



Pengaruh Penambahan Serat Baja Pada Kuat Tekan Mortar

Bagus Hermanto¹, Cut Rahmawati^{1*}, Muhammad Zardi¹, Amri Amin²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama, Aceh Besar, 23372, Indonesia.

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama, Aceh Besar, 23372, Indonesia

*Email korespondensi: cutrahmawati@abulyatama.ac.id

Diterima Maret 2025; Disetujui Juli 2025; Dipublikasi Juli 2025

Abstract: Serat baja yang berfungsi menjadi tulang-tulangan dalam ukuran kecil. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis sifat fisis pada pasir berupa berat jenis (specific gravity), berat volume (bulk density), analisa saringan (sieve analysis), modulus kehalusan (fineness modulus) dan menganalisis sifat mekanis yang berupa kuat tekan. Serat baja yang digunakan dengan variasi 0%, 1%, 2%, dan 3% dari berat total semen dengan panjang serat ± 1 cm. Benda uji pada penelitian ini berbentuk kubus diameter 5 cm x 5 cm x 5 cm dan volume 125 cm³ dengan jumlah 36 benda uji. Hasil dari pemeriksaan berat jenis (specific gravity) pada agregat halus menggunakan 3 sampel yaitu A, B, dan C didapat berat jenis rata-rata kering permukaan jenuh (SSD) sebesar 2,67, rata-rata berat jenis kering oven (oven Dry) sebesar 2,56 dan rata-rata penyerapan air sebesar 3,96%. Hasil Pemeriksaan berat volume (bulk density) sebesar 1,826 kg/l. Hasil analisa saringan (sieve analysis) menunjukkan agregat yang digunakan masuk dalam agregat dalam kategori sebagai pasir (zona II) dengan nilai modulus kehalusan sebesar 2,86, dengan syarat kehalusan 1,5 – 3,8. Pada hasil sifat mekanis yang berupa uji tekan pada mortar pada umur 7 hari mengalami penurunan secara berturut-turut dari M0 18,24 MPa sebesar 17,5%, 11,3%, dan 7,7%, dengan nilai M1 15,05 MPa, M2 16,19 MPa, dan M3 16,84 MPa.

Keywords: Mortar, Serat Baja, Analisa saringan, Modulus Kehalusan Kuat Tekan

Abstrak: Steel fibers that function as reinforcement in small sizes. The purpose of this study is to analyze the physical properties of sand in the form of specific gravity, bulk density, sieve analysis, fineness modulus and analyze mechanical properties in the form of compressive strength. Steel fibers used with variations of 0%, 1%, 2%, and 3% of the total weight of cement with a fiber length of ± 1 cm. The test specimens in this study were in the form of cubes with a diameter of 5 cm x 5 cm x 5 cm and a volume of 125 cm³ with a total of 36 test specimens. The results of the specific gravity examination on fine aggregates using 3 samples, namely A, B, and C, obtained an average saturated surface dry density (SSD) of 2.67, an average oven dry density of 2.56 and an average water absorption of 3.96%. The results of the bulk density examination were 1.826 kg / l. The results of sieve analysis show that the aggregate used is included in the aggregate category as sand (zone II) with a fineness modulus value of 2.86, with a fineness requirement of 1.5 - 3.8. The results of mechanical properties in the form of a pressure test on mortar at the age of 7 days experienced a decrease in succession from M0 18.24 MPa by 17.5%, 11.3%, and 7.7%, with a value of M1 15.05 MPa, M2 16.19 MPa, and M3 16.84 MPa.

Mortar merupakan salah satu bahan campuran yang terdiri dari pasir, semen dan air. Mortar digunakan untuk campuran pelapis dinding, bahan pelapis dan lainnya. Retakan pada mortar akan menyebabkan mudah masuknya air hujan, zat-zat perusak lainnya ke dalam campuran mortar yang sudah mengeras sehingga menyebabkan terjadinya pengurangan kekuatan mekanis. Oleh karena itu campuran mortar perlu diperhatikan dengan baik. Salah satu cara yang baik untuk menghentikan retakan pada mortar adalah dengan menambahkan serat pada mortar. Serat yang memiliki kekutan yang baik adalah serat baja. Serat baja biasanya digunakan untuk memodifikasi mortar berfungsi menjadi tulangan-tulangan dalam ukuran kecil, yang akan disebarakan secara teratur ataupun secara acak. Serat baja juga dipakai dalam pembangunan proyek seperti jembatan, landasan pacu bandara, terowongan atau gorong-gorong, dan lainnya. Masalah yang sering muncul dalam penggunaan mortar adalah sifatnya yang getas. Kuat tekan mortar yang semakin besar maka mortar mempunyai daktilitas yang rendah. Penambahan serat baja diharapkan dapat mengatasi hal tersebut. Karakter dari mortar serat dipengaruhi oleh material serat, geometri serat, distribusi serat, dan konsentrasi serat. Oleh karena itu penelitian ini untuk mengetahui penambahan serat baja pada kuat tekan mortar dengan presentase 0%, 1%, 2%, dan 3% yang dilakukan setelah umur mortar 7, 14 dan 28 hari

KAJIAN PUSTAKA

Serat Baja

Serat baja biasanya digunakan untuk memodifikasi campuran matrik mortar yang berfungsi menjadi tulangan-tulangan dalam ukuran kecil yang bertujuan untuk mengurangi retak halus dan memberikan kekuatan untuk menahan gaya tekan, Serat baja yang digunakan dalam penelitian ini memiliki panjang ± 1 cm.

Semen PCC (*Portland Composite Cement*)

Semen merupakan bahan ikat yang penting dalam campuran adukan mortar, karena berfungsi untuk mengikat agregat kasar dan agregat halus sehingga menyatu dan mengeras seperti batuan (Mulyono 2004:27). Dalam campuran adukan mortar dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok aktif dan kelompok pasif.

Agregat Halus

Agregat adalah butiran mineral alam yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar. Mulyono (2004:297) menyatakan bentuk agregat halus akan mempengaruhi kualitas mutu mortar yang dibuat. Agregat halus untuk mortar berupa pasir alam yang tidak boleh mengandung lumpur, tanah liat, dan mempunyai ukuran butiran 0,063 - 5mm.

Berat jenis (*specific gravity*) agregat

Berat jenis agregat adalah perbandingan berat sejumlah volume agregat tanpa mengandung rongga udara terhadap berat agregat dengan volume yang sama. Anonim (1995) berpendapat bahwa berat jenis agregat terdiri dari dua keadaan yaitu keadaan jenuh

permukaan (saturated surface dry) dan keadaan kering oven (oven dry).

Berat jenis agregat halus jenuh air kering permukaan (SSD), berdasarkan Anonim (2004), dihitung persamaan

$$Bj(SSD) = \frac{Bk}{Bj - Bp}$$

Dimana:

Bk = berat agregat halus kering oven (gr);

Bj = berat agregat halus kering permukaan jenuh (gr);

Bp = berat agregat halus kering permukaan jenuh dalam air (gr).

Berat volume agregat (bulk density)

Berat volume agregat (*bulk density*) adalah perbandingan berat agregat hasil pemadatan standar pada keadaan kering oven terhadap volume literan wadah. Berat volume pasir dihitung dengan rumus:

$$Wv = \frac{Wca - Wc}{Vc}$$

Dimana :

Wv= berat volume agregat halus (kg/liter);

Wca = berat wadah berisi agregat halus (kg);

Wc = berat wadah (kg);

Vc = volume wadah (liter).

Analisa saringan (*sieve analysis*)

Analisa saringan adalah penentuan presentasi penentuan berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka presentasi digambarkan pada grafik pembagian saringan butiran. Analisa agregat halus adalah pemeriksaan ukuran butiran agregat

halus secara merata sesuai dengan syarat lolos kumulatif gradasi agregat halus yang telah ditetapkan. Agregat halus butiran tembus ayakan < 5 mm.

Modulus kehalusan (*fineness modulus*)

Modulus kehalusan menyatakan kehalusan atau kekerasan agregat dan digunakan untuk menentukan salah satu sifat dari agregat. Dengan diketahuinya nilai-nilai modulus kehalusan, maka agregat tersebut dapat diklasifikasikan ke dalam suatu jenis agregat tertentu. Modulus kehalusan (*fineness modulus*) dapat diperoleh dari jumlah kumulatif presentase berat agregat yang tertahan diatas saringan (*retained*) dibagi 100. Nilai ini adalah angka penunjukan rata-rata dari butirannya, makin halus agregat makin kecil modulus kehalusannya.

Kuat Tekan Mortar

Menurut (Istimawan, 1994:7) berpendapat kuat tekan mortar diawali oleh tegangan tekan maksimum ($f'c$) dengan satuan (N/mm²) atau (MPa). Sebelum diberlakukannya sistem SI di Indonesia, nilai tegangan menggunakan satuan (kgf/cm²). Kuat tekan mortar umur 28 hari berkisaran antara nilai ± 10 -65 MPa. Istimawan menambahkan, nilai kuat mortar didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji kubus sampai hancur.

Anonim (1990:1) menyatakan bahwa kuat tekan mortar adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin.

Commented [S1]:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

$f'c$ = tegangan mortar yang timbul (MPa);

P = beban yang bekerja (N);

A = luas tampangan benda uji (mm²).

METODOLOGI PENELITIAN

Pekerjaan Persiapan

Bahan Penelitian

Material yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Semen Portland (Portland Cement PCC);
2. Agregat halus (lolos saringan 4,75 mm);
3. Air, dan;
4. Serat baja (panjang 1 cm).

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Portland cement* tipe I yang di produksi oleh PT. Solusi Bangun Andalas (SBA). Semen hanya diperiksa kehalusannya (tidak bergumpal) dan kantong pembungkusnya (tidak robek) secara visual. Pemeriksaan yang lainnya tidak dilaksanakan dengan pertimbangan semen yang digunakan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) No.15-2049-1994 dan ASTM.

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Portland cement* tipe I yang di produksi oleh PT. Solusi Bangun Andalas (SBA). Semen hanya diperiksa kehalusannya (tidak bergumpal) dan kantong pembungkusnya (tidak robek) secara visual. Pemeriksaan yang lainnya tidak dilaksanakan dengan pertimbangan semen yang digunakan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) No.15-2049-1994 dan ASTM.

Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Peralatan bantu :
 - Skop/sedok agregat,
 - Wadah,
 - Tongkat besi untuk pemadatan,

- Satu set saringan ukuran 25,4 – 19,1 - 9,52 – 4,76 – 2,38 – 1,19 – 0,6 – 0,3 dan 0,15 mm, dan keranjang kawat.

2. Timbangan :
3. Ember
4. Peralatan untuk pencampur mortar
5. Cetakan benda uji berbentuk kubus 50 mm x 50 mm x 50 mm
6. Oven; dan
7. Mesin uji kuat tekan mortar

Prosedur Penelitian

Langkah-langkah penelitian meliputi persiapan semua material, perencanaan campuran mortar, pembuatan dan perawatan serta pengujian benda uji. Pekerjaan persiapan meliputi perhitungan teoritis, persiapan cetakan untuk benda uji silinder yaitu cetakan standar yang tersedia di laboratorium. Prosedur penelitian dilakukan sebagai berikut:

- a. Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat halus.

Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat sesuai penjelasan pada bab sebelumnya meliputi pemeriksaan berat jenis (*specific gravity agregat*), berat volume agregat (*bulk density*), analisa saringan (*sieve analysis*), dan modulus kehalusan (*fineness modulus*). Pemeriksaan ini dilakukan terhadap agregat halus.

- b. Persiapan Serat baja

Serat dipotong dengan ukuran ± 1 cm kemudian dihitung dan di timbang sesuai dengan komposisi perencanaan material. Serat baja dibeli di toko bangunan di aceh besar dengan merek Yun-To buatan Indonesia.



Gambar 1 Serat Baja ukuran ±1 cm.

c. Perencanaan campuran mortar

Campuran mortar direncanakan dengan perbandingan semen dan pasir adalah 1 : 2 dengan nilai FAS 0,55. Penambahan serat baja dihitung dari persentase jumlah pasir dan semen yang digunakan. Berat campuran masing-masing bahan pembentuk mortar dihitung untuk kebutuhan 1 (satu) benda uji 50 x 50 x 50 mm, dengan volume kebutuhan 125 cm³. Serat ditambahkan sesuaikan dengan perhitungan presentase berat semen dan pasir.

Tabel 1 Perencanaan Komposisi Material

No	Revisi	Bahan Campuran Mortar					Jumlah Berat (kg) Dalam		
		Semen	Pasir	As	Serat Baja		Uji	Uji	Uji
M0	0	200	200	50	0	0	0	0	
M1	1	200	200	50	0	0	0	0	
M2	2	200	200	50	0	0	0	0	
M3	3	200	200	50	0	0	0	0	

d. Perawatan benda uji

Setelah 24 jam pengecoran, mortar dibuka dari cetakan masing-masing mortar diberi kode, tanggal dengan menggunakan spidol permanen dan dilakukan perawatan dengan memasukkan 36 benda uji ke dalam sebuah wadah yang berisi air sampai mortar berumur 7, 14 dan 28 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Sifat Fisis pada Agregat Halus

Pemeriksaan sifat fisis pada agregat halus sebagai material utama pada campuran mortar meliputi pemeriksaan berat jenis (*specific*

gravity agregat), berat volume agregat (*bulk density*), analisa saringan (*sieve analysis*), dan modulus kehalusan (*fineness modulus*).

Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Pemeriksaan berat jenis agregat halus bertujuan untuk acuan sat pengujian dalam menentukan berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis berfungsi untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Berat jenis agregat halus akan mempengaruhi kekuatan mortar itu sendiri. Dari hasil pemeriksaan berat jenis pada agregat halus menggunakan 3 sampel, yaitu A, B, dan C. Dari hasil pemeriksaan tersebut didapat berat jenis rata-rata kering permukaan jenuh (SSD) sebesar 2,67, rata-rata berat jenis kering oven (*Oven Dry*) sebesar 2,56 dan rata-rata penyerapan air sebesar 3,96%.

Pemeriksaan berat volume Agregat (*Bulk Density*)

Pemeriksaan berat volume pada agregat halus ini dilakukan dengan membandingkan berat terhadap volume bejana. Tujuan pada pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui volume agregat halus sebagai perbandingan antara material kering dengan volumenya.

Tabel 2 Hasil pemeriksaan berat volume agregat agregat halus.

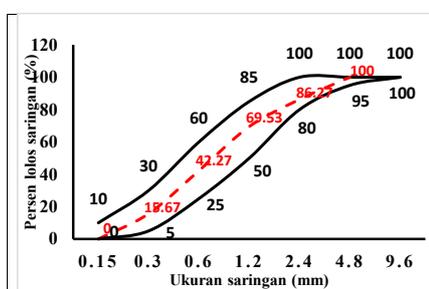
No	Sampl	Berat			Volume	Berat
		Wadah	Wadah + Agregat	Agregat		
1	A	8,789	11,192	2,403	1,552	1,549
2	B	8,789	11,229	2,440	1,552	1,523
3	C	8,789	11,266	2,477	1,552	1,549
Rata-rata						1,536

Pemeriksaan berat volume pada agregat halus dilakukan dengan 3 sampel yaitu A, B, dan C. Dari hasil pemeriksaan berat volume pada agregat halus didapat berat isi pada agregat halus

yang diperoleh hasil dengan rata-rata sebesar 1,826 kg/l.

Pemeriksaan Analisa saringan (*Sieve Analysis*)

Pada penelitian ini dipakai Daerah Gradasi II sebagai acuan dalam pemeriksaan analisa saringan agregat halus. Gradasi agregat halus dinyatakan dengan nilai presentase banyaknya agregat halus yang tertahan atau melewati suatu susunan saringan 4,8 mm. Grafik hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada gambar grafik 4:



Gambar 2. Grafik Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan.

Modulus Kehalusan (*Finess Modulus*)

Pemeriksaan modulus kehalusan bertujuan untuk menentukan klasifikasi ke dalam suatu jenis agregat tertentu. Dapat diperoleh dari jumlah kumulatif presentase berat agregat yang tertahan diatas saringan dibagi 100. Tabel 3 Pemeriksaan modulus kehalusan.

Ukuran saringan (mm)	Presentase saringan (%)	Presentase kumulatif	
		Lolos (%)	Tertahan (%)
4,75	0	100	0
2,38	13,73	86,27	13,73
1,18	16,73	69,54	30,46
0,6	27,27	42,27	57,73
0,3	26,6	15,67	84,33
Sisa	0	0	100

Hasil pemeriksaan nilai modulus kehalus sebesar 2,8625 nilai ini tersebut

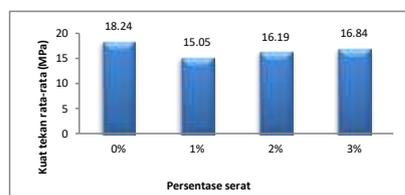
masuk kedalam syarat modulus kehalusan butiran agregat halus 1,5 - 3,8mm.

Hasil Uji Tekan Pada Mortar

Uji kuat tekan mortar dilakukan setelah mortar melalui perawatan sampai berumur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Uji kuat tekan siap dilakukan setelah dilakukan pengukuran luas penampang benda uji dengan 3 benda uji untuk setiap presentase serat baja, dengan jumlah benda uji 36 benda uji.

a. Kuat tekan umur 7 hari.

Pada kuat tekan mortar umur 7hari kuat tekan mengalami penurunan secara berturut-turut dari M0 18,24 MPa sebesar 17,5%, 11,3% dan 7,7% dengan nilai M1 15,05 MPa, M2 16,19 MPa, dan M3 16,84 MPa. Penurunan kuat tekan ini disebabkan karena kekuatan tarik antara beberapa lapisan yang mempengaruhi kekuatan dari material (*Bonding Strength*) belum berjalan sempurna.



Gambar 3. Grafik kuat tekan mortar umur 7 hari

b. Kuat tekan mortar umur 14 hari

Pada hasil kuat tekan mortar umur 14 hari kuat tekan mengalami penurunan secara berturut-turut dari M0 18,25 MPa sebesar 9,7%, 5,6%, 1% dengan nilai M1 16,48 MPa, M2 17,24 MPa, dan M3 18,08 MPa. Penurunan kuat tekan ini disebabkan karena kekuatan tarik antara beberapa lapisan yang mempengaruhi kekuatan dari material (*Bonding Strength*).



Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Mortar Umur 14 Ha

c. Kuat tekan mortar umur 28 hari

Pada hasil kuat tekan mortar umur 28 hari kuat tekan mengalami kenaikan secara berturut-turut dari M0 18,48 MPa sebesar 1,1%, 3,4% dan 11,5% dengan nilai M1 18,68 MPa, M2 19,11 MPa, dan M3 20,61 MPa. Kenaikan kuat tekan ini disebabkan karena bahan pembentuk mortar sudah bekerja sempurna dan serat telah mampu berperan sebagai penahan perambatan retak yang terjadi. Ketika pembebanan terjadi serat menahan retak-retak melalui jaring-jaring serat yang terbentuk sehingga mortar tidak langsung hancur. Serat telah mampu menahan retak yang terjadi dan berperan dalam meningkatkan kuat tekan dengan kuat tekan terbesar pada persentase serat 3%. Gambar 4.4 grafik kuat tekan mortar umur 28 hari



Gambar 5 grafik kuat tekan mortar umur 28 hari

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan pada penelitian pengaruh penambahan serat baja pada kuat tekan mortar ini adalah :

- Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus didapat berat jenis rata-rata kering permukaan jenuh (SSD) sebesar 2,67, rata-rata berat jenis kering oven (Oven Dry) sebesar 2,56 dan rata-rata penyerapan air sebesar 3,96%.
- Hasil pemeriksaan berat volume diperoleh hasil dengan rata-rata sebesar 1,826 kg/l.
- Hasil pemeriksaan analisa saringan dengan kategori sebagai pasir sedang (zona II) dengan nilai modulus kehalusan sebesar 2,86, dengan syarat kehalusan 1,5 – 3,8.
- Pada umur 7 hari kuat mortar mengalami penurunan secara berturut-turut dari M0 sebesar 17,5%, 11,3%, dan 7,7 %. Pada umur 14 hari kuat tekan mengalami penurunan secara berturut-turut dari 0 sebesar 9,7%, 5,6% dan 1%.
- Mortar penambahan 1% serat baja juga mengalami kenaikan secara berturut-turut dengan nilai 15,05 MPa, dan 18,68 MPa. Mortar penambahan 2% serat baja mengalami kenaikan secara berturut-turut dengan nilai 16,19 MPa, 17,24 MPa, dan 19,11 MPa. Mortar penambahan 3% juga mengalami kenaikan secara berturut-turut dengan nilai 16,84 MPa, 18,08 MPa, dan 20,61 MPa.
- Pada umur 28 hari, saat mortar sudah mencapai kekuatan terbaiknya terlihat serat baja berpengaruh positif pada peningkatan kuat tekan. Presentase terbaik serat baja yang ditambahkan pada mortar adalah pada presentase serat 3%. Pada presentase 3% serat baja terbukti meningkatkan kuat tekan mortar hingga 20,61 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 544.4R-18. (2018). 544 . 4R-18 : Guide for Design with Fiber-Reinforced Concrete. American Concrete Institute, 1–33.
- Astawa, M. D. (2016). Struktur Beton Fiber (Bagian Materi Struktur Beton I) (Issue August).
- Bigatti, S. M., & Cronan, T. A. (2002). A comparison of pain measures used with patients with fibromyalgia. *Journal of Nursing Measurement*, 10(1), 5–14. <https://doi.org/10.1891/jnum.10.1.5.525>
- 50
- Christianto, D., Tavio, T., & Kurniadi, D. (2019). Effect of steel fiber on the shear strength of reactive powder concrete. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 508(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/508/1/012006>
- Dianti, Y. (2017). *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24. [http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf](http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB%20.pdf)
- Konsep, K., & Esensial, K. (2010). *Daftar pustaka*. 1997, 2007–2010.
- Musyaffa, D. N., As'ad, S., & Wibowo. (2015). Pengaruh Dosis Dan Aspek Rasio Serat Baja Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Pada Beton Normal Dan Beton Mutu Tinggi. *E-Jurnal Matrik Teknik Sipil*, 3(3), 427–433.
- Purwanto, E. (2011). Pengaruh Prosentase Penambahan Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan. *Jurnal Rekayasa*, 15(2), 87–98.
- Putra Miranda, A., Noorhidana Agustriana, V., & Isneini, M. (2020). Pengaruh Penambahan Serat Baja Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang pada Beton Mutu Normal. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 8(3), 1–14.
- Surat Edaran No. 44/SE/M/2015. (2015). Pedoman Perancangan Campuran Material Ringan Dengan Mortar Busa Untuk Konstruksi Jalan. Badan Standarisasi Nasional, 1–14. <http://www.pu.go.id/>
- Silalahi, R. roy naldi, & Daniel, R. T. (2013). Perbandingan Kuat Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Fiber Baja dan Pemakaian Fiber Bendrat. 1, 1–8.
- Siswanto, A. (2011). Pengaruh Fiber Baja pada Kapasitas Tarik dan Lentur Beton. *Industrial Research Workshop and National Seminar*, 193–199.
- SNI 1970-. (2008). Standar Nasional Indonesia Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Badan Standar Nasional Indonesia, 12.
- Wibisono, E. K., Evangelica, C. M., Sugiharto, H., & Wijaya, G. B. (2018). Pengaruh Penambahan Serat Baja Terhadap Peningkatan Kuat Kokoh Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Kuat Lentur Murni Pada Beberapa Mutu Steel Fiber Reinforced Concrete. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik*, 7 (1)(ISSN 2598-2397), 1–8.
- Pengaruh Penambahan Serat... (Rahmawati, Hermanto, Amin, 2025)