

PENGARUH VARIASI PENGGUNAAN SERAT POLYPROPYLENE TERHADAP UJI KUAT TARIK BELAH BETON RINGAN

Agus Dwianto¹, Sartika Nisumanti^{2*}, Utari Sriwijaya Minaka³

^{1,2,3} Program Teknik Sipil, Universitas Indo Global Mandiri, Palembang
e-mail: ^{2*}sartika.nisumanti@uigm.ac.id (corresponding author)

Abstrak

Beton ringan dihasilkan dengan cara pengurangan agregat kasar sehingga beton akan berpori atau berongga dan menghasilkan berat yang ringan. Untuk meningkatkan mutu beton tersebut maka ditambah material tambahan yaitu serat polypropylene (sejenis plastik mutu tinggi). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh serat polypropylene sebagai material tambahan pada kuat tarik belah beton ringanserta mengetahui kadar persentase penambahan serat polypropylene paling optimum. Metodologi yang digunakan adalah eksperimen yang merupakan metode penelitian untuk mengetahui pengaruh tertentu. Penelitian ini menggunakan 3 variasi campuran dengan persentase 0.25%, 0.50%, 0.75% dengan jumlah benda uji 36 buah dan umur pengujian dimulai dari 7 hari, 14 hari serta 28 hari. Dari hasil pengujian uji kuat tarik belah didapat hasil pengujian umur 28 hari beton normal sebesar 1.38 MPa pada penambahan serat dengan variasi 0.25%, 0.50% serta 0.75% sebesar 1.54 MPa, 1.49 MPa dan 1.43 MPa. Didapat nilai optimum pada persentase 0.25% sebesar 1.54 MPa.

Kata kunci— Beton Ringan, Serat Polypropylene, Kuat Tarik Belah

Abstract

Lightweight Concrete are produced by means of a reduction in coarse aggregates so that the concrete will be porous or hollow and produce a lightweight. To improve the quality of concrete, additional materials are added that are namely polypropylene fiber (a type of high quality plastic. This study aims toknow the influence of polypropylene fiber as an additional material on the tensile strength of lightweight concrete and mto know the percentage content of adding polypropylene fiber is the most optimal. The methodology used is an experiment that is a research method to find out a certain influence. This study used 3 variations of the mixture with a percentage of 0.25%, 0.50%, 0.75% with the number of test objects of 36 pieces and the age of study starting from 7 days, 14 days and 28 days. From the test results of the tensile strength test, the results of the 28-day life test of normal concrete were obtained by 1.38 MPa on the addition of fibers with variations of 0.25%, 0.50% and 0.75% of 1.54 MPa, 1.49 MPa and 1.43 MPa. The optimum value was obtained at a percentage of 0.25% of 1.54 MPa.

Keywords— Lightweight Concrete, Polypropylene Fiber, Tensile Strength Splitting

I. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang sering digunakan dalam struktur bangunan, karena memiliki kelebihan dibanding dengan material lain seperti, harga jauh relatif murah, material penyusun mudah didapat, tidak terjadi pembusukan dan kuat (Agustapraja, 2021). Menurut fauzi (2020) umumnya beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%,

pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40% dan agregat (agregat halus dan kasar) sekitar 60% - 75% Penggunaan beton tidak selalu pada ruang lingkup struktur saja, akan tetapi dapat digunakan untuk non struktur. Komponen non struktur bangunan yang terbuat dari beton seperti dinding, kolom praktis dan perabot rumah. Penggunaan beton pada komponen non struktur tentulah berbeda dengan struktur dimana

komposisinya didesain untuk menghasilkan beton dengan nilai estetika maupun dari segi ekonomi yang lebih (Ronald, 2017). Menurut Cahyo (2020) beton yang sering dipakai dalam konstruksi perkerasan jalan, struktur bangunan, pondasi dan jembatan adalah beton normal. Beton normal memiliki campuran terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah, semen *Portland* atau agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan air dan semen sehingga membentuk suatu massa mirip batuan (Choiriyah, 2019; Gaus, 2020; Denie, 2021). Kelebihan beton adalah dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi serta mampu menahan beban yang berat, tetapi terdapat juga kelemahan beton ialah memiliki sifat kuat tarik yang lemah serat memiliki bobot yang berat (Nisumanti, 2016). Menurut Sartika (2015) proses pembentukan beton sangat dipengaruhi oleh komposisi masing-masing unsur pembentuk, pelaksanaan dan pemadatan serta pemeliharaan selama pengeringan, sehingga dihasilkan beton sesuai rencana.

Perkembangan pembangunan di bidang konstruksi mengalami peningkatan yang pesat sehingga kebutuhan terhadap beton semakin tinggi yang mengakibatkan kenaikan kebutuhan material pembentuk beton. Untuk memaksimalkan material pembentuk beton terdapat inovasi beton ringan. Beton ringan adalah beton berdensitas rendah yang dapat dibuat dengan mengganti bahan kasar agregat dengan agregat ringan seperti abu terbang, serat fiber, dan batu bata pecah (Haryanto, 2018). Beton ringan dihasilkan dengan cara pengurangan agregat kasar sehingga beton akan berpori atau berongga dan menghasilkan berat yang ringan dan dapat menggantikan fungsi utama dari beton normal sebagai struktur utama. Selain beban sendiri bangunan yang semakin ringan, beton ringan juga dapat mengurangi beban gempa yang terjadi (Banawair, 2019; Khodijah, 2021).

Pada penelitian Gunawan (2014) tentang pengaruh penambahan serat *polypropylene* pada beton ringan dengan teknologi *foam* terhadap kuat tekan, kuat Tarik belah dan modulus elastisitas. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kuat tekan, kuat tarik belah beton setelah ditambah serat *polypropylene* dengan kadar 0,75% dari berat volume. Paganggi (2021) melakukan penelitian pengaruh penambahan serat *polypropylene* terhadap kuat tekan dan nilai permeabilitas pada beton berpori. Menurutnya Penggunaan serat *polypropylene* pada campuran beton berpori juga memberikan pengaruh terhadap penurunan nilai permeabilitas, semakin banyaknya

penambahan serat *polypropylene* akan berpotensi menurunkan nilai permeabilitas.

Dari penelitian sebelumnya dan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian menggunakan serat *polypropylene* sebagai bahan tambahan. Serat *polypropylene* merupakan bahan penambah kekuatan yang mampu menghasilkan beton ringan dengan kuat tarik belah yang optimal (Raupit, 2017; Alfuady, 2019). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh serat *polypropylene* sebagai material tambahan pada kuat tarik belah beton ringan dan mengetahui kadar persentase penambahan serat *polypropylene* paling optimum untuk menghasilkan nilai uji kuat tarik belah beton yang maksimal diantara proporsi yang direncanakan.

Menurut Mulyono (2003) beton merupakan campuran dari semen portland atau semen hidraulik agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Beton dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu berdasarkan beratnya yaitu beton berat, beton normal, beton serat dan beton ringan (Mulyono, 2004).

Serat *polypropylene* adalah jenis serat polimer yang didefinisikan sebagai fragmen lurus atau terdeformasi dari bahan polimer yang diekstrusi, diorientasikan, dan dipotong. Dua jenis serat *polypropylene* dapat dibedakan: serat mikro dan serat makro (EN 14889-2, 2008). Serat *polypropylene* merupakan senyawa hidrokarbon dengan rumus kimia C_3H_6 yang berupa filamen tunggal ataupun jaringan serabut tipis yang berbentuk jala dengan ukuran panjang 6 mm saMPai 50 mm dan memiliki diameter 8 - 90 mikron. Kadar serat *polypropylene* yang sering digunakan adalah sebesar 600-900 gr/m³ beton, sedangkan untuk pengendalian retak pada permukaan beton digunakan sebesar 244 – 255 m²/kg (Mulyono, 2003). Karakteristik umum dari serat *polypropylene* yang dipakai dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

TABEL 1. Karakteristik serat *polypropylene*

Karakteristik	Serat <i>Polypropylene</i>
Bentuk	Jaringan serabut tipis yang berbentuk jala
Diameter Serat	90 mikron
Panjang Serat	12 mm
Berat Jenis	0,91 gr
Kekuatan Tarik	5600 kg/cm ²
Modulus Elastis	35000 kg/cm ²
Penyerapan Air	Nihil
Titik Leleh	170°C
Ketahanan Asam & Garam	Baik

Karakteristik	Serat Polypropylene
Ketahanan Alkali Permukaan Beton	Baik Berambut

Sumber: Mulyono, 2003

Pengujian kuat tarik beton pada penelitian ini berdasarkan SNI 03-2491-2002. Pengujian bertujuan untuk mengetahui besarnya beban maksimal yang mampu ditahan oleh benda uji. Pengujian dilakukan pada beton yang berumur 28 hari setelah proses perawatan (perendaman benda uji). Kekuatan tarik biasanya ditentukan dengan menggunakan percobaan pembebanan silinder (the split-cylinder) menurut ASTM C496-71 dimana benda uji silinder beton yang diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Apabila kuat tarik terlampaui, benda uji terbelah menjadi dua bagian dari ujung ke ujung. Kekuatan tarik beton relatif rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton, kadang-kadang 20%. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lain dibandingkan untuk silinder-silinder tekan (BSN, 2002).

II. METODE PENELITIAN

A. Bahan/Material Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah semen *Portland*, agregat halus, air, *foam agent*, serat *polypropylene*, dan *superplasticizer*.

B. Pemeriksaan/Pengujian Bahan

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilakukan di laboratorium dengan membuat beton ringan tanpa agregat kasar dengan menambahkan *Foam agent* dan *Superplasticizer* serta penambahan bahan tambah serat *polypropylene* dengan variasi campuran sebanyak 0.25%, 0.50% dan 0.75%. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Pengujian material penelitian ini berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan *American Society for Testing and Materials* (ASTM). Tahapan-tahapan pemeriksaan/pengujian pada penelitian ini yaitu:

1) Pemeriksaan Bahan/Material

Pengujian material ini dilakukan untuk mengetahui sifat dasar material yang akan digunakan sehingga dapat menentukan campuran beton.

a. Pemeriksaan analisa saringan

Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui gradasi dari agregat dan nilai maksimum dari agregat menggunakan saringan (BSN, 1990).

- b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air
Pemeriksaan bertujuan untuk menentukan berat jenis agregat dalam keadaan kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*), berat jenis semu (*apparent*) dan penyerapan dari agregat (BSN, 2002).
- c. Pemeriksaan berat isi
Pemeriksaan berat isi pada agregat dilakukan untuk mengkonversi dari satuan berat ke satuan volume (BSN, 1998).
- d. Pemeriksaan kadar lumpur
Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan persentasi kadar lumpur dalam agregat (BSN, 1989).
- e. Pemeriksaan kadar air
Pemeriksaan kadar air dilakukan untuk menentukan kadar air yang terkandung dalam agregat (BSN, 2011).

2) Pembuatan Rencana Campuran (*Mix Design*)

Pembuatan *mix desain* untuk komposisi beton normal serta penambahan serat *polypropylene* dilakukan sesuai variasi yang telah ditentukan menggunakan perbandingan 1 : 2 : 0,4. Komposisi campuran beton dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2. Komposisi kebutuhan bahan campuran

Jenis Campuran	Semen %	Pasir %	Foam Agent %	S P %	Air %	Serat PPF %
BN	17,64	35,30	40	1	7,06	-
BS-0,25%	17,64	35,30	40	1	7,06	0,25
BS-0,50%	17,64	35,30	40	1	7,06	0,50
BS-0,75%	17,64	35,30	40	1	7,06	0,75

3) Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 10 x 20 cm.

4) Perawatan Benda Uji

Perawatan dilakukan setelah beton mencapai final setting, artinya beton telah mengeras, lamanya perawatan di ukur dari umur beton, beton di angkat dari perendaman sehari sebelum dilakukan uji kuat tarik belah beton.

5) Pengujian *Slump*

Pengujian dilakukan untuk mengukur kelecekan adukan beton yaitu kepadatan atau kecairan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton.

6) Pengujian kuat tarik belah beton

Pengujian dilakukan untuk mengetahui cara penentuan kuat tarik belah benda uji yang dicetak berbentuk silinder dengan ketentuan peralatan dan prosedur pengujiannya serta perhitungan kekuatan tarik belahnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang akan dibahas pada penelitian ini adalah analisis pengujian material, hasil pengujian *slumps*, hasil uji kuat tarik belah beton, dan analisis harga beton.

A. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus didapat data-data pada Tabel 3.

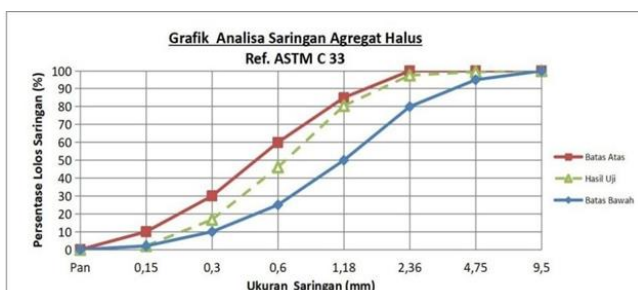
TABEL 3. Hasil pemeriksaan kadar lumpur

No	Pengujian	Hasil	Satuan
1.	Berat awal	500	Gr
2.	Berat akhir	490,34	Gr
3.	Persentase kadar lumpur	1,93	%

Berdasarkan Tabel 3 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur menurut SNI 03-4142-1996, syarat nilai kadar lumpur memiliki nilai untuk beton abrasi sebesar 3% dan beton tidak abrasi sebesar 5%. Hasil pemeriksaan data yang diperoleh kadar lumpur agregat halus diperoleh nilai 1,93 % sehingga masuk sebagai beton abrasi dan memenuhi syarat.

B. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan

Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Analisa Saringan Agregat Halus

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus dengan ukuran 9,50 mm sebesar 100,00%, ukuran 4,75 mm sebesar 99,45%, ukuran 2,36 sebesar 97,53%, ukuran 1.18 sebesar 80,50%, ukuran 0.60 sebesar 46,09%, ukuran 0.30 sebesar 16,76%, ukuran 0.15 sebesar 2,09%. Menurut ASTM C 136, *fineless modulus* (FM) syarat untuk agregat halus memiliki nilai sekisar 2,30 s.d 3,10. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh *fineless modulus* untuk agregat halus sebesar 2,58 sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai FN agregat halus ini memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

C. Hasil Pemeriksaan Berat Isi

Hasil pemeriksaan berat isi dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL 4. Hasil pemeriksaan berat isi

No	Pengujian	Padat	Lepas	Rata-rata
1.	Berat Mould	1740	1740	1740
2.	Volume Mould	3	3	3
3.	Berat Material + berat Mould Berat Isi	6370	5347	5872
4.	Agregat Kering Oven	1543,3	1211,3	1377,3
5.	Penyerapan	2,1	2,17	2,17
6.	Berat Isi SSD	1543,7	1211,6	1377,6

Berdasarkan Tabel 4 menjelaskan hasil pemeriksaan berat isi agregat halus dalam keadaan padat dan lepas menurut ASTM C 29, syarat nilai minimal berat isi/ volume dalam keadaan padat dan lepas yang baik tidak boleh kurang dari 1200 kg/m³, berdasarkan data yang telah di periksa berat isi/ volume mempunyai nilai 1377,33 kg/m³ nilai ini bahkan lebih dari syarat nilai yang sudah ditentukan sehingga berat isi volume dalam keadaan padat/lepas agregat halus memenuhi syarat.

D. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan dapat dilihat Tabel 5.

TABEL 5. Hasil pemeriksaan

Jenis Material	Berat
Berat jenis (<i>bulk</i>)	2,46
Berat jenis permukaan jenuh	2,51
Berat jenis semu	2,60
Penyerapan agregat (%)	2,17%

Berdasarkan Tabel 5 menjelaskan hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus Menurut ASTM C 127 dan SNI 1970:2008, syarat nilai berat jenis SSD minimum sebesar 2,4% dan penyerapan air maksimum sebesar 4%. Berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan memperoleh nilai berat SSD sebesar 2,51% dan penyerapan air diperoleh sebesar 2,17%, setelah data yang telah diperoleh hal ini menunjukkan bahwa syarat dalam agregat halus terhadap berat jenis dan penyerapan telah memenuhi syarat yang telah ditentukan.

E. Hasil Pemeriksaan Kadar Air

Hasil pemeriksaan kadar air dapat dilihat pada Tabel 6.

TABEL 6. Hasil pemeriksaan kadar air

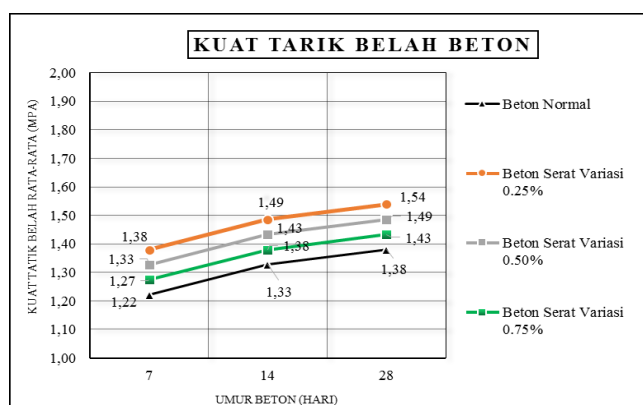
No	Pengujian	Hasil	Satuan
1.	Berat awal	1000	Gr
2.	Berat akhir	984,00	Gr
3.	Persentase kadar air	1,63	%

F. Hasil Pengujian *Slump flow test*

Berdasarkan hasil pengujian *slump* yang dilakukan didapat nilai pengujian *slump* sebesar 15 cm.

G. Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton

Hasil pengujian kuat tarik belah beton yang berumur beton 7, 14, dan 28 hari pada penelitian ini dinyatakan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Uji Kuat Tarik Belah Beton

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada campuran beton serat *polypropylene* mengalami peningkatan secara stabil dan konstan, hal ini disebabkan semakin besar penambahan serat maka semakin rendah nilai kuat tariknya dan begitu juga sebaliknya semakin sedikit penambahan serat maka semakin tinggi nilai kuat tarik yang diperoleh, karena semakin banyak menggunakan bahan tambah serat semakin banyak juga air yang diserap pada sifat mekanis serat. Nilai optimum pada penambahan serat dalam proses pengadukan terjadi pada penambahan serat dengan variasi 0,25% dengan kuat tarik yang dihasilkan sebesar 1.54 MPa pada umur 28 hari.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilaksanakan, maka dapat ditarik simpulan bahwa beton dengan menggunakan bahan tambahan serat *polypropylene* sangat berpengaruh terhadap sifat mekanis beton berupa kuat tarik belah mampu memberikan perbaikan terhadap sifat tersebut. Akan tetapi dengan penambahan bahan tambah terlalu banyak menyebabkan penurunan terhadap nilai sifat mekanis beton, dikarenakan bahan tambah tidak bereaksi dengan campuran beton mengakibatkan tidak terjadinya saling pengikatan terhadap campuran beton. Hasil uji kuat tarik belah rata-rata pada umur 28 hari mengalami peningkatan pada variasi 0,75% sebesar 1.43 MPa, variasi 0,50% sebesar 1.49 MPa, variasi 0,25% sebesar 1.54 MPa serta pada beton normal 1.38 MPa. Sehingga ditemukan kadar optimum pada nilai rata-rata kuat tarik belah pada variasi 0,25% sebesar 1.54 MPa.

REFERENSI

Agustapraja, H. R, dan Dhana, R. R. (2021). The Effect of Newspaper Powder on Structural Concrete Pressure Fc '21, 7 MPa. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 830 (1).

Alfuady, F., Saloma, dan Idris, Y. (2019). Characteristics Foam Concrete with Polypropylene Fiber and Styrofoam. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*, 1198 (8).

Badan Standarisasi Nasional. (1990). SNI 03-1968-1990: Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar, Jakarta.

- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 03-6821-2002: Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Batu Cetak Beton Pasangan Dinding, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 03-2491-2002: *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. BSN. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. (1998). SNI 03-4804-1998: Tentang Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat, Pusjatan – Balitbang PU.
- Badan Standarisasi Nasional. (1989). SK SNI S-04-1989-F: Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan bukan Logam), Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). SNI 1971: 2011: Cara Uji Kadar Air Total Agregat dengan Pengeringan. Department Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Banawair, A. S., Qaidb, G. M., Adilc, Z. M., dan Nasird, N. A. M. (2019). The strength of lightweight aggregate in concrete – A Review. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 357 (1).
- Cahyo Y, Candra A I, Siswanto E, dan Gunarto A. (2020). The Effect of Stirring Time and Concrete CoMPaction on K-200 Concrete Press Strength. *Journal of Physics: Conference Series*, 1569 (4).
- Choiriyah S, dan Caroline J. (2019). An Analysis of Concrete Test Weight with Different Water Cement Factors Using Histogram in Quality Management. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 462 (1).
- Denie, C., dan Firdaus. (2021). Analisa Pengaruh Aktivator Kalium Dan Kondisimaterial Pada Beton Geopolymer Dari Limbah B3 Fly Ash Batubara Terhadap Kuat Tekan. *Jurnal REKAYASA*, 11 (1), 1 – 16.
- EN 14889-2:2008. (2008). *Fibres for Concrete*. Part 2: Polymer Fibres - Definitions, Specifications and Conformity.
- Gunawan P, Wibowo, dan Suryawan, N. (2014). Pengaruh Penambahan Serat *Polypropylene* Pada Beton Ringan Dengan Teknologi *Foam* Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Modulus Elastisitas. *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 2 (2), 206 – 213.
- Gaus A, Imran, dan Chairul A. (2020). Analysis of The Mechanical Properties of Concrete Beams That Use Pumice as a Partial Substitution of Concrete Mixtures. *Journal of Physics: Conference Series*, 1569 (4).
- Haryanto, Y., Sudiby, G. H., dan Wariyatno, N. G. (2018). Experimental Study on the Properties of Artificial Lightweight Aggregate Concrete Reinforced with Carpet Waste Fiber. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 371 (1).
- Khodijah, A. Q., Anis, S., dan Saloma. (2021). The Compressive Strength Of Fly Ash Foamed Concrete With Polypropylene Fiber. *International Journals of Sciences and High Technologies*, 29 (1), 447 – 453.
- Marguan, F., Desti, A, L (2020). Analisis Kuat Lentur Campuran Beton Menggunakan Limbah B3 Sebagai Bahan Adiktif. *Pilar Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 58-63.
- Mulyono, T. (2003). *Perencanaan Campuran Beton*. Andi: Yogyakarta.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Andi, Yogyakarta.
- Raupit, F., Anis, S., Cher S. Tan., Yee, L. L., dan Mahmood, M. T. (2017). Splitting Tensile Strength of Lightweight Foamed Concrete with Polypropylene Fiber. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 7 (2), 424-430.
- Ronald, B. B., Suhairiani, Kinanti, W., dan Nono, S. (2017). Physical Characteristics of Laboratory Tested Concrete as a Substitution of Gravel on Normal Concrete. *IOP Conf. Series: Journal of Physics*, 970 (1).
- Rusman, A., Sartika, N. (2015). Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Conplast SP 337. *Jurnal Media Teknik*, 12(2), 6-13
- Sartika Nisumanti, D. H. (2016). *Penggunaan Sika Viscocrete 3115 untuk memudahkan pekerjaan (Workability Beton Mutu Tinggi K.350 dan Kuat Tekan Beton)*. 4(3), 107-113.