

PEMANFAATAN LIMBAH BOTTOM ASH PENGGANTI AGREGAT HALUS DENGAN TAMBAHAN KAPUR PADA PEMBUATAN PAVING

¹ Mochammad Qomaruddin, ² Sudarno

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara

Email : gomar@unisnu.ac.id

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tidar

Email : sudarno@untidar.ac.id

ABSTRAK. In connection with the increasing need for paving in the construction world, an effective and economical paving alternative is needed for the community. Paving constituent materials that are still relatively expensive, then the need for other materials that are cheaper without reducing the function and strength of paving itself. Waste is a dangerous material for the environment, such as waste generated PLTU Tanjung Jati B Jepara in the form of waste bottom ash, the result of burning coal that is currently increasingly accumulate because it has not got the right solution. The waste has characteristics such as paving constituents, and in addition to reducing waste that is harmful to the environment. This research is conducted in several stages, starting from the formulation of problem and objectives based on literature problems and reviews, material selection, material testing, object making, object test, data analysis, and conclusion of research result. The results of each test will be analyzed to get the accuracy. The greatest compressive strength results were obtained in the IPC mix design: 8PS: 0BA: 1KP with a compressive strength of 167,143Kg / cm², and the lowest compressive strength was in the IPC mix design: 5PS: 3BA: 1KP with a compressive strength of 109,286 Kg / cm². From the results, it can be said that paving in this research can be used in society, although the compressive strength is still not maximal.

Keywords: *Bottom Ash, Lime, Paving, Strong Press*

ABSTRAC. Sehubungan dengan meningkatnya kebutuhan penggunaan paving dalam dunia konstruksi, maka diperlukan alternatif paving yang efektif dan ekonomis bagi masyarakat. Bahan penyusun paving yang selama ini masih terbilang mahal, maka perlu adanya bahan lain yang lebih murah tanpa mengurangi fungsi dan kekuatan paving itu sendiri. Limbah merupakan bahan yang berbahaya bagi lingkungan, misalnya limbah yang dihasilkan PLTU Tanjung Jati B Jepara yang berupa limbah bottom ash, hasil dari pembakaran batu bara yang saat ini semakin menumpuk karena belum mendapat solusi yang tepat. Limbah tersebut memiliki karakter seperti bahan penyusun paving, dan selain mengurangi limbah yang berbahaya bagi lingkungan. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, dimulai dari perumusan masalah dan tujuan dengan berdasarkan pada permasalahan dan tinjauan pustaka, pemilihan material, pengujian material, pembuatan benda uji, pengujian benda uji, analisis data, dan penarikan kesimpulan hasil penelitian. Hasil dari setiap pengujian akan dianalisis untuk mendapatkan keakuratan. Hasil kuat tekan yang paling besar diperoleh pada mix design IPC : 8PS : 0BA : 1KP dengan kuat tekan sebesar 167,143Kg/cm², dan kuat tekan yang paling rendah terdapat pada mix design IPC : 5PS : 3BA : 1KP dengan kuat tekan sebesar 109, 286 Kg/cm². Dari hasil tersebut bias dikatakan bahwa paving pada penelitian ini dapat digunakan di masyarakat, meskipun kuat tekannya masih belum maksimal.

Kata Kunci : *Bottom Ash, Kapur, Paving, Kuat Tekan*

PENDAHULUAN

PLTU tanjung jati B Jepara adalah perusahaan industri pembangkit listrik tenaga uap di Jepara yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar. Perusahaan ini menghasilkan limbah padat hasil pembakaran berupa abu terbang (*fly ash*), slag (*bottom ash*) dan gypsum. Sehubungan dengan perkembangan zaman, maka jumlah limbah juga akan meningkat.

Kendala yang dihadapi PLTU tanjung jati B jepara dalam mengelola limbah hasil pembakaran batubara (LHPB) adalah terbatasnya pengelolaan LHPB, sedangkan LHPB setiap hari terus bertambah dan yang memanfaatkan LHPB sangat terbatas. Jika limbah tersebut tidak dimanfaatkan secara maksimal, maka akan menimbulkan dampak sosial dan lingkungan bagi masyarakat Jepara, seperti sesak nafas pada manusia,

matinya tumbuh tumbuhan, dan lain-lain. LHPB yang banyak dimanfaatkan saat ini adalah abu terbang (*fly ash*) dan gypsum, sedangkan slag (*bottom ash*) masih minim pemanfaatannya, sehingga limbah ini masih menumpuk.

Slag (*bottom ash*) adalah abu dasar yang sedikit lebih berat & kasar dibandingkan dengan abu terbang (*fly ash*). Karena massanya lebih berat maka Slag (*bottom ash*) tersebut akan jatuh terlebih dahulu di tempat penyaringan limbah batu bara. Slag (*bottom ash*) bisa di gunakan untuk bahan alternatif pengganti agregat halus (*pasir*) pada campuran pembuatan beton, batako, paving, dan lain lain.

Bahan bangunan alternatif tidak hanya Slag (*bottom ash*) saja, tapi kapur juga bisa digunakan untuk bahan bangunan alternatif, yaitu bisa digunakan sebagai

bahan perekat pengganti semen, karena kapur memiliki sifat perekat jika dicampur dengan air, tapi kekuatan rekat kapur lebih lemah dari pada kekuatan rekat semen.

Dengan demikian Slag (*bottom ash*) bersifat sebagai pengisi ruang pada pembuatan paving yang mungkin bias bermanfaat dalam meningkatkan kuat tekan paving. Sedangkan kapur merupakan material yang bersifat perekat. Maka pemanfaatan Slag (*bottom ash*) dan Kapur sebagai material adalah untuk mengurangi semen dan pasir pada pembuatan paving.

TINJAUAN PUSTAKA

Paving

Paving adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat

dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya (SNI 03–0691–1996).

Paving merupakan produk bahan bangunan yang dapat digunakan sebagai salah satu alternatif penutup permukaan tanah. Pada umumnya *paving* dipakai untuk tempat parkir, halaman, trotoar, taman atau untuk jalan lingkungan. Dan sekarang banyak penelitian yang menemukan alternatif material pengganti pada pembuatan paving dengan maksud mengurangi biaya material dan mencegah kerusakan lingkungan. Sekarang kami mengembangkan pembuatan *paving* memakai *bottom ash* yang masih sangat jarang dimanfaatkan dalam dunia konstruksi sebagai bahan pengganti material.

Tabel 1. Kekuatan fisik paving :

Mutu	Kegunaan	Kuat Tekan (MPa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata (%)
		Rata ²	Min	Rata ²	Min	
A	Perkerasan Jalan	40	35	0,09	0,103	3
B	Tempat parkir mobil	20	17	0,130	0,149	6
C	Pejalan kaki	15	12,5	0,160	0,184	8
D	Taman kota	10	8,5	0,219	0,251	10

sumber: SNI 03-0691-1996

Bottom Ash

Bottom ash sama halnya dengan *fly ash* merupakan hasil sisa pembakaran batu bara di boiler Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Ukuran *bottom ash* lebih besar dari *fly ash*, sehingga *bottom ash* jatuh ke dasar tungku pembakaran. (Kevin Klarens, Michael Indranata, Antoni, Djwantoro Hardjito).

Penampilan fisik *bottom ash* mirip dengan pasir sungai alami, dan gradasinya bervariasi seperti pasir halus dan pasir kasar. Ukuran butiran *bottom ash* membuat para peneliti tertarik untuk menggunakannya sebagai bahan pengganti dalam produksi beton (Singh & Siddique, 2015).

Ukuran partikel yang lebih besar dari *fly ash* mengakibatkan *work ability* campuran yang menggunakan *bottom ash* lebih buruk dari pada campuran yang menggunakan semen dan *fly ash*. Secara

umum reaksi pozzolan abu batu bara berhubungan dengan kehalusan partikel, dalam hal ini *bottom ash* memiliki ukuran partikel yang lebih kasar dan besar dari *fly ash* dimana dipercaya akan menyebabkan reaksi pozzolan yang tidak efektif (Kim, 2015).

Campuran beton dengan menggunakan *bottom ash* sebagai bahan pengganti agregat halus menghasilkan beton dengan kekuatan tekan dan ketahanan abrasi yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran tanpa *bottom ash*. Hal ini berkaitan erat dengan kuat tekan beton dimana semakin tinggi kuat tekan maka semakin tinggi pula ketahanan abrasinya (Singh & Siddique, 2015)

Kapur

Kapur berfungsi hampir sama dengan semen tetapi kekuatan rekatnya lebih lemah dari semen. Bahan Kapur adalah sebuah benda putih dan halus terbuat dari batu sedimen. Sifat-sifat kapur sebagai bahan bangunan

(bahan ikat) yaitu mempunyai sifat plastis yang baik (tidak getas), Sebagai mortel, memberi kekuatan pada tembok. Dapat mengeras dengan cepat dan mudah, mudah dikerjakan dan mempunyai ikatan yang bagus dengan batu atau membentuk bebatuan yang terdiri dari mineral kalsium. (A.D. Putra, Setyanto, O. P. Sari).

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bottom ash dan kapur untuk campuran pembuatan paving. Bottom ash yang digunakan berasal dari PLTU Tanjung Jati B, kapur, pasir, air PDAM, dan semen Tiga Roda.

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, saringan agregat, mesin pres paving dan alat uji kuat tekan beton (*compresif strenght*).

Tahap dan Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, dimulai dari perumusan masalah dan tujuan dengan berdasarkan pada permasalahan dan tinjauan pustaka, pemilihan material, pengujian material, pembuatan benda uji, pengujian benda uji, analisis data dan penarikan kesimpulan hasil penelitian.

Adapun prosedur penelitian adalah sebagai berikut :

A. Tahap Persiapan

Pada tahap ini seluruh bahan dan peralatan yang akan digunakan dipersiapkan terlebih dahulu agar penelitian dapat berjalan dengan lancar.

B. Tahap Uji Bahan Penyusun

Pada tahap ini dilakukan penimbangan bahan material dan pengujian analisa saringan terhadap bahan penyusun paving.

C. Tahap pembuatan benda uji

1. Penetapan campuran dan pembuatan adukan paving.

Perbandingan komposisi campuran (mix design) seperti pada table berikut:

Mix Design	28 Hari
1pc ; 8ps ; 0ba ; 1kp	8
1pc ; 7ps ; 1ba ; 1kp	8
1pc ; 6ps ; 2ba ; 1kp	8
1pc ; 5ps ; 3ba ; 1kp	8
1pc ; 4ps ; 4ba ; 1kp	8
Jumlah Sampel	40

Tabel 2. Mix Desain Paving

Langkah – langkah membuat benda uji yaitu :

- a. Campurkan bahan-bahan penyusun dengan perbandingan sesuai mix design yang sudah ditentukan.
- b. Setelah campuran merata, masukkan campuran tersebut ke dalam mesin pencetak paving.
- c. Kemudian di lakukan pengepresan untuk membuat paving tersebut.

2. Perawatan benda uji

Disimpan pada tempat yang tidak basah dan tidak terkena langsung oleh sinar matahari selama 28 hari.

D. Tahap pengujian benda uji

Pada tahap ini di lakukan pengujian kuat tekan paving menggunakan alat uji kuat tekan beton (*compresif strenght*), pengujian kuat tekan ini dilakukan terhadap benda uji yang telah berumur 28 hari.

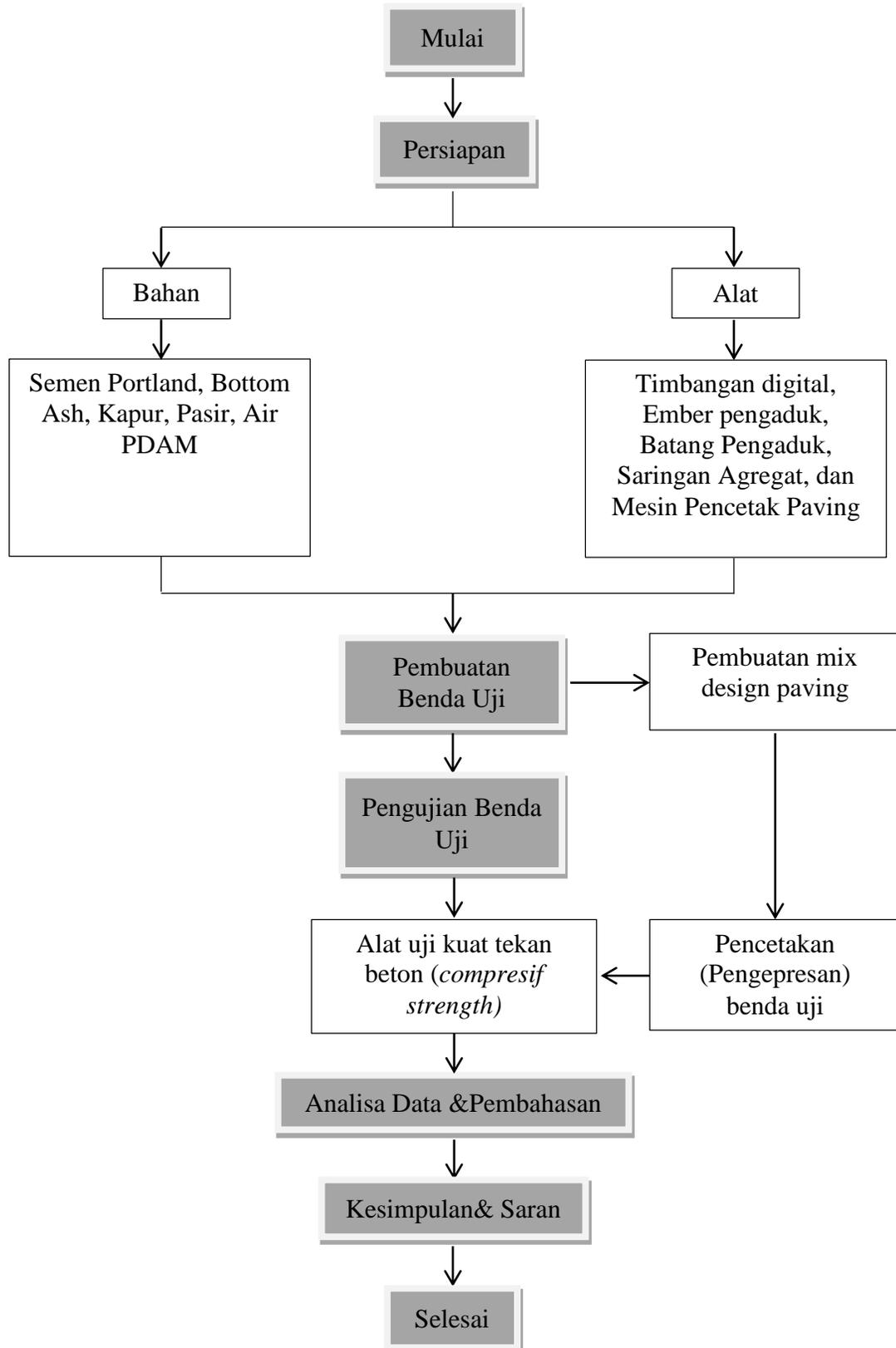
E. Tahap analisis data dan pembahasan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan dan perbandingan hasil pengujian benda uji, yaitu antara paving berumur 28 hari serta menganalisanya sesuai dengan hasil dan studi literatur.

F. Tahap analisis data dan pembahasan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan dan perbandingan hasil pengujian benda uji, yaitu antara paving berumur 28 hari serta menganalisanya sesuai dengan hasil dan studi literatur.

Untuk lebih jelasnya, diagram alir dalam penelitian ini adalah:



Gambar. Diagram AlirPenelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

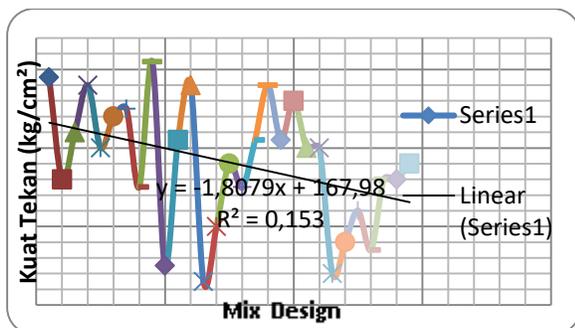
Hasil Kuat Tekan Paving

Hasil kuat tekan paving umur 28 hari dapat dilihat pada gambar berikut:

Mix Design	Rata – Rata Kuat Tekan (kg/cm ²)
1PC : 8PS : 0BA : 1KP	167,143
1PC : 7PS : 1 BA : 1KP	130,714
1PC : 6PS : 2BA : 1KP	156,429
1PC : 5PS : 3BA : 1KP	109, 286
1PC : 4PS : 4BA : 1KP	145

Tabel 4.2. Kuat tekan paving pada umur 28 Hari

Hasil kuat tekan paving bias dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.2. Gambarkuat tekan paving pada umur 28 hari

Dapat dilihat pada grafik diatas, bahwa garis kuat tekan terhadap mix desain terlihat menurun. Hubungan umur paving block dengan kuat tekan paving menunjukkan bahwa nilai kuat tekan paving block pada umur 28 hari yang paling besar mencapai 167,143 Kg/cm², yaitu pada campuran 1PC : 8PS : 0BA : 1KP. Kuat tekan pada campuran 1PC : 7PS : 1 BA : 1KP mengalami penurunan, dengan kuat tekannya sebesar 130,714 Kg/cm², kuat tekan pada campuran 1PC : 6PS : 2BA : 1KP sebesar 156,429 Kg/cm², kuat tekan pada campuran 1PC : 5PS : 3BA : 1KP sebesar 109, 286 Kg/cm², dan pada campuran 1PC : 4PS : 4BA : 1KP kuat tekannya sebesar 145 Kg/cm². Dengan demikian kuat tekan paling besar yang diperoleh pada umur paving 28 hari, yaitu mencapai K150 dengan campuran 1PC : 8PS : 0BA : 1KP.

Jadi, campuran 1PC : 8PS : 0BA : 1KP pada umur 28 hari, adalah campuran yang paling optimum hasilnya pada penelitian ini. Dan paving tersebut dikategorikan dalam mutu kelas C yaitu K150. Dan paving ini dapat digunakan di taman atau trotoar untuk pejalan kaki.

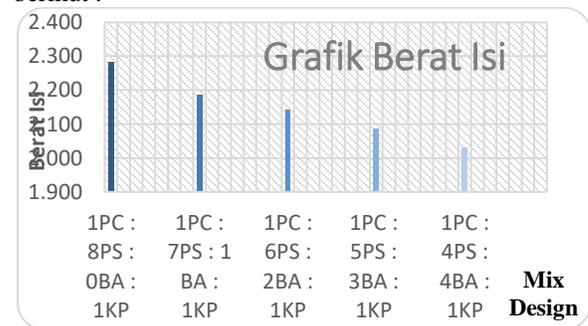
Berat Isi Paving

Hasil berat isi paving bisa dilihat pada tabel berikut :

Mix Design	Rata – Rata Berat Isi (gr/cm ²)
1PC : 8PS : 0BA : 1KP	2282
1PC : 7PS : 1 BA : 1KP	2186
1PC : 6PS : 2BA : 1KP	2141
1PC : 5PS : 3BA : 1KP	2086
1PC : 4PS : 4BA : 1KP	2031

Tabel 4.2. Kuat tekan paving pada umur 28 Hari

Hasil berat isi paving bias dilihat pada grafik berikut :



Grafik 4.3. Berat isi paving

Dapat dilihat pada grafik diatas, Hubungan mix design paving terhadap berat isi paving menunjukkan bahwa nilai berat isi yang paling besar mencapai 2.282 gr/cm², yaitu pada campuran 1PC : 8PS : 0BA : 1KP. kuat tekan pada campuran 1PC : 7PS : 1 BA : 1KP mengalami penurunan, dengan kuat tekannya sebesar 2.186 gr/cm², kuat tekan pada campuran 1PC : 6PS : 2BA : 1KP sebesar 2.141 gr/cm², kuat tekan pada campuran 1PC : 5PS : 3BA : 1KP sebesar 2.086 gr/cm², dan pada campuran 1PC : 4PS : 4BA : 1KP kuat tekannya sebesar 2.031 gr/cm². Dengan demikian berat isi yang paling besar, yaitu mencapai 2.282 gr/cm², pada campuran 1PC : 8PS : 0BA : 1KP.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Bottom ash dan kapur dapat digunakan sebagai campuran pembuatan paving, karena terbukti nilai kuat tekannya bias digunakan untuk taman kota atau pejalan kaki.
- Mix design yang optimum terdapat pada campuran 1PC : 8PS : 0BA : 1KP yang menghasilkan kuat tekan sebesar 167,143 Kg/cm². Dan paving tersebut dikategorikan dalam mutu kelas C yaitu K150. Dan paving ini dapat digunakan di taman atau trotoar untuk pejalan kaki.

- c. Mix design yang kuat tekannya paling rendah terdapat pada campuran 1PC : 5PS : 3BA : 1KP dengan kuat tekannya sebesar 109, 286 Kg/cm².
- d. Mix design yang berat isinya paling besar terdapat pada campuran 1PC : 8PS : 0BA : 1KP dengan berat isi sebesar 2.282 gr/cm².
- e. Mix design yang berat isinya paling rendah terdapat pada campuran 1PC : 8PS : 0BA : 1KP dengan berat isi sebesar 2.031 gr/cm².
- f. Bahan kapur pada penelitian ini tidak berpengaruh pada kuat tekan paving, baik dalam kekuatan maksimum maupun minimum.

Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan untuk paving menggunakan bottom ash seperti umur pengujian yang lebih lama agar hasil penelitian lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Freddy Eka Prasadha, Triwulan, Januari Jaya Ekaputri, 2015, *Paving Geopolimer Berbahan Dasar Bottom Ash dan Sugar Cane Bagasse Ash (SCBA)*, Jurusan S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- A.D. Putra, Setyanto, O. P. Sari, 2014, *Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Kekuatan Paving Block Pasca Pembakaran Menggunakan Material Tanah Dan Kapur Untuk Jalan Lingkungan*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Agoes Soehardjono, Prastumi, Taufik Hidayat, Gagoek Soenar Prawito, 2013, *Pengaruh Bottom Ash Sebagai Pengganti Semen Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Kemampuan Resapan Air Struktur Paving*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- Diah Larasati, Iswan, Setyanto, 2016, *Uji Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Campuran Tanah dan Kapur Dengan Alat Pemadat Modifikasi*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Jatmoko Dwi Heru, Buwono Koco Haryo, *Prosentase Pencapaian Kuat Desak Paving Block Saat Umur 7 Hari Pada Metode Tumbuk Dengan Beberapa*
- Kevin Klarens, Michael Indranata, Antoni, Djwantoro Hardjito, 2015, *Pemanfaatan Bottom Ash Dan Fly Ash Tipe C Sebagai Bahan Pengganti Dalam Pembuatan Paving Block*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Ristinah, Zacoeb Achfas, Agoes Soehardjono, Styowulan Desi, 2012, *Pengaruh penggunaan bottom ash sebagai pengganti semen pada campuran batako terhadap kuat tekan batako*,

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Sari Rulita Vivit, Sumarni Sri, Sri Ernawati, *Pemanfaatan Abu Vulkanik Pada Paving Block Sebagai Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Ilmu Bahan Bangunan*, Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

SNI-030691-1996, *Persyaratan mutu bata beton (paving block)*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

Syarif Akbar Harriad, Olivia Monita, Saputra Edy, 2016, *Kuat Tekan Paving Block Geopolimer Abu Sawit (Palm Oil Fuel Ash) Dengan Perawatan Suhu Ruang*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Riau.

Variasi Jumlah Kadar Semen, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Purworejo dan Jakarta.