

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

# REKATS



# UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 01	NOMER: 01	HALAMAN: 1%8 - 122	SURABAYA 2018	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	-----------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

## TIM EJOURNAL

### **Ketua Penyunting:**

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

### **Penyunting:**

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

### **Mitra bestari:**

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

### **Penyunting Pelaksana:**

1. Gde Agus Yudha Prawira A, S.T., M.T.
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

### **Redaksi:**

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

**Website:** [tekniksipilunesa.org](http://tekniksipilunesa.org)

**Email:** [REKATS](mailto:REKATS)

## DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
• Vol. 01 Nomor 01/rekat/18 (2018)	
PENGARUH PERSENTASE COAKAN PADA DENAH BANGUNAN STRUKTUR <i>FLATSLAB</i> TERHADAP GAYA GESER DAN SIMPANGAN	
<i>Wahyu Putra Anggara, Bambang Sabariman, .....</i>	01 – 09
PENGARUH SUBSTITUSI <i>FLY ASH</i> DENGAN LIMBAH MARMER TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON GEOPOLIMER PADA NaOH 15M	
<i>Binti Nur Fitriahsari, Arie Wardhono, .....</i>	10 – 15
PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH MARMER PADA <i>FLY ASH</i> TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON GEOPOLIMER PADA MOLARITAS 10M	
<i>Imam Agus Arifin, Arie Wardhono, .....</i>	16 – 23
PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN TINGGI BADAN MANUSIA TERHADAP 3 KELOMPOK YANG BERBEDA	
<i>Anita Susanti, Ria Asih Aryani Soemitro, Hitapriya Suprayitno, .....</i>	24 – 33
PENGARUH PENAMBAHAN ABU DASAR (BOTTOM ASH) PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH SURABAYA BARAT TERHADAP NILAI POTENSIAL SWELLING	
<i>Oryn Wijaya, Machfud Ridwan, .....</i>	34 – 40
PENGARUH PENGGUNAAN ABU DASAR (BOTTOM ASH) PADA PAVING BLOCK DENGAN CAMPURAN LIMBAH KERANG SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN	
<i>Hilal Achmad Ghozali, Arie Wardhono, .....</i>	49 – 55
ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PENGURUKAN DI PROYEK JAVA INTEGRATED INDUSTRIAL PORTS AND STATE ( JIPE ) DI GRESIK - JAWA TIMUR (Studi Kasus : proyek pembangunan “Java Integrated Industrial Ports and State (JIPE), Gresik)	
<i>Laras Wulandari, Mas Suryanto, .....</i>	56 – 64
ANALISIS PRODUKTIVITAS PEMANCANGAN DENGAN ALAT JACK-IN PILE JENIS <i>HYDROLIC STATIC PILE DRIVER</i> PADA PROYEK APARTEMEN GRAHA GOLF SURABAYA	
<i>Brian Widyan Hadi-Mas Suryanto HS, .....</i>	65 – 72

ANALISIS PERBEDAAN VOLUME NAIK TURUN PENUMPANG DI TIAP-TIAP STASIUN PEMBERHENTIAN KA KOMUTER SURABAYA-SIDOARJO (SUSI) <i>Anita Susanti, Ria Asih Aryani Soemitro, Hitapriya Suprayitno, .....</i>	73 – 82
STUDI PENGGUNAAN <i>CATALYST, MONOMER, FLY ASH</i> DAN PENAMBAHAN SERAT <i>POLYPROPYLENE</i> SEBAGAI ALTERNATIF PEMBUATAN BETON RINGAN SELULER <i>Mita Sari, Muhammad Imaduddin, .....</i>	83 – 88
STUDI PENGGUNAAN SERAT <i>POLYPROPYLENE, CATALYST, MONOMER</i> DAN KAPUR SEBAGAI SUBSTITUSI MATERIAL PENYUSUN BETON RINGAN SELULER <i>Wahyu Wicaksono, Muhammad Imaduddin, Yogie Risdianto, .....</i>	89 – 94
PENGARUH PENGGUNAAN BGA ( <i>BUTON GRANULAR ASPHALT</i> ) PADA PERENCANAAN ASPAL BETON AC-WC PEN 60/70 DENGAN MENGGUNAKAN <i>FLY-ASH</i> SEBAGAI <i>FILLER</i> <i>Mohamad Yusup Awang Ma'ruf, Yogie Risdianto, .....</i>	95 – 101
PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK BATA RINGAN TERHADAP POTENSIAL <i>SWELLING</i> PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH WIYUNG SURABAYA <i>Rinaldy Bayuwirawan, Nur Andajani, .....</i>	102 – 109
PENGENDALIAN MUTU GENTENG BETON MENGGUNAKAN METODE <i>STATISTICAL PROCESS CONTROL</i> DI PT. VARIA USAHA BETON <i>Miftakhul Jannah, Hasan Dani, .....</i>	110 – 117
PENGARUH PENGGUNAAN <i>BOTTOM ASH</i> SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN PASIR PADA <i>PAVING BLOCK</i> <i>Fitria Laila, Yogie Risdianto, .....</i>	118 – 122

## PENGARUH PENGGUNAAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN PASIR PADA *PAVING BLOCK*

**Fitria Laila**

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: [lail\\_fitria@yahoo.com](mailto:lail_fitria@yahoo.com)

**Yogie Risdianto**

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: [risdi75@yahoo.com](mailto:risdi75@yahoo.com)

### Abstrak

Limbah batu bara yang dihasilkan oleh PT. Wilmar Nabati Indonesia berupa *bottom ash*, dengan kandungan unsur besi (Fe) sebanyak 57,71%. Secara fisik hampir sama dengan karakteristik pasir, sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai substitusi pasir pada campuran *paving block*. Tujuannya adalah mengetahui pengaruh penggunaan *bottom ash* terhadap paving, sesuai dengan SNI 03-0619-1996. Perbandingan komposisi antara semen dan agregat halus yang digunakan dengan campuran *paving block* sebanyak 1 PC :3 Pasir.

Pembuatan benda uji dilakukan dengan mensubstitusi *bottom ash* pada presentase 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan *bottom ash* pada *paving block*, maka dilakukan pengujian berdasarkan acuan SNI 03-0619-1996. Pengujian yang dilakukan meliputi penyerapan air, kuat tekan, dan ketahanan aus pada umur 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak substitusi *bottom ash* yang digunakan dapat menurunkan berat volume, meningkatkan penyerapan air, menurunkan kuat tekan, dan meningkatkan keausan *paving block*. Kuat tekan optimum sebesar 22,22 MPa dengan substitusi *bottom ash* sebanyak 10%, termasuk mutu B dan sesuai dengan standar SNI.

**Kata Kunci:** *paving block*, *bottom ash*, penyerapan air, kuat tekan, ketahanan aus.

### Abstract

The waste of coal generated by PT. Wilmar Nabati Indonesia called *bottom ash*, with iron content (Fe) as 57.71%. Physically has a similar characteristic of sand, so that it possible as sand substitute on paving blocks admixture. The purpose of this research is to know the effect of using *bottom ash* for paving block, in accordance with SNI 03-0619-1996. Comparison of the composition between cement and fine aggregate used with mixed paving block of 1 PC: 3 Sand.

The object research was making by substituting *bottom ash* with 10%, 20%, 30%, 40%, and 50% percentage. As to know the effect of using *bottom ash* on paving block, object would be tested based on SNI 03-0619-1996. The tests include by water absorption, compressive strength, and abrasion resistance on 28 days.

The result showed that the more *bottom ash* substitution have used, it can decreased volume weight, increased water absorption, decreased compressive strength, and decreased abrasion resistance. Compressive strength optimum as 22.22 MPa with used substitution *bottom ash* up to 10% , including on quality B and in accordance with the national standard of Indonesia.

**Keywords:** *paving block*, *bottom ash*, water absorption, compressive strength, abrasion resistance.

### PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di berbagai bidang telah berkembang dengan pesat, tidak hanya di bidang ilmu pengetahuan dan informasi, melainkan juga di bidang konstruksi. Berbagai macam penelitian tentang material alternatif untuk pembangunan telah dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan teknologi konstruksi yang

tepat guna, mudah dalam pengerjaan, serta efisien dalam pembiayaan. Pemanfaatan sumber daya merupakan sebuah terobosan yang dilakukan, dalam hal ini adalah *bottom ash* yang merupakan limbah berbahaya, dapat mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan masyarakat. Pencegahan dilakukan dengan cara menggunakan limbah *bottom ash* sebagai material campuran pada pembuatan *paving block*.

*Paving block* merupakan material yang digunakan dalam bidang konstruksi perkerasan jalan, sering dijumpai pada jalan perkampungan, perumahan, terminal, maupun jalan umum. Komposisi *paving block* terdiri dari semen, agregat halus, dan air. Penggunaan material dalam pembuatan campuran *paving block* harus sesuai dengan syarat dan proporsi yang telah ditentukan. Salah satu komponen penting dalam pembuatan *paving block* adalah pasir. Pasir yang digunakan harus memenuhi beberapa syarat yaitu terdiri dari butir-butir kasar, tajam dan keras, dan mempunyai kekasaran yang sama sesuai PBI. Kandungan kimia penyusunnya berupa Fe, Ti, S, Si, Ca, Mn, dan unsur-unsur lainnya dengan Fe sebagai unsur terbanyak sebesar 77% (Nur Cahya Eka Darmayanti, Azwar Manaf, dan Bodi Briyatmoko. 2000).

*Bottom ash* (abu dasar) adalah limbah dari proses pembakaran batu bara pada pembangkit tenaga yang mempunyai ukuran partikel lebih besar dan lebih berat daripada *fly ash*, sehingga abu dasar akan jatuh pada dasar tungku pembakaran (*boiler*) dan terkumpul pada penampung debu (*ash hopper*) lalu dikeluarkan dari tungku dengan cara disemprot dengan air untuk kemudian dibuang. *Bottom ash* yang dihasilkan oleh PT. Wilmar Nabati Indonesia Gresik mempunyai karakteristik fisik berwarna abu-abu gelap, berbentuk butiran, berporos, mempunyai ukuran butiran antara pasir hingga kerikil, sama seperti bentuk fisik pasir yang pada umumnya digunakan dalam pembuatan campuran beton. Terkait dalam hal gradasi, *bottom ash* termasuk dalam zona 2 yaitu agak halus. Untuk itu *bottom ash* tergolong dalam agregat halus dengan fungsi sebagai pengisi. Kandungan kimia yang dimiliki terdiri dari unsur Fe dan Si yang mendominasi. Sekitar 57,71% Fe dan 19,6% Si terdapat dalam *bottom ash*. Kandungan Fe dan Si yang tinggi sangat mirip dengan kandungan yang terdapat dalam pasir.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *bottom ash* layak digunakan sebagai pengganti pasir pada campuran *paving block*. Hal ini ditunjukkan dengan hasil yang diperoleh bahwa penggunaan *bottom ash* memenuhi kriteria *paving block* sesuai SLS (*Sri Lankan standard*) dengan substitusi sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Hasil uji kuat tekan umur 7, 14 dan 28 hari membuktikan bahwa reaksi optimal terjadi pada substitusi 25% yaitu masuk pada mutu *paving block* kelas 1 dengan kuat tekan rata-rata sebesar 50 MPa. Untuk substitusi 50% dan 70% masuk pada mutu kelas 2 dengan kuat tekan rata-rata sebesar 40 MPa dan untuk substitusi 100% masuk pada mutu kelas 3 dengan kuat tekan rata-rata sebesar 30 MPa (W.C., Sakunthala, N.G.N. Erandi, and K.M.L.A. Udamulla, 2013).

Pasir memiliki karakteristik berwarna kehitaman, Berdasarkan analisa ayakan, pasir termasuk dalam zone 2

yaitu agak halus dengan modulus kehalusan 2,46. Berat jenis SSD pasir 2,60 gram/cm<sup>3</sup>. Sehingga perlu dilakukan kajian lebih mendalam melalui penelitian untuk mengetahui proporsi *bottom ash* yang masih bisa digunakan sebagai pengganti pasir dan memenuhi standar *paving block*.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah bagaimana pengaruh penggunaan *bottom ash* dan berapakah nilai optimum yang dapat digunakan pada campuran *paving block* sesuai SNI 03-0691-1996. Sedangkan tujuan yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah adalah mengetahui pengaruh penggunaan *bottom ash* dan nilai optimum yang dapat digunakan pada campuran *paving block* sesuai SNI 03-0691-1996

Manfaat yang dapat diperoleh antara lain: (1) Memberikan informasi ilmiah terkait pemanfaatan *bottom ash* sebagai pengganti pasir pada campuran *paving block*, (2) Menambah wawasan khususnya pada bahan alternatif pembuatan *paving block*, (3) Memberikan informasi tentang kualitas yang dihasilkan dari pembuatan *paving block* dengan memanfaatkan *bottom ash* sebagai pengganti pasir.

Batasan-batasan yang digunakan, antara lain: (1) Pengujian *paving block* sesuai SNI 03-0691-1996; (2) *Bottom ash* berasal dari PT. Wilmar Nabati Indonesia Gresik; (3) Ukuran *paving block* 21cm x 10,5cm x 6cm; (4) Komposisi *paving block* 1 Semen : 3 Pasir; (5) Penggunaan *bottom ash* difungsikan sebagai bahan pengisi dan tidak ditinjau reaksi kimia antara *bottom ash* dengan semen atau air; (6) Faktor air semen sebesar 12% dari berat semen; (7) Menggunakan *portland* semen tipe I; (8) Variasi *bottom ash* yang digunakan sebesar 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%; (9) Pengujian benda uji berumur 28 hari; (10) Penelitian ini tidak mengkaji aspek ekonomi.

## METODE

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu suatu metode penelitian untuk mengadakan kegiatan percobaan yang mendapatkan hasil. Penelitian ini meneliti tentang pengaruh dari penggunaan *bottom ash* sebagai substitusi sebagian pasir pada *paving block*. Tahapan-tahapan yang dilakukan terdiri dari beberapa kegiatan dari perencanaan pembuatan benda uji hingga tahap pengujian.

Bahan yang digunakan untuk benda uji meliputi semen *portland*, pasir lumajang, *bottom ash*, dan air. *Bottom ash* yang digunakan merupakan hasil pembakaran batu bara dari PT Wilmar Nabati Indonesia. *Bottom ash* yang didapat memiliki gradasi lebih kasar dari pasir, sehingga perlu diayak terlebih dahulu dengan

menggunakan ayakan No.16 agar tingkat kehalusannya mirip dengan pasir.

Sebelum digunakan sebagai substitusi pasir, perlu dilakukan pengujian terhadap karakteristik kedua bahan antara *bottom ash* dengan pasir. Pengujian karakteristik meliputi: uji kandungan kimia, analisa ayakan, dan berat jenis. Dengan demikian *bottom ash* harus memiliki syarat mutu yang hampir sama dengan pasir. Proporsi yang digunakan sebanyak 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% dari berat pasir. Sedangkan perbandingan komposisi antara semen dan agregat halus adalah 1 PC : 3 Pasir.

Pembuatan *paving block* menggunakan mesin cetak paving hidrolik. Paving ditekan dengan kapasitas beban press 300kg/cm<sup>2</sup> pada masing-masing variasi. Benda uji dibuat berdasarkan pada proporsi campuran yang telah ditentukan dengan faktor air semen (FAS) sebanyak 12% dari berat semen yang dibutuhkan. Setelah dilakukan proses pengepresan pada *paving block* dilakukan proses perawatan (*curing*). *Curing* pada *paving block* menggunakan metode penyiraman sebanyak satu kali sehari selama 28 hari (Yusuf Eka Putra, 2016). Setelah mencapai umur 28 hari dilakukan pengujian terhadap *paving block*.

Pengujian pada *paving block* mengacu pada SNI 03-0691-1996, yaitu meliputi: uji kuat tekan, penyerapan air, dan keausan. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan cara memotong benda uji menjadi dua bagian berbentuk kubus. Benda uji ditekan dengan mesin penekan *Universal Testing Machine* (UTM). Pengujian kuat tekan dapat dihitung dari besarnya gaya tekan yang diterima oleh *paving block*, dibagi dengan luas permukaan *paving block*.

Pengujian penyerapan air, dapat diperhitungkan dari nilai berat kondisi jenuh dengan berat kondisi kering. Berat kondisi jenuh diperoleh dari perendaman *paving block* utuh dalam air selama 24 jam dan menimbang dalam keadaan jenuh. Setelah itu dikeringkan dalam oven selama 24 jam dengan suhu 110°C dan ditimbang dalam keadaan kering. Uji penyerapan air dapat dihitung dari berat kondisi jenuh dikurangi dengan berat kering, kemudian dibagi berat kering *paving block*, dan dikalikan 100% sehingga diperoleh prosentase penyerapan air pada *paving block*.

Pengujian keausan didapatkan dengan mengauskan atau menggosok permukaan *paving block*. Pegausan dilakukan dengan menggunakan mesin bor duduk yang pada ujung mata bornya diganti dengan menggunakan grinda amplas. *Paving block* yang telah dipotong menjadi dua bagian berbentuk kubus, digosok dengan menggunakan alat tersebut selama 1 menit. Nilai keausan dihitung dari tebal *paving block* sebelum diauskan dikurangi dengan tebal setelah diauskan dan dibagi dengan waktu pengausan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dari hasil pengujian dianalisis sehingga dapat ditarik kesimpulan. Beberapa pengujian-pengujian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

### Hasil Pengujian Karakteristik Material

Substitusi bahan dapat dilakukan apabila antara bahan utama dan bahan pengganti memiliki karakteristik yang hampir sama. Dengan demikian perlu dilakukan pengujian terhadap karakteristik antara pasir dan *bottom ash*. Karakteristik suatu bahan juga dapat diketahui dari kandungan kimia yang tersusun didalamnya.

Kandungan senyawa kimia yang tersusun dalam *bottom ash* dan pasir lumajang mengindikasikan kesamaan. Untuk mengetahui kandungan kimia pada bahan tersebut dilakukan uji *X-Ray Fluorescence* (XRF), diketahui bahwa unsur kimia yang dominan dalam kandungan *bottom ash* adalah unsur besi (Fe) sebanyak 57,71%. Begitu juga dengan pasir lumajang yang mengandung unsur besi (Fe) sebanyak 44,1%.

Tabel 1. Hasil uji XRF *bottom ash*

Unsur	Kadar (%)	Unsur	Kadar (%)
Fe	57,71	Mn	0,51
Si	19,60	Eu	0,50
Ca	7,56	Ba	0,37
Al	5,50	Rb	0,33
Mo	2,90	Re	0,30
Ni	1,18	Cr	0,28
Ti	1,10	V	0,06
K	1,00	Zn	0,02
Sr	0,90		

Tabel 2. Hasil uji XRF pasir lumajang

Unsur	Kadar (%)	Unsur	Kadar (%)
Fe	44,1	P	0,51
Ca	19,7	Re	0,5
Si	19,4	Ba	0,4
Al	6,9	Cu	0,37
K	2,04	Eu	0,3
Ti	1,87	V	0,13
Sr	1,5	Cr	0,082
Ni	1,39	Zn	0,07
Mn	0,84		

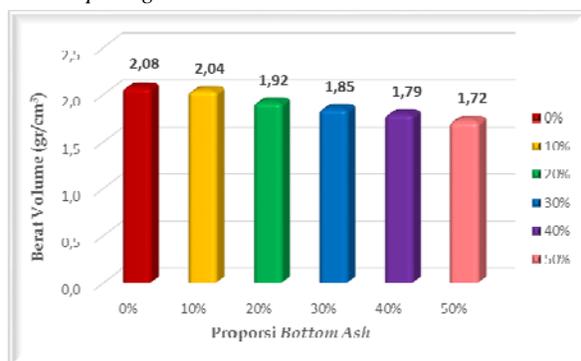
Sedangkan untuk hasil uji material yang dilakukan terhadap *bottom ash* dan pasir lumajang sesuai dengan standar SNI, dapat dikatakan bahwa terdapat kemiripan antara *bottom ash* dan pasir lumajang. Adapun hasil pengujian material disajikan dalam Tabel karakteristik material.

Tabel 3. Karakteristik material

No	Uraian	Bottom Ash	Pasir Lumajang
1	Berat jenis	1,49 gr/cm <sup>3</sup>	2,63 gr/cm <sup>3</sup>
2	Analisa ayakan	Zona 2	Zona 2

### Hasil Pengujian Paving Block

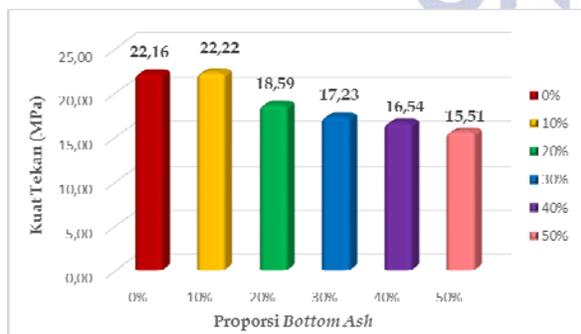
Pengaruh penggunaan *bottom ash* tidak hanya dapat diketahui secara fisik maupun pengujian sesuai SNI 03-0691-1996, akan tetapi dapat diketahui melalui berat volume *paving block*.



Gambar 1. Rata-rata berat volume

Diagram diatas menunjukkan berat volume rata-rata pada setiap variasi. Dari proporsi campuran 10% *bottom ash* dengan berat volume sebesar 2,08 gr/cm<sup>3</sup>. Menjadi 1,72 gr/cm<sup>3</sup> pada proporsi 50% *bottom ash*. Kecenderungan penurunan berat volume ini disebabkan oleh rendahnya berat jenis *bottom ash*. Sehingga semakin banyak *bottom ash* yang digunakan maka *paving block* akan semakin ringan.

Ditinjau dari hasil uji kuat tekan, menunjukkan adanya pengaruh dari *bottom ash* terhadap nilai kuat tekan *paving block*. Setiap variasi dapat menahan kapasitas beban yang berbeda-beda sehingga nilai kuat tekan yang dihasilkan dari masing-masing variasi juga berbeda.

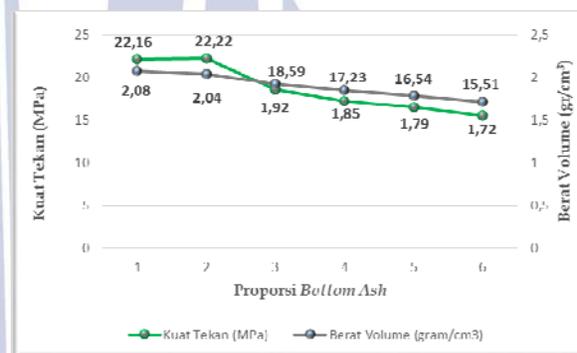


Gambar 2. Rata-rata kuat tekan

Diagram tersebut dapat memperjelas bahwa semakin banyak *bottom ash* yang digunakan maka semakin kecil nilai kuat tekan *paving block*. Kuat tekan optimum didapatkan pada variasi 1 dengan penambahan *bottom ash*

10% sebesar 22,22 MPa, Dan mengalami penurunan kuat tekan pada setiap penambahan *bottom ash*. Hal ini ditunjukkan pada penambahan *bottom ash* 20% diperoleh kuat tekan sebesar 18,59 MPa, variasi 3 dengan substitusi *bottom ash* sebanyak 30% diperoleh kuat tekan sebesar 17,23 MPa, variasi 4 dengan campuran *bottom ash* 40% diperoleh kuat tekan sebesar 16,54 MPa, dan variasi 5 dengan campuran *bottom ash* 50% diperoleh nilai kuat tekan sebesar 15,51 MPa. Hal tersebut sebagai akibat butir-butir *bottom ash* mengisi pori-pori *paving block*, sehingga *paving block* tersebut dikatakan padat dan rapat, sehingga dapat dikatakan bahwa proporsi *bottom ash* 10% merupakan campuran yang paling baik.

Dari hasil pengujian yang dilakukan sebelumnya, hubungan antara berat volume dengan nilai kuat tekan yaitu berbanding lurus. Pengaruh yang disebabkan dari perbedaan proporsi *bottom ash* yaitu semakin kecil nilai berat volume maka nilai kuat tekan semakin kecil.



Gambar 3. Hubungan kuat tekan dan berat volume

### Hasil Fisik Paving Block

Adanya pengaruh *bottom ash* dalam campuran *paving block* terwujud dalam data hasil pengujian. Hasil pengujian yang menyatakan bahwa butiran *bottom ash* mengisi ruang atau rongga dalam *paving block*, dikarenakan secara fisik dari *paving block* tersebut terdapat bintik-bintik hitam pada penampangnya. Hal ini diakibatkan terjadi perbaikan gradasi antara *bottom ash* dengan pasir lumajang.

## PENUTUP

### Simpulan

Penggunaan *bottom ash* memiliki pengaruh pada karakteristik mutu *paving block* sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Ditinjau dari penyerapan air, menunjukkan bahwa semakin besar proporsi *bottom ash*, semakin besar nilai penyerapan air. Sedangkan ditinjau dari kuat tekan, mengidikasi nilai optimum penggunaan *bottom ash* pada proporsi 10%. Apabila ditinjau dari nilai keausan, menunjukkan nilai keausan rendah pada proporsi *bottom ash* 10%, dikarenakan butir-butir *bottom ash* mengisi

pori-pori *paving block*, sehingga paving tersebut dikatakan padat dan rapat, apabila diberikan gesekan maka pengaruhnya hanya sedikit. Sehingga dapat dikatakan bahwa campuran *paving block* dengan menggunakan *bottom ash* sebesar 10% merupakan campuran yang paling baik dan dapat diklasifikasikan dalam mutu *paving block* kelas B.

#### Saran

Dari hasil penelitian ini terkait pengaruh penggunaan *bottom ash* terhadap campuran *paving block*, terdapat beberapa saran, yaitu: (1) Sebelum menggunakan *bottom ash* sebagai material pengganti pasir dilakukan penumbukan terlebih dahulu supaya diperoleh ukuran butiran yang hampir sama dengan pasir; (2) Untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan agregat lain seperti kerikil pada campuran paving block. Tujuannya sebagai upaya peningkatan terhadap kualitas; (3) Sebaiknya mencoba penelitian yang memvariasikan *bottom ash* dengan material lain, dalam suatu campuran *paving block*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Darmayanti, Nur Cahya Eka, dkk. 2000. "Identifikasi Senyawa Kandungan Kimia Pada Pasir Mineral". hal. 40-43.
- Sakunthala, W.C., dkk. 2013. *Use of Bottom Ash as Fine Aggregate in Manufacturing Concrete Paving Blocks*. *Journal ACEPS*. Hal. 69-74.
- Anonim. 1996. SNI 03-0691-1996 *Bata Beton (Paving Block)*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- Putra, Yusuf Eka. 2016. *Pemanfaatan Limbah Sandblasting Sebagai Bahan Campuran Paving Block*. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*. Vol. 1: hal. 81-86.

UNESA  
Universitas Negeri Surabaya