

DESAIN CAMPURAN *PAVING BLOCK* DENGAN LIMBAH ABU BONGGOL JAGUNG DAN LIMBAH ABU BATU

Mahendra Kurnia Putra Krisdianam

S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

mahendra.18046@mhs.unesa.ac.id

Purwo Mahardi

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

purwomahardi@unesa.ac.id

Abstrak

Seiring pesatnya pertumbuhan infrastruktur menyebabkan penipisan sumber daya alam yang digunakan sebagai bahan baku. Oleh karena itu dibutuhkan inovasi penggunaan bahan alternatif yang dapat menunjang pertumbuhan infrastruktur. Salah satu bentuk pengembangan inovasi tersebut adalah pemanfaatan limbah hasil industri maupun limbah hasil pertanian yang berupa abu batu dan abu bonggol jagung sebagai bahan campuran *paving block*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan abu bonggol jagung sebagai bahan substitusi semen pada campuran pembuatan *paving block* dengan tambahan abu batu sebagai bahan substitusi pasir terhadap uji kuat tekan, uji penyerapan air, dan uji ketahanan aus berdasarkan SNI 03-0691-1991. Penelitian ini menggunakan variasi abu bonggol jagung sebesar 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10% terhadap berat semen dan variasi abu batu sebesar 0%; 15%; 20%; 25%; 30% terhadap berat pasir. Pengujian benda uji *paving block* dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari.

Kata Kunci: Abu Bonggol Jagung, Abu Batu, Kuat Tekan, Penyerapan Air, Ketahanan Aus.

Abstract

Along with the rapid growth of infrastructure causing the depletion of natural resources used as raw materials. Therefore, innovation in the use of alternative materials is needed that can support infrastructure growth. One form of innovation development is the utilization of industrial waste and agricultural waste in the form of stone ash and corn cob ash as a mixture of paving blocks. This study aims to determine the effect of using corn cob ash as a cement substitution material in a mixture of making paving blocks with the addition of stone ash as a sand substitution material on the compressive strength test, water absorption test, and wear resistance test based on SNI 03-0691-1991. This study used a variation of 0% corn cob ash; 2.5%; 5%; 7.5%; 10% to the weight of cement and stone ash variation of 0%; 15%; 20%; 25%; 30% of the weight of the sand. Testing of paving block specimens was carried out at the age of 7, 14, and 28 days.

Keywords: Corn cob Ash, Rock Ash, Compressive Strength, Water Absorption, Wear Resistance.

PENDAHULUAN

Saat ini *paving block* banyak digunakan sebagai konstruksi perkerasan jalan, khususnya untuk jalan perumahan, jalan kawasan industri, trotoar, tempat parkir, dan lain-lain. *Paving block* banyak diminati karena memiliki harga yang ekonomis dan dapat menahan beban dalam batasan tertentu. Meningkatnya produksi pembuatan *paving block* tidak menutup kemungkinan material yang digunakan akan menjadi terbatas. Seiring berkembangnya zaman dikhawatirkan akan berkurangnya bahan baku pembuatan *paving block*, khususnya semen (Soehardjono dkk, 2013).

Semen adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dan komoditas kedua yang paling banyak dikonsumsi di dunia setelah air. Guna memenuhi tuntutan global mengenai konservasi sumber daya tak terbarukan telah mengharuskan untuk menemukan bahan alternatif (Olofinnade dkk, 2021).

Produksi semen adalah salah satu sumber utama emisi karbondioksida ke atmosfer. CO₂ yang merupakan gas rumah kaca menyumbang sekitar 65% dari pemanasan global (Vijayakumar dkk, 2013). Tingginya kebutuhan energi serta emisi karbondioksida yang menyebabkan pemanasan global merupakan masalah utama yang terkait dengan produksi semen (Manasseh, 2010). Badur dan Chaudhary (2008) menyatakan bahwa sekitar 7% karbondioksida dilepaskan ke atmosfer, dan ini memiliki efek negatif pada ekologi dan masa depan manusia sebagai akibat dari pemanasan global.

Efisiensi energi dan biaya dapat dicapai dengan mengurangi jumlah klinker, dan sebagai gantinya menggunakan bahan tambahan semen yang membutuhkan lebih sedikit proses pemanasan dan mengeluarkan lebih sedikit karbondioksida (Kamau dkk, 2016). Oleh karena itu, perlu dicari bahan alternatif sebagai pengganti semen total atau sebagian. Salah satunya adalah mengganti

material konstruksi semen yang mahal dengan material lain seperti limbah.

Bonggol jagung merupakan limbah pertanian yang dianggap sebagai salah satu bahan pengikat (Assefa dan Dessalegn, 2019). Raheem dkk (2010) mengungkapkan bahwa limbah bonggol jagung memiliki kandungan unsur silika yang cukup tinggi yakni 66,38% yang mana kandungan senyawa silika (SiO_2) yang terdapat pada bonggol jagung memungkinkan digunakannya sebagai material tambahan pada beton.

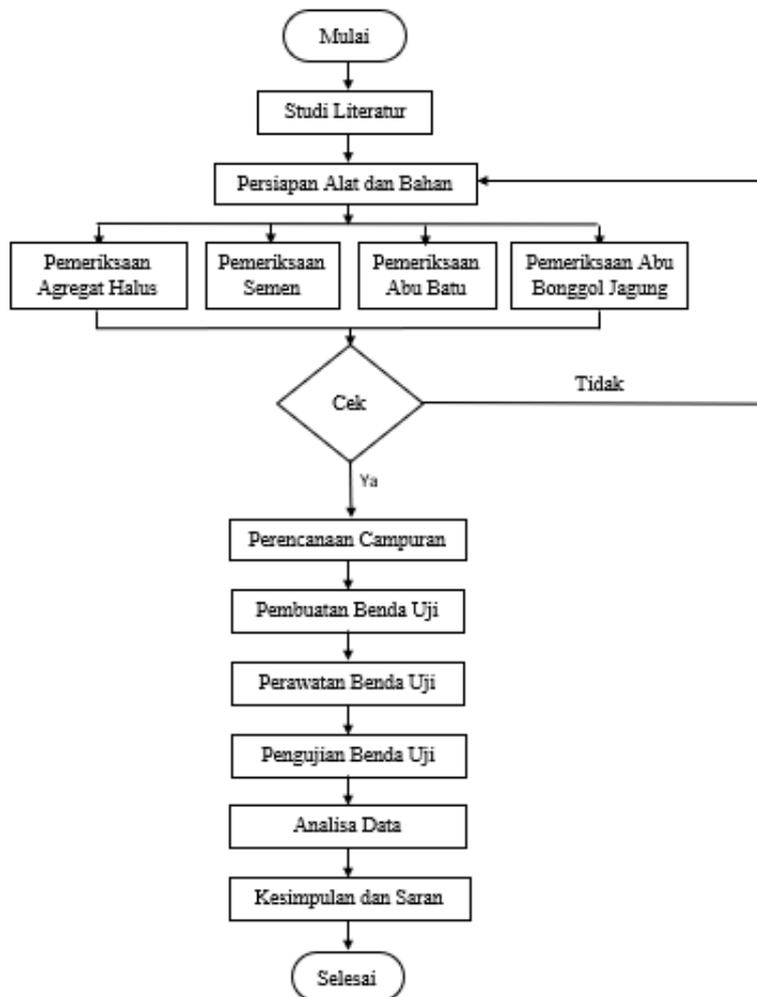
Penelitian pengaruh penggunaan abu bonggol jagung sebagai substitusi semen dalam pembuatan *paving block* pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Aditia (2019) melakukan penelitian dengan variasi penambahan abu bonggol jagung terhadap semen sebesar 0%, 2,5%, 5% 7,5% dan 10% dari berat semen. Dari hasil penelitian didapatkan nilai kuat tekan maksimum terjadi pada proporsi penambahan 5,57% abu bonggol jagung yaitu sebesar 17,42 MPa dan nilai daya serap air optimum terjadi pada proporsi penambahan 5,4% abu bonggol jagung sebesar 11,95%.

Selain itu, Nugroho (2020) melakukan penelitian mengenai penggunaan abu batu dalam pembuatan *paving block*. Dari hasil penelitian tersebut mendapatkan hasil bahwa penggunaan abu batu dengan proporsi 30% terhadap pasir dapat meningkatkan kuat tekan *paving block* jika dibandingkan dengan *paving block* tanpa campuran abu batu.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan mutu *paving block* yang dihasilkan dari penggunaan abu bonggol jagung sebagai substitusi semen dengan menambahkan abu batu sebagai substitusi pasir pada campuran pembuatan *paving block* terhadap kuat tekan, daya serap air, dan ketahanan aus sesuai dengan SNI 03-0691-1996.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu penelitian yang dilakukan pada variabel-variabel eksperimen dengan menggunakan variabel kontrol untuk mengetahui keefektifan pengujian.



Gambar 1 Flowchart Penelitian

A. Konsep Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan, penyerapan air, dan ketahanan aus terhadap *paving block* dengan dimensi 21 cm x 10,5 cm x 6 cm. Penelitian ini menggunakan abu bonggol jagung sebagai bahan substitusi semen dengan masing-masing perbandingan 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10% dan abu batu sebagai bahan substitusi pasir dengan masing-masing perbandingan 0%; 15%; 20%; 25%; 30%.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di dua tempat yaitu di PT. Pesona Arnos Beton untuk melakukan pembuatan benda uji dan di Laboratorium Bahan dan Beton Universitas Negeri Surabaya untuk melakukan pengujian benda uji.

C. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan beberapa data yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder didapat dengan melakukan studi literatur dengan mempelajari penelitian-penelitian yang berhubungan dalam pembuatan *paving block* dan inovasi-inovasi mengenai bahan tambahan yang dapat digunakan untuk pembuatan *paving block*. Data primer didapat melalui hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium. Adapun beberapa tahapan pengujian antara lain sebagai berikut:

1. Persiapan Alat dan Bahan
 - a. Timbangan
 - b. Mesin *press paving block*
 - c. Semen Portland
 - d. Pasir Lumajang
 - e. Abu batu
 - f. Abu bonggol jagung
 - g. Air
2. Pengujian Karakteristik Bahan

Jenis uji karakteristik bahan yang dilakukan antara lain:

 - a. Pengujian berat jenis semen
 - b. Pengujian berat jenis dan penyerapan air pasir
 - c. Pengujian analisa ayakan pasir
 - d. Pengujian berat per volume pasir
 - e. Pengujian kotoran organis pasir
 - f. Pengujian kadar lumpur pasir
 - g. Pengujian XRF abu bonggol jagung
3. Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Komposisi pada pembuatan *paving block* ini menggunakan perbandingan semen dan agregat halus sebesar 1:3.

Tabel 1 *Mix Design* Perbandingan Campuran

Proporsi Campuran	Perbandingan				FAS
	Semen	Abu bonggol jagung	Pasir	Abu batu	
Kontrol	1	0	3	0	0,2
Sampel I	0,975	0,025 (2,5%)	2,550	0,450 (15%)	0,2
Sampel II	0,950	0,050 (5%)	2,400	0,600 (20%)	0,2
Sampel III	0,925	0,075 (7,5%)	2,250	0,750 (25%)	0,2
Sampel IV	0,900	0,100 (10%)	2,100	0,900 (30%)	0,2

4. Pengujian Benda Uji

Adapun pengujian benda uji yang dilakukan antara lain:

- a. Uji kuat tekan *paving block*
- b. Uji penyerapan air *paving block*
- c. Uji ketahanan aus *paving block*

D. Teknik Analisa Data

Data hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel dan grafik dengan disertai informasi yang menjelaskan mengenai tabel dan grafik tersebut. Penggunaan tabel dan grafik bermaksud untuk menyajikan data agar mudah dipahami pembaca. Dalam penelitian ini, teknik analisa data yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut.

1. Keadaan fisik benda uji berupa dimensi *paving block* yaitu panjang, lebar, dan tebal.
2. Pengujian kuat tekan *paving block* berdasarkan SNI 03-0691-1996.

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{L} \quad (1)$$

Keterangan :

- P = beban tekan (N)
L = luas bidang tekan (mm²)

3. Pengujian penyerapan air *paving block* berdasarkan SNI 03-0691-1996.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- A = berat *paving block* basah
B = berat *paving block* kering

4. Pengujian ketahanan aus *paving block* berdasarkan SNI 03-0691-1996.

$$\text{Ketahanan aus} = \frac{A \times 10}{B \cdot J \times I \times w} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

- A = selisih berat benda uji (gram)
B.J = berat jenis rata-rata (gram/cm³)
I = luas permukaan bidang aus (cm²)
w = lamanya waktu pengausan (menit)

E. Syarat Mutu *Paving Block*

Berdasarkan SNI 03-0691-1996, *paving block* harus memenuhi sifat-sifat fisika seperti pada sebagai berikut.

Tabel 2 Syarat Mutu *Paving Block*

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

Keterangan

- Paving block* mutu A digunakan untuk jalan.
- Paving block* mutu B digunakan untuk pelataran parkir.
- Paving block* mutu C digunakan untuk pejalan kaki.
- Paving block* mutu digunakan untuk taman dan penggunaan lainnya.

F. Standar Acuan Karakteristik Bahan

Pengujian karakteristik bahan memiliki standar acuan dalam penelitian. Berikut adalah standar acuan yang digunakan berdasarkan beberapa referensi.

Tabel 3 Standar Acuan Pengujian Karakteristik Bahan

No.	Pengujian	Standar Acuan
1	Berat Jenis Semen	SK SNI 15-2531-1991 (3000 kg/m ³ -3200 kg/m ³)
2	Berat Jenis Pasir SSD	PUBI 1982 Pasal 11 Pasir beton (2,4 gr/cc-2,9 gr/cc)
3	Berat Jenis Pasir Kering	PUBI 1982 Pasal 11 Pasir beton (2,4 gr/cc-2,9 gr/cc)
4	Penyerapan Air Pasir	ASTM C128-93 (Max 5%)
5	Analisa Ayakan	SII.0052 (Modulus Halus butir 1,5-3,8)
6	Kadar Lumpur Pasir	PBI 1971 N.I-2 Pasal 3.3 ayat 3 (max 5%)
7	Kotoran Organik	Larutan Standar dengan campuran NaOH 3%

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan variasi proporsi abu

bonggol jagung sebesar 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10% terhadap berat semen dan abu batu sebesar 0%; 15%; 20%; 25%; 30% terhadap berat pasir mengakibatkan penurunan mutu kuat tekan dan penyerapan air. Namun untuk ketahanan aus mengalami kenaikan pada hasil pengujian lebih baik.

Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan terdapat beberapa saran, yaitu sebaiknya mencoba memvariasikan abu bonggol jagung sebagai bahan tambahan semen dengan *waste material* lainnya seperti *copper slag* sebagai bahan tambahan agregat halus yang dapat meningkatkan mutu dan menghemat biaya pembuatan *paving block*. Selain itu dapat disarankan untuk memvariasikan abu batu sebagai bahan tambahan agregat halus dengan material lain yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Adesanya, D. A., & Raheem, A. A. (2009). *Development Of Corn Cob Ash Blended Cement*. *Construction and Building Materials*, 23(1), 347-352.
- Aditia, I. R. (2019). *Pengaruh Penggunaan Abu Tongkol Jagung Sebagai Bahan Tambah Semen Terhadap Karakteristik Paving Block*. Mataram: Universitas Mataram.
- Assefa, S., & Dessalegn, M. (2019). *Production Of Lightweight Concrete Using Corncob Ash As Replacement Of Cement In Concrete*. *American Journal of Civil Engineering*, 7(1), 17-20.
- Badan Standarisasi Nasional. (1987). *Ubin Semen Polos*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (1996). *Standar Nasional Indonesia (SNI 03-0691-1996) Bata Beton (Paving Block)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *Standar Nasional Indonesia (SNI 15-2049-2004) Semen Portland*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badur, S., & Chaudhary, R. (2008). *Utilization of Hazardous Wastes And By-Products As A Green Concrete Material Through S/S Process: A Review*. *Rev. Adv. Mater. Sci*, 17(1-2), 42-61.
- Halim, A., Cakrawala, M., & Fuhaid, N. (2017). *Penambahan CaCO₃, CaO Dan CaOH₂ Pada Lumpur Lapindo Agar Berfungsi Sebagai Bahan Pengikat*. Malang: Politeknik Negeri Malang.
- Hanifa, H., & Yuhanah, T. (2019). *Pengaruh Penggunaan Limbah Abu Tongkol Jagung Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan dan Penyerapan Air Pada Paving Block*. Jakarta: Sekolah Tinggi Teknik PLN.

- Kamau, J., Ahmed, A., Hirst, P., & Kangwa, J. (2016). *Suitability of Corncob Ash As A Supplementary Cementitious Material*. *International Journal of Materials Science and Engineering*, 4(4), 215-228.
- Khaerul, A. (2020). *Pengaruh Pemanfaatan Abu Tongkol Jagung Sebagai Bahan Tambah Semen Terhadap Sifat Mekanik Beton Ringan*. Mataram: Universitas Mataram.
- Manasseh, J. (2010). *A Review of Partial Replacement of Cement with Some Agro Wastes*. *Nigerian Journal of technology*, 29(2), 12-20.
- Mardhany, Y., (2020). *Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengisi Semen Pada Campuran Paving Block Dengan Metode Kepadatan Volume*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- May, S., Afrizal, N., & Eko, P. (2022). *Pengaruh Abu Batu Sebagai Substitusi Agregat Halus Untuk Pembuatan Paving Block*. Padang: Universitas Bung Hatta.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Nugroho, I. D. (2020). *Pemanfaatan Abu Batu Dalam Pembuatan Paving Block Dengan Metode Tekanan*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Olofinnade, O., Morawo, A., Okedairo, O., & Kim, B. (2021). *Solid Waste Management in Developing Countries: Reusing of Steel Slag Aggregate in Eco-Friendly Interlocking Concrete Paving Blocks Production. Case Studies in Construction Materials*, 14, e00532.
- Raheem, A. A., Oyebisi, S. O., Akintayo, S. O., & Oyeniran, M. I. (2010). *Effects of Admixtures on The Properties of Corn Cob Ash Cement Concrete*. *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*, 16, 13-20.
- Rokhman, M. A., (2020). *Pengaruh Penggunaan Copper Slag Sebagai Bahan Pengisi Pasir Pada Campuran Paving Block Dengan Metode Kepadatan Volume*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Soehardjono, A., Prastumi, Hidayat, T., & Prawito, G. S. (2013). *Pengaruh Penggunaan Bottom Ash sebagai Pengganti Semen Terhadap Nilai Kuat Tekan dan Kemampuan Resapan Air Struktur Paving*. *Jurnal Rekayasa Sipil*. 7(1):74-80. ISSN 1978-5658.
- Tjokrodimuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM.
- Ulum, B., (2020). *Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi Sebagian Semen Pada Campuran Paving Block Dengan Tambah Bottom Ash 10% Sebagai Bahan Substitusi Pasir*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Vijayakumar, G., Vishaliny, H., & Govindarajulu, D. (2013). *Studies on Glass Powder As Partial Replacement Of Cement In Concrete Production*. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 3(2), 153-157.