

PERBANDINGAN PENAMBAHAN KAPUR (CaOH_2) DAN (CaCO_3) GUNA MENGAKTIVASI LUMPUR LAPINDO UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN MORTAR

M. Luqmanul Khakim^{1*}, Abdul Halim², Agus Tugas Sudjianto³

¹PT Indra Karya (Persero) Malang

^{2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

*Email korespondensi: mlkh_sgs@yahoo.com

ABSTRAK

Banjir Lumpur Panas Sidoarjo juga dikenal dengan sebutan Lumpur Lapindo (Lula) atau Lumpur Sidoarjo (Lusi), adalah peristiwa menyemburnya lumpur panas di lokasi pengeboran Lapindo Brantas Inc. di Dusun Balongnongo Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia sejak tanggal 29 Mei 2006. Semburan lumpur panas menyebabkan tergenangnya kawasan permukiman, pertanian, dan perindustrian di tiga kecamatan di sekitarnya, serta memengaruhi aktivitas perekonomian di Jawa Timur. Lumpur lapindo mempunyai kandungan silika yang sama dengan kandungan pada semen Portland, dimana kandungan silika pada lumpur Sidoarjo lebih tinggi dari semen Portland yaitu sebesar 53,08%. Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan kapur pada lumpur lapindo yang memiliki kandungan silika tinggi sebagai aktivator sehingga dapat bereaksi seperti semen Portland. Penelitian ini bertujuan untuk menambahkan dua jenis kapur pada lumpur lapindo sebagai aktivator yaitu kalsium hidroksida (CaOH_2) dan kalsium karbonat (CaCO_3) dalam pemanfaatan mortar. Didapat hasil kuat tekan rata-rata sebesar 1,561 MPa (pada penambahan 60% CaOH_2), kuat tekan rata-rata sebesar 1,758 MPa (pada penambahan 40% CaCO_3), penyerapan air rata-rata sebesar 13,767% (pada penambahan 20% CaOH_2), dan penyerapan air rata-rata 23,877% (pada penambahan 20% CaCO_3).

Kata kunci : Lumpur Lapindo, Mortar, CaOH_2 , dan CaCO_3 .

ABSTRAC

The Sidoarjo Hot Mud Flood, also known as Lapindo Mud (Lula) or Sidoarjo Mud (Lusi), was an outburst of hot mud at the drilling site of Lapindo Brantas Inc. in Balongnongo Hamlet, Renokenongo Village, Porong Subdistrict, Sidoarjo Regency, East Java, Indonesia since May 29, 2006. The hot mudflow inundated residential, agricultural and industrial areas in three surrounding sub-districts and affected economic activity in East Java. Lapindo mud has the same silica content as Portland cement, where the silica content of Sidoarjo mud is higher than Portland cement at 53.08%. The purpose of this research is to utilize lime in Lapindo mud which has a high silica content as an activator so that it can react like Portland cement. This research aims to add two types of lime to lapindo mud as activators, namely calcium hydroxide (CaOH_2) and calcium carbonate (CaCO_3) in the utilization of mortar. The results showed an average compressive strength of 1.561 MPa (at 60% CaOH_2 addition), an average compressive strength of 1.758 MPa (at 40% CaCO_3 addition), an average water absorption of 13.767% (at 20% CaOH_2 addition), and an average water absorption of 23.877% (at 20% CaCO_3 addition).

Keywords : Lapindo Mud, Mortar, CaOH_2 , and CaCO_3 .

1. PENDAHULUAN

Banjir lumpur panas Sidoarjo, juga dikenal dengan sebutan Lumpur Lapindo (Lula) atau Lumpur Sidoarjo (Lusi), adalah peristiwa menyemburnya lumpur panas di lokasi pengeboran Lapindo Brantas Inc. di Dusun Balongnongo Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia, sejak tanggal 29 Mei 2006. Peristiwa ini menyebabkan banyak pemukiman, lahan pertanian serta perindustrian tergenang oleh semburan lumpur. Banyaknya semburan lumpur yang melimpah maka peneliti melakukan penelitian

menggunakan lumpur lapindo sebagai pengikat dalam pemanfaatan mortar. Dimana lumpur lapindo memiliki kandungan kapur yang sedikit sehingga dilakukan penambahan kapur sebagai aktivator pada lumpur lapindo dengan menggunakan jenis kapur CaOH_2 (Kalsium hidroksida) dan kalsium karbonat (CaCO_3).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian dan Jenis-jenis Mortar

Mortar sebenarnya adalah campuran semen, air, pasir namun ada yang berpendapat bahwa mortar adalah bahan bangunan berbahan dasar semen yang digunakan sebagai “perekat” untuk membuat struktur bangunan. Secara umum, mortar dapat dibedakan menjadi 4 macam [1], yaitu :

- Mortar Lumpur
- Mortar Kapur
- Mortar Semen
- Mortar Khusus

Menurut SNI 03-6882-2002 [2], standar mortar berdasarkan kekuatannya untuk sebuah struktur konstruksi dibedakan menjadi :

- Mortar Tipe M
- Mortar Tipe N
- Mortar Tipe S
- Mortar Tipe O
- Mortar Tipe K

2.2 Kualitas Dan Mutu Mortar

Kualitas dan mutu mortar ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan bakunya, komposisi perbandingan campuran yang direncanakan dengan baik, dan proses pembuatan yang baik akan menghasilkan mortar yang berkualitas baik pula [3].

2.3 Bahan Pembuat Mortar

A. Lumpur Lapindo

Lumpur lapindo memiliki kandungan silika (SiO_2) yang lebih tinggi dari semen namun kandungan kapurnya (CaO) lebih rendah dari semen [4].

Tabel 1. Kandungan Lumpur Lapindo dan Semen [4]

Nama Material	Kandungan Kimia (%)										Hilang Pijar
	SiO_2	CaO	Fe_2O_3	Al_2O_3	TiO_2	MgO	Na_2O	K_2O	SO_2	SO_3	
Lumpur Lapindo	53,1	2,07	5,6	18,27	0,57	2,89	2,97	1,44	2,96	-	10,15
Semen	20,8	65,3	3,0	6,9	-	Max 2	-	-	-	1,6	Max 1,5

B. Semen Portland

Semen Portland sendiri adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis (dapat mengeras jika bereaksi dengan air) dengan gips sebagai bahan tambahan [5].

C. Agregat Halus (Pasir)

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton atau mortar [6].

D. Kapur

Kapur adalah senyawa kimia yang berbentuk serbuk kristal putih pada suhu kamar [7].

E. Air

Air merupakan bahan dasar penyusun mortar yang paling penting dan paling murah. Air berfungsi sebagai bahan pengikat (bahan penghidrasi semen) dan bahan pelumas antara butir-butir agregat supaya mempermudah proses pencampuran agregat dengan binder serta mempermudah pelaksanaan pengecoran beton (*workability*) [1].

2.4 Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin uji tekan. Mortar yang digunakan untuk bahan bangunan harus mempunyai kekuatan terutama untuk pasangan dinding batu bata, pasangan batako atau pasangan dinding yang lainnya [8], [9].

Mesin tekan yang digunakan yaitu *Concrete Compression Machine*. Nilai kuat tekan mortar dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$f_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana: f_c , Kuat tekan (N/mm²); P, Gaya tekan maksimum (N); A, Luas penampang benda uji (mm) [10].

2.5 Penyerapan Air Mortar

Untuk pengujian absorpsi mengacu pada [11], yaitu: benda uji seutuhnya direndam dalam air bersih yang bersuhu ringan, selama 24 jam. Kemudian benda uji diangkat dari rendaman, dan air sisanya dibiarkan meniris kurang lebih 1 menit.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{w_2 - w_1}{w_1} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan: w_1 = berat kering sampel setelah dioven 24 jam (gram) w_2 = berat sampel setelah direndam 24 jam (gram)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel penelitian terdapat di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

3.2 Rancangan Penelitian

Dalam penelitian yang akan dilakukan, perbandingan volume dengan komposisi 1Pc : 6 PS, cetakan benda uji yang akan dibuat adalah berbentuk kubus dengan ukuran 10 x 10 x 10 cm³. Pembuatan, pengujian dan perawatan akan dilakukan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Widyagama Malang. Pada penelitian ini penggunaan penambahan kapur akan diberi 5 perlakuan masing-masing akan diberi kepada komposisi yang ada. Perlakuan yang akan diberi yaitu sebesar 20%, 40%, 60% Kapur (CaOH₂) 20%, 40%, 60% Kapur (CaCO₃) [12].

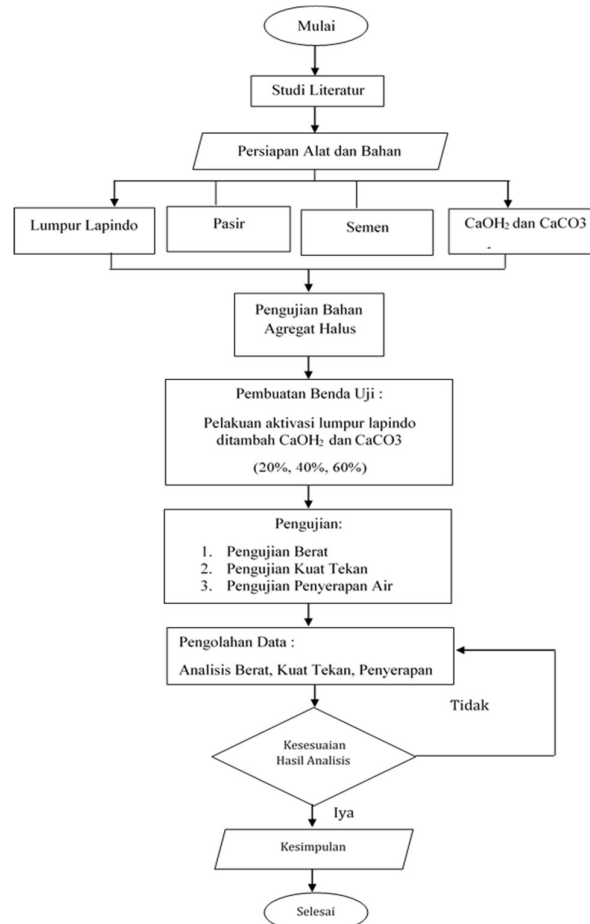
Tabel 2. Komposisi Benda Uji Yang Akan Dibuat

No	Komposisi	Aktivasi						
		LL	LL+20% CaOH_2	LL+40% CaOH_2	LL+60% CaOH_2	LL+20% CaCO_3	LL+40% CaCO_3	LL+60% CaCO_3
1	1 PC : 6 PS : 0 LL	5	5	5	5	5	5	5
2	0.75 PC : 6 PS : 0.25 LL	5	5	5	5	5	5	5
3	0.50 PC : 6 PS : 0.50 LL	5	5	5	5	5	5	5
4	0.25 PC : 6 PS : 0.75 LL	5	5	5	5	5	5	5

Sumber: Hasil Analisis

3.3 Bagan Penelitian

Adapun prosedur penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut ini :

**Gambar 2.** Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian diperoleh melalui pembuatan benda uji mortar dari lumpur lapindo yang diambil di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Kemudian lumpur lapindo diaktivasi menggunakan kalsium hidroksida (CaOH_2) dan kalsium karbonat (CaCO_3) dengan persentase penambahan sebesar 0%, 20%, 40%, dan 60% diaduk hingga rata dan diamkan selama 24 jam. Kemudian lumpur lapindo dibakar selama ± 2 jam. Hal ini untuk mempercepat proses pengeringan agar mudah dihaluskan.

4.1 Kebutuhan Bahan

Dari hasil perhitungan kebutuhan bahan aktivasi lumpur lapindo dengan senyawa aktivasi untuk semua komposisi dalam pembuatan mortar.

Tabel 3. Rekapitulasi Keperluan Bahan Benda Uji Mortar (Setelah di Kalikan Koefisien Pemadatan) dengan Aktivasi CaOH_2 dan CaCO_3

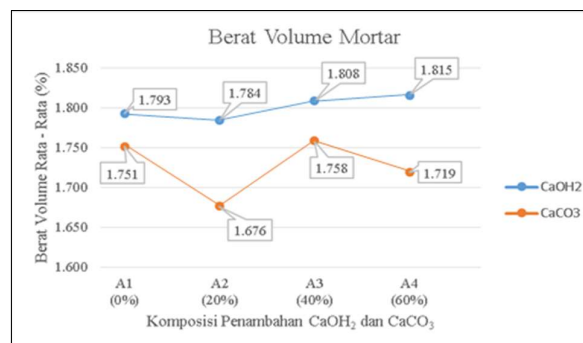
Komposisi		Pasir (PS) (gram)	Semen (PC) (gram)	Lumpur Lapindo Teraktivasi (LLA) (gram)					
				LL	SS	SH	CaOH_2	CaCO_3	Persentase CaOH_2 dan CaCO_3
K1	A1	10082.06	1416.257	0	0	0	0	0	0%
	A2	10082.06	1416.257	0	0	0	0	0	20%
	A3	10082.06	1416.257	0	0	0	0	0	40%
	A4	10082.06	1416.257	0	0	0	0	0	60%
K2	A1	10082.06	1062.193	230.142	88.514	35.412	0	0	0%
	A2	10082.06	1062.193	230.142	88.514	35.412	4.603	4.603	20%
	A3	10082.06	1062.193	230.142	88.514	35.412	9.206	9.206	40%
	A4	10082.06	1062.193	230.142	88.514	35.412	13.809	13.809	60%
K3	A1	10082.06	708.129	460.284	177.029	70.808	0	0	0%
	A2	10082.06	708.129	460.284	177.029	70.808	9.206	9.206	20%
	A3	10082.06	708.129	460.284	177.029	70.808	18.411	18.411	40%
	A4	10082.06	708.129	460.284	177.029	70.808	27.617	27.617	60%
K4	A1	10082.06	354.064	690.425	265.543	106.220	0	0	0%
	A2	10082.06	354.064	690.425	265.543	106.220	13.809	13.809	20%
	A3	10082.06	354.064	690.425	265.543	106.220	27.617	27.617	40%
	A4	10082.06	354.064	690.425	265.543	106.220	41.426	41.426	60%

Sumber: Hasil Analisis

Hasil pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini pada saat benda uji mortar berumur 28 hari dengan total benda uji sebanyak 65 buah, dari 4 komposisi dengan perbandingan campuran yang digunakan seperti yang terlampir dalam tabel 3. Dengan tahapan pengujian yang dilakukan yaitu pengujian berat volume, kuat tekan, dan penyerapan air

4.2 Hasil Perhitungan Pengujian Berat Volume Mortar dengan Aktivasi CaOH_2 dan CaCO_3

Setelah Berat volume mortar dihitung pada saat mortar umur 28 hari dengan volume mortar yang dibuat yaitu 1000 cm^3 untuk semua benda uji dari masing-masing komposisi dengan persentase penambahan CaOH_2 dan CaCO_3 pada setiap komposisi sebesar 0%, 20%, 40%, dan 60%

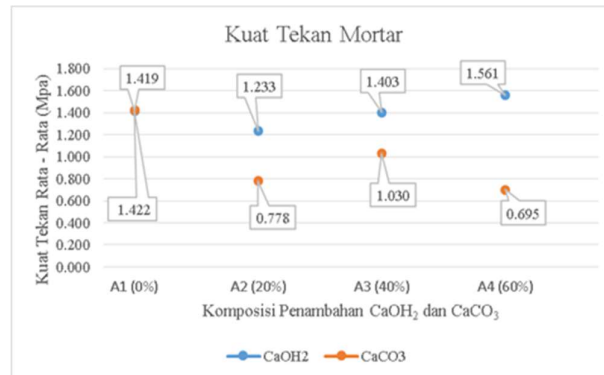


Gambar 3. Berat Volume Mortar Rata-rata Akibat Pergantian Semen dengan Lumpur Lapindo ditambah Aktivasi CaOH_2 dan CaCO_3

Dari gambar grafik 3 dapat dilihat bahwa nilai berat volume mortar rata-rata tertinggi pada penambahan 2 aktivasi akibat pergantian semen dengan lumpur lapindo, aktivasi dengan CaOH_2 tertinggi yaitu pada komposisi penambahan A4 (60%) sebesar 1.81%, sedangkan aktivasi dengan CaCO_3 tertinggi yaitu pada komposisi penambahan A3 (40%) sebesar 1.758% [13].

4.3 Hasil Perhitungan Pengujian Kuat Tekan Mortar

Untuk pengujian tes tekan menggunakan proving ring 10.000 lb, dengan kalibrasi pembacaan 1 div x 49.32 lbf = 49.32 lbf/div, untuk mengonversi lb/div ke kilogram maka, 49.32 lb/div x 0.45 kg = 22.194 kg, kemudian di kalikan dengan pembacaan dial, dan hasilnya dikonversi ke newton [9]. Berikut ini adalah hasil perhitungan kuat tekan mortar pada komposisi 1 PC : 6 PS : 0 LLA (K1) dengan data pengujian yang diperoleh sebagai berikut:

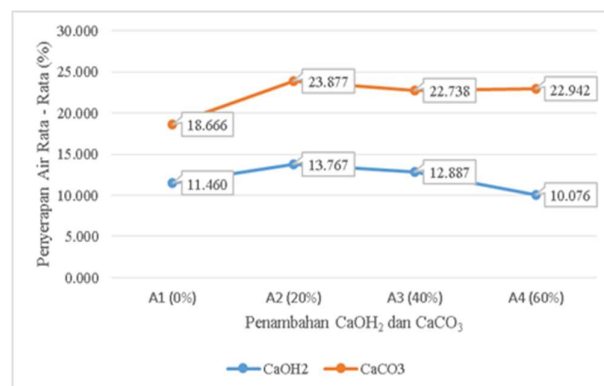


Gambar 4. Kuat Tekan Mortar Rata-rata Akibat Pergantian Semen dengan Lumpur Lapindo ditambah Aktivasi CaOH_2 dan CaCO_3

Dapat diketahui bahwa perlakuan pergantian semen dengan lumpur lapindo aktivasi sangat berpengaruh terhadap kuat tekan, karena adanya penambahan CaOH_2 dan CaCO_3 [14].

4.4 Hasil Perhitungan Pengujian Penyerapan Air Mortar

Pengujian penyerapan air mortar di uji pada saat mortar berumur 28 hari untuk mengetahui nilai penyerapan air mortar dengan komposisi campuran pergantian semen dengan lumpur lapindo dan penambahan kapur CaOH_2 . Untuk hasil perhitungan pengujian penyerapan air diambil data berat basah dan berat kering oven dari salah satu benda uji mortar pada komposisi 1 PC : 6 PS : 0 LLA.



Gambar 5. Penyerapan Air Mortar Akibat Pergantian Semen dengan Lumpur Lapindo ditambah Aktivasi CaOH_2 dan CaCO_3

Dari tabel 5 menunjukkan persentase penyerapan air rata-rata tertinggi didapat pada perlakuan pergantian semen dengan lumpur lapindo dengan penambahan 20% CaOH_2 dan CaCO_3 dengan nilai persentase penyerapan air rata-rata sebesar 13.676% untuk penambahan CaOH_2 dan 23.877% untuk penambahan CaCO_3 . Namun penyerapan air tertinggi yaitu pada penambahan 20% aktivasi CaCO_3 .

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa kuat tekan dan penyerapan air yang dihasilkan oleh penggunaan penambahan kapur CaOH_2 dan CaCO_3 , serta pergantian semen dengan lumpur lapindo menunjukkan pengaruh yang signifikan. Untuk kuat tekan rata-rata sebesar 1,561 MPa (pada penambahan 60% CaOH_2), dan kuat tekan rata-rata sebesar 1,758 MPa (pada penambahan 40% CaCO_3). Sedangkan untuk penyerapan air rata-rata sebesar 13.767% (pada penambahan 20% CaOH_2), dan penyerapan air rata-rata 23,877% (pada penambahan 20% CaCO_3). Selain itu, hasil perbandingan uji annova pada penambahan CaOH_2 dan CaCO_3 yang dilihat dari nilai F lebih besar dari nilai F_{crit} dan nilai P-value lebih besar dari 0,05, hal ini menunjukkan adanya pengaruh terhadap kuat tekan mortar. Untuk variasi komposisi yang optimal dalam penggunaan kapur CaOH_2 dan CaCO_3 yaitu didapat pada komposisi 0.75 PC : 6 PS : 0.25 LLA ditambah 0%, 20%, 40%, dan 60% CaOH_2 dan CaCO_3 . Karena pada komposisi ini, nilai kuat tekan dan penyerapan air mortar semakin naik. Nilai persentase yang cocok dalam penggunaan penambahan kapur CaOH_2 terhadap kuat tekan dan penyerapan air mortar yaitu dengan penambahan 60% CaOH_2 , hal ini didapatkan dari komposisi 0.75 PC : 6 PS : 0.25 LLA dengan besarnya nilai kuat tekan adalah 3.596 MPa, dan besarnya nilai penyerapan air adalah 14.491%. Sedangkan dalam penggunaan penambahan CaCO_3 terhadap kuat tekan dan penyerapan air mortar yaitu dengan penambahan 40% CaCO_3 , hal ini didapatkan komposisi 0.75 PC : 6 PS : 0.25 LLA dengan besarnya nilai kuat tekan adalah 1.924 MPa, dan besarnya nilai penyerapan air adalah 21.210%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Veliyati, *Pengaruh Faktor Air Binder Terhadap Kuat Tekan Dan Workability Fly Ash Based Geopolimer Mortar*. 2010.
- [2] SNI 03-6882-2002, "Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan," *Badan Standardisasi Nasional (BSN)*, vol. 9, no. 2, 2002.
- [3] A. Sulhan, "Pengaruh Penambahan Serat Roving Pada Mortar Dengan Berbahan Pengikat Campuran Semen dan Kapur Tinjauan Terhadap Angka Kelecekan, Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Kuat Rekat," *Universitas Negeri Semarang*, 2011.
- [4] Ngk. Anom Wiryasa and I. Sudarsana, "Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Substitusi Semen Dalam Pembuatan Bata Beton Pejal," *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 13, no. 1, 2009.
- [5] Takim, A. Naibaho, and D. Ningrum, "Pengaruh Penggunaan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Pada Mortar," *Jurnal Reka Buana*, vol. 1, no. 2, 2016.
- [6] A. Purwoto and A. Kesy Garside, "Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton," *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, vol. 1, no. 1, 2021, doi: 10.22219/skpsppi.v1i0.4197.
- [7] S. Zuraidah and B. Hastono, "Serbuk Kapur Sebagai Cementitious Pada Mortar," *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Madura*, vol. 2, no. 1, 2017.
- [8] A. P. Sihombing, Y. Afrizal, and A. Gunawan, "Pengaruh Penambahan Arang Batok Kelapa Terhadap Kuat Tekan Mortar," *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, vol. 10, no. 1, 2019, doi: 10.33369/ijts.10.1.31-38.
- [9] E. J. Roshaliza and N. Suwartiningsih, "Pengaruh Penambahan Kapur (CaCO_3) Pada Media Pemeliharaan Terhadap Pertumbuhan Udang Galah *Macrobrachium rosenbergii* de Man, 1879," *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, vol. 9, no. 1, 2020, doi: 10.26877/bioma.v9i1.6039.
- [10] A. Armeyn and R. Gusrianto, "Pengaruh Penambahan Batu Kapur Padat Sebagai Agregat Halus Pada Kuat Tekan Beton Normal," *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 2017.
- [11] R. B. Kiswardianta, F. Huriawati, and N. Kusuma Dewi, "Pengaruh Penambahan Serbuk Serasah Lamun (Seagrass) Terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi Air Eco-Batako," *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, vol. 3, no. 2, 2017, doi: 10.23917/bioeksperimen.v3i2.5183.
- [12] L. Rahmadianty, H. Mazaya, D. Purwanto, and R. Y. Adi, "Analisa Campuran Beton

Dengan Perbandingan Volume Dan Pengamatan Karakteristik Beton Mutu Sedang,” *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol. 6, no. 2, pp. 55–69, 2017.

- [13] I. I. Sani and F. Zulkarnain, “Perbandingan Pemakaian Air Kapur Serta Pengaruh Penambahan Sika Fume Terhadap Ketahanan Beton Mutu Tinggi (Studi Penelitian),” 2020.
- [14] S. Permatasari and S. Kurniawan, “Analisis Kuat Tekan Beton Mutu K-250 Terhadap Pengaruh Penambahan Batu Kapur Dari Desa Cantung Kecamatan Hampang Kabupaten Kotabaru,” *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, vol. 11, no. 2, 2022, doi: 10.24127/tp.v11i2.2020.