

PEMANFAATAN LIMBAH ABU PEMBAKARAN SAMPAH NON ORGANIK SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI PASIR PADA PEMBUATAN PAVING BLOCK

Desi Putri*, Rr. Mekar Ageng Kinasti

Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik PLN, Jakarta Barat, Jalan Lingkar Luar Barat Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat, 11750

*Corresponding Author : desi.putri@sttpln.ac.id

Abstrak

Paving block merupakan material penutup atau pengerasan permukaan tanah yang sangat luas penggunaannya terutama untuk trotoar jalan, pengerasan jalan kawasan pemukiman, memperindah taman, pengerasan area parkir dan lain sebagainya. *Paving block* dalam tinjauan ini adalah *paving block* yang dihasilkan dari pencampuran air, semen, pasir, limbah abu pembakaran sampah non organik sebagai pengganti sebagian pasir. Selama ini abu pembakaran sampah non organik belum banyak dimanfaatkan, bahkan dibuang begitu saja tanpa adanya pengolahan yang lebih bermanfaat sehingga menumpuk dan terkesan hanya mengotori lingkungan sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tekan *paving block* bila pasirnya digantikan dengan limbah abu pembakaran sampah non organik menggunakan prosentase tertentu. Metode Penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan dua tahap pengujian. Pada tahap awal penelitian dilakukan pengujian pendahuluan meliputi pengujian sifat fisik bahan. Tahap kedua dilakukan pembuatan benda uji menggunakan limbah abu pembakaran sampah non organik sebagai substitusi pasir dengan prosentase abu 0%, 10%, 20% dan 30% dari berat pasir kemudian dilakukan uji tekan pada umur 7, 14 dan 28 hari. Dari hasil pengujian, didapat hasil kuat tekan *paving block* menggunakan limbah abu pembakaran sampah masing-masing adalah 16 MPa, 17 MPa, 15 MPa dan 11 MPa. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kenaikan kuat tekan terbesar pada paving blok menggunakan campuran abu pembakaran sampah anorganik berada pada prosentase abu 10% dan terjadi penurunan kuat tekan pada *paving block* dengan prosentase abu 30%. Hal tersebut menunjukkan, bahwa kita dapat menggunakan abu sisa pembakaran sampah anorganik sebagai salah satu alternatif material konstruksi ramah lingkungan.

Kata kunci: *Paving block, limbah abu, kuat tekan, ramah lingkungan*

Abstract

Paving blocks are cover materials or pavement methods, which are widely used, especially for road sidewalks, residential pavement areas, beautify of parks, parking sidewalks and so on. Paving block in this review are paving block that are produced by mixing of water, cement, sand, and inorganic waste incinerator ash as sand substitution. Inorganic waste incinerator ash has not been widely used so far, even thrown away without more beneficial processing, just piles up and seems to only pollute the surrounding environment. This study aims to determine the compressive strength of paving blocks if sand material was replaced by non-organic waste combustion ash by a certain percentage. The study was conducted experimentally in a laboratory with two stages of testing. In the early step of research, preliminary test is carried out with

physical properties testing of material. For the second step, making specimens using inorganic waste incinerator ash as sand substitute, with a percentage of ash 0%, 10%, 20%, and 30% from weight of sand totally, then compressive test was carried out at 7, 14, and 28 days. Based on the test results of compressive strength on paving blocks using a mixture of inorganic waste incinerator ash in each presentace are 16 MPa, 17 MPa, 15 MPa and 11 MPa. Base on the research, can be conclude that the most compressive strength increase on paving block using inorganic waste incinerator ash as a sand substitute at the percentage of 30% and the most compressive strength decrease at the percentage of 30%. It shows that we can use the inorganic ash waste as one of the environmentally friendly construction materials.

Keywords : *Paving blocks, waste ash, compressive strength, environmentally friendly*

PENDAHULUAN

Sampah merupakan masalah yang penting untuk diselesaikan karena menyangkut kesehatan, keselamatan dan kehidupan manusia. Sampah terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk yang menjadi perhatian serius seluruh manusia. Dampak pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh sampah ini semakin terasa ketika proses pengelolaan sampah tidak sebanding dengan jumlah sampah yang dihasilkan.

Salah satu upaya pengelolaan sampah yang dilakukan adalah dengan pembakaran menggunakan alat *insinerator*. Abu sisa pembakaran sampah ini belum dimanfaatkan sehingga abu tersebut menumpuk. Limbah abu sisa pembakaran yang menumpuk mendorong munculnya ide baru untuk pemanfaatannya.

Paving block merupakan material sebagai penutup atau pengerasan permukaan tanah. Sebagai bahan penutup atau pengerasan permukaan tanah, *paving block* sangat luas penggunaannya, mulai perkerasan jalan seperti trotoar, areal parkir, jalanan pemukiman atau kompleks perumahan, taman, dan lain-lain. Kemudahan dalam hal pemasangan dan perawatan serta memiliki variasi bentuk dan warna yang beragam sehingga *paving block* banyak disukai oleh konsumen.

Pasir merupakan salah satu bahan utama pada pembuatan *paving block*. Meningkatnya kebutuhan pasir akan mengakibatkan harga pasir semakin meningkat terutama untuk daerah perkotaan, dikarenakan biaya akses transportasi yang lebih tinggi. Pasir berasal

dari alam, untuk mengurangi eksploitasi material alam yang berlebihan perlu adanya penelitian tentang material pengganti pada pembuatan *paving block*. Salah satu bahan pengganti pasir dalam pembuatan *paving block* adalah dengan menggunakan limbah abu pembakaran sampah non organik.

Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi penggunaan limbah abu pembakaran sampah non organik sebagai pengganti sebagian pasir terhadap kekuatan *paving block* dan untuk mendapatkan persentase optimum penambahan limbah abu pembakaran sampah non organik pada campuran *paving block*.

Penelitian ini merupakan upaya untuk memaksimalkan penggunaan limbah abu sisa pembakaran sampah non organik yang belum termanfaatkan sehingga abu tersebut menumpuk. Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui limbah abu pembakaran sampah non organik dapat digunakan sebagai pengganti sebagian pasir pada batako karena ukuran limbah abu pembakaran sampah masuk kedalam ukuran pasir. Selain itu limbah abu sisa pembakaran sampah mudah dalam pelaksanaannya dan dapat dikerjakan dengan memakai alat yang sederhana, sehingga mempunyai keunggulan dari segi ekonomis. Dengan terlaksananya penelitian ini dapat menghasilkan *paving block* memiliki kuat tekan yang memenuhi syarat Mutu minimal D menurut SNI 03-0691-1996 yaitu *paving block* untuk taman dan menjadi alternatif bahan konstruksi yang ramah lingkungan.

Limbah Abu Pembakaran Sampah

Sampah dapat dikelompokkan sebagai sampah organik dan non organik. Sampah organik contohnya dedaunan, sisa-sisa makanan, dan sejenisnya, sedangkan sampah non organik contohnya botol plastik, wadah plastik dan sejenisnya. Sampah jenis ini diolah dengan cara *insenerasi* atau pembakaran pada suhu tinggi. Umumnya digunakan suhu 800°C atau 1000°C bahkan lebih. Pembakaran pada suhu tinggi ini dilakukan untuk mencegah terbentuknya dioksin, yaitu suatu senyawa beracun yang bersifat lipofil dan dapat terakumulasi dalam tubuh, sebagai hasil samping pembakaran plastik pada suhu rendah. Proses pembakaran sampah dapat dilihat pada Gambar 1.



(a). (b).

Gambar 1. Proses pembakaran sampah (a) *Insinerator* pembakar sampah, (b) Limbah abu sisa pembakaran

Penelitian tentang penggunaan limbah abu pembakaran sampah telah dilakukan sebelumnya yaitu pemanfaatan limbah abu pembakaran sampah non organik sebagai substitusi pasir pada batako. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa abu pembakaran sampah dapat digunakan sebagai pengganti sebagian pasir dan masih memenuhi syarat mutu menurut SNI 03-0349-1989. Penggunaan abu sisa pembakaran sampah dapat mengurangi berat volume batako (Putri D, dkk, 2018)¹.

Penelitian yang dilakukan oleh Anis Artiyani (2017)² tentang Pemanfaatan Abu Pembakaran Sampah sebagai Bahan Alternatif Pembuatan *Paving Block* dengan pengujian menggunakan bahan campur variasi 0%, 20%, 40% dan 80%. Dengan jumlah campuran abu pembakaran sampahnya sebesar 20% menghasilkan nilai penyerapan kadar air adalah 5,07%.

Penelitian yang dilakukan oleh Widari LA, dkk (2015)³ tentang Pengaruh Penggunaan Abu Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air Pada *Paving Block* dengan variasi abu serbuk kayu 0%, 10%, 15%, 20% dan 25%. *Paving block* dengan penambahan abu serbuk kayu mengalami penurunan kuat tekan dari *Paving block* normal yaitu 17,760 MPa. *Paving block* tersebut termasuk kategori mutu C, bisa digunakan untuk pejalan kaki.

METODE

Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium Beton Sekolah Tinggi Teknologi PLN. Secara garis tahap penelitian yang akan dilakukan diantaranya :

1. Tahap Persiapan
Tahap persiapan berupa pengadaan bahan-bahan yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian. Bahan-bahan tersebut berupa agregat halus (pasir), abu sisa pembakaran, semen dan air. Disamping juga mempersiapkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian.
2. Pengujian Pendahuluan
Pengujian pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan sifat-sifat bahan. Pengujian semen meliputi berat jenis. Pengujian agregat halus meliputi analisa gradasi agregat, berat jenis, berat satuan, dan kadar lumpur. Pengujian abu sisa pembakaran sampah meliputi gradasi, berat jenis dan berat satuan. Selanjutnya dilakukan pembuatan campuran adukan beton (*mix design*) sesuai dengan variasi komposisi limbah abu sisa pembakaran terhadap agregat halus pada campuran bata beton pejal.
3. Pembuatan Benda Uji
Pembuatan benda uji dilakukan dengan perbandingan 1 semen : 5 pasir, variasi komposisi limbah abu sisa pembakaran terhadap pasir : 0%, 10%, 20% dan 30%. Benda uji disiapkan masing-masing 3 buah untuk masing-masing variasi untuk pengujian kuat tekan.
4. Pengujian Benda Uji Kuat Tekan
Untuk pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

5. Analisis hasil dan pembahasan
Setelah didapatkan data hasil pengujian kemudian dilakukan analisa dan pembahasan serta membandingkan sifat kuat tekan dari setiap data tersebut.
6. Kesimpulan
Kesimpulan dibuat berdasarkan hasil analisis data penelitian.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Semen yang dipakai merupakan semen Portland Tipe I merek Tiga Roda
2. Agregat halus (pasir) diambil dari kepulauan Bangka
3. Limbah abu sisa pembakaran sampah non organik diambil dari Universitas Telkom.
4. Air yang digunakan adalah air tanah di Laboratorium Teknologi Beton Sekolah Tinggi Teknik PLN.

Peralatan Penelitian

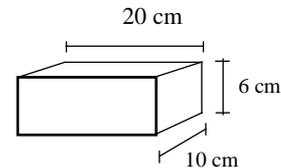
Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Timbangan untuk menimbang berat benda uji. Timbangan yang digunakan dengan merek Ohaus GT-2100 dengan ketelitian 0,001 gram.
2. Oven untuk mengeringkan kadar air pasir. Alat yang digunakan dengan merek Memmert GmbH, D-8540 Schwabach/Western Germany.
3. Satu set alat ayakan yang digunakan untuk mengetahui gradasi pasir dan abu sisa pembakaran sampah.
4. Alat uji Vicat untuk pengujian berat jenis semen.
5. Bejana baja (berat bejana= 4740 gr, h=23 cm, r = 12 cm, t – 0,5 cm) untuk pengujian berat satuan agregat halus.
6. Kerucut terpancung konus, dengan diameter bagian atas 40 mm, diameter bagian bawah 90 mm, dan tinggi 75 mm
7. Picnometer kapasitas 500 ml.
8. Mesin uji tekan merk wykehan farrance kapasitas 2000 kN.

Benda Uji

Untuk mengetahui kuat tekan *paving block* dilakukan pemodelan eksperimental benda uji dengan variasi komposisi limbah abu

sisa pembakaran sampah non organik terhadap pasir 0%, 10%, 20% dan 30%. Ukuran spesimen untuk keperluan pengujian dengan bentuk spesimen seperti terlihat pada Gambar 2. Jumlah benda uji dan variasinya dijabarkan dalam Tabel 1.



Gambar 2. Bentuk spesimen benda uji

Tabel 1. Jumlah Benda Uji Untuk Semua Variasi

No	Kadar Limbah Abu Pembakaran Sampah	Jumlah Benda Uji Kuat Tekan
1	0 %	3 Buah (7 Hari)
		3 Buah (14 Hari)
		3 Buah (28 Hari)
2	10 %	3 Buah (7 Hari)
		3 Buah (14 Hari)
		3 Buah (28 Hari)
3	20 %	3 Buah (7 Hari)
		3 Buah (14 Hari)
		3 Buah (21 Hari)
		3 Buah (28 Hari)
4	30 %	3 Buah (7 Hari)
		3 Buah (14 Hari)
		3 Buah (28 Hari)
Jumlah		36 Buah

Pengujian dilakukan secara statik menggunakan *Compression Testing Machine* berdasarkan SNI 03-2491-2002 dan ASTM C496/C496M – 04, 2006, disajikan pada Gambar 4. Pengujian dilakukan pada masing-masing benda uji yaitu pada beton normal (sebagai pembanding) dan pada masing-masing benda uji dengan variasi limbah abu terhadap berat pasir. Setelah melakukan pengujian pendahuluan terhadap material pembentuk *paving block*, dibuat *mix design paving block* untuk masing-masing variasi yaitu untuk beton normal dan 3 variasi persentase limbah abu terhadap berat pasir. Selain pengujian untuk mengetahui kekuatan *paving block*, perilaku keruntuhan selama

pengujian menjadi perhatian khusus dalam penelitian ini.



(a) (b)

Gambar 3. Bahan campuran paving block (a) pasir (b) limbah abu pembakaran sampah



Gambar 4. Setting up Pengujian paving block

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian pendahuluan pada material pembentuk campuran paving block diperlukan dalam rancangan paving block. Pengujian pendahuluan tersebut diantaranya berat jenis semen, gradasi pasir, modulus halus butir pasir, berat satuan pasir, kadar lumpur pasir, gradasi limbah abu pembakaran sampah dan modulus halus butir limbah abu. Hasil pengujian pendahuluan material disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pendahuluan pada Agregat

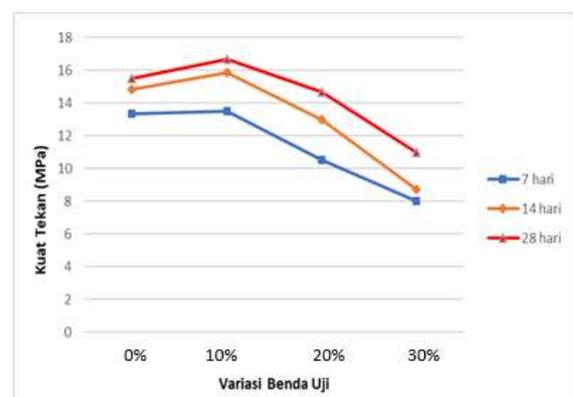
Pengujian	Hasil
-----------	-------

Berat Jenis Semen	3145 kg/m ³
Gradasi Pasir	Zona III (pasir agak halus)
Modulus Halus Butir Pasir	2,07
Berat Satuan Pasir	1414,03 kg/m ³
Kadar Lumpur Pasir	1,482%
Modulus Halus Butir Limbah Abu	2,42
Gradasi Limbah Abu	Zona III (pasir agak halus)

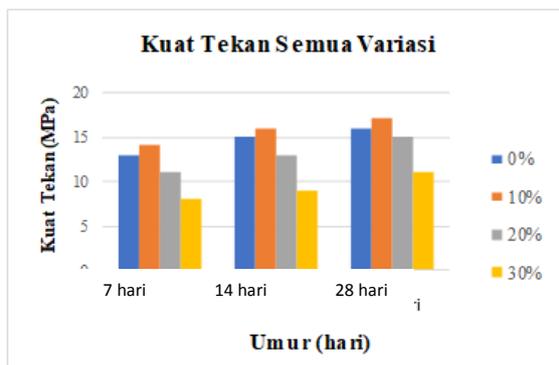
Pengujian kuat tekan dilakukan setelah benda uji berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan yang telah dilaksanakan dengan variasi persentase abu pembakaran sampah terhadap pasir masing-masing adalah 0%, 10%, 20% dan 30% didapatkan nilai kuat tekan paving block sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block

Variasi campuran	Hari Ke-	Luas Permu- kaan (cm ²)	Kuat tekan (Kg/cm ²)	Kuat tekan (MPa)	Mutu
0%	7	200	133.33	13	C
	14	200	148.33	15	C
	28	200	155.00	16	B
10%	7	200	135.00	14	C
	14	200	158.33	16	B
	28	200	166.67	17	B
20%	7	200	105.00	11	D
	14	200	115.83	13	C
	28	200	146.67	15	C
30%	7	200	110.00	8	-
	14	200	87.00	9	D
	28	200	75.60	11	D



Gambar 4. Hasil Uji Tekan Paving Blok Semua Variasi



Gambar 5. Barchart Hasil Uji Tekan Paving Blok Semua Variasi

Berdasarkan hasil penelitian tentang penggunaan limbah abu pembakaran sampah yang disajikan pada Tabel 3, Gambar 4 dan Gambar 5, diketahui bahwa penggunaan limbah abu pembakaran sampah dapat meningkatkan kekuatan *paving block* dengan persentase limbah abu terhadap berat pasir dapat menghasilkan kekuatan optimum didapatkan pada persentase limbah abu terhadap berat pasir sebesar 10%. Informasi ini dapat dijadikan referensi dalam penggunaan limbah abu pembakaran sampah pada *paving block* yaitu pada persentase limbah abu pembakaran sampah terhadap berat pasir 10% menghasilkan kekuatan yang optimal yaitu kuat tarik rata-rata sebesar 17 MPa dan masuk kedalam mutu B yang dapat digunakan untuk pelataran parkir.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan tentang kekuatan *paving block* yang menggunakan limbah abu pembakaran sampah dibandingkan dengan *paving block* normal atau *paving block* tanpa limbah abu sampah, sehingga dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Kuat tekan rata-rata pada benda uji beton normal (0%), *paving block* dengan menggunakan limbah 10%, 20% dan 30% terhadap berat pasir masing-masing adalah 16 MPa, 17 MPa, 15 MPa dan 11 MPa, dimana terjadi peningkatan kuat tekan dengan meningkatkan persentase limbah abu pada persentase 10% dan kuat tarik kembali turun pada persentase 20% dan 30%. Dari hasil pengujian diketahui bahwa penambahan limbah abu akan menurunkan kekuatan tekan

paving block. Persentase Optimum terdapat pada variasi 10% dengan nilai sebesar 17 MPa termasuk mutu B. Abu pembakaran sampah dapat digunakan sebagai substitusi pasir pada *paving block* dan termasuk ke dalam tingkat mutu B, C dan D menurut SNI 03-0691-1996.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah: perlu adanya analisis lebih lanjut mengenai karakteristik abu sisa pembakaran sampah. Perlu diperhatikan sekali tingkat kepadatan benda uji pada saat pembuatannya karena akan mempengaruhi hasil kekuatan *paving block* tersebut dan perlu dilakukan inovasi riset mengenai *paving block* campuran limbah abu sisa pembakaran sampah non organik dengan bahan campuran lainnya untuk meningkatkan kualitas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih atas pendanaan penelitian ini oleh Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) melalui DIPA Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Tahun 2018 Nomor SP DIPA-042.06.1.401516/2019 dan juga semua pihak-pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Artiyani, Anis (2017). *Pemanfaatan Abu Pembakaran Sampah Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Paving Block*. Jurnal Spectra, vol 8, no 16, p. 1-11, July 2017. ISSN 1693-0134.
- Badan Standarisasi Nasional, 1996, SNI 03-0691-1996: Bata Beton (*Paving Block*), Mutu dan Cara Uji, Jakarta.
- Hartono E, dkk (2009). Penggunaan Campuran Abu Sampah Organik dan Limbah Karbit sebagai Bahan Pengganti Semen pada Mortar. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Vol. 12, No.1, 86-91, Mei 2009.
- Naryono E, Soemarno, 2011. "*Pemanfaatan residu pembakaran sampah organik*

rumah tangga”, J-PAL, Vol. 2, No. 1, 2011, ISSN: 2087-3522 E-ISSN: 2338-1671.

Putri D, Kinasti M, Lestari E, Agung M (2018). *Penggunaan Abu Pembakaran Sampah Sebagai Substitusi Pasir Pada Batako*, Prosiding Konteks 12, Vol. 1, No. 159, 18-19 September 2018. ISBN : 978-979-498-859-6.

Putri D, Kinasti M, Lestari E, Agung M (2018). *Pemanfaatan Limbah Abu Sisa Pembakaran Sampah Non Organik Sebagai Material Pengganti Pasir Pada Bata Beton Pejal*, Jurnal Konstruksia, Vol. 10 No. 1, Desember 2018. P - ISSN: 2086-7352, E-ISSN : 2443-308X. Hal 39-50

Widari LA, dkk (2015). *Pengaruh Penggunaan Abu Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air Pada Paving Block*. Teras Jurnal, Vol 5, No.1, Maret 2015, ISSN 2088-0561