



Jenis Artikel: *original research*

Analisis Kualitas *Paving Block* Berpenguat Abu Sekam Padi

Tila Liana¹, Dwiria Wahyuni¹, Asifa Asri¹, Nurhasanah¹, Hasanuddin¹, Marjuki¹

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura

Corresponding e-mail: dwiriawahyuni@physics.untan.ac.id

KATA KUNCI: *paving block*, sifat fisis, sifat mekanis, abu sekam padi

ABSTRAK. *Paving block* dengan kualitas tinggi dapat dibuat dengan menambahkan bahan penguat. Penelitian ini menggunakan abu sekam padi (ASP) sebagai bahan penguat pengganti sebagian semen. ASP diperoleh dengan membakar sekam padi selama 16 jam yang kemudian diayak dengan ayakan 20-40 mesh. Hasil karakterisasi pada ASP menunjukkan adanya silika amorf sebanyak 71,1% dengan puncak gelombang 2θ pada sudut 22° . Variasi yang dilakukan adalah menambahkan ASP sebanyak 0%, 5%, 7,4%, 10%, dan 12% terhadap jumlah total semen dalam pembuatan *paving block*, sedangkan analisis dilakukan terhadap sifat fisis dan mekanismenya. *Paving block* dengan daya serap air tertinggi adalah pada penambahan ASP 7,4% dengan nilai rata-rata 4,46%. Semakin tinggi jumlah ASP (lebih dari 7,4%), daya serap air menurun. Nilai kuat tekan tertinggi adalah pada variasi 8% yaitu 50,45 MPa. Sementara itu, semakin tinggi kandungan ASP, nilai ketahanan kejut semakin tinggi. Nilai ketahanan kejut terbaik adalah pada variasi penambahan ASP 12% yaitu nilai rata-rata retak $1,99 \times 10^6$ J, dan nilai rata-rata hancur $2,17 \times 10^6$ J. Secara umum, *paving block* dengan penguat ASP mengalami perbaikan kualitas (sifat fisis dan mekanis) jika dibandingkan dengan *paving block* tanpa ASP. Semua variasi memenuhi SNI 03-0691-1996 dengan mutu A-B yaitu dapat digunakan untuk jalan dan lahan parkir.

Diserahkan: 21 Desember 2022
Diterima: 31 Desember 2022
Diterbitkan: 31 Januari 2023
Terbitan daring: 31 Januari 2023

1. Pendahuluan

Paving block merupakan bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidrolis lain (gips hemihidrat, kapur padam, dan pozolan), air, dan agregat. *Paving block* dapat digunakan untuk menutup permukaan jalan atau jalan di area taman. Namun demikian, *paving block* yang diproduksi oleh produsen lokal sering kali tidak diketahui kualitasnya (Novrina dkk., 2021). *Paving block* yang memiliki mutu kualitas yang baik adalah *paving block* yang memiliki nilai kuat tekan dan ketahanan kejut yang tinggi terhadap beban yang berada di atasnya, serta daya serap air yang rendah (Setiawan dkk., 2010). Kualitas *paving block* dipengaruhi oleh bahan dasar ataupun bahan tambahan. Dengan demikian, kualitas *paving block*



dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan penguat, misalnya limbah plastik dan serat bendrat yang menaikkan kelas kualitas *paving block* dari tidak terklasifikasi menjadi kelas D (Hutauruk, 2021).

Pemilihan bahan penguat dalam rangka peningkatan kualitas *paving block* adalah hal yang krusial. Bahan penguat hendaknya memiliki sifat serupa dengan bahan utama yang digantikan. Penambahan serat (ijuk, plastik, kawat) tidak memberikan perubahan signifikan terhadap nilai kuat tekan *paving block* (Adibroto, 2014), dan penambahan limbah kertas tidak memperbaiki kualitas meskipun *paving block* menjadi lebih ringan (Syifa dkk., 2020). Sebaliknya, abu sekam padi (ASP) berpotensi sebagai bahan aditif karena memiliki sifat pozolan seperti semen (Bakhtiar A, 2009). ASP memiliki sifat pozolan karena memiliki kandungan silika dan memiliki tekstur yang halus. Pembakaran sekam padi pada suhu 700°C selama 90 menit dapat menghasilkan kandungan silika 90,17% pada ASP. Sifat pozolan pada ASP tidak memiliki karakteristik dasar seperti semen, tetapi ketika ditambahkan air maka akan terjadi reaksi kimia untuk membentuk kalsium alumina hidrat yang mempunyai sifat seperti semen (Nugraha, dkk., 2021).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, ASP berpotensi sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *paving block* sehingga dapat mengurangi penggunaan semen. Namun, komposisi yang tepat untuk dari ASP belum banyak diketahui. Pada penelitian ini, komposisi ASP yang ditambahkan dalam pembuatan *paving block* adalah 0%, 5%, 7.4%, 10%, dan 12% dari berat semen yang digunakan. Sifat fisis yang diuji yaitu penyerapan air, sedangkan sifat mekanik yang diuji yaitu uji kuat tekan dan uji ketahanan kejut. Selain itu, abu sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini akan diuji fase kristalinnnya menggunakan *X-ray diffraction* (XRD) dan kandungan silikanya dengan *X-ray fluorescence* (XRF).

2. Metodologi

Pembuatan *paving block* dilakukan dengan menimbang massa pasir, semen, pasir, ASP, dan kerikil sesuai Tabel 1. Semua bahan tersebut diaduk dengan penambahan air secukupnya. Dalam penelitian ini, ASP diperoleh dengan membakar sekam padi selama 16 jam yang kemudian diayak dengan ayakan 20-40 mesh. ASP digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen. Bahan yang telah dicampur kemudian dicetak dengan cetakan *paving block* yang berukuran (10×6×20) cm, lalu ditekan dengan mesin hidrolik kap 300 kg·cm². Campuran yang telah dicetak, kemudian dirawat selama 28 hari dengan menyiramkan air setiap pagi dan sore. *Paving block* kemudian diuji sifat mekanisnya seperti kuat tekan, daya serap air, dan ketahanan kejut.

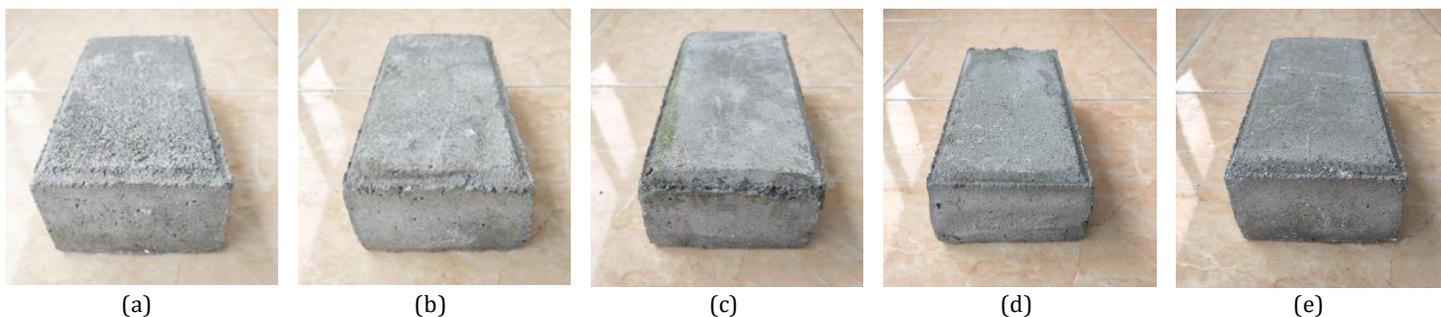
Tabel 1. Variasi bahan pembuatan *paving block*

Keterangan Sampel	Bahan			
	Pasir (kg)	Semen (kg)	Abu Sekam Padi (kg)	Kerikil (kg)
Variasi ASP 0%	9,6	9,6	-	1,3
Variasi ASP 5%	9,6	9,1	0,50	1,3
Variasi ASP 7,4%	9,6	8,81	0,70	1,3
Variasi ASP 10%	9,6	8,65	0,95	1,3
Variasi ASP 12%	9,6	8,5	1,15	1,3

3. Pembahasan

3.1 Fabrikasi *Paving Block*

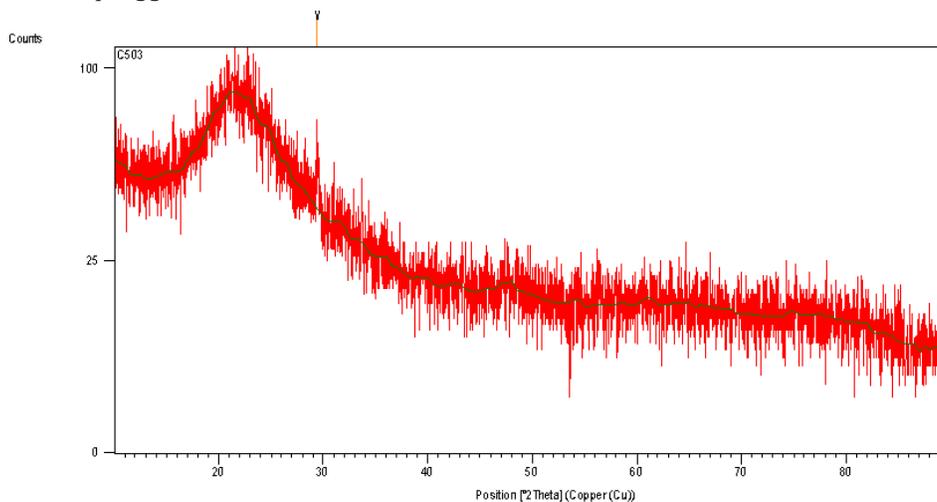
Paving block yang difabrikasi (Gambar 1) secara kualitatif berwarna lebih terang dan terasa kasar untuk variasi tanpa ASP. Setelah ASP ditambahkan, warna *paving block* menjadi lebih gelap dan terasa lebih halus seiring dengan bertambahnya jumlah ASP. Perubahan warna pada *paving block* dikarenakan kandungan selulosa dan lignin di dalam ASP yang menjadi karbon saat proses pembakaran (Krishnarao dkk., 2001).



Gambar 1. Hasil fabrikasi *paving block* berukuran (10 x 6 x 20) cm, (a) variasi ASP 0%; (b) variasi ASP 6%; (c) variasi ASP 8%; (d) variasi ASP 10%; dan (e) variasi ASP 12%.

3.2 Karakterisasi Fisis Abu Sekam Padi

Silika pada ASP muncul melalui proses pembakaran. ASP yang baik berwarna abu hingga putih (Chakraverty dkk., 1988). Pada penelitian ini, abu sekam padi dibakar dengan suhu rata-rata 300°C selama 16 jam. Hasil ASP dari pembakaran adalah abu kehitaman. Hasil uji dengan XRF menunjukkan bahwa kandungan terbesar pada ASP adalah senyawa Silika (Si) sebesar 71,1%. Hasil uji XRD pada abu sekam padi dapat dilihat pada Gambar 2. Puncak gelombang 2θ berada pada 22° yang merupakan karakteristik silika amorf (Sapei dkk., 2008; Umeda and Kondoh, 2008). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pada ASP dapat membentuk silika amorf yang digunakan sebagai bahan pengganti semen.



Gambar 2. Hasil uji XRD abu sekam padi.

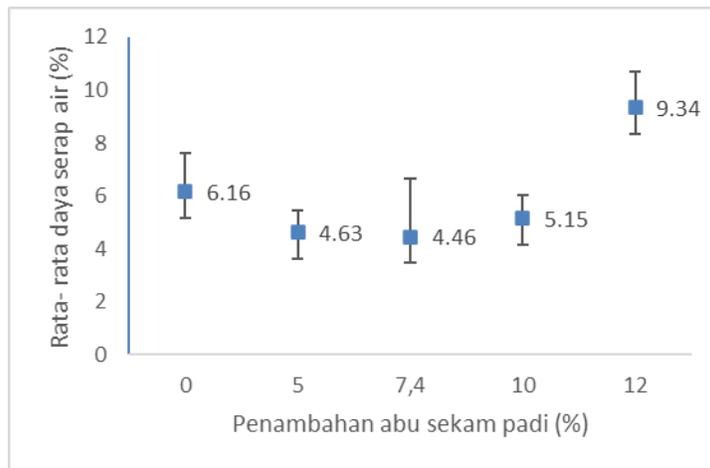
3.3 Daya Serap Air Paving Block

Daya serap air menunjukkan kemampuan bahan dalam menyerap air dengan selang waktu tertentu. Nilai daya serap air dihitung dengan persamaan 1, dengan m_b adalah massa *paving block* dalam kondisi basah setelah perendaman dengan air selama 24 jam, dan m_k adalah massa *paving block* kondisi kering setelah dipanaskan selama 24 jam.

$$\text{Daya serap air} = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \quad (1)$$

Gambar 3 menunjukkan nilai rata-rata daya serap air pada *paving block* yang difabrikasi, yaitu antara 4,46% sampai dengan 9,34%. Nilai rata-rata daya serap air terendah diperoleh pada variasi ASP 7,4%, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada variasi ASP 12%. Hal yang menarik adalah bahwa penambahan ASP di bawah 10% tidak merubah daya serap air secara signifikan. Akan tetapi, terjadi kenaikan nilai rata-rata daya

serap air sebesar 1,8 kali saat ASP ditambahkan lebih dari 10%. Hal ini dimungkinkan terjadi akibat silika yang terkandung pada ASP bersifat menyerap air dan ukuran ASP yang besar, dan dalam jumlah besar, menyebabkan *paving block* memiliki rongga kosong yang banyak. Daya serap air yang tinggi akan menyebabkan *paving block* mudah hancur dan rapuh. Semakin sedikit air yang diserap maka semakin kuat *paving block*.



Gambar 3. Nilai rata-rata daya serap air *paving block*.

Dengan demikian, berdasarkan Gambar 3, penambahan ASP dapat memperbaiki kualitas *paving block*. Berdasarkan SNI 03-0691-1996, *paving block* berada pada kelas mutu C. Penambahan ASP sejumlah kurang dari 10% menaikkan kualitas *paving block* menjadi kelas mutu B, akan tetapi penambahan ASP lebih dari 10% akan membuat *paving block* memiliki kelas mutu D.

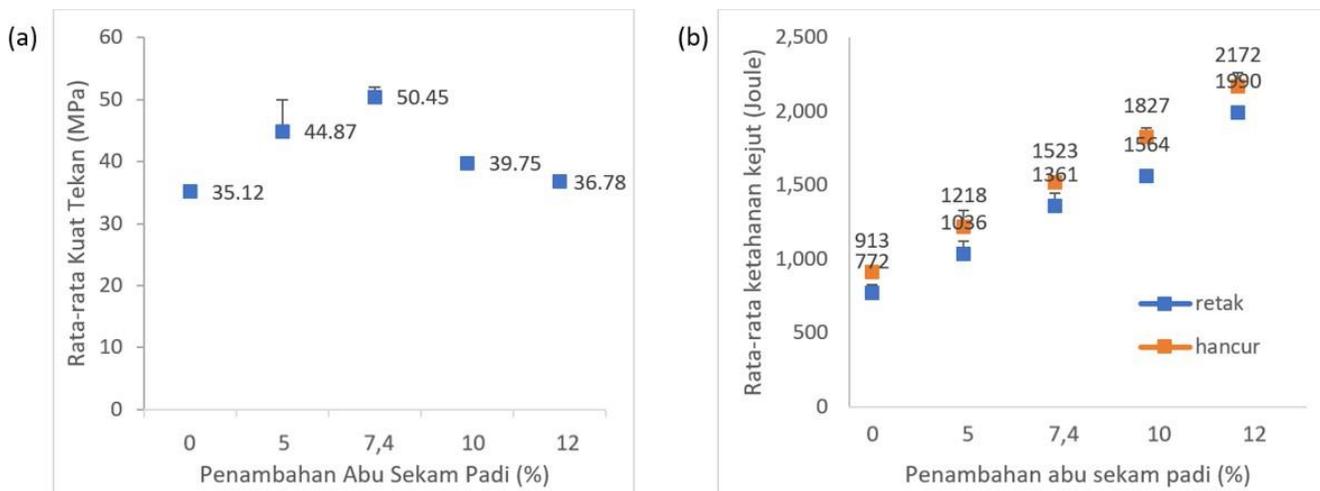
3.4 Kuat Tekan dan Ketahanan Kejut *Paving Block*

Nilai kuat tekan menunjukkan kekuatan benda dalam menerima tekanan hingga terjadi patahan atau retakan. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan perawatan selama 28 hari. Gambar 4(a) mempresentasikan bahwa nilai rata-rata kuat tekan *paving block* adalah dari 35,12% hingga 50,45%. Nilai kuat tekan terendah adalah variasi tanpa menambahkan ASP, kemudian mengalami peningkatan pada variasi penambahan ASP 6% sampai dengan 8%, namun terjadi penurunan kembali pada variasi penambahan ASP 10% sampai dengan 12%. Nilai kuat tekan optimum diperoleh pada variasi penambahan ASP 6% sampai dengan 8%. Hal ini dikarenakan jumlah persentase semen yang besar mampu mengikat ASP sehingga merekat dengan baik. Ukuran ASP yang lebih besar dari semen juga menyebabkan *paving block* lebih padat sehingga mampu menahan beban yang diberikan saat proses pengujian. Sementara itu, penurunan nilai kuat tekan pada variasi tambahan ASP 10% sampai dengan 12% terjadi akibat persentase ASP yang lebih besar membuat *paving block* lebih cepat mengeras sebelum semen mampu mengikat ASP dengan baik. Ukuran ASP yang besar dari semen dan persentase yang besar mengakibatkan *paving block* lebih banyak memiliki rongga sehingga pada proses pengujian mudah terjadi retak hingga hancur karena tidak mampu menahan beban yang diberikan. Berdasarkan hal ini, didapatkan bahwa penambahan ASP pada persentase tertentu dapat digunakan sebagai pengganti sebagian semen dan meningkatkan nilai kuat tekan *paving block*.

Sebagai tambahan, semua variasi yang digunakan yaitu 0%, 5%, 7,4%, 10%, dan 12% telah memenuhi SNI 03-0691-1996 yaitu kuat tekan minimum 8,5-35 MPa dan kuat tekan rata-rata 10-40 MPa. Pada penelitian ini, nilai rata-rata kuat tekan yang diperoleh berada di antara 35,12 dan 50,45 MPa. Dengan demikian, kualitas *paving block* dengan penambahan ASP termasuk pada mutu A yaitu dapat digunakan untuk jalan. Kecenderungan peningkatan sifat mekanis setelah ditambahkan ASP ini juga sejalan dengan kajian Givi, dkk (2010), bahwa penambahan 4% nanosilika *fly ash* 15 nm dan 80 nm pada beton dapat meningkatkan kekuatan

tekan pada beton sebesar 2%. Hasil yang sama dilaporkan Heidari dan Tovakoli (2013), jika penambahan nano-silika pada beton tanah keramik dapat meningkatkan kekuatan sifat mekanisnya.

Uji ketahanan kejut adalah sifat mekanis yang didefinisikan sebagai kemampuan penyerapan energi dari beban dinamis untuk membuat benda retak dan patah. Gambar 4(b) menunjukkan nilai rata-rata uji kejut berkisar antara 772 J hingga 1.990 J untuk nilai retak dan antara 913 J hingga 2172 J untuk nilai hancur. Penambahan abu sekam padi pada variasi 0% menghasilkan energi terendah, sedangkan nilai tertinggi ada pada variasi penambahan abu sekam padi 12%. Semakin besar persentase penambahan abu sekam padi maka semakin besar pula energi yang diserap oleh *paving block*. Hal ini disebabkan karena ukuran dan persentase jumlah ASP jika digabung dengan pasir lebih besar daripada semen sehingga mampu membentuk material yang keras. Material yang keras mampu menahan beban kejut secara bertahap hingga akhirnya mulai retak lalu hancur.



Gambar 4. Sifat mekanis *paving block* terhadap penambahan abu sekam padi; (a) rata-rata kuat tekan dan (b) rata-rata uji ketahanan kejut.

4. Kesimpulan

Penambahan ASP dalam pembuatan *paving block* dapat meningkatkan kualitasnya menurut SNI 03-0691-1996. Berdasarkan sifat daya serap air dan kuat tekan, ASP yang baik untuk ditambahkan adalah kurang dari 10%, dengan nilai optimum adalah pada 7,4% . Akan tetapi, berdasarkan sifat ketahanan kejut, semakin banyak jumlah ASP, kemampuan *paving block* dalam menahan beban kejut akan meningkat.

Keterlibatan Penulis

Keterlibatan setiap penulis adalah TL melakukan eksperimen dan mengambil data, DW memberikan gagasan pokok ide penelitian dan melakukan analisis data, AA menulis manuskrip revisi dan menganalisis data, M menulis manuskrip original, N dan H menganalisis data.

Daftar Pustaka

- Adibroto, F. 2014. Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Serat pada Kuat Tekan Paving Block. *J. Rekayasa Sipil*. 10(1), 1-11.
- Bakhtiar A. 2009. Studi Peningkatan Mutu Pavong Block dengan Penambahan Abu Sekam Padi. *J. Tek. Sipil*. 1(2), 73-80.
- Chakraverty, A., Mishra, P., and Banerjee, H.D. 1988. Investigation of combustion of raw and acid-leached rice husk for production of pure amorphous white silica. *J. Mater. Sci*. 23(1), 21-24.
- Givi, A. N., Rashid, S. A., Aziz, F. N. A., dan Salleh, M. A. M. 2010. Experimental Investigation of The Size Effects of SiO₂

- Nano-Particles On The Mechanical Properties of Binary Blended Concrete. *Composites Part B: Engineering*. 41(8), 673-677.
- Heidari, A., dan Tavakoli, D. 2013. A study of the mechanical properties of ground ceramic powder concrete incorporating nano-SiO₂ particles. *Construction and building materials*. 38, 255-264.
- Hutauruk, D.M. 2021. Pengaruh Serat Bendorat Terhadap Kuat Tekan Paving Block Berbahan Dasar Limbah Plastic Hdpe, *J. Civ. Eng. Build. Transp.* 5(1), 9-16.
- Krishnarao, R. V, Subrahmanyam, J., dan Kumar, T.J. 2001. Studies on the formation of black particles in rice husk silica ash, *J. Eur. Ceram. Soc.* 21(1), 99-104.
- Novrina, K., Sukatiman, S., dan Nurhidayati, A. 2021. Perbandingan Mutu dan Harga *Paving Block* Hasil Produksi Manual Oleh Produsen Lokal. Indonesian. *Journal Of Civil Engineering Education*. 7(2), 1-9.
- Nugraha, A. W. 2021. Potensi Penggunaan Partikel Nanosilika dari Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Tambahan Dalam Pembuatan Beton (Mini Review). *Agroindustrial Technology Journal*. 5(1), 21-33.
- Sapei, L., Nöske, R., Strauch, P., dan Paris, O. 2008. Isolation of mesoporous biogenic silica from the perennial plant *Equisetum hyemale*, *Chem. Mater.* 20(5), 2020-2025.
- Setiawan, P., ST, P., dan Bachtiar, G. 2010. Penggunaan Abu Sekam Padi Dan Kapur Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Komposit Pada Pembuatan Paving Block, *Menara J. Tek. Sipil*. 5(1), 66-82.
- Syifa, D.J., Gumilang, P.D., Lestari, A.D., Gunawan, L.I., dan Safarizki, H.A. 2020. Pablock : Paving Block Dengan Bahan Tambah Limbah Kertas. *J. Ilm. Teknosains*. 5(2), 113-116.
- Umeda, J. dan Kondoh, K. 2008. High-purity amorphous silica originated in rice husks via carboxylic acid leaching process, *J. Mater. Sci* 43(22), 7084-7090.