E-ISSN: 3025-0994
Halaman 1987-1999
Volume 4 Nomor 2 Tahun 2026

Studi Eksperimental Pemanfaatan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Substitusi Semen Dalam Pembuatan Paving Block

Widya Yanti Lesnussa[1], Juliet G. Metekohy[2], Rabiyatul Uzda[3]

[1,2,3] Fakultas Teknik,Universitas Pattimura
e-mail: lesnussawidya@gmail.com[1], julietmetekohy@gmail.com[2], rabiyatuluzda@gmail.com[3]

Abstrak

Paving block merupakan bahan bangunan yang umum digunakan untuk perkerasan jalan, area parkir, dan taman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan paving block dengan memanfaatkan limbah organik abu tempurung kelapa sebagai bahan substitusi semen. Abu tempurung kelapa digunakan karena mengandung senyawa Silika Oksida (SiO_2) yang juga terdapat pada semen, sehingga diharapkan dapat meningkatkan ikatan dan kekuatan paving block. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Benda uji berupa paving block berbentuk persegi panjang berukuran 21 cm x 10,5 cm x 6 cm dengan variasi penambahan abu tempurung kelapa sebanyak 0 gr (normal), 30 gr, 60 gr, 90 gr, dan 120 gr. Pengujian dilakukan pada umur benda uji 28 hari menggunakan dua jenis air, yaitu air suling dan air hujan, untuk melihat pengaruhnya terhadap kualitas paving block. Hasil pemeriksaan material menunjukkan bahwa agregat halus (pasir) yang digunakan telah memenuhi spesifikasi SNI dengan kadar air rata-rata 7,99% dan kadar lumpur 2,06%. Berdasarkan pengujian kuat tekan, penambahan limbah abu tempurung kelapa memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap kekuatan paving block dibandingkan dengan paving block normal. Pemanfaatan limbah ini diharapkan dapat menjadi inovasi bahan bangunan yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomis.

Kata Kunci: Paving Block, Abu Tempurung Kelapa, Kuat Tekan, Substitusi Semen.

Abstract

Paving blocks are building materials that are commonly used for road pavement, parking areas, and parks. This study aims to determine the compressive strength value of paving blocks by utilizing organic waste from coconut shell ash as a cement substitute material. Coconut shell ash is used because it contains Silica Oxide (SiO_2) compounds which are also found in cement, so it is expected to increase the bonding and strength of paving blocks. The method used in this study is an experimental method. The test specimen is in the form of a rectangular paving block measuring 21 cm x 10.5 cm x 6 cm with variations of adding coconut shell ash as much as 0 gr (normal), 30 gr, 60 gr, 90 gr, and 120 gr. The test was carried out at the age of 28 days using two types of water, namely distilled water and rainwater, to see its

effect on the quality of paving blocks. The results of the material inspection showed that the fine aggregate (sand) used met SNI specifications with an average moisture content of 7.99% and a sludge content of 2.06%. Based on compressive strength testing, the addition of coconut shell ash waste exerts a varied influence on the strength of paving blocks compared to normal paving blocks. The use of this waste is expected to become an innovation in building materials that are environmentally friendly and have economic value.

Keywords: Paving Block, Coconut Shell Ash, Compressive Strength, Cement Substitution.

LATAR BELAKANG

Di Indonesia ini banyak sekali pembangunan perkerasan jalan, perkerasan jalan meliputi pelataran parkir, dan area pemukiman komplek, pada perkerasan jalan ini menggunakan Paving Block. Paving block dikenal juga dengan sebutan bata beton (concrete block) atau cone block merupakan produk bahan bangunan terbuat dari campuran semen Portland, agregat dan air dengan bahan tambah lainnya yang tidak mengurangi mutu paving block tersebut. Paving block biasanya digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau perkerasaan permukaan jalan. Paving block dapat digunakan untuk pengerasan dan memperindah trotoar jalan di kota-kota, pengerasan jalan di komplek perumahan atau kawasan pemukiman, memperindah taman, pekarangan dan halaman rumah, pengerasan area parkir, area perkantoran, pabrik, taman dan halaman sekolah (Artiany, 2018).

Menurut SNI 03-0691-1996, bata beton (paving block) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau bahan tambah lainnya seperti yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan bahan substitusi abu tempurung kelapa. Dalam pembuatan paving block kualitas mutu ditentukan oleh bahan penyusunnya, proses pembuatannya dan alat yang digunakan. Bahan baku pada pembuatan paving block ialah pasir dengan gradasi (tingkat kekerasan) baik dan semen sebagai bahan pengikat, dimana dalam penelitian ini diganti dengan abu tempurung kelapa. Abu tempurung kelapa berasal dari proses pembakaran tempurung menjadi abu. Proses pembakaran ini menghilangkan kandungan kimiaorganik dan meninggalkan Silika Oksida (SiO_2) serta senyawa lainnya yang juga terdapat pada semen.

Pemanfaatan limbah abu tempurung kelapa disamping dapat mengurangi pencemaran lingkungan juga dapat digunakan sebagai bahan substitusi bahan bangunan, dalam hal ini pembuatan paving block. Melihat banyak sekali limbah tempurung kelapa yang terbuang percuma karena masyarakat sudah tidak lagi memanfaatkan limbah tempurung kelapa dalam kehidupan rumah tangga sehari-hari, hal ini terjadi di desa Tehoru Kabupaten Maluku Tengah yang menjadi tempat pengambilan sampel tempurung kelapa pada penelitian ini ~ sehingga komponen limbah dari pasar ini menumpuk dan menyebabkan pencemaran lingkungan.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penulis ingin melakukan penelitian dengan mengganti bahan baku paving block yang pada umumnya, diganti menjadi campuran pasir dan limbah organik (Murdiyoto, 2011). Bahan baku limbah organik campuran abu tempurung kelapa sebagai bahan substitusi pada campuran paving block ini diharapkan dapat mempunyai ikatan yang baik agar paving block tahan lama dan mengurangi penyerapan air

sehingga keawetan paving block dapat meningkat serta memiliki kuat tekan yang lebih tinggi. Selain itu juga, berdasarkan hasil penelitian akan dilihat sejauh mana pengaruh pemanfaatan komposisi limbah organik abu tempurung kelapa, campuran pasir semen dan air terhadap kualitas paving block.

Pemanfaatan limbah tempurung kelapa dalam pembuatan paving block diharapkan juga dapat menjadi inovasi baru dalam pengembangan infrastruktur jalan serta pengembangan bahan bangunan yang lebih ramah lingkungan dan bernilai ekonomis.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah abu tempurung kelapa sebagai bahan substitusi dalam pembuatan paving block terhadap nilai kuat tekan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Peralatan Berat Dinas PUPR Provinsi Maluku, Kota Ambon, pada bulan Mei hingga Juli. Benda uji yang digunakan berupa paving block berbentuk persegi panjang berukuran 21 cm × 10,5 cm × 6 cm dengan komposisi campuran 1:4 dan total 30 sampel. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi komposisi abu tempurung kelapa dan komposisi air hujan, sedangkan variabel terikatnya adalah nilai kuat tekan paving block. Material yang digunakan meliputi semen, pasir, abu tempurung kelapa, air suling, dan air hujan. Sebelum pembuatan benda uji dilakukan pemeriksaan agregat halus berupa uji kadar lumpur, analisis saringan, kadar air, berat jenis, dan berat isi pasir, sedangkan abu tempurung kelapa diperoleh melalui proses pembakaran tempurung kelapa hingga menjadi abu. Proses pembuatan paving block dilakukan dengan mencampurkan semen, pasir, abu tempurung kelapa, dan air sesuai komposisi yang telah ditentukan, kemudian dicetak dan dirawat selama 28 hari sebelum dilakukan pengujian kuat tekan berdasarkan SNI 03-0691-1996. Data yang digunakan terdiri atas data primer yang diperoleh melalui pengujian langsung di laboratorium dan data sekunder yang berasal dari buku, jurnal, Standar Nasional Indonesia (SNI), serta konsultasi dengan dosen pembimbing dan staf laboratorium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Parameter Fisik Agregat

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengujian fisik agregat halus yang akan di lakukan pada pengujian *paving block.*

Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian parameter agregat halus meliputi pengujian analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, berat isi, kadar air, dan kadar lumpur. Hasil pengujian terhadap agregat halus yang didapatkan dari laboratorium adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Karakteristik Agregat	Standar Pengujian	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
1	Analisa Saringan					
	a. Lolos Saringan No. 200	SNI 03-1968-1990	-	5	0	%

	b. Modulus Kehalusan		1,5	3,8	1,78	%
2	Berat Jenis					
	a. BJ Bulk	SNI 03-1969-2008	2,2	2,7	2,21	gr/cm
	b. BJ SSD		2,2	2,7	2,22	gr/cm
	c. BJ Semu		2,2	2,7	2,24	gr/cm
	d. Penyerapan Air		-	3	0,60	%
3	Berat Isi					
	a. BI Gembur	SNI 03-4804-1998	1,4	1,9	1,43	gr/cm
	b. BI Padat		1,4	1,9	1,48	gr/cm
4	Kadar Air	SNI 03-1971-1990	2	8	7,99	%
5	Kadar Lumpur	SNI 03-4141-1996	-	5	2,05	%

(Sumber : Hasil Penelitian UPTD Lab Passo Ambon)

1. Analisa Saringan

Pengujian analisis saringan dilakukan untuk memperoleh jumlah Persentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar yang lolos satu set saringan kemudian angka- angka persentase tersebut digambarkan pada grafik pembagian butir. Untuk mendapatkan gradasi agregat yang baik maka harus memenuhi Spesifikasi SNI 03-1968-1990 yang telah ditentukan.



Gambar 1. Pengujian Analisa Saringan
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Hasil pengujian analisa saringan dan grafik analisa saringan dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 2.Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan

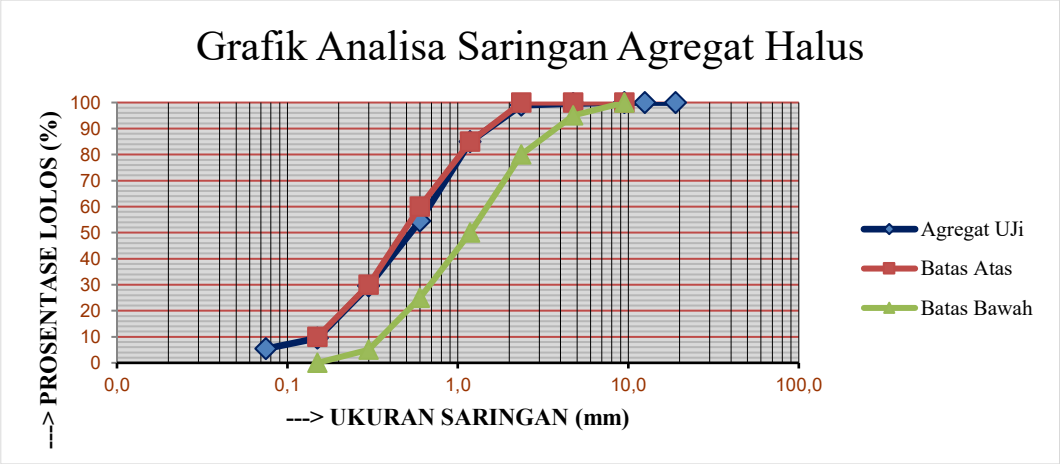
Ukuran Ayakan		Berat Tertahan (gram)	∑ Berat Tertahan (gram)	Jumlah Persen	
ASTM	(mm)			Tertahan (%)	Lolos (%)
		(2)	(3)=∑(2)	(4)=(3)/(1)x100	(5)=100-(4)
3/4"	19	0	0	0	100
1/2"	12,5	0	0	0	100
3/8"	9,5	0	0	0	100
No.4	4,75	9	9	0,36	99,64
No.8	2,36	18	27	1,08	98,92
No.16	1,18	350	377	15,08	84,92
No.30	0,6	762	1139	45,56	54,44
No.50	0,3	623	1762	70,48	29,52
No.100	0,15	500	2262	90,48	9,52
No.200	0,075	102	2364	94,56	5,44
Pan		136,00	2500	100	0

(Sumber : Hasil Penelitian)

Berdasarkan tabel analisa saringan diatas, Pada ukuran saringan 4,75 mm (No.4) didapat berat tertahan yaitu 9 gram, jumlah berat tertahan yaitu 9 gram yang didapat dari berat tertahan saringan 9,5 (No.3/8) ditambah saringan 4,75 (No.4). Jumlah persen tertahan yaitu 0,36% yang didapat dari berat tertahan dibagi 2500 gram berat bahan kering. Dan jumlah persen lolos yaitu 99,64% didapat dari 100 dikurangi jumlah persen tertahan.

Dari hasil pemeriksaan gradasi agregat halus pada gambar 4.1, pasir yang digunakan termasuk dalam daerah gradasi no. 2, yaitu pasir agak kasar dengan modulus halus butir sebesar 1,78 % yang termasuk pada agregat halus normal karena modulus halus butir memenuhi syarat 1,5% sampai 3,8%.

Berikut grafik analisa saringan dapat dilihat pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. Grafik Analisa Saringan Agregat Halus
(Sumber : Hasil Penelitian)

Berdasarkan grafik analisa saringan diatas, dimulai dari saringan yang paling bawah yaitu saringan ukuran 0,075 mm (No.200) didapat persentase lolos 5,44%, ukuran saringan 0,150 mm (No.100) didapat persentase lolos 9,52%, ukuran saringan 0,150 mm (No.50) didapat persentase lolos 29,52%, ukuran saringan 0,600 mm (No.30) didapat persentase lolos 54,44%, ukuran saringan 1,18 mm (No.16) didapat persentase lolos 84,92 %, ukuran saringan 2,36 mm (No.8) didapat persentase lolos 98,92%, ukuran saringan 4,75 mm (No.4) didapat persentase lolos 99,64%, ukuran saringan 9,5 mm (No.3/8), 12,5 mm (No. ½) dan 19 mm (No.3/4) didapat persentase lolos 100 %.

2. Berat Jenis



Gambar 3.Pengujian Berat Jenis
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan berdasarkan SNI 1970:2008 dipaparkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 3.Berat Benda Uji Pasir

SAMPEL	I	SATUAN
Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)	500	gr
Berat benda uji kering oven (Bk)	497	gr
Berat piknometer diisi air (B)	812	gr
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air (BT)	1087	gr

(Sumber : Hasil Penelitian)

Berdasarkan tabel 3. Berat Benda Uji Pasir diperoleh bahwa benda uji kering permukaan jenuh (SSD) sebesar 500 gr, Berat benda uji kering oven (Bk)

sebesar 497 gr, Berat piknometer diisi air sebesar 812 gr, dan Berat piknometer + benda uji + air sebesar 1087 gr. Selanjutnya didapatkan hasil seperti tabel dibawah ini :

Tabel 4.Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Pasir

URAIAN		I	SATUAN
Berat jenis Kering Oven (Bulk)	$\frac{Bk}{B+SSD-BT}$	2,21	gr
Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)	$\frac{SSD}{B+SSD-BT}$	2,22	gr
Berat jenis semu (*Apparent*)	$\frac{Bk}{B+Bk-BT}$	2,24	gr
Penyerapan (*Absorption*)	$\frac{SSD-BK}{Bk}$ x 100%	0,60	%

(Sumber : Hasil Penelitian)

Berdasarkan tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Pasir diperoleh bahwa berat jenis bulk sebesar 2,21 gr, berat jenis SSD sebesar 2,22 gr, berat jenis semu sebesar 2,24 gr, dan penyerapan sebesar 0,60 %. Jadi dapat disimpulkan bahwa agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi spesifikasi terkait pengujian berat jenis dan penyerapan. Berarti dapat disimpulkan bahwa agregat ini dapat digunakan dalam penelitian ini juga masuk spesifikasi.

3. Berat Isi



Gambar 3. Pengujian Berat Isi
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan berdasarkan SNI 03-4804-1998 dipaparkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 5 Berat Isi Gembur

Lepas/Gembur			Hasil Uji I	Hasil Uji II	Satuan
Berat tempat + Benda uji	a		4875	4828	gram
Berat tempat	b		801	802	gram
Berat benda uji	c	c = a - b	4074	4026	gram
Berat isi tempat	d		2823	2823	cm³
Berat isi benda uji	e	e = c / d	1,44	1,43	gr/cm³
Rata-rata	f		1,43		gr/cm³

(Sumber : Hasil Penelitian)

Pemeriksaan berat isi gembur pada pasir didapat hasil 1,43 gr/cm^3, nilai tersebut berada pada standar yang telah ditetapkan untuk beton normal yaitu sebesar 1,4 gr/cm^3 - 1,9 gr/cm^3 yang berarti agregat halus masih bisa digunakan dan telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan SNI 03-4804-1998.

Tabel 6. Berat Isi Padat

Padat			Hasil Uji I	Hasil Uji II	Satuan
Berat tempat + Benda uji	a		4967	4968	gram
Berat tempat	b		802	802	gram
Berat benda uji	c	c = a - b	4165	4166	gram
Berat isi tempat	d		2823	2823	cm
Berat isi benda uji	e	e = c / d	1,48	1,48	gr/cm³
Rata-rata	f		1,48		gr/cm³

(Sumber : Hasil Penelitian)

Pemeriksaan berat isi padat pada pasir didapat hasil 1,48 gr/cm^3, nilai tersebut berada pada standar yang telah ditetapkan untuk beton normal yaitu sebesar 1,4 gr/cm^3 - 1,9 gr/cm^3 yang berarti agregat halus masih bisa digunakan dan telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan SNI 03-4804-1998.

4. Kadar Air



Gambar 4.Pengujian Kadar Air
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Hasil pengujian kadar air berdasarkan SNI 03-1971-1990 dipaparkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 1 Hasil Pengujian Kadar Air

NO	URAIAN		I	II
A	Nomor Cawan		1	2
B	Berat Cawan	(gr)	70,00	84,00
C	Berat Cawan + Tanah Basah	(gr)	384,00	392,00
D	Berat Cawan + Tanah Kering	(gr)	361,00	369,00
E	Berat Air (E = C – D)	(gr)	23,00	23,00
F	Berat Tanah Kering (F = D – B)	(gr)	291,00	285,00
G	Kadar Air (E/F) x 100%	(%)	7,90	8,07
Kadar Air Rata – rata		(%)	7,99	

(Sumber : Hasil Penelitian)

Pemeriksaan kadar air pada pasir didapat hasil 7,99 %, lebih kecil dari standar yang telah ditetapkan untuk beton normal yaitu sebesar 2% - 8% yang berarti agregat halus masih bisa digunakan dan telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan SNI 03-1971-1990.

5. Kadar Lumpur



Gambar Pengujian Kadar Lumpur
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Hasil pengujian pada kadar lumpur berdasarkan SK SNI S-04-1989-F dipaparkan pada tabel di berikut ini :

Tabel 8. Hasil Pengujian Kadar Lumpur

URAIAN		Hasil Uji		Satuan
		I	II	
Tiggi pasir	A	150	144	gram

Tinggi Lumpur	B	148	140	gram
Kadar Lumpur	A-B/Ax100%	1,33	2,78	%
Rata-rata		2,05		%

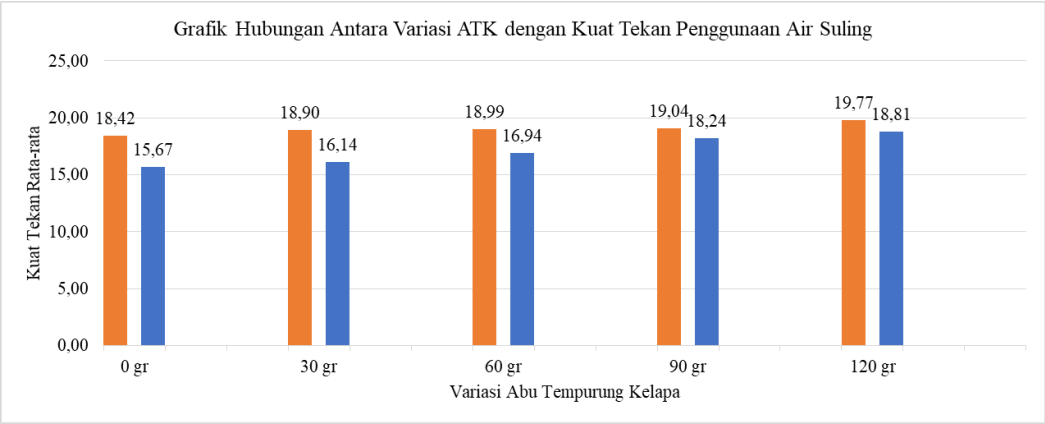
(Sumber : Hasil Penelitian)

Pemeriksaan kadar lumpur pada pasir didapat hasil rata-rata 2,05 % yang berarti lebih kecil dari standar yang telah ditetapkan untuk kadaar lumpur pada beton normal yaitu sebesar 5%. Berdasarkan hasil pengujian ini maka agregat halus yang diuji digunakan sebagai sampel karena dapat memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan SK SNI S- 04-1989-F.

Pencampuran Abu Tempurung Kelapa

Berdasarkan grafik kuat tekan air suling, pada kuat tekan rata-rata variasi abu tempurung kelapa 0 % memiliki nilai sebesar 18,42 Mpa, variasi 30 % memiliki nilai sebesar 18,90 Mpa, pada variasi 60 % memiliki nilai sebesar 18,99 Mpa, pada variasi 90 % memiliki nilai sebesar 19,04 Mpa dan pada variasi 120 % memiliki nilai sebesar 19,75 Mpa. Yang berarti nilai-nilai tersebut termasuk dalam kategori mutu B yang mempunyai nilai kuat tekan antara 17 – 20 Mpa menurut SNI 03-0691-1996 yaitu digunakan untuk perataran parkir.

Berikut kombinasi dari antara grafik hubungan antara variasi ATK dengan kuat tekan penggunaan ari suling dan air hujan :



Gambar 6. Grafik Kombinasi Kuat Tekan Air Suling Dan Air Hujan
(Sumber : Hasil Penelitian)

Berdasarkan grafik kombinasi kuat tekan penggunaan air suling dan air hujan, hasil menunjukkan bahwa pada semua sampel ATK yang diuji, sampel *paving block* yang dicampur menggunakan air hujan memiliki kuat tekan yang lebih tinggi secara konsisten daripada yang menggunakan air suling.

Kandungan yang membuat air hujan menghasilkan kuat tekan lebih tinggi dibandingkan air suling adalah adanya sejumlah kecil ion dan mineral terlarut yang berfungsi sebagai akselerator alami. Berbeda dengan air suling yang murni, air hujan mengandung ion-

ion tertentu (seperti ion kalsium, sulfat, atau klorida dari atmosfer) yang membantu mempercepat hidrasi semen pada umur awal dan meningkatkan reaktivitas pozzolanik dari abu tempurung kelapa (ATK). Peningkatan reaktivitas ini membuat ATK lebih cepat bereaksi dengan produk sampingan semen (Ca(OH)2), menghasilkan produk pengikat yang lebih banyak (C-S-H) sehingga struktur material lebih padat dan kuat.

Dengan demikian, meskipun abu tempurung kelapa mampu menjaga kekuatan material, penggunaan air hujan terbukti lebih efektif dalam mengoptimalkan potensi kekuatan *paving block* yang mengandung substitusi abu tempurung kelapa.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa nilai Kuat Tekan Paving Block dengan menggunakan abu tempurung kelapa dilakukan dengan lima variasi abu tempurung kelapa dan dua penambahan air pada campuran. Variasi Abu Tempurung Kelapa 0 %, untuk air suling memiliki nilai kuat tekan sebesar 15,67 Mpa, nilai tersebut tidak memenuhi spesifikasi mutu paving block. sedangkan untuk air hujan memiliki nilai kuat tekan sebesar 18,42 Mpa, nilai tersebut termasuk dalam kategori mutu B. Variasi Abu Tempurung Kelapa 30 %, untuk air suling memiliki nilai kuat tekan sebesar 16,14 Mpa, nilai tersebut tidak memenuhi spesifikasi mutu paving block. sedangkan untuk air hujan memiliki nilai kuat tekan sebesar 18,90 Mpa, nilai tersebut termasuk dalam kategori mutu B. Variasi Abu Tempurung Kelapa 60 %, untuk air suling memiliki nilai kuat tekan sebesar 16,94 Mpa, nilai tersebut tidak memenuhi spesifikasi mutu paving block. sedangkan untuk air hujan memiliki nilai kuat tekan sebesar 18,99 Mpa, nilai tersebut termasuk dalam kategori mutu B. Variasi Abu Tempurung Kelapa 90 %, untuk air suling memiliki nilai kuat tekan sebesar 18,24 Mpa, sedangkan untuk air hujan memiliki nilai kuat tekan sebesar 19,04 Mpa. Yang berarti nilai-nilai tersebut termasuk dalam kategori mutu B. Variasi Abu Tempurung Kelapa 120 %, untuk air suling memiliki nilai kuat tekan sebesar 18,81 Mpa, sedangkan untuk air hujan memiliki nilai kuat tekan sebesar 19,77 Mpa. Yang berarti nilai-nilai tersebut termasuk dalam kategori mutu B. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dapat disimpulkan bahwa sampel paving block yang dicampur menggunakan air hujan memiliki kuat tekan yang lebih tinggi secara konsisten daripada yang menggunakan air suling.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, bimbingan, serta motivasi selama proses penyusunan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Arianto, 2005. Pengaruh Penggunaan Limbah Pasir Onyx Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kuat Tekan, Penyerapan Air Dan Ketahanan Aus Paving Block. Widya Teknika Vol.20 No.1; Maret 2012.

Badan Standarisasi Indonesia. SNI 03-0691-1996. Bata Beton Paving Block. Badan

Badan Standarisasi Indonesia. SNI 03-1750-1990. Cara Uji Butiran Ringan Didalam Agregat Beton.

Badan Standarisasi Indonesia. SNI T-04-1990-F. Klasifikasi Paving Block.

Badan Standar Nasional. 2002. SNI 03-2847-2002, Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.Badan Standardisasi Indonesia. SNI 15-0302-2004. Semen Portland Pozolan.

Badan Standarisasi Indonesia SNI SNI-15-2049-2004. Semen Portland.

Fauziah Syifa. 2016. Studi Pemanfaatan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton. Jakarta : Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

J.T, Utsev., J.K, Taku. 2012. Coconut Shell Ash As Partial Replacement Of Ordinary Portland Cement In Concrete Production. International Journal Of Scientific & Technology Research Volume 1, Issue 8, September 2012.Http://Www.Ijstr.Org/Final-Print/Sep2012/Coconut-Shell- Ash-As-Partial- Replacement-Of-Ordinary-Portland-Cement-In-Concrete-Production.Pdf [13 Januari 2014]

Kumara, Dadang 1992, Akmaludding Dkk 1998. Teknologi Paving Block 2009. Lampung: Universitas Lampung.

Lilly, A.A., J.R Collins. 1979. Laying Concrete Block Pving, Cement And Concrete

Mulyono, Tri. 2004. Teknologi Beton. Yogyakarta: ANDI.

Nawy, Edward G. 1990. Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Bandung: PT Erasco .

Nugraha, Paul Dan Antoni. 2007. Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, Ke Beton Kinerja Tinggi. Yogyakarta: ANDI.

Nugroho, Panji Asto. 2015. Pemanfaatan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Pembuatan Genteng Beton. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Palungkun, R. 2001. Aneka Produk Olahan Kelapa, Cetakan Kesembilan. Jakarta: Penebar Swadaya.

Priyanto Rudy. 2015. Penggunaan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Pada Pembuatan Paving Block Berdasarkan Standara SNI 03-0691-1996. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Septiandini, Erna. 2013. Bahan Ajar Mata Kuliah Praktek Uji Bahan. Jakarta : Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Tjokrodimuljo, Kardiyono. 2004. Teknologi Beton. Yogyakarta : ANDI

Uzda, Rabiyatul. Dkk 2025. Dasar-Dasar Teknologi Beton. Padang : CV. Gita Lentera.