

Study Eksperimental Kapasitas Beban Tekan Aksial Panel Pagar Beton Pracetak Bertulang Bambu
Experimental Study of Axial Compressive Load Capacity of Bamboo Reinforced Precast Concrete Fence Panels

Zainal Abidin Syah¹⁾, Muhtar²⁾, Amri Gunasti³⁾

¹Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember
email: zainalboy46@gmail.com

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

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

Abstrak

Dalam dunia konstruksi, panel pagar merupakan elemen nonstruktural. Kebanyakan proyek konstruksi menggunakan panel pagar sebagai pembatas lahan. Kebutuhan akan panel tersebut mendorong munculnya inovasi-inovasi baru dalam pembuatan panel pagar pracetak yang ringan, efisien, ekonomis dan aman. Berdasarkan survei, harga panel pagar beton industri dijual Rp 120.000 per buah. Sedangkan untuk harga produksi panel, kami menghitung biaya produksi panel beton bertulang bambu lebih murah yaitu Rp 75.000 per lembar. Bambu merupakan salah satu energi baru terbarukan yang dapat digunakan sebagai pengganti panel pagar bertulang yang menggunakan tulangan baja, karena bambu mempunyai kekuatan tarik yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini akan membuktikan kapasitas beban tekan aksial. Penelitian ini akan membandingkan panel industri dengan panel eksperimen. Pengujian kapasitas beban tekan aksial dilakukan di laboratorium dengan menggunakan data logger, pompa hidrolis, dongkrak hidrolis, LVDT, dan load cell. Benda uji diletakkan mendatar di atas alat uji dengan bantuan pelat besi 1/3 bentang panel sebagai beban merata. Setelah semuanya siap, pengujian dilakukan secara bertahap hingga panel runtuh. Hasil penelitian menunjukkan kapasitas beban tekan aksial panel pagar bertulang bambu dengan kode PNL-N-s15 dan PNL-N-s20 diperoleh nilai maksimum sebesar 20,12 kN dan 16,13 kN. Dibandingkan dengan panel industri lokal yang memiliki nilai kapasitas lebih rendah dibandingkan panel PNL-N-s20 yaitu 8,97 kN.

Kata kunci: Panel Pagar, Tekan Aksial, Bambu

Abstract

In the world of construction, fence panels are non-structural elements. Most construction projects use fence panels as land boundaries. The need for these panels has encouraged the emergence of new innovations in making precast fence panels that are light, efficient, economical and safe. Based on the survey, the price of industrial concrete fence panels is sold at IDR 120,000 per piece. Meanwhile, for the panel production price, we calculate that the production cost of bamboo reinforced concrete panels is cheaper, namely IDR 75,000 per sheet. Bamboo is a new renewable energy that can be used as a replacement for reinforced fence panels that use steel reinforcement, because bamboo has high tensile strength. Therefore, this research will prove the axial compressive load capacity. This research will compare an industrial panel with an experimental panel. Axial compressive load capacity testing is carried out in the laboratory using a data logger, hydraulic pump, hydraulic jack, LVDT, and load cell. The test object is placed horizontally on the test equipment with the help of an iron plate 1/3 of the panel span as an even load. Once everything is ready, testing is carried out in stages until the panel collapses. The research results show that the axial compressive load capacity of bamboo reinforced fence panels with codes PNL-N-s15 and PNL-N-s20 obtained maximum values of 20.12 kN and 16.13 kN. Compared with local industrial panels which have a lower capacity value than the PNL-N-s20 panel, namely 8.97 kN.

Keywords: Fence Panels, Axial Press, Bamboo

1. PENDAHULUAN

Beton adalah salah satu material bangunan yang banyak digunakan, karena pembuatannya sangat mudah dan awet. Sehingga dapat digunakan sebagai material elemen structural utama pemikul beban yang berat (Zuraidah et al., 2020). Untuk mengurangi beban berat tersebut, elemen struktur diperlukan juga elemen non-struktural yang ringan untuk mengurangi beban struktur, maka dari ini menggunakan beton ringan merupakan inovasi untuk panel pagar yang menggunakan material dari agregat yang ringan (Adi & Wahyudi, 2021).

Sebagai inovasi panel pagar dalam dunia konstruksi yang masih terus dikembangkan sebagai alternatif pengganti batu bata (Windayati & Hadi, 2023) diharapkan kedepannya panel pagar prefabrikasi menjadi sistem yang tahan terhadap gaya tekan horizontal dan vertikal, mampu memberikan kekuatan, kekakuan dan kapasitas disipasi energi yang cukup. Bahwa struktur bangunan tersebut dapat digolongkan sebagai bangunan yang rawan gempa dan dapat memberikan keuntungan berupa proses konstruksi yang relatif singkat akibat penggunaan struktur prefabrikasi (Safitri, 2017).

Pada saat ini pertumbuhan penduduk di Indonesia dari tahun ke tahun semakin tinggi dan kebutuhan ekonomi juga semakin naik sehingga kebutuhan konstruksi bangunan yang efisien, ekonomis, dan aman pun semakin meningkat, sedangkan bahan biji besi bahan yang tidak dapat diperbarui atau semakin lama semakin menipis bahkan langka dan membuat harga besi tulangan juga semakin mahal. Dalam mengantisipasi semakin habisnya bahan biji besi perlu adanya alternatif sebagai ganti tulangan baja (Artiningsih, 2012).

Bambu merupakan energi baru terbarukan yang dapat digunakan sebagai pengganti tulangan baja, karena mempunyai kuat tarik yang tinggi. Bambu juga bisa digunakan sebagai pengganti tulangan pada panel pagar pracetak beton bertulang. Mengingat harga beton pracetak terus meningkat, diikuti dengan harga baja. Inovasi ini memungkinkan tulangan bambu dijual dengan harga 50-60% lebih

rendah dari pada tulangan baja (Artiningsih, 2012).

Berdasarkan hasil survey harga pagar panel beton industri dijual dengan harga Rp 120.000 per satu panel. sedangkan untuk harga produksi panel yang telah kami perhitungkan biaya produksi panel beton bertulang bambu dengan harga Rp75.000 per satu panel.

Selain ringan dan elastis, bambu memiliki tingkat kelenturan yang tinggi. Bambu kuat terhadap angin dan gempa bumi serta ekonomis. Oleh karena itu, terjangkau bahkan untuk kelas menengah ke bawah (Indrianeu, 2017).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Panel pagar adalah bahan lembaran konstruksi yang apabila disusun dengan suatu pengikat atau rangka dapat membentuk sebuah pagar. Pagar panel dapat berfungsi sebagai komponen struktural atau non struktural dan dapat berbentuk lembaran kecil atau besar (Maryani et al., 2019). Panel pagar biasanya dibuat dari beton dengan baja sebagai tulangannya, tetapi untuk eksperimen ini menggunakan bambu. Eksperimen ini akan diterapkan pada pagar pembatas rumah, Pagar adalah bagian bangunan yang dipasang secara horizontal sebagai pembatas lahan.



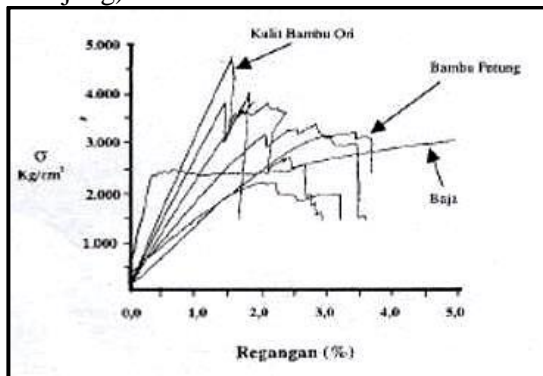
Gambar 1 Pagar Panel Beton dilapangan
Sumber : Dokumentasi, 2024

Bahan utama yang digunakan adalah beton, beton itu sendiri terdiri dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Bahan untuk tulangannya itu tidak menggunakan baja akan tetapi menggunakan bahan bambu. Untuk jenis bambu yang digunakan adalah bambu petung.

Bambu petung memiliki ukuran batang yang jauh lebih besar dari jenis lainnya dengan ruas yang lebih panjang. Bambu petung biasa dimanfaatkan rebungnya sebagai bahan

makanan sementara batang bambu petung juga bisa digunakan untuk bahan konstruksi karena ukuran batang yang besar dan memiliki dinding yang tebal. Batang bambu petung juga dihargai lebih tinggi dari jenis bambu lain (K.Widnyana, 2014).

Sifat Bambu petung dikenal oleh masyarakat memiliki sifat-sifat yang baik untuk dimanfaatkan, antara lain batangnya kuat, ulet, lurus, rata, keras, mudah dibelah, mudah dibentuk dan mudah dikerjakan serta ringan sehingga mudah diangkut. Selain itu tanaman bambu mempunyai ketahanan yang luar biasa. Selain itu kuat tarik bambu juga dipengaruhi oleh ada atau tidaknya buku, dan posisi pada bagian bambu (pangkal, tengah, dan ujung).



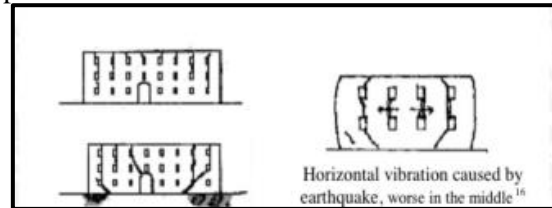
Gambar 2 Diagram Tegangan Regangan Tulangan Baja dan Bambu

Sumber : (Morisco, 1999)

Kuat tarik bambu betung tanpa buku dan dengan buku masing-masing adalah 1900 kg/cm² dan 1160 kg/cm², sedangkan berdasarkan posisinya bambu betung memiliki kuat tarik sebesar 2278 kg/cm² (pangkal), 1770 kg/cm² (tengah), dan 2080 kg/cm² (ujung) (Jahuranto, 2017).

Retak pada panel pagar memiliki pola yang berbeda-beda akibat factor tertentu yang terjadi pada pagar. Retak yang terjadi perlu menjadi perhatian karena dapat mengurangi gaya tekan dari pagar itu sendiri. Adapun penyebab terjadinya keretakan pada pagar diantaranya penurunan tanah, perbedaan penurunan tanah, susut, timbulnya perbedaan tegangan tarik dan tekan pada dua bagian, pada saat satu sisi panel yang bertekanan, serta akibat gempa yang menimbulkan perilaku tekan dan perilaku geser.

Retak dengan pola diagonal pada panel biasanya disebut retak geser, yang disebabkan oleh gaya pada arah horizontal. Retak geser seperti ini cukup membahayakan bila tidak segera di tangani, karena bisa menyebabkan panel roboh dan tidak mampu menopang panel diatasnya. Sedangkan retak dengan pola horizontal biasanya disebut retak lentur, yang disebabkan oleh tekanan yang berlebihan pada panel.



Gambar 3 Pola retak pada pagar

Sumber : Saraj, 2008

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimental. Penelitian ini merupakan percobaan laboratorium dengan tujuan untuk mendapatkan hasil kekuatan aksial maksimum dari pagar beton pracetak. Pada percobaan ini dilakukan pengujian dengan memberikan beban merata pada pagar panel. Pembebanan dilakukan hingga pagar panel mencapai keruntuhan, setelah itu dilakukan pencatatan terhadap kapasitas tekan aksial pager panel tersebut.

Rencana benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah panel pagar pracetak yang dimensi benda uji disesuaikan dengan dimensi dinding panel yang banyak digunakan di lapangan yaitu 2400 mm x 400 mm x 50 mm. Dengan variasi jarak antar tulangan 150 mm, dan 200 mm. Hal ini bertujuan agar mengetahui bagaimana perilaku kapasitas beban tekan aksial pagar panel yang menggunakan tulangan bambu.

Pada tahapan pengujian kapasitas beban tekan aksial menggunakan alat loading frame dan load cell dengan kapasitas 200 kN.

1. Meletakkan panel pagar secara horisontal pada alat uji
2. Memasang kabel untuk pembacaan LVDT pada tengah permukaan dengan jumlah 3 buah untuk membaca lendutan dan letak lendutan terbesar.

3. Memasang *Load cell*, LVDT, dan *Strain gauge* pada data logger, untuk mengetahui beban yang terjadi pada saat pengujian dapat tercatat pada data logger.
4. Setelah semua siap, lalu pompa hidrolic dan mencatatat pembebanan, lendutan, dan pola retak yang terjadi.
5. Mematikan pompa hidrolic setelah benda uji mencapai $P_{ultimate}$.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

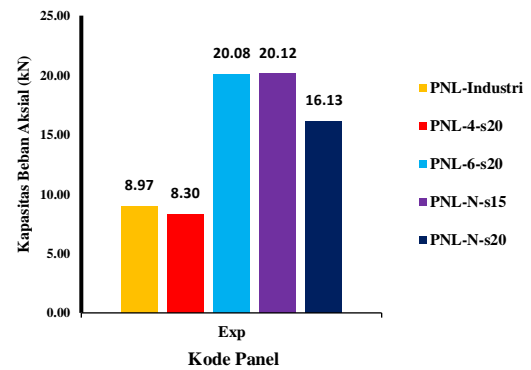
A. Kapasitas Beban Tekan Aksial

Tabel 1 Hasil pengujian kapasitas beban tekan aksial panel eksperimen

Panel kode	Penguatan panel	Ukuran panel (mm)	Kapasitas beban aksial Pu (kN)
PNL-N-s20	□10–200 mm (Penguatan Bambu)	2400 x 400 x 50	16,13
PNL-N-s15	□10–150 mm (Penguatan Bambu)	2400 x 400 x 50	20,12
PNL-6-s20	φ 6–200 mm (Baja polos)	2400 x 400 x 50	20,08
PNL-4-s20	φ 4–200 mm (Baja polos)	2400 x 400 x 50	8,30
PNL-Industri	D 4–200 mm (Baja ulir)	2400 x 400 x 50	8,97

Sumber : Pengolahan data, 2024

Berdasarkan tabel 1 didapatkan hasil pengujian kapasitas beban tekan aksial panel pagar. Dimana panel pagar beton bertulang bambu dengan kode PNL-S-s20 di dapatkan nilai maksimum 16,13 kN dan kode PNL-S-s15 didapatkan nilai maksimum 20,12 kN. Sedangkan panel pagar beton dengan tulangan baja dengan kode PLN-6-s20 yaitu di dapatkan nilai maksimum 20,08 kN, kode PNL-4-s20 di dapatkan nilai maksimum 8,30 kN, sedangkan kode PNL-Industri di dapatkan nilai maksimum 8,97 kN. Pengaruh mutu beton dan perbedaan jenis tulangan terlihat jelas pada panel PNL-4-s20 dimana memiliki beban yang lebih kecil dari PNL-Industri, hal ini dikarenakan perbedaan jenis tulangan yang di pakai PNL-Industri yaitu baja ulir dan mutu beton K-225.



Gambar 4 Perbandingan hasil kapasitas beban tekan aksial panel

Sumber : Pengolahan data, 2024

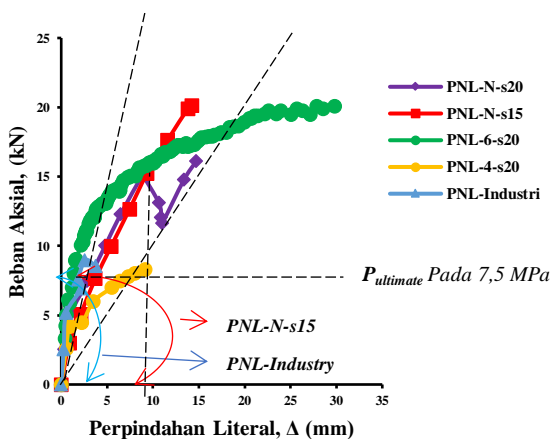
Gambar 4 menunjukkan perbandingan hasil pengujian kapasitas beban tekan aksial masing-masing benda uji. Panel Industri yang di produksi oleh perusahaan dalam negeri yang berkode panel PNL-Industri memiliki kapasitas beban 6,67% dari PNL-4-s20. Berbeda dengan PNL-N-s20 yang diketahui lebih besar 71% sedangkan PNL-N-s15 yang diketahui lebih besar 111,5% dari PNL-Industry dan PNL-N-15 lebih besar 0,4% dari PNL-6-s20. Dapat disimpulkan bahwa panel pagar beton bertulang bambu dapat dipertimbangkan untuk diaplikasikan di industri panel pagar beton pracetak.

B. Hubungan Beban Tekan Aksial Dan Perpindahan Literal

Gambar 5 menunjukkan hasil perbandingan dari masing-masing eksperimen panel. Selama tahap awal pembebanan panel pagar bertulang bambu terjadinya retak sampai $P_{ultimate}$ terlihat jelas panel PNL-N-s15 mengalami perpindahan yang linier. Hal ini menunjukkan bahwa sifat elastis bambu berpengaruh terhadap kekakuan panel. Perbedaan kapasitas beban tekan aksial panel PNL-N-s15 memiliki beban maksimum 20,12 kN sedangkan panel PNL-N-s20 memiliki beban maksimum 16,13 kN. Hal ini menunjukkan bahwa variasi jarak tulangan berpengaruh terhadap kapasitas kuat tekan panel, dimana PNL-N-s15 memiliki kekuatan yang lebih besar karena jarak tulangan semakin rapat.

Panel pagar yang menggunakan tulang baja selama tahap awal pembebanan hingga retak

sampai $P_{ultimate}$ terlihat jelas panel mengalami perpindahan yang tampak lebih linier, tetapi saat baja sudah mengalami leleh cenderung lebih landai hal ini menunjukkan adanya pengaruh kekakuan tulangan baja terhadap panel saat terjadinya beban. Panel PNL-6-s20 pada saat beban 13,34 kN menunjukkan adanya leleh pada tulangan baja yang ditunjukkan meningkatnya nilai perpindahan dan regangan baja yang bertambah seperti gambar 6. Sedangkan PNL-4-s20 pada saat retak awal beban 4,46 kN menunjukkan adanya leleh pada tulangan baja yang lebih kecil dikarenakan perbedaan rasio tulangan baja. Pola serupa pada PNL-Industri namun memiliki beban retak awal yang lebih tinggi dibandingkan PNL-4-s20 dikarenakan perbedaan jenis tulangan yang dipakai industri menggunakan baja ulir.

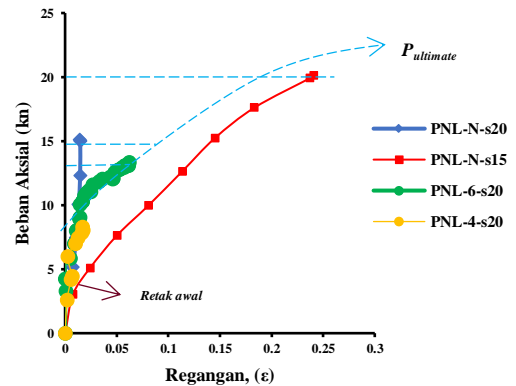


Gambar 5 Hubungan beban aksial dan perpindahan lateral panel gabungan
 Sumber : Pengolahan data, 2024

C. Hubungan Beban Aksial dan Regangan

Gambar 6 menunjukkan hubungan beban aksial dan regangan. Panel yang sudah dipasang sensor regangan pada tulangan sebelum dilakukan pengecoran, sensor tersebut disambung menggunakan kabel lalu di pasang ke data logger untuk pengambilan data. Dimana panel pagar tulangan bambu dengan kode PNL-N-s15 dan PNL-N-s20 regangan tulangan bambu terjadi hingga batas maksimum didapatkan nilai masing-masing 0,241 dan 0,0147. Sedangkan panel pagar tulangan besi dengan kode PNL-4-s20 dan

PNL-6-s20 regangan tulangan besi terjadi hingga batas maksimum didapatkan nilai masing-masing 0,022 dan 0,062.



Gambar 6 Hubungan beban aksial dan regangan tulangan bambu dan baja
 Sumber : Pengolahan data, 2024

Berdasarkan gambar 6 retak awal terjadi pada beban rata-rata 5.00 kN. Perbedaan regangan setiap panel terus terjadi setelah mengalami retak dimana panel PNL-4-s20 memiliki regangan maksimum yang terkecil yaitu 0,022 dibandingkan dengan PNL-N-s15 yang memiliki regangan yang besar yaitu 0,241. Hal ini pengaruh dari bambu yang di treatment terlebih dahulu mempunyai kuat tarik yang setara dengan baja.

5. KESIMPULAN

Kapasitas beban aksial panel pagar beton pracetak tulangan bambu didapatkan nilai maksimum 16,13 kN yang berkode panel PNL-N-s20 sedangkan panel PNL-N-s15 memiliki selisih 28% lebih besar dimana kapasitas beban $P_{ultimate}$ 20,12 kN. Hal ini disebabkan pengaruh variasi tulangan bambu terhadap kapasitas tekan aksial pada panel pagar. Semakin dekat jarak antar tulangan maka semakin besar kapasitasnya. jika dibandingkan dengan panel industri yang di produksi oleh perusahaan lokal, panel yang berkode PNL-N-15 dan PNL-N-s20 sudah bisa diterapkan di lapangan karena kapasitas beban tekan aksial memiliki selisih kapasitas 111,5% dan 71% dari panel industri.

Saran untuk saat pembuatan benda uji agar lebih memperhatikan serta lebih teliti saat melakukan pengecoran karena rasio tulangan bambu lebih besar dari besi sehingga proses pemadatan pada cetakan beton lebih merata.

6. REFERENSI

- Adi, H. P., & Wahyudi, I. (2021). Desain Platform Untuk Konstruksi Bangunan Apung.
- Artiningsih, N. K. A. (2012). Pemanfaatan bambu pada konstruksi bangunan berdampak positif bagi lingkungan. *Metana*, 8(1), 1–9.
- Indrianeu, T. (2017). Hubungan Pemanfaatan Bambu sebagai Bahan Kontruksi Rumah Tahan Gempa dengan Perilaku Masyarakat dalam Menjaga Pelestarian Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*, 26, 219–230. <https://scholar.archive.org/work/ykjcikpfyfejbnovyxdyf5rpza/access/wayback/http://ejournal.upi.edu/index.php/jpis/article/download/8240/pdf>
- Jahuranto, M. V. (2017). Tensile Test and Effects of Variation of Knitted Bamboo on The Bonding Stress of. 1–9.
- K.Widnyana. (2014). BAMBU DENGAN BERBAGAI MANFAATNYA K.Widnyana. Fakultas Pertanian Universitas Mahasaraswati Denpasar Abstract, 191–199.
- Maryani, D., Saputra, A., & Triwiyono, A. (2019). Kuat Tekan Panel Dinding Beton Ringan Expanded Polystyrene Dengan Lapis Luar Papan Kalsium Silikat. *Teknisia*, XXIV(1), 1–10. <https://doi.org/10.20885/teknisia.vol24.iss1.art1>
- Nahak, M. (2017). Bab Ii Tinjauan Pustaka Dan Landasan Teori. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 21–25. <http://www.elsevier.com/locate/scp>
- SAFITRI, Z. N. (2017). Perancangan Pusat Kesehatan Kulit Di Kota Malang (Pendekatan: Arsitektur Biofilik). *Productum: Jurnal Desain Produk*, 1(1). <https://journal.isi.ac.id/index.php/PRO/article/view/1515>
- Widodo, A. (2012). Pengaruh Penggunaan Potongan Kawat Bendrat pada Campuran Beton dengan Konsentrasi Serat Panjang 4 Cm Berat Semen 350 Kg/m³ dan FAS 0,5. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 14(2), 131–140. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v14i2.7092>
- Windayati, H. D., & Hadi, W. (2023). Analisis Cmpuran Green Material Sebagai Alternatif. *Jurnal Infomanpro*, 12(1), 31–40. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/infomanpro>
- Zuraidah, S., Sujatmiko, B., Abiarito, W., & Xavier, N. (2020). Teknologi Pembuatan Beton Ringan untuk Panel Dinding dengan Perkuatan Anyaman Bambu. *Agregat*, 5(2), 437–442. <https://doi.org/10.30651/ag.v5i2.6578>
- Gunasti, A., Rofiqi, 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 Standar Kompetensi Kerja Tukang Besi/Beton Pada Proyek Konstruksi Di Kabupaten Jember. *Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil*, 2(2), 13-18.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Gunasti, A., Zakiyyah, A. M., Maris, A., & Yulisetiari, D. (2020). Builders Performance Improvement With Briefing In Jember. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 9(1).
- Sanosra, A., & Gunasti, A. (2020). Assessment of the foremen's leadership traits: Expected by builders in construction projects. *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).
- 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.
- 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.
- Ardiansyah, M. E., Aliehudien, A., & Gunasti, A. (2024). Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang dengan Alat Berat Drop Hammer dan Hydraulic Static Pile Driver (HSPD). *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, 1(1), 57-68.
- 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.
- Putri, S., Gunasti, A., & Aliehudien, 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.

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.

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.