

Perbandingan Beton Normal Dengan Beton Menggunakan Abu Vulkanik Gunung Semeru Ditinjau Dari Kuat Tekan Dan *Setting Time*

Nurul Rochmah¹, Ahmad Lukman Ariansyah², Dewi Pertiwi ST, MT.³

¹ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus Surabaya

^{2,3} Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
nurul-rochmah@untag-sby.ac.id ¹, ahmadlukmanariansyah7@gmail.com ², dewipertiwi@itats.ac.id ³

Abstract

Heavy metal chemicals can be found in the volcanic ash from Mount Semeru's eruption. The content of heavy metals such as silica, alumina, iron, and lime can bind cement to concrete. Nowadays, volcanic ash that comes out of volcanic eruptions is used as a reducing material for cement. Some cement materials for concrete mixtures are viewed through the lens of concrete compressive strength. It was attempted to use volcanic ash from Mount Semeru to reduce cement material in concrete with an FC of 20 MPa. This study aims to determine the setting time and compare the compressive strength of concrete. It used a cylindrical test object with a diameter of 100 mm and a height of 200 mm. Each variation had three test objects. The test results indicated that the setting time for normal concrete was 195 minutes; AV variations of 45% got 225 minutes, or a 30-minute delay, from normal concrete; and 50% of AV variations got 255 minutes, or a 60-minute delay. Meanwhile, the average compressive strength test for normal concrete aged 28 days was 19.18 MPa, and the variation of AV concrete aged 45% gained 5.78 MPa or decreased by 30.12% of normal concrete. The average compressive strength in AV concrete aged 50% for 28 days was 5.83 MPa, or 30.40% lower than normal concrete.

Keywords: *Semeru volcanic ash, compressive strength, concrete.*

Abstrak

Abu vulkanik dari hasil erupsi gunung Semeru terdapat kandungan kimia logam berat. Kandungan logam berat seperti silika, alumina, besi, kapur mampu mengikat semen pada beton. Untuk saat ini abu vulkanik yang keluar dari letusan gunung telah dimanfaatkan sebagai bahan pengurangan material semen. Sebagian material semen untuk campuran beton ditinjau dari kuat tekan beton. Pemakaian abu vulkanik Gunung Semeru dicoba untuk mengurangi material semen pada beton dengan mutu $f_c' = 20$ Mpa. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh waktu pengerasan semen dan membandingkan kuat tekan beton. Menggunakan benda uji silinder ukuran diameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Jumlah benda uji tiap variasi 3 buah. Hasil pengujian waktu pengerasan beton normal 195 menit, variasi AV 45% sebesar 225 menit mengalami perlambatan 30 menit dari beton normal dan variasi AV 50% sebesar 255 menit mengalami perlambatan 60 menit dari beton normal. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata beton normal umur 28 hari 19,18 Mpa, untuk variasi beton AV 45% umur 28 hari 5,78 Mpa mengalami penurunan 30,12% dari beton normal dan variasi beton AV 50% umur 28 hari 5,83 Mpa mengalami penurunan 30,40% dari beton normal.

Kata Kunci : Abu vulkanik semeru, Kuat Tekan, Beton.

1. Pendahuluan

Indonesia ialah negara yang dikelilingi oleh berbagai jenis gunung berapi yang dikenal dengan cincin api. Dalam tahun terakhir sering terjadinya letusan gunung berapi, seperti pada 4 Desember 2021 gunung Semeru juga mengeluarkan awan panas yang terdiri abu vulkanik dan gas. Abu vulkanik dari hasil erupsi gunung tersebut sangat mampu memberikan dampak buruk bagi masyarakat, yang dapat mencemari air karena terdapat kandungan logam berat. Kandungan logam berat seperti silika, alumina, besi, kapur mampu mengikat semen pada beton.

Melimpahnya abu vulkanik yang belum dimanfaatkan secara maksimal, padahal abu vulkanik memiliki sifat *pozzolanic*. Sifat yang dimiliki abu vulkanik ini mampu sebagai pengganti bahan semen. Adanya pengaruh abu vulkanik terhadap peningkatan tekan bersesuaian dengan pendapat para peneliti, yang menyatakan bahwa secara mekanik pozolan akan mengisi rongga diantara semen. Berdasarkan analisis tersebut bahwa kombinasi semen dan abu vulkanik yang memungkinkan dijadikan sebagai bahan pengikat pada beton[1].

Dalam penelitian ini, penulis akan menggunakan material seperti semen portland (Semen Gresik), agregat halus & agregat kasar asal di kota Surabaya untuk mengetahui apakah material tersebut dapat di uji kuat tekan beton maksimum akibat dari penambahan abu vulkanik Gunung Semeru terhadap campuran beton. Disamping itu untuk mengetahui pengaruh waktu pengerasan terhadap semen portland dan abu vulkanik serta mengetahui perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton menggunakan tambahan abu vulkanik Gunung Semeru dengan kadar 45% dan 50% pada campuran beton dikarenakan terdapat peneliti terdahulu yang menggunakan abu vulkanik gunung merapi dengan kadar maksimum 40% dengan umur 14 hari mencapai kuat tekan 18,10 Mpa, Oleh karena itu peneliti membandingkan apakah abu vulkanik gunung semeru lebih baik dengan abu vulkanik gunung merapi dalam hal kuat tekan.

2. Tinjauan Pustaka

Abu Vulkanik

Abu vulkanik ialah residu padat halus yang tersisa dari pembakaran gunung berapi yang meletus. Partikel lava halus yang terhembus saat gunung berapi meletus adalah yang menentukan gunung berapi. Abu ataupun pasir vulkanik ini biasanya terbentuk batuan berukuran besar maupun berbentuk butiran halus ini biasa jatuhnya sejauh radius 6-10 km dari lereng, untuk yang berbentuk halus biasanya pada radius sejauh ratusan sampai ribuan kilometer. Berikut merupakan tabel karakteristik pada abu vulkanik.

Tabel 1. Pembanding Kandungan Kimia Abu Vulkanik & Semen Portland

Nama Unsur	Persen (%)								
	Abu Vulkanik Gunung Semeru			Abu Vulkanik Gunung Merapi			Semen Portland		
	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata
Carbon	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oksigen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sodium	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,3
Magnesium	-	-	-	2,40	-	2,4	4	2,6	3,3
Alumina	-	-	-	15,19	18,37	16,78	8	6	7
Silika	4,06	4,06	4,06	28,7	34,56	31,63	25	22	23,5
Kalsium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Besi	3,78	3,70	3,74	9,30	18,59	13,945	6	-	6
Indium	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kapur	4,14	4,14	4,14	-	8,33	8,33	65	62	63,5
Sulfur	-	-	-	-	-	-	2	2	2
Soda Potash	-	-	-	-	-	-	1	-	1

Sumber : Olahan Data, 2022

Keterangan sumber :

- | | |
|------------------|--|
| AV Gunung Semeru | 1 : Ade Firmansyah dkk , 2022 [2].
2 : Maria Dehi Mboru dkk, 2022[3]. |
| AV Gunung Merapi | 1 : Suriadikarta, D.A. dkk, 2010[4].
2 : Jaka Setya Andika, 2011[5]. |
| Semen Portland | 1 : Sandhy Rheza Pratama, 2019[6].
2 : Herman Sinaga, 2019[7]. |

Waktu Pengikatan dan Pengerasan Semen

Waktu ikat merupakan saat yang dibutuhkan semen untuk mengalami pengikatan sejak semen tercampur air jadi pasta. Ketika semen dan air bercampur maka menimbulkan reaksi hidrasi. Waktu pengikatan semen berkisar 45 – 375 menit. Waktu pengikatan semen terbagi jadi 2 jenis yaitu waktu ikat awal dan waktu pengerasan akhir.

Kuat Tekan Beton

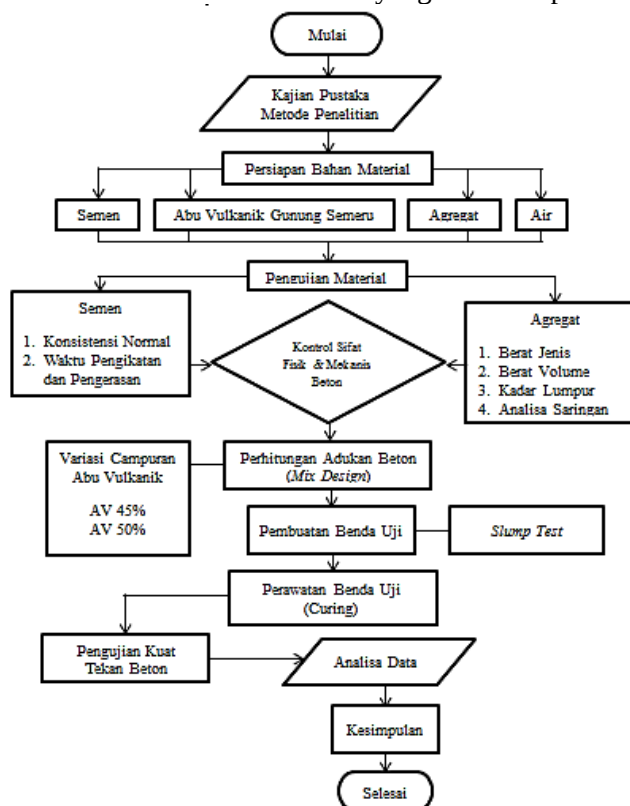
Kuat tekan beton ialah beton yg mampu menahan gaya tekan satuan luas yg ditimbulkan benda uji beton hancur bila terbebani gaya tekan dampak mesin kuat tekan untuk melihat seberapa jauh kekuatan tekan yg mampu dicapai. Menentukan kekuatan tekanan beton dilaksanakan dengan menggunakan mesin tekan & benda uji bentuk silinder prosedur pada umur 28 hari. Untuk perhitungan kekuatan tekanan beton memakai rumus berikut:

$$\sigma_b = \frac{P}{A}$$

Keterangan : σ_b : Kuat tekan (N/mm²)
 P : Beban
 A : Luas penampang

3. Metode

Metodologi penelitian merupakan sebuah cara untuk mengetahui hasil dari sebuah permasalahan yang spesifik, dimana permasalahan tersebut disebut juga dengan permasalahan penelitian. Dalam penelitian ini, didapatkan hasil atau kesimpulan dari sebuah pengujian waktu pengerasan semen dan kuat tekan beton maksimum yang akan dicapai.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Metode pemeriksaan bahan adalah :

1. Konsistensi Normal Semen
2. Waktu Pengikatan dan Pengerasan Semen
3. Berat Jenis Agregat Halus
4. Berat Volume Agregat Halus
5. Prosentase Lumpur Agregat Halus
6. Analisa Ayakan Agregat Halus
7. Berat Jenis Agregat Kasar
8. Berat Volume Agregat Kasar
9. Prosentase Lumpur Agregat Kasar
10. Analisa Ayakan Agregat Kasar
11. Perencanaan Adukan Beton (*Mix Design*)
12. Pembuatan Benda Uji
13. *Slump* Beton
14. Uji Kuat Tekan Beton

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental di Laboratorium Teknologi Beton Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Dalam pengujian ini menggunakan beton normal yang dicampur sebagai bahan pengganti semen dengan material abu vulkanik gunung Semeru yang berasal dari kabupaten Lumajang dengan variasi substitusi 0%, 45% dan 50%. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran dimensi 10 cm dan tinggi 20 cm dengan tiap variasi 3 benda uji yang dilakukan pengujian kuat tekan beton pada usia 14 hari dan 28 hari. Setelah didapatkan hasil data pengujian, kemudian hasil data pengujian tersebut dilakukan analisis perhitungan dan dapat diambil kesimpulan.

Hasil Data Pengujian Material Semen

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Material Semen

No	Jenis Variasi	Konsistensi Normal Semen (%)	Waktu Pengikatan Semen (menit)	
			Awal	Akhir
1	AV 0%	28,00	97	195
2	AV 45%	28,80	120	225
3	AV 50%	30,00	170	255

Sumber : Olahan Data, 2022

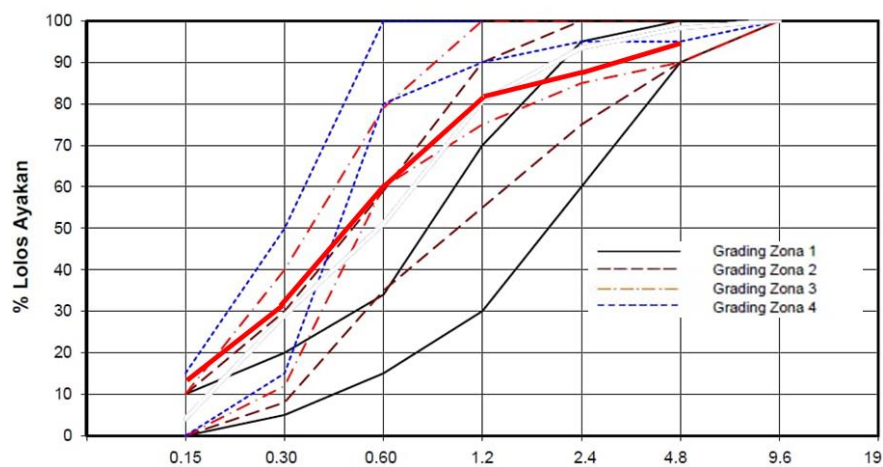
Hasil pengujian konsistensi normal semen jenis variasi pada beton AV 0% terjadi pada 28,00% dengan volume air 70 cc menghasilkan waktu pengikatan awal sebesar 97 menit dan waktu mengeras sebesar 195 menit. Sedangkan pada variasi AV 45% terjadinya konsistensi normal sebesar 28,80% dengan volume air 72 cc menghasilkan waktu pengikatan awal sebesar 120 menit dan waktu mengeras semen sebesar 225 menit, hal ini dapat disimpulkan bahwa terjadi kenaikan konsistensi normal sebesar 0,80% dengan penambahan volume air sebanyak 2 cc serta mengalami perlambatan waktu pengikatan sebesar 23 menit dan waktu mengeras semen sebesar 30 menit dari beton normal. Dan untuk variasi AV 50% terjadinya konsistensi normal sebesar 30,00% dengan volume air 75 cc menghasilkan waktu pengikatan sebesar 170 menit dan waktu mengeras semen sebesar 255 menit, bahwa dapat disimpulkan terjadi kenaikan konsistensi normal sebesar 2,00% dengan penambahan volume air sebanyak 5 cc serta mengalami perlambatan waktu mengikat semen sebesar 73 menit dan waktu mengeras semen sebesar 60 menit dari beton normal.

Hasil Data Pengujian Material Agregat Halus

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Material Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil Nilai (Rata-rata)	Keterangan
1	Berat Jenis Agregat Halus	2,400 gram/cm ³ .	Memenuhi Persyaratan SNI 1970-2016
2	Berat Volume Agregat Halus	Rojokan : 1,241 Kg/dm ³	Memenuhi Persyaratan SNI 03-4804-1998
		Tanpa Rojokan : 1,226 Kg/dm ³	
3	Kadar Lumpur Agregat Halus	Pengendapan : 2,08%	Memenuhi Persyaratan PBI-1971
		Pencucian : 2,00%	
4	Analisa Ayakan Agregat Halus	Zona 3	-

Sumber : Olahan Data, 2022



Gambar 2. Analisa Ayakan Agregat Halus

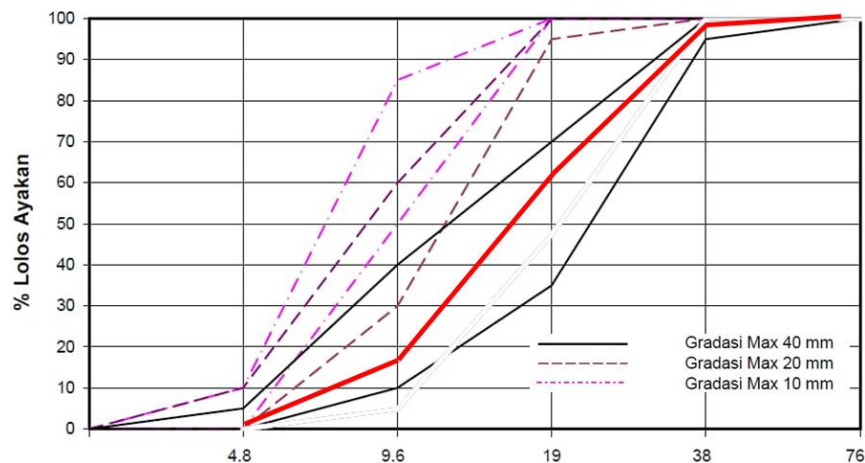
Pada Gambar 2 bahwa analisa ayakan agregat halus masuk dalam zona 3 yang merupakan kategori jenis pasir halus.

Hasil Data Pengujian Material Agregat Kasar

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Material Agregat Kasar

No	Pengujian	Hasil Nilai (Rata-rata)	Keterangan
1	Berat Jenis Agregat Kasar	2,540 gram/cm ³ .	Memenuhi Persyaratan SNI 1970-2016
2	Berat Volume Agregat Kasar	Rojokan : 1,599 Kg/dm ³	Memenuhi Persyaratan SNI 03-4804-1998
		Tanpa Rojokan : 1,463 Kg/dm ³	
3	Kadar Lumpur Agregat Kasar	0,30%	Memenuhi Persyaratan PBI-1971
4	Analisa Ayakan Agregat Kasar	40 mm	-

Sumber : Olahan Data, 2022



Gambar 3. Analisa Ayakan Agregat Kasar

Pada Gambar 3 bahwa analisa ayakan agregat kasar masuk dalam zona 1 yang merupakan kategori jenis kerikil diameter 40 mm.

Hasil Data Pengujian Slump

Pada saat pembuatan beton segar tingkat Workability beton ditentukan pada nilai slump saat membuat benda uji atau perencanaan. Penelitian merencanakan slump berkisar antara 75 – 150mm untuk semua variasi campuran beton.

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Slump

No	Varian Campuran Abu Vulkanik	Tinggi Slump (mm)	Air (Kg)
1	AV 0%	85	2,768
2	AV 45%	120	2,402
3	AV 50%	127	2,408

Sumber : Olahan Data, 2022

Berdasarkan tabel 5 bahwa nilai slump beton AV 0% mempunyai slump sebesar 85 mm, untuk beton AV 45% dengan slump 120 mm sedangkan untuk beton AV 50% menghasilkan slump sebesar 127 mm. Bahwa semua variasi beton yang di uji slump memenuhi sesuai rencana, tetapi pada beton AV 45% mengalami pengurangan air sebanyak 0,366 dari beton normal sedangkan untuk beton AV 50% juga mengurangi air sebesar 0,36 kg dikarenakan untuk beton campuran abu vulkanik gunung semeru menyesuaikan slump yang direncanakan.

Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Hasil kebutuhan benda uji beton pada tabel 6 didapatkan dari hasil perhitungan *mix design* menggunakan metode DOE (Department of Environment).

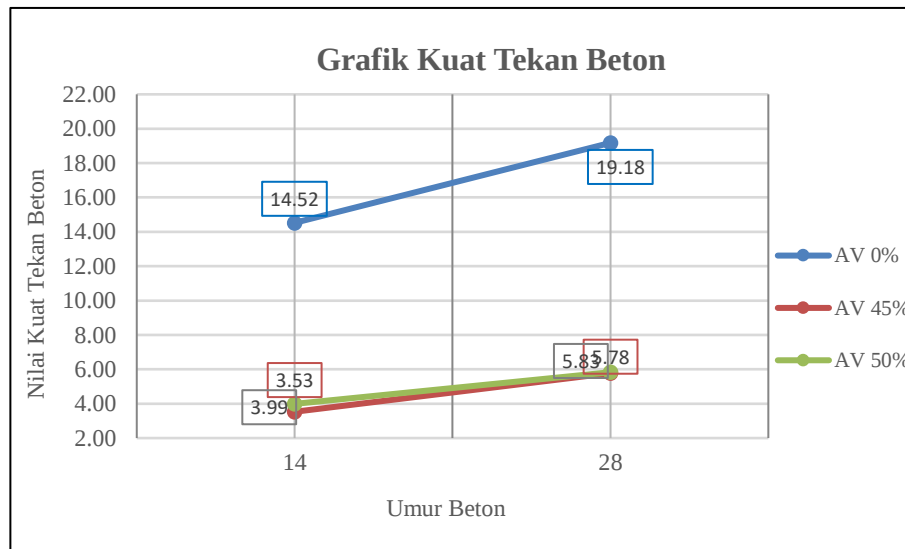
Tabel 6. Kebutuhan Sampling Benda Uji

No.	Varian	Kebutuhan Material 6 Sampling				
		Semen (Kg)	AV (Kg)	Kericak (Kg)	Pasir (Kg)	Air (Kg)
1	AV 0%	3,485	-	13,430	6,765	2,768
2	AV 45%	1,916	1,568	13,430	6,765	2,402
3	AV 50%	1,742	1,742	13,43	6,765	2,408

Sumber : Olahan Data, 2022

Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kekuatan tekan beton pada sample benda uji silinder diameter 10cm & tingi 20cm banyaknya 18 sampling. Pengujian kekuatan tekan meninjau usia 14 dan 28 hari. Berikut adalah hasil pengujian :



Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Beton

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata AV 0% umur 14 hari sebesar 14,52 Mpa dan umur 28 hari kuat tekan 19,18 Mpa. Untuk kuat tekan rata-rata AV 45% umur 14 hari 3,53 Mpa penurunan 24,31% dan umur 28 hari kuat tekan 5,78 Mpa penurunan 30,12%. Sedangkan kuat tekan rata-rata AV 50% pada umur 14 hari 3,99 Mpa penurunan 27,47% dan umur 28 hari kuat tekan 5,83 Mpa penurunan 30,40%.

Pada tabel 1 bahwa abu vulkanik gunung semeru memiliki sedikitnya kandungan silika 4,06% dan kapur 4,14%. Dari kandungan silika dan kapur tersebut, dapat disimpulkan bahwa abu vulkanik gunung semeru tidak mampu mengikat agregat sebaik abu vulkanik gunung merapi, faktor ini dapat dikatakan sebagai penyebab terjadinya penurunan pada kuat tekan beton.

5. Kesimpulan

1. Nilai waktu pengerasan pada beton AV 45% mengalami perlambatan waktu mengeras semen sebesar 30 menit dan beton variasi AV 50% juga mengalami perlambatan waktu mengeras semen sebesar 60 menit dari beton normal, jadi penambahan kadar AV 5% akan mengalami perlambatan waktu pengerasan sebesar 30 menit.
2. Berdasarkan hasil pengujian bahwa variasi AV 45% pada umur 14 hari mengalami prosentase kuat tekan beton maksimum sebesar penurunan 24,31% dibandingkan variasi beton AV 50% yang mengalami penurunan lebih dari 25%.
3. Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan beton penambahan abu vulkanik gunung semeru maka akan terjadinya penurunan kuat tekan pada beton. Hal ini bahwa abu vulkanik gunung semeru memiliki sedikitnya kandungan silika dan kapur sehingga tidak mampu mengikat agregat yang dapat mengakibatkan terjadinya penurunan pada kuat tekan beton.

Referensi

- [1] Faqih, N., & Krisnawan, G. (n.d.). Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Abu Vulkanik Sebagai Pengganti Sebagian Semen.
 - [2] Artikel, I. (2022). Bahan Additive Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas. *Ciastech*, 429–438.
 - [3] Artikel, D. (2022). Pengaruh Sika Dan Abu Vulkanik Gunung Semeru Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton. *Ciastech*, 401–410.
 - [4] Erfandi, D., Santoso, E., Kasno, A., A, S. D., Id, A. A., & Sutono. (2011). Identifikasi Sifat Kimia Abu Volkan, Tanah dan Air di Lokasi Dampak Letusan Gunung Merapi. *Balai Penelitian Tanah*, 9(1), 1–14.
 - [5] Akhir, T., Andika, J. S., Sipil, J. T., Teknik, F., Dan, S., & Indonesia, U. I. (2011). Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dalam Kekuatan Pada Umur.
 - [6] Pratama, S. R. (2019). Pengaruh Substitusi Fly Ash pada Bahan Pengikat Campuran Paving Block ditinjau dari Kuat Tekan, Keausan, dan Penyerapan Air. *Jurnal Fakultas Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya*, Surabaya, 4–7.
 - [7] Moshinsky, M. (1959). *No Title*. *Nucl. Phys.*, 13(1), 104–116.
 - [8] SNI 1970-2016. Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.
 - [9] SNI 03-4804-1998. Metode Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat.
 - [10] Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.
-