

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT ROVING TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH PADA CAMPURAN MORTAR

Dini Agnes Kurniawan¹⁾, Safrin Zuraidah, S.T., MT²⁾, Ir. Bambang Sujatmiko, MT³⁾

¹⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya, Indonesia

Email: diania.kurniawan08@gmail.com

²⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo Surabaya, Indonesia

Email: safrin.zuraidah@unitomo.ac.id

³⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo Surabaya, Indonesia

Email: bambang.sujatmiko@unitomo.ac.id

Abstract

Mortar is a building material that is widely used as plastering material, pairing work and other work. Mortar itself is made from a mixture of cement, sand, and water with varying percentages. As a binder, mortar must have a standard consistency. Therefore, it is necessary to innovate and experiment, for example by adding other materials that can be used as building materials, namely fiber roving. The purpose of this research is to analyze the mechanical behavior of mortar after adding fiber roving at various compositions to the weight of cement and get the optimal composition of fiber roving addition that produces maximum strength in mortar. The research method used is experimental. This research was conducted to obtain the compressive strength of mortar at the age of 7 days, 14 days and 28 days by using cylindrical specimens with dimensions of 10×20 cm as many as 75 pieces, 45 pieces for compressive strength, 15 pieces for split tensile strength, and 15 for porosity. From the results of this study indicate that with the addition of fiber roving at the age of 28 days with a percentage of 3% is the highest compressive strength with a result of 15.92 MPa when compared to the percentage of 0% with a compressive strength of 14.01 MPa. From the results of the research analysis, it can be determined that the optimal composition occurs in the 3% fiber roving composition with a compressive strength of 15.92 MPa and the optimal split tensile strength occurs in the 6% composition of 3.13 Mpa. And for optimal porosity there is a percentage of 9% and 12% of 10.19. It can also be concluded that the greater the porosity, the lower the compressive strength of the mortar.

Keywords: Mortar, Roving Fiber, Compressive Strength, Composition

Abstrak

Mortar merupakan bahan bangunan yang banyak digunakan sebagai bahan plesteran, pekerjaan pasangan dan pekerjaan lainnya. Mortar sendiri terbuat dari campuran semen, pasir, dan air dengan presentase yang bervariasi. Sebagai bahan pengikat, mortar harus mempunyai konsisten/kekentalan yang standar. Maka dari itu perlu adanya inovasi dan percobaan yang dilakukan contohnya dengan menambahkan bahan lain yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan yaitu serat roving. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa perilaku mekanik dari mortar setelah menambahkan serat roving pada berbagai komposisi terhadap berat semen serta mendapatkan komposisi penambahan serat roving optimal yang menghasilkan kekuatan maksimal pada mortar. Metode penelitian yang digunakan yaitu eksperimen. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh kuat tekan mortar pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan menggunakan benda uji silinder dengan dimensi 10×20 cm sebanyak 75 buah, 45 buah untuk kuat tekan, 15 buah untuk kuat tarik belah, dan 15 untuk porositas. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan penambahan serat roving pada umur 28 hari dengan presentase 3% merupakan kuat tekan yang tertinggi dengan hasil 15,92 MPa jika dibandingkan dengan presentase 0% dengan hasil kuat tekan 14,01 MPa. Dari hasil analisa penelitian dapat ditentukan komposisi optimal terjadi pada komposisi serat roving 3% dengan kuat tekan 15,92 MPa dan kuat tarik belah yang optimal terjadi pada komposisi 6% sebesar 3,13 Mpa. Dan untuk porositas optimal terdapat pada presentase 9% dan 12% sebesar 10,19. Maka dapat disimpulkan juga bahwasanya semakin besar porositas maka kuat tekan mortar semakin menurun.

Kata Kunci: Mortar, Serat Roving, Kuat Tekan, Komposisi

1. PENDAHULUAN

Mortar merupakan bahan bangunan yang banyak digunakan sebagai bahan plesteran, pekerjaan pasangan dan pekerjaan lainnya. Mortar sendiri terbuat dari campuran semen, pasir, dan air dengan presentase yang bervariasi. Sebagai bahan pengikat, mortar harus mempunyai konsisten/kekentalan yang standar. Konsisten mortar ini nantinya akan membantu menentukan kekuatan mortar (spesi atau dinding yang diplaster), sehingga

diharapkan mortar tidak rusak akibat gaya tekan yang ditimbulkan oleh beban kerja.

Dibalik fungsinya yang penting pada bidang konstruksi, mortar memiliki beberapa kekurangan yaitu harganya yang terbilang mahal, distribusinya yang masih terbatas dan kurang merata karena belum banyak produsen yang memproduksi mortar sehingga sulit ditemukan didaerah-daerah kecil, dan yang terakhir yaitu mortar yang mudah terjadi retak akibat muat susut pada dinding exterior.

Maka dari itu perlu adanya inovasi dan percobaan yang dilakukan contohnya dengan menambahkan bahan lain yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan yaitu serat roving.

Berdasarkan kajian di atas, perlu adanya penelitian akan pemanfaatan serat roving sebagai bahan tambah ataupun bahan pengisi pada campuran mortar dengan komposisi yang bervariasi, sehingga dapat mengurangi bahan ikat semen Portland. Serat roving biasa digunakan sebagai bahan pembuat gypsum dan pelapis dalam pengecatan. Roving juga digunakan untuk pelapis dalam pengecatan baik pengecatan tembok, genting, dan bumper kendaraan. Serat roving adalah bahan yang terbuat dari plastik bentuknya memanjang menyerupai senar dan bersifat elastis, roving termasuk dalam jenis serat plastik (Yudha Sulaksana, 2008).

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

Mortar adalah sebuah campuran semen dan air dengan atau tanpa bahan tambah. Fungsi utama mortar ialah untuk mengikat dan melekatkan unit-unit yang bersifat individual (bata/batuan) secara bersama sehingga membentuk sebuah unit tunggal yang lebih besar dan kompak.

B. Jenis-jenis Mortar

1. Mortar Lumpur

Mortar lumpur terbuat dari campuran pasir, lumpur/tanah liat dan air. Semua bahan-bahan atau material tersebut dicampur menjadi satu dengan perbandingan yang telah dihitung matang.

2. Mortar Kapur

Mortar kapur terbuat dari campuran pasir, kapur, semen merah dan air. Mula-mula kapur dan pasir dicampurkan dalam keadaan kering lalu tambahkan air.

3. Mortar Semen

Mortar semen terbuat dari campuran semen, pasir dan air pada proporsi yang sesuai. Perbandingan jumlah semen dan pasir berkisar antara 1:2 sampai dengan 1:6 tergantung pada kebutuhannya

4. Mortar Instan

Mortar instan atau semen instan terbuat dari campuran semen, pasir silika, zat aditif.

5. Mortar Khusus

Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar kapur dan mortar semen dengan tujuan tertentu. Mortar khusus digunakan dengan tujuan dan maksud tertentu, contohnya mortar tahan api diperoleh dengan penambahan serbuk bata merah dengan *aluminous cement*, dengan perbandingan satu *aluminous cement* dan dua serbuk bata api.

C. Bahan Penyusun Mortar

1. Semen portland

Dari beberapa jenis semen, yang sering digunakan dalam konstruksi mortar adalah jenis semen Portland. Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling kelingker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu

atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama hahan utamanya.

2. Pasir

Pasir merupakan bahan batuan berukuran kecil, ukuran butirnya < 5 mm. Pasir dapat berupa pasir alarn, sebagai hasil desintegrasi alarn dari batuan-batuan, atau berupa pasir pecahan batu yang dihasilkan alat mesin pemecah batu.

3. Air

Air adalah bahan penyusun mortar. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan bertindak sebagai pelumas antar partikel agregat sehingga dapat dengan mudah diproses dan dipadatkan. Pada dasarnya, air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi adalah 0,5% dari berat semen.

4. Bahan Tambahan

Bahan tambahan merupakan bahan pilihan yang ditambahkan ke dalam campuran mortar pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat- sifat dari mortar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya.

D. Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar sering digunakan sebagai kriteria dasar pembagian jenis mortar, karena pengukuran kuat tekan mortar lebih mudah dan biasanya dapat langsung dihubungkan dengan kemampuan mortar lainnya seperti kuat tarik dan daya serap.

E. Kuat Tarik Mortar

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kuat tarik mortar dan luas datu bidang tarik mortar tersebut. Uji kuat tarik mortar dilakukan dengan membuat benda uji mortar seperti angka delapan.

F. Porositas

Porositas mortar adalah tingkatan yang menggambarkan kepadatan mortar. Kekuatan tekan mortar dipengaruhi oleh tingkat porositasnya.

G. Berat Volume

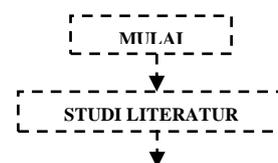
Berat volume mortar adalah perbandingan antara berat benda uji terhadap olume mortar. Pengujian berat volume dilakukan sebelum pengujian kuat tekan ataupun kuat tarik belah. Nilai berat volume diperoleh dengan cara penimbangan serta pengukuran dimensi yang berupa diameter dan tinggi benda uji.

3. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Dr. Soetomo Surabaya.

B. Rancangan Penelitian



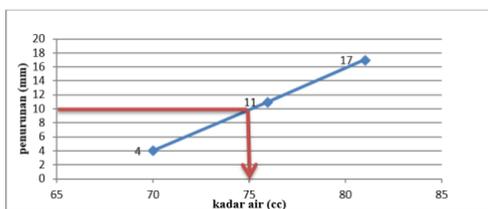


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
4. Analisa dan Pembahasan

A. Konsistensi Normal Semen

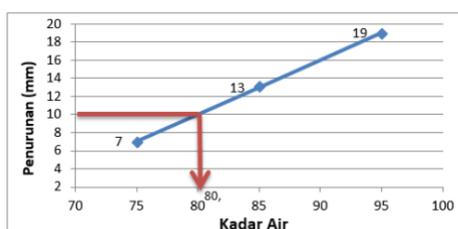
Tabel 1 Hasil pengujian konsistensi normal semen

Berat Semen (gram)	Percobaan 1		Percobaan 2	
	Kadar Air (cc) w2	Penurunan (mm)	Kadar Air (cc) w2	Penurunan (mm)
250	70	4	75	7
250	75	11	85	13
250	80	17	95	19
Konsistensi	Percobaan 1 = 30%		Percobaan 2 = 30,4%	



Gambar 1 Grafik konsistensi semen normal (percobaan 1)

Konsistensi Semen Percobaan 1 $\frac{75}{250} \times 100\% = 30\%$



Gambar 1 Grafik konsistensi semen normal (percobaan 2)
Konsistensi semen percobaan 2 $\frac{80,5}{250} \times 100\% = 32,2\%$

Maka diperoleh nilai konsistensi normal semen percobaan 1 sebesar 30% dan untuk percobaan II sebesar 32,2%. Dengan demikian diperoleh nilai konsistensi normal rata-rata 31% dan kadar air rata-rata $\frac{75+80,5}{2} = 77,75\text{ml}$

B. Waktu Mengikat dan Mengeras Semen

Tabel 2 Waktu pengikat semen dan pengerasan semen

No	Waktu Penurunan (menit)	Penurunan (mm)
1	45	43
2	60	35
3	75	30
4	90	27
5	105	22
6	120	17
7	135	15
8	150	8
9	165	4
10	180	0

menentukan waktu awal pengikatan semen yang diperoleh pada penurunan 25 mm pada menit ke 77 dan waktu mulai mengeras semen yang diperoleh pada penurunan 0 mm pada saat pasta sudah mengeras pada menit ke 180.

C. Berat Jenis Semen

Tabel 3 Menentukan berat jenis semen

Percobaan Nomor	1	2
Berat semen (w1)	250	250
Berat semen + minyak + babu takat (w2)	843	879
Berat labu takar + minyak (w3)	707	699
$b_j = 0,8 w1 / (w1 + w3 - w2)$	1,75	2,85
Berat jenis rata-rata = 2,3		

berat jenis semen dalam penelitian ini adalah 2,3 dan nilai tersebut memenuhi batas yang diizinkan yaitu tidak melebihi 3,70.

D. Menentukan Berat Volume Semen

Tabel 4 Menentukan berat volume semen

Jenis Percobaan	Dengan Rojokan	Tanpa Rojokan
Berat Silinder (w1) gr	1215	1215
Berat Selinder + Semen (w2) gr	4500	4296
Berat Semen (w2-w1) gr	3276	2945
Volume selinder (v) cm ³	3003,14	3003,14
Berat volume (w2-w1)/v gr/mm ³	1.09	1.03

berat volume dengan rojokan dan sebesar 1.09 gr/mm³ sedangkan berat volume tanpa rojokan 1.03 gr/mm³ maka dapat disimpulkan bawah berat volume semen dengan rojokan lebih besar dibanding berat volume tanpa rojokan.

E. Hasil Analisa Uji Ayakan Pasir

Tabel 5 Hasil uji ayakan pasir

No	Diameter saringan (mm)	Berat Material tertahan (gr)	Presentase tertahan (%)	Kumulatif Presentase tertahan (%)	Kumulatif presentase lolos (%)
1	9.6	-	-	-	100
2	4.8	17	1,7	1,5	98,5
3	2.4	45	4,5	6	94
4	1.2	136	13,6	19,6	80,4
5	0.6	355	35,5	55,1	44,9
6	0.3	223	22,3	77,4	22,6
7	0.15	119	11,9	89,3	10,7
8	Pan	105	10,5	99,8	0,2
Berat total		1000	100%	-	-

Funeness Modulus (FM) = $1,5 + 6 + 19,6 + 55,1 + 77,4 + 89,3 + 99,8 / 100 = 2,48$

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai modulus halus butir sebesar 2,37% dan nilai ini memenuhi syarat yangizinkan yaitu berkisar antara 2,30-3,20.

F. Rekapitulasi Hasil Uji Material

Tabel 6 Hasil Uji Material Tiap Komposisi

No	Material	Uraian	Sarat Batas	Hasil Tes Uji	Ket
1	Semen	Konsistensi	10mm	31%	Ok
		Waktu Pengikat dan pengeras		Pengerasan 180 menit Pengikatan 85 menit Penurunan 25 mm	
		Berat Jenis	3.7	2.153	
		Berat Volume	1-12 gr/cm ³	1.03 gr/cm ³	
2	Agregat Halus(Pasir Lumajang)	Kelembapan	Max 6 %	1.41%	Ok
		Berat Jenis	2,4 - 2,9gr/cm ³	2.702	
		Air Resapan	4 %	3.41 %	
		Berat Volume	1.25-1.59 gr/cm ³	1.455 gr/cm ³	
	Ayakan	Pengendapan	Max 5 %	3,02%	Ok
		Pencucian	Max 2 %	1.68%	
				Zona 2	
				OK	

hasil rekapitulasi pengujian bahan penelitian diatas maka bahan penelitian yang dipakai sudah memenuhi syarat izin sesuai dengan ketentuan SNI 03-2834-2000.

G. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar

Tabel 7 Rekapitulasi Kuat Tekan Mortar

Umur (Hari)	Variasi Serat	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
7	0%	8,70
14		16,55
28		14,01
7	3%	10,40
14		19,95
28		15,92
7	6%	10,40
14		18,04
28		12,52
7	9%	9,55
14		7,83
28		12,31
7	12%	10,40
14		12,95
28		11,67

bahvariasi s r 14 hari dengan inggi dengan hasil 19,95 mpenurunan yang pesat saat variasi serat roving 9% dengan hasil 7,83 mpa. Dan kuat tekan mortar pada umur 7 hari dengan variasi 3%, 6% dan 12% berada pada kekuatan yang sama yaitu 10,40 mpa. sedangkan pada umur 28 hari terjadi penurunan di variasi 12% dengan hasil 11,67 mpa.

H. Hasil Uji Kuat Tarik Belah Mortar

Tabel 8 Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tarik Belah Mortar

Tanggal		Variasi Serat	Luas (mm)	Berat (Kg)	Beban (N)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik Rata-rata (MPa)
03/07/2023	27/3/2023	0%	62,831	3,35	60,000	1,91	1,70
			62,831	3,29	50,000	1,59	
			62,831	3,32	50,000	1,59	
	3%	62,831	3,45	70,000	2,23	2,39	
		62,831	3,50	75,000	2,39		
		62,831	3,50	80,000	2,55		
	6%	62,831	3,55	100,000	3,18	3,13	
		62,831	3,62	100,000	3,18		
		62,831	3,67	95,000	3,02		
	9%	62,831	3,50	95,000	3,02	2,81	
		62,831	3,55	90,000	2,86		
		62,831	3,55	80,000	2,55		
12%	62,831	3,40	80,000	2,55	2,39		
	62,831	3,45	80,000	2,55			
	62,831	3,37	65,000	2,07			

kuat tekan mortar pada umur 14 hari dengan variasi serat roving 3% adalah yang tertinggi dengan hasil 19,95 mpa namun mengalami penurunan yang pesat saat variasi serat roving 9% dengan hasil 7,83 mpa. Dan kuat tekan mortar pada umur 7 hari dengan variasi 3%, 6% dan 12% berada pada kekuatan yang sama yaitu 10,40 mpa. sedangkan pada umur 28 hari terjadi penurunan di variasi 12% dengan hasil 11,67 mpa.

I. Hasil Pengujian Porositas Mortar

Tabel 9 Hasil Pengujian Porositas Mortar

Variasi Serat	Benda Uji	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Porositas %	Rata-rata Porositas
0%	1	425	410	7,64	7,13
	2	418	409	4,58	
	3	430	412	9,17	
3%	1	461	450	5,60	6,28
	2	442	430	6,11	
	3	422	408	7,13	
6%	1	412	400	6,11	9,17
	2	400	378	11,21	
	3	400	380	10,19	
9%	1	452	435	8,66	10,19
	2	440	425	7,64	
	3	450	422	14,26	
12%	1	415	394	10,70	10,19
	2	403	385	9,17	
	3	417	396	10,70	

bahwa penambahan serat roving pada mortar dengan variasi 3% sebesar 6,28 dan 9% sebesar 7,13 mengalami penurunan porositas jika dibandingkan dengan mortar normal sebesar 10,19.

J. Hubungan Antara Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Porositas Pada Umur 28 Hari

Tabel 10 Hubungan antara kuat tekan, kuat tarik belah, dan porositas mortar pada umur 28 hari

Variasi Serat	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Porositas (%)
0%	14,01	1,7	7,13
3%	15,92	2,39	6,28
6%	12,52	3,13	9,17
9%	12,31	2,81	10,19
12%	11,67	2,39	10,19

hubungan antara kuat tekan, kuat tarik belah dan porositas pada mortar normal maupun yang ada komposisi serat. Dapat disimpulkan bahwasanya jika porositasnya tinggi maka kuat tekan dan kuat tarik belah yang didapatkan rendah begitupun sebaliknya, seperti yang tertera pada tabel saat komposisi serat 3% porositas yang didapat sebesar 6,28% dengan hasil kuat tekan sebesar

15,92 dan pada saat komposisi serat 12% porositas yang didapat sebesar 10,19% dengan hasil kuat tekan sebesar 11,67.

K. Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya

Tabel 11 Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Mortar Umur 28 Hari

Hery Suroso, dkk (2013)		
Variasi Serat	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik Belah (MPa)
0%	5,44	0,59
0,1%	4,58	0,72
0,2%	3,82	0,78
0,3%	3,13	0,50
0,4%	2,64	0,24

Penelitian Mortar Sekarang		
Variasi Serat	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik Belah (MPa)
0%	14,01	1,7
3%	15,92	2,39
6%	12,52	3,13
9%	12,31	2,81
12%	11,67	2,39

bahwa pada penelitian sebelumnya nilai kuat tekan tertinggi diperoleh sebesar 5,42 MPa, nilai kuat tekan terkecil yaitu sebesar 2,64 MPa dan nilai kuat tarik tertinggi yaitu sebesar 0,78 MPa, nilai kuat tarik terkecil yaitu sebesar 0,24 MPa. Sedangkan pada penelitian sekarang kuat tekan tertinggi ada pada presentase serat 3% dan terendah pada presentase 12%, untuk kuat tarik belah tertinggi pada presentase serat 6% dan terendah pada presentase 0% atau mortar normal.

5. PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang saya lakukan di ruangan Laboratorium Universitas dr. Soetomo Surabaya, dapat saya simpulkan dengan penggunaan serat roving pada campuran mortar didapati hasil berikut:

1. Penambahan serat roving pada umur 28 hari dengan presentase 3% merupakan kuat tekan yang tertinggi dengan hasil 15,92 Mpa jika dibandingkan dengan presentase 0%, dengan hasil kuat tekan 14,01 Mpa. Dan dapat disimpulkan juga bahwasanya semakin banyak presentasi roving maka kuat tekan mortar semakin menurun.
2. Komposisi optimal terjadi pada komposisi serat roving 3% dengan kuat tekan 15,92 Mpa dan kuat tarik belah yang optimal terjadi pada komposisi 6% sebesar 3,13 Mpa.

2. Saran

Berdasarkan analisis dan penerapan aplikasi dapat mempermudah dalam menganalisis dan tingkat akurat yang sangat tinggi.

- a. pada saat penambahan serat dalam adukan perlu diperhatikan dengan baik cara pencampurannya, sehingga penyebaran serat roving lebih merata
- b. Serat roving yang digunakan tidak boleh terlalu banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- SNI 15-2049-2004. Tentang Semen Portland
- Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971
- ASTM C29/C29M-91, 2017. Metode pengujian ini mencakup penentuan kerapatan curah (“satuan berat”) agregat.
- ASTM 109, 2020. Metode uji standar untuk kuat tekan mortar semen hidrolik
- ASTM C128-93. Metode Uji Standar Kepadatan Relatif (Berat Jenis) dan Penyerapan Agregat Halus.
- ASTM C-150, 1985. Spesifikasi standar untuk semen portland
- ASTM C 270. Standar spesifikasi untuk mortar
- ASTM C556 89
- Aref A. Abadel, Mohammed Salah Nasr , Ali Shubbar, Tameem Mohammed Hashim and Rabin Tuladhar (2023). ” Potensi Pemanfaatan Serbuk Limbah Mortar Rendering Sebagai Semen Bahan Pengganti: Bersih, Mekanis, Awet dan Properti Mikrostruktur. ”
- Fajri, Bakhtiar, Ruhana, Erna Yusniyanti, Ilyas Yusuf, Yunita Dara (2022).” Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene dari Limbah Karung Beras terhadap Sifat Mekanis Mortar Geopolimer Berbasis Fly ash PLTU Pangkalan Susu “. Vol. 6 No. 1 November 2022
- Fransiskus Muliadi (2023) “ Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Untuk Campuran Mortar Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah. “
- Hery Suroso, Dinar Sandi Kusuma (2013) “ Pengaruh Penambahan Serat Roving Pada Mortar (Tinjauan Terhadap Kelelahan, Kuat Tekan, Kuat Tarik, Dan Kuat Rekat). “
- Kahani, M, A (2019) Pengaruh Penambahan Serat Limbah Plastik High Density Polyethylene (Hdpe) Dengan Persentase 0, 5%, 0, 7%, Dan 0, 9% Pada Beton Bertulang Terhadap Kuat Lentur
- Lissa Opirina, Dewi Purnama Sari, Muhammad Hanif (2019). “ Pengaruh Penambaan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Normal “. Vol 19, No 2 (2019).