

ANALISIS KUAT TEKAN PAVING BLOK MENGGUNAKAN PASIR SUNGAI EMBUNG MARILALENG DAN ABU BATU SEBAGAI BAHAN TAMBAH

Iin Santika¹, Hamsyah², Muh. Jabir Muhammadijah³

iinsantika39@gmail.com¹, hamsyah.vertical@gmail.com², jabirdiah@gmail.com³

Universitas Muhammadiyah Parepare

ABSTRAK

Paving block merupakan salah satu material konstruksi yang banyak digunakan pada jalan lingkungan, trotoar, halaman parkir, dan berbagai fasilitas umum. Pemanfaatan material lokal dan bahan hasil sampingan industri sebagai bahan campuran merupakan salah satu alternatif dalam mendukung efisiensi dan keberlanjutan konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan pasir Sungai Embung Marilaleng sebagai agregat halus dan penambahan abu batu terhadap karakteristik paving block berdasarkan kuat tekan, daya serap air, dan ketahanan abrasi. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimental dengan empat variasi penambahan abu batu, yaitu 0%, 1%, 2%, dan 3%. Pengujian dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan total 24 benda uji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata tertinggi diperoleh pada variasi tanpa penambahan abu batu, yaitu sebesar 21,20 MPa, diikuti variasi 1% sebesar 21,08 MPa, sedangkan variasi 2% dan 3% masing-masing menghasilkan kuat tekan sebesar 18,00 MPa. Penambahan abu batu belum mampu meningkatkan kuat tekan paving block dibandingkan campuran tanpa abu batu. Namun, penambahan abu batu menunjukkan pengaruh positif terhadap daya serap air. Nilai daya serap air mengalami penurunan dari 20,90% pada variasi 0% menjadi 16,53% pada variasi 1%, 14,07% pada variasi 2%, dan 11,18% pada variasi 3%. Pada pengujian abrasi, variasi 2% menunjukkan ketahanan abrasi terbaik berdasarkan nilai kehilangan berat yang paling rendah. Dengan demikian, tidak terdapat satu variasi campuran yang optimum untuk seluruh parameter pengujian. Variasi 0% menghasilkan kuat tekan tertinggi, variasi 3% menghasilkan daya serap air terendah, sedangkan variasi 2% memberikan ketahanan abrasi terbaik. **Kata Kunci:** Abu Batu; Abrasi; Daya Serap Air; Kuat Tekan; Pasir Sungai Embung Marilaleng; Paving Block.

ABSTRACT

Paving blocks are widely used as construction materials for local roads, sidewalks, parking areas, and various public facilities. The utilization of local materials and industrial by-products as constituent materials represents an alternative approach to supporting efficiency and sustainability in construction. This study aimed to analyze the effect of using Embung Marilaleng River sand as fine aggregate and the addition of stone dust on the characteristics of paving blocks in terms of compressive strength, water absorption, and abrasion resistance. This study employed a quantitative experimental method with four stone dust variations, namely 0%, 1%, 2%, and 3%. The tests were conducted at the ages of 7, 14, and 28 days, involving a total of 24 test specimens. The results showed that the highest average compressive strength was obtained in the mixture without stone dust addition, reaching 21.20 MPa, followed by the 1% variation at 21.08 MPa, while the 2% and 3% variations each produced a compressive strength of 18.00 MPa. The addition of stone dust was not able to improve the compressive strength of paving blocks compared with the mixture without stone dust. However, the addition of stone dust had a positive effect on water absorption. The water absorption values decreased from 20.90% in the 0% variation to 16.53% in the 1% variation, 14.07% in the 2% variation, and 11.18% in the 3% variation. In the abrasion test, the 2% variation demonstrated the best abrasion resistance based on the lowest weight loss. Therefore, no single mixture variation was found to be optimal for all testing parameters. The 0% variation produced the highest compressive strength, the 3% variation resulted in the lowest water absorption, while the 2% variation provided the best abrasion resistance.

Keywords: Abrasion Resistance; Compressive Strength; Embung Marilaleng River Sand; Paving Block; Stone Dust; Water Absorption.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur membutuhkan material konstruksi yang memiliki kekuatan, daya tahan, efisiensi, dan kemudahan dalam pelaksanaan. Salah satu material yang banyak digunakan dalam pembangunan jalan lingkungan, trotoar, halaman parkir, dan fasilitas umum adalah paving block. Material beton pracetak ini memiliki keunggulan dalam kemudahan pemasangan dan perawatan serta dapat dibongkar dan dipasang kembali apabila terjadi kerusakan pada bagian tertentu. Selain itu, paving block memiliki nilai estetika dan dapat membantu mengurangi genangan air melalui celah antarblok yang memungkinkan terjadinya infiltrasi air ke dalam tanah.

Kualitas paving block sangat dipengaruhi oleh karakteristik bahan penyusunnya dan proses produksi yang dilakukan. Semen, agregat halus, air, dan bahan tambahan memiliki peran penting dalam menentukan sifat fisik dan mekanis paving block. Salah satu parameter utama yang digunakan untuk menilai kualitas paving block adalah kuat tekan, karena parameter ini menunjukkan kemampuan material dalam menahan beban sebelum mengalami kerusakan. Selain kuat tekan, daya serap air dan ketahanan terhadap abrasi juga merupakan parameter penting yang berkaitan dengan kepadatan, porositas, dan durabilitas paving block.

Meningkatnya kebutuhan material konstruksi menyebabkan kebutuhan terhadap agregat alam juga semakin besar. Kondisi tersebut mendorong perlunya pemanfaatan material lokal sebagai alternatif bahan konstruksi yang lebih efisien. Salah satu material lokal yang memiliki potensi untuk digunakan sebagai agregat halus adalah pasir Sungai Embung Marilaleng. Pemanfaatan pasir lokal diharapkan dapat memberikan nilai tambah terhadap sumber daya yang tersedia di daerah serta mendukung efisiensi penggunaan material konstruksi.

Selain pemanfaatan material lokal, penggunaan bahan hasil sampingan industri juga menjadi salah satu pendekatan dalam pengembangan material konstruksi yang lebih berkelanjutan. Abu batu merupakan material hasil sampingan dari proses pemecahan batu pada industri stone crusher yang memiliki ukuran partikel relatif halus. Karakteristik tersebut memungkinkan abu batu berfungsi sebagai bahan pengisi (filler) dalam campuran sehingga berpotensi mengisi rongga antarpartikel dan meningkatkan kepadatan material. Namun, pengaruh abu batu terhadap karakteristik paving block sangat dipengaruhi oleh proporsi penggunaannya dalam campuran.

2. Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian telah dilakukan mengenai pemanfaatan material alternatif dan bahan tambahan dalam pembuatan paving block maupun beton. Ilangovan dan Nagamani (2006) melaporkan bahwa penggunaan quarry dust atau abu batu sebagai pengganti sebagian agregat halus pada proporsi tertentu dapat meningkatkan kuat tekan. Peningkatan tersebut dikaitkan dengan kemampuan partikel halus dalam mengisi rongga antaragregat sehingga meningkatkan kepadatan struktur material.

Penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan bahan tambahan dalam campuran paving block tidak selalu menghasilkan peningkatan kekuatan secara linear. Getes dan Caingles (2022) menjelaskan bahwa komposisi material memiliki pengaruh terhadap kuat tekan dan terdapat proporsi tertentu yang dapat memberikan hasil optimum. Penambahan bahan dalam jumlah yang berlebihan berpotensi mengganggu ikatan antarpartikel dan menurunkan kekuatan material.

Selain faktor komposisi, karakteristik agregat juga memiliki pengaruh terhadap kualitas paving block. Mugi (2022) menunjukkan bahwa agregat dengan gradasi yang baik dan kandungan pengotor yang rendah dapat menghasilkan struktur material yang lebih padat. Di sisi lain, proses pemadatan dan perawatan (curing) juga berperan dalam menentukan perkembangan kekuatan dan kualitas akhir paving block. Shaikh et al. (2024) dan Rao et al. (2020) menekankan pentingnya kepadatan campuran dan proses hidrasi dalam mendukung perkembangan sifat mekanis material.

Penelitian mengenai penggunaan material limbah dalam paving block juga menunjukkan adanya manfaat dari aspek keberlanjutan. Deshbhratar et al. (2024) dan Hamid et al. (2019) menjelaskan bahwa pemanfaatan material alternatif atau limbah industri dapat mendukung efisiensi penggunaan sumber daya alam dan mengurangi dampak lingkungan. Namun demikian, karakteristik setiap material dan proporsi penggunaannya perlu diuji secara spesifik karena respons material terhadap perubahan komposisi dapat berbeda.

3. Research Gap

Berdasarkan penelitian terdahulu, penggunaan abu batu memiliki potensi untuk meningkatkan kepadatan dan sifat mekanis material konstruksi melalui mekanisme pengisian rongga (filler effect). Akan tetapi, hasil penggunaan abu batu sangat bergantung pada karakteristik material dasar, proporsi campuran, proses pemadatan, dan kondisi perawatan. Penelitian sebelumnya lebih banyak membahas penggunaan quarry dust atau material sejenis sebagai pengganti sebagian agregat halus maupun sebagai bahan tambahan pada campuran beton dan paving block.

Masih diperlukan penelitian yang secara khusus mengkaji pemanfaatan pasir Sungai Embung Marilaleng sebagai agregat halus lokal yang dikombinasikan dengan variasi penambahan abu batu dalam pembuatan paving block. Selain itu, evaluasi penggunaan abu batu tidak hanya perlu dilakukan berdasarkan kuat tekan, tetapi juga berdasarkan parameter durabilitas seperti daya serap air dan ketahanan abrasi. Perbedaan karakteristik material lokal dapat menghasilkan respons yang berbeda terhadap penambahan abu batu sehingga hasil penelitian dari daerah atau material lain tidak dapat langsung diterapkan pada pasir Sungai Embung Marilaleng.

Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut melalui pengujian eksperimental terhadap paving block yang menggunakan pasir Sungai Embung Marilaleng sebagai agregat halus dengan variasi penambahan abu batu sebesar 0%, 1%, 2%, dan 3%. Evaluasi dilakukan terhadap kuat tekan, daya serap air, dan ketahanan abrasi untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai pengaruh variasi abu batu terhadap karakteristik paving block.

4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan abu batu terhadap karakteristik paving block yang menggunakan pasir Sungai Embung Marilaleng sebagai agregat halus. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan kuat tekan, daya serap air, dan ketahanan abrasi pada variasi penambahan abu batu sebesar 0%, 1%, 2%, dan 3%, serta mengidentifikasi variasi campuran yang memberikan kinerja terbaik berdasarkan masing-masing parameter pengujian.

METODE PENELITIAN

1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain eksperimental. Penelitian dilakukan dengan membandingkan karakteristik paving block pada empat variasi penambahan abu batu, yaitu 0%, 1%, 2%, dan 3%. Variabel yang diamati meliputi kuat tekan, daya serap air, dan ketahanan abrasi paving block. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan total 24 benda uji, yaitu masing-masing enam benda uji untuk setiap variasi campuran. Pembuatan, perawatan, dan pengujian benda uji dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare.

2. Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas semen Portland (OPC), pasir Sungai Embung Marilaleng, abu batu, dan air. Semen Portland digunakan sebagai bahan pengikat dalam campuran paving block. Pasir Sungai Embung Marilaleng digunakan sebagai agregat halus utama, sedangkan abu batu yang berasal dari hasil sampingan proses pemecahan batu (stone crusher) digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran. Air digunakan sebagai bahan pencampur untuk mendukung proses hidrasi semen.

Sebelum proses pembuatan benda uji, material dipersiapkan dan ditimbang sesuai dengan rancangan campuran (mix design). Peralatan utama yang digunakan meliputi timbangan digital, mesin pengaduk (mixer), cetakan paving block, mesin press atau alat pemadat, bak curing, dan Compression Testing Machine (CTM).

3. Variasi Campuran

Penelitian ini menggunakan empat variasi penambahan abu batu, yaitu 0%, 1%, 2%, dan 3%. Variasi 0% digunakan sebagai campuran kontrol tanpa penambahan abu batu, sedangkan variasi 1%, 2%, dan 3% digunakan untuk mengevaluasi pengaruh peningkatan penambahan abu batu terhadap karakteristik paving block.

Setiap variasi campuran diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari. Pada setiap umur pengujian digunakan dua benda uji untuk masing-masing variasi, sehingga setiap variasi terdiri atas enam benda uji dan jumlah keseluruhan benda uji adalah 24 sampel.

Variasi campuran semen, pasir dan abu batu Umur Sampel (hari) Jumlah benda uji

Variasi campuran semen, pasir dan abu batu	Umur Sampel (hari)			Jumlah benda uji
	7	14	28	
Abu batu 0%	2	2	2	6
Abu batu 1%	2	2	2	6
Abu batu 2%	2	2	2	6
Abu batu 3%	2	2	2	6
	Total			24

Tabel 1 Hasil Rekapitulasi Kuat Tekan Paving Block

4. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji diawali dengan persiapan semen, pasir Sungai Embung Marilaleng, abu batu, dan air. Seluruh material ditimbang sesuai dengan komposisi campuran yang telah direncanakan. Tahap selanjutnya adalah pencampuran bahan menggunakan mesin mixer. Bahan kering, yaitu semen, pasir, dan abu batu, terlebih dahulu dicampurkan hingga homogen. Selanjutnya, air ditambahkan secara bertahap sambil dilakukan pengadukan hingga diperoleh campuran yang merata.

Campuran yang telah homogen kemudian dimasukkan ke dalam cetakan paving block. Selanjutnya, dilakukan proses pemadatan menggunakan mesin press untuk mengurangi

rongga udara dan meningkatkan kepadatan campuran. Setelah proses pemadatan selesai, benda uji dikeluarkan dari cetakan secara hati-hati untuk menghindari kerusakan atau deformasi.

Benda uji yang telah dicetak didiamkan selama kurang lebih 24 jam pada tempat yang terlindung. Selanjutnya, benda uji menjalani proses curing dengan perendaman dalam air hingga mencapai umur pengujian, yaitu 7, 14, dan 28 hari.

5. Metode Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik paving block berdasarkan parameter kuat tekan, daya serap air, dan ketahanan abrasi. Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan Compression Testing Machine (CTM). Pada setiap umur pengujian, benda uji dikeluarkan dari proses curing, dibersihkan, dan diukur dimensinya sebelum ditempatkan pada mesin uji tekan. Beban diberikan secara bertahap hingga benda uji mengalami keruntuhan, kemudian beban maksimum yang tercatat digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan.

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari untuk mengetahui perkembangan kekuatan paving block pada setiap variasi campuran. Hasil pengujian dari masing-masing benda uji selanjutnya dihitung dan dibandingkan untuk memperoleh nilai yang mewakili karakteristik setiap variasi abu batu.

Selain kuat tekan, penelitian ini juga mengevaluasi daya serap air dan ketahanan abrasi sebagai parameter durabilitas paving block. Hasil pengujian dari seluruh parameter dianalisis secara kuantitatif dengan membandingkan kinerja setiap variasi penambahan abu batu sebesar 0%, 1%, 2%, dan 3%. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi pengaruh penambahan abu batu terhadap karakteristik paving block dan menentukan variasi yang memberikan kinerja terbaik berdasarkan masing-masing parameter pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Material

Karakteristik material merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas paving block yang dihasilkan. Pada penelitian ini digunakan pasir Sungai Embung Marilaleng sebagai agregat halus, semen Portland (OPC), air, dan abu batu sebagai bahan tambah. Sebelum digunakan dalam pembuatan benda uji, pasir Sungai Embung Marilaleng terlebih dahulu dilakukan pengujian karakteristik agregat halus untuk mengetahui kelayakan material yang digunakan dalam campuran paving block.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pasir Sungai Embung Marilaleng memiliki kadar lumpur rata-rata sebesar 2,85%, kadar organik berada pada nomor 2, kadar air rata-rata sebesar 2,63%, berat volume kondisi lepas sebesar 1,419 kg/liter dan kondisi padat sebesar 1,493 kg/liter. Nilai absorpsi sebesar 0,67%, sedangkan berat jenis nyata, berat jenis dasar kering, dan berat jenis kering permukaan masing-masing sebesar 2,59; 2,58; dan 2,56. Modulus kehalusan agregat sebesar 3,03. Seluruh parameter tersebut dinyatakan memenuhi rentang yang digunakan dalam pengujian material.

Kadar lumpur sebesar 2,85% menunjukkan bahwa kandungan material halus yang terdapat pada pasir masih berada dalam batas yang dapat digunakan. Kandungan bahan organik yang berada pada nomor 2 juga menunjukkan bahwa pasir memiliki kandungan organik yang relatif rendah. Sementara itu, kadar air sebesar 2,63% menunjukkan kondisi agregat yang masih sesuai untuk digunakan dalam campuran. Berat volume dan berat jenis menunjukkan bahwa pasir memiliki kepadatan yang memadai, sedangkan modulus kehalusan sebesar 3,03 menunjukkan distribusi ukuran butir pasir masih berada dalam

rentang yang digunakan dalam penelitian.

Dengan demikian, berdasarkan hasil karakteristik agregat halus, pasir Sungai Embung Marilaleng dapat digunakan sebagai agregat halus dalam pembuatan paving block. Karakteristik material yang memenuhi persyaratan tersebut menjadi dasar dalam pelaksanaan pencampuran paving block dengan variasi abu batu sebesar 0%, 1%, 2%, dan 3%.

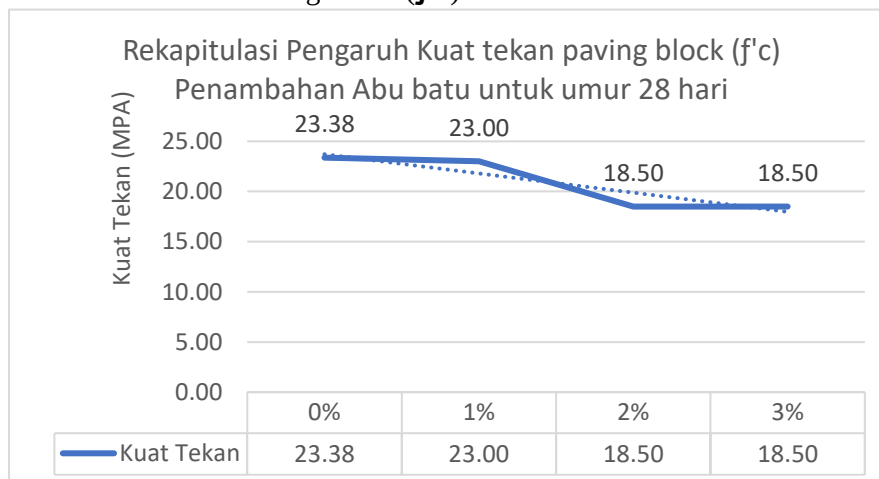
2. Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kemampuan paving block dalam menerima beban tekan. Pengujian dilakukan pada umur pada umur 28 hari dengan dua benda uji pada setiap masing-masing variasi. Penelitian menggunakan empat variasi campuran, yaitu 0%, 1%, 2%, dan 3% abu batu, sehingga keseluruhan benda uji berjumlah 8 sampel.

Tabel 1 Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block Umur 28 Hari

Variasi Sampel	Berat	Beban	Kuat tekan
0%	3,31	430,00	23,38
1%	3,45	450,00	23,00
2%	3,37	370,00	18,50
3%	3,36	370,00	18,50

Grafikl 1 Kuat Tekan Paving Block (f'_c) Untuk Variasi Penambahan Abu Batu



Berdasarkan gambar grafik tersebut, dapat diketahui bahwa kuat tekan paving block pada umur 28 hari mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya persentase penambahan abu batu. Pada variasi 0% (tanpa penambahan abu batu), kuat tekan yang diperoleh merupakan nilai tertinggi yaitu 23,38 MPa. Pada penambahan abu batu 1%, kuat tekan menurun menjadi 23,00 MPa, kemudian pada variasi 2% terjadi penurunan yang lebih besar menjadi 18,50 MPa. Sementara itu, pada variasi 3%, kuat tekan tetap sebesar 18,50 MPa, sehingga tidak terjadi perubahan dibandingkan variasi 2%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan abu batu pada komposisi yang digunakan dalam penelitian ini belum mampu meningkatkan kuat tekan paving block, bahkan cenderung menurunkan kuat tekan dibandingkan campuran normal (0%). Penurunan kuat tekan ini dapat disebabkan oleh perubahan proporsi material penyusun dan distribusi butiran yang memengaruhi kepadatan serta ikatan antarpartikel pada paving block.

3. Daya Serap Air

Pengujian daya serap air dilakukan untuk mengetahui kemampuan paving block dalam menyerap air. Parameter ini berkaitan dengan tingkat porositas dan kepadatan paving block. Nilai daya serap air diperoleh dengan membandingkan berat basah dan berat kering benda uji.

Tabel 1 Persentase Penyerapan Air terhadap variasi penggunaan abu batu

Variasi	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Daya Serap Air (%)
0%	4099,31	3391,67	20,90%
1%	4053,19	3478,33	16,53%
2%	3872,69	3395,00	14,07%
3%	3723,54	3348,33	11,18%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi 0% memiliki berat basah sebesar 4099,31 gram dan berat kering sebesar 3391,67 gram, dengan nilai daya serap air sebesar 20,90%. Pada variasi 1%, berat basah sebesar 4053,19 gram dan berat kering sebesar 3478,33 gram menghasilkan daya serap air sebesar 16,53%. Variasi 2% menghasilkan berat basah 3872,69 gram dan berat kering 3395,00 gram dengan daya serap air sebesar 14,07%, sedangkan variasi 3% menghasilkan berat basah 3723,54 gram dan berat kering 3348,33 gram dengan daya serap air sebesar 11,18%.

Berdasarkan hasil tersebut terlihat adanya kecenderungan penurunan daya serap air seiring dengan meningkatnya persentase abu batu. Penambahan abu batu 1% menurunkan daya serap air sebesar 4,37 poin persentase dibandingkan variasi 0%. Selanjutnya, variasi 2% mengalami penurunan sebesar 2,46 poin persentase dibandingkan variasi 1%, sedangkan variasi 3% menghasilkan penurunan paling besar dengan nilai daya serap air sebesar 11,18%.

Kecenderungan tersebut menunjukkan bahwa abu batu dapat memberikan pengaruh terhadap kepadatan campuran. Partikel abu batu yang relatif halus berpotensi mengisi sebagian rongga antarpartikel sehingga jumlah ruang yang dapat ditempati air menjadi lebih kecil. Oleh karena itu, semakin besar persentase abu batu yang digunakan dalam penelitian ini, semakin rendah kemampuan paving block dalam menyerap air.

Dengan demikian, variasi 3% merupakan variasi terbaik berdasarkan parameter daya serap air karena menghasilkan nilai paling rendah, yaitu 11,18%. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan abu batu memberikan pengaruh yang lebih jelas terhadap parameter penyerapan air dibandingkan terhadap kuat tekan.

4. Abrasi

Pengujian abrasi dilakukan untuk mengetahui ketahanan paving block terhadap gesekan dan pengikisan. Parameter yang digunakan adalah persentase kehilangan berat setelah benda uji mengalami proses abrasi. Semakin kecil persentase kehilangan berat, semakin baik ketahanan paving block terhadap abrasi. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari terhadap variasi abu batu 0%, 1%, 2%, dan 3%.

Tabel 2 Uji Pengujian Abrasi/Keausan

Variasi	Umur	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Berat Sebelum Abrasi (gram)	Berat Setelah Abrasi (gram)	% Kehilangan Berat Setelah Abrasi
0%	28	290	270	810	580	28,40%
	28	280	270			
	28	290	270			
1%	28	300	290	840	654	26,14%
	28	300	280			
	28	290	270			
2%	28	300	280	830	687	25,23%
	28	290	270			
	28	300	280			
3%	28	310	290	860	639	23,70%
	28	310	290			
	28	300	280			

Hasil pengujian menunjukkan bahwa paving block variasi 0% mengalami kehilangan berat sebesar 28,40%. Pada variasi 1%, kehilangan berat menurun menjadi 26,14%, kemudian pada variasi 2% menjadi 25,23%, dan pada variasi 3% menjadi 23,70%. Data tersebut menunjukkan adanya kecenderungan penurunan kehilangan berat dengan bertambahnya persentase abu batu.

Penurunan nilai kehilangan berat menunjukkan bahwa penambahan abu batu memberikan pengaruh terhadap ketahanan paving block terhadap gesekan dan pengikisan. Variasi 1% memiliki ketahanan abrasi yang lebih baik dibandingkan variasi normal, sedangkan variasi 2% memberikan ketahanan yang lebih baik dibandingkan variasi 0% dan 1%. Nilai kehilangan berat paling rendah diperoleh pada variasi 3%, yaitu sebesar 23,70%.

Berdasarkan hasil tersebut, variasi 3% dapat dinyatakan sebagai variasi terbaik pada parameter abrasi karena memiliki persentase kehilangan berat paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan penggunaan abu batu hingga 3% dalam penelitian ini cenderung meningkatkan ketahanan paving block terhadap abrasi.

5. Analisis Variasi Optimum

Analisis variasi optimum dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian kuat tekan, daya serap air, dan abrasi pada setiap variasi abu batu. Analisis ini diperlukan karena setiap parameter memiliki karakteristik dan kriteria penilaian yang berbeda. Berdasarkan hasil penelitian, tidak terdapat satu variasi yang memberikan hasil terbaik pada seluruh parameter pengujian.

Pada parameter kuat tekan, variasi 0% menghasilkan nilai rata-rata tertinggi sebesar 21,20 MPa, sedangkan variasi 1% menghasilkan 21,08 MPa. Variasi 2% dan 3% masing-masing menghasilkan 18,00 MPa. Dengan demikian, variasi 0% merupakan variasi terbaik berdasarkan kuat tekan.

Pada parameter daya serap air, terjadi kecenderungan penurunan nilai dari 20,90% pada variasi 0% menjadi 16,53% pada variasi 1%, 14,07% pada variasi 2%, dan 11,18% pada variasi 3%. Oleh karena itu, variasi 3% merupakan variasi terbaik berdasarkan daya

serap air karena memiliki nilai penyerapan paling rendah.

Pada parameter abrasi, nilai kehilangan berat berturut-turut sebesar 28,40%, 26,14%, 25,23%, dan 23,70% untuk variasi 0%, 1%, 2%, dan 3%. Karena nilai kehilangan berat yang lebih rendah menunjukkan ketahanan abrasi yang lebih baik, maka variasi 3% merupakan variasi terbaik berdasarkan hasil pengujian abrasi.

Berdasarkan keseluruhan parameter tersebut, variasi 0% memberikan kinerja terbaik terhadap kuat tekan, sedangkan variasi 3% memberikan kinerja terbaik terhadap daya serap air dan abrasi. Dengan demikian, tidak terdapat satu variasi yang dapat dinyatakan optimum untuk seluruh parameter pengujian. Pemilihan variasi campuran perlu disesuaikan dengan kebutuhan penggunaan paving block. Jika prioritas utama adalah kuat tekan, campuran 0% lebih sesuai, sedangkan jika prioritasnya adalah rendahnya daya serap air dan ketahanan terhadap abrasi, variasi 3% memberikan hasil yang lebih baik.

Hasil penelitian secara keseluruhan menunjukkan bahwa penambahan abu batu pada persentase 1–3% belum meningkatkan kuat tekan dibandingkan campuran normal, tetapi memberikan pengaruh positif terhadap daya serap air dan ketahanan abrasi. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan abu batu tidak dapat dinilai hanya berdasarkan satu parameter, melainkan perlu mempertimbangkan karakteristik mekanis dan durabilitas paving block secara bersamaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis kuat tekan paving block menggunakan pasir Sungai Embung Marilaleng dan abu batu sebagai bahan tambah dengan variasi 0%, 1%, 2%, dan 3%, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan abu batu belum mampu meningkatkan kuat tekan paving block. Nilai kuat tekan rata-rata tertinggi diperoleh pada variasi 0% sebesar 21,20 MPa, diikuti variasi 1% sebesar 21,08 MPa, sedangkan variasi 2% dan 3% masing-masing sebesar 18,00 MPa.
2. Penambahan abu batu memberikan pengaruh positif terhadap daya serap air. Nilai daya serap air menurun dari 20,90% pada variasi 0%, menjadi 16,53% pada variasi 1%, 14,07% pada variasi 2%, dan 11,18% pada variasi 3%. Variasi 3% menghasilkan daya serap air paling rendah.
3. Penambahan abu batu juga meningkatkan ketahanan paving block terhadap abrasi berdasarkan penurunan persentase kehilangan berat. Nilai kehilangan berat berturut-turut sebesar 28,40%, 26,14%, 25,23%, dan 23,70% pada variasi 0%, 1%, 2%, dan 3%. Variasi 3% menunjukkan ketahanan abrasi terbaik karena memiliki kehilangan berat paling rendah.
4. Tidak terdapat satu variasi abu batu yang menjadi optimum untuk seluruh parameter pengujian. Variasi 0% optimum berdasarkan kuat tekan, sedangkan variasi 3% optimum berdasarkan daya serap air dan ketahanan abrasi. Oleh karena itu, pemilihan variasi campuran perlu disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan penggunaan paving block.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, A., Suryani, H., & Ridhayani, I. (2025). Kinerja paving block hidrolik sesuai SNI 03-0691-1996. *Jurnal Teknik Sipil (JUTSI)*, 1(1).
- Aji, A. R. (2022). Pengaruh penggunaan abu batu sebagai pengganti sebagian pasir terhadap kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air pada paving block. Universitas Islam Indonesia.
- Aji, W. S., Rakhmawati, A., & Arnandha, Y. (2019). Pemanfaatan limbah PP (poly propylene) dan

- gerusan batu bata dalam pembuatan paving block. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Sipil*.
- Amri, S. (2005). *Teknologi Beton A–Z*. Jakarta: Yayasan John Hi-Tech Idetama.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). SNI 03-1968-1990: Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). SNI 03-1970-1990: Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). SNI 03-1971-1990: Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). SNI 03-2495-1991: Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). SNI 03-0691-1996: Bata Beton (Paving Block). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (1998). SNI 03-4804-1998: Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). SNI 15-2049-2004: Semen Portland. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI 7656:2012: Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Dipohusodo, I. (1999). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Ervianto, W. I. (2006). *Eksplorasi Teknologi dalam Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi.
- Fitriani, S., Murtiono, E. S., & Agustin, R. S. (2024). Pengaruh penggunaan split dan abu batu sebagai substitusi pasir terhadap kuat tekan dan daya serap air paving block ditinjau dari segi ekonomis. *Indonesian Journal of Civil Engineering Education*, 10(2).
- Lubis, K., Naumar, A., & Prayitno, E. (2023). Pengaruh abu batu sebagai bahan tambah agregat halus pada kuat tekan paving block. *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Universitas Bung Hatta*, 1(1).
- Magribi. (2024). Studi eksperimental pengaruh abu sekam padi sebagai bahan tambah pada paving block terhadap kuat tekan, daya serap air, dan ketahanan guncangan. *Civil Engineering Scientific Journal*.
- Mulyati. (2023). Penggunaan abu batu dan split dalam pembuatan paving block. *Jurnal Teknologi dan Vokasi*, 1(1), 1–5.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Mulyono, T. (2018). *Teknologi Beton: Dari Teori ke Praktek*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Murdock, L. J., & Brook, K. M. (1999). *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Nugraha, P., & Antoni. (2007). *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Andi.
- Pratiwi, I., & Yanti, E. D. (2018). Pengaruh zeolit sebagai agregat kasar dan abu batubara sebagai bahan campuran semen terhadap kuat tekan paving block. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 14(3).
- Samekto, W., & Rahmadiyanto, C. (2001). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanisius.
- Santosa, Z. D., & Mudiyono, R. (2025). Inovasi pembuatan paving block mutu tinggi K-400 menggunakan material abu batu Kaligendol dan substitusi calcium carbonate untuk jalan industri. *Jurnal Ilmiah Sultan Agung*, 4(2).
- Setiawan, A. A., & Diana, A. I. N. (2022). Pengaruh penambahan serbuk besi sebagai bahan campuran pasir pada pembuatan paving block terhadap kuat tekan dan daya serap air. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2).
- Sutikno. (2003). *Panduan Praktek Beton*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Tjokrodimuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.