

SIFAT FISIK DAN MEKANIK MORTAR DENGAN CAMPURAN LIMBAH ABU BATU BATUAN VULKANIK SEBAGAI PENGGANTI PASIR

Evy Kusumaningrum¹, Sumarsono², Restu Faizah³ dan Nurul Chotimah⁴

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Yogyakarta, Jl. Janti Km. 4, Gedongkuning, Yogyakarta
Email: evy@ity.ac.id

²Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Yogyakarta, Jl. Janti Km. 4, Gedongkuning, Yogyakarta
Email: sumarsono@ity.ac.id

³Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jl. Brawijaya, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta
Email: restu.faizah@umy.ac.id

⁴Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Yogyakarta, Jl. Janti Km. 4, Gedongkuning, Yogyakarta
Email: nurul.pu16@gmail.com

ABSTRACT

Environmental pollution cases are mostly caused by improper waste handling in some places. Waste is the residual result of a production activity. In the Ponjong area, Gunung Kidul, Yogyakarta, the surrounding community mostly has a livelihood as a natural stone sawyer. The waste produced when sawing natural stone is stone ash and stone fragments. Stone ash and stone fragments have not been used optimally. The collected waste hardens and causes environmental damage, namely decreased soil fertility. Based on these problems, this research proposes to analyze the physical and mechanical properties of mortar mixed with stone ash as a substitute for sand. This research aims to determine the physical and mechanical properties of stone ash mix concrete as a sand substitute so that it can reduce stone ash waste in the Ponjong area, Gunung Kidul. The composition of stone ash as sand substitute was 0%, 10%, 20%, 30%, 40% and 50% by weight of sand. This research analyzed the density and compressive strength of concrete. The method in this research is the concrete compressive strength test conducted at the Structural Materials Laboratory of the Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University of Yogyakarta. The compressive strength of the specimens was tested at the age of 28 days. Testing of test specimens using Universal Testing Machine. The results of the analysis in this study showed that the density obtained in the test specimens decreased. The greater the composition of stone ash as a substitute for sand, the smaller the density value. The same applies to the compressive strength of mortar. The compressive strength of mortar with greater composition of stone ash, the compressive strength of concrete decreases.

Keywords: *Compressive Strength, Density, Mortar, Rock Ash, Waste*

ABSTRAK

Kasus pencemaran lingkungan sebagian besar disebabkan oleh penanganan sampah yang tidak tepat di beberapa wilayah. Buangan yang di hasilkan dari suatu proses produksi disebut dengan limbah atau sampah. Di kawasan Ponjong, Gunung Kidul, Yogyakarta masyarakat sekitar sebagian besar mempunyai mata pencaharian sebagai penggergaji batu alam. Limbah yang dihasilkan saat menggergaji batu alam adalah abu batu dan pecahan batu. Abu batu dan pecahan batu belum digunakan secara optimal. Limbah yang terkumpul mengeras dan mengakibatkan kerusakan lingkungan yaitu menurunnya kesuburan tanah. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan untuk menganalisis sifat fisik dan mekanik mortar campuran abu batu sebagai pengganti pasir. Hasil penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik beton campuran abu batu sebagai pengganti pasir sehingga dapat mengurangi limbah abu batu di daerah Ponjong, Gunung Kidul. Komposisi abu batu sebagai pengganti pasir adalah 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% dari berat pasir. Penelitian ini menganalisis densitas dan kuat tekan beton. Metode dalam penelitian ini yaitu dengan uji kuat tekan beton yang dilakukan di Laboratorium Bahan Struktur Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Kuat tekan benda uji diuji pada umur mortar 28 hari. Pengujian benda uji menggunakan Universal Testing Machine. Hasil analisis dalam penelitian ini densitas yang diperoleh pada benda uji mengalami penurunan. Semakin besar komposisi abu batu sebagai pengganti pasir nilai densitasnya semakin kecil. Begitu juga dengan hasil uji kuat tekan mortar. Kuat tekan mortar dengan komposisi abu batu semakin besar maka kuat tekan beton semakin menurun.

Kata kunci : Kuat Tekan, Densitas, Mortar, Abu Batu, Limbah

1. PENDAHULUAN

Menurut Undang-undang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 32 Tahun 2009, bahan yang tidak mempunyai nilai atau tidak berharga adalah sisa dari perusahaan dan/atau operasi yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Peningkatan sampah disebabkan oleh pertumbuhan penduduk dan berbagai aktivitas penduduk. Limbah dihasilkan dari hasil kegiatan masyarakat seperti pelaksanaan produksi sumber daya alam. Berdasarkan wujudnya limbah dikelompokkan menjadi 4 yaitu limbah cair, limbah padat, limbah suara dan limbah gas. (Rozaq & Hanifah, 2020). Sedangkan berdasarkan komposisi sampah/limbah dibagi menjadi dua bagian yaitu sampah organik dan sampah anorganik. (Febriadi, 2019). Tidak semua limbah bersifat racun atau berbahaya untuk kehidupan makhluk hidup.

Beberapa sampah/sisa produksi dapat diolah menjadi barang atau bahan yang dapat dimanfaatkan (Sudarno et al., 2021). Limbah rumah sakit, limbah rumah tangga dari kegiatan industri merupakan salah satu contoh limbah yang berbahaya (Utami & Musyarofah, 2021). Contoh kegiatan masyarakat yang menghasilkan limbah yang dapat didaur ulang atau diolah kembali adalah limbah yang dihasilkan oleh kegiatan masyarakat daerah Ponjong, Gunung Kidul Yogyakarta yaitu kegiatan pemecah batu alam. Dari kegiatan masyarakat sebagai pemecah batu limbah yang dihasilkan adalah abu batu dan batu pecah. Sisa hasil penggergajian batu yaitu abu batu dan pecahan batu di kawasan Ponjong belum diolah secara lebih baik. Disekitar kegiatan pemecah batu limbah masih menumpuk dan mengakibatkan terganggunya ekosistem lingkungan di daerah tersebut. Abu Batu yang menumpuk akan mengeras dengan berjalannya waktu sehingga lapisan permukaan tanah tertutup abu batu yang mengeras dan kesuburan tanah terganggu. (Utami & Musyarofah, 2021). Abu batu hasil kegiatan produksi batu pecah di Ponjong, Gunung Kidul mengandung bahan mineral antara lain : Plagioklas, Kwarsa, Piroksen, mineral opak dan gelas (Utami & Musyarofah, 2021). Abu Batu dimanfaatkan antara lain untuk penambahan campuran beton (Silitonga & Rizal, 2021). Limbah dari kegiatan produksi pemecah batu yaitu abu batu karena belum dimanfaatkan dengan baik di daerah Ponjong dan apabila limbah ini hanya di buang di sekitar tempat produksi dan mengakibatkan penurunan kesuburan tanah maka pada penelitian ini diajukan usulan penelitian tentang Sifat Fisik dan Mekanik Mortar dengan Campuran Limbah Abu Batu Batuan Vulkanik sebagai Pengganti Pasir dengan tujuan untuk mengetahui mutu beton dengan uji Densitas (*density*), Mutu kuat tekan (*compression strength*). Dengan pemanfaatan limbah abu batu diharapkan akan mengurangi tumpukan limbah batu abu di daerah Ponjong, Gunung Kidul dan ekosistem lingkungan di area produksi terutama untuk kesuburan tanah tetap terjaga. Pengujian mortar akan dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Hasil penelitian yang dengan mutu mortar yang terbaik akan disosialisasikan cara pemanfaatan abu batu kepada penduduk Ponjong, Gunung Kidul, Yogyakarta. Hal ini juga diharapkan dapat menambah kesejahteraan atau peningkatan pendapatan dari pemanfaatan limbah abu batu di daerah Ponjong, Gunung Kidul.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pulau Jawa merupakan salah satu tempat tumbuhnya sebagian besar gunung berapi di dunia. Gunung berapi melepaskan batuan yang berada di lapisan kulit bumi berupa cairan pijar yang mempunyai suhu yang sangat tinggi yang merupakan batuan beku vulkanik. Sifat-sifat magmatisme yang terjadi sangat beragam dan keragaman semua hasil proses kegiatan magma dari proses peleburan sampai proses magma ke permukaan bumi kemudian membeku dan membentuk batuan. mengarah pada produk berupa kombinasi batuan dan sifat batuan vulkanik. Sebagian masyarakat memanfaatkan batuan vulkanik untuk membuat kerajinan dengan memotongnya sesuai kebutuhan. Potongan-potongan yang tidak terpakai dapat menjadi limbah berupa potongan-potongan kecil atau agregat berupa bubuk atau abu.

Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pemeliharaan Lingkungan Hidup menyebutkan bahwa pengelolaan limbah harus mengikuti dasar pencegahan oleh jasa pelayanan pengolahan sisa produksi, berupa limbah B3 dan limbah non B3. Aktifitas di daerah Ponjong, Gunung Kidul, Yogyakarta dalam kegiatan produksi pemecah batu alam menghasilkan abu batu dan serpihan batu. Limbah tersebut sebaiknya dimanfaatkan kembali menjadi barang yang mempunyai nilai ekonomi yang lebih tinggi. Contoh manfaat limbah abu batu antara lain adalah sebagai campuran mortar.

Penelitian tentang pemanfaatan fly ash dan abu hancur sebagai bahan filter, dan perbedaan komposisi dan umur beton bervariasi dilakukan oleh peneliti dari Universitas Lambung Mangkurat. Peneliti juga membandingkan kuat tekan beton biasa dengan beton fly ash dan beton abu stone crusher. Berdasarkan hasil penelitian ini, kuat tekan rata-rata beton CTSB biasa adalah 13,49 Mpa, kuat tekan rata-rata beton CTSB dengan bahan pengisi fly ash 10% adalah 14,72 Mpa, dan kuat tekan beton CTSB yang menggunakan abu stone crusher 5% rock crusher memiliki rata-rata kuat tekan adalah 11,80 MPa. Umur setiap beton adalah 28 hari. Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton CTSB

filler fly ash dan bahan pengisi abu stone crusher dapat digunakan sebagai lapisan beton semen di bawah pondasi batu. (Yasruddin et al., 2017)

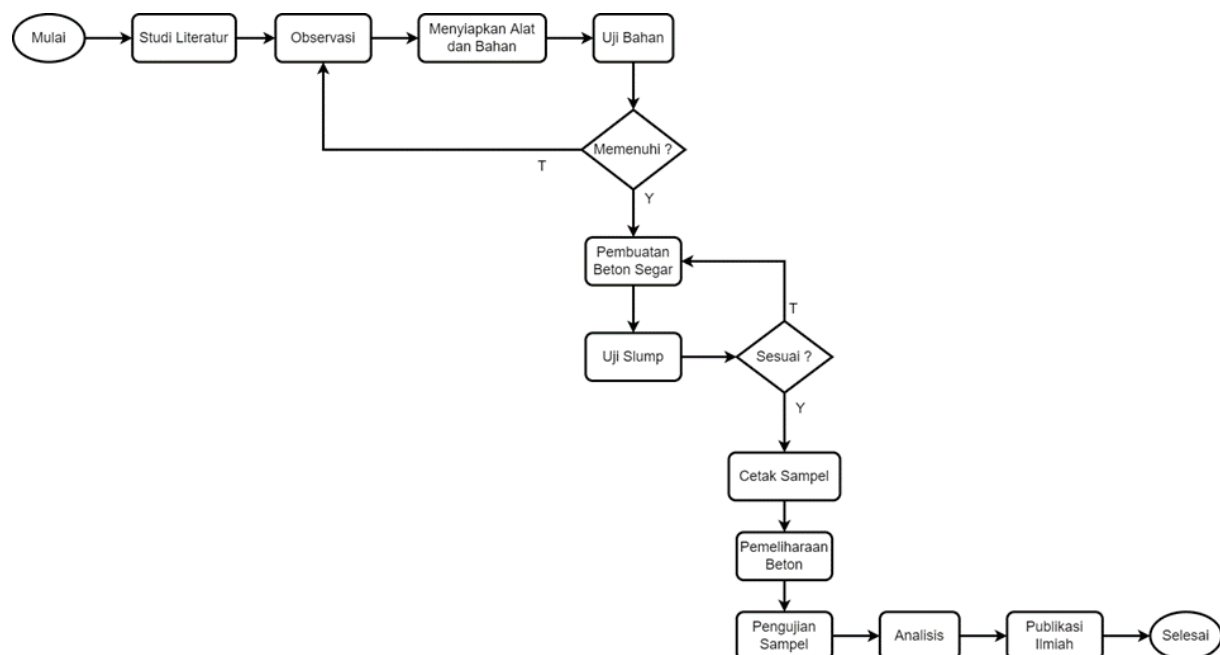
Abu batu dapat digunakan sebagai lapisan beton di bawah pondasi, juga sebagai campuran beton, sebagai bahan pengisi dalam produksi aspal dan sebagai bahan pengisi dalam produksi SCC. (Handayani, 2019). Manfaat limbah abu batu sebagai tambahan material bahan di teliti oleh Handayani dari Universitas Islam Kalimantan. Tujuan dari penelitian Handayani untuk mengetahui kadar optimum dalam penggunaan abu batu sebagai campuran beton yang digunakan untuk paving block. Dengan memanfaatkan abu batu sebagai campuran beton dalam pembuatan paving block dapat menurunkan biaya produksi dan memberikan efisiensi terhadap pembuatan paving block Metode yang digunakan dalam penelitian handayani menggunakan studi literatur dan hasil kajian pustaka dari penelitian-penelitian sebelumnya. Hasil penelitian Handayani dengan memanfaatkan abu batu sebagai campuran paving block dapat menekan biaya produksi.

Banyaknya abu batu untuk menggantikan agregat halus atau pasir mempengaruhi kuat tekan beton (Supriadi & Romadhon, 2020). Hasil penelitian Supriadi, Romadhon menunjukkan bahwa semakin banyak abu batu yang ditambahkan maka kuat tekan beton semakin rendah. Penggunaan abu batu menjadi salah satu alasan untuk memaksimalkan campuran beton mutu tinggi dengan biaya rendah. Agregat buatan ini yaitu fly ash dapat dicampur dengan agregat alam yaitu pasir. Sifat-sifat beton dengan campuran agregat buatan dan alam diketahui dari penelitian yang dilakukan Sekolah Tinggi Teknologi Garut. Selain penelitian tentang limbah abu batu, limbah granit juga diteliti oleh Hadi peneliti dari Fakultas Teknik Universitas Al – Azhar Mataram. Penelitian ini menghasilkan tentang pemanfaatan limbah granit yaitu apabila granit yang digunakan semakin banyak sebagai agregat maka mutu beton semakin rendah (Surya, 2020)

3. METODOLOGI

Metode Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah pemanfaatan limbah abu vulkanik di kawasan Ponjong Gunung Kidul. Dalam penelitian ini abu batu batuan vulkanik digunakan sebagai bahan pengganti pasir pada adukan mortar. Penelitian ini melalui tahapan yang gambarkan dalam Flowchart, seperti yang terdapat pada Gambar 1. Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Study Literatur dan observasi

Langkah pertama dari penelitian ini adalah pencarian literatur. Definisi dan penjelasan tentang limbah, semen, agregat halus, residu abu vulkanik dan barang-barang yang tercantum dalam topik penelitian ini dapat dikonsultasikan atau dipelajari di jurnal dan buku yang ada. Informasi yang diperoleh digunakan dalam penelitian ini sebagai tinjauan pustaka.

Observasi

Metode observasi berfungsi untuk menentukan obyek penyelidikan. Tempat penyiapan sampel mortar dan tempat pemeriksaan sampel atau benda uji berada di Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Bahan adukan mortar yang digunakan yaitu. semen, pasir dan abu batu, merupakan agregat yang berasal dari daerah Yogyakarta.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini untuk pemeriksaan bahan campuran mortar, penyiapan benda uji dan pengujian sampel adalah sebagai berikut: gelas kimia, tungku, saringan standar ASTM, gelas ukur dan piknometer, timbangan, pengaduk semen, kerucut Abrams, penggaris dan kaliper, cetakan beton silinder berdiameter 10 cm x tinggi 20 cm dan Universal Testing Machine (UTM). Material beton terdiri dari semen, agregat halus dan air. Dalam penelitian ini, agregat halus, yaitu pasir, diganti dengan abu limbah batu. Semen yang digunakan adalah Tipe I, yaitu. yaitu Semen yang digunakan tanpa syarat khusus atau semen yang digunakan untuk keperluan umum. Menurut klasifikasi partikel, agregat dibagi menjadi dua bagian, yaitu agregat halus dan agregat kasar. (Supriadi & Romadhon, 2020). Agregat dengan partikel lebih kecil dari 4,75 mm (ASTM) dan/atau 0,075 hingga 2 mm (AASHTO) disebut sebagai agregat halus. Air yang digunakan adalah air sesuai SK SNI S-04-1989-F yaitu air harus bersih, tidak boleh mengandung minyak atau lumpur, air tidak boleh mengandung garam yang dapat merusak beton. Limbah abu batuan vulkanik dikumpulkan dari penggergajian batu di Kecamatan Ponjong, Gunung Kidul, Yogyakarta. Limbah abu batu yang digunakan sebagai pengganti pasir lolos saringan No. 4 (4,75 mm)

Pengujian material campuran beton

Sebelum pembuatan mortar, bahan campuran beton dianalisa menurut peraturan SK SNI untuk pemeriksaan agregat: 03-1968-1990. Analisis saringan agregat, yang menentukan persentase berat butiran agregat yang melewati saringan, disebut analisis saringan agregat. (Badan Standardisasi Nasional). Agregat atau material mortar selain dianalisis saringan juga dilakukan analisis berat jenis. Kandungan mineral limbah abu batu batuan vulkanik di analisis dengan analisis petrografi. Kuat tekan dan lentur beton dipengaruhi oleh sifat fisik agregat dan kandungan mineral abu batu (Wirawan et al., 2016).

Pembuatan beton segar

Benda uji yang dibuat adalah mortar berbentuk silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20cm. Komposisi sampel untuk mortar normal adalah semen, agregat halus dan air. Banyaknya atau persentase limbah abu batu batuan vulkanik sebagai pengganti pasir adalah 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% dari berat agregat halus atau pasir. Jumlah keseluruhan benda uji adalah 18 benda uji dengan masing masing komposisi terdiri dari 3 benda uji. Hasil uji slump dipengaruhi oleh faktor air semen. Apabila faktor air semen semakin tinggi maka nilai slump juga semakin tinggi sehingga beton akan semakin mudah dikerjakan tetapi mutu beton atau kuat tekan beton menurun. (Hardagung et al., 2014) Nilai faktor air semen dalam campuran mortar penelitian ini adalah 0,6.

Pengujian benda uji

Densitas

Data yang diperoleh dari pengukuran dan penimbangan, yaitu data masa silinder (m_s) (kg) dan volume silinder (V_s)(m^3) digunakan dalam perhitungan densitas (Faizah et al., 2020).

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \quad (1)$$

dengan masa silinder (m_s) (kg), volume silinder (V_s)(m^3).

Kuat Tekan

Kemampuan mortar dalam menahan gaya tekan persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan disebut kuat tekan beton. Proses pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan cara permukaan beton diberi beban secara aksial sampai beton hancur (Badan Standardisasi Nasional, 2011). SNI 03-1974-1990 menjadi acuan dalam prosedur pengujian kuat teka beton. Rumus perhitungan kuat tekan beton adalah :

$$f_c' = \frac{P_{max}}{A} \times 1,04 \quad (2)$$

dengan, f_c = Kuat tekan beton (N/mm²), P_{max} = Beban tekanan (N), A = Luas penampang sampel/ benda uji (mm²).

Apabila menggunakan silinder dengan ukuran 20x10 cm maka hasil kuat tekan beton dikalikan dengan faktor koreksi yaitu 1,04 (Badan Standardisasi Nasional, 2011)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Material

Sampel berupa mortar yaitu campuran antara semen, pasir, abu batu dan air. Semen menggunakan merk dynamik. Pasir sebagai agregat halus diambil dari pasir gunung merapi dan air dari sumur yang berada di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Faktor air semen yang menggunakan faktor air semen 0.6. Pembuatan mortar nilai f.a.s. minimum adalah berkisar 0,4–0,65 (Tri Mulyono, 2004). Sebelum dilakukan pembuatan sampel material pasir dan abu batu diuji untuk mendapatkan Berat Jenis dan Berat Satuan. Dalam pembuatan benda uji menggunakan berat jenis karena di dalam campuran dianggap tidak ada rongga. Dari hasil uji material diperoleh data pemeriksaan berat jenis abu batu dan pasir yang dapat dilihat pada tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Abu Batu dan Pasir

Uraian	Abu Batu (gram)	Pasir (gram)
Berat piknometer berisi pasir dan air (Bt)	0,975	0,965
Berat pasir setelah kering (Bk)	0,49	0,495
Berat piknometer berisi air (B)	0,665	0,605
Berat pasir keadaan jenuh kering muka (SSD)	0,5	0,5

Tabel 2. Berat Satuan Abu Batu dan Pasir

Berat satuan abu batu	Abu Batu (kg)	Pasir
Berat tabung 30x15	10,15	10,15
Berat tabung + abu batu	17,35	18,15
Berat	7,2	8

Selain abu batu dan pasir dihitung berat jenis dan berat satuan, kedua material ini juga di periksa untuk butiran agregatnya dengan menggunakan saringan. Hasil Pemeriksaan analisa saringan abu batu dapat dilihat pada Tabel 3 dan pemeriksaan analisa pasir dapat dilihat pada Tabel 4. Dari hasil Berat jenis, pemeriksaan analisis saringan, berat satuan abu batu dan pasir maka dari hasil tersebut untuk menghitung campuran pembuatan sampel beton atau benda uji.

Tabel 3. Hasil Pemeruiksaan Analisa Saringan Abu Batu

Saringan Nomor	Ukuran (mm)	Berat	Berat
		Tertahan (gram)	Tertahan (kg)
4	4,75	0	0
8	2,36	0,005	5
16	1,18	0,01	10
30	0,6	0,01	10
50	0,3	0,01	10
100	0,15	0,16	160
Pan	Pan	0,805	805
Total		1	1000

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Pasir

Saringan Nomor	Ukuran (mm)	Berat	Berat
		Tertahan (gram)	Tertahan (kg)
4	4,75	0,025	25
8	2,36	0,035	35
16	1,18	0,115	115
30	0,6	0,165	165
50	0,3	0,165	165
100	0,15	0,265	265
Pan	Pan	0,23	230
Total		1	1000

Pembuatan benda uji/beton segar

Beton/mortar terdiri dari campuran semen, pasir, limbah abu batu dan air. Setelah mendapat hasil uji material maka dilakukan pembuatan sampel dengan penambahan abu batu sebagai pengganti pasir. Ukuran sampel yaitu tabung dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Tabel Mutu bahan dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Mutu Bahan

No.	Bahan	Simbol	Berat Jenis	
			(BJ)	Berat satuan (kg/m ³)
1	Semen	S	3,15	1250
2	Air	A	1	1000
3	Pasir	P	2,5	1509
4	Abu Batu	Abu	2,64	1358,12
fas				0,6
			S	A
			P	
Perbandingan berat S:A			1	0,6
Perbandingan vol S:A			0,397	0,75
Perbandingan vol S:A:P			1	1,89
				4

Komposisi abu batu batuan vulkanik sebagai pengganti pasir adalah 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% dari berat pasir. Pembuatan sampel dilakukan pada tanggal 13 Agustus 2022 dan akan diuji pada tanggal 10 September 2022.

Saat ini sampel beton sudah diangkat dari rendaman untuk diangin-anginkan sebelum diuji pada tanggal 10 September 2022.

Komposisi (*Mix Design*) sudah diperoleh maka di cetak menggunakan cetakan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm . Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara cara mencetak, cara memadatkan, dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton (Sumekto & Candra Rahmadiyanto, 2001). Setelah beton berumur 1 hari maka cetakan dibuka kemudian beton direndam (Proses Curing) sampai umur 21 hari. Setelah umur 21 Hari maka beton diangkat dari rendaman (Curing) kemudian diangin-anginkan Pada saat beton berumur 28 hari maka beton diuji kuat tekan beton menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM).

Densitas

Hasil penimbangan berat dan pengukuran volume beserta densitas masing-masing benda uji di tunjukkan pada Tabel 7 Benda uji mortar normal mempunyai densitas rata-rata 2216,02 kg/m³. Sedangkan pada mortar dengan komposisi abu batu 10% mempunyai densitas 2193,45 kg/m³, komposisi 20% mempunyai densitas 2183,20 kg/m³, komposisi 30% mempunyai densitas 1836,49 kg/m³, komposisi 40% mempunyai densitas 2102,19 kg/m³, dan komposisi 50% mempunyai densitas 2128,04 kg/m³. Adanya penurunan densitas pada benda uji kemungkinan disebabkan kurang tercampur rata atau sempurna antara pasir, semen, dan abu batu sehingga terdapat rongga pada benda uji sehingga kerapatan massa (density) nya berkurang. Kemungkinan yang lain karena berat jenis abu batu lebih besar dibandingkan Berat Jenis Pasir maka akan terjadi penurunan densiti pada benda uji. Hasil perhitungan densitas dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Densitas

No	Tanda/ kode	Berat	Volume	Densitas	Densitas rata-rata
		(kg)	(10 ⁻³ m ³)	kg/m ³	kg/m ³
1	Sldr. 0%. 1	4,00	1,81	2204,67	2216,02
2	Sldr. 0%. 2	4,20	1,88	2237,58	
3	Sldr. 0%. 3	4,10	1,86	2205,82	
4	Sldr. 10%. 1	4,10	1,92	2136,87	2193,45
5	Sldr. 10%. 2	4,10	1,84	2231,89	
6	Sldr. 10%. 3	4,05	1,83	2211,61	
7	Sldr. 20%. 1	4,10	1,90	2158,24	2183,20
8	Sldr. 20%. 2	4,10	1,87	2196,36	
9	Sldr. 20%. 3	4,10	1,87	2195,01	
10	Sldr. 30%. 1	4,00	2,20	1820,67	1836,49
11	Sldr. 30%. 2	3,70	2,06	1799,99	
16	Sldr. 30%. 3	4,10	2,17	1888,82	
17	Sldr. 40%. 1	4,00	1,90	2105,60	2102,19
19	Sldr. 40%. 2	4,10	1,95	2105,60	
20	Sldr. 40%. 3	4,10	1,96	2095,37	
21	Sldr. 50%. 1	4,10	1,85	2216,74	2128,04
23	Sldr. 50%. 2	4,10	2,01	2041,02	
24	Sldr. 50%. 3	4,10	1,93	2126,34	

Kuat Tekan Mortar

Pada pengujian kuat tekan, silinder mortar diberi tekanan sampai pada beban maksimum untuk mendapatkan kekuatan maksimumnya menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM). Pengujian mortar dapat dilihat pada Gambar 2. Setelah pengujian, silinder mortar mengalami kerusakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Pengujian Silinder Mortar



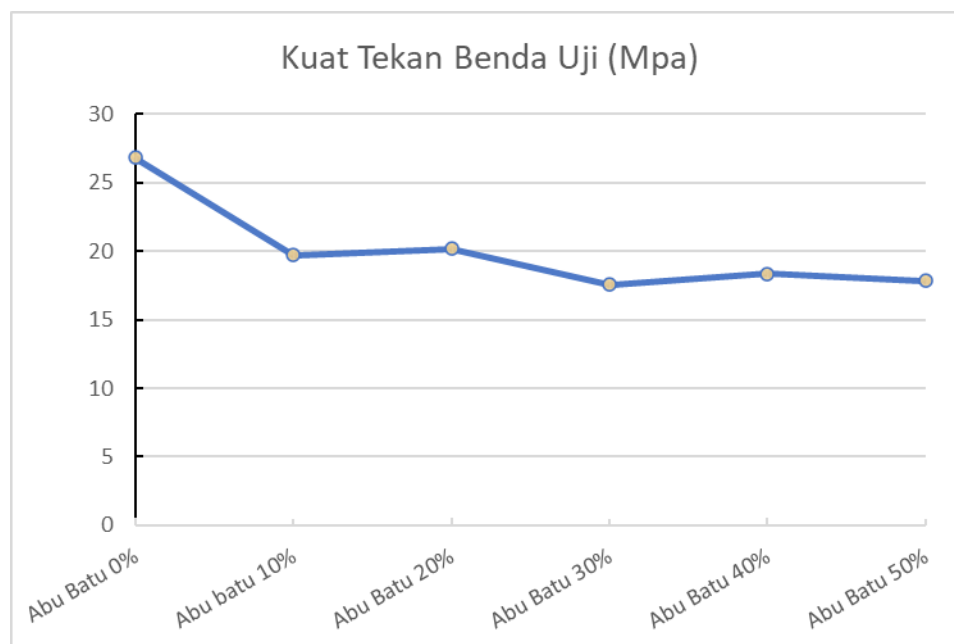
Gambar 3. Kerusakan Mortar setelah di Uji

Kuat tekan mortar dapat dihitung dengan persamaan 2 dan hasil dari uji kuat tekan mortar dapat dilihat pada tabel 7. Berdasarkan kuat tekannya mortar ini dapat digunakan atau dapat diaplikasikan sebagai elemen nonstruktural yang tidak menahan beban aksial yang tidak besar (Waris et al., 2018). Pada komposisi beton normal (sldr 0%) mempunyai rata-rata kuat tekan sebesar 26,80 Mpa. Pada komposisi abu batu 10% (sldr 10%) mempunyai rata-rata kuat tekan sebesar 19,71 Mpa, komposisi abu batu 20% mempunyai rata-rata sebesar 20,19Mpa, komposisi abu batu 30% (sldr 30%) mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar 17,55 Mpa, komposisi abu batu 40% (sldr 40%) mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar 18,34 Mpa dan komposisi abu batu 50% (sldr50%) mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar 17,84 Mpa. Apabila dilihat pada grafik yang terdapat pada Gambar 4 bahwa mortar yang komposisi pasir diganti dengan limbah abu batu apabila dibandingkan dengan komposisi mortar normal mengalami penurunan. Penurunan pada benda uji sesuai dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa semakin besar komposisi abu batu maka kuat tekan beton akan semakin menurun (Triaswati et al., 2019).

Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar

No	Tanda/ kode	Tinggi (cm)	Ø (cm)	Berat (kg)	Luas (cm ²)	B.j. (gram/cm ³)	Baban Maks. kg	Kuat Tekan (kg/ cm ²)	Kuat Tekan Mpa	Kuat Tekan Rata- rata
----	----------------	----------------	-----------	---------------	----------------------------	---------------------------------	----------------------	--------------------------------------------	----------------------	--------------------------------

1	Sldr. 0%. 1	20,00	10,75	4,00	90,80	2202,66	24992,85	275,3	28,06	
2	Sldr. 0%. 2	20,50	10,80	4,20	91,65	2235,54	24054,72	262,5	26,76	26,80
3	Sldr. 0%. 3	20,30	10,80	4,10	91,65	2203,82	23014,63	251,1	25,60	
4	Sldr. 10%. 1	20,20	11,00	4,10	95,07	2134,92	19517,06	205,3	20,93	
5	Sldr. 10%. 2	20,25	10,75	4,10	90,80	2229,86	18992,66	209,2	21,32	19,71
6	Sldr. 10%. 3	20,00	10,80	4,05	91,65	2209,60	15183,49	165,7	16,89	
7	Sldr. 20%. 1	20,00	11,00	4,10	95,07	2156,27	22236,68	233,9	23,84	
8	Sldr. 20%. 2	20,20	10,85	4,10	92,50	2194,36	16629,99	179,8	18,33	20,19
9	Sldr. 20%. 3	20,40	10,80	4,10	91,65	2193,01	16540,60	180,5	18,40	
10	Sldr. 30%. 1	20,10	11,80	4,00	109,40	1819,01	17796,77	162,7	16,58	
11	Sldr. 30%. 2	19,80	11,50	3,70	103,91	1798,36	17772,68	171,0	17,44	17,55
16	Sldr. 30%. 3	20,20	11,70	4,10	107,56	1887,11	19657,29	182,8	18,63	
17	Sldr. 40%. 1	20,00	11,00	4,00	95,07	2103,68	16730,32	176,0	17,94	
19	Sldr. 40%. 2	20,50	11,00	4,10	95,07	2103,68	16563,12	174,2	17,76	18,34
20	Sldr. 40%. 3	20,60	11,00	4,10	95,07	2042,10	18029,20	189,6	19,33	
21	Sldr. 50%. 1	20,20	10,80	4,10	91,65	2214,73	15953,04	174,1	17,74	
23	Sldr. 50%. 2	20,40	11,20	4,70	98,56	2337,58	17721,68	179,8	18,33	17,83
24	Sldr. 50%. 3	20,30	11,00	4,10	95,07	2124,41	16238,26	170,8	17,41	



Gambar 4. Kuat Tekan Benda Uji/Mortar

KESIMPULAN

Hasil uji material berat jenis abu batu lebih besar dibandingkan berat jenis pasir dan berat satuannya kebalikannya yaitu berat satuan pasir lebih besar dibandingkan dengan berat satuan abu batu. Karena di dalam campuran asumsinya tidak ada rongga maka yang digunakan dalam perhitungan mix desain menggunakan berat jenis.

Hasil dari uji sampel dalam penelitian ini diperoleh bahwa nilai densitas semakin menurun. Penurunan densitas pada benda uji disebabkan kurang tercampur rata atau sempurna antara pasir, semen, dan abu batu sehingga terdapat rongga pada benda uji sehingga kerapatan massa (density) nya berkurang.

Hasil analisis kuat tekan mortar semakin besar komposisi abu batu maka kuat tekan mortar semakin menurun. Dalam penelitian ini menggunakan faktor air semen 0,6 maka pada komposisi abu batu 50% campuran sangat pekat. Hal ini juga mempengaruhi kuat tekan beton. Meskipun hasil kuat tekan menurun tetapi kuat tekan tersebut masih dapat digunakan untuk mortar nonstruktur.

Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan variasi faktor air semen. Selain itu penelitian ini juga dapat dilanjutkan apabila komposisi abu batu ini digunakan untuk pembuatan konblok. Apabila dapat diterapkan maka dapat membantu pengurangan limbah abu batu di daerah Ponjong, Gunung Kidul sehingga keseimbangan lingkungan di daerah Ponjong tetap terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. *SNI ASTM C136:2012 tentang Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar (ASTM C 136-06, IDT)*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. In *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*.
- Faizah, Priyosulistyo, & Aminullah. (2020). Sifat Fisik dan Mekanik Mortar dengan Campuran Serutan Karet Ban Bekas Berbagai Merk. *Jurnal Teknik Sipil*, 27(2), 117. <https://doi.org/10.5614/jts.2020.27.2.2>
- Febriadi, I. (2019). Pemanfaatan sampah organik dan anorganik untuk mendukung go green concept di sekolah. *Abdimas: Papua Journal of Community Service*, 1(1), 32–39. <https://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/pjcs/indexDOI:https://doi.org/10.33506/pjcs.v1i1.348>.
- Handayani, F. (2019). Manfaat Limbah Abu Batu Sebagai Tambahan Material Bahan Bangunan. *Seminar Nasional Tahunan VI Program Studi Magister Teknik Sipil ULM*, 59–68. <http://s2tekniksipil.ulm.ac.id/wp-content/uploads/2020/02/7.-Fitria-Handayani.pdf>
- Hardagung, Sambowo, & Gunawan. (2014). Kajian Nilai Slump, Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambahan Filler Abu Batu Paras. *Matriks Teknik Sipil*, 2(2), 131–137.
- Rozaq, Y. A., & Hanifah, N. A. (2020). *TEKNOLOGI OZONE/UV DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TEKSTIL*. INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL BANDUNG.
- Silitonga, & Rizal. (2021). Pengaruh Kebutuhan Air Bersih Terhadap Jumlah Penduduk di Pulau Karimun Besar. *Pelita Kota*, 2(1).
- Sudarno, Nicolaas, S., & Assa, V. (2021). Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Pembuatan Paving block. *Jurnal Teknik Sipil Terapan (JTST)*, 3(2), 101. <https://doi.org/10.47600/jtst.v3i2.290>
- Sumekto, W., & Candra Rahmadiyanto. (2001). *Teknologi Beton*. Kanisius.
- Supriadi, & Romadhon. (2020). Optimalisasi Penggunaan Abu Batu Sebagai Pengganti Pasir Dalam Campuran Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 19(1), 34–48.
- Surya, H. (2020). Pengaruh Penambahan Limbah Granit Terhadap Kuat Tekan Beton. *Ganec Swara*, 14(1), 476. <https://doi.org/10.35327/gara.v14i1.123>
- Tri Mulyono. (2004). *Teknologi Beton*.
- Triaswati, Harijanto, Wibowo1, & Ismoyo. (2019). Penggunaan Abu Batu untuk Mengurangi Agregat Pasir Alami pada Campuran Beton dengan Penambahan Zat Additive Type D. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 3(2), 1–10. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/54039>
- Utami, L. S., & Musyarofah, S. (2021). Pengelolaan Limbah bahan Berbahaya dan Beracun di RS “X.” *Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, 11(januari), 5–6.
- Waris, Najwani, Al-Jabri, & Al-Saidy. (2018). Use of Recycled Tyre Rubber in Non-structural Concrete. *MATEC Web of Conferences*, 203, 1–7. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201820306001>
- Wirawan, Setyawan, & Sumarsono. (2016). Analisis Petrografi Agregat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Perkerasan Kaku. *Matriks Teknik Sipil*, 36, 216–222. <https://matriks.sipil.ft.uns.ac.id/index.php/MaTekSi/article/view/497>
- Yasruddin, Rahman, F., & Sari, A. K. (2017). Pemanfaatan Abu Terbang Dan Abu Batu Stone Crusher Sebagai Filler Pada Lapis Beton Semen Pondasi Bawah (Cement Treated Subbase / Ctsb). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 18(2), 271–288.