemen sangat fleksibel dan menggunakan tulangan kawat halus, ferosemen dapat menahan keretakan. Selain manfaat teknisnya, ferosemen sangat tepat untuk digunakan di negara-negara berkembang karena kemudahannya memperoleh material dasar dan kemampuannya untuk dibentuk sesuai spesifikasi pengguna.

Komponen atau bahan pembentuk ferosemen dapat dibagi secara garis besar menjadi dua kategori, yaitu tulangan dan matriks. Sering disebut sebagai mortar, matriks adalah pengikat semen hidrolik yang mengandung agregat halus. Matriks dapat digunakan untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi, waktu pengerasan, dan mengendalikan penyusutan. (Medika, 2018).

Ferosemen diteliti secara ekstensif dalam berbagai faktor material, komposisi, elemen structural dan metode pembeban karena manfaatnya yang sudah terbukti dalam menahan beban kejutan dan memperlambat penyebaran retakan. Uji lentur biasanya digunakan dalam

penelitian fero semen yang berkaitan dengan kualitas mekanis untuk memeriksa kekuatan, lendutan, pola retak, atau kerusakan dengan berbagai perlakuan material tambahan atau dalam kombinasi dengan jenis material lain (Dary, 2021).

Magnitudo gempa bumi diukur dari besarnya energi yang dilepaskan selama gempa terjadi dan sehingga mendefinisikan ukuran rambatan gelombang gempa. Intensitas yang diderita bangunan terhadap beban gempa tergantung letak dan tidak berhubungan langsung dengan besar magnitudonya. Besarnya magnitudo gempa bumi bisa diukur dengan skala *Richter*. Gempa bumi dengan *magnitude Richter* lebih kecil dari 5 jarang menyebabkan kerusakan struktur yang berat, apalagi bila kedalaman terjadinya sangat dalam (Artiningsih, 2017).

Intensitas gempa bumi adalah estimasi subjektif terhadap pengaruh merusak lokal dari gempa bumi dan tergantung dari percepatan puncak, kecepatan dan waktu. Secara luas dikenal dengan menggunakan skala *Mercalli Modifikasi (MM)*. Karena Indonesia terletak di antara tiga lempeng besar, lempeng Samudra Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Samudra Pasifik, interaksi lempeng-lempeng ini sering kali mengakibatkan pergerakan atau guncangan tanah secara tiba-tiba. Hal ini terjadi karena inti bumi melepaskan energi yang telah tersimpan di sana sejak lama. SNI 1726-2012 adalah standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan Gedung dan non Gedung, yang secara langsung menggantikan SNI 1726-2002 (Artiningsih, 2017).

Retak pada dinding memiliki pola yang berbeda-beda akibat factor tertentu yang terjadi pada dinding. SNI 03-2847-2002 menyatakan bahwa lebar retak yang diizinkan untuk penampang tidak boleh lebih besar dari 0,4 mm dan untuk penampang yang terkena cuaca tidak boleh lebih besar dari 0,3 mm. Adapun penyebab terjadinya keretakan pada dinding diantaranya penurunan tanah, perbedaan penurunan tanah, susut, timbulnya perbedaan tegangan tarik dan tekan pada dua bagian pada satu sisi dinding yang berlawanan akibat gempa bumi (Hutajulu & Tarigan, 2018).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember. Penelitian ini mencakup pengujian geser *diagonal* panel dinding bata merah, menggunakan campuran 1:4, posisi paku tegak lurus dan *diagonal*, *wiremesh* 1 mm dan 1,5 mm. Benda uji dibuat sebanyak 5 sampel dengan dimensi ukuran yaitu 600 mm x 600 mm x 150 mm. Untuk umur sampel sekitar 28 hari agar bisa dilakukan pengujian. Untuk alat yang dibutuhkan saat pengujian sebagai berikut:

- A) Loading Frame
- B) Plat Baja
- C) Dongkrak Hidrolik
- D) Loadcell
- E) Data Logger

Pengujian *diagonal* geser panel dinding ini menggunakan *loading cell* dengan kapasitas 200 kN. Dengan cara meletakkan benda uji secara *diagonal* pada alat uji dengan bantuan plat baja sebagai penampang benda uji. *Data Logger* untuk mengetahui kapasitas beban yang terjadi pada saat dilakukan pengujian geser *diagonal*, sehingga didapatkan hasil berupa gaya geser dan pola retak pada benda uji.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan pembuatan sampel benda uji, telah dilakukan pengujian berat jenis bata merah dan agregat halus. Pengujian mortar juga dilakukan untuk mengetahui sifat-sifatnya, seperti kuat tekan, berat isi dan komposisi campuran. Pada penelitian ini, penerapan teknologi fero semen di aplikasikan pada rumah dua lantai dengan luas 620 m² dan luas lantai 1500 m² pada daerah yang rawan gempa menengah. Setelah dilakukan perhitungan beban gempa pada bangunan tersebut, di dapatkan hasil distribusi gaya gempa (F_x) sebesar 12 ton. Berikut adalah hasil perhitungan setelah dilakukan pengujian pada 5 sampel tersebut.

A. Kapasitas Geser Teoritis

Berdasarkan perhitungan teoritis dari masing-masing sampel penelitian dengan ukuran *wiremesh* berbeda didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Dinding Bata Merah F1

Diketahui:

- Tinggi Panel (H) = 60 cm
- Tebal Panel (t) = 15 cm
- Lebar Panel (b) = 60 cm
- Luas Penampang (A) = 90000 mm²
- Massa Alat Bantu (W) = 8,5 kg = 83,35 N
- Beban Geser (F) = 7000 kg = 68646,550 N

Perhitungan $P_{ultimate}$ yaitu:

$$\begin{aligned} f_{vd} &= \frac{0.707 P_{maks} + W}{A} x (1 - u) \\ &= \frac{0.707 \cdot 68646,55 + 83,35}{90000} x (1 - 0,3) \\ &= 0,540 x 0,7 \\ &= 0,378 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan kapasitas kuat geser untuk benda uji dinding bata merah tanpa *wiremesh* adalah sebesar 0,378 N/mm². Nilai P_{maks} berasal dari hasil pengujian dengan *share load*.

2. Dinding Bata Merah F3

Diketahui:

- Tinggi Panel (H) = 60 cm
- Tebal Panel (t) = 15 cm
- Lebar Panel (b) = 60 cm
- Luas Penampang (A) = 90000 mm²
- Massa Alat Bantu (W) = 8.5 kg = 83.35 N
- Beban Geser (F) = 12000 kg = 117679.80 N

Perhitungan $P_{ultimate}$ yaitu:

$$\begin{aligned} f_{vd} &= \frac{0.707 P_{maks} + W}{A} x (1 - u) \\ &= \frac{0.707 \cdot 117679,80 + 83,35}{90000} x (1 - 0,3) \\ &= 0,925 x 0,7 \\ &= 0,647 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan kapasitas kuat geser untuk benda uji dinding bata merah dengan *wiremesh* 1,5 mm yang menggunakan pola paku tegak lurus sebesar 0,647 N/mm². Nilai P_{maks} berasal dari hasil pengujian dengan *share load*.

B. Hasil Uji Beban Geser

Uji beban geser dinding merupakan proses pengujian yang bertujuan untuk menentukan

kemampuan dinding dalam menahan gaya geser yang bekerja sejajar dengan permukaan dinding. Berikut hasil uji geser panel dinding dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Uji Beban Geser

No	Nama	Wiremesh	Pola Paku	F (ton)
1	F1	-	-	7
2	F2	1 mm	Tegak Lurus	11
3	F3	1,5 mm	Tegak Lurus	12
4	F4	1 mm	Diagonal	9
5	F5	1,5 mm	Diagonal	10

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Pada hasil uji beban geser disimpulkan bahwa sampel F3 dengan ukuran *wiremesh* 1,5 mm yang menggunakan pola paku tegak lurus lebih kuat dengan beban 12 ton, daripada sampel lainnya.

C. Hasil Uji Kuat Geser

Hasil dari perhitungan teoritis yang dilakukan pada masing-masing benda uji dan penampang dengan campuran dan ukuran *wiremesh* yang berbeda menunjukkan kapasitas kuat geser yang berbeda, sehingga didapatkan hasil pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Geser

No	Nama	Wiremesh	Pola Paku	F' _{vd} (Mpa)
1	F1	-	-	0,378
2	F2	1 mm	Tegak Lurus	0,593
3	F3	1,5 mm	Tegak Lurus	0,647
4	F4	1 mm	Diagonal	0,485
5	F5	1,5 mm	Diagonal	0,539

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Pada hasil uji kuat geser dapat diketahui bahwa sampel F3 yang menggunakan *wiremesh* ukuran 1,5 mm dengan pola paku tegak lurus memiliki kapasitas kuat geser paling tinggi yaitu 0,647 Mpa.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan teoritis dan eksperimen pada pasangan dinding bata merah non perkuatan dan perkuatan dengan teknologi

ferosemen dapat disimpulkan bahwa dinding dengan teknologi ferosemen yang menggunakan *wiremesh* 1,5 mm dengan pola paku tegak lurus terbukti mampu menahan gaya geser akibat gempa menengah yang diestimasi sebesar 12 ton. Hasil dari uji kapasitas kuat geser menunjukkan hasil yang paling tinggi yaitu pada *wiremesh* 1,5 mm dengan pola paku tegak lurus sebesar 0,647 N/mm².

B. Saran

Kualitas, pemeliharaan, dan mobilitas benda uji harus dipertimbangkan secara cermat karena produksinya memiliki dampak signifikan terhadap keakuratan temuan penelitian. Studi lebih lanjut untuk mengoptimalkan campuran mortar atau jenis *wiremesh* agar lebih tahan terhadap gaya tekan dan geser.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Apriliana, N. R., Gunasti, A., & Kuryanto, T. D. 2020. Evaluasi Percepatan Pembangunan Proyek Rusunawa ASN Pemkab Malang Menggunakan Metode Crashing dengan Sistem Shift Kerja. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 5(1), 1-13.
- Ardiansyah, M. E., Aliehudien, A., & Gunasti, A. 2024. Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang dengan Alat Berat Drop Hammer dan Hydraulic Static Pile Driver (HSDP). *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, 1(1), 57-68.
- Chasanah & Wijatmiko 2021. Pola Retak Dan Lebar Retak Dinding Panel Jaring Kawat Baja Tiga Dimensi Dengan Variasi Rasio Tinggi Dan Lebar (Hw/Lw) Terhadap Beban Lateral Statik, (4)68, 125-127.
- Chithambaram, S. J. & Kumar, S. 2017. Flexural Behavior Of Bamboo Based Ferrocement Slab Panels With Flyash. *Construction and Building Materials*, (2)134, 641-648.
- Eriyanti, M., Kuryanto, T. D., & Gunasti, A. 2024. Pengendalian Proyek Dengan Metode Earned Value Pada Pekerjaan Rehabilitasi Jaringan Irigasi Sumber Nangka Jember. *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, 1(1), 47-56.
- Fuadi, S., Muhtar, M., & Gunasti, A. 2024. Perbandingan Kapasitas Geser Menggunakan Teknologi Ferosemen. *Jurnal Smart Teknologi*, 1(1), 100-102.
- Hutajulu, M. & Tarigan, P. 2018. Analisa Pushover dan Eksperimen Struktur Portal dengan Dinding Batu Bata dengan Menggunakan Angkur pada Kolom dan Balok pada Non Engineered Building. (24), 2.
- Gunasti, A., Rofiki, A., & Priyono, P. 2019. Penerapan Metode Barchart, CPM, PERT dan Crashing Project dalam Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung G Universitas Muhammadiyah Jember, *Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil*, 4(1); 7-12.
- Gunasti, A. 2017. Penilaian Kinerja Peladen Dan Harapan Tukang Dalam Proyek Konstruksi. *PROSIDING SENSEI 2017*, 1(1).
- Gunasti, A. 2017. Penilaian Standar Kompetensi Kerja Tukang Besi/Beton Pada Proyek Konstruksi Di Kabupaten Jember, *Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil*, 2(2), 13-18.
- Gunasti, A. 2018. Penerapan Personal Protectif Equipment (PPE) Pada Proyek Konstruksi Di Kabupaten Jember. *Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), 7-14.
- Gunasti, A. 2019. Isti Fadah, Competence Enhancement Strategy At Uncertified Builders Group, Pringtali village, Jember. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 8(12), 2963-2969.
- Gunasti, A., & Abadi, T. 2017. Kajian Tentang Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Tukang Pada Proyek Konstruksi.
- Gunasti, A., Zakiah, A. M., Maris, A., & Yulisetiarni, D. 2020. Builders Performance Improvement With Briefing In Jember. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 9(1).
- Gunasti, Z., K. N. S. A. 2016. Kajian Teknis DAM Sembah Patrang Kabupaten Jember. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 1(1).
- Gunasti, A., Dewi, I. C., & Amartya, A. A. 2022. Porsi Biaya Material Dan Upah Serta Peralatan Pada Pekerjaan Struktur

- Jembatan. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 7(2), 58-66.
- Gunasti, A., & Manggala, A. S. 2024. Utilization of bamboo for concrete columns in earthquake-resistant simple houses in Indonesia. *Case Studies in Construction Materials*, e02941.
- Gunasti, A., Sanosra, A., Muhtar, M., & Rahmawati, E. I. 2024. Efektifitas Metode Job Instruction Training dan Visual Presentations Dalam Pelatihan Tukang Bangunan Menerapkan Teknologi Ferosemen. *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, 1(1), 8-20.
- Gunasti, A., Nafila, Z., Rifta, A. I., & FP, A. I. 2023. Analisis Data Kuat Tekan Beton Terhadap Bentuk Sampel Dan Merek Semen Menggunakan Metode Two-Ways Anova: Analysis Concrete Compressive Strength Data Sample Shape and Cement Brand Using The Two-Ways Anova Method. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 8(2), 111-123.
- Gunasti, A. 2023. Experimental evaluation of axial compression performance of precast panels from bamboo-reinforced concrete. *Applications in Engineering Science*, 16, 100155.
- Gunasti, A., Prayuga, D., Ardiansyah, D., & Wijaya, K. A. S. 2023. Analisis Perbandingan Data Curah Hujan Dalam Tiga Bulan Di Beberapa Stasiun Kabupaten Jember. *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 8(2), 43-48.
- Gunasti, A., Muhtar, M., Hamduwibawa, R. B., Manggala, A. S., Umarie, I., Mufarida, N. A., & Rahmawati, E. I. 2023. Peningkatan Keahlian Tukang Dalam Menerapkan Teknologi Ferosemen Dan Tulangan Beton Dari Bambu. *Selaparang: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 7(2), 871-879.
- Gunasti, A., Muhtar, M., & Sanosra, A. 2023. Pelatihan Me-Retrofit Rumah Sederhana Dengan Teknologi Ferosemen Bagi Tukang Bangunan di Kabupaten Jember. *Jurnal Abdi Insani*, 10(3), 1902-1912.
- Gunasti, A., & Laili, J. 2024. Pemanfaatan Teknologi Ferosemen Oleh Relawan MDMC Untuk Rehabilitasi dan Merekonstruksi Rumah Rusak Akibat Bencana Gempa Bumi. *Jurnal Abdi Insani*, 11(1), 770-780.
- Juni, A., Kuranto, T. D., & Gunasti, A. 2024. Penerapan Manajemen Kontruksi Pada Tahap Kontroling Proyek Pengolahan Dan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Di Desa Silo Kecamatan Silo. *Jurnal Smart Teknologi*, 5(2), 281-288.
- Muhtar, A., Gunasti Manggala, A. S., Nusant, A. F. P., & Hanafi, A. N. 2020. Effect of reinforcement details on precast bridge frames of bamboo reinforced concrete to load capacity and crack patterns. *Int. J. Eng. Res. Technol*, (13), 631-636.
- Putra Medika, Y. & Wahyuni, A. 2018. Pengaruh Proses Pengadukan Tanah Liat Terhadap Kuat Teksn Bata Merah. *Jurnal Inersia*, 10(2).
- Putri, D. A., Muhtar, M., & Gunasti, A. 2021. Penerapan Metode CPM dan Crashing pada Proyek Gedung Training Center Universitas Jember Application of the CPM and Crashing Method in the Jember University Training Center Building Project. *Jurnal Smart Teknologi*, 2(2), 151-158.
- Putri, S., Gunasti, A., & Alihudien, A. 2024. Analisis Perbandingan Efisiensi Biaya dan Waktu pada Pondasi Sumuran dan Pondasi Tapak Pembangunan Gedung Tipikor Polda Aceh. *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, 1(1), 41-46.
- Rivai, F. & Teguh, M. 2018. Uji Geser Diagonal Pada Dinding Pasangan Batako Berdasarkan Standar ASTM E519-02-2002. *Semantik Scholar*. 1-11.
- Sanosra, A., & Gunasti, A. 2020. Assessment of the foremen's leadership traits: Expected by builders in construction project. *International Journal Of Scientific and Technology Research*, 9(3), 4720-4723.
- Vidiyanto, F. A. P., Gunasti, A., & Irawati, I. 2018. Kinerja Parkir Dan Tingkat Kepuasan Pengguna Jasa Lahan Parkir Pada Stasiun Kereta Api Rambipuji (Daop IX Jember). *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 3(1).

Wahyu, A. A., Gunasti, A., & Dewi, I. C. 2024.
Standarisasi Kinerja Waktu Dan Biaya
Dengan Metode Earned Value Pada Tahap
Pekerjaan Struktur Proyek. *Sustainable
Civil Building Management and
Engineering Journal*, 1(1), 31-40.