

PAVING BLOCK ABU SEKAM PADI UNTUK INFRASTRUKTUR DESA DAN PESISIR SULAWESI BARAT

Apriansyah^{1*}, Yoga Dwi Permadi¹, Dahlia Patah¹, Yusman¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sulawesi Barat

Jalan DR. Baharuddin Lopa, S.H., M.H., Majene, Sulawesi Barat

*Email: apriansyah@unsulbar.ac.id

DOI: 10.25042/jpe.052022.03

Abstrak

Pembangunan infrastruktur desa terus meningkat sejak alokasi dana desa diberikan oleh pemerintah pusat. Peningkatan pembangunan desa tidak dibarengi dengan *quality control* yang baik dikarenakan keterbatasan SDM dan peralatan. Hal ini berpotensi terhadap rendahnya kualitas pekerjaan konstruksi khususnya material beton. *Paving block* menjadi alternatif material yang dapat mengganti fungsi beton khususnya pada infrastruktur jalan, taman, dan pedestrian. Dengan penggunaan *paving block*, *quality control* dapat dilakukan lebih baik dikarenakan material ini adalah material fabrikasi yang proses penjaminan mutunya dilakukan ditempat pembuatannya. Penelitian ini menggunakan bahan tambah abu sekam padi dikarenakan banyaknya limbah abu sekam padi yang menumpuk dan mencemari lingkungan di kecamatan Wonomulyo. Penelitian ini menguji nilai kuat tekan *paving block* dengan variasi abu sekam padi 5%, 10% dan 15% untuk mengetahui komposisi material semen dan abu sekam padi yang menghasilkan nilai kuat tekan optimal pada *paving block*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode ekperimental dengan pembuatan sampel sesuai dengan tabel mutu kuat tekan *paving block* pada SNI 03-0691-1996. Hasil yang diperoleh dari penelitian didapatkan nilai kuat tekan *paving block* pada umur 28 hari dengan variasi ASP 0% sebesar 16,37 Mpa, masuk kedalam mutu *paving block* kelas C, variasi ASP 5% sebesar 8,99 Mpa dan variasi ASP 10% sebesar 11,43 Mpa, masuk kedalam mutu *paving block* kelas D dan variasi ASP 15% sebesar 4,95 Mpa, tidak memenuhi syarat. Komposisi material semen dan abu sekam padi yang menghasilkan nilai kuat tekan optimal adalah *paving block* variasi ASP 10% dengan komposisi semen 90% dan abu sekam padi 10%.

Abstract

Rice Husk Ash Pavement for Village and Coastal Infrastructure in West Sulawesi. Village development has continued to increase since the allocation of village funds was provided by the central government. Increased village development is not accompanied by good quality control due to limited human resources and equipment. This has the potential to reduce the quality of construction work, especially concrete materials. Paving blocks are an alternative material that can replace the function of concrete, especially in road infrastructure, parks and sidewalks. By using paving blocks, quality control can be carried out better because this material is a fabrication material whose quality assurance process is carried out at the place of manufacture. This study used rice husk ash as an added ingredient because a lot of waste has accumulated and polluted the environment in the Wonomulyo sub-district. This study tested the compressive strength of paving blocks with rice husk ash variations of 5%, 10% and 15% to determine the composition of cement and rice husk ash materials that produced optimal compressive strength values for paving blocks. The research method used is an experimental method by making samples according to the quality table of paving block compressive strength on SNI 03-0691-1996. The results obtained from the study showed that the compressive strength of paving blocks at the age of 28 days with a 0% ASP variation of 16.37 Mpa, included in the quality of class C paving blocks, a 5% ASP variation of 8.99 Mpa and a 10% ASP variation of 11.43 MPa, included in the quality of class D paving blocks and the 15% ASP variation of 4.95 MPa, does not meet the requirements. The material composition of cement and rice husk ash that produces optimal compressive strength values is paving block variation of 10% ASP with a composition of 90% cement and 10% rice husk ash.

Kata Kunci: *Paving block, abu sekam padi, ASP, kuat tekan*

1. Pendahuluan

Dalam rentang waktu tahun 2015 sampai dengan tahun 2020 dana desa telah menghasilkan infrastruktur penunjang antara lain berupa jalan desa (261.877 km), pasar desa (11.944 unit), BUMDES (39.844 kegiatan), sarana olah raga (27.753 unit), Polindes (11.599 unit), PAUD desa (64.429 kegiatan), dan Posyandu (40.618 unit) [1]. Dana desa di Provinsi Sulawesi Barat tahun

2021 sebesar Rp. 576.443 [2], dan alokasi dana desa tahun 2023 sebesar Rp. 515.099.741 dengan rincian Kabupaten Majene (Rp. 54.186.127), Kabupaten Mamuju (Rp. 83.105.807), Kabupaten Polewali Mandar (Rp. 140.141.254), Kabupaten Mamasa (Rp. 134.821.624), Kabupaten Pasangkayu (Rp. 52.660.949), dan Kabupaten Mamuju Tengah (Rp. 50.183.980) [3].

Beberapa program kegiatan yang dapat didanai oleh dana desa berdasarkan Peraturan Menteri Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi Republik Indonesia No. 8 Tahun 2022 tentang Prioritas Penggunaan Dana Desa Tahun 2023 [4] diantaranya adalah pendirian, pengembangan, dan peningkatan kapasitas pengelolaan BUM Des/BUM Des Bersama; Pengembangan Desa Wisata; Ketahanan pangan nabatati dan hewani; Perluasan akses layanan Kesehatan; dan Mitigasi Bencana Alam. Kegiatan-kegiatan diatas sangat berpotensi untuk kegiatan pembangunan infrastuktur fisik jalan, pedestrian, halaman, dan taman. Infrastuktur fisik tersebut menggunakan material beton. Kualitas beton sangat dipengaruhi pada saat proses pengejaannya, dalam hal ini penjagaan kualitas (*quality control*) sesuai dengan standar SNI (SNI 2493:2011, SNI 4810:2013, SNI 03-0691-1996) [5]–[7]. Hal ini sangat sulit dilaksanakan pada proyek infrastuktur desa sehingga berpengaruh terhadap kualitas dan ketahanan infrastuktur desa.

Penggunaan *paving block* dapat menjadi solusi sebagai material pengganti infrastuktur jalan, taman, dan pedestrian di desa dikarenakan *paving blok* merupakan material fabrikasi sehingga kualitasnya dapat lebih terjaga dibandingkan dengan material beton jika digunakan untuk pembangunan di desa. Selain itu, pengembangan material *paving blok* di wilayah Sulawesi barat dapat menjadi sumber atau unit usaha baru baik untuk warga desa maupun bagi BUM Des/BUM Des Bersama.

Paving Block (bata beton) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambah lainnya [8]. *Paving block* memiliki banyak kelebihan dan keuntungan baik dari segi kekuatan, kemudahan pembuatan maupun pelaksanaannya. Bentuk dan ukuran *paving block* di desain sesuai dengan fungsi dan penggunaannya. Beberapa keuntungan penggunaannya adalah tahan lama dan harganya terjangkau. Dibandingkan dengan rabat beton dan aspal, *paving block* memiliki kelebihan antara lain harga yang lebih ekonomis, daya serap air yang bagus, mudah dalam pengerjaan pemasangan dan juga mudah dalam perawatan [9]. *Paving block* dapat digunakan sebagai jalan, parkir, pedestrian dan trotoar pejalan kaki.

Keunggulan lain dari *Paving block* dibandingkan perkerasaj jalan lainnya adalah lebih ekonomis, mudah dalam perawatan/pemeliharaan, lebih menarik dari segi artistic eksteriornya, tidak memerlukan alat berat dalam pengerjaan/pemasangannya, dan dapat diproduksi secara massal [10].

Abu sekam padi merupakan hasil samping atau limbah dari indsutri penggilingan padi. Industri penggilingan padi dapat menghasilkan 65% beras, 20% sekam padi, dan sisanya hilang. Kandungan kimia yang terdapat dalam sekam padi terdiri atas 50% selulosa, 25%-30 % lignin, dan 15%-20% silika [11]. Bila sekam padi dibakar maka akan menghasilkan abu sekam padi. Penggabungan bahan *pozzolan* (bahan yang mengandung senyawa silika atau silika alumina) sebagai bahan pengganti semen dalam beton merupakan cara yang efektif untuk meningkatkan sifat beton. Hal ini disebabkan oleh $\text{Ca}(\text{OH})_2$ akibat hidrasi semen yang bereaksi terhadap *pozzolan* dan menghasilkan tambahan *kalsium silikat hidrat* (CSH) menghalangi pori-pori yang ada dan mengubah sruktur pori. Hasil samping/limbah dari proses pertanian juga telah digunakan sebagai *pozzolan* untuk meningkatkan sifat pasta semen dan mortar, ini termasuk abu sekam padi dan abu bahan bakar minyak sawit [12].

Tabel 1. Komposisi benda uji

Tipe	S (%)	ASP (%)	P (%)	Jumlah (28 hari)	Jumlah (91 hari)
ASP 0%	100	0	100	15	15
ASP 5%	95	5	100	15	15
ASP 10%	90	10	100	15	15
ASP 15%	85	15	100	15	15
Jumlah				120	

Sekam padi merupakan bahan berligno selulosa seperti biomassa lainnya namun mengandung silika yang tinggi. Kandungan kimia sekam padi terdiri atas 50 % selulosa, 25 – 30 % lignin, dan 15 – 20 % silika. Abu sekam padi yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi pada suhu 400° – 500 °C akan menjadi silika amorphous dan pada suhu lebih besar dari 1.000 °C akan menjadi silika kristalin.

Konversi sekam padi menjadi abu silika setelah mengalami proses karbonisasi juga merupakan sumber *pozzolan* potensial sebagai

SCM (*Supplementary Cementitious Material*). Abu sekam padi memiliki aktivitas pozzolanic yang sangat tinggi sehingga lebih unggul dari SCM lainnya seperti *fly ash*, *slag*, dan *silica fume*. Beberapa hasil ikutan industri dan pertanian seperti *slag*, *fly ash*, dan *rice husk ash* (abu sekam padi) ternyata merupakan polutan potensil yang dapat digunakan sebagai bahan substitusi atau bahan tambahan semen.

Penggunaan bahan pengganti sebagian semen (SCM) melalui komposisi campuran yang inovatif akan mengurangi jumlah semen yang digunakan sehingga secara ekologis dapat mengurangi emisi gas-gas rumah kaca dan penggunaan konsumsi energi fosil bumi pada industri semen.

Pembakaran sekam padi dengan menggunakan metode konvensional seperti fluidised bed combustors menghasilkan emisi CO antara 200-2000 mg/Nm³ dan emisi Nox antara 200 – 300 mg/Nm³. Metode pembakaran sekam padi yang dikembangkan oleh COGEN-AIT mampu mengurangi potensi emisi CO₂ sebesar 14.762 ton, CH₄ sebesar 74 ton, dan NO₂ sebesar 0,16 ton pertahun dari pembakaran sekam padi sebesar 34.919 ton pertahun.

Penggunaan abu sekam padi dengan kombinasi campuran yang sesuai pada semen akan menghasilkan semen yang lebih baik. Abu sekam padi telah digunakan sebagai bahan pozzolan reaktif yang sangat tinggi untuk meningkatkan mikrostruktur pada daerah transisi interfase antara pasta semen dan agregat beton yang memiliki kekuatan tinggi. Penggunaan abu sekam padi pada komposit semen dapat memberikan beberapa keuntungan seperti meningkatkan kekuatan dan ketahanan, mengurangi biaya bahan, mengurangi dampak lingkungan limbah bahan, dan mengurangi emisi karbon dioksida [13].

Produksi padi Provinsi Sulawesi Barat tahun 2021 sebesar 323.427 ton dengan rincian Kabupaten Majene (3.830 ton), Kabupaten Polewali Mandar (173.728 ton), Kabupaten Mamasa (52.731 ton), Kabupaten Mamuju (66.236 ton), Kabupaten Pasangkayu (2.498 ton), dan Kabupaten Mamuju Tengah (24.403 ton) [14]. Dari data di atas, dapat diketahui bahwa potensi sekam padi di Provinsi Sulawesi Barat berdasarkan data tahun 2021 yaitu sebesar 64.685 ton.

Berdasarkan masalah dan potensi yang tersebut di atas, maka potensi pemanfaatan *paving block* untuk infrastruktur desa sangat besar dan pemanfaatan abu sekam padi sebagai bahan tambah pada pembuatannya akan mengurangi limbah/bahan sisa dari produksi padi di Sulawesi Barat. Untuk memudahkan produsen *paving block* dalam memproduksi material yang memenuhi standar mutu dan kekuatan yang baik maka dilakukan penelitian *paving block* abu sekam padi dengan menggunakan material yang tersedia di Sulawesi Barat.

2. Metode

Penelitian dilakukan di Laboratorium terpadu Universitas Sulawesi Barat. Agregat halus bersumber dari Desa Segerang, Mapilli Kabupaten Polewali Mandar dan Abu sekam padi berasal dari Desa Bumi Ayu, Wonomulyo Kabupaten Polewali Mandar. Jarak anantara kedua desa tersebut sekitar 4 km. Penelitian dilakukan dengan menambahkan abu sekam padi kedalam adukan campuran *paving block* sebagai bahan pengganti sebagian semen sebanyak 5%, 10% dan 15% dari berat semen tanpa menggunakan material tambahan dengan menggunakan metode konvensional. Kemudian di uji kuat tekan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap *paving block*.

Semen yang digunakan adalah semen pcc bemark Tonasa dengan berat jenis 3,14 g/ml. Pasir yang digunakan memiliki berat jenis 2,13 g/ml terlebih dahulu dicuci lalu dijemur untuk menghilangkan kadar lumpur yang ada didalamnya. Setelah dilakukan pengujian, abu sekam padi yang berasal dari desa bumiayu mempunyai berat jenis 2,94 gr/ml. Abu sekam padi yang digunakan untuk pencetakan *paving block* adalah abu sekam padi yang lolos saringan 50. Air yang digunakan pada penelitian ini adalah air yang berasal dari laboratorium terpadu universitas sulawesi barat. Air yang digunakan secara visual bersih dan tidak ada kotoran didalamnya. Pengadukan campuran material menggunakan mixer dan cetakan yang digunakan dalam pembuatan *paving block* berukuran 20 cm x 10 cm x 6,8 cm.

Tabel 2. Kebutuhan material per cetakan

Tipe	S	ASP	P	Air
ASP 0%	0,85	0	2,32	0,34
ASP 5%	0,81	0,04	2,32	0,34
ASP 10%	0,77	0,08	2,32	0,34
ASP 15 %	0,73	0,12	2,32	0,34

Tabel 3. Kebutuhan material setiap variasi

Tipe	S	ASP	P	Air	Jumlah
ASP 0%	25,62	0	69,52	10,52	30
ASP 5%	24,34	1,20	69,52	10,52	30
ASP 10%	23,06	2,40	69,52	10,52	30
ASP 15%	21,78	3,60	69,52	10,52	30
Total					120

3. Benda Uji

Benda uji dibuat dengan bentuk persegi panjang dengan panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tinggi 6,8 cm. Untuk mengetahui kebutuhan material dan banyaknya sampel yang akan digunakan, maka cetakan dihitung terlebih dahulu volumenya. Detail komposisi benda uji dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat komposisi material yang digunakan pada pembuatan benda uji yaitu:

1. ASP 0% (Menggunakan komposisi campuran 1:4, dengan persentase penggunaan semen (S) 100%, abu sekam padi (ASP) 0%, dan pasir 100%).
2. ASP 5% (Menggunakan komposisi campuran 1:4, dengan persentase penggunaan semen (S) 95%, abu sekam padi (ASP) 5%, dan pasir 100%).
3. ASP 10% (Menggunakan komposisi campuran 1:4, dengan persentase penggunaan semen (S) 90%, abu sekam padi (ASP) 10%, dan pasir 100%).
4. ASP 15% (Menggunakan komposisi campuran 1:4, dengan persentase penggunaan semen (S) 85%, abu sekam (ASP) 15%, dan pasir 100%).

Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan kebutuhan material yang akan digunakan pada pembuatan benda uji. Benda uji yang akan dibuat sebanyak 120 buah. Dalam penelitian ini *paving block* dibuat secara konvensional. Adapun langkah-langkah dalam pembuatan *paving block* adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan semua material yang penyusun *paving block*, kemudian menimbang material sesuai dengan berat yang sudah direncanakan.
2. Material ditimbang/ditakar sesuai variasi *paving block* yang diinginkan.
3. Material dimasukkan kedalam mixer beton, setelah itu mixer beton dioperasikan agar semua material tercampur secara merata.

4. Setelah semuanya tercampur merata, masukan air kedalam mixer beton. Kemudian tunggu sampai campuran tercampur secara merata.
5. Campuran dikeluarkan dari mixer beton dan diletakkan diatas alas yang telah disiapkan untuk pencetakan.
6. Cetakan *paving block* disiapkan dan diolesi dengan solar, kemudian diletakkan diatas pengalas agar campuran tidak terhambur.
7. Campuran dituang kedalam cetakan dan diusahakan sampai campuran menggenung, kemudian ditekan dengan cara dipukul-pukul hingga campuran padat didalam cetakan.
8. Permukaan *paving block* diratakan lalu ditutup dengan tripleks dan cetakan dibalik, setelah itu angkat cetakan *paving block* dengan menekan alasnya.
9. *Paving block* dipindahkan kedalam ruangan, setelah kering lepaskan *paving block* dari tripleks dan satukan pada tempat perawatan sampai *paving block* berumur 28 hari.
10. Pengujian kuat tekan dilakukan pada setiap model uji *paving block*.

Perawatan dilakukan setelah *paving block* sudah mulai mengeras dengan tujuan untuk menjaga agar *paving block* tidak cepat kehilangan air dan sebagai tindakan menjaga kelembapan/suhu sehingga dapat mencapai syarat dan mutu sesuai dengan SNI 03-0691-1996 [8]. Metode yang dipakai dalam perawatan *paving block* adalah perawatan dengan metode pembasahan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan penyiraman air pada permukaan *paving block* selama 14 hari.
2. Melakukan penyiraman *paving* dengan cara dipercikan air pada permukaan *paving block* dengan jangka waktu 3 hari sekali sampai *paving block* berumur 28 hari.

Tabel 4. Standar mutu *paving block* (SNI 03-0691-1996)

Mutu	Kuat tekan (MPa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata Maks
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Maks	%
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17,0	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Tabel 5. Sifat Fisik *Paving Block* (SK SNI-04-1989-F)

Mutu	Kuat tekan (MPa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata Maks %
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Maks	
I	40	34,0	0,090	0,103	3
II	30	25,5	0,130	0,149	5
III	50	17,0	0,160	0,134	7

Tabel 6. Penggunaan *Paving Block* (SK SNI T-04-1990-F)

No.	Penggunaan	Kombinasi		
		Kelas	Tebal (mm)	Pola
1	Trotoar dan Pertamanan	II	60	SB, AT, TI
2	Tempat parkir dan Garasi	II	60	SB, AT, TI
3	Jalan Lingkungan	I / II	60 / 80	TI
4	Terminal Bus	I	80	TI
5	Container Yard, Taxy way	I	100	TI

SB: Susunan Bata, AT: Anyaman Tikar, TI: Tulang Ikan

4. Mutu *Paving Block*

Paving block harus memenuhi syarat dan mutu berdasarkan standar SNI 03-0691-1996 [8] sebagai berikut:

1. Sifat tampak bata beton (*paving block*) harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapuhkan dengan kekuatan jari tangan.
2. Ukuran *paving block* (bata beton) harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8 \%$. Ukuran *paving block* dibedakan juga berdasarkan ketebalannya yaitu 60 mm (biasa dipakai untuk beban lalu lintas ringan dimanadipakai pada jalan pejalan kaki), 80 mm (dipakai untuk beban lalu lintas sedang dimana dipakai pada jalan yang dilewati pickup, truk, dan bus), 100 mm (dipakai untuk beban lalu lintas berat seperti pada kawasan industri maupun pelabuhan) [15].
3. Sifat fisik bata beton (*paving block*) yang baik memiliki sifat-sifat fisik seperti ditunjukkan pada Tabel 4 [16]. Pada penelitian ini, ketahanan aus dan penyerapan air tidak dilakukan pengujian dikarenakan keterbatasan peralatan di laboratorium

sehingga yang diuji hanya kuat tekan dari *paving block*. Klasifikasi berdasarkan mutu yaitu Mutu A (untuk jalan), Mutu B (pelataran parkir), Mutu C (untuk pejalan kaki), dan Mutu D (untuk taman dan lainnya yang sejenis).

Berdasarkan SK SNI T-04-1990-F dan SK SNI T-04 1989-F, klasifikasi *paving block* berdasarkan bentuk, tebal, kekuatan, dan warna [17]. Klasifikasi berdasdarkan bentuk paving block secara garis besar terbagi atas dua macam yaitu *paving block* segi empat dan *paving block* segi banyak. Pemilihan bentuk dan ketebalan dalam pemakaian harus disesuaikan dengan rencana penggunaannya. Dalam hal ini juga harus diperhatikan kuat tekan *paving block* tersebut. Klasifikasi bata beton (*paving block*) berdasarkan mutu dan ketebalan dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6. Klasifikasi berdasarkan ketebalan terbagi menjadi tiga macam, yaitu:

1. *Paving block* dengan mutu beton I, dengan nilai $f'c$ 34-40 Mpa.
2. *Paving block* dengan mutu beton II, dengan nilai $f'c$ 25,2-30 Mpa.
3. *Paving block* dengan mutu beton III, dengan milai $f'c$ 17-20 Mpa.

5. Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah *paving block* berumur 28 hari. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan paving block normal dengan paving block yang telah diganti persentase semennya dengan variasi abu sekam padi. Pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Menyiapkan *paving block* yang berumur 28 hari.
2. Menimbang berat *paving block* dengan timbangan digital, lalu hasilnya dicatat.
3. Luas permukaan *paving block* diukur dan dicatat hasilnya.
4. *Paving block* dimasukkan ke dalam mesin uji kuat tekan sampai mesin berhenti menekan dan hasilnya dicatat.
5. *Paving block* yang telah diuji dikeluarkan dari mesin uji kuat tekan.

6. Mesin uji kuat tekan dibersihkan dari sisa pecahan material yang diuji sebelumnya.
7. Analisis kuat tekan.
8. Klasifikasi sesuai Tabel 4.

6. Hasil dan Pembahasan

6.1. Sifat Tampak

Klasifikasi sifat tampak dari paving paving block dengan variasi ASP 0%, ASP 5%, ASP 10%, dan ASP 15% dapat dilihat pada Tabel 7, Tabel 8, Tabel 9, dan Tabel 10. Sifat tampak dari paving block dengan variasi ASP 0% dan 5% semuanya memenuhi persyaratan sesuai SNI 03-0691-1996. Sifat tampak *paving block* ASP 10% ada yang tidak memenuhi persyaratan sesuai SNI 03-0691-1996, yaitu pada PB1 ASP 10% dan PB2 ASP 10% terdapat cacat dan retak-retak, sedangkan pada PB3 ASP 10% dan PB9 ASP 10% terdapat cacat dan retak-retak juga sudutnya mudah dirapuhkan oleh tangan. Sifat tampak *paving block* dengan variasi ASP 15% ada yang tidak memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI

03-0691-1996, yaitu pada PB1 ASP 15%, PB2 ASP 15%, PB8 ASP 15% dan PB9 ASP 15% terdapat cacat dan retak-retak juga pada bagian sudutnya mudah dirapuhkan oleh tangan. Kemudian pada PB3 ASP 15% terdapat cacat dan retak-retak. Sifat tampak *paving block* yang baik ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Benda uji *paving block* ASP 0% yang lolos uji sifat tampak

Tabel 7. Sifat Tampak *Paving Block* ASP 0%

No	Type Benda Uji	Nama Benda Uji	Luas Permukaan (cm ²)	Permukaan Rata	Cacat dan Retak-retak	Sudut Mudah Dirapuhkan
1	ASP 0%	PB 1 ASP 0%	197.01	√	√	√
2		PB 2 ASP 0%	197.01	√	√	√
3		PB 3 ASP 0%	197.01	√	√	√
4		PB 4 ASP 0%	197.01	√	√	√
5		PB 5 ASP 0%	197.01	√	√	√
6		PB 6 ASP 0%	197.01	√	√	√
7		PB 7 ASP 0%	197.01	√	√	√
8		PB 8 ASP 0%	197.01	√	√	√
9		PB 9 ASP 0%	197.01	√	√	√
10		PB 10 ASP 0%	197.01	√	√	√

Tabel 8. Sifat Tampak *Paving Block* ASP 5%

No	Type Benda Uji	Nama Benda Uji	Luas Permukaan (cm ²)	Permukaan Rata	Cacat dan Retak-retak	Sudut Mudah Dirapuhkan
1	ASP 5%	PB 1 ASP 5%	197.01	√	√	√
2		PB 2 ASP 5%	197.01	√	√	√
3		PB 3 ASP 5%	197.01	√	√	√
4		PB 4 ASP 5%	197.01	√	√	√
5		PB 5 ASP 5%	197.01	√	√	√
6		PB 6 ASP 5%	197.01	√	√	√
7		PB 7 ASP 5%	197.01	√	√	√
8		PB 8 ASP 5%	197.01	√	√	√
9		PB 9 ASP 5%	197.01	√	√	√
10		PB 10 ASP 5%	197.01	√	√	√

Tabel 9. Sifat Tampak *Paving Block* ASP 10%

No	Type Benda Uji	Nama Benda Uji	Luas Permukaan (cm ²)	Permukaan Rata	Cacat dan Retak-retak	Sudut Mudah Dirapuhkan
1	ASP 10%	PB 1 ASP 10%	197.01	√	×	√
2		PB 2 ASP 10%	197.01	√	×	√
3		PB 3 ASP 10%	197.01	√	×	×
4		PB 4 ASP 10%	197.01	√	√	√
5		PB 5 ASP 10%	197.01	√	√	√
6		PB 6 ASP 10%	197.01	√	√	√
7		PB 7 ASP 10%	197.01	√	√	√
8		PB 8 ASP 10%	197.01	√	√	√
9		PB 9 ASP 10%	197.01	√	×	×
10		PB 10 ASP 10%	197.01	√	√	√

Tabel 10. Sifat Tampak *Paving Block* ASP 15%

No	Type Benda Uji	Nama Benda Uji	Luas Permukaan (cm ²)	Permukaan Rata	Cacat dan Retak-retak	Sudut Mudah Dirapuhkan
1	ASP 15%	PB 1 ASP 15%	197.01	√	×	×
2		PB 2 ASP 15%	197.01	√	×	×
3		PB 3 ASP 15%	197.01	√	×	√
4		PB 4 ASP 15%	197.01	√	√	√
5		PB 5 ASP 15%	197.01	√	√	√
6		PB 6 ASP 15%	197.01	√	√	√
7		PB 7 ASP 15%	197.01	√	√	√
8		PB 8 ASP 15%	197.01	√	×	×
9		PB 9 ASP 15%	197.01	√	×	×
10		PB 10 ASP 15%	197.01	√	√	√

6.2. Ukuran

Mengacu pada persyaratan SNI 03-0691-1996, bata beton (*paving block*) harus memiliki ukuran tebal minimal 60 mm dengan toleransi ±8%. Pada penelitian ini *paving block* yang dibuat sudah memenuhi persyaratan ukuran sesuai SNI 03-0691-1996 yaitu dengan tebal 68 mm untuk pengaplikasian di trotoar, pertamanan, tempat parkir, garasi, dan jalan lingkungan (Tabel 6). Khusus untuk jalan lingkungan harus mencapai kuat tekan minimum sebesar 25,5 Mpa dan kuat tekan rata-rata sebesar 30 Mpa (Tabel 5).

6.3. Hasil uji kuat tekan

Dari hasil pengujian didapatkan perbandingan kuat tekan setiap variasinya. kuat tekan yang dihasilkan dari *paving block* dengan variasi ASP 0% dapat dilihat pada Tabel 11 dimana kuat tekan rata-rata *paving block* dengan variasi ASP 0% adalah 16,37 Mpa. Dari semua sampel variasi ASP 0% yang diuji semuanya telah memenuhi standar deviasi. *Paving block* dengan variasi ASP

0% umur 28 hari masuk kedalam mutu *paving block* kelas C sesuai dengan persyaratan mutu kuat tekan *paving block* SNI 03-0691-1996.

Kuat tekan yang dihasilkan dari *paving block* dengan variasi ASP 5% dapat dilihat pada Tabel 12 dan didapatkan kuat tekan rata-rata variasi ASP 5% adalah 8.99 Mpa. Dari semua sampel variasi ASP 5% yang diuji semuanya telah memenuhi standar deviasi. *Paving block* dengan variasi ASP 5% masuk kedalam mutu *paving block* kelas D sesuai dengan persyaratan mutu kuat tekan *paving block* yang ada pada SNI 03-0691-1996.

Kuat tekan yang dihasilkan dari *paving block* dengan variasi ASP 10% dapat dilihat pada Tabel 13 dan diperoleh kuat tekan rata-rata dari semua sampel *paving block* variasi ASP 10% adalah 8,02 Mpa, tetapi ada 4 sampel yang tidak memenuhi standar deviasi, yaitu sampel PB1 ASP 10%, PB2 ASP 10%, PB3 ASP 10% dan PB9 ASP 10% yang memiliki kuat tekan sangat rendah. Oleh karna itu sampel yang tidak memenuhi standar deviasi tidak bisa dirata-ratakan dengan sampel lainnya. *Paving block*

dengan variasi ASP 10% yang memenuhi standar deviasi memiliki kuat tekan rata-rata 11,43 Mpa. Oleh karna itu paving block dengan variasi ASP 10% umur 28 hari masuk kedalam mutu paving block kelas C sesuai dengan persyaratan mutu kuat tekan yang ada pada SNI 03-0691-1996.

Kuat tekan yang dihasilkan dari *paving block* dengan variasi ASP 10% dapat dilihat pada Tabel 14 dan diperoleh kuat tekan rata-rata *paving block* dengan variasi ASP 15% adalah 4.98 Mpa.

Pada sampel *paving block* dengan variasi ASP 15% terdapat sampel yang memiliki kuat tekan sangat rendah tetepi semua sampel memenuhi standar deviasi. Paving block dengan variasi ASP 15% umur 28 hari tidak masuk kedalam mutu *paving block* yang sesuai dengan persyaratan kuat tekan pada SNI 03-0691-1996. Didalam persyaratan kuat tekan pada SNI 03-0691-1996 mutu paving block minimal memiliki kuat tekan rata-rata 8,5 Mpa.

Tabel 11. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* variasi ASP 0%

Tanggal Pengujian	Type Benda Uji	Nama Benda Uji	Berat (g)	Berat Rata-Rata (g)	Luas Permukaan (Cm ²)	Load (P) KN	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Standar Deviasi (Mpa)
9/28/2022	ASP 0%	PB 1 ASP 0%	2561	2514.1	197.01	331.43	16.82	16.37	1.98
		PB 2 ASP 0%	2576		197.01	365.32	18.54		
		PB 3 ASP 0%	2431		197.01	304.98	15.48		
		PB 4 ASP 0%	2488		197.01	330.5	16.78		
		PB 5 ASP 0%	2517		197.01	308.17	15.64		
		PB 6 ASP 0%	2646		197.01	399.47	20.28		
		PB 7 ASP 0%	2524		197.01	307.77	15.62		
		PB 8 ASP 0%	2433		197.01	254.75	12.93		
		PB 9 ASP 0%	2483		197.01	300.07	15.23		
		PB 10 ASP 0%	2482		197.01	error	error		

Tabel 12. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* variasi ASP 5%

Tanggal Pengujian	Type Benda Uji	Nama Benda Uji	Berat (g)	Berat Rata-Rata (g)	Luas Permukaan (Cm ²)	Load (P) KN	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Standar Deviasi (Mpa)
9/28/2022	ASP 5%	PB 1 ASP 5%	2364	2388.8	197.01	167.84	8.52	8.99	1.28
		PB 2 ASP 5%	2349		197.01	159.77	8.11		
		PB 3 ASP 5%	2418		197.01	180.35	9.15		
		PB 4 ASP 5%	2361		197.01	143.39	7.28		
		PB 5 ASP 5%	2342		197.01	152.28	7.73		
		PB 6 ASP 5%	2363		197.01	172.75	8.77		
		PB 7 ASP 5%	2451		197.01	223.92	11.37		
		PB 8 ASP 5%	2357		197.01	172.4	8.75		
		PB 9 ASP 5%	2367		197.01	177.43	9.01		
		PB 10 ASP 5%	2516		197.01	221.43	11.24		

6.4. Pembahasan

Hasil pengujian *paving block* dengan variasi ASP 0%, ASP5%, ASP 10%, dan ASP 15% diperoleh hasil kuat tekan dan berat yang berbeda-beda. Perbandingan hasil uji kuat tekan rata-rata dan berat rata-rata ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Pada *paving block* dengan variasi ASP 0% mempunyai berat rata-rata 2514,10 gram. *Paving block* dengan variasi

ASP 5% mempunyai berat rata-rata 2388,80 gram. *Paving block* dengan variasi ASP 10% mempunyai berat rata-rata 2375,80 gram dan pada *paving block* dengan variasi ASP 15% mempunyai berat rata-rata 2341,50 gram. *Paving block* setiap variasi terjadi penurunan berat rata-rata dari *paving block* normal atau *paving block* ASP 0%. Pada variasi ASP 5 % mengalami penurunan berat sebesar 5%, pada variasi ASP 10% mengalami penurunan berat rata-rata

sebesar 6% dan pada variasi ASP 15% mengalami penurunan sebesar 7% dari paving block normal. Jadi semakin banyak penambahan abu sekam padi (ASP) pada paving block maka akan mempengaruhi berat paving block itu sendiri. Semakin tinggi kandungan abu sekam

padi, berat material *paving block* semakin berkurang. Begitupun kuat tekan rata-ratanya juga semakin berkurang, kecuali pada ASP 10% yang memiliki kuat tekan rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan variasi ASP 5%.

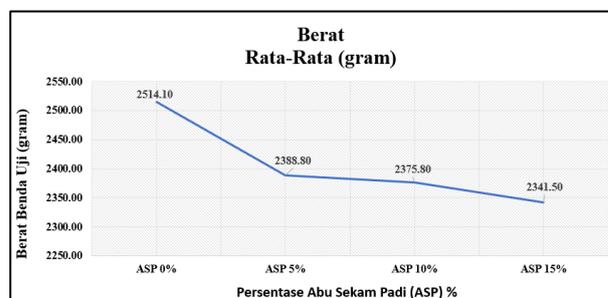
Tabel 13. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* variasi ASP 10%

Tanggal Pengujian	Type Benda Uji	Nama Benda Uji	Berat (g)	Berat Rata-Rata (g)	Luas Permukaan (Cm ²)	Load (P) KN	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Standar Deviasi (Mpa)
9/29/2022	ASP 10%	PB 1 ASP 10%	2389	2375.8	197.01	60.37	3.06	8.02	4.4
		PB 2 ASP 10%	2300		197.01	60.62	3.08		
		PB 3 ASP 10%	2326		197.01	56.42	2.86		
		PB 4 ASP 10%	2431		197.01	185.85	9.43		
		PB 5 ASP 10%	2321		197.01	187.6	9.52		
		PB 6 ASP 10%	2341		197.01	219	11.12		
		PB 7 ASP 10%	2327		197.01	238.14	12.09		
		PB 8 ASP 10%	2493		197.01	280.93	14.26		
		PB 9 ASP 10%	2396		197.01	50.62	2.57		
		PB 10 ASP 10%	2434		197.01	240.13	12.19		

Tabel 14. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* variasi ASP 15%

Tanggal Pengujian	Type Benda Uji	Nama Benda Uji	Berat (g)	Berat Rata-Rata (g)	Luas Permukaan (Cm ²)	Load (P) KN	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Standar Deviasi (Mpa)
9/30/2022	ASP 15%	PB 1 ASP 15%	2329	2341.5	197.01	48.02	2.44	4.95	2.3
		PB 2 ASP 15%	2391		197.01	45.43	2.31		
		PB 3 ASP 15%	2174		197.01	69.14	3.51		
		PB 4 ASP 15%	2259		197.01	133.57	6.78		
		PB 5 ASP 15%	2377		197.01	149.47	7.59		
		PB 6 ASP 15%	2303		197.01	135.2	6.86		
		PB 7 ASP 15%	2425		197.01	147.49	7.49		
		PB 8 ASP 15%	2367		197.01	42.35	2.15		
		PB 9 ASP 15%	2380		197.01	57.9	2.94		
		PB 10 ASP 15%	2410		197.01	145.85	7.40		

Gambar 3 menunjukkan kuat tekan rata-rata (Mpa) *paving block* dengan variasi ASP 0% memiliki kuat tekan rata-rata 16,37 Mpa. Kemudian pada paving block variasi ASP 5% terjadi penurunan kuat tekan rata-rata sebesar 45%. Paving block dengan variasi ASP 5% memiliki kuat tekan rata-rata 8,99 Mpa. Pada paving block dengan variasi ASP 10% terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 27% dengan kuat tekan rata-rata sebesar 11,43 Mpa dan pada paving block dengan variasi ASP 15% terjadi penurunan lagi sebesar 57% dengan kuat tekan rata-rata sebesar 4,95 Mpa.



Gambar 2. Berat rata-rata *paving block*

Mengacu pada tabel mutu kuat tekan *paving block* pada SNI 03-0691-1996 pada Tabel 4, *paving block* dengan kuat tekan yang ditunjukkan pada Gambar 3, mutu *paving block* abu sekam

padi yang telah diuji dapat diklasifikasikan sebagai berikut:



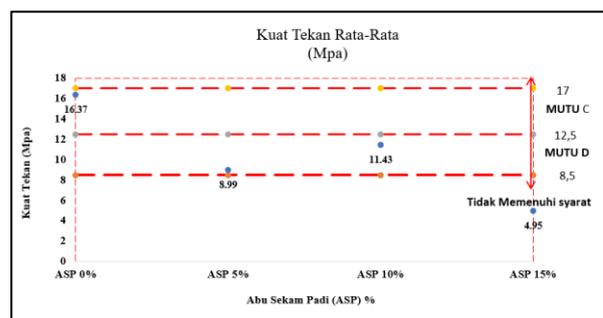
Gambar 3. Perbandingan kuat tekan rata-rata dan berat rata-rata paving block

1. Paving block variasi ASP 0% dapat diklasifikasikan kedalam mutu kelas C dengan kuat tekan sebesar 16,37 Mpa. Mutu kuat tekan paving block kelas C berada diantara 12,5 Mpa- 17 Mpa.
2. Paving block variasi ASP 5% dapat diklasifikasikan kedalam mutu kelas D dengan kuat tekan sebesar 8,99 Mpa. Mutu kuat tekan paving block kelas D berada diantara 8,5 Mpa - 12,5 Mpa.
3. Paving block variasi ASP 10% dapat diklasifikasikan kedalam mutu kelas D dengan kuat tekan sebesar 11,43 Mpa. Mutu kuat tekan paving block kelas D berada diantara 8,5 Mpa -12,5 Mpa.
4. Paving block dengan variasi ASP 15% memiliki kuat tekan sebesar 4,95 Mpa dan tidak memenuhi syarat sesuai SNI 03-0691-1996 dengan kuat tekan minimal 8,5 Mpa.

Hubungan antara kuat tekan rata-rata dan berat rata-rata dari paving block semua variasi pada Gambar 3, kuat tekan rata-rata dan berat rata-rata dijelaskan bahwa koefisien determinasi sebesar 0,8404 (84%). Oleh karna itu terdapat hubungan antara kuat tekan rata-rata dan berat rata-rata. Seiring dengan kenaikan berat rata-rata maka akan mempengaruhi kuat tekan rata-rata yang dihasilkan dari paving block.

Paving block dengan variasi ASP 0% memiliki berat rata-rata 2514,10 gram dan menghasilkan kuat tekan rata-rata 16,37 Mpa dengan komposisi campuran pasir 100%, semen 100% dan ASP 0%. Paving block dengan variasi ASP 5% memiliki berat rata-rata 2388,80 gram dan menghasilkan kuat tekan rata-rata 8,99 Mpa dengan menggunakan komposisi campuran pasir 100%, semen 95% dan abu sekam padi 5%.

Paving block dengan variasi ASP 10% memiliki berat rata-rata 2375,80 gram dan menghasilkan kuat tekan rata-rata 11,43 Mpa dengan menggunakan komposisi campuran pasir 100%, semen 90% dan abu sekam padi 10%. Paving block dengan variasi 15% memiliki berat rata-rata 2341,50 gram dan menghasilkan kuat tekan rata-rata 4,95 Mpa dengan menggunakan komposisi campuran pasir 100%, semen 85% dan abu sekam padi 15%. Berdasarkan penjelasan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa paving block variasi ASP 10% dengan komposisi Semen 90% dan Abu sekam padi 10% memiliki kuat tekan paling optimal dibandingkan dengan paving block dengan variasi yang lainnya.



Gambar 4. Kuat tekan rata-rata paving block dibandingkan dengan standar mutu SNI

Abu sekam padi dapat digunakan dalam pembuatan paving block, akan tetapi dapat mengurangi mutu dari paving block normal pada umumnya. Gambar 4 menjelaskan bahwa paving block dengan penambahan ASP 0% menghasilkan kuat tekan sebesar 16,37 Mpa, paving block dengan penambahan ASP 5% menghasilkan kuat tekan sebesar 8,99 Mpa, paving block dengan penambahan ASP 10% menghasilkan kuat tekan sebesar 11,47 Mpa dan paving block dengan penambahan ASP 15% menghasilkan kuat tekan sebesar 4,95 Mpa. Nilai kuat tekan optimum berada pada penambahan abu sekam padi (ASP) 10% sama dengan penelitian sebelumnya [18].

FAS (faktor air semen) dan proses perawatan dapat mempengaruhi nilai kuat tekan yang dihasilkan oleh paving block. pada penelitian ini menggunakan FAS 40% dimana pada paving block dengan penambahan ASP 5%, campuran yang dibuat terlalu basah sehingga dapat mempersulit dalam proses pencetakan. Pada paving block dengan penambahan ASP 10%, campuran yang dibuat sudah bersifat homogen dan mempermudah dalam proses pencetakan.

Pada *paving block* dengan penambahan ASP 15%, campuran yang dibuat terlihat kering dikarenakan sifat dari abu sekam padi yang cepat meresap air sehingga ada *paving block* yang mempersulit dalam proses pencetakannya. FAS (faktor air semen) yang tepat juga dapat mempengaruhi kuat tekan yang dihasilkan. Oleh karena itu fas 40% tidak bisa dijadikan tolak ukur dalam pembuatan *paving block* dengan penambahan abu sekam padi. Semakin banyak abu sekam yang ditambahkan maka fas (faktor air semen) yang digunakan harus lebih tinggi karena sifat abu sekam padi adalah menyerap air. Metode perawatan juga dapat mempengaruhi kuat tekan yang dihasilkan. Oleh karena itu metode perawatan dengan penyiraman air harus merata pada semua sisi *paving block*.

7. Kesimpulan

1. Pada pengujian kuat tekan *paving block* umur 28 hari dihasilkan kuat tekan variasi ASP 0% sebesar 16,37 Mpa, variasi ASP 5% menghasilkan kuat tekan sebesar 8,99 Mpa, variasi ASP 10% menghasilkan kuat tekan sebesar 11,43 Mpa, dan variasi ASP 15% menghasilkan kuat tekan sebesar 4,95 Mpa.
2. Komposisi material semen dan abu sekam padi yang memiliki nilai kuat tekan paling optimal adalah menggunakan Semen (S) 90% dan Abu sekam padi (ASP) 10%. *Paving block* dengan komposisi perbandingan material ini menghasilkan kuat tekan 11,43 Mpa. Selain itu komposisi material ini lebih ringan dan nilai kuat tekannya lebih tinggi.
3. *Paving block* dengan variasi ASP 0% menghasilkan kuat tekan sebesar 16,37 Mpa, diklasifikasikan kedalam mutu C, dan penggunaannya sebatas untuk pejalan kaki.
4. *Paving block* dengan variasi ASP 5% dan ASP 10% menghasilkan kuat tekan sebesar 8,99 Mpa dan 11,43 Mpa, diklasifikasikan kedalam *paving block* mutu D, dan penggunaannya hanya sebatas untuk taman dan lainnya.
5. *Paving block* dengan variasi ASP 15% menghasilkan kuat tekan sebesar 4,95 Mpa, berdasarkan kuat tekan yang dihasilkan, tidak dapat diklasifikasikan kedalam tabel mutu *paving block* sesuai (SNI-03-0691-1996) berdasarkan dari kuat tekan yang dihasilkan.

Referensi

- [1] T. P. Yuwono, "Membedah Potensi dan Tantangan Dana Desa Tahun 2022," 2022. <https://djjpb.kemenkeu.go.id/portal/id/berita/lainnya/opini/3840-membedah-potensi-dan-tantangan-dana-desa-tahun-2022.html>.
- [2] Kementerian Keuangan RI, "Daftar Alokasi Dana Transfer ke Daerah dan Dana Desa Tahun Anggaran 2021 Provinsi Sulawesi Barat," 2020.
- [3] Kementerian Keuangan RI, "Rincian Dana Transfer Umum Tahun Anggaran 2023 menurut Provinsi/Kabupaten/Kota." [Online]. Available: <https://djpk.kemenkeu.go.id/wp-content/uploads/2022/09/Rincian-DTU-TA-2023.pdf>.
- [4] PERMEN No. 8 Tagun 2022 tentang Prioritas Penggunaan Dana desa Tahun 2023, "Kementerian Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi RI," 2022.
- [5] BSNI, "SNI 2493:2011 Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium," 2011.
- [6] BSNI, "SNI 4810:2013 Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Spesimen Uji Beton di Lapangan (ASTM C31-10, IDT)," 2013.
- [7] Departemen PU, "Pedoman Pelaksanaan Pekerjaan Beton untuk Jalan dan Jembatan," 2005.
- [8] BSNI, "SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*)," 1996.
- [9] B. S. Agung, "Kajian *Paving Block* dengan Fly Ash sebagai Bahan Pengganti Sebagian dari Semen dengan Variasi 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% pada 1PC:5PS dan Faktor Air Semen 0,55," Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2014.
- [10] D. Kurniati and Dkk., "Kekuatan Tekan *Paving Block* dengan Memanfaatkan Limbah Las Asetelin," *J. Larkasa*, vol. 7, no. 2, pp. 49–53, 2021.
- [11] A. R. Yusuf and Hijriah, "Teknologi Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi menjadi *Paving Block*," *J. Dedik.*, vol. 21, no. 2, pp. 139–143, 2019.
- [12] R. Bachtiar, "Pemanfaatan Limbah Abu sekam Padi dalam Pembuatan *Paving Block* Ditinjau dari Kuat Tekan, Kuat Tumbuk, dan Absorpsi," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2022.
- [13] Bakri, "Komponen Kimia Dan Fisik Abu Sekam Padi Sebagai Scm Untuk Pembuatan Komposit Semen," *Perennial*, vol. 5, no. 1, p. 9, 2020.
- [14] Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Barat, "Produksi Padi." <https://sulbar.bps.go.id/indicator/53/433/1/produksi-padi.html>.
- [15] K. D. Pramana, "Studi Perencanaan Perkerasan Lentur dan Perkerasan *Paving Block* pada Ruas Jalan Desa Ngadiwono Kabupaten Pasuruan," Universitas Muhammadiyah Malang, 2019.
- [16] U. T. Suryadi and D. Nurzaenudin, "Sistem Penentuan Kualitas *Paving Block* Berdasarkan Parameter Numerik Menggunakan Metode Naïve Bayes," *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, pp. 1–13, 2016.
- [17] S. Puro, dkk., "Kritik dan Pemecahan Penggunaan Konstruksi Beton Cor pada Jalan dalam Upaya Membangun Konstruksi Jalan yang Berkelanjutan," *J. Media Tek. Sipil*, vol. 12, no. 2, pp. 173–182, 2014.
- [18] A. Bachtiar, "Studi Peningkatan Mutu *Paving Block* dengan Penambahan Abu Sekam Padi," *J. Portal*, vol. 1, no. 2, 2009.