

Analisis Kekuatan Tarik Komposit Laminat Jute Berdasarkan Pola Kerusakan Kolom Silinder Metode Split Tensile Test

Analysis of the Tensile Strength of Laminated Jute Composites Based on the Damage Pattern of the Cylinder Column by the Split Tensile Test Method

M. A. Rasyid¹, A. J. Zulfikar^{1*}, Iswandi¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Sumatera Utara, Indonesia

*Corresponding author: zulfikar@staff.uma.ac.id

Diterima: 22-08-2022

Disetujui: 23-09-2022

Dipublikasikan: 30-09-2022

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Tujuan studi ini ialah mendapatkan pola kerusakan spesimen beton kolom silinder (BKS) diperkuat komposit laminate jute (KLJ) berdasarkan hasil uji Split Tensile Test (Uji tarik belah), mengetahui fenomena pemberian penguat bahan komposit laminat jute terhadap beton kolom silinder terhadap persentase pola retak (PPR) spesimen, dan menganalisis perbandingan antara kekuatan tarik belah (KTB) dan PPR. Spesimen uji dicetak berdasarkan standar uji ASTM C496 dengan metode Vacuum Bagging. Variasi spesimen terdiri dari 1 hingga 4 lapis KLJ dan satu variasi tanpa selubung KLJ sebagai spesimen kontrol. Pengujian tarik belah menggunakan alat uji UTM dengan masing-masing variasi dilakukan 3 kali pengulangan. Pengamatan dan perhitungan PPR dikerjakan dengan bantuan software Adobe Photoshop. Hasil studi menunjukkan bahwa semakin besar nilai KTB maka semakin besar pula PPR yang terjadi. Peningkatan PPR pada masing-masing KTB dilaporkan dalam artikel ini.

Kata Kunci: Komposit laminat jute, beton kolom silinder, kekuatan tarik belah, persentase pola retak

Abstract

The purpose of this study is to obtain the damage pattern of cylindrical column concrete specimens (BKS) reinforced with laminate jute composite (KLJ) based on the results of the Split Tensile Test, to determine the phenomenon of applying laminated jute composite reinforcement to cylindrical column concrete on the percentage of crack patterns (PPR) specimens, and analyze the comparison between split tensile strength (KTB) and PPR. The test specimens were printed based on the ASTM C496 test standard using the Vacuum Bagging method. Specimen variations consist of 1 to 4 layers of KLJ and one variation without KLJ sheath as a control specimen. The split tensile test used the UTM test tool with each variation being carried out with 3 repetitions. PPR observations and calculations were carried out with the help of Adobe Photoshop software. The results of the study show that the greater the KTB value, the greater the PPR that occurs. The increase in PPR in each KTB is reported in this article.

Keywords: Jute laminate composite, cylinder column concrete, split tensile strength, percentage of crack patterns

1. Pendahuluan

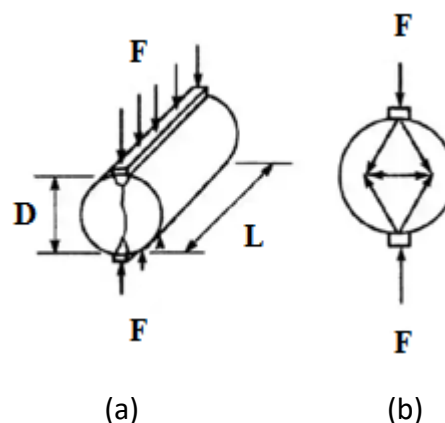
Saat ini perkembangan konstruksi menghasilkan berbagai inovasi material dengan mengedepankan prinsip berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satu inovasinya adalah beton ramah lingkungan yang terbuat dari material komposit yang berasal dari material alam namun tetap kuat dan ringan. Ada juga metode pencetakan yang berbeda, salah satunya adalah

melapisinya dengan serat khusus atau bahan komposit untuk meningkatkan sifat mekanik struktur beton (Das et al. 2021; Alamsyah, Zulfikar, and Siahaan 2022; Hidayat, Zulfikar, and Siahaan 2022).

Komposit adalah bahan yang dibuat dengan menggabungkan dua atau lebih bahan untuk membuat bahan baru dengan sifat mekanik baru dan karakteristik yang berbeda dari bahan sebelumnya. Bahan komposit diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan tulangnya, yang meliputi serat, laminasi, dan partikel. Jenis material komposit yang digunakan dalam penelitian ini adalah komposisi laminasi. Kain jute anyaman akan digunakan sebagai bahan penguat untuk melapisi beton kolom silinder (Khasim, Shikkeri, and Rajanikanth 2020; Muzakir, Zulfikar, and Siahaan 2022).

Kain burlap dibuat terutama dari lembaran kain jute tenun. Bahan ini berasal dari kulit pohon tanaman jute yang bertekstur kasar. Bahan ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan serat sintetis, antara lain terbarukan, dapat didaur ulang, tidak berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan, memiliki sifat mekanik yang lebih baik, tidak menyebabkan abrasi alat, memiliki kerapatan lebih rendah, dan relatif murah. Namun bahan ini memiliki kekurangan seperti ukuran serat yang tidak seragam dan kekuatan serat yang sangat dipengaruhi oleh usia pakai (Hamdan et al. 2020; Yuhazri, Zulfikar, and Ginting 2020).

Kemampuan suatu bahan untuk menahan beban geser searah dengan penampang benda uji disebut sebagai kekuatan tarik belah. Dalam penelitian ini beton kolom silinder ditempatkan dalam dua posisi horizontal untuk menahan gaya yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu benda uji sampai benda uji retak dan pecah (Huang et al. 2019). Beban tekan diterapkan pada benda uji sampai retak pada posisi penampang. Karena beban tekan pada ujung sampel dikondisikan terjadi pada satu titik, beban menyebar ke seluruh sampel, menyebabkan beban tarik terjadi sepanjang diameter penampang sampel. Karena beban tekan pada ujung sampel dikondisikan terjadi pada satu titik, beban menyebar ke seluruh sampel, menyebabkan beban tarik terjadi sepanjang diameter penampang sampel. Dengan demikian, beban tarik menyebabkan retakan pada penampang benda uji (Akinpelu et al. 2019). Gambar 1 menggambarkan kondisi ini. Kuat tarik belah (STB) dihitung menggunakan persamaan (1), dimana F adalah beban tekan (N), L adalah panjang sampel (mm), dan D adalah diameter sampel (mm).



Gambar 1. Ilustrasi uji tarik belah, (a) kondisi pembebanan dalam bentuk 3 dimensi, dan (b) kondisi beban pada penampang spesimen

$$S_{tb} = \frac{2F}{\pi LD} \quad (1)$$

Beberapa studi telah dikerjakan untuk perbaikan struktur beton kolom. Metode sangkar baja telah dikerjakan dan menghasilkan struktur beton yang lebih kuat dan kokoh (Mosallam, Allam, and Salama 2019). Lebih lanjut, metode steel jacketing juga telah diaplikasikan untuk perbaikan struktur beton kolom dan hasilnya diperoleh struktur beton kolom yang kuat, kokoh, dan mampu menambah umur pakainya (Fakharifar et al. 2016). Akhirnya, sebuah studi menggunakan metode composite jacketing dalam memperbaiki struktur beton kolom yang rusak dan menghasilkan struktur beton baru yang lebih kokoh, kuat, dan bentuk yang lebih baik (Mohammed et al. 2019). Akan tetapi, metode-metode yang diterapkan ini memiliki kelemahan dalam pengoperasiannya antara lain: bobot dan ukuran konstruksi yang bertambah, waktu perbaikan yang cukup lama, dan biaya perbaikan yang cukup besar.

Sejumlah penelitian tentang kuat tarik belah struktur beton juga telah dilakukan dan dipublikasikan. Studi penerapan variasi agregat kasar dan halus untuk meningkatkan kuat tarik belah menghasilkan kuat tarik belah maksimum sebesar 3,4 MPa untuk beton agregat kasar dan 2,6 MPa untuk beton agregat halus (Supit, Pandaleke, and Dapas 2016; Zulfikar and Siahaan 2021). Penambahan serat rami pada agregat beton dapat mencegah laju retak optimum sebesar 0,5% dari berat konstruksi, yaitu memiliki kuat tarik belah sebesar 3,268 MPa setelah 28 hari (Nagaraj, Mishra, and Reddy 2020). Selain itu, penelitian dengan menggunakan analisis faktorial pada penerapan serat goni pada beton dengan waktu pengeringan 7, 28, dan 90 hari mengungkapkan bahwa panjang dan volume serat memiliki efek positif pada sifat beton yang mengeras pada masa perawatan awal dan masa perawatan yang diperpanjang (Siregar and Zulfikar 2022).

Berdasarkan hasil-hasil studi tersebut di atas, topik studi ini ialah tentang dampak kekuatan tarik belah terhadap pola kerusakan spesimen beton kolom silinder (BKS) akibat pemberian penguat bahan komposit laminat dari bahan kain jute anyaman. Tujuan penelitian ini ialah untuk mendapatkan pola kerusakan spesimen BKS diperkuat komposit laminate jute (KLJ) berdasarkan hasil uji Split Tensile Test (Uji tarik belah), mengetahui fenomena pemberian penguat bahan komposit laminat jute terhadap beton kolom silinder terhadap PPR spesimen dan menganalisis perbandingan antara kekuatan tarik belah (KTB) dan PPR.

2. Metode

Dalam studi ini, spesimen BKS mengikuti standar uji ASTM C496. Kontrol terhadap penurunan berat spesimen menggunakan timbangan digital jenis SF-400 dengan kapasitas maksimum 10 kg dan presisi 1 g. Pengujian kekuatan tarik belah menggunakan alat uji UTM jenis Hydraulic UTM model WEW-300D kapasitas 300 kN. Sketsa dan perhitungan PPR menggunakan software Adobe Photoshop CS6.

Bahan-bahan yang digunakan dalam studi ini ialah kain jute anyaman (gambar 2) yang berfungsi sebagai penguat dengan cara menyelubungi struktur BKS dengan teknik pencetakan berdasarkan metode Vacuum Bagging. Resin epoxy dan pengerasnya dalam penelitian ini adalah dari jenis Bisphenol A-Epichlorohydrin. Semen yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah dari jenis semen Portland Komposit SNI 7064 2014. Agregat beton terdiri dari semen, pasir, kerikil, dan air yang mengalami perlakuan 28 hari perendaman dalam air bersih dan 28 hari pengeringan di udara terbuka.



Gambar 2. Kain jute anyaman

Prosedur pelapisan KLJ ialah sebagai berikut: (1) pembersihan permukaan spesimen dengan menggunakan kertas pasir (amplas) dan kain lap, (2) pencampuran resin epoxy dan hardener-nya dengan perbandingan komposisi 1:1 (campuran ini diberi kode C1), (3) mengoleskan permukaan spesimen dengan C1 secara keseluruhan, (4) menempelkan kain jute ke permukaan spesimen sehingga seluruh permukaannya tertutupi, (5) mengoleskan kembali C1 ke permukaan kain jute hingga merata, (6) persiapan pompa vakum dan wadah vakum-nya, (7) mengoleskan bagian dalam permukaan wadah vakum dengan minyak pelumas untuk memudahkan pemisahan spesimen dan wadah ketika proses pembongkaran, (8) masukkan spesimen yang telah dilapisi dengan kain jute ke wadah vakum, (9) tutup rapat wadah vakum dengan menggunakan isolasi untuk mendaptkan kondisi vakum udara, (10) menghidupkan pompa vakum untuk menarik udara keluar dari wadah vakum, dan (11) setelah kondisi wadah dalam keadaan vakum yang ditunjukkan oleh tekanan pada alat ukur manometer pompa 0 bar, maka ikat wadah vakum dengan rapat dan lepaskan pompa vakum (Gambar 3). Dalam penelitian ini, jumlah variasi KLJ yang diberikan ialah untuk 1, 2, 3, dan 4 lapis selubung kain jute. Sebagai perbandingan, dipersiapkan juga 3 buah spesimen BKS tanpa selubung kain jute.



Gambar 3. Vacuum bagging

Prosedur perhitungan untuk analisis kekuatan tarik belah spesimen BKS yang diberi penguat dari selubung KLJ, sebagai berikut: (a) Input data-data numerik hasil pengujian ke dalam spread sheet Ms. Excel. Input data uji berdasarkan variasi dan jumlah pengulangan pada tiap variasinya, (b) perhitungan kekuatan tarik belah dengan menggunakan persamaan (1), (c) pembuatan grafik kekuatan tarik belah dan regangan, dan (d) menentukan nilai maksimum kekuatan tarik pada masing-masing perlakuan berdasarkan grafik yang diperoleh.

Prosedur pembuatan gambar sketsa pola kerusakan spesimen beton kolom silinder ialah sebagai berikut menjalankan operasi software Adobe Photoshop, membuka gambar spesimen yang telah diuji pada software tersebut, memotong (crop) gambar yang akan di analisa pola kerusakannya, operasikan fitur image size pada menu bar untuk menentukan size agar resolusi gambar bagus, buat layer baru pada fitur new layer, pilih eyedropper tool untuk menyesuaikan warna, pilih pen tool dan ikuti alur pola kerusakan yang akan di analisa, pilih fill path untuk menampilkan warna pola kerusakan, dan simpan (Save) sketsa pola kerusakan yang sudah digambar (Pietraszkiwicz and Witkowski 2018).

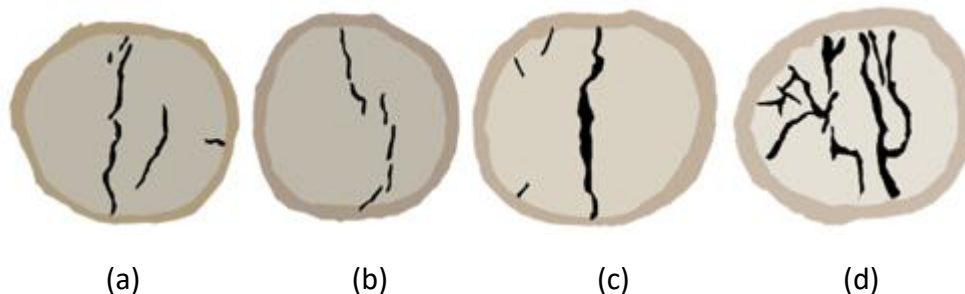
Akhirnya, prosedur perhitungan pola kerusakan spesimen adalah sebagai berikut: menjalankan operasi software Adobe Photoshop, membuka gambar sketsa spesimen, pilih select kemudian colour range untuk memilih warna pola kerusakan, pilih window kemudian histogram untuk menampilkan data pixels dari pola kerusakan, dan data yang didapat kemudian diolah di Microsoft Excel untuk mendapatkan PPR-nya (Akinpelu et al. 2019; Suchorzewski and Nitka 2022).

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil dari pengujian tarik belah spesimen BKS yang diperkuat KLJ diperoleh pola kerusakan beton kolom silinder (BKS) seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Selanjutnya, pola kerusakan untuk variasi 1, 2, 3 dan 4 lapis dibuat gambar sketsanya dengan bantuan software Adobe Photoshop dan hasilnya diperlihatkan pada Gambar 5.



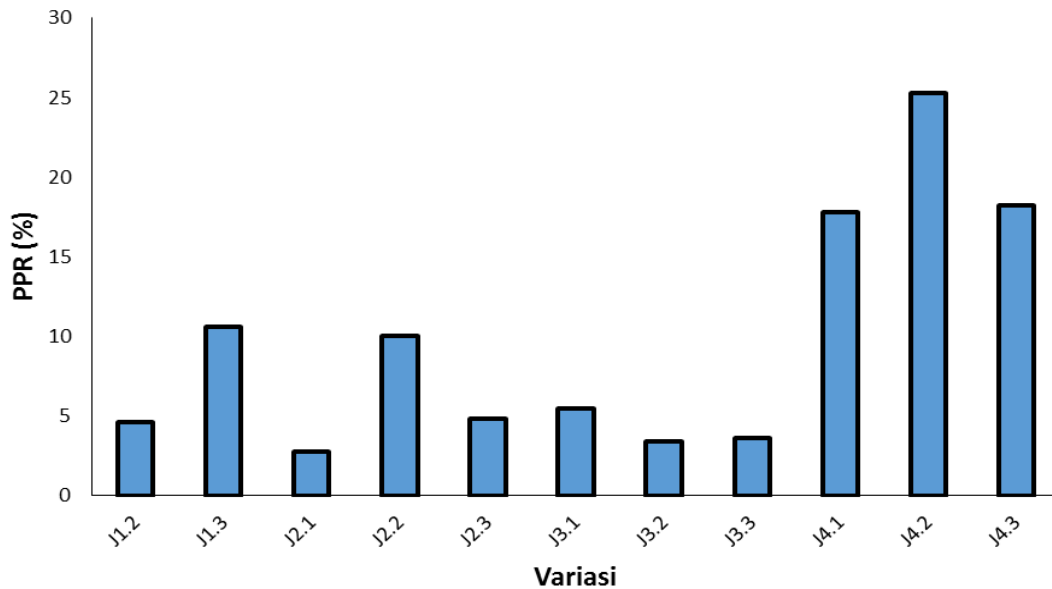
Gambar 4. Pola retak spesimen KLJ: (a) J1, (b) J2, (c) J3, dan (d) J4



Gambar 5. Sketsa pola kerusakan spesimen KLJ: (a) J1, (b) J2, (c) J3, dan (d) J4

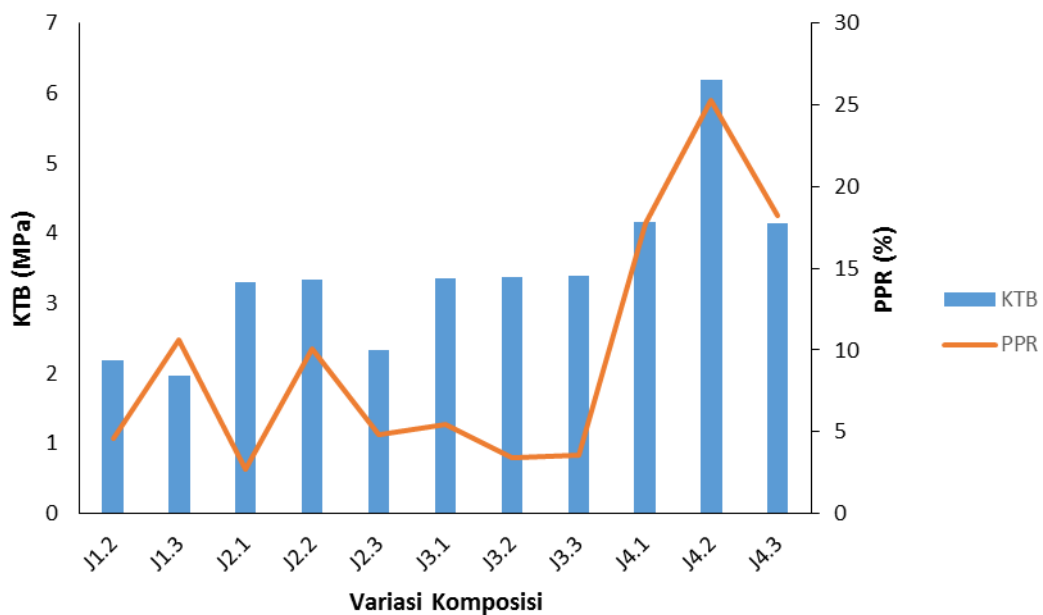
Berdasarkan gambar sketsa pola retak pada gambar 5, persentase luas retakan dalam luas penampang spesimen yang selanjutnya disebut dengan persentase pola retak (PPR) dihitung dengan menggunakan bantuan software Adobe Photoshop versi CS6 pada fitur color range. Hasil perhitungan tersebut diperlihatkan dalam bentuk grafik seperti diperlihatkan pada gambar 6. Berdasarkan grafik PPR yang ditunjukkan pada gambar 6, pemberian selubung KLJ pada BKS meningkatkan pola kerusakan yang terjadi pada permukaan spesimen. Hal ini

ditunjukkan berdasarkan garis tren berwarna merah putus-putus pada gambar 6. Semakin banyak lapisan KLJ maka semakin besar pola kerusakan yang terjadi.



Gambar 6. Grafik PPR spesimen KLJ

Kekuatan tarik belah (KTB) bahan KLJ pada spesimen BKS diperoleh berdasarkan hasil penyelidikan Hidayat (2022). Perbandingan PPR dengan KTB untuk bahan KLJ sebagai penguat struktur BKS untuk variasi 1, 2, 3 dan 4 lapis diperlihatkan pada grafik perbandingan PPR dan KTB seperti pada gambar 7. Berdasarkan gambar 7, tren grafik menunjukkan bahwa kenaikan KTB akibat peningkatan lapisan KLJ pada spesimen BKS mengakibatkan peningkatan pola retak (kerusakan) pada permukaan spesimen tersebut. Hal ini disebabkan karena semakin banyak lapisan KLJ yang diberikan pada BKS maka kekuatan tarik belah spesimen juga akan semakin tinggi. Dengan demikian, gaya yang cukup besar akan menyebabkan kerusakan yang semakin besar juga pada spesimen.



Gambar 7. Grafik perbandingan KTB dan PPR

Hasil penelitian ini mendukung hasil studi yang telah dikerjakan oleh Mosallam dkk, Fakharifar dkk, dan Mohammed dkk, dimana penguatan struktur beton dengan menggunakan bahan komposit mampu meningkatkan KTB dari struktur BKS (Mosallam, Allam, and Salama 2019; Fakharifar et al. 2016; Mohammed et al. 2019). Pola kerusakan juga mengalami peningkatan akibat pemberian beban tarik belah yang semakin besar (Supit, Pandaleke, and Dapas 2016; Nagaraj, Mishra, and Reddy 2020; Zulfikar 2020). Akan tetapi, karena PPR yang terjadi masih dibawah 30 % menunjukkan bahwa KLJ memberikan perlawanan terhadap penambahan beban tersebut dan mampu meredam beban tersebut dengan baik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data-data hasil eksperimental yang telah dikerjakan, maka diperoleh kesimpulan bahwa pola kerusakan yang parah terjadi pada spesimen terlihat melintang vertikal terhadap permukaannya. Hal ini menunjukkan bahwa kerusakan pada spesimen BKS terjadi akibat beban tarik yang berlawanan arah dan bekerja pada arah horizontal. Pemberian selubung KLJ yang semakin banyak menyebabkan peningkatan pola retak pada spesimen BKS. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh semakin besarnya gaya tarik yang terjadi pada spesimen tersebut. Berdasarkan tren grafik perbandingan kekuatan tarik belah dan persentase pola retak tersebut terlihat bahwa peningkatan kekuatan tarik belah juga berdampak terhadap peningkatan persentase pola retak di spesimen BKS. Akan tetapi, peningkatan pola retak hanyalah hingga 30 % dari seluruh luas permukaan spesimen. Dengan demikian, pemberian KLJ pada BKS mampu meredam pola retak yang terjadi pada spesimen.

Ucapan Terima Kasih

Penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Universitas Medan Area yang telah mendukung penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Akinpelu, Mutiu A, Samson O Odeyemi, Oladipupo S Olafusi, and Fatimah Z Muhammed. 2019. "Evaluation of Splitting Tensile and Compressive Strength Relationship of Self-Compacting Concrete." *Journal of King Saud University - Engineering Sciences* 31 (1): 19–25. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2017.01.002>.
- Alamsyah, Diko, Achmad Jusuf Zulfikar, and M Yusuf Rahmansyah Siahaan. 2022. "Optimasi Kekuatan Tekan Beton Kolom Silinder Diperkuat Selubung Komposit Laminat Jute Dengan Metode Anova." *JCEBT (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation)* 6 (1): 30–36.
- Das, Subrata C., Debasree Paul, Sotirios A. Grammatikos, Md A.B. Siddiquee, Styliani Papatzani, Panagiota Koralli, Jahid M.M. Islam, et al. 2021. "Effect of Stacking Sequence on the Performance of Hybrid Natural/Synthetic Fiber Reinforced Polymer Composite Laminates." *Composite Structures* 276 (August): 114525. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2021.114525>.
- Fakharifar, Mostafa, Genda Chen, Chenglin Wu, Anoosh Shamsabadi, Mohamed A Elgawady, and Ahmad Dalvand. 2016. "Rapid Repair of Earthquake-Damaged RC Columns with Prestressed Steel Jackets." *Bridge Engineering*, 1–15. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)BE.1943-5592.0000840](https://doi.org/10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0000840).
- Hamdan, M H M, J P Siregar, M R Ahmad, A Asghar, C Tezara, J Jamiluddin, and M Zalinawati. 2020. "Characterisation of the Woven Fabric of Jute , Ramie and Roselle for Reinforcement Material for Polymer Composite." *Materials Today: Proceedings*, no. xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.372>.

- Hidayat, Nurul, Achmad Jusuf Zulfikar, and M. Yusuf R Siahaan. 2022. "Analisis Kekuatan Tekan Struktur Beton Kolom Silinder Diperkuat Komposit Laminat Hibrid Jute E-Glass Epoksi Eksperimental Dan ANOVA." *JCEBT (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation)* 6 (1): 37–44.
- Huang, Hua, Yujie Yuan, Wei Zhang, and Zichen Gao. 2019. "Bond Behavior between Lightweight Aggregate Concrete and Normal Weight Concrete Based on Splitting-Tensile Test." *Construction and Building Materials* 209: 306–14. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.125>.
- Khasim, S K, Shankarlinga B Shikkeri, and K Rajanikanth. 2020. "Mechanical Characterization of Jute / Banana / Epoxy Reinforced Laminate Composite." *Materials Today: Proceedings Journal*, no. xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.12.379>.
- Mohammed, Ali A, Allan C Manalo, Ginghis B Maranan, Majid Muttashar, Yan Zhuge, P V Vijay, and John Pettigrew. 2019. "Effectiveness of a Novel Composite Jacket in Repairing Damaged Reinforced Concrete Structures Subject to Flexural Loads." *Composite Structures*, 111634. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2019.111634>.
- Mosallam, Ayman, Khaled Allam, and Mohamed Salama. 2019. "Analytical and Numerical Modeling of RC Beam-Column Joints Retrofitted with FRP Laminates and Hybrid Composite Connectors." *Composite Structures* 214 (October 2018): 486–503. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2019.02.032>.
- Muzakir, Aji Tyas, Achmad Jusuf Zulfikar, and M. Yusuf Rahmansyah Siahaan. 2022. "Analisis Kekuatan Tekan Beton Kolom Silinder Diperkuat Komposit Hibrid Laminat Jute E-Glass Epoksi." *JCEBT (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation)* 6 (1): 12–19.
- Nagaraj, Chetty, Debashis Mishra, and J. Durga Prasad Reddy. 2020. "Estimation of Tensile Properties of Fabricated Multi Layered Natural Jute Fiber Reinforced E-Glass Composite Material." *Materials Today: Proceedings* 27 (8): 1443–48. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.864>.
- Pietraszkiewicz, Wojciech, and Wojciech Witkowski. 2018. *Shell Structures: Theory and Applications*. Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1201/b15684>.
- Siregar, Doni Alfiah, and Achmad Jusuf Zulfikar. 2022. "Analisis Kekuatan Tekan Selubung Komposit Laminat E-Glass Pada Beton Kolom Silinder Dengan Metode Vacuum Bagging." *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi* 5 (1): 20–25.
- Suchorzewski, J, and M Nitka. 2022. "Size Effect at Aggregate Level in MicroCT Scans and DEM Simulation – Splitting Tensile Test of Concrete." *Engineering Fracture Mechanics* 264 (February): 108357. <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2022.108357>.
- Supit, Fransiska Verent, Ronny Pandaleke, and Servie O Dapas. 2016. "Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara." *Jurnal Ilmiah Media Engineering* 6 (2): 476–84.
- Yuhazri, M. Y., A. J. Zulfikar, and A. Ginting. 2020. "Fiber Reinforced Polymer Composite as a Strengthening of Concrete Structures: A Review." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1003 (1): 1–12. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1003/1/012135>.
- Zulfikar, Achmad Jusuf. 2020. "The Flexural Strength of Artificial Laminate Composite Boards Made from Banana Stems." *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal* 2 (3): 334–40.
- Zulfikar, Achmad Jusuf, and M Y R Siahaan. 2021. "Analisis Signifikansi Roda Skateboard Berbahan Komposit Serbuk Batang Pisang Terhadap Perfoma Kecepatan Dengan Metode Anova." *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi* 4 (2): 83–90. <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME/article/view/8068>.