



EFEK PENAMBAHAN SERAT *POLYPROPYLENE* TERHADAP KUAT TEKAN BETON PADA PERKERASAN KAKU

Thariq Al Faridzi A Sultan¹, Ismanto Wahab Ali², Abdul Gaus³, Mufti Amir Sultan⁴

^(1,3,4) Program Studi Teknik Sipil Universitas Khairun

²⁾ Program Magister Teknik Sipil Universitas Khairun

Abstrak

Perkerasan kaku atau perkerasan beton semen adalah konstruksi (perkerasan jalan) dengan agregat dan bahan baku serta menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Perkerasan kaku memiliki kuat tekan yang baik, namun berbeda dengan kuat lentur, hal ini dikarenakan sifatnya yang getas, sehingga pada saat merencanakan perkerasan kaku, ditambahkan serat pada campuran beton dengan harapan dapat meningkatkan sifat elastis atau lentur dari perkerasan kaku itu sendiri. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan serat *polypropylene* pada campuran beton perkerasan kaku dengan variasi 0,1%; 0,3%; 0,5%; 0,7%; dan 1,0% berat semen. Benda uji tanpa menggunakan serat *polypropylene* sebagai benda uji kontrol. Jumlah benda uji berbentuk silinder 15x30 cm sebanyak 30 buah. Uji kuat tekan Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan optimum pada kadar serat *polypropylene* 0,30% terhadap berat semen.

Kata Kunci: Beton Serat, Kuat Tekan, Serat *Polypropylene*, Kekentalan Campuran

Abstract

Rigid pavement or cement concrete pavement is a construction (pavement) with aggregate and raw materials and uses cement as a binding material. Rigid pavements have good compressive strength, but in contrast to flexural strength, this is due to their brittle nature, so when planning rigid pavements, fiber is added to the concrete mixture in the hope of increasing the elastic or flexible properties of the rigid pavement itself. This study aims to analyze the effect of adding polypropylene fibers to a mixture of rigid pavement concrete with a variation of 0.1%; 0.3%; 0.5%; 0.7%; and 1.0% by weight of cement. Control test objects without using polypropylene fiber. The number of cylindrical specimens of 15x30 cm was 30 pieces. Compressive strength test. The results showed that the compressive strength were optimum at 0.30%.

Keywords: Fiber Concrete, Compressive Strength, Polypropylene Fiber, Workability.

PENDAHULUAN

Beton adalah bahan komposit yang pada dasarnya terdiri dari bahan pengikat, seperti campuran semen portland dan air, dengan kombinasi agregat halus dan kasar (Neville & Brooks, 1987). Agregat biasanya merupakan 75% dari volume beton, atau lebih, dan oleh karena itu sifat-sifatnya sangat menentukan sifat-sifat beton. Agar beton berkualitas baik, agregat harus kuat, tahan lama, dan bebas dari lumpur, bahan organik, dan minyak. Jika tidak, harus dicuci sebelum digunakan, karena salah satu dari kotoran ini dapat memperlambat atau mencegah semen menghidrasi atau mengurangi ikatan antara pasta semen dan partikel agregat. Sedangkan agregat, semen, dan air merupakan bahan utama pembuatan beton. Kuat tarik beton jauh lebih kecil dari kuat tekannya, sehingga perlu adanya perkuatan beton pada daerah tarik. Biasanya beton diperkuat dengan batang baja (beton bertulang).

Beton adalah bahan bangunan yang tahan tegangan, yang sering mengalami keretakan yang berhubungan dengan keadaan plastis dan mengeras, susut kering, dan sejenisnya. Retakan umumnya berkembang dengan waktu dan tekanan untuk menembus beton, sehingga merusak sifat kedap air dan memaparkan bagian dalam beton terhadap zat perusak yang mengandung uap air, bromin, asam sulfat dan lain-lain. Paparan tersebut dapat merusak beton, dengan tulangan korosi baja. Beton konvensional memiliki daya tahan yang terbatas, kekuatan benturan dan ketahanan abrasi yang rendah, dan ketahanan retak yang rendah. Beton yang baik harus memiliki kekuatan yang tinggi dan permeabilitas yang rendah. Oleh karena itu, material komposit alternatif seperti serat menjadi semakin populer karena fleksibilitas dan elastisitasnya. Seperti disebutkan sebelumnya, beton sangat lemah dalam tarik, perlu adanya perkuatan beton. Industri konstruksi sangat tertarik untuk membuat bobot beton

(*)Corresponding author

Telp :
E-mail : muftiaslt@unhair.ac.id
<http://doi.org/xxx>

Received 05 Februari 2023; Accepted 03 April 2023; Available online 18 April 2023
E-ISSN: 2614-4344 P-ISSN: 2476-8928

menjadi seringan mungkin dengan tetap memperlihatkan kekuatan yang memadai, seperti dalam kasus *ferro-cement*. Serat telah ditemukan berguna sebagai penahan retakan yang lebih baik.

Penambahan serat meningkatkan kinerja daktilitas pasca beban puncak, kekuatan tarik pra-retak, kekuatan patah, ketahanan benturan, kapasitas lentur, kinerja kelelahan dan lain-lain. Daktilitas beton serat bergantung pada kemampuan serat untuk menghambat retakan pada tingkat regangan yang tinggi. Untuk menghambat keretakan, cara yang digunakan, yaitu mencampur serat ke dalam campuran beton (Banthia et al., 1996; Zollo, 1997). Serat yang digunakan dalam campuran beton sangat bervariasi mulai dari serat seperti serat bambu, serat ijuk, serat sabut kelapa, dan serat kelapa sawit (Junaidi, 2015; Sahrudin & Nadia, 2016; Sultan et al., 2021; Wahyuni & Elhusna, 2016). Serat buatan seperti serat nylon, serat kawat, serat baja canai dingin, serat kaca dan serat *polypropylene* (Dharan & Lal, 2016; Megasari et al., 2016; Nurhidayatullah, 2019; Pratiwi et al., 2016; Sultan et al., 2022).

Serat *polypropylene* adalah serat kimia generasi baru. Serat diproduksi dalam skala besar dan memiliki volume produksi terbesar keempat setelah *polyester*, *polyamida*, dan akrilik. Sekitar 4 juta ton serat *polypropylene* diproduksi di dunia dalam setahun (Madhavi et al., 2014). Serat *polypropylene* bersifat hidrofobik, yaitu tidak menyerap air. Oleh karena itu, bila ditempatkan dalam matriks beton, mereka hanya perlu dicampur cukup lama untuk memastikan dispersi dalam campuran beton. Beberapa peneliti mengkonfirmasi penggunaan serat ini pada campuran beton serat dimana kuat tekan yang dihasilkan cenderung meningkat dengan penambahan serat *polypropylene* namun mempunyai batas optimum setelah itu kuat tekan akan menurun (A S, 2006; Abdulwahab et al., 2018; Bingöl & Atashafrazeh, 2015; Charishma et al., 2019; Gu et al., 2021; Jayaram et al., 2022; Mashrei et al., 2018; Najimi et al., 2009). Beton serat sering digunakan pada perkerasan kaku/rigid pavement (Kabashi et al., 2018; Khan, 2021; N et al., 2017; Yadav et al., 2022).

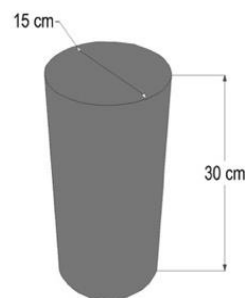
Dalam penelitian ini, benda uji disiapkan untuk mempelajari pengaruh serat *polypropylene* terhadap kuat tekan beton untuk perkerasan kaku.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan

semen, agregat kasar dan halus, air. Perbandingan dari air semen, semakin tinggi kekuatan tekannya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan (Wang dan Salmon, 1990).

Benda uji yang digunakan untuk kuat tekan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Benda uji silinder untuk pengujian kuat tekan

Cara menentukan kuat tekan dengan persamaan:

$$f = \frac{P_{max}}{A} \quad (1)$$

dengan,

f = kuat tekan (MPa atau kg/cm²)

A = Luas (mm² atau cm²)

P_{max} = Beban maksimum (kN atau kg)

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dengan cara melakukan pengujian di Laboratorium.

Material

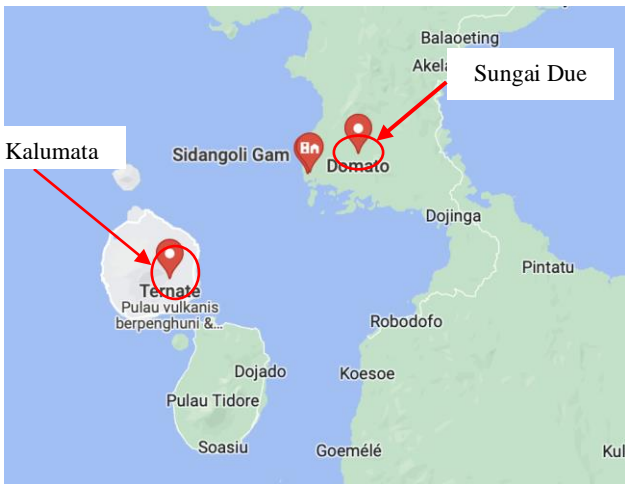
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi: serat *polypropylene*, semen, agregat halus dari quarry Kalumata, agregat kasar dari quarry sungai Due Desa Domato (gambar 2), dan air bersumber dari PDAM. Variasi serat *polypropylene* adalah 0,1%; 0,3%; 0,5%; 0,7% dan 1,0% terhadap berat semen (gambar 3).

Sebagai pembanding digunakan campuran beton tanpa serat. Komposisi campuran berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 03 2834, 2002), dengan mutu beton rencana 300 kg/cm² (K_{300}). Benda uji berbentuk silinder 15 x 30 cm sebanyak 30 buah.

Tahapan penelitian mengikuti prosedur sebagai berikut:

- Beton diproduksi menggunakan tanpa penambahan serat *polypropylene*. Uji kelecakan campuran atau nilai slump beton segar mengacu ke Standar Nasional Indonesia (SNI 1972, 2008). Silinder beton dengan ukuran 15 cm x 30 cm dicor untuk menentukan kekuatan tekan dalam keadaan mengeras (uji kontrol).

b) Serat *polypropylene* dimasukkan dalam berbagai persentase sesuai yang direncanakan untuk membuat beton serat (0,1%; 0,3%; 0,5%; 0,7% dan 1,0%) secara acak. Uji kelecakan campuran atau nilai slump beton segar mengacu ke Standar Nasional Indonesia. Silinder beton dengan ukuran 15 cm x 30 cm dicor untuk menentukan kekuatan tekan dalam keadaan mengeras (benda uji penelitian)



Gambar 2. Lokasi quarry agregat halus dan agregat kasar



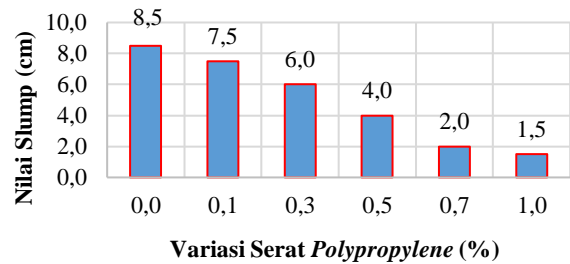
Gambar 3. Serat *polypropylene* produksi PT. Sika

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah benda uji dirawat selama 28 hari dengan metode perendaman, pengujian kuat tekan mengacu ke Standar Nasional Indonesia (SNI 03-1974, 2011). Pengujian kuat tekan dilakukan dengan meletakkan benda uji di bawah alat pembebanan, kemudian menghidupkan mesin pada awal pengujian selama 15 menit setelah mengatur jarum penunjuk beban pada posisi nol. Analisa dilakukan dengan mencatat data beban hancur. Kuat tekan beton dihitung dengan persamaan (1).

HASIL DAN PEMBAHASAN
Kekentalan campuran

Hasil pengujian kelecakan campuran ditunjukkan pada gambar 4.

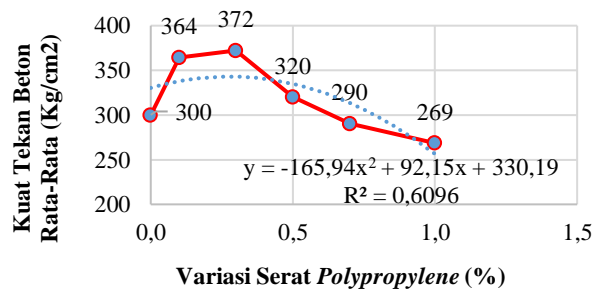


Gambar 4. Pengaruh serat *polypropylene* terhadap nilai slump

Berdasarkan gambar 4 terlihat bahwa penambahan serat *polypropylene* pada campuran beton dapat menurunkan nilai slump yang menunjukkan bahwa dengan penambahan serat *polypropylene* pada campuran beton ringan maka *workability* akan berkurang. Hal ini dikarenakan penambahan luas permukaan akibat penambahan material berupa serat *polypropylene*. Kemampuan kerja campuran beton serat sangat dipengaruhi oleh volume fraksi serat *polypropylene* yang ditambahkan ke dalam campuran beton. Beberapa peneliti mengkonfirmasi efek penggunaan serat *polypropylene* terhadap kelecakan campuran. Penambahan kadar serat *polypropylene* dalam campuran untuk perkerasan kaku akan menurunkan *workability* namun serat *polypropylene* mengurangi permeabilitas air, penyusutan dan penurunan kedalaman karbonasi (Sheikh & Mohit Bajaj, 2017). Penambahan kadar serat *polypropylene* dalam campuran untuk perkerasan kaku akan mengurangi *workability* (menurunkan nilai slump), namun penggunaan serat *polypropylene* menunjukkan sedikit pengurangan jumlah penyusutan serta terjadinya retakan pertama. Serat *polypropylene* berperan penting dalam mengontrol lebar retakan (Gholami et al., 2022).

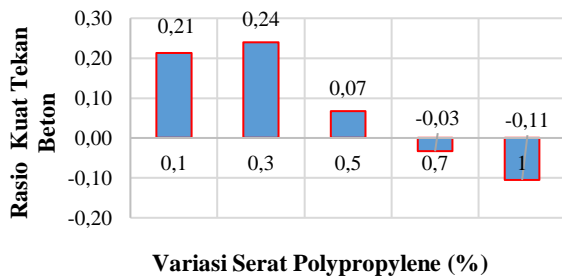
Kuat Tekan Normal dan Beton Serat

Hasil pengujian kuat tekan beton, disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 5.



Gambar 5. Kuat tekan rata-rata benda uji

Berdasarkan gambar 5 dan gambar 6, kuat tekan beton normal (BN) sebesar 29,42 MPa, setelah ditambahkan serat *polypropylene* dengan konsentrasi sebesar 0,1% maka kuat tekan mengalami kenaikan dengan rasio 0,21 terhadap beton normal atau sebesar 35,69 MPa. Pada penambahan serat *polypropylene* sebesar 0,3% maka kuat tekan mengalami kenaikan dengan rasio 0,24 terhadap beton normal atau sebesar 36,48 MPa. Penambahan serat *polypropylene* sebesar 0,5% kuat tekan mengalami kenaikan dengan rasio 0,07 terhadap beton normal atau sebesar 31,38 MPa, pada kadar serat *polypropylene* sebesar 0,7% kuat tekan mengalami penurunan dengan rasio -0,03 terhadap beton normal atau sebesar 28,44 MPa. Pada kadar serat *polypropylene* sebesar 1,0% kuat tekan mengalami kenaikan dengan rasio -0,11 terhadap beton normal atau sebesar 26,32 MPa.



Gambar 6. Rasio kuat tekan beton serat *polypropylene* terhadap beton normal

Berdasarkan uraian tersebut maka dengan penambahan serat *polypropylene* ke dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan sampai pada kadar serat *polypropylene* 0,3%, namun setelah kadar serat melebihi 0,3% maka kuat tekan cenderung mengalami penurunan atau kuat tekan beton serat mencapai optimum pada konsentrasi 0,3%.

Penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian, yaitu penambahan serat *polypropylene* sebesar 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% ke dalam campuran perkerasan kaku ramah lingkungan (dalam prosesnya mensubstitusi semen dengan *fly ash* masing-masing sebesar 40% dan 50%), hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton perkerasan kaku mengalami peningkatan sampai pada kadar 4% setelah itu kuat tekan menurun (Patel et al., 2016). Penambahan serat *polypropylene* modifikasi (serat emboss) ke dalam campuran beton yang digunakan pada perkerasan kaku dengan kadar 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% terhadap berat semen, hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton optimum pada kadar 4% sebesar 37,37 MPa (Kumar et al., 2013). Penggunaan serat *polyester* dan *polypropylene* sebagai campuran beton untuk perkerasan kaku dengan komposisi kedua 1,8% serat *polypropylene*, komposisi ketiga 0,5% serat *polyester*

dan campuran keempat 1,8% serat *polypropylene*, 0,5% serat *polyester*, serta campuran pertama berupa beton normal sebagai benda uji kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk ketiga pengujian terlihat peningkatan besar pada kuat tekan perkerasan beton semen (Moustafa et al., 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa penambahan serat *polypropylene* pada campuran beton untuk perkerasan kaku (mutu beton K300) memiliki nilai optimum pada beton 0,3% terhadap berat semendengan kuat tekan 372 kg/cm², namun kelecakan campuran semakin kental sehingga menyulitkan pelaksanaan. Disarankan penggunaan aditif pada proses pencampuran beton serat.

REFERENSI

- A S, M. R. (2006). Effect Of Polypropylene Fibers On The Mechanical Properties Of Normal Concrete. *Journal of Engineering Sciences*, 34(4), 1049–1059.
- Abdulwahab, R., Akinleye, T. M., & Sahid Taiye, H. (2018). Effects of Polypropylene Fibre on The Compressive and Splitting Tensile Strength of Concrete. *Journal of Materials and Engineering Structures*, 5, 15–22.
- Banthia, N., Yan, C., & Mindess, S. (1996). Restrained Shrinkage Cracking In Fiber Reinforced Concrete: A Novel Test Technique. *Cement and Concrete Research*, 26(1), 9–14.
- Bingöl, F., & Atashafraze, M. (2015). Compressive Strength Of Polypropylene Fiber Concrete Under The Effects Of High Temperatures. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, 7(1), 7–11.
- Charishma, D., Deronika, P., & Malik, S. V. (2019). Study The Effect of Polypropylene Fiber in Concrete. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*, 6(5), 1–8. www.jetir.org
- Dharan, D. S., & Lal, A. (2016). Study The Effect of Polypropylene Fiber in Concrete. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 3(6), 616–619. www.irjet.net
- Gholami, M., Moghadas Nejad, F., Ramezani pour, A. A., & Ramezani pour, A. M. (2022). The Effect of Emboss Fiber (Modified Polypropylene Fiber) on the Behavior of

- Concrete used in Concrete Pavements. *Amirkabir Journal of Civil Engineering*, 54(2), 141–144.
<https://doi.org/10.22060/ceej.2021.19071.7054>
- Gu, Y., Meng, Y., Kong, L., & Wang, W. (2021). Effect of Polypropylene Fiber Admixture on Compressive Strength of Ceramsite Concrete. *International Journal of Frontiers in Engineering Technology*, 3(1), 20–26.
<https://doi.org/10.25236/ijfet.2021.030104>
- Jayaram, M., Naresh, J., Thipparthi, K., & Kastro Kiran, V. (2022). Assessment on mechanical properties of concrete with polypropylene fiber. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 982(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/982/1/012004>
- Junaidi, A. (2015). Pemanfaatan Serat Bambu Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton. *Berkala Teknik*, 5(1), 754.
- Kabashi, N., Krasniqi, C., Hadri, R., & Sadikaj, A. (2018). Effect of Fibre Reinforced Concrete and Behaviour in Rigid Pavement. *International Journal of Structural and Civil Engineering Research*, 7(1), 29–33.
<https://doi.org/10.18178/ijscer.7.1.29-33>
- Khan, M. A. I. (2021). Strength Evaluation of Cement Concrete Pavement by Using Polypropylene and Polyester Fiber as Reinforced Material. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, 9(12), 192–197.
www.ijcrt.org
- Kumar, A., Hiremath, M., & Ramachandra, V. (2013). Improvement and Performance of Cement Concrete pavement using Polypropylene Fiber. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 2(9), 1546–1568. www.ijert.org
- Madhavi, T. C., Raju, L. S., & Mathur, D. (2014). International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Polypropylene Fiber Reinforced Concrete-A Review. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 4(4), 114–119.
www.ijetae.com
- Mashrei, M. A., Sultan, A., Mahdi, A. M., Mashrei, M. A., & Sultan, A. A. (2018). Effects of Polypropylene Fibers on Compressive and Flexural Strength of Concrete Material. *Article in International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(11), 2208–2217.
<http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp2208http://www.iaeme.com/ijciet/issues.asp?JType=IJCIET&VType=9&IType=11http://www.iaeme.com/IJCIET/issues.asp?JType=IJCIET&VType=9&IType=11>
- Megasari, S. W., Yanti, G., & Zainuri, Z. (2016). Karakteristik Beton Dengan Penambahan Limbah Serat Nylon Dan Polimer Concrete. *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 24–33.
- Moustafa, M. A., Ibrahim, A. M. A., Ahmed, H. O., Khodary, F., & Hassanean, Y. A. (2021). Studying the Mechanical Properties of Rigid Pavement Reinforced with Single and Hybrid Fibers. *Civil Engineering and Architecture*, 9(6), 1877–1899.
<https://doi.org/10.13189/cea.2021.090620>
- N, I., K, T., TP, V., D, V., & Kumar M, S. (2017). Experimental Study On Polypropylene Reinforced Concrete Pavement. *International Journal of Latest Engineering Research and Applications (IJLERA)*, 98–102.
www.ijlera.com
- Najimi, M., Farahani, F. M., & Pourkhorshidi, A. R. (2009). Effects Of Polypropylene Fibers On Physical And Mechanical Properties Of Concretes. *3rd International Conference on Concrete & Development*, 1073–1081.
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (1987). *Concrete Technology* (Vol. 2).
- Nurhidayatullah, E. F. (2019). Pengaruh Serat Baja Canai Dingin Bergelombang Terhadap Kekuatan Tekan Dan Lentur Beton. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, 5(1), 1–12.
- Patel, P. H., Juremalani, J., & Damodariya, S. M. (2016). Sustainable Development of Rigid Pavement by Using Polypropylene Fiber. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, 2(3), 196–200.
- Pratiwi, S., Prayuda, H., & Prayuda, F. (2016). Kuat Tekan Beton Serat Menggunakan Variasi Fibre Optic dan Pecahan Kaca (Compressive Strength of Fibre Concrete Using Fibre Optic Variation and Glass Fracture). *Semesta Teknika*, 19(1), 55–67.
- Sahrudin, S., & Nadia, N. (2016). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *Konstruksia*, 7(2), 13–20.
- Sheikh, T. A., & Mohit Bajaj, E. (2017). A Review Study Of Polymer Fibre Reinforced Concrete

- With Conventional Concrete Pavement. *International Journal of Latest Research In Engineering and Computing (IJLREC)*, 5(3), 98–1000. www.ijlrec.com
- SNI 03 2834, (2002). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- SNI 03-1974. (2011). Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. In *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*.
- SNI 1972. (2008). Cara uji slump beton. In *Badan Standardisasi Nasional* (p. 11).
- Sultan, M. A., Hakim, R., Muchtar, B., & Adingku, J. (2022). Tinjauan Kuat Lentur Balok Beton Ringan Dengan Penambahan Serat Kawat. *TERAS JURNAL*, 12(2), 483. <https://doi.org/10.29103/tj.v12i2.783>
- Sultan, M. A., Tuhuteru, E., & Abdullah, M. F. F. (2021). Kapasitas Lentur Balok Beton Ringan Dengan Penambahan Serat Ijuk. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Teuku Umar*, 7(2), 163–171.
- Wahyuni, A. S., & Elhusna. (2016). The Tensile Behaviour of Concrete with Natural Fiber from Sugar Palm Tree. *International Conference on Engineering and Science for Research and Development (ICESReD)*, 15–18.
- Yadav, S., Kanse, S. A., Gunjal, R. M., & Lad, R. R. (2022). Improving the Performance of Cement Concrete Pavement by using Polypropylene Fibers. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 5(5), 46–49.
- Zollo, R. F. (1997). Fiber-reinforced Concrete: an Overview after 30 Years of Development. *Cement and Concrete Composites*, 19, 107–122.