

Analisis Pengaruh Penggunaan Serbuk Limbah Kulit Kerang Sebagai Material Pengganti Pasir Pada Campuran *Paving Block*

Analysis Of The Effect Of Using Shell Waste Powder As A Substitute Material For Sand In Paving Block Mixtures

Adinda Audina Zahroh¹, Kholidia Ayunaning², Rahmat Dwi Sutrisno³

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik – Indonesia

**Email: adindaudina16@gmail.com*

ABSTRAK: *Paving block* dapat digunakan untuk berbagai jenis kebutuhan, mulai dari yang sederhana hingga yang disesuaikan dengan spesifikasi khusus. Pada tahun 2024, di Indonesia terjadi peningkatan tajam penggunaan *Paving block*. Pasir telah menjadi bahan utama dalam pembuatan *Paving block* karena meningkatnya permintaan. Pasir adalah sumber daya alam (SDA) yang tidak dapat diperbarui dan dapat merusak ekosistem jika digunakan terlalu banyak. Cangkang kerang dapat digunakan sebagai pengganti pasir saat membuat *Paving block* karena mengandung zat kapur dan senyawa kimia yang sama dengan pasir. Fokus penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan, penyerapan air, dan keausan *Paving block* yang menggunakan serbuk cangkang kerang. Dengan ukuran cetakan 20 cm × 10 cm × 6 cm, proses pembuatan dilakukan secara manual. Rasio semen serta pasir yang digunakan adalah 1 : 3, dan variasi serbuk kerang 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%. Hasilnya menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi dihasilkan oleh variasi 10% sebesar 35,92 MPa (mutu B), sedangkan 0% hanya 23,25 MPa. Variasi 20%, 30%, dan 40% menghasilkan kuat tekan masing-masing sebesar 27,42 MPa (mutu B), 29,17 MPa (mutu B), dan 24,00 MPa (mutu B). Daya serap air tertinggi adalah 9% pada 30% dan 40% (mutu D), dan keausan tertinggi adalah 0% dengan nilai 0,172 mm/menit (mutu C). Variasi 10% memberikan performa terbaik secara keseluruhan. Dengan substitusi hingga 40% tetap memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996, menjadikan serbuk cangkang kerang solusi inovatif dan ramah lingkungan untuk material konstruksi.

Kata kunci: *Paving block*; Kuat Tekan; Daya Serap Air; Uji Aus; Serbuk Cangkang Kerang.

ABSTRACT: Paving blocks can be used for various types of needs, from simple to customized to special specifications. In 2024, Indonesia saw a sharp increase in the use of Paving blocks. Sand has become the main ingredient in making Paving blocks due to increasing demand. Sand is a non-renewable natural resource (SDA) and can damage the ecosystem if used too much. Seashells can be used as a substitute for sand when making Paving blocks because they contain the same lime and chemical compounds as sand. The focus of this study was to determine the compressive strength, water absorption, and wear of Paving blocks using seashell powder. With a mold size of 20 cm × 10 cm × 6 cm, the manufacturing process is carried out manually. The ratio of cement and sand used is 1: 3, and variations in seashell powder are 0%, 10%, 20%, 30%, and 40%. The results show that the highest compressive strength is produced by a variation of 10% of 35.92 MPa (quality B), while 0% is only 23.25 MPa. Variations of 20%, 30%, and 40% produced compressive strengths of 27.42 MPa (grade B), 29.17 MPa (grade B), and 24.00 MPa (grade B),

Analisis Pengaruh Penggunaan Serbuk Limbah Kulit Kerang Sebagai Material Pengganti Pasir Pada Campuran Paving block

respectively. The highest water absorption was 9% at 30% and 40% (grade D), and the highest wear was 0% with a value of 0.172 mm/min (grade C). Variations of 10% gave the best overall performance. With a substitution of up to 40%, it still meets the requirements of SNI 03-0691-1996, making shell powder an innovative and environmentally friendly solution for construction materials.

Keywords: *Paving blocks*; Compressive Strength; Water Absorption; Wear Test; Shell Powder.

1. PENDAHULUAN

Proyek infrastruktur seperti jalan, jembatan, pelabuhan, bandara, dan transportasi umum berkembang pesat di Indonesia untuk mendorong pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Komponen yang berkaitan dengan perkerasan jalan harus diperhatikan. (Ayunaning et al., 2022). Pemerintah juga fokus pada infrastruktur berkelanjutan, termasuk pembangunan taman kota, kompleks olahraga, dan perumahan, yang sebagian besar menggunakan *Paving block* untuk perkerasan jalan. Dengan demikian, pembangunan infrastruktur bergantung pada pemanfaatan *Paving block*.

Paving block adalah campuran semen, agregat, dan air, dengan atau tanpa bahan lain. (Yuni Ulfiyati, 2019). *Paving block* adalah material konstruksi yang digunakan untuk menutupi dan mengeraskan permukaan tanah, dengan berbagai aplikasi mulai dari yang umum hingga yang lebih khusus. *Paving blok* sering digunakan untuk meningkatkan dan mempercantik trotoar kota, jalan di kawasan pemukiman, taman, area parkir, ruang perkantoran, bahkan di lokasi khusus seperti pelabuhan kontainer, bandara, terminal bus, dan stasiun kereta api. (Indah Handayasari dkk, 2019). Karena dianggap lebih hemat biaya dan memiliki nilai estetika yang tinggi, *Paving block* dianggap sebagai bahan bangunan yang populer. (Mulyati, 2022). Waktu dan jadwal merupakan kriteria yang dapat menentukan keberhasilan suatu proyek. (PRAFITASIWI et al., 2024) Diketahui bahwa antara tahun 2020 dan 2023, terdapat peningkatan signifikan dalam penggunaan *Paving block*. Pada tahun 2024 terjadi peningkatan tajam penggunaan batu paving di Indonesia. Baik pengembang pemerintah maupun swasta menyadari keuntungan menggunakan bahan ini. *Paving block* tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga kuat dan mudah dipasang. Dengan membiarkan air hujan meresap ke dalam tanah, *Paving block* mengurangi kemungkinan erosi dan banjir. Selain itu, *Paving block* memungkinkan keserbagunaan desain. Karena *Paving block* tersedia dalam berbagai ukuran, bentuk, dan warna, pembangun dapat membuat berbagai macam pola dan desain. Ini menawarkan lebih banyak visual serta nilai estetika tambahan untuk proyek pembangunan. Salah satu dasar dari proses konstruksi adalah proses penggambaran struktur, yang berfungsi sebagai patokan untuk konstruksi. (Dwi Sutrisno et al., 2024)

Paving block adalah komponen penting dalam infrastruktur yang terbuat dari pasir dan semen, dengan pasir sebagai bahan utama karena kekuatannya, sementara semen berfungsi sebagai perekat. Namun, eksploitasi pasir yang berlebihan mengurangi ketersediaannya dan merusak lingkungan, sehingga diperlukan material alternatif ramah lingkungan untuk mendukung pembangunan berkelanjutan tanpa mengurangi kualitas *Paving block*.

Indonesia, sebagai negara kepulauan terbesar, memiliki sumber daya laut melimpah, termasuk kerang yang banyak dikonsumsi masyarakat. Sayangnya, cangkang kerang seringkali menjadi limbah yang mencemari lingkungan, padahal memiliki potensi besar sebagai material alternatif. Secara fisik, cangkang kerang memiliki struktur yang keras dan kuat, sehingga mampu menahan beban dengan baik. Selain itu, cangkang kerang kaya akan kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang menjadikannya material dengan sifat adhesi tinggi ketika dicampur dengan pengikat seperti semen. Senyawa kimia pozzolan yang ditemukan dalam abu kerang termasuk kalsium oksida (CaO) sebesar 66,70%, silika (SiO_2) sebesar 0,39%, alumina (Al_2O_3) sebesar 0,02%, dan besi (Fe_2O_3) sebesar 0,02%. Oleh karena itu, abu kerang dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif untuk *Paving block* dan beton. (Ma'ruf et al., 2024). Dengan keunggulan tersebut, limbah kerang dapat diolah menjadi bahan substitusi pasir pada pembuatan *Paving block*, sehingga tidak hanya mengurangi ketergantungan pada pasir alam, tetapi juga membantu mengurangi limbah dan mendukung pembangunan yang lebih ramah lingkungan. Untuk mengurangi eksploitasi sumber daya alam, salah satu alternatifnya adalah dengan memanfaatkan limbah cangkang kerang sebagai bahan baku dalam pembuatan *Paving block*. Biasanya, hanya daging kerang yang dimanfaatkan, sementara cangkangnya menjadi limbah. Cangkang kerang mengandung kalsium oksida (CaO), yang mirip dengan kapur dan dapat dibandingkan dengan pasir. Kandungan pasir, yang umumnya mengandung silika (SiO_2), oksida logam, dan kalsium karbonat (CaCO_3) apabila melalui proses kalsinasi/proses termal di mana bahan baku dipanaskan pada suhu tinggi akan berubah menjadi kalsium oksida (CaO). Kulit kerang hijau yang halus bisa dihancurkan menjadi serbuk dengan ukuran dan tekstur serupa pasir,

Analisis Pengaruh Penggunaan Serbuk Limbah Kulit Kerang Sebagai Material Pengganti Pasir Pada Campuran Paving block

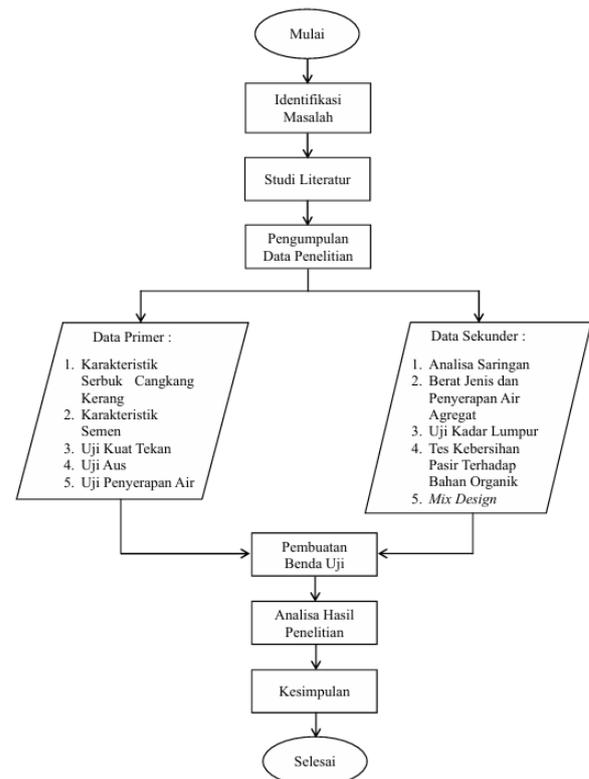
menjadikannya alternatif yang efektif untuk menggantikan pasir saat membuat *Paving block*, serta menghasilkan kualitas yang lebih baik dan biaya produksi yang lebih rendah.

Kabupaten Gresik, Jawa Timur, menghadapi tantangan meningkatnya kebutuhan infrastruktur akibat pesatnya pembangunan perumahan, taman kota, dan kawasan industri. Permintaan tinggi akan *Paving block* untuk perkerasan jalan dan area publik memicu eksploitasi pasir yang berpotensi merusak lingkungan. Di sisi lain, limbah cangkang kerang yang melimpah di Gresik, sering terabaikan dan mencemari lingkungan meski memiliki potensi ekonomi. Beberapa penduduk telah mengolah limbah ini menjadi kerajinan, namun pemanfaatannya belum maksimal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggunakan serbuk cangkang kerang sebagai pengganti pasir saat membuat *Paving block* tipe batu bata. Melalui uji laboratorium, dilakukan variasi campuran serbuk cangkang kerang 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% kemudian diuji untuk mengukur pengaruhnya terhadap tekanan, keausan, dan penyerapan air *Paving block*. Dengan metode pembuatan manual, penelitian ini bertujuan menghasilkan *Paving block* ramah lingkungan yang memiliki standar kualitas tinggi dan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0691-1996.

Maka, diharapkan bahwa dengan adanya penelitian tentang penggunaan serbuk kerang sebagai pengganti pasir dalam campuran *Paving block*, bersama dengan manajemen yang tepat, akan mengurangi jumlah limbah yang mencemari lingkungan di Gresik dan menawarkan bahan alternatif yang dapat mengurangi penggunaan pasir saat membuat *Paving block*. Selain itu, diharapkan hasil penelitian ini akan membuka peluang baru sebagai sumber pendapatan tambahan bagi masyarakat sekitar.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode untuk membuat *Paving block* dari limbah kulit kerang hijau sebagai pengganti pasir menggunakan metode eksperimental, yang mencakup studi literatur, persiapan alat dan bahan, pengujian material, perencanaan mix design, pembuatan dan perawatan sampel, serta uji penyerapan air, ketahanan aus, dan kekuatan tekan. Untuk setiap variasi ada 6 benda uji *Paving block* dengan umur pengujian 28 hari, dan dibuat dengan metode pembuatan konvensional atau manual.. Tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram alir berikut :



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengumpulan Data Penelitian

Data dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap objek yang menjadi fokus penelitian, yaitu

1. Karakteristik Serbuk Cangkang Kerang Hijau
2. Karakteristik Semen
3. Karakteristik Agregat Halus

3.1.1. Analisis Senyawa Penyusun Serbuk Cangkang Kerang Hijau

Untuk menganalisis senyawa yang ada dalam limbah serbuk cangkang kerang hijau, digunakan instrument X-Ray Fluorescence (XRF). Hasil analisisnya disajikan pada tabel berikut :

Tabel 3.1 Hasil Analisis XRF Serbuk Cangkang Kerang Hijau

Parameter	Konsentrasi (%)
Calcium Oxide (CaO)	50.20
Iron Trioxide (Fe ₂ O ₃)	0.92
Silicon Dioxide (SiO ₂)	0.67
Sodium Oxide (Na ₂ O)	0.47
Aluminium Trioxide (Al ₂ O ₂)	0.11
Magnesium Oxide (MgO)	0.06
Potassium Oxide (K ₂ O)	0.02
Titanium Oxide (TiO ₂)	0.01
Manganese Dioxide (MnO ₂)	0.01
Chromium Trioxide (Cr ₂ O ₃)	0.01
Loss On Ignition (LOI)	47.21

Analisis Pengaruh Penggunaan Serbuk Limbah Kulit Kerang Sebagai Material Pengganti Pasir Pada Campuran Paving block

Selain analisis XRF pada serbuk cangkang kerang hijau, dilakukan juga pengujian material terhadap serbuk cangkang kerang hijau yang mana pengujian tersebut sama halnya dilakukan seperti pengujian pada agregat halus. Adapun hasil dari pengujian tersebut adalah Pengujian analisa saringan/ Modulus Halus Butir (MHB) untuk serbuk cangkang kerang menghasilkan nilai 3,396, dan masuk ke dalam kategori Zona I, yang sesuai dengan pasir kasar. Pengujian berat jenis pada serbuk cangkang kerang, berat jenis curah (*bulk*) sebesar $2,548 \text{ t/m}^3$ dan untuk penyerapan air pada serbuk cangkang kerang adalah 2,281%. Hasil uji kadar lumpur menunjukkan bahwa serbuk cangkang kerang memiliki kadar lumpur sebesar 4,52% yang masih memenuhi Persyaratan Umum Bahan Bangunan (PUBI-1982), yang menetapkan bahwa kadar lumpur dalam agregat halus harus $<5\%$. Pengujian kandungan organik pada serbuk cangkang kerang didapatkan hasil yaitu air menjadi bening tetapi sedikit keruh hal ini bisa disebabkan karena zat – zat organik yang masih terdapat dalam serbuk cangkang kerang tersebut.

Gambar 3.1 Hasil Pengujian Kotoran Organik Pada Serbuk Cangkang Kerang Hijau



3.1.2. Analisis Semen

Pengujian berat jenis pada semen didapatkan nilai sebesar 3.15 t/m^3 . Berat jenis normal semen Portland biasa berkisar antara 3.10 hingga 3.15 t/m^3 , sesuai dengan standar SNI 15-2049-2004, yang mengatur spesifikasi dan uji fisik, termasuk uji berat jenis, untuk semen Portland. Uji kehalusan semen dilakukan menggunakan metode analisis ayakan (*sieve analysis*). Hasilnya menunjukkan bahwa 100% semen lolos dari ayakan No. 100, dan 99,33% lolos dari ayakan No. 200. Hasil ini dibandingkan dengan persyaratan kehalusan semen Portland yang tercantum dalam SNI 15-2049-2004, yang umumnya mengharuskan sekitar 90% material lolos dari ayakan 45 mikron (ayakan No. 325) atau kehalusan minimum sekitar $2,800-3,500 \text{ cm}^2/\text{g}$, tergantung pada jenis semen.

3.1.3. Analisis Pasir atau Agregat Halus

Pengujian yang melibatkan analisis saringan atau Modulus Halus Butir (MHB) pada pasir

menunjukkan nilai 2,327 yang termasuk dalam zona III dengan tekstur agak halus. Pengujian berat jenis agregat halus menunjukkan nilai $2,718 \text{ t/m}^3$ untuk pasir Lumajang. Penyerapan air agregat halus, yang diuji dengan merendam dan mengukur dalam kondisi jenuh permukaan (SSD) dan kering oven, ditemukan sebesar 0,331%. Pengujian kadar lumpur menunjukkan kandungan lumpur sebesar 4,2%, memenuhi standar yang menetapkan kadar lumpur harus kurang dari 5%. Pengujian kandungan kotoran organik dengan NaOH 3% menunjukkan hasil air menjadi bening setelah 24 jam.

Gambar 3.2 Hasil Pengujian Kotoran Organik Pada Agregat Halus



3.2. Persiapan Bahan dan Alat

Bahan – bahan untuk penelitian ini adalah serbuk cangkang kerang sebagai pengganti pasir, semen, dan air. Berikut alat – alat yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Loyang
2. Sekop
3. Cetakan benda uji dan perlengkapan lainnya yang diperlukan untuk proses pencetakan dan pemadatan
4. Labu ukur
5. Pipet
6. Timbangan
7. Ayakan
8. Oven
9. Alat penggiling kerang (ball mill)
10. Bola besi
11. Mesin uji kuat tekan
12. Mesin uji aus

3.3. Komposisi Campuran dan Jumlah Benda Uji

3.3.1. Perhitungan Komposisi Campuran Paving block

Pasir diganti dalam penelitian ini dengan bubuk cangkang kerang hijau. Satu bagian semen dan tiga bagian pasir (1:3) dicampur untuk membuat *Paving block*. Bubuk cangkang diganti dengan 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% dari berat pasir untuk setiap varian aplikasi. Enam sampel *Paving block*, yang diproduksi menggunakan teknik produksi tradisional/manual, diperiksa setelah berumur 28 hari untuk setiap varian. Komposisi serbuk

Analisis Pengaruh Penggunaan Serbuk Limbah Kulit Kerang Sebagai Material Pengganti Pasir Pada Campuran Paving block

cangkang kerang hijau sebagai pengganti pasir adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Komposisi Campuran Pasir dan Serbuk Cangkang Kerang

Variasi	Pasir (%)	Semen (%)	SCK (%)
N	80	20	0
KA 1	70	20	10
KA 2	60	20	20
KA 3	50	20	30
KA 4	40	20	40

Jumlah bahan yang dibutuhkan untuk setiap benda uji dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Volume Paving block} &= 20 \times 10 \times 6 \text{ cm} \\ &= 1200 \text{ cm}^3 \\ \text{BJ Pasir} &= 2.729 \text{ t/m}^3 \\ \text{BJ Kerang} &= 2.620 \text{ t/m}^3 \\ \text{BJ Semen} &= 3.15 \\ \text{Faktor Pematatan} &= 1,3 \\ \text{Faktor Air Semen} &= 0,35 \end{aligned}$$

Jumlah pasir yang dibutuhkan untuk 1 Paving block

$$\begin{aligned} &= \frac{6}{7} \times \text{Berat isi pasir} \times V \text{ Paving block} \times 1,3 \\ &= \frac{6}{7} \times (\text{Berat Jenis} \times \text{presentase kebutuhan pasir}) \\ &\quad \times V \text{ Paving block} \times 1,3 \\ &= \frac{6}{7} \times (2.729 \times 80\%) \times \left(\frac{1200}{1000000}\right) \times 1,3 \\ &= 0.00291 \text{ ton} \\ &= 0.00291 \times 1000 \\ &= 2.91 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kebutuhan pasir untuk 6 Paving block} &= 6 \times 2.91 \text{ kg} \\ &= 17.52 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kebutuhan semen untuk 1 Paving block

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{kebutuhan pasir}}{3} \\ &= \frac{2.91}{3} \\ &= 0.97 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kebutuhan semen untuk 6 Paving block

$$\begin{aligned} &= 6 \times 0.97 \text{ kg} \\ &= 5.84 \text{ kg} = 5.84 \times 1000 = 5840 \text{ gram} \end{aligned}$$

Kebutuhan Air untuk 1 Paving block

$$\begin{aligned} &= 0.35 \times \text{kebutuhan semen} \\ &= 0.35 \times 1 \\ &= 0.35 \text{ Liter} \\ &= 0.35 \times 1000 \\ &= 350 \text{ Mililiter} \end{aligned}$$

Kebutuhan Air untuk 1 Paving block

$$= 6 \times 0.35 \text{ Liter}$$

$$= 2.1 \text{ Liter} = 2.1 \times 1000 = 2100 \text{ Mililiter}$$

Contoh perhitungan penambahan serbuk cangkang kerang variasi 10% dari berat pasir.

Jumlah serbuk cangkang kerang 10 % yang dibutuhkan untuk 1 Paving block

$$\begin{aligned} &= \frac{6}{7} \times \text{Berat isi pasir} \times V \text{ Paving block} \times 1,3 \\ &= \frac{6}{7} \times (\text{BJ Kerang} \times \text{presentase kebutuhan kerang}) \\ &\quad \times V \text{ Paving block} \times 1,3 \\ &= \frac{6}{7} \times (2.620 \times 10\%) \times \left(\frac{1200}{1000000}\right) \times 1,3 \\ &= 0.000350 \text{ ton} \\ &= 0.000350 \times 1000 \\ &= 0.35 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jumlah serbuk cangkang kerang 10 % yang dibutuhkan untuk 6 Paving block

$$\begin{aligned} &= 6 \times 0.35 \\ &= 2.10 \text{ kg} = 2.10 \times 1000 = 2102 \text{ gram} \end{aligned}$$

Tabel berikut menunjukkan komposisi semen, pasir, dan serbuk cangkang kerang yang dibutuhkan pada proses pembuatan Paving block untuk penelitian ini.

Tabel 3.3 Jumlah Kebutuhan Material Untuk Pembuatan Benda Uji Paving block

Variasi	Pasir (gram)	Semen (gram)	Air (gram)	SCK (gram)
0% (N)	17518	5840	2100	0
10% (KA 1)	15328	5840	2100	2102
20% (KA 2)	13138	5840	2100	4204
30% (KA 3)	10494	5840	2100	6306
40% (KA 4)	8759	5840	2100	8408

3.3.2. Jumlah Benda Uji Paving block

Jumlah kebutuhan benda uji disesuaikan dengan jumlah pengujian yang akan dilakukan dan komposisi serbuk cangkang kerang yang akan digunakan, umur benda uji yang digunakan adalah 28 hari. Berikut adalah jumlah kebutuhan benda uji berdasarkan banyak campuran dan jenis pengujian

Tabel 3.4 Komposisi Campuran Pasir dan Serbuk Cangkang Kerang

Variasi	Jenis Pengujian		
	Kuat Tekan (buah)	Keausan (buah)	Penyerapan Air (buah)
N	3	2	1
KA 1	3	2	1

Analisi Pengaruh Penggunaan Serbuk Limbah Kulit Kerang Sebagai Material Pengganti Pasir Pada Campuran Paving block

KA 2	3	2	1
KA 3	3	2	1
KA 4	3	2	1

Jumlah keseluruhan benda uji adalah 30, yang terdiri dari 15 benda uji untuk uji kuat tekan, 10 benda uji untuk uji keausan, dan 5 benda uji untuk uji penyerapan air.

3.4. Proses Pembuatan Benda Uji

Langkah pertama dalam pembuatan benda uji adalah mempersiapkan peralatan dan bahan. Tahap penting dalam persiapan ini adalah memastikan cetakan dalam keadaan siap pakai sebagai media utama untuk membentuk benda uji.

1. Menyiapkan cetakan yang akan digunakan

Gambar 3.3 Cetakan *Paving block*



2. Menimbang setiap bahan sesuai dengan jumlah yang ditetapkan dalam rancangan campuran *Paving block*. Tabel berikut menunjukkan jumlah material yang dibutuhkan untuk membuat enam *Paving block*.

Tabel 3.6 Jumlah Kebutuhan Material Untuk Pembuatan *Paving block*

Variasi	Pasir (gram)	Semen (gram)	Air (gram)	SCK (gram)
0% (N)	17518	5840	2100	0
10% (KA 1)	15328	5840	2100	2102
20% (KA 2)	13138	5840	2100	4204
30% (KA 3)	10494	5840	2100	6306
40% (KA 4)	8759	5840	2100	8408

4. Mix Design

Pada tahap ini, rencana campuran *Paving block* akan dibuat untuk menghasilkan *Paving block* yang kuat, mudah dikerjakan, tahan lama, hemat biaya, dan tahan terhadap keausan. Oleh karena itu, prinsip desain yang tepat harus diterapkan saat merancang proporsi campuran *Paving block*. Membuat *Paving block* yang memenuhi spesifikasi teknis dan finansial merupakan tujuan dari metode desain ini.

5. Bahan untuk pembuatan *Paving block* ditimbang dan dicampurkan dengan menggunakan tangan atau mesin pengaduk (*mixer*)

Gambar 3.4 Alat Pengaduk



Gambar 3.5 Pembuatan Benda Uji Secara Manual



3.4. Perawatan Benda Uji *Paving block*

Agar memperoleh hasil pengujian yang diinginkan, benda uji *Paving block* segera dirawat dengan menyimpannya di dalam ruangan selama 28 hari.

Gambar 3.6 Perawatan Benda Uji



3.5. Pengujian *Paving block*

Pengujian *Paving block* terdiri dari tiga aspek utama : kuat tekan untuk menilai kemampuan menahan beban, daya serap air digunakan untuk mengukur kapasitas ketahanan terhadap penyerapan air, dan keausan untuk mengevaluasi ketahanan terhadap gesekan atau abrasi.

Analisi Pengaruh Penggunaan Serbuk Limbah Kulit Kerang Sebagai Material Pengganti Pasir Pada Campuran Paving block

3.5.1. Uji Kekuatan Tekan

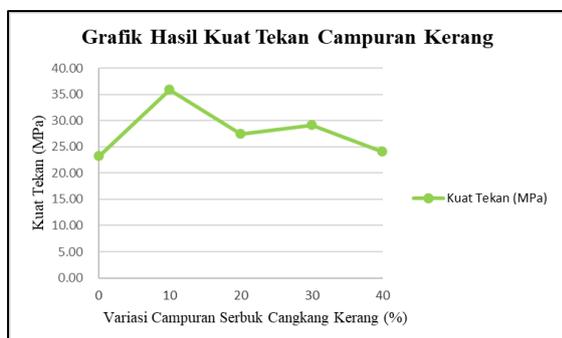
Setelah blok paving berumur 28 hari dalam kondisi kering, pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Bahan dan Beton Teknik Sipil UMG. Untuk setiap variasi dari enam metode konvensional, tiga benda uji disiapkan dan lima belas benda uji diuji untuk kuat tekan. Hasil pengujian kuat tekan *Paving block* dengan metode mekanis ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3.5 Hasil Uji Kuat Tekan *Paving block*

Variasi	Kode	Berat (gram)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata - Rata (MPa)
0%	N1	2700	26.25	23.25
	N2	2600	19.50	
	N3	2700	24.00	
10%	KA 1.1	2645	32.75	35.92
	KA 1.2	2589	36.25	
	KA 1.3	2567	38.75	
20%	KA 2.1	2736	24.25	27.42
	KA 2.2	2694	26.50	
	KA 2.3	2735	32.50	
30%	KA 3.1	2720	29.75	29.17
	KA 3.2	2761	24.75	
	KA 3.3	2698	33.00	
40%	KA 4.1	2680	22.25	24.00
	KA 4.1	2595	28.75	
	KA 4.1	2722	21.00	

Gambar berikut menunjukkan hasil uji kuat tekan campuran serbuk cangkang kerang rata-rata untuk *Paving block* dengan metode konvensional, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3.5.

Gambar 3.7 Hasil Uji Kuat Tekan Campuran Serbuk Cangkang Kerang



Gambar 2.7 menunjukkan bahwa campuran optimal cangkang kerang sebagai substitusi pasir adalah 10%, dengan peningkatan kuat tekan sebesar 12,67 MPa dibandingkan *Paving block* tanpa campuran. Menurut Muhammad Fadil Ichsan

(2019), penggunaan limbah cangkang kerang sebagai campuran *Paving block* dapat meningkatkan kuat tekan hingga batas tertentu. Hasil optimal diperoleh pada campuran 10%, dengan kuat tekan mencapai 12,34 MPa setelah 28 hari, sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996. Karena perbedaan kepadatan saat pemadatan manual, nilai kuat tekan dalam penelitian ini sangat beragam. Namun, penggunaan di atas 10% cenderung menurunkan kuat tekan, kecuali campuran 30% yang meningkat.

3.5.2. Uji Daya Serap Air

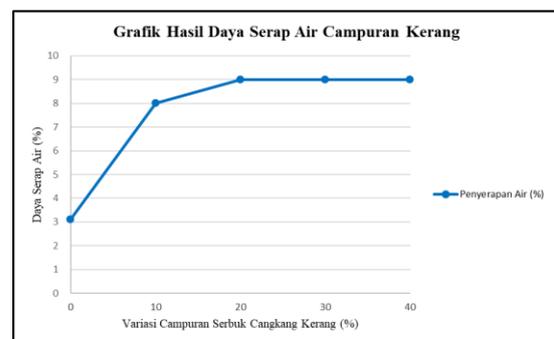
Untuk menguji daya serap air, *Paving block* direndam dalam air selama 24 jam sebelum dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 24 jam berikutnya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan satu benda uji untuk setiap variasi penambahan serbuk cangkang kerang, dengan total lima benda uji digunakan yang berumur 28 hari. Hasil pengujian disusun dalam sebuah tabel untuk menunjukkan pengaruh penggunaan serbuk cangkang kerang hijau sebagai pengganti pasir.

Tabel 3.6 Hasil Uji Daya Serap Air *Paving block*

Variasi	Kode	Presentase Penyerapan Air (%)	Mutu <i>Paving block</i>	Fungsi <i>Paving block</i>
0%	N	3	A	Jalan
10%	KA1	8	C	Pejalan Kaki
20%	KA2	9	D	Taman
30%	KA3	9	D	Taman
40%	KA4	9	D	Taman

Seperti yang ditunjukkan dalam tabel 3.6, hasil pengujian daya serap air campuran serbuk cangkang kerang masing-masing variabel ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

Gambar 3.8 Hasil Uji Daya Serap Air Campuran Serbuk Cangkang Kerang



Seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.8 di atas, penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan

Analisis Pengaruh Penggunaan Serbuk Limbah Kulit Kerang Sebagai Material Pengganti Pasir Pada Campuran Paving block

serbuk cangkang siput sebagai pengganti pasir dapat meningkatkan daya serap air. Air yang terserap lebih banyak karena pori-pori *Paving block* yang besar dan bentuk cangkang yang pipih. Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Winanda (2018) dalam tesisnya yang berjudul "Pengaruh Penambahan Serpihan Cangkang Siput Sebagai Pengganti Agregat terhadap Kuat Tekan *Paving block*" (Eka Widya, 2021). Pada penambahan serpihan cangkang siput sebanyak 0%, 20%, dan 50%, nilai daya serap air *Paving block* meningkat masing-masing sebesar 2,71%, 3,42%, dan 4,48%.

3.5.3. Uji Keausan

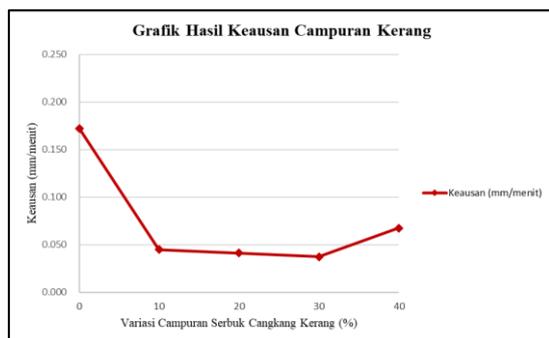
Di Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Keputih, dilakukan pengujian keausan dengan menggunakan enam benda uji untuk setiap variasi setelah *Paving block* berumur 28 hari. Setiap pengujian dilakukan dengan mengikuti pedoman yang ditetapkan oleh SNI 03-0691-1996. Hasil pengujian keausan *Paving block* ditampilkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 3.7 Hasil Pengujian Keausan *Paving block*

Variasi	Kode	Keausan Rata - Rata (mm/menit)	Mutu <i>Paving block</i>	Fungsi <i>Paving block</i>
0%	N	0.172	C	Pejalan Kaki
10%	KA1	0.045	A	Jalan
20%	KA2	0.041	A	Jalan
30%	KA3	0.037	A	Jalan
40%	KA4	0.067	A	Jalan

Gambar berikut menunjukkan hasil pengujian keausan untuk setiap variabel, seperti yang ditunjukkan dalam tabel 3.7.

Gambar 3.9 Hasil Keausan Campuran Serbuk Cangkang Kerang



Penambahan serbuk cangkang kerang pada *Paving block* konvensional menurunkan nilai keausan mulai dari variasi 10% hingga variasi 30%, tetapi meningkat pada 40%, meski tetap lebih rendah dari *Paving block* normal. Penurunan keausan terjadi karena sifat keras dan tahan aus kalsium karbonat (CaCO_3) dalam serbuk, yang

meningkatkan kekuatan material terhadap abrasi. Namun, pada 40%, kelebihan serbuk cangkang kerang mengurangi efektivitas ikatan matriks *Paving block*, sehingga keausan meningkat. Hal ini menunjukkan batas optimal penggunaan serbuk untuk performa maksimal *Paving block*.

Tabel berikut menunjukkan hasil pengujian kuat tekan, daya serap air, dan keausan *Paving block* :

Tabel 3.8 Rekapitulasi Hasil Pengujian untuk Kuat Tekan, Daya Serap Air, Keausan dan Klasifikasi Mutu *Paving block*

Variasi	Kuat Tekan Rata - Rata (MPa)	Daya Serap Air Rata - Rata (%)	Keausan Rata - Rata (mm/menit)
0%	23.25 (B)	3 (A)	0.172 (C)
10%	35.29 (B)	8 (C)	0.045 (A)
20%	27.42 (B)	9 (D)	0.041 (A)
30%	29.17 (B)	9 (D)	0.037 (A)
40%	24.00 (B)	9 (D)	0.067 (A)

Nilai kuat tekan, daya serap air, dan keausan *Paving block* bervariasi berdasarkan persentase serbuk cangkang yang digunakan, sesuai dengan hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 3.8 :

- Serbuk cangkang dengan variasi 0% memiliki kuat tekan rata-rata 23.25 Mpa, daya serap air 3%, dan keausan 0.172 mm/menit. Mutu *Paving block* untuk kuat tekan tergolong pada kelas B, sedangkan daya serap air berada di kelas A, dan keausan pada kelas C.
- Variasi 10% menunjukkan peningkatan kuat tekan menjadi 35.92 MPa sekaligus menjadi nilai kuat tekan tertinggi, dengan daya serap air meningkat menjadi 8% dan keausan sebesar 0.045 mm/menit. Mutu kuat tekan tetap dikelas B, daya serap air menurun ke kelas C, dan keausan berada di kelas A.
- Variasi 20% serbuk cangkang menghasilkan kuat tekan rata – rata menurun menjadi 27.42 MPa, daya serap air meningkat menjadi 9%, dan keausan berkurang menjadi 0.041 mm/menit. Mutu kuat tekan tetap dikelas B, sementara daya serap air menurun ke kelas C, dan keausan tetap berada di kelas A.
- Variasi 30% menunjukkan peningkatan kuat tekan menjadi 29.17 Mpa, sementara daya serap air tetap di 9% dan keausan 0.037 mm/menit. Mutu kuat tekan mencapai kelas B, daya serap air di kelas D, dan keausan pada kelas A.
- Variasi 40% menunjukkan kuat tekan 24.00 Mpa, daya serap air tetap 9%, dan keausan 0.067 mm/menit. Mutu kuat tekan berada di kelas B, daya serap air di kelas D, dan keausan tetap di kelas A.

Analisis Pengaruh Penggunaan Serbuk Limbah Kulit Kerang Sebagai Material Pengganti Pasir Pada Campuran Paving block

Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan serbuk cangkang kerang sebagai substitusi pasir memengaruhi sifat mekanik paving blok. Variasi 10% memberikan hasil terbaik dalam hal kuat tekan dan keausan, menunjukkan bahwa penggunaan serbuk cangkang kerang dalam jumlah yang ideal dapat meningkatkan mutu *Paving block*. Namun, perlu diingat bahwa peningkatan kandungan serbuk cangkang cenderung meningkatkan daya serap air, yang berdampak pada klasifikasi mutu. Dengan demikian, variasi serbuk cangkang kerang 10% merupakan campuran paling optimal untuk menghasilkan *Paving block* berkualitas tinggi dengan mutu yang hampir mencapai kelas A. Setelah melakukan penelitian terkait bagaimana pengaruh penggantian sebagian pasir dengan serbuk cangkang kerang pada *Paving block* menunjukkan bahwa variasi campuran 10% ke atas meningkatkan kuat tekan secara signifikan, serta meningkatkan daya serap air dan ketahanan keausan. Namun, *Paving block* yang dihasilkan hanya memenuhi kategori mutu B, sehingga lebih sesuai digunakan di area parkir, sesuai SNI 03-0691-1996. Hal ini disebabkan oleh penggunaan alat dan metode manual dalam proses pembuatannya.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan pada tugas akhir ini yang berjudul "Analisis Pengaruh Penggunaan Serbuk Limbah Kulit Kerang Sebagai Material Pengganti Pasir Pada Campuran *Paving block*" menghasilkan beberapa kesimpulan berikut:

1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan, daya serap air, dan keausan *Paving block* pada usia 28 hari bervariasi seiring dengan persentase serbuk cangkang kerang yang digunakan. Pada campuran 0%, kuat tekan rata-rata mencapai 23,25 MPa, daya serap air 3%, dan keausan 0,172 mm/menit, dengan mutu kuat tekan kelas B, daya serap air kelas A, dan keausan kelas C. Campuran 10% menunjukkan peningkatan kuat tekan tertinggi sebesar 35,92 MPa, daya serap air meningkat menjadi 8%, dan keausan berkurang menjadi 0,045 mm/menit, dengan mutu kuat tekan kelas B, daya serap air kelas C, dan keausan kelas A. Pada campuran 20%, kuat tekan menurun menjadi 27,42 MPa, daya serap air naik menjadi 9%, dan keausan 0,041 mm/menit, dengan mutu kuat tekan tetap di kelas B, daya serap air kelas D, dan keausan kelas A. Campuran 30% menghasilkan kuat tekan rata-rata 29,17 MPa, daya serap air tetap 9%, dan keausan 0,037 mm/menit, dengan mutu tetap sama seperti campuran 20%. Campuran 40% menunjukkan kuat tekan 24,00 MPa, daya serap air tetap 9%, dan keausan meningkat menjadi 0,067 mm/menit, dengan mutu kuat tekan kelas B, daya serap air kelas D, dan keausan kelas A. Hasil ini

menunjukkan bahwa penggunaan limbah cangkang kerang sebagai pengganti pasir dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan aus *Paving block*, namun peningkatan daya serap air perlu diperhatikan agar memenuhi standar mutu dan kebutuhan aplikasi.

2. Komposisi serbuk cangkang kerang sebagai pengganti pasir dalam pembuatan *Paving block* menunjukkan bahwa variasi campuran sebesar 10% sudah optimal. Kuat tekan tertinggi sebesar 35,92 MPa dihasilkan oleh *Paving block* kelas B pada variasi ini. Meskipun daya serap air berada di mutu kelas D dan keausan berada di mutu kelas A, kuat tekan pada variasi 10% memenuhi standar mutu yang baik untuk aplikasi *Paving block*. Oleh karena itu, penggunaan serbuk cangkang kerang sebanyak 10% dapat direkomendasikan sebagai bahan pengganti pasir dengan tetap memperhatikan parameter lain, seperti daya serap air dan keausan, agar sesuai dengan kebutuhan penggunaan. Mutu *Paving block* yang dihasilkan cenderung bervariasi karena proses pembuatan yang dilakukan secara manual sangat bergantung pada konsistensi dan kekuatan tenaga manusia dalam mencampur dan memadatkan material. Akibatnya, homogenitas campuran dan tekanan yang digunakan tidak selalu konsisten, yang memengaruhi kekuatan tekan batu paving, penyerapan air, dan keausan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfan Hidayat. (2020). *Pengaruh Penambahan Limbah Cangkang Kerang sebagai Campuran Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air pada Paving block*.
- Azis, A. (2022). *Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Dalam Pembuatan Paving block*.
- Eka Widya. (2021). *Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kerang Kepah (Polymesoda Erosa) terhadap Kualitas Paving block*.
- Fres. (2022). *Pemanfaatan Limbah Gypsum Board untuk Substitusi Semen pada Mortar sebagai Bahan dalam Pembuatan Paving block*.
- Haikal, M., Palembang, JI Jendral Ahmad Yani No, D., Palembang, K., & Selatan, S. (2019). *Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Darah sebagai Substitusi Semen pada Mortar*.
- Indah Handayasari. (2019). *Bahan Ramah Lingkungan Pemanfaatan Limbah Campuran Paving block*.
- Indah Handayasari dkk. (2019). *Perbandingan Kuat Tekan Paving block Ramah Lingkungan berbasis Limbah Botol Plastik Kemasan Air Mineral dengan Limbah Cangkang Kerang dan Limbah Botol Kaca sebagai Bahan Substitusi terhadap Semen*.
- Ma'ruf, N. A., Prasadi, O., & Dwityaningsih, R. (2024). *Pemanfaatan Sekam Padi (Oryza*

Analisa Pengaruh Penggunaan Serbuk Limbah Kulit Kerang Sebagai Material Pengganti Pasir Pada Campuran Paving block

- sativa) Dan Cangkang Kerang Totok (Geloina sp.) Sebagai Bahan Campuran Paving block. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 9(1), 16–22. <https://doi.org/10.33084/mitl.v9i1.5878>
- Muhammad Fadil Ichsan. (2019). *ANALISA PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PADA PEMBUATAN PAVING BLOCK DITINJAU DARI NILAI KUAT TEKAN DAN SERAPAN AIR*.
- Mulyati. (2022). *Pemanfaatan Sebuk Cangkang Kerang Lokan sebagai Bahan Pengganti Pasir dalam Pembuatan Paving block*. 4(2). <http://jurnal.ensiklopediaku.org>
- Nugroho, M. (2003). Bab iii landasan teori 3.1. <Http://E-Journal.Uajy.Ac.Id/7244/4/3TF03686.Pdf>, C, 15–48.
- Ratnawati, K., Nisah, F. A., & Azizie, Y. T. (2024). The Effect of Substitution of LDPE Plastic, Coconut Fiber, and Seashell as Mixed Raw Materials for Paving blocks. *Jurnal Pijar Mipa*, 19(1), 168–172. <https://doi.org/10.29303/jpm.v19i1.6392>
- Setyoningrum, A., & Saefudina, A. (2024). *Jurnal Teslink: Teknik Sipil dan Lingkungan Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang sebagai Bahan Campuran dalam Pembuatan Paving block (Literature Review)*. 6(1), 54–61. <https://doi.org/10.52005/teslink.v115i1.xxx>
- Supriani, F., Supratman, J. W., & Limun, K. (2019). *Pengaruh Penggantian Sebagian Semen dan Abu Terbang (fly ash) dan Abu Cangkang Lokan terhadap Kuat Tekan Paving block*. 9(1).
- Teguh Prayogo, & Bayu Budiman. (2009). *SURVEI POTENSI PASIR KUARSA DI DAERAH KETAPANG PROPINSI KALIMANTAN BARAT*.
- Yuni Ulfiyati, T. I. E. P. Y. W. (2019). *Kajian Teknis dan Ekonomis Pemanfaatam Limbah Kulit Kerang pada Produksi Paving block Ramah Lingkungan*.
- Ayunaning, K., Avisha, G. P., Juliati, K., & Kunci, K. (2022). *Use of Shells Waste Filler in Pavement Layer Using Lapen (Macadam Penetration Layer) Penggunaan Filler Limbah Kulit Kerang Pada Lapisan Perkerasan Dengan Menggunakan Lapen (Lapis Penetrasi Makadam) (Vol. 2, Issue 2)*.
- Dwi Sutrisno, R., Prafitasiwi, A. G., Ayunaning, K., Ramadhani, M. I., & Sari, R. P. (2024). PELATIHAN 3D MODELLING DENGAN APLIKASI SKETCH UP PADA SISWA SMK PGRI 1 GRESIK. *Journal of Community Service*, 6(1).
- PRAFITASIWI, A. G., Kuncoro, N. R., & Wibisono, C. U. (2024). Analisa Risiko Penyebab Keterlambatan pada Proyek Konstruksi Pabrik Pupuk di Kabupaten Gresik Dengan Metode Pohon Kesalahan. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 14(2), 547. <https://doi.org/10.29103/tj.v14i2.1155>