

## Pengaruh Penambahan Serbuk Pecahan Karang Sebagai Substitusi Agregat Halus Dalam Pembuatan *Paving block*

Michael Fernando Poli <sup>\*1</sup>, Jonie Tanijaya <sup>\*2</sup>, Luciana Buarlele <sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia [mfrenandiopoli@gmail.com](mailto:mfrenandiopoli@gmail.com)

<sup>\*2,3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia [jonie.tanijaya@gmail.com](mailto:jonie.tanijaya@gmail.com) dan [luciana@ukipaulus.ac.id](mailto:luciana@ukipaulus.ac.id)

Corresponding Author: [mfrenandiopoli@gmail.com](mailto:mfrenandiopoli@gmail.com)

### Abstrak

Salah satu alternatif bahan atau material konstruksi jalan yang digunakan adalah paving block. Inovasi terhadap material pembuatan paving block salah satunya yaitu dengan pengaruh serbuk pecahan karang. Karang memiliki sifat ilmiah yaitu (CaCO<sub>3</sub>) atau mengandung zat kapur yg tinggi. Tujuan penelitian ini "Mengetahui karakteristik paving block yang menggunakan serbuk pecahan karang sebagai substitusi agregat halus ditinjau dari kuat tekan, penyerapan air, dan berat jenisnya". Jumlah benda uji yang digunakan sebanyak 36 buah berupa kubus dengan ukuran 20 x 10 x 8 cm sesuai dengan Standart Industri Indonesia. Benda uji berupa paving block yang menggunakan substitusi serbuk pecahan karang 0%, 20% 25%, 30%. Dari hasil uji kuat tekan yaitu variasi 0% pada pengujian 28 hari diperoleh sebesar 20,083 Mpa, variasi 20% diperoleh 22,167 MPa, variasi 25% diperoleh 23,250 MPa, dan variasi 30% 24,000 MPa dari kuat tekan rencana sebesar 20 MPa. Presentase penyerapan Paving block 0% yaitu 2,723%, variasi 20% sebesar 3,211%, variasi 25% sebesar 3,289%, dan variasi 30% sebesar 3,538%. Pengujian berat jenis Paving block 0% yaitu 2185,417 Kg/m lebih kecil dari berat jenis Paving block variasi Pecahan Karang 20%, 25%, dan 30% dengan 2227,083 Kg/m. Maka hasil dari penelitian serbuk pecahan karang sebagai substitusi agregat halus ini dapat menaikkan kuat tekan, berat jenis serta nilai penyerapan air paving block sehingga serbuk pecahan karang layak digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan paving block.

**Kata Kunci:** *Paving block*, serbuk pecahan karang, Kuat Tekan, Penyerapan Air, Berat Jenis

### Abstract

Concrete is a material in construction that we often encounter. The need for concrete material is getting higher because development is getting faster every year. In improving and maintaining good beiton quality, good quality materials are also needed. The rough aggregate of this study was obtained from Tambng Sangkaropi' located in South Sulawesi, precisely in North Toraja Regency. Aggregates from the Sangkaropi' Mine are believed to contain many minerals such as aluminum oxide, calcium oxide, silicate oxide and other minerals. For cement mixtures, fly ash or fly ash is used from the rest of the burning of finely ground coals. This study used 0%, 10% and 15% fly ash variations. From the test results with the use of fly ash obtained a significant increase in compressive strength. For concrete test results, it is stated that it is in accordance with the quality standards of the plan. One alternative material or road construction material used is paving blocks. One of the innovations in paving block making materials is the influence of coral fragment powder. Corals have scientific properties that are (CaCO<sub>3</sub>) or contain high lime substances. The purpose of this study is "Knowing the characteristics of paving blocks that use coral fragment powder as a substitute for fine aggregate in terms of compressive strength, water absorption, and specific gravity". The number of test specimens used is 36 pieces in the form of cubes with a size of 20 x 10 x 8 cm in accordance with Indonesian Industrial Standards. The test specimen is a paving block that uses 0%, 20%, 25%, 30% coral fragment powder substitution. From the results of the compressive strength test, a 0% variation in the 28-day test was obtained of 20,083 Mpa, a 20% variation was obtained 22,167 MPa, a 25% variation was obtained 23,250 MPa, and a 30% variation of 24,000 MPa from the planned compressive strength of 20 MPa. The percentage of absorption of 0% Paving block is 2.723%,

*20% variation of 3.211%, 25% variation of 3.289%, and 30% variation of 3.538%. The specific gravity test of 0% Paving block is 2185.417 Kg/m smaller than the specific gravity of Paving block variations of 20%, 25%, and 30% Coral Fragments with 2227.083 Kg/m. So the results of the study of coral fragment powder as a substitute for fine aggregate can increase the compressive strength, specific gravity and water absorption value of paving blocks so that coral fragment powder is suitable for use as a mixture in making paving blocks.*

**Keywords:** *Paving block, Coral Fragment Powder, Compressive Strength, Water Absorption, Specific Gravity.*

## **PENDAHULUAN**

Permukaan jalan biasanya dibuat dengan lapisan aspal. Namun dalam beberapa tahun terakhir, kita sering melihat bahan selain aspal, seperti paving block, digunakan sebagai permukaan jalan. paving block adalah komponen konstruksi yang sering digunakan sebagai lapisan atas jalan, bersaing dengan aspal dan beton tradisional. Sekarang ini banyak orang beralih ke paving block daripada opsi lain seperti beton atau aspal. Alasannya, paving block dianggap lebih ramah lingkungan, berkontribusi terhadap perlindungan air tanah, pemasangan dan pemeliharaan lebih efisien dan cepat, serta memiliki bentuk berbeda yang menawarkan nilai estetika. Selain itu paving stone juga memiliki keunggulan berupa harga yang lebih terjangkau. Paving yang juga dikenal sebagai bata beton lantai telah menjadi bagian yang tidak asing lagi bagi masyarakat dan menjadi pilihan utama untuk membangun infrastruktur rumah dan jalan. Bahan utama pembuatan paving block adalah semen portland, air dan agregat halus.

Pengembangan yang dilakukan adalah pemanfaatan batu karang sebagai pengganti agregat halus pada pembuatan paving block. Dalam kasus ini, bubuk batu karang dipilih karena memiliki kandungan  $\text{CaCO}_3$  yang tinggi, membuatnya menjadi semacam batu kapur. Serbuk batu karang telah ditumbuk halus dan diayak untuk menjamin bebas dari tanah dan partikel yang tidak diinginkan. Metodologi penggantian bahan halus dengan bubuk koral yang dihaluskan dalam pembuatan paving block diharapkan dapat menghasilkan beton yang lebih ringan dengan biaya pembuatan yang lebih efisien. Material elektif yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu karang yang telah ditumbuk hingga mencapai ukuran butiran pasir.

Sebelum dilakukannya penelitian ini yaitu Edy Gardjito, Agata Iwan Candra, Yosef Cahyo telah melakukan penelitian sebelumnya yang membahas tentang pengaruh penambahan batu koral sebagai pengganti agregat halus dalam pembuatan paving. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat material paving stone dan menganalisis kuat tekannya. Studi ini mencakup 25% variasi dalam campuran pecahan karang. Dari hasil pengujian kuat tekan perkerasan 28 hari diperoleh nilai kuat tekan rata-rata sebagai berikut : Perubahan campuran sebesar 25% memberikan kuat tekan sebesar 21,8 MPa. Dengan menambahkan 25% agregat halus biasa, nilai kuat tekan meningkat pesat, mencapai 22,1 MPa, 20,3 MPa, dan 19,9 MPa. Secara keseluruhan kuat tekan rata-rata campuran adalah 21,8 MPa. [1]. Studi yang dilakukan oleh Aditya, C. pada tahun 2012 meneliti bagaimana penggunaan pasir marmer sebagai pengganti pasir biasa berdampak pada paving block. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paving block memiliki ketahanan tekan yang luar biasa dan daya tahan aus yang luar biasa. Ketika pasir biasa diganti dengan pasir onyx dalam perbandingan 1 PC: 6 PsO, kuat tekan paving block meningkat secara signifikan, mencapai 147,72 kg/cm<sup>2</sup>, atau sekitar 64,05% lebih tinggi daripada paving block yang dibuat dengan bahan konvensional. [2]. Penelitian Adibroto yaitu menguji pengaruh penambahan serat (ijuk, plastik, kawat) dalam campuran paving block terhadap kuat tekan. hasilnya menunjukkan bahwa penambahan serat hingga 5% tidak secara signifikan meningkatkan kuat tekan, bahkan ada campuran yang mengalami penurunan kuat tekan dibanding paving block standar. [3]. Penelitian oleh Sudarno, Seska Nicolaas, dan Vicky Assa tentang “Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Pembuatan Paving block” bertujuan untuk mengurangi polusi limbah plastic yang mencemari lingkungan hidup dan hasil penelitian menunjukan paving block normal mempunyai mutu yang lebih tinggi daripada paving block limbah

plastik . [4]. Penelitian dengan judul “Paving block Berbasis Abu Gosok” oleh Indra basuki, Muhammad Fikri Lubis, Muda A. Daulay, dan Putri L.A. Luthan. Bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu gosok terhadap kuat tekan dengan variasi 0%, 5%, dan 10% dengan hasil kuat tekan 28 hari berturut-turut adalah 12,35 MPa, 11,95 MPa, 11,26 MPa. [5]. “Paving block Dengan Bahan Tambah Limbah Kertas” oleh Dyah J. Syifa, Pandu D. Gumilang, Annisa D. Lestari, dkk. penelitian ini menggunakan kertas sebagai bahan penambahan terhadap paving block sehingga adanya paving block inovatif dan ramah lingkungan dengan variasi 0%, 5%, 9%, 15% dan hasilnya menjadikan paving block lebih ringan. [6]. Penelitian oleh Muhammad Abdul Azis, Agus Budiono dan Abdul Basid dengan judul penelitian “Teknologi Pembuatan Paving block Dengan Menggunakan Campuran Material Tanah Liat dan Semen Dengan Pengujian Kuat Tekan” penelitian ini memerikan pilihan lain sebagai pengganti bahan utama pada paving block dengan material tanah liat dengan variasi 50%, 65%, dan 75% dan waktu pembakaran 25 jam dan 17 jam. Hasilnya pembakaran 25 jam kuat tekannya lebih besar dibandingkan dengan pembakaran 17 jam. [7]. Temuan menarik dari penelitian yang ditulis oleh Adika Kurniawan, Yuzuar Afrizal, dan Agustin Gunawan berjudul "Pengaruh Pemanfaatan Pecahan Terumbu Karang sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Kuat Tekan Beton". Menurut hasil penelitian, menggunakan pecahan terumbu karang sebagai pengganti agregat halus meningkatkan kekuatan tekan beton. Peningkatan kuat tekan sebesar 3,024% pada variasi penggunaan 25%, kenaikan sebesar 6,61% pada variasi penggunaan 50%, dan peningkatan sebesar 9,219% pada variasi penggunaan 75%. Namun, ada penurunan sebesar 1,220% pada variasi penggunaan 100%. [8]. Penelitian berjudul "Efek Penggunaan Limbah Terumbu Karang pada Komposit Beton" dilakukan oleh Fauzan dan Herlina Suciati. Penelitian ini menyelidiki manfaat menggunakan terumbu karang mati sebagai pengganti agregat kasar dalam komposit beton. Penelitian menemukan penurunan kuat tekan beton sebesar 62,34%, setara dengan 11,3 MPa pada benda uji. [9]. Tujuan utama dari penelitian yang ditulis oleh Hendy Ramadana Putra dan Tri Sefrus, "Studi Penggunaan Karang Mati sebagai Pengganti Agregat Kasar dalam Campuran Beton" adalah untuk mengurangi jumlah limbah karang mati yang dikumpulkan di pesisir pantai Kaur, Bengkulu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton yang dibuat dengan menggunakan 60% agregat kasar dan dengan perbandingan campuran 1 semen: 1,6 pasir: 2,5 kerikil, lebih baik daripada campuran beton lainnya. [10].

## METODOLOGI

### A. Lokasi Pengambilan Material

Serbuk pecahan karang Serbuk pecahan karang diambil di Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan tepatnya di Pantai Mandala Ria.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Serbuk Pecahan Karang Agregat halus yang digunakan berupa pasir yang diambil dari Sungai Jeneberang, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Agregat Halus

B. Pengadaan Material

- a. Serbuk pecahan karang
- b. Agregat halus
- c. *Portland Composite Cement* (PCC) dari PT. Semen Tonasa Tbk.



Gambar 3. Serbuk Pecahan Karang

C. *Mix Design*

Tabel 1. *Mix design*

Substitusi Serbuk Pecahan Karang	Kebutuhan pasir (m <sup>3</sup> )	Kebutuhan semen ( m <sup>3</sup> )	Kebutuhan Serbuk Pecahan karang
0%	3	1	0
20%	2,4	1	0,6
25%	2,25	1	0,75
30%	2,1	1	0,9

D. Pengujian

*Paving Block*

- a. Pengujian Kuat Tekan

Semua dimensi panjang, lebar, dan tinggi *paving block* diukur, serta beratnya. Setelah itu, benda uji diletakkan secara simetris pada mesin tekan. Selanjutnya, beban ditambahkan secara bertahap untuk memungkinkan mesin tekan bekerja. Selama pengujian, benda uji dibebani terus-menerus hingga mengalami kerusakan yang signifikan. Tingkat maksimum beban yang diterima benda uji selama

proses pengujian dicatat.

b. Pengujian Penyerapan (*Absorpsi*)

Pengujian penyerapan air dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996 sebagai berikut: benda uji direndam dalam air selama 24 jam, kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,5 gram dalam keadaan basah. Setelah itu, benda uji dikeringkan selama 24 jam dalam oven pada suhu 105 derajat Celcius, dan kemudian ditimbang kembali dalam keadaan kering. Hasil akhir dari pengujian ini menunjukkan bahwa berat benda uji dalam keadaan kering berbeda dengan beratnya pada penimbangan sebelumnya.

c. Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis sebagai berikut. Pengujian berat jenis dilakukan terhadap benda uji pada umur 28 hari yang dinyatakan dengan perbandingan massa benda uji dengan volumenya dan dilakukan berdasarkan ASTM C-67.



Gambar 4. Hasil uji *Paving block*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Karakteristik Material

Pemeriksaan karakteristik material dilakukan didasarkan pada SNI dan ASTM

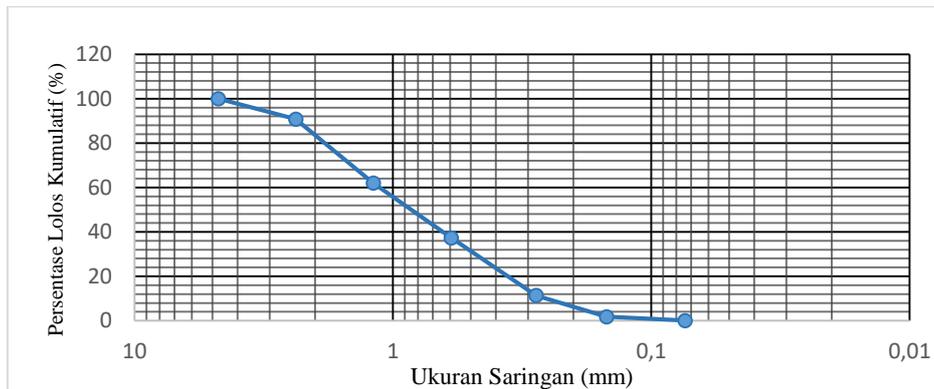
#### a. Agregat Halus

Tabel 2. Hasil Karakteristik Agregat Halus

No.	Karakteristik	Hasil	Interval ASTM	Keterangan
1.	<i>Absorpsi</i> (Penyerapan)	1,614 %	0,20 % - 2,00 %	Terpenuhi
2.	Berat Volume Padat	1670 kg/m <sup>3</sup>	>1,200 kg/ltr	Terpenuhi
3.	Berat Volume Gembur	1540 kg/m <sup>3</sup>	>1,200 kg/ltr	Terpenuhi
4.	Modulus Kehalusan	2,680	2,20 – 3,10	Terpenuhi
5.	Kadar Air	4,276 %	3,00 % - 5,00 %	Terpenuhi
6.	Kadar Organik	No.2	< No.3	Terpenuhi
7.	Kadar Lumpur	3,379 %	0,20 % - 6,00 %	Terpenuhi
8.	Berat Jenis SSD	2,660	1,60 – 3,20	Terpenuhi

Dari tabel diatas

dapat dilihat bahwa agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi SNI.



Gambar 5, Grafik Karakteristik Analisa Saringan

Hubungan presentasi lolos kumulatif terhadap ukuran saringan sesuai dengan persyaratan SNI ASTM C33-90, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

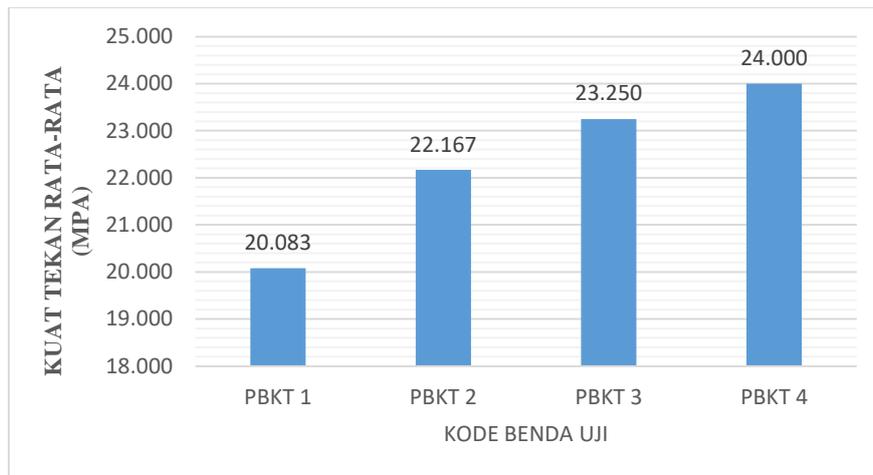
### 1. Kuat Tekan

Berikut hasil pengujian kuat tekan *paving block* variasi 0%,20%,25%, dan 30%.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Tekan *Paving block* Pada Variasi

Serbuk Pecahan Karang	Kode Sampel	No Sampel	Berat Kering (Kg)	Beban (N)	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
0%	PBKT	1	3,55	440000	20000	22,000	20,083
		2	3,40	390000		19,500	
		3	3,62	375000		18,750	
20%	PBKT	1	3,55	500000	20000	25,000	22,167
		2	3,45	450000		22,500	
		3	3,48	380000		19,000	
25%	PBKT	1	3,61	450000	20000	22,500	23,250
		2	3,55	465000		23,250	
		3	3,60	480000		24,000	
30%	PBKT	1	3,56	460000	20000	23,000	24,000
		2	3,54	480000		24,000	
		3	3,48	500000		25,000	

Kuat tekan *paving block* pada umur 28 hari pada variasi 0%, 20%, 25%, 30% telah memenuhi mutu *paving* yang direncanakan dan semakin besar variasi serbuk pecahan karang maka kuat tekan *paving block* semakin meningkat. Berdasarkan grafik kuat tekan *Paving block*, diperoleh *Paving block* dengan kuat tekan yaitu PBKT 1 variasi 0% diperoleh sebesar (20,083 Mpa), PBKT 2 variasi 20% diperoleh sebesar (22,167 MPa), PBKT 3 variasi 25% diperoleh (23,250 MPa), PBKT 4 variasi 30% dan diperoleh (24,000 MPa).



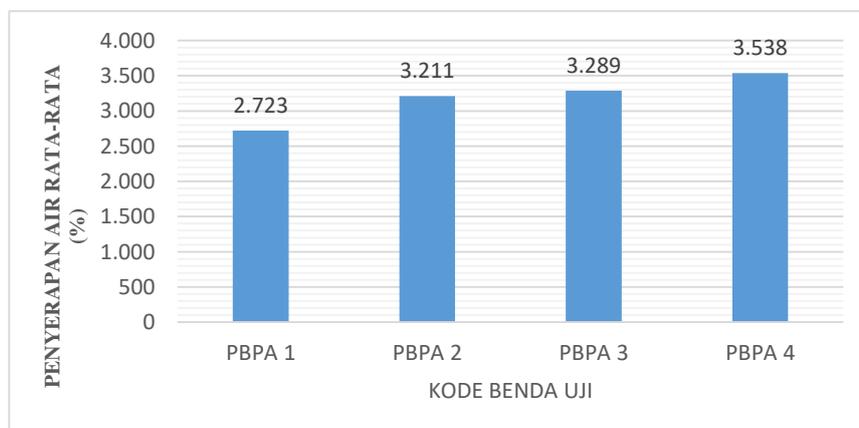
Gambar 6. Grafik Pengujian Kuat Tekan Paving block

## 2. Absorpsi

Berikut hasil pengujian *Absorpsi* pada variasi 0%, 20%, 25%, dan 30% serbuk pecahan karang :

Tabel 4. Hasil Perhitungan Penyerapan Air Paving block

Serbuk Pecahan Karang	Kode Sampel	No. Sampel	Berat Basah (Kg)	Berat Kering Oven (Kg)	Penyerapan	Rata-rata
0%	PBPA	1	3,63	3,54	2,542	2,723
		2	3,65	3,56	2,528	
		3	3,66	3,55	3,099	
20%	PBPA	1	3,61	3,51	2,849	3,211
		2	3,68	3,53	4,249	
		3	3,64	3,55	2,535	
25%	PBPA	1	3,68	3,54	3,955	3,289
		2	3,65	3,57	2,241	
		3	3,67	3,54	3,672	
30%	PBPA	1	3,66	3,51	4,274	3,538
		2	3,65	3,56	3,258	
		3	3,68	3,57	3,081	



Gambar 7. Grafik Penyerapan Air Paving block

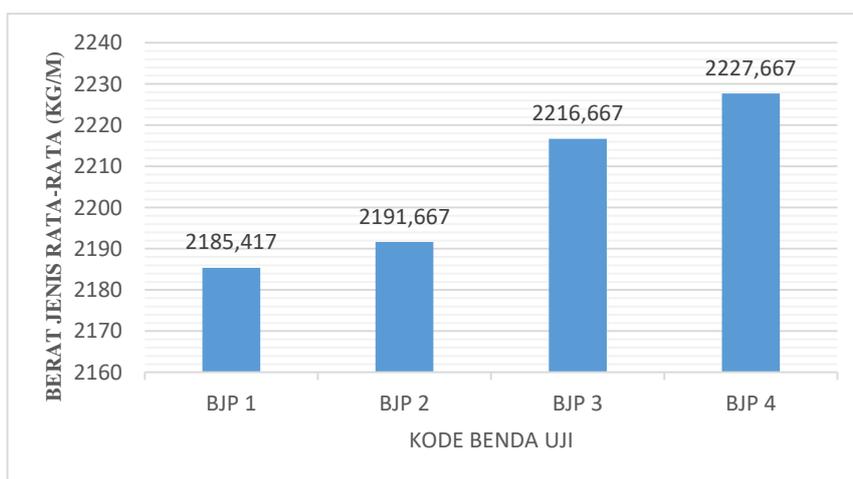
Berdasarkan grafik presentase penyerapan air pada *paving block*, dapat disimpulkan bahwa presentase penyerapan *Paving block* 0% (2,723%) lebih kecil dibandingkan variasi *Paving block* yaitu variasi 20% (3,211%), variasi 25% (3,289%), variasi 30% (3,538%) , semakin besar penambahan variasi pada *Paving block* menyebabkan penyerapan *Paving block* semakin naik . Itu terjadi karena kandungan serbuk pecahan karang dalam campuran *paving block* mengalami ikatan yang baik sehingga *paving block* tidak mudah menyerap air. Nilai penyerapan rata-rata *paving block* yang didapatkan berkisar 2,723% – 3,294%, dengan demikian *Paving block* ini memenuhi standar SNI 03- 0691-1996 dan masuk dalam mutu B *Paving block*.

### 3. Berat Jenis *Paving Block*

Hasil pengujian Berat Jenis pada *Paving block* pada variasi 0%, 20%, 25%, dan 30% serbuk pecahan karang dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 5. Hasil Perhitungan Berat Jenis *Paving block* Pada Variasi

Serbuk Pecahan Karang	Kode Sampel	No. Sampel	Berat Kering (Kg)	Volume (m <sup>3</sup> )	Berat Jenis (Kg/m <sup>3</sup> )	Rata-rata
0%	BJP	1	3,50	0,0016	2187,5	2185,417
		2	3,48		2175	
		3	3,51		2193,75	
20%	BJP	1	3,49	0,0016	2181,25	2191,667
		2	3,52		2200	
		3	3,51		2193,75	
25%	BJP	1	3,57	0,0016	2231,25	2216,667
		2	3,54		2212,5	
		3	3,53		2206,25	
30%	BJP	1	3,55	0,0016	2218,75	2227,667
		2	3,58		2237,5	
		3	3,56		2225	



Gambar 8. Grafik Berat Jenis *paving block*

Berdasarkan grafik berat jenis, dapat disimpulkan bahwa berat jenis *Paving block* 0% lebih besar dari berat jenis *Paving block* variasi serbuk pecahan karang 20%, 25%, 30% bila dilihat pada variasi *paving block*, semakin tinggi kadar serbuk pecahan karang terhadap *paving block* maka ikatan yang terbentuk antar agregat lainnya baik sehingga berat jenis menjadi besar.

Penggunaan serbuk pecahan karang sebagai substitusi agregat halus pada *paving block* dapat menaikkan kuat tekan dan berat jenis dari *paving block* dan Peningkatan penyerapan airnya :

- a. Dari hasil uji nilai kuat tekan maksimum pada kadar serbuk pecahan karang 30% yaitu 24,000 Mpa. Dari hasil uji kuat tekan *paving block* variasi serbuk pecahan karang 30% lebih tinggi dibandingkan dengan variasi 0%,20%,25%.
- b. Dari hasil uji nilai *Absorpsi*/Penyerapan air variasi 0%, 20%, 25%, dan 30% masih memenuhi standar penyerapan air yang ditentukan yaitu 2,723%, 3,211%, 3,289%, dan 3,538 sehingga termasuk kedalam *paving block* SNI 03-0691-1996 dan masuk mutu B.
- c. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa nilai berat jenis *paving block* 0% didapatkan (2185,417), 20% (2191,667), 25% (2216,667), 30% (2227,083)
- d. Dilihat dari penelitian yang sudah di lakukan semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan maka semakin tinggi juga berat jenis yang akan dihasilkan pada *paving block* sehingga dapat menurunkan penyerapan air pada *paving block*

## KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian “Pengaruh penambahan serbuk pecahan karang sebagai substitusi agregat halus dalam pembuatan *paving block*” bahwa dapat disimpulkan bahwa kuat tekan pada *paving block* dengan penambahan serbuk pecahan karang sebagai agregat halus menghasilkan kuat tekan rata-rata dan penyerapan air rata-rata yang semua variasinya memenuhi persyaratan menurut standar SNI 03-0691- 1996 mutu B. Pengaruh penggunaan serbuk pecahan karang pada kuat tekan *paving block* dengan variasi 0%, 20%, 25%, 30%, menyebabkan kuat tekan pada *paving block* pada variasi 30% diperoleh sebesar 24,000 MPa. Penggunaan serbuk pecahan karang variasi 20%, 25%, dan 30% pada *paving block*, dapat menaikkan kuat tekan, berat jenis serta peningkatan nilai penyerapan air *paving block* sehingga serbuk karang layak digunakan sebagai bahan tambah atau campuran dalam pembuatan *paving block*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Gardjito, A. I. Candra, dan Y. Cahyo, “Pengaruh Penambahan Batu Karang sebagai Substitusi Agregat Halus dalam Pembuatan Paving Block,” *UKARsT*, vol. 2, no. 1, p. 35, Jan. 2018, doi: 10.30737/ukarst.v2i1.374.
- [2] C. Aditya, “Pengaruh Penggunaan Limbah Pasir Onyx sebagai Substitusi Pasir terhadap Kuat Tekan, Penyerapan Air dan Ketahanan Aus Paving Block.,” vol. 20, p. 1, doi: <https://doi.org/10.31328/jwt.v20i1.3>.
- [3] F. Adibroto, “Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Serat pada Kuat Tekan Paving Block.,” *J. Rekayasa Sipil JRS-Unand*, vol. 10, no. 1, p. 1, Feb. 2014, doi: 10.25077/jrs.10.1.1-11.2014.
- [4] S. Sudarno, “Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Pembuatan Paving block,” *J. Tek. Sipil Terap.*, vol. 3, no. 2, p. 101, Sep. 2021, doi: 10.47600/jtst.v3i2.290.
- [5] I. Basuki, M. F. Lubis, M. A. Daulay, dan P. L. A. Luthan, “Paving block Berbasis Abu Gosok,” *Educ. Build. J. Pendidik. Tek. Bangunan Dan Sipil*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2019, doi: <https://doi.org/10.24114/ebjptbs.v5i1JUNI.14175>.
- [6] D. J. Syifa, P. D. Gumilang, A. D. Lestari, L. I. Gunawan, dan H. A. Safarizki, “Paving Block dengan Bahan Tambah Limbah Kertas,” *J. Ilm. Teknosains*, vol. 5, no. 2, pp. 113–116, Feb. 2020, doi: 10.26877/jitek.v5i2.3893.
- [7] M. A. Azis, A. Budiono, dan A. Basid, “Teknologi Pembuatan Paving Block Dengan Menggunakan Campuran Material Tanah Liat Dan Semen Dengan Pengujian Kuat Tekan,” vol. 2, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.unis.ac.id/index.php/jimtek/article/view/1310>

- [8] A. Kurniawan, Y. Afrizal, dan A. Gunawan, “Pengaruh Pemanfaatan Pecahan Terumbu Karang Sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Kuat Tekan Beton,” *Inersia J. Tek. Sipil*, vol. 8, no. 2, pp. 17–24, 2016, doi: <https://doi.org/10.33369/ijts.8.2.17-24>.
- [9] F. Fauzan dan H. Suciati, “Efek Penggunaan Llimbah Terumbu Karang pada Komposisi Beton.,” *SIGMA Tek.*, vol. 5, no. 1, pp. 119–127, Jun. 2022, doi: 10.33373/sigmateknika.v5i1.3968.
- [10] H. R. Putra dan T. Sefrus, “Studi Karang Mati Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Adukan Beton,” *Maj. Tek. SIMES*, no. 2, pp. 33-38% V 16, 2022.