

ANALISIS LAJU INFILTRASI DAN KEKUATAN *POROUS PAVING BLOCK* SUBSTITUSI *FLY ASH* DAN CANGKANG KERANG DARAH

Devita Mayasari^{1*}, Tri Yuhanah², Yulisya Zuriatni³

^{1*,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi PLN,

E-mail penulis, korespondensi: devita@itpln.ac.id

ABSTRAK

Pengendalian genangan salah satunya dilakukan dengan mengoptimalkan penyerapan air ke dalam tanah. *Porous paving block* memiliki nilai porositas tinggi karena memiliki kemampuan meloloskan air yang lebih tinggi. Penelitian ini melakukan pembuatan *porous paving block* dengan bahan limbah *fly ash* (FA) substitusi semen dan cangkang kerang darah (CK) sebagai agregat kasar. Perbandingan bahan pembuatan *paving block porous* 4; 3; 2,5; 2 dan 1,5 dengan semen disubstitusi 30 % FA. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kuat tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Laju infiltrasi *porous paving block* melalui koefisien permeabilitas diuji pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan *porous paving block*, yaitu $V_1 = 1 \text{ PC} : 4 \text{ KR}$ sebesar 14,83 MPa, $V_2 = 1(0,7\text{PC} + 0,3\text{FA}) : 4 \text{ KR}$ sebesar 1,5 MPa, $V_3 = 1(0,7\text{PC} + 0,3\text{FA}) : 3 \text{ CK}$ sebesar 4,66 MPa, $V_4 = 1(0,7\text{PC} + 0,3\text{FA}) : 2,5 \text{ CK}$ sebesar 4,58 MPa, $V_5 = 1(0,7\text{PC} + 0,3\text{FA}) : 2 \text{ CK}$ sebesar 8,75 MPa, $V_6 = 1(0,7\text{PC} + 0,3\text{FA}) : 1,5 \text{ CK}$ sebesar 4,50 MPa. Nilai koefisien permeabilitas rata-rata *porous paving block* masing-masing $V_1 = 0,0045 \text{ cm/s}$, $V_2 = 0,0048 \text{ cm/s}$, $V_3 = 0,0040 \text{ cm/s}$, $V_4 = 0,0038 \text{ cm/s}$, $V_5 = 0,0051 \text{ cm/s}$, $V_6 = 0,0050 \text{ cm/s}$. Penggunaan perbandingan cangkang kerang darah $1(0,7\text{PC} + 0,3\text{FA}) : 2 \text{ CK}$ mencapai koefisien permeabilitas yang optimum.

Kata Kunci: *porous paving block*, kuat tekan, koefisien permeabilitas, *fly ash*, cangkang kerang darah.

ABSTRACT

Inundation control can be done by maximizing the absorption of water into the soil. Porous paving blocks have high porosity due to their higher ability to pass water, but lower strength. In this study, a porous paving block was made using fly ash (FA) as cement and Anadara Granosa shells (CK) as coarse aggregate. The ratio of the materials for making porous paving blocks is 4; 3; 2.5; 2 and 1.5 with cement substituted 30% FA. The purpose of this study was to determine its effect on the compressive strength and infiltration rate of porous paving blocks by knowing the coefficient of permeability. The compressive strength of the porous paving block obtained are $V_1 = 1\text{PC} : 4\text{KR}$ 14.83 MPa, $V_2 = 1(0.7\text{PC} + 0.3\text{FA}) : 4\text{KR}$ 1.5 MPa, $V_3 = 1(0.7\text{PC} + 0.3\text{FA}) : 3\text{CK}$ 4.66 MPa, $V_4 = 1(0.7 + 0.3\text{FA}) : 2.5 \text{ CK}$ 4.68 MPa, $V_5 = 1(0.7\text{PC} + 0.3\text{FA}) : 2\text{CK}$ 8.75 MPa, $V_6 = 1(0.7\text{PC} + 0.3\text{FA}) : 1.5 \text{ CK}$ 4.50 MPa. While the average coefficient of permeability are V_1 0.0045 cm/s, V_2 0.0048 cm/s, V_3 0.0040 cm/s, V_4 0.0038 cm/s, V_5 0.0051 cm/s, and V_6 0.005 cm/s. The use of Anadara Granosa shells with ratio $1(0.7\text{PC} + 0.3 \text{ FA}) : 2 \text{ CK}$ reach the optimum permeability.

Keywords: *porous paving block, compressive strength, coefficient of permeability, fly ash, Anadara Granosa shells.*

1. PENDAHULUAN

Curah hujan tinggi yang terjadi di suatu kawasan dapat menyebabkan genangan karena adanya perubahan fungsi lahan dari terbuka hijau menjadi wilayah pengembangan. Pengendalian genangan dapat dilakukan dengan memaksimalkan penyerapan air ke dalam tanah [1]. *Porous paving block* merupakan *paving block* menggunakan agregat kasar sehingga banyak terdapat rongga di dalamnya.

Paving block juga disebut bata beton (*concrete block*) atau *cone block* dengan salah satu bahan penyusun semen. Kebutuhan semen dalam industri konstruksi cukup besar, sehingga dilakukan usaha untuk mencari suatu bahan baku yang mempunyai senyawa kimia seperti semen. Salah satunya dengan cara memanfaatkan produk samping dari hasil industri batu bara, yaitu *fly ash*. Geografis Indonesia memiliki garis pantai yang panjang serta kekayaan biota laut dan pantai. Kerang darah (*Anadara Granosa*) sebagai salah satu sumber protein yang banyak dikonsumsi masyarakat, namun limbah cangkang kerang belum dimanfaatkan secara optimal sehingga menjadi limbah yang berserakan, merusak lingkungan, dan menimbulkan bau busuk. Cangkang kerang bersifat keras dapat dimanfaatkan sebagai material penyusun bahan bangunan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penggunaan 30% *fly ash* sebagai substitusi semen dengan komposisi variasi perbandingan cangkang kerang darah sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan dan koefisien permeabilitas *porous paving block*.

1.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian Firdaus dan Andaryati berjudul “Pengaruh Penggunaan Cangkang Kerang Samping (Moluska Bivalvia Pectinidae) Sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus Beton Normal” [2] mendapatkan hasil bahwa berdasarkan hasil pengujian, substitusi persentase cangkang kerang darah sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% memiliki nilai kuat tekan tertinggi pada persentase 10% yaitu sebesar 37,57 MPa dan nilai kuat tarik belah tertinggi pada persentase 10% yaitu sebesar 3,55 MPa untuk umur beton 28 hari. Dan nilai kuat tekan terendah pada persentase 15% yaitu sebesar 34,44 MPa, dengan nilai kuat tarik belah terendah pada persentase 0% yaitu sebesar 2,70 MPa untuk beton 28 hari.

Penelitian Andika dan Safarizki “Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dara (Anadara Granosa) Sebagai Bahan Tambah Dan Komplemen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal” [3] yaitu mendapatkan hasil pengujian dengan penambahan cangkang kerang darah pada persentase 0%, 5%, 7,5%, komplemen 7,5% memiliki nilai optimum pada persentase 5% yaitu sebesar 30,9 MPa pada umur beton 28 hari, dengan persentase terendah pada persentase komplemen 7,5% yaitu dengan nilai sebesar 16,3 MPa pada umur beton 28 hari. Penambahan cangkang kerang dara mengalami peningkatan dari beton normal sebesar 7%.

Penelitian Safirah Zuaridah, et.al “Limbah Cangkang Kerang Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Campuran Beton” [4] mendapatkan hasil pengujian dengan penambahan cangkang kerang pada persentase 0%, 1,25%, 2,5%, 3,75% dan 5% memiliki nilai terendah yaitu sebesar 16,608 MPa pada umur beton 28 hari, dari rencana f_c' 25 MPa.

Penelitian Mira Setiawati yang menggunakan *fly ash* sebagai bahan utama pada pembuatan beton dengan judul “Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton” [5] menggunakan substitusi variasi *fly ash* 0%, 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5%. Dengan hasil kuat tekan tiap variasinya pada umur 28 hari sebesar 31,021 MPa, 31,451 MPa, 34,085 MPa, 37 MPa, 39,69 MPa. Nilai kuat tekan beton yang optimum terjadi pada substitusi 12,5% yaitu sebesar 39,69 MPa pada umur 28 hari.

Menurut Suarnita [6] yang menggunakan *fly ash* sebagai bahan utama pada pembuatan beton dengan judul “Kuat Tekan Beton Dengan Aditif Fly Ash ex. PLTU MPanau Tavaeli” menggunakan variasi *fly ash* 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Menunjukkan hasil kuat tekan beton sebesar 32,2718 MPa, 33,9137 MPa, 35,3291 MPa, 36,1783 MPa, 36,8011 MPa dan 37,2541 MPa. Nilai kuat tekan beton yang optimum terjadi pada substitusi 25% yaitu sebesar 37,2541 MPa pada umur 28 hari.

Menurut Umbah A.H et.al [7] yang juga menggunakan *fly ash* sebagai bahan utama pada pembuatan beton dengan judul “Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (*Fly Ash*) dari PLTU II Sulawesi Utara Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton”. Menggunakan variasi *fly ash* sebesar 0%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%. Dengan hasil kuat tekan beton pada umur 28 hari sebesar 24,83 MPa, 24,18 MPa, 15,3 MPa, 12,28 MPa, 8,02 MPa, dan 4,79 MPa. Nilai kuat tekan beton yang optimum terjadi pada substitusi 30% yaitu sebesar 24,18 MPa pada umur 28 hari.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan material bangunan yaitu dengan memanfaatkan limbah *fly ash* (FA) dan cangkang kerang darah (CK) sebagai bahan pengganti semen dan kerikil. Limbah tersebut harus diuji terhadap kuat tekan apakah bisa masuk digunakan untuk *porous paving block*. Komposisi yang digunakan adalah *fly ash* 30%, sebagai substitusi semen dengan variasi perbandingan cangkang kerang darah substitusi agregat kasar. Berapakah nilai perbandingan persentase cangkang kerang darah substitusi agregat kasar dengan 30% *fly ash* substitusi semen pada *porous paving block* yang menghasilkan kuat tekan dan koefisien permeabilitas optimum.

Pemanfaatan cangkang kerang darah dan *fly ash* sebagai material *porous paving block* yang ramah lingkungan diharapkan dapat menjadi material yang memiliki nilai lebih sebagai material pengganti agregat kasar dan semen. Sehingga perlu untuk mengetahui perbandingan kekuatan tekan dan koefisien permeabilitas dengan *porous paving block* konvensional

2. METODE PENELITIAN

2.1 Proporsi Porous Paving Block

Dalam penelitian ini, campuran yang digunakan untuk mix desain dengan menggunakan perbandingan 1 semen (PC) : 4 kerikil (KR) dengan beberapa variasi perbandingan cangkang kerang darah (CK) yaitu, 4; 3; 2,5; dan 1,5 dengan 30% *fly ash* (FA) sehingga digunakan 6 variasi dengan variasi 1 merupakan *porous paving block* konvensional dan 5 variasi campuran. Benda uji *porous paving block* yang digunakan adalah segi empat berukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm. Sampel benda uji sebanyak 72 benda uji dengan umur perawatan selama 7, 14, dan 28 hari. Jumlah kebutuhan benda uji dan material yang digunakan untuk penelitian terdapat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Jumlah benda uji

Variasi Benda Uji	Komposisi Variasi Benda Uji	Pengujian Hari Ke-			Jumlah Benda Uji
		7	14	28	
V ₁ (<i>Porous Paving Block</i> Konvensional)	1 PC :4 KR	3	3	6	12
V ₂	1 (0,7PC + 0,3FA) : 4 CK	3	3	6	12
V ₃	1 (0,7PC + 0,3FA) : 3 CK	3	3	6	12
V ₄	1 (0,7PC + 0,3FA) : 2,5 CK	3	3	6	12
V ₅	1 (0,7PC + 0,3FA) : 2 CK	3	3	6	12
V ₆	1 (0,7PC + 0,3FA) : 1,5 CK	3	3	6	12
Jumlah Benda Uji		18	18	36	72

Tabel 2. Kebutuhan material untuk semua variasi paving block

Benda Uji	Material	7 Hari	14 Hari	28 Hari	Total
V ₁ (Normal)	Kerikil	5,7720 kg	5,7720 kg	11,5440 kg	23,0880 kg
	Semen	2,3607 kg	2,3607 kg	4,7214 kg	9,4428 kg
	Kerikil	5,7720 kg	5,7720 kg	11,5440 kg	23,0880 kg
V ₂	Semen	1,6524 kg	1,6524 kg	3,3048 kg	6,6096 kg
	Fly Ash	0,6084 kg	0,6084 kg	1,2168 kg	2,4336 kg
	Kerang	2,6883 kg	2,6883 kg	5,3766 kg	10,7532 kg
V ₃	Semen	2,0655 kg	2,0655 kg	4,1310 kg	8,2620 kg
	Fly Ash	0,7605 kg	0,7605 kg	1,5210 kg	3,0420 kg
	Kerang	2,5605 kg	2,5605 kg	5,1210 kg	10,2420 kg
V ₄	Semen	2,3607 kg	2,3607 kg	4,7214 kg	9,4428 kg
	Fly Ash	0,8691 kg	0,8691 kg	1,7384 kg	3,4764 kg
	Kerang	2,3898 kg	2,3898 kg	4,7796 kg	9,5592 kg
V ₅	Semen	2,7540 kg	2,7540 kg	5,5080 kg	11,0160 kg
	Fly Ash	1,0140 kg	1,0140 kg	2,0280 kg	4,0560 kg
	Kerang	2,1507 kg	2,1507 kg	4,3014 kg	8,6028 kg
V ₆	Semen	3,3048 kg	3,3048 kg	6,6096 kg	13,2192 kg
	Fly Ash	1,2168 kg	1,2168 kg	2,4336 kg	4,8672 kg

2.1 Proses Penelitian

Hal yang ditinjau dalam penelitian ini adalah mengetahui nilai korelasi antara penggunaan 30% *fly ash* (FA) sebagai substitusi semen dengan variasi perbandingan cangkang kerang darah (CK) sebagai substitusi gradasi kasar pada pembuatan *porous paving block* termasuk *porous paving block* konvensional. Proses penelitian terdiri dari beberapa tahapan antara lain tahap persiapan, pengujian material, pembuatan benda uji, pengujian benda uji, analisis data dari hasil pengujian kuat tekan dan laju infiltrasi melalui koefisien permeabilitas, serta penyusunan kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

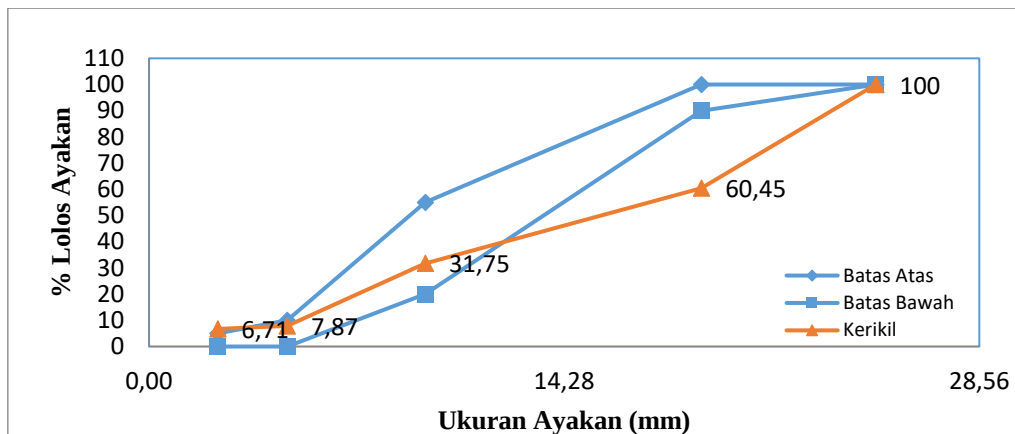
Material yang digunakan pada campuran *porous paving block* pada benda uji dilakukan pengujian fisis di laboratorium untuk mendapatkan parameter proporsi campuran. Kemudian melakukan pengujian kuat tekan pada *porous paving block* normal dan beberapa variasi campuran substitusi cangkang kerang darah dan *fly ash* umur 7, 14, dan 28 hari serta pengujian koefisien permeabilitas sebagai laju infiltrasi *porous paving block* dilakukan pada umur 28 hari.

3.1 Hasil Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium dilakukan pada material agregat kasar kerikil, cangkang kerang darah sebagai substitusi agregat kasar, semen, dan *fly ash*. Pengujian pada agregat kasar antara lain analisis gradasi dan berat satuan, sedangkan pada semen dan *fly ash* dilakukan pengujian berat jenis.

3.1.1 Pengujian Analisis Gradasi Kerikil

Pengujian analisis gradasi pada agregat kasar kerikil dilakukan untuk mengetahui variasi bentuk ukuran kerikil [8]. Hasil pengujian analisis gradasi terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hasil analisis gradasi kerikil

Berdasarkan hasil dari pengujian gradasi kerikil tersebut menunjukkan bahwa kerikil mempunyai bentuk ukuran yang bervariasi dengan ukuran maksimal 25 mm dan berada di bawah batas bawah. Hasil perhitungan untuk modulus kehalusan diperoleh sebesar 6,01 sehingga kerikil ini memenuhi syarat sebagai material utama *porous paving block*.

3.1.2 Pengujian Berat Satuan Kerikil

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat satuan, yaitu perbandingan antara berat dan volume agregat kasar kerikil. Hasil pengujian berat satuan terdapat pada Tabel 3.

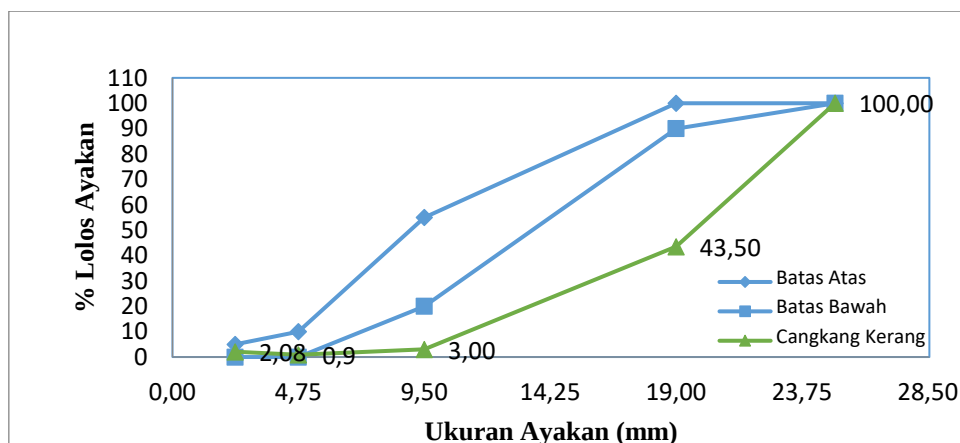
Tabel 3. Hasil uji berat satuan kerikil di laboratorium

No	Keterangan	Hasil Uji
1	Berat bejana kosong (B_1)	1,542 kg
2	Berat bejana+kerikil (B_2)	3,903 kg
3	Berat kerikil ($B_3 = B_2 - B_1$)	2,361 kg
4	Volume bejana baja (V)	0,001178 m^3
5	Berat Satuan kerikil ($\gamma = \frac{B_3}{V}$)	2004,2 kg/m^3

Dari hasil pengujian, berat satuan kerikil adalah sebesar 2004,2 kg/m^3 .

3.1.3 Pengujian Analisis Gradasi Cangkang Kerang Darah

Cangkang kerang darah digunakan sebagai substitusi agregat kasar. Untuk mengetahui variasi ukuran pada cangkang kerang darah (CK), dilakukan analisis gradasi [8] dengan hasil seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil pengujian analisis gradasi cangkang kerang darah

Berdasarkan hasil dari pengujian gradasi cangkang kerang darah ini menunjukkan bahwa mempunyai bentuk ukuran yang bervariasi dengan ukuran maksimal 25 mm dan berada di bawah batas bawah. Hasil untuk modulus kehalusan yang didapat sebesar 7,51. Cangkang kerang darah ini memenuhi syarat sebagai material utama campuran *porous paving block* sebagai pengganti agregat kasar.

3.1.4 Pengujian Berat Satuan Limbah Cangkang Kerang Darah

Pemeriksaan berat satuan limbah cangkang kerang darah (CK) dengan membandingkan berat cangkang kerang darah dengan volume. Hasil uji berat satuan disajikan pada Tabel 4.

No	Keterangan	Hasil Uji	
1	Berat bejana kosong (B_1)	1,542	kg
2	Berat bejana + cangkang kerang (B_2)	2,715	kg
3	Berat cangkang kerang ($B_3 = B_2 - B_1$)	1,173	kg
4	Volume bejana baja (V)	0,001178	m ³
5	Berat Satuan cangkang kerang ($\gamma = \frac{B_3}{V}$)	995,7	kg/m ³

Dari hasil pengujian berat satuan cangkang kerang darah adalah sebesar 995,7 kg/m³.

3.1.5 Pengujian Berat Jenis Semen

Semen Gresik yang digunakan mempunyai nilai berat jenis [9] sebesar 3,2786 gr/ml dengan data pengujian seperti pada Tabel 5.

No	Pemeriksaan	Hasil Uji	
1	Berat semen (W)	60	gr
2	Volume minyak tanah (V_1)	1,0	ml
3	Volume minyak tanah + semen (V_2)	19,3	ml
4	Berat jenis semen = $\frac{W}{V_2 - V_1}$	3,2786	gr/ml

3.1.6 Pengujian Berat Jenis Fly Ash

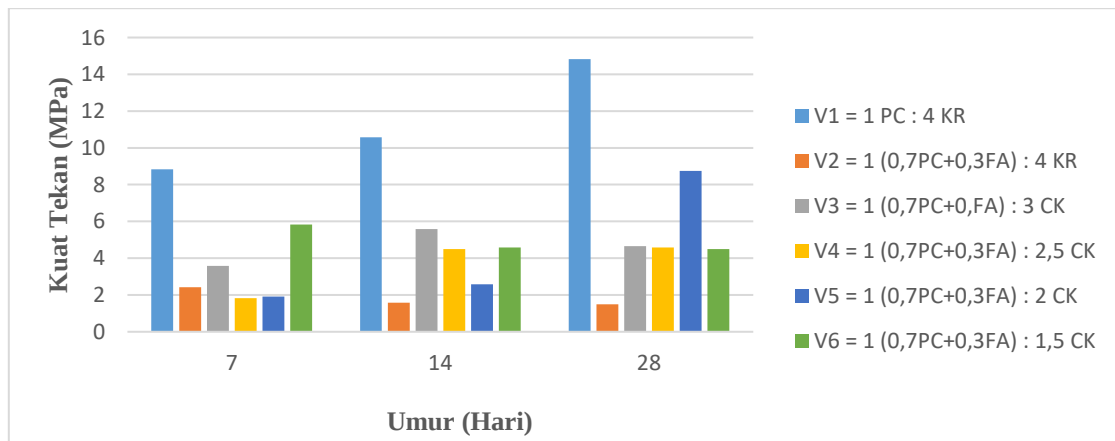
Pengujian berat jenis *fly ash* memberikan hasil nilai berat jenis [9] sebesar 2,8169 gr/ml dengan data tersaji pada Tabel 6.

No	Pemeriksaan	Hasil Uji	
1	Berat fly ash (W)	60	gr
2	Volume minyak tanah (V_1)	0,7	ml
3	Volume minyak tanah + fly ash (V_2)	22	ml
4	Berat jenis fly ash = $\frac{W}{V_2 - V_1}$	2,8169	gr/ml

3.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Porous Paving Block

Setelah dilakukan pengujian fisis pada material penyusun *paving block*, dilanjutkan dengan *mix design* dan pembuatan benda uji sesuai dengan variasi dan jumlah yang dibutuhkan. Sampel benda uji dibuat pada cetakan *paving block* kemudian pada umur 7

hari, 14 hari, dan 28 hari dilakukan uji menggunakan alat uji kuat tekan di laboratorium [10]. Hasil uji kuat tekan pada setiap variasi *porous paving block* tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil pengujian nilai kuat tekan variasi *porous paving block*

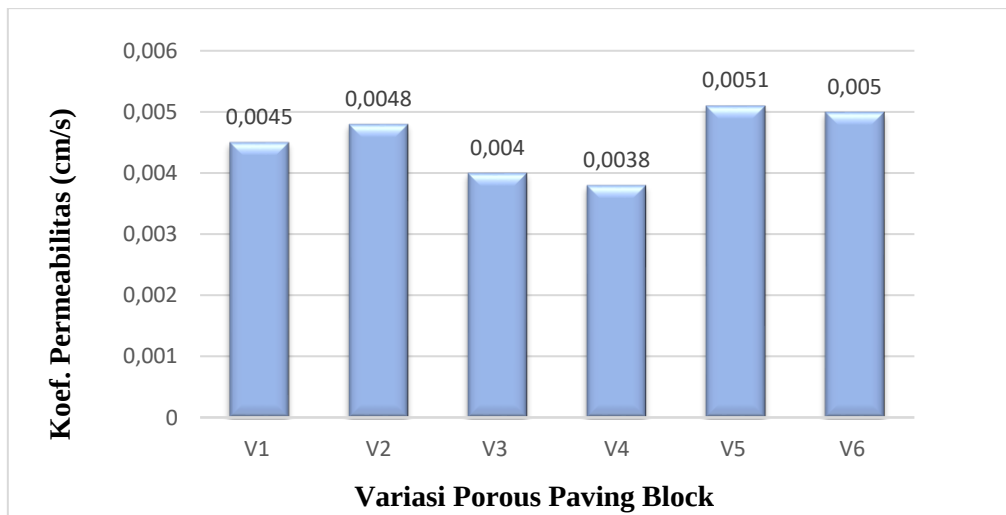
Dari data di atas, kuat tekan pada *porous paving block* yang menggunakan campuran dengan komposisi $V_5 = 1 (0,7PC + 0,3FA) : 2 CK$ tertinggi sebesar 8,75 MPa. Sedangkan untuk variasi yang lain terdapat penurunan kekuatan di umur 28 hari, hal ini dipengaruhi kondisi sampel selain susunan hasil pemadatan cangkang kerang yang tidak beraturan dengan perekatnya sehingga mengurangi kekuatan. Dari hasil pengujian kuat tekan terlihat sampel yang baik dari segi permukaan yang rata termasuk susunan hasil pemadatan cangkang kerang darah maupun kerikil yang padat, hal ini dapat dilihat dengan hasil V_1 dan V_5 .

3.3 Hasil Pengujian Koefisien Permeabilitas *Porous Paving Block*

Pengujian koefisien dilakukan sebagai laju infiltrasi *porous paving block* yang dilakukan pada 3 sampel untuk setiap variasi sehingga masing-masing variasi mempunyai nilai koefisien permeabilitas rata-rata. Hasil uji koefisien permeabilitas pada V_1 sampel 1 terdapat pada Tabel 7 dan grafik hasil uji koefisien permeabilitas rata-rata untuk semua variasi *porous paving block* terdapat pada Gambar 4.

Tabel 7. Hasil pengujian koefisien permeabilitas *porous paving block* variasi 1

Sample 1 / Benda uji 1	1	2	3
Water level at t_1 h_1 cm	40 cm	30 cm	20 cm
Water level at t_2 h_2 cm	30 cm	20 cm	10 cm
h_1/h_2	1,333	1,5	2
$\log 10 (h_1/h_2)$	0,124	0,176	0,301
$a \times L$	30,8 cm ²	30,8 cm ²	30,8 cm ²
Diameter of standpipe		1,4 cm	
Section area of standpipe (a)		1,54 cm ²	
Length of sample (L)		20 cm	
Width of sample		12 cm	
Height of sample		6 cm	
Section area of sample (A)		240 cm ²	
Volume		1440 cm ³	
t_1	0 sec	15,18 sec	35,36 sec
t_2	15,18 sec	35,36 sec	51,76 sec
$a \times L / A$	0,1283 cm	0,1283 cm	0,1283 cm
$2,3 / (t_2 - t_1)$	0,151 / sec	0,113 / sec	0,140 / sec
$k_T = \frac{aL \times 2,3}{A(t_2 - t_1)} \log \frac{h_2}{h_1}$	0,0024 cm/sec	0,0025 cm/sec	0,0054 cm/sec
$T^\circ C$	26° C	26°C	26°C
$\frac{UT}{U_{20^\circ C}}$	0,867	0,867	0,867
$k_{20} = k_{UT}^{U_{20^\circ C}}$	0,0021 cm/sec	0,0022 cm/sec	0,0046 cm/sec
Coeff of Permeability		0,0030 cm/sec	



Gambar 4. Koefisien permeabilitas rata-rata variasi *porous paving block* (Hasil analisis, 2022)

Berdasarkan data di atas, diperoleh nilai koefisien permeabilitas *porous paving block* yang telah diuji semua variasi di bawah ACI 522R-10 [11] sebesar 0,14 - 1,22 cm/detik. Rata-rata koefisien permeabilitas sebagai laju infiltrasi *porous paving block* tertinggi sebesar 0,0051 cm/dt pada variasi V₅ dan koefisien terendah pada variasi V₄ sebesar 0,0038 cm/dt. Nilai koefisien mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kadar perekat (0,7PC + 0,3FA) yang digunakan. Hal ini dikarenakan semakin banyak perekat yang menutupi pori-pori pada *porous paving block*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu kuat tekan pada *Porous Paving Block* yang menggunakan campuran dengan komposisi V₅ = 1(0,7PC + 0,3FA) : 2 CK tertinggi sebesar 8,75 MPa. Sedangkan untuk variasi yang lain terdapat penurunan kekuatan di umur 28 hari, hal ini dipengaruhi kondisi sampel yang baik permukaan kurang rata maupun susunan pemadatan cangkang kerang yang tidak beraturan sehingga mengurangi kekuatan. Untuk hasil pengujian kuat tekan yang permukaan dan susunan campuran baik, pada sampel V₅ dan V₁.

Berdasarkan hasil analisis, nilai koefisien permeabilitas *Porous Paving Block* semua variasi di bawah ACI 522R-10 sebesar 0,14 - 1,22 cm/detik. Rata-rata koefisien permeabilitas sebagai laju infiltrasi *porous paving block* tertinggi sebesar 0,0051 cm/dt pada variasi V₅ dan koefisien terendah pada variasi V₄ sebesar 0,0038 cm/dt. Nilai Koefisien permeabilitas mengalami kenaikan seiring dengan perbandingan kadar perekat (0,7PC + 0,3FA) yang digunakan. Hal ini dikarenakan semakin banyak perekat yang menutupi pori-pori pada *porous paving block*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. M. P. G. Hasani, Runoff Infiltration Through Permeable Block Pavements, *P.I. Civil Eng-Transp*, vol. 163, no. 4, pp. 183-190, 2010. DOI:10.1680/tran.2010.163.4.183
- [2] A. Muhammad Syauqi Firdaus, Pengaruh Penggunaan Cangkang Kerang Simping (Moluska Bivalvia Pectinidae) Sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus Beton Normal, *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, vol. 4, no. 2, pp. 197-201, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.30742/axial.v7i3.776>
- [3] R. S. H. Andika, Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Bahan Tambah dan Komplemen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal, *Jurnal Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil*, vol. 1, pp. 1-6, 2019. DOI: <https://doi.org/10.32585/modulus.v1i1.374>
- [4] L. d. A. B. H. S. Safirah Zuaridah, Limbah Cangkang Kerang Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Campuran Beton, *Jurnal Teknik Sipil Unitomo*, 2015. <http://repository.unitomo.ac.id/id/eprint/671>
- [5] M. Setiawati, Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton, *Jurnal Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang*, pp. 1-8, 2018. <https://jurnal.um-palembang.ac.id/bearing/article/view/1681>
- [6] I. W. Suarnita, Kuat Tekan Beton Dengan Aditif Fly Ash Ex. PLTU Mpanau Tavaeli, *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu*, pp. 1-10, 2011. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/SMARTTEK/article/view/615>

- [7] M. D. S. R. S. W. Umboh A.H., Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) Dari PLTU II Sulawesi Utara Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton, *Jurnal Sipil Statik*, pp. 352-358, 2014.
- [8] B. S. Nasional, ASTM C136-06 Metode Uji Untuk Analisis Saringan Gregat Halus dan Kasar, 2012.
- [9] B. S. Nasional, SNI 15-2531-1991 Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland, 1991.
- [10] B. S. Nasional, SNI 03-0691-1996: Bata Beton (Paving Block), 1996.
- [11] C. ACI, ACI 522R-10 Report on Pervious Concrete, 2010.