

UJI KUAT TEKAN MORTAR DENGAN SUBSTITUSI ABU BATU MORAMO PADA CAMPURAN MORTAR PASIR HALUS SABULAKOA

COMPRESSIVE STRENGTH TEST OF MORTAR WITH MORAMO STONE ASH SUBSTITUTION IN SABULAKOA FINE SAND MORTAR MIXTURE

Hujiyanto*¹, Irwan Lakawa², Vickky Anggara Ilham³

^{1,2,3}Dosen, Prodi Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sulawesi Tenggara
Korespondensi : hujiyantolit@gmail.com

ABSTRAK

Campuran mortar merupakan salah satu unsur penting dalam pekerjaan sipil/konstruksi. Sebagai bahan pengikat campuran mortar banyak digunakan pada berbagai jenis pekerjaan dengan tingkat kekuatan yang berbeda sesuai kebutuhannya. Banyak bahan baku pasir yang sering digunakan namun belum memenuhi persyaratan bahan baik gradasi butiran atau persyaratan lainnya. Pada penelitian ini dilakukan uji kuat tekan dengan menggunakan bahan pasir halus dengan tambahan abu batu, untuk di uji berapa kekuatan yang dicapai dengan variasi persentase tambahan abu batu yang berbeda. Pembuatan benda uji campuran mortar ini mengacu pada SNI 03-6882-2002 Pengujian dilakukan pada umur 7hari, 14 hari dan 28 hari. Dengan variasi tambahan abu batu 0%, 20%, 40% dan 60%. Hasil dari penelitian ini campuran mortar dengan tambahan abu batu 20% akan menaikkan kuat tekan dari 4,74Mpa tanpa tambahan abu batu menjadi 7,13 MPa, cenderung menurun pada tambahan 40% diperoleh kuat tekan 6,96 MPa dan pada tambahan 60% diperoleh kuat tekan 5,74Mpa. Persamaan regresi sederhana hubungan antara penambahan persentase abu batu (variabel x) dan nilai kuat tekan (variabel y) yaitu $y = -22,578x^2 + 14,97x + 4,8122$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,97$ (sangat kuat).

Kata Kunci : Abu batu, campuran mortar, kuat tekan

ABSTRACT

Mortar mixture is an important element in civil/construction work. As a binding agent, mortar mixtures are widely used in various types of work with different strength levels according to their needs. Many sand raw materials are often used but do not meet the material requirements, either grain gradation or other requirements. In this research, a compressive strength test was carried out using fine sand with the addition of stone ash, to test how much strength was achieved with varying percentages of additional stone ash. The manufacture of test specimens for this mortar mixture refers to SNI 03-6882-2002. Testing was carried out at 7 days, 14 days and 28 days. With additional variations of 0%, 20%, 40% and 60% stone ash. The results of this research are mortar mixtures with the addition of 20% stone ash will increase the compressive strength from 4.74 MPa without the addition of stone ash to 7.13 MPa, tending to decrease at an additional 40% the compressive strength is 6.96 MPa and at an additional 60% the strength is obtained. press 5.74Mpa. The simple regression equation for the relationship between the addition of the percentage of stone ash (variable x) and the compressive strength value (variable y) is $y = -22.578x^2 + 14.97x + 4.8122$ with the coefficient of determination $R^2 = 0.97$ (very strong).

Keywords: Stone ash, mortar mix, compressive strength

PENDAHULUAN

Campuran mortar adalah suatu campuran material atau agregat dengan bahan semen, pasir dan air dengan komposisi tertentu (Hunggurami et al., 2019) dalam campuran mortar dapat ditambahkan bahan material lain atau *adiktif* untuk tujuan tertentu. Penggunaan campuran atau adukan mortar sebagai bahan pengikat, campuran mortar harus memiliki konsentrasi atau kekentalan tertentu. Kekentalan ini bertujuan dalam menentukan kekuatan mortar yang menjadi bahan pengikat atau spesi. Campuran mortar dapat digunakan untuk berbagai bentuk, misalnya pada pekerjaan dinding pasangan batu merah, batu bata, batako, pekerjaan plesteran dinding, pekerjaan pasangan keramik, pekerjaan pasangan batu, plesteran beton dan pekerjaan lainnya. Dalam campuran mortar yang perlu diketahui adalah sifat kerapatannya, kuat tekannya, porositasnya dan kehalusan atau kekasaran dari campuran mortarnya. Dalam campuran mortar yang mempengaruhi mutu dari campuran mortar adalah persentase penggunaan semen, kehalusan atau kekasaran dari material pasir yang digunakan, karena kehalusan atau kekasaran bahan pasir yang digunakan diperlukan untuk penyesuaian jenis pekerjaan yang akan dikerjakan. Hasil penelitian (Asmaroni et al., 2022) menyimpulkan semakin meningkatnya perbandingan penggunaan semen dan abu batu pada semua umur pengujian akan mengalami penurunan kuat tekan.

Pasir halus ex. Sabulakoa merupakan bahan baku pasir yang banyak digunakan untuk campuran mortar maupun beton. Pasir ini bersumber dari Sungai Konawehe kabupaten Konawe, pada lokasi pasir (quarry) yang berbeda pasir ex. Sabulakoa memiliki ukuran butir yang berbeda pula, dari hasil

uji gradasi pada pasir halus ex. Sabulakoa diperoleh pada sumber quarry tertentu memiliki gradasi yang sangat halus (Tabel 4).

Adanya substitusi bahan lain pada campuran mortar misalnya botton ash, *fly ash*, abu batu, limbah kaca, abu tempurung kelapa, sabut kelapa akan mempengaruhi nilai kuat tekannya, baik menurunkan atau menaikkan kuat tekannya. Botton Ash dapat digunakan sebagai pengganti pasir pada pembuatan campuran mortar, penambahan botton ash akan meningkatkan kuat tekan 50% (Susilowati et al., 2021). Penelitian oleh (Mulyadi et al., 2020) penambahan limbah kaca 3% pada campuran mortar akan menaikkan kuat tekannya. Sedangkan hasil penelitian (Kusumaningrum et al., 2023) pada uji kuat tekan mortar semakin besar komposisi abu batu maka akan menurunkan kuat tekan mortarnya. Penelitian (Pratama et al., 2024) menghasilkan dengan semakin banyaknya kadar substitusi limbah bata ringan terhadap FA maka menurunkan nilai kuat tekan mortar meskipun tidak terlalu signifikan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai kuat tekan campuran mortar dari pasir halus Sabulakoa tanpa dan dengan menambahkan (substitusi) variasi persentase material abu batu Moramo yang memiliki butiran kasar.

TINJAUAN PUSTAKA

Campuran Mortar

Menurut SNI 03-6882-2002 campuran mortar yang memenuhi ketentuan spesifikasi harus terdiri dari bahan bersifat semen, agregat, dan air dimana semuanya harus memenuhi syarat persyaratan proporsi menurut **Tabel 1**.

Tabel 1. Persyaratan Proporsi

Mortar	Tipe	Campuran dalam volume (bahan bersifat semen)				Kapur padam atau kapur pasta	Rasio agregat (pengukuran pada kondisi lembab dan gembur)
		PC / semen giling	Semen pasangan				
			M	S	N		
Kapur semen	M	1	...	...	...	¼	1¼ - 3 kali jumlah volume bahan bersifat semen
	S	1	...	...	...	>¼ - ½	
	N	1	...	...	...	>¼ - 1¼	
	O	1	...	...	...	> 1¼ - 2½	
Semen pasangan	M	...	...	...	...	...	1¼ - 3 kali jumlah volume bahan bersifat semen
	S	...	...	...	...	...	
	N	...	...	...	...	...	

Mortar	Tipe	Campuran dalam volume (bahan bersifat semen)				Rasio agregat (pengukuran pada kondisi lembab dan gembur)	
		PC / semen giling	Semen pasangan				Kapur padam atau kapur pasta
			M	S	N		
	O	...	...	...	...	...	

Sumber : SNI 03-6882-2002

Tipe tipe mortar :

1). Mortar tipe M adalah mortar yang mempunyai kekuatan 17,2 Mpa Menurut tabel 2, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe N atau kapur semen dengan menambah kapur semen portland dan kapur padam.

2). Mortar tipe S adalah mortar yang mempunyai kekuatan 12,5 Mpa menurut tabel 2, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe S atau kapur semen dengan menambah semen portland dan kapur padam.

3). Mortar tipe N adalah mortar yang mempunyai kekuatan 5,2 Mpa menurut tabel 2, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe N atau kapur semen dengan menambah semen portland dan kapur padam.

4). Mortar tipe O adalah mortar yang mempunyai kekuatan 2,4 Mpa, menurut **Tabel 2**, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe N atau kapur semen dengan menambah semen portland dan kapur padam.

Tabel 2. Persyaratan spesifikasi sifat

Mortar	Tipe	Kuat tekan rata rata 28 hr min. (Mpa)	Retensi air Min. (%)	Kadar Udara maks (%)	Rasio agregat (pengukuran pada kondisi lembab, gembur)
Kapur semen	M	17,2	75	12	2¼ - 3½ kali jumlah volume bahan bersifat semen
	S	12,4	75	12	
	N	5,2	75	14bj	
	O	2,5	75	14bj	
Semen pasangan	M	17,2	75	c)	
	S	12,4	75	c)	
	N	5,2	75	c)	
	O	2,5	75	c)	

Sumber : SNI 03-6882-2002

Sifat sifat Campuran Mortar

Sebagai bahan pengikat/perekat pada suatu jenis pekerjaan konstruksi campuran mortar memiliki sifat sifat mortar antara lain :

a). Keawetan (*durability*), sifat ini merupakan kemampuan dari adukan mortar bertahan seperti mutu yang direncanakan tanpa terjadi perubahan sifat seperti korosi dalam jangka waktu tertentu.. Karena itu perlu penyesuaian nilai faktor air semen (fas) sesuai dengan kondisi lingkungan dimana pekerjaan dilaksanakan.

b). Kuat Tekan (*compressive strength*), sifat ini merupakan kemampuan dari adukan mortar untuk

menahan beban tekan atau pun gaya mekanis sampai terjadi keretakan/ kehancuran campuran mortar.

c). Modulus Elastisitas (*elastic Modulus*), sifat ini merupakan perbandingan antara kuat tekan campuran mortar dengan regangan. Nilai modulus berkisar 1,5 – 3,8 Semakin besar nilai modulus Elastisitas menggambarkan semakin besar pula butiran agregatnya (Nusantoro & Pambudi, 2021).

d). Kelecekan (*Workability*), sifat ini merupakan kemudahan campuran mortar dalam pelaksanaan seperti pencampuran, pengangkutan, finishing. Kemudahan kerja dipengaruhi oleh, ukuran butir agregat/modulus kehalusan, faktor air semen, peralatan yang digunakan, kondisi lingkungan tempat kerja dan pengaruh bahan tambahan. Dari penelitian yang dilakukan adanya penambahan limbah keramik

dan abu ampas tebu dapat mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaan mortar (Hendarto et al., 2023).

Persyaratan Bahan dan Pengujian

Agregat Halus

Berdasarkan SNI 03-6820-2000 persyaratan agregat halus, bentuk dan ukuran, 1). Agregat halus alami hasil disintegrasi batu alam. 2). Agregat halus hasil olahan di proses khusus sehingga bentuk dan ukuran sesuai dengan sifat fisik agregat :

Tabel 3. Gradasi Agregat untuk Adukan

No. Saringan	Persen Lolos	
	Pasir Alam	Pasir Olahan
No. 4 (4,76mm)	100	100
No. 8 (2,36mm)	99 – 100	95 – 100
No. 16 (1,18mm)	70 – 100	70 – 100
No. 30 (600 µm)	40 – 75	40 – 75
No. 50 (300 µm)	10 – 35	20 – 40
No. 100 (150 µm)	2 – 15	10 – 25
No. 200 (75 µm)	0	0 – 10

Sumber : SNI 03-6820-2002

3). Agregat yang berbutir bulat dan seragam tidak boleh digunakan.

Agregat halus pada plesteran dan adukan berfungsi sebagai bahan pengisi, bahan penahan penyusutan dan penambahan kekuatan. Selain itu bahan perusak dari adukan mortar harus dibatasi : partikel yang mudah pecah maksimum 1%, tidak mengandung bahan organik, kadar lumpur maksimum 5% dan tidak mengandung kotoran. Nilai modulus kehalusan idealnya berada pada rentang 2,0 – 3,8. Pada agregat halus pengujian yang perlu dilakukan meliputi gradasi agregat, berat isi, berat jenis, kadar lumpur, kadar air. Dalam komposisi penggunaan angregat halus mempengaruhi mutunya. Seiring dengan bertambahnya jumlah kadar pasir maka kekuatan tekannya cenderung menurun (Ali & Walujodjati, 2021)

Portland Cement

Portland Cement atau biasa disebut semen merupakan bahan yang berfungsi sebagai pengikat agregat, bila dicampur dengan air dengan jumlah

tertentu semen akan berbentuk pasta semen. setiap jenis semen mempunyai waktu pengerasan yang berbeda beda (*seting time*). Hal ini penting diketahui untuk menetapkan waktu pelaksanaan pekerjaan sejak semen dicampur dengan air. Dalam campuran mortar dapat pula diberikan bahan tambahan (*adiktif*) tertentu sesuai tujuannya. Pada semen pengujian yang perlu dilakukan meliputi berat isi, waktu pengikatan semen (*seting time*). Pada campuran mortar pasta semen akan mempengaruhi porositas, karena pasta semen akan mengisi pori pori dinatara butir agregat. (Christina et al., 2022) berpendapat tingkat porositas yang besar pada mortar akan menyebabkan mudah ditembus air dan daya ikatnya cenderung berkurang.

Air Kerja

Pada campuran air merupakan bagian yang penting berfungsi untuk proses hidrasi yaitu reaksi antara semen dan air yang menghasilkan campuran yang keras dalam waktu tertentu, Air yang digunakan untuk campuran mortar harus bersih dari bahan yang dapat merusak dari campuran, seperti mengandung asam, alkali, garam dan bahan organik. Secara visual air harus nampak jernih, pada prinsipnya air yang dapat diminum dapat digunakan untuk campuran mortar atau beton.

METODE

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Dimana pada agregat halus dilakukan substitusi (tambahan) agregat halus abu batu (*Fine agregat*) yang merupakan produk dari mesin pemecah batu (*stone cruiser*). Dalam penelitian ini Bahan agregat agregat halus yang digunakan adalah pasir ex. Sabulakoa dan agregat halus (*Fine Agregat*) abu batu ex. Moramo. Dari hasil pengujian gradasi dari agregat halus (pasir) ex Sabulakoa, diperoleh hasil gradasi yang sangat halus sehingga dilakukan penambahan (substitusi) agregat halus abu batu, Variasi penambahan abu batu masing masing 0%, 20%, 40% dan 60%. Untuk bahan semen yang digunakan adalah semen tipe 1 (PCC). Proses pembuatan campuran mortar mengacu pada SNI 03-6882-2002. Untuk uji tekan menggunakan *compressing Test Machine* digital dengan ketelitian 0,1 kN. Dilakukan perawatan (*curing*) pada sampel benda ujinya. Perawatan dilakukan dengan merendam dalam air atau dengan cara disiram

dilembabkan dengan karung goni yang basah terlebih dahulu (Juliafad et al., 2022)

Pelaksanaan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sulawesi Tenggara yaitu:

1. Pemeriksaan material, meliputi : 1). pemeriksaan agregat halus pasir ex.Sabulakoa dan Agregat halus (*filler Agregat*) abu batu ex. Moramo. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan sifat dari masing-masing agregat halus. 2). Pemeriksaan Semen Portland meliputi pemeriksaan berat isi/berat volume. 3). Pemeriksaan air dilakukan secara visual saja, yaitu air harus jernih, tidak berbau, tidak mengandung kotoran, tidak berminyak. Air yang digunakan adalah dari air dari PDAM.
2. Pembuatan sampel benda uji, komposisi campuran mortar yang dibuat adalah 1 bagian semen portland dan 4 bagian agregat halus. Setelah dilakukan perhitungan campuran mortar dengan variasi substitusi agregat abu batu masing-masing 0%, 20%, 40% dan 60%. Perbandingan perhitungan komposisi mortar dengan perbandingan berat, meliputi berat semen, berat agregat halus (pasir + abu batu). Penambahan air secukupnya dengan perkiraan kelecakan 110 hingga berbentuk pasta, proses

pencampuran dilakukan dengan waktu 3 sampai 5 menit. Benda uji kubus setelah mengeras dilakukan perawatan dengan direndam air selama 27 hari, setelah di diamkan mengering selama ± 20 jam (diangin anginkan) untuk selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekannya.

3. Pengujian kuat tekan, berdasarkan SNI 03-6820-2002 kekuatan tekan mortar semen portland adalah gaya maksimum per satuan luas yang bekerja pada benda uji mortar semen portland berbentuk Dimana kuat tekan mortar adalah :

$$f_c = \frac{P_{maks}}{A} \quad (1)$$

Keterangan :

f_c = Kuat tekan Mortar (MPa)

P_{maks} = Gaya tekan (kN)

A = Luas Penampang (mm^2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Material

Untuk pengujian bahan baik agregat pasir alam ex. Sabulakoa maupun pasir olahan (abu batu), dilakukan pengujian gradasi dan sifat-sifatnya dari bahan yang diperlukan. Dari pengujian material pasir dan abu batu diperoleh hasil sebagai disajikan pada **Tabel 4** dan **Tabel 5**

Tabel 4. Gradasi fraksi material

.No.	Lubang Ayakan	hasil uji (%yang lolos)		SNI (% yang lolos)	
		Pasir halus ex.Sabulakoa	Abu batu ex. Moramo	Pasir Alam	Pasir Olahan
1	3/8" (9,8mm)	100	100	100	100
2	No. 4 (4,76mm)	100	97.36	100	100
3	No. 8 (2,36mm)	99.75	74.49	99 – 100	95 – 100
4	No.16 (1,18mm)	99.08	46.92	70 – 100	70 – 100
5	No. 30 (600 μ m)	97.57	28.84	40 – 75	40 – 75
6	No. 50 (300 μ m)	91.27	19.26	10 – 35	20 – 40
7	No.100(150 μ m)	33.74	11.63	2 – 15	10 – 25
8	No.200 (75 μ m)	3.76	7.14	0	0 – 10

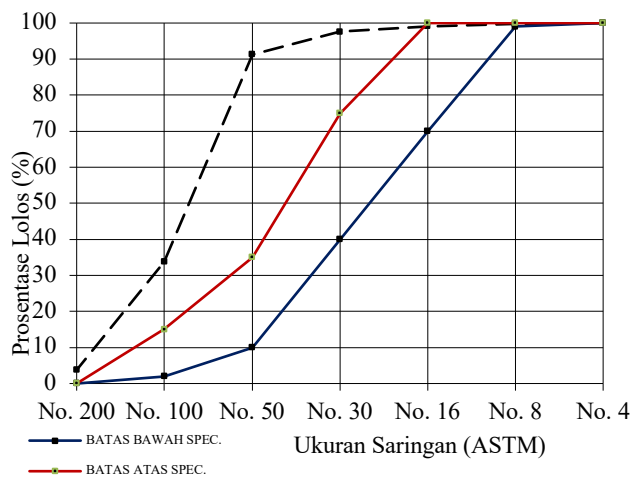
Sumber : Hasil olah data (2024)

Tabel 5 Pengujian sifat agregat

No	Jenis pengujian	Syarat	Pasir halus ex.Sabula koa	Abu batu (FA) ex. Moramo	Semen PCC
1	Modulus Kehalusan	1,5 – 3,8		4,144	
2	Kadar lumpur lolos#200	≤5%	4,887	7.214	
3	Berat isi/volume	≥1,2	1,304	1,632	1,203
4	Berat jenis JKP dan penyerapan	≥2,5 0,2 – 2,0	2,651 1,453	2,581 1,359	

Sumber : Hasil olah data (2024)

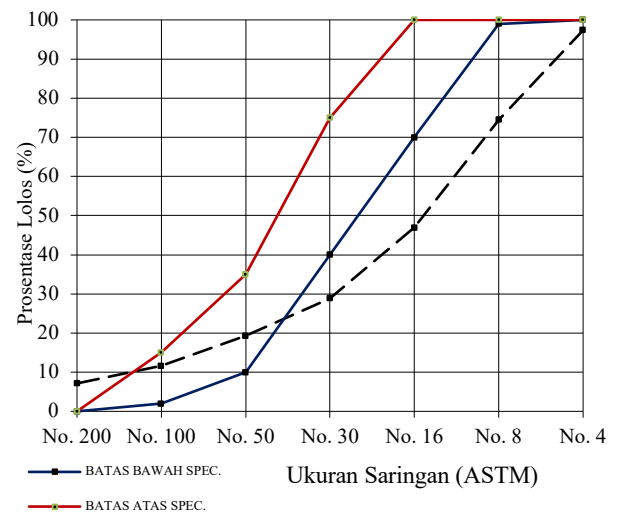
Grafik hasil dari gradasi rata rata masing masing material agregat pasir dan abu batu dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**



Gambar 1. Grafik gradasi fraksi agregat pasir ex.Sabulakoa

Sumber : Hasil olah data (2024)

Dari Gambar 1 diatas gradasi dari pasir ex. Sabulakoa Nampak sangat halus, grafik gradasinya yang terbentuk menunjukan keluar dari batas rentang atas persyaratan gradasi agregat pasir.



Gambar 2. Grafik gradasi fraksi agregat abu batu Moramo

Sumber : Hasil Olah data (2024)

Dari Gambar 2 gradasi abu batu ex. Moramo nampak bergradasi kasar. Dengan melihat hasil gradasi kedua material tersebut diatas, direncanakan untuk mengkombinasikan kedua material tersebut dengan menambah/ mensubstitusi abu batu dengan variasi tertentu pada agregat pasirnya.

Rancangan Campuran Mortar

Proporsi campuran bahan untuk benda uji mengacu pada SNI 03-6882-2002, dengan pemakaian berat pasir 2.500 gr. Rancangan proposi campuran disajikan pada **Tabel 6**

Tabel 6. Komposisi Campuran Mortar

Campuran penambahan Abu Batu (AB)	Komposisi campuran 1 PC : 4 pasir/abu batu			Keterangan
	Semen (gr)	Pasir (gr)	Abu batu (gr)	
0% AB	577	2.500	0	Rancangan camp. untuk 3 bh benda uji
20% AB	721	2.500	782	
40% AB	961	2.500	2.086	
60% AB	1.411	2.500	4.694	

Sumber : Hasil olah data (2024)

Setiap jenis campuran masing masing dibuat 9 buah kubus dengan ukuran sisi 5 cm, sehingga total sampel berjumlah 36 buah. Setelah kubus dibuka dari cetakan dilakukan perawatan untuk pengujian umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Pengujian Kuat Tekan Kubus Mortar

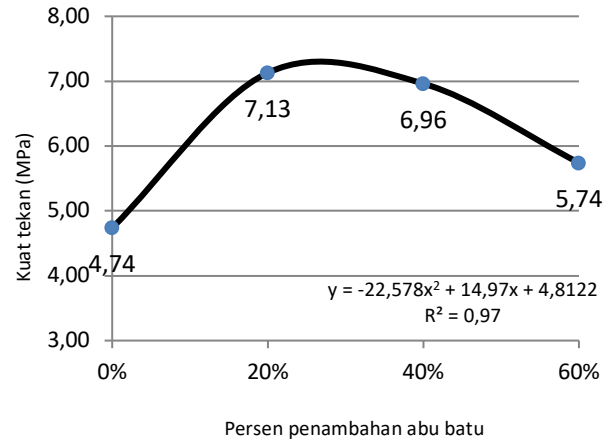
Dari hasil uji kuat tekan kubus mortar pada umur diperoleh data sebagaimana pada **Tabel 7**

Tabel 7. Kuat Tekan Mortar

Campuran penambahan Abu Batu (AB)	Kuat tekan rerata (MPa)			Keterangan
	7 hr	14 hr	28 hr	
0% AB	3.08	3.88	4.74	Nilai rata rata dari 3 bh benda uji
20% AB	4.28	6.27	7.13	
40% AB	4.46	5.57	6.96	
60% AB	3.44	4.02	5.74	

Sumber : Hasil olah data (2024)

Dari **Tabel 7** diatas dapat diketahui nilai kuat tekan mortar pada umur 28 hari tanpa tambahan abu batu sebesar 4,74MPa, Nilai kuat tekan mortar dengan tambahan 20% sebesar 7,13 MPa, Nilai kuat tekan mortar dengan tambahan 40% sebesar 6,96 MPa dan Nilai kuat tekan mortar dengan tambahan 60 sebesar 5,74 MPa, menunjukan terjadi kenaikan pada penambahan 20% abu abut dan penambahan abu batu selanjutnya menurunkan kuat tekannya. Grafik kuat tekan dapat dilihat pada **Gambar 3**



Gambar 3. Grafik kuat tekan dengan penambahan abu batu, pada umur 28 hari.

Sumber : Hasil olah data (2024)

Nilai kuat tekan dari bahan dengan pengikat semen baik beton maupun mortar di nilai telah mencapai 1,0 (100%) pada umur 28 hari. Dari gambar 3 dapat diketahui penambahan abu batu sampai batas tertentu ($\pm 25\%$) akan menaikkan nilai kuat tekannya, selanjutnya dengan penambahan abu batu dengan persentase yang lebih besar menurunkan nilai kuat tekannya.

Analisis regresi sederhana yang menggambarkan, hubungan antara variabel bebas (x) yaitu penambahan persentase abu batu dan variabel terikat (y) yaitu nilai kuat tekan yang disajikan pada gambar 3. Model regresi nya yaitu $y = -22,578x^2 + 14,97x + 4,8122$ dengan koefesien determinasi $R^2 = 0,97$, yang berarti penambahan abu batu pada campuran mortar memiliki hubungan yang sangat kuat dengan nilai kuat tekannya.

KESIMPULAN

Dari campuran mortar dengan bahan pasir ex. Sabulakoa dengan tambahan (*substitusi*) abu batu Moramo dengan komposisi campuran 1 semen : 4 agregat halus dapat disimpulkan dengan adanya penambahan abu batu 20% terjadi kenaikan nilai kuat tekannya dan mulai menurun pada persentasi $\pm 25\%$, demikian juga dengan penambahan abu batu 40% dan 60% terjadi penurunan kuat tekannya, dengan demikian penambahan abu batu pada campuran

mortar pasir halus ex. Sabulakoa dapat digunakan sesuai dengan batasan mutu yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. S., & Walujodjati, E. (2021). Pengujian kuat tekan mortar dengan campuran pasir ladot. *Jurnal Konstruksi*, 19(1), 313-324.
- Asmaroni, D., Saifuddin, M., & Setiawan, A. (2022). Perbandingan Penggunaan Abu Batu Madura Dan Abu Batu Jawa Pada Campuran Mortar. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 5(1), 1-5.
- Christina, S., Kristanto, D., Hafisuddin, F., & Olivia, M. (2022). Ketahanan Mortar Ringan Campuran Gula Aren dan Ragi pada Suhu Tinggi: Narrative Review. *Rekayasa Sipil*, 16(3), 148-155.
- Hendarto, M. F. M., Nurchasanah, Y., Solikin, M., & Trinugroho, S. (2023). Pengaruh Substitusi Limbah Pecahan Keramik dan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Pada Beton dan Mortar. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS,
- Hunggurami, E., Suri, C. A., & Hangge, E. E. (2019). Kuat Tekan Beton Normal Dan Mortar Yang Menggunakan Agregat Halus Dan Agregat Kasar Sungai Fatubenao. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(2), 265-272.
- Juliafad, E., & Chan, N. (2022). KARAKTERISTIK MORTAR NORMAL DAN MORTAR PAPERCRETE. *Jurnal Applied Science in Civil Engineering*, 3(4), 333-339.
- Kusumaningrum, E., Sumarsono, S., Faizah, R., & Chotimah, N. (2023) SIFAT FISIK DAN MEKANIK MORTAR DENGAN CAMPURAN LIMBAH ABU BATU BATUAN VULKANIK SEBAGAI PENGANTI PASIR. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 6(2), 137-146.
- Mulyadi, A., Suanto, P., & Purba, W. (2020). Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Pecahan Kaca Terhadap Campuran Mortar. *Tek. Sipil UNPAL*, 10(1), 1-6.
- Nusantoro, A., & Pambudi, F. S. (2021). KAJIAN KUAT TEKAN MORTAR PASIR SUNGAI BERLUMPUR DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH DIFA SOIL STABILIZER. *Konstruksia*, 12(2), 14-23.
- Pratama, N. A., & Desimaliana, E. (2024). Pengaruh Substitusi Parsial Limbah Bata Ringan terhadap

Kuat Tekan Mortar Geopolimer. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 10(1), 51.

- SNI 03-6825-2002 Metode Pengujian kekuatan tekan mortar semen portland untuk bangunan sipil
- SNI 03-6882-2002 Spesifikasi mortar untuk pekerjaan pasangan
- SNI 03-6820-2000 Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran.
- Susilowati, A., & Oktaviana, T. (2021). Pengaruh Variasi Bottom Ash terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik pada Mortar Semen. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 7(3), 163.