

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK LIMBAH MARMER TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR

*)Danu Permadi¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi, Banyuwangi, Jawa Timur

*)e-mail: danupermadi16@gmail.com

ABSTRACT

One type of mortar used in the process of making walls and plastering is lime mortar. In this study, marble waste will be utilized to increase quality. The use of waste marble as a substitute for a portion of the weight of cement can produce a plastic mortar, making it easy to work with and the mortar is more watertight. Because marble waste has a fairly high calcium content, it is hoped that it will be able to become a binder and can reduce cement during the mortar making process. This study discusses the effect of mortar with marble waste substitution of 0%, 20%, 25% and 30% by weight of cement. Compressive strength testing was carried out at the age of 3, 7, 14, 21 and 28 days. From the test results it can be seen that for all variations of mortar there has been an increase in both the bulk density of the mortar and the compressive strength of the mortar at each age, but has no effect on the addition of the value of the unit weight or compressive strength on the normal mortar, with the optimum value found in the addition of marble waste powder of 25% results in a compressive strength of 15.33 MPa with a bulk density of 2.04 gram/cm³. Judging from the compressive strength obtained based on SNI 03-6882-2002 concerning mortar specifications, for all variations of mortar including type S lime mortar.

Keywords: bagasse ash, setting time, compressive strength of mortar

ABSTRAK

Salah satu tipe mortar yang digunakan dalam proses pembuatan dinding dan plesteran yakni mortar kapur. Pada penelitian ini akan memanfaatkan limbah marmer untuk menambah mutu. Penggunaan limbah marmer sebagai substitusi sebagian berat semen dapat menghasilkan adukan mortar yang plastis, sehingga mudah dikerjakan dan mortar lebih kedap air. Dikarenakan limbah marmer memiliki kandungan kalsium yang cukup tinggi diharapkan mampu menjadi binder dan dapat mereduksi semen pada saat proses pembuatan mortar. penelitian ini membahas mengenai pengaruh mortar dengan substitusi limbah marmer sebesar 0%, 20%, 25% dan 30% dari berat semen. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari. Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa untuk semua variasi mortar mengalami peningkatan baik berat isi mortar maupun kuat tekan mortar pada setiap umurnya, akan tetapi tidak memiliki pengaruh penambahan nilai berat isi maupun kuat tekan terhadap mortar normal, dengan nilai optimum terdapat pada penambahan serbuk limbah marmer sebesar 25% didapatkan hasil kuat tekan sebesar 15,33 MPa dengan berat isi sebesar 2,04 gram/cm³. Ditinjau dari kuat tekan yang didapatkan berdasarkan SNI 03-6882-2002 tentang spesifikasi mortar, untuk semua variasi mortar termasuk mortar kapur tipe S.

Kata Kunci: agregat halus, kuat tekan, limbah serbuk marmer, dan tipe mortar.

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

Kemajuan dalam konstruksi bangunan berkembang sangat pesat dan jumlah pekerjaan konstruksi yang berbeda telah meningkatkan permintaan untuk konstruksi yang berkualitas. Perekat diperlukan untuk konstruksi dinding, dan perekat yang paling umum digunakan adalah mortar. Mortar didefinisikan sebagai campuran bahan dengan komposisi tertentu yang terdiri dari agregat halus (pasir), perekat (tanah liat, kapur, semen portland) dan air.

Salah satu tipe mortar yang digunakan dalam proses pembuatan dinding dan plesteran yakni mortar kapur. Dikarenakan mortar kapur memiliki harga yang relatif lebih murah dibandingkan mortar semen. Pada penelitian ini akan memanfaatkan limbah marmer untuk menambah mutu mortar sehingga mampu mengatasi permasalahan yang terjadi. Penggunaan limbah marmer sebagai substitusi sebagian berat semen dapat menghasilkan adukan mortar yang plastis, sehingga mudah dikerjakan dan mortar lebih kedap air. Dikarenakan limbah marmer memiliki kandungan kalsium yang cukup tinggi diharapkan mampu menjadi binder dan dapat mereduksi semen pada saat proses pembuatan mortar. Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukan penelitian mengenai pengaruh mortar dengan substitusi limbah marmer sebesar 0%, 20%, 25% dan 30% dari berat semen. Bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat tekan yang dihasilkan serta tipe mortar kapur yang sesuai (SNI-6882, 2014).

Rumusan masalah

Bagaimana pengaruh penambahan serbuk limbah marmer sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan mortar?

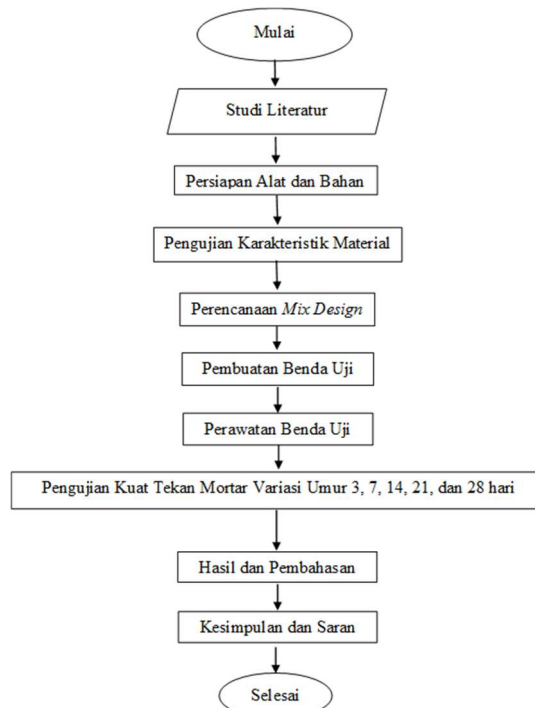
Batasan masalah

Agar penelitian yang dilakukan pada proyek akhir ini lebih berfokus, adapun batasan masalah yang digunakan adalah :

1. Pengujian skala laboratorium
2. Variasi serbuk limbah marmer sebesar 0%, 20%, 25% dan 30% dari berat semen.
3. Pemeriksaan kuat tekan mortar dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari untuk mortar menggunakan agregat halus pasir lumajang.

2. METODE PENELITIAN

Diagram alir pada metode penelitian proyek akhir ini menjelaskan tentang alur penyelesaian suatu permasalahan berdasarkan data yang diperoleh hingga mendapatkan hasil penelitian sesuai dengan yang diharapkan. Dalam penelitian proyek akhir ini diagram alir pelaksanaan disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Flow Chart Pelaksanaan Proyek Akhir

Berdasarkan *flowchart* penelitian di atas, proses pengerjaan Proyek Akhir akan dijelaskan secara lebih terperinci pada sub bab berikut :

1. Studi Literatur

Dilakukan untuk tahap awal pelaksanaan pekerjaan diawali dengan mempelajari *referensi* yang berkaitan dengan pokok bahasan penelitian, dapat melalui acuan standarisasi, buku-buku, proposal proyek akhir yang sesuai dengan tema, jurnal dan artikel. *Referensi* tersebut bisa didapatkan pada perpustakaan Politeknik Negeri Banyuwangi, perpustakaan daerah maupun dari media online

2. Persiapan Material dan Peralatan

Beberapa material yang diperlukan dan beberapa peralatan utama maupun penunjang yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pembuatan benda uji (sampel) meliputi :

a. Material

- 1) Semen *Portland* type 1
- 2) Agregat halus (pasir), agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pasir lumajang
- 3) Air
- 4) Limbah serbuk marmer.

b. Peralatan

- 1) Bak spesi
- 2) Gelas ukur
- 3) Sendok spesi

- 4) Timbangan
- 5) Mixer
- 6) Cetakan mortar dengan panjang 5 cm, lebar 5cm dan tinggi 5 cm
- 7) Ayakan
- 8) Oven
- 9) Penggaris

3. Pengujian Karakteristik Material

Pengujian material dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik material yang akan digunakan untuk penelitian ini. Berikut beberapa pengujian karakteristik material yang dilakukan:

a. Berat Jenis Pasir

Berat jenis pasir dapat dihitung dengan persamaan 3.1 berikut:

$$B_j \text{ Pasir} = \frac{w_1}{w_1 - w_2 + w_3} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

w_1 = Berat pasir SSD

w_2 = Berat piknometer + air + pasir

w_3 = Berat piknometer + air

b. Air Resapan Pasir

Air resapan pasir dapat dihitung dengan persamaan 3.2 berikut :

$$KAR = \frac{(w_1 - w_2)}{w_2} \times 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan :

w_1 = Berat pasir SSD

w_2 = Berat Pasir Oven

KAR = Kadar Air Resapan

c. Analisa Saringan Pasir

Analisa saringan pasir dapat dihitung dengan persamaan 3.3 berikut :

$$\text{Angka Kehalusan} = \frac{\% \text{ kumulatif tertinggal}}{100} \dots \dots \dots (3.3)$$

d. Analisa Kadar Lumpur Pasir

Analisa kadar lumpur pasir dapat dihitung dengan persamaan 3.4 berikut :

$$\text{Kadar lumpur pasir} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \dots \dots (3.4)$$

Keterangan :

w_1 = Berat pasir kering oven

w_2 = Berat pasir bersih kering oven

KL = Kadar Air Resapan

e. Analisa Berat Volume Pasir

Analisa Berat Volume Pasir dihitung dengan persamaan 3.5 berikut :

$$\text{Berat volume pasir} = \frac{w_2 - w_1}{V} \dots \dots \dots (3.5)$$

Keterangan :

w_1 = Berat bejana silinder (gr)

w_2 = Berat silinder + Pasir (gr)

V = Volume Silinder (cm³)

f. Analisa Berat Jenis Semen

Berat jenis pasir dapat dihitung dengan persamaan 3.6 berikut :

$$B_j \text{ semen } \rho = \frac{\text{berat semen}}{(v_1 - v_2)} \dots \dots \dots (3.6)$$

Keterangan :

v_1 = pembacaan pertama pada skala botol

v_2 = pembacaan kedua pada skala botol

g. Waktu Ikat (*Setting Time*)

Berat jenis pasir dapat dihitung dengan persamaan 3.6 berikut :

$$\text{Konsistensi} = \frac{\text{berat air}}{\text{berat semen}} \times 100\% \dots\dots(3.6)$$

h. Analisa Berat Jenis Limbah Serbuk Marmer

Berat jenis serbuk limbah marmer dapat dihitung dengan persamaan 3.7 berikut :

$$B_j \text{ Marmer} = \frac{w_1}{w_1 - w_2 + w_3} \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan :

w_1 = Berat marmer

w_2 = Berat piknometer + air + marmer

w_3 = Berat piknometer + air

4. Perencanaan Campuran Mortar (*Mix Design*)

Perbandingan dalam campuran semen dengan pasir adalah 1:2,75. Jenis benda uji berupa kubus ukuran 5 x 5 x 5 cm. Maka bahan yang digunakan dalam 1 variasi penelitian sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= p \times l \times t \\ &= 50 \times 50 \times 50 \\ &= 125.000 \text{ mm}^3 = 125 \text{ cm} \end{aligned}$$

- Semen = 500 gr : 6
= 83,33 gr/benda uji
- Air = 242 ml : 6
= 40,33 ml/benda uji
- Pasir = 1.375 gr : 6
= 229,17 gr/benda uji

Prosentase campuran bubuk limbah serbuk marmer masing-masing dipakai 0%, 20%, 25% dan 30% dari berat semen. Perhitungan kebutuhan bahan untuk masing-masing variasi prosentase sebagai berikut:

1) Pencampuran :

$$\begin{aligned} \text{Normal} = \text{LM} &= 0\% \times 83,33 \text{ gr} \\ &= 0 \text{ gr/benda uji} \\ \text{PC} &= 100\% \times 83,33 \text{ gr} \\ &= 83,33 \text{ gr/ benda uji} \end{aligned}$$

2) Pencampuran :

$$\begin{aligned} \text{LM25\%} + \text{PC80\%} &= \\ \text{LM} &= 20\% \times 83,33 \text{ gr} \\ &= 16,70 \text{ gr/ benda uji} \\ \text{PC} &= 80\% \times 83,33 \text{ gr} \\ &= 66,60 \text{ gr/ benda uji} \end{aligned}$$

3) Pencampuran :

$$\begin{aligned} \text{LM25\%} + \text{PC75\%} &= \\ \text{LM} &= 25\% \times 83,33 \text{ gr} \\ &= 20,83 \text{ gr/benda uji} \\ \text{PC} &= 75\% \times 83,33 \text{ gr} \\ &= 62,5 \text{ gr /benda uji} \end{aligned}$$

4) Pencampuran :

$$\begin{aligned} \text{LM30\%} + \text{PC70\%} &= \\ \text{LM} &= 30\% \times 83,33 \text{ gr} \\ &= 25 \text{ gr/benda uji} \\ \text{PC} &= 70\% \times 83,33 \text{ gr} \\ &= 58,33 \text{ gr /benda uji} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui komposisi dan total kebutuhan sampel campuran mortar dengan agregat halus menggunakan pasir lumajang dapat dilihat pada tabel **Tabel 1**.

Tabel 1. Komposisi dan Total Kebutuhan Sampel Mortar

Uraian	Perbandingan Variasi Campuran	Pencampuran Limbah Serbuk Marmer (%)	Jumlah Sampel (Buah)
Benda uji	1 (0%LM+75%PC)	0	5

Normal	: 2,75 PL		
Benda uji	1 (20%LM+75%PC)	20	5
Variasi 20%	: 2,75 PL		
Benda uji	1 (25%LM+75%PC)	25	5
Variasi 25%	: 2,75 PL		
Benda uji	1 (30%LM+70%PC)	30	5
Variasi 30%	: 2,75 PL		
Total jumlah sampel			
Total jumlah sampel x jumlah pengujian (5 variasi umur)			

Diketahui : Perbandingan berat dalam campuran semen dengan pasir (1:2,75)

LM = Limbah Marmer

PC = Portland semen

PL = Pasir Lumajang

5. Pembuatan benda uji

Pembuatan mortar dilaksanakan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi. Dalam penelitian ini benda uji dicetak secara manual menggunakan cetakan yang berbentuk kubus (5 x 5 x 5) cm. Sebelum cetakan digunakan, cetakan diolesi dengan pelumas terlebih dahulu supaya saat proses pencetakan mortar tidak menempel pada cetakan serta mempermudah proses pengeluaran mortar dari cetakan. Berikut tahapan-tahapan dalam pembuatan mortar:

- 1) Tahap mempersiapkan material dengan komposisi campuran perencanaan yang sudah direncanakan sebelumnya.
- 2) Pencampuran dilakukan dengan cara mencampur semen dan pasir sedikit demi sedikit kedalam wadah pengaduk hingga tercampur rata. Setelah campuran merata, campurkan limbah serbuk marmer dengan diaduk supaya rata. Kemudian tuangkan air kedalam campuran sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan bantuan mixer. Pengadukan dilakukan kurang lebih selama 60 detik
- 3) Tahap pencetakan benda uji dilakukan setelah adonan mortar homogen. Adonan yang telah homogen dimasukkan ke dalam cetakan yang telah disiapkan sebelumnya. Proses pengisian kedalam cetakan dilakukan sebanyak 2 lapis dan di setiap lapisnya dipadatkan menggunakan alat rojok sebanyak 32 kali

6. Perawatan benda uji

Perawatan benda uji berfungsi memberikan hasil kuat tekan yang lebih baik. Tujuan perawatan berfungsi mencegah pengeringan yang bisa menyebabkan kehilangan air yang dibutuhkan untuk proses pengerasan sehingga kebutuhan air selama proses hidrasi semen tidak berkurang, untuk memberikan hasil kekuatan yang baik. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara mengeluarkan mortar dari cetakan setelah 24 jam, kemudian direndam dalam kotak spesi yang berisi air sampai umur rencana pengujian kuat tekan yaitu umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari

7. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari

Pada penelitian ini pengujian kuat tekan dilaksanakan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari mengacu pada (SNI-03-6825, 2002). pengujian Metode ini melingkupi penentuan kuat tekan mortar semen hidrolis dengan menggunakan cetakan kubus berukuran sisi 50 mm. Pengujian kuat tekan mortar dapat dihitung sesuai (SNI-03-6825, 2002). dalam Persamaan 3.6 dan Persamaan 3.7.

$$\sigma_m = \frac{P_{maks}}{A} \dots \dots \dots (3.8)$$

Keterangan :

σ_m = Kekuatan tekan mortar (MPa)

P_{maks} = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

Untuk benda uji kubus dengan panjang sisi 50 mm, maka $A = 2.500 \text{ mm}^2$

$$\gamma_m = \frac{BM}{V} \dots \dots \dots (3.9)$$

Keterangan :

γ_m = Berat isi mortar (kg/ml)

BM = Berat benda uji (kg)

V = Volume benda uji (ml)

Untuk benda uji kubus dengan panjang sisi 50 mm, maka $V = 125 \text{ ml}$

8. Klasifikasi tipe mortar berdasarkan (SNI-6882, 2014)

Setelah proses pengujian kuat tekan benda uji, maka hasilnya diklasifikasikan berdasarkan (SNI-6882, 2014) yang dapat dilihat pada tabel Persyaratan Spesifikasi Properti.

9. Hasil dan pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian mortar dengan penambahan serbuk limbah marmer, didapatkan nilai kuat tekan dan tipe mortar yang sesuai dengan persyaratan proporsi menurut SNI-6882-2014

10. Kesimpulan dan saran

Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan tentang kuat tekan mortar dari berbagai macam variasi, dan dari hasil tersebut dihasilkan saran yang bersifat membangun dan bermanfaat bagi pembaca.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian agregat halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini yaitu pasir kuarsa. Hasil pengujian agregat halus diperoleh sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Pengujian Pasir

No	Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis	2,63 gr/cm ³
2	Kadar Air Resapan	0,4%
3	Kadar lumpur	1,6%
4	Kelembaban Pasir	0
5	Modulus	3,73
	Kehalusan	

Hasil pengujian material tersebut mempunyai karakteristik yang baik dan memenuhi persyaratan yang ada baik dari SNI maupun ASTM, maka material tersebut dapat digunakan untuk pembuatan mortar.

Hasil pengujian semen

Semen yang digunakan pada penelitian ini yaitu semen portland tipe 1. Hasil pengujian pada semen diperoleh sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Semen

No	Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis	3,03 gr/cm ³
2	Kehalusan Semen	5,6%
3	Konsistensi Normal	24%
4	Waktu Ikat	75 menit

Hasil pengujian semen mempunyai karakteristik yang baik dan memenuhi persyaratan yang ada baik dari SNI maupun ASTM, maka semen tersebut dapat digunakan untuk pembuatan mortar.

Hasil pengujian abu ampas tebu

Abu ampas tebu yang digunakan telah lolos saringan No. 200. Hal tersebut agar abu ampas tebu memiliki ukuran sama dengan semen. Hasil pengujian yang diperoleh sebagai berikut :

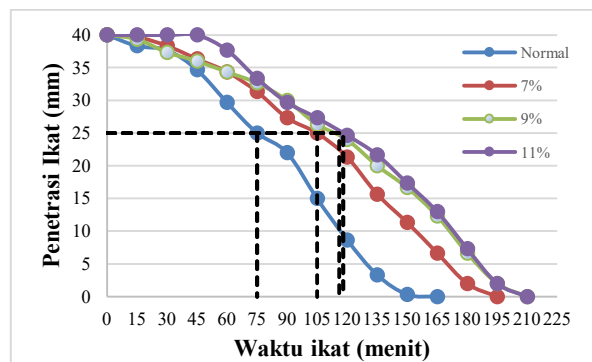
Tabel 4. Hasil Pengujian Abu Ampas Tebu

No	Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis	1,66 gr/cm ³
	Konsistensi Normal	
2	BU2 (AAT 7%)	29%
	BU3 (AAT 9%)	31%
	BU4 (AAT 11%)	32%
	Waktu Ikat Semen	
3	BU2 (AAT 7%)	105 menit
	BU3 (AAT 9%)	118,75 menit
	BU4 (AAT 11%)	116,67 menit

Waktu pengikatan campuran mortar

Tabel 5. Hasil Pengujian Waktu Ikat

Waktu (menit)	Benda Uji			
	Normal	AAT 7%	AAT 9%	AAT 11%
0	40	40	40	40
15	38	40	39	40
30	38	38	37	40
45	35	36	36	40
60	30	34	34	38
75	25	31	33	33
90	22	27	30	30
105	15	25	26	27
120	9	21	24	25
135	3	16	20	22
150	0	11	17	17
165	0	7	12	13
180		2	7	7
195		0	2	2
210			0	0



Gambar 3. Grafik Pengujian Waktu Ikat

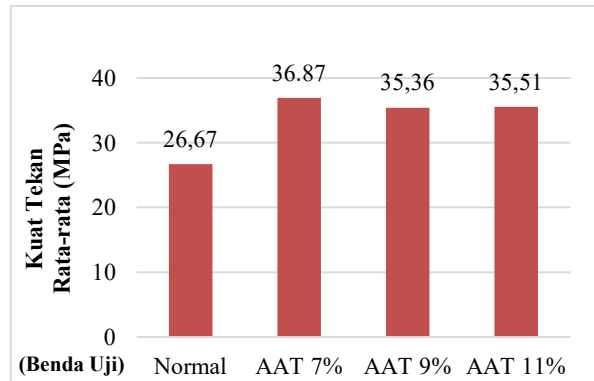
Waktu ikat benda uji dengan campuran abu ampas tebu membutuhkan waktu lebih lama dari waktu ikat pada semen normal. Hal tersebut disebabkan karena abu ampas tebu merupakan pozzolan yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen. Sehingga dalam pengikatan campuran, semen membutuhkan waktu yang lebih lama dari waktu ikat normalnya.

Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada umur uji 28 hari. Pengaruh penggunaan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen pada mortar mengalami peningkatan dan penurunan kuat tekan mortar. Persentase peningkatan dan penurunan kuat tekan mortar dapat dilihat pada **Gambar 4**. Hasil uji kuat tekan mortar dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan

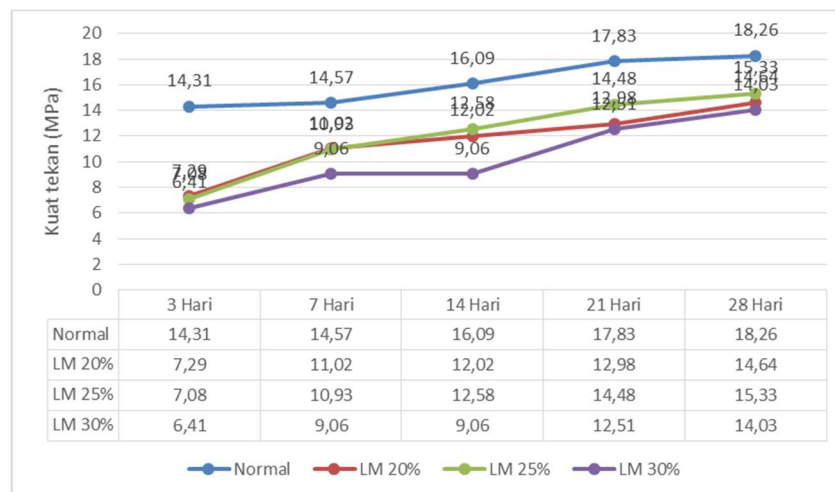
No.	Benda Uji	Luas (cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	Normal (BU1)	25	26,67
2	AAT 7% (BU2)	25	36,87
3	AAT 9% (BU3)	25	35,36
4	AAT 11% (BU4)	25	35,51



Gambar 4. Grafik Pengujian Kuat Tekan Mortar

Berdasarkan **Gambar 4** mortar dengan campuran abu ampas tebu memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi dari mortar normal yang tidak menggunakan abu ampas tebu. Pada pengujian kuat tekan mortar umur 28 hari, didapat kuat tekan mortar normal sebesar 26,67 MPa. Mortar dengan campuran abu ampas tebu 7% terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 38,24% dari mortar normal dengan nilai kuat tekan yang didapat 36,87 MPa dan merupakan nilai kuat tekan optimum. Kuat tekan mortar dengan campuran abu ampas tebu 9% meningkatkan kuat tekan mortar 32,59% dari mortar normal dengan nilai kuat tekan yang didapat 35,364 MPa. Mortar dengan campuran abu ampas tebu 11% meningkatkan kuat tekan 33,15% dari mortar normal dengan nilai kuat tekan 35,512 MPa. Kuat tekan pada mortar dengan abu ampas tebu 9% dan 11% mengalami penurunan dengan nilai kuat tekan yang relatif sama atau tidak signifikan dari kuat tekan mortar campuran abu ampas tebu 7%. Penurunan ini diperkirakan disebabkan oleh ikatan antar agregat yang kurang kuat dan kurang homogen pada penggunaan abu ampas tebu diatas 7%. Dengan demikian penggunaan abu ampas tebu untuk pengganti semen dengan variasi campuran 7% merupakan campuran yang paling optimum pada campuran ini. Jika digunakan campuran abu ampas tebu melebihi 7% maka kuat tekan yang didapat akan cenderung menurun.

Hasil rekapitulasi pengujian kuat tekan yang telah dilakukan didapatkan untuk benda uji mortar dengan variasi campuran pasir lumajang memiliki titik optimum pada mortar penambahan limbah serbuk marmer sebesar 25%. Grafik rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Grafik Rekapitulasi Kuat Tekan Mortar

4. KESIMPULAN

1. Semen dengan campuran abu ampas tebu membutuhkan waktu ikat awal lebih lama dari waktu ikat awal semen normal. Sehingga penggunaan abu ampas tebu berpengaruh terhadap waktu ikat semen.
2. Penambahan abu ampas berpengaruh terhadap kadar air pada pengujian konsistensi normal. Semakin banyak abu ampas tebu, kadar air yang dibutuhkan semakin bertambah, karena abu ampas tebu menyerap air.
3. Penggunaan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen pada mortar dengan AAT 7% meningkatkan kuat tekan 38,24% dengan nilai yang didapat 36,87 MPa dan merupakan nilai kuat tekan optimum.
4. Berdasarkan SNI 03-6882-2002 tentang spesifikasi mortar, dari nilai kuat tekan yang didapat mortar normal dan mortar dengan campuran abu ampas tebu dapat dikategorikan sebagai mortar tipe M yang mempunyai kekuatan 17,2 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- Kulmasari Dwi, (2019). Jurnal Pena Vol.33 No.1 Edisi Maret 2019 Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton Tisnawati, Dwi Kumalasari. 33(1), 29–36.
- Nursani, M., Karo Karo, P., & Yulianti, Y. (2020). Pengaruh Variasi Penambahan Abu Ampas Tebu dan Serat Ampas Tebu Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Pada Mortar. Jurnal Fisika Indonesia, 24(3), 118. <https://doi.org/10.22146/jfi.v24i3.55989>
- Rompas, G. P., Pangouw, J. D., Pandaleke, R., & Mangare, J. B. (2013). Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas. Jurnal Sipil Statik, 1(2), 82–89.
- Saputra, E. B., Gunawan, L. I., & Safarizki, H. A. (2019). Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Beton Normal. MoDuluS: Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil, 1(2), 67. <https://doi.org/10.32585/modulus.v1i2.589>
- Wiranto, D.W. 2021. Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu (Bagasse) Sebagai Substitusi Campuran Agregat Halus Pada Genteng Beton. Tugas Akhir. S1 Teknik Sipil fakultas Teknik Universitas Semarang. Semarang.