

PENGARUH PENAMBAHAN ABU DASAR (*BOTTOM ASH*) SEBAGAI BAHAN PENGGANTI PASIR PADA *PAVING BLOCK*

Rezky Yusman Efendy¹, Zulfikar Djauhari², Ermiyati²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : rezky.yusman@student.unri.ac.id

ABSTRACT

This research aims to study the effect of bottom ash as substitute of sand in paving block and to classify each percentage of substitution according to SNI 03-0691-1906 Bata Beton (*Paving Block*) class specification. The mixture of cement and sand used in this study was 1 : 3. The variation of substitution started from 0%, 10%, 20%, 30%, 40% of sand weight. Tests performed on paving block include compressive strength, water absorption, Na₂SO₄ immersion test. The results shown by this research that water absorption test at substitution 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, were 5.76%, 6%, 5.83%, 7.16%, 7.49%. According to SNI 03-0691-1906 "Bata Beton" (*Paving Block*) to water absorption test results, 0%, 10%, 20%, were categorized as B quality paving block, and 30%, 40% were categorized into C quality paving block. The results shown by this research that compressive strength test at substitution 0%, 10%, 20%, 30%, 40% were 31.80 MPa, 27.30 MPa, 29.61 MPa, 19.97 MPa, 16.41MPa. According to SNI 03-0691-1906 Bata Beton (*Paving Block*) to compressive strength test results, 0%, 10%, 20%, were categorized as B quality paving block, and 30%, 40%, were categorized into C quality paving block.

Keywords: *Paving Block, Bottom Ash, Water Absorption, Natrium Sulfate, and Compressive Strength*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penggunaan batubara sebagai sumber energi pengganti bahan bakar minyak di satu sisi sangat menguntungkan namun di sisi yang lain menimbulkan masalah seiring dengan meningkatnya produksi limbah hasil pembakaran dengan jumlah yang cukup besar. Abu dasar (*bottom ash*) merupakan sisa hasil pembakaran batubara yang mengendap di dasar tungku pembakaran PLTU (Kusuma, 2013). Sampai saat ini pengelolaan limbah abu batubara oleh kalangan industri hanya ditimbun dalam areal pabrik saja (*ash disposal*). Dari proses pembakaran batubara pada unit pembangkit uap (*boiler*) akan terbentuk dua jenis abu yaitu abu terbang dan abu dasar (*bottom ash*). Komposisi abu batubara yang dihasilkan terdiri dari 10-20% abu dasar (*bottom*

ash), sedang sisanya sekitar 80-90% berupa abu terbang (Pradita, 2013).

Qomaruddin (2017), melakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah bottom ash sebagai substitusi pasir dalam pembuatan paving block dengan tambahan kapur. Dalam penelitian tersebut variasi penggantian pasir dengan *bottom ash* yang digunakan adalah 0%, 12.5%, 25%, 37.5%, dan 50%. Hasil penelitian menunjukkan substitusi pasir sebesar 25% memiliki kuat tekan yang lebih besar dari variasi penggantian lainnya.

Pradita (2013), melakukan penelitian tentang penggunaan abu dasar sebagai material substitusi pasir dan abu terbang sebagai substitusi semen pada beton mutu normal. Dalam penelitian tersebut variasi penggantian pasir dengan *bottom ash* yang digunakan adalah 0%, 10%, 20% dan 30% dari berat pasir. Hasil penelitian menunjukkan penggantian abu dasar

sebesar 30% merupakan variasi optimum campuran..

Gagandeep (2017), menjelaskan bahwa material abu dasar (*bottom ash*) yang kasar, bersudut memiliki tekstur permukaan yang berpori, dan memiliki distribusi butiran yang setara dengan pasir.

Pemanfaatan abu dasar (*bottom ash*) sebagai bahan pengganti pasir telah banyak dilakukan. Meskipun demikian masih dibutuhkan banyak kajian-kajian untuk menegaskan pemanfaatan tersebut. Hal ini disebabkan karakteristik material abu dasar (*bottom ash*) umumnya berbeda-beda di setiap industri.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggantian material pasir dengan abu dasar (*bottom ash*) terhadap kuat tekan, penyerapan, dan uji ketahanan terhadap Na₂SO₄. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengklasifikasi mutu *paving block* berdasarkan SNI 03 0691 1996.

Studi Pustaka

a) *Paving Block*

Menurut SNI03-0691-1996 *paving block* merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton itu.

Tabel 1. Sifat-sifat Fisika

Mutu	Kuat tekan (MPa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata – rata maksimal %
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Maks.	
A	40	35	0,090	0,104	3
B	20	17,0	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber: SNI 03 0691 1996.

Tabel 1 memperlihatkan Klasifikasi *paving block* menurut SNI 03-0691, 1996 adalah:

- Mutu A : digunakan untuk jalan
- Mutu B: digunakan untuk pelataran parkir
- Mutu C: digunakan untuk pejalan kaki
- Mutu D: digunakan untuk taman dan penggunaan lain

Kementrian Pekerjaan Umum Badan Penelitian dan Pengembangan, mengeluarkan jurnal tentang penggunaan campuran semen:agregat, 1 : 3 pada pembuatan *paving block*. Agregat dari campuran tersebut terdiri atas campuran pasir, *fly ash*, dan *bottom ash*, dengan kesimpulan campuran 1 : 3 masuk dalam kategori mutu B pada SNI 03-0691-1996.

b) *Abu Dasar (Bottom Ash)*

Abu dasar (*Bottom ash*) merupakan material dengan permukaan yang kasar, yang mengendap pada dasar tungku pembakaran pada tahap akhir proses pembakaran batu bara pada pembangkit tenaga listrik batu bara. Kisaran 20% dari total kandungan abu yang dihasilkan dari tiap batu bara yang dimasukkan ke dalam tungku pembakaran adalah abu dasar. Abu dasar (*Bottom ash*) memiliki bentuk granular yang tersusun atas pasir, kapur, kaca, logam dan abu dari material yang terbakar.(Nadig 2015) selain itu, material abu dasar (*bottom ash*) yang kasar, bersudut dan memiliki tekstur permukaan yang berpori, memiliki distribusi butiran yang setara dengan pasir, (Gagandeep, 2017).

c) Semen

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen padang PCC dengan berat jenis 3,1 gram/cm³. pada semen tidak dilakukan pengujian karena semen yang digunakan telah memenuhi standar uji sesuai dengan standar SNI 15-7064:2004 untuk semen *Portland Composite Cement* (PCC).

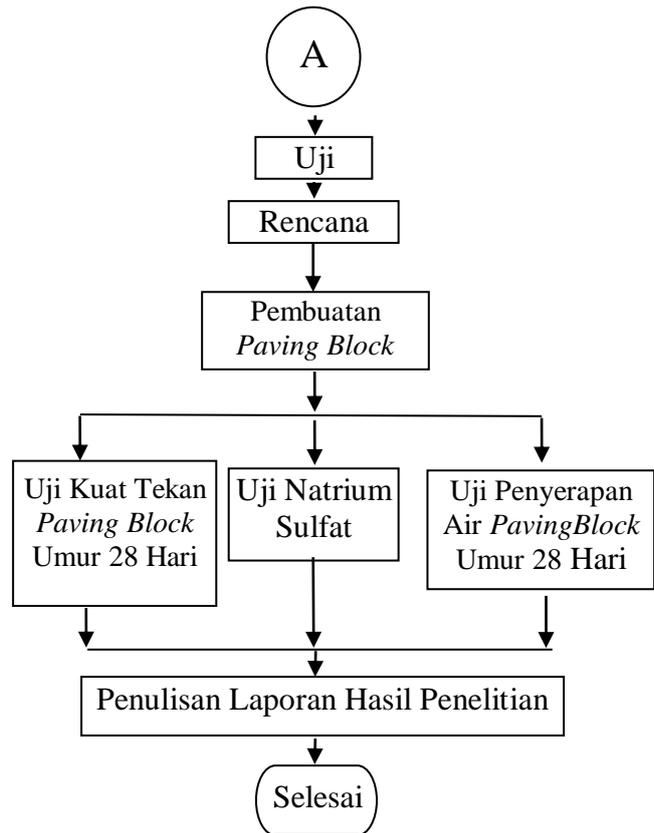
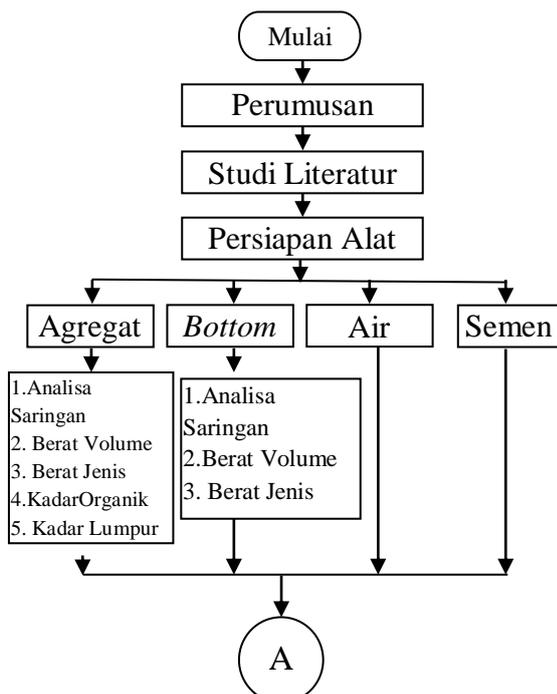
METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Pelaksanaan pengujian dalam penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau dan proses pencampuran dan pencetakan *paving block* dilakukan di PT. Azizah Mandiri. Pengujian diawali dengan melakukan pengujian karakteristik material campuran *pavingblock* untuk mendapatkan data-data yang akan digunakan dalam mencampur benda uji.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri dari beberapa tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 1. Tahapan pertama meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis, pengujian berat volume, pengujian kadar lumpur, pengujian kadar organik dan pengujian kadar air pada agregat. Tahap kedua melakukan pengujian kepadatan guna menentukan kadar air optimum campuran. Berdasarkan SNI 1742:2008. Penelitian ini dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dan proses perawatan (*curing*) selama 28 hari. Pengujian yang dilakukan pada *paving block* meliputi pengujian kuat tekan, penyerapan air dan ketahanan terhadap Na_2SO_4 .



Gambar 1 Alur Tahapan Penelitian

Material Penyusun Paving Block

Agregat halus yang digunakan berasal dari Sungai Kampar, Kabupaten Kampar. Semen yang digunakan adalah semen PCC (*Portland Cement Composite*) produksi PT. Semen Padang. Abu dasar (*bottom ash*) yang digunakan berasal dari daerah Provinsi Riau. Air yang digunakan adalah air yang berada di sekitar lokasi tempat pembuatan benda uji.

Benda Uji

Pencetakan benda uji dilaksanakan di pabrik pembuatan *paving block* PT. Azizah Mandiri. Rincian benda uji yang akan dibuat data dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Jumlah Sampel Pengujian Kuat Tekan, Penyerapan Air, dan Na_2SO_4

No.	Jenis pengujian	Umur (Hari)	Bentuk	Jumlah (Buah)
1	Kuat Tekan	28	Balok (20x10x6)cm	25
2	Penyerapan Air	28	Balok (20x10x6)cm	25
3	Uji Na_2SO_4	28	Balok (20x10x6)cm	25
Total				75

Rencana Campuran

Rencana campuran untuk 75 paving block ukuran 20 x 10 x 6 dengan perbandingan semen : pasir, 1 : 3 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Detail Rencana Kebutuhan Bahan Campuran Untuk 75 Buah Paving Block

Material campuran	Berat material dari masing – masing variasi substitusi (Kg)			
	10%	20%	30%	40%
Semen	10,229	9,547	9,046	8,692
Pasir	27,617	22,914	18,996	15,646
Abu Dasar	3,069	5,728	8,141	10,431
Air	4,764	4,759	5,929	5,473
Total	45,678	42,948	42,112	40,242

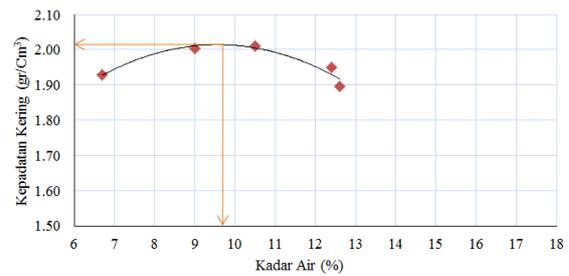
Setelah mendapatkan berat masing – masing material untuk setiap variasi penggantian, penelitian dilanjutkan ke tahap proses pengadukan dan pencetakan paving block. Berat material yang dicampur sesuai dengan berat yang diperoleh pada Tabel 3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan

Penggunaan mesin cetak yang memadatkan dan menggetarkan paving block merupakan metoda umum dalam produksi paving block pada saat ini. Maka penelitian ini mencoba menggunakan metoda proktor sebagai acuan mendapatkan kadar air optimum dan kepadatan maksimum untuk pembuatan paving block. Pengujian kepadatan dilakukan pada lima (5) variasi campuran dengan mengganti sebagian pasir dengan abu dasar, 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 % dari berat pasir

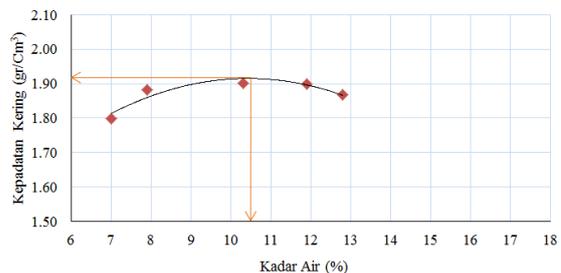
A. Pada variasi penggantian pasir dengan abu dasar sebesar 0% dengan perbandingan pasir : semen, 1 : 3, di dapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 2 Hubungan Kepadatan Kering Maksimum (ρ_d) Terhadap Kadar Air (%) Dengan Penggantian Pasir Sebesar 0%

Dari grafik di atas diketahui kepadatan kering maksimum (ρ_d) sebesar 2,014 gram/cm³. Nilai kadar air optimal yang didapatkan sebesar 9,55 % dari berat total campuran.

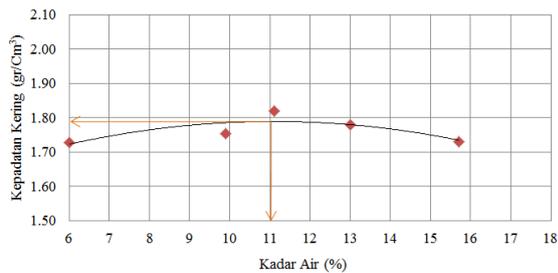
B. Pada variasi penggantian pasir dengan abu dasar sebesar 10% dengan perbandingan pasir : semen, 1 : 3, didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 Hubungan Kepadatan Kering Maksimum (ρ_d) Terhadap Kadar Air (%) Dengan Penggantian Pasir Sebesar 10%.

Dari grafik di atas diketahui kepadatan kering maksimum (ρ_d) sebesar 1,915 gram/cm³. Nilai kadar air optimal yang didapatkan sebesar 10,43 % dari berat total campuran.

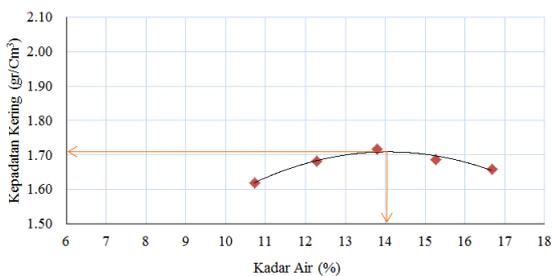
C. Pada variasi penggantian pasir dengan abu dasar sebesar 20% dengan perbandingan pasir : semen, 1 : 3, di dapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 4 Hubungan Kepadatan Kering Maksimum (ρ_d) Terhadap Kadar Air (%) Dengan Penggantian Pasir Sebesar 20%

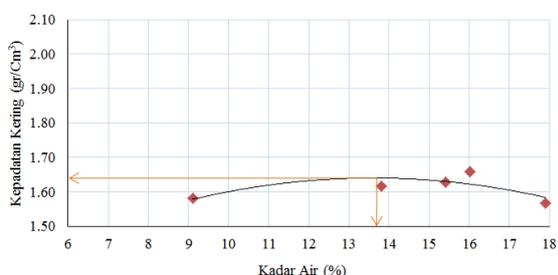
Dari grafik di atas diketahui kepadatan kering maksimum (ρ_d) sebesar 1,79 gram/cm³. Nilai kadar air optimal yang di dapatkan sebesar 11,08 % dari berat total campuran.

D. Pada variasi penggantian pasir dengan abu dasar sebesar 30% dengan perbandingan pasir:semen, 1:3, didapatkan data sebagai berikut:



Gambar 5 Hubungan Kepadatan Kering Maksimum (ρ_d) Terhadap Kadar Air (%) Dengan Penggantian Pasir Sebesar 30%

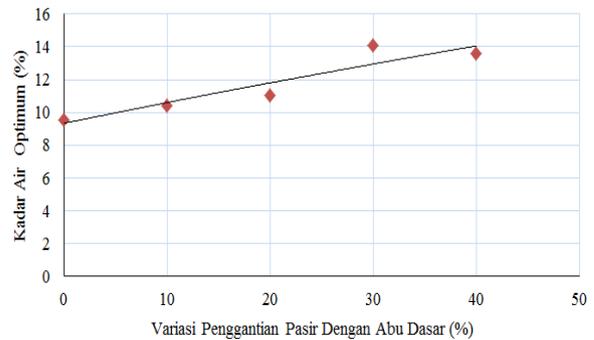
Dari grafik di atas diketahui kepadatan kering maksimum (ρ_d) sebesar 1,709 gram/cm³. Nilai kadar air optimal yang didapatkan sebesar 14,08 % dari berat total campuran.



Gambar 6 Hubungan Kepadatan Kering Maksimum (ρ_d) Terhadap Kadar Air (%) Dengan Penggantian Pasir Sebesar 40%

Dari grafik di atas diketahui kepadatan kering maksimum (ρ_d) sebesar 1.64

gram/cm³. Nilai kadar air optimal yang didapatkan sebesar 13,60% dari berat total campuran. Berikut adalah grafik hubungan antara variasi jumlah abu dasar dengan kadar air optimum yang dapat dilihat pada Gambar 7.

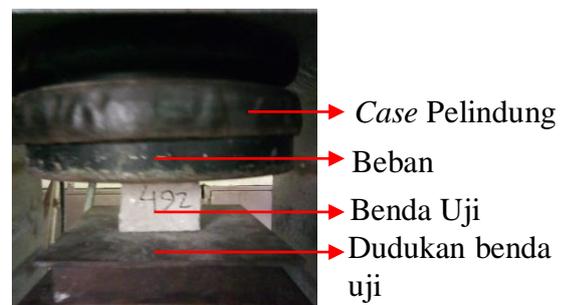


Gambar 7 Hubungan Kadar Air Optimum (%) Dengan Persentase Penggantian Pasir

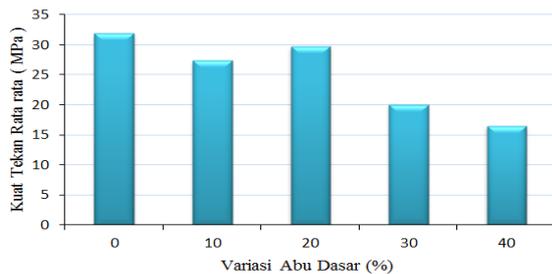
Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat trendline dari rata-rata nilai penyerapan semakin naik diikuti semakin besarnya persentase penggantian pasir dengan abu dasar.. Diketahui semakin besar penggantian pasir dengan abu dasar besar pula kadar air optimum campuran.

Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan didapat dari rata – rata sepuluh buah benda uji berbentuk kubus ukuran 60 × 60 × 60 mm. Kubus kubus tersebut diuji apda umur 28 hari, setelah melewati perawatan selama 26 hari dengan cara merendam kubus kubus tersebut di dalam air, lalu dikeluarkan untuk proses pemotongan selama 1hari dan didiamkan pada suhu ruangan selama 1 hari untuk proses pengujian kuat tekan. Untuk setup pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 8 :



Gambar 8 Setup Pengujian Kuat Tekan



Gambar 9 Hubungan Kuat Tekan (MPa) Dengan Variasi Abu Dasar (%)

peningkatan kuat tekan rata - rata dapat dilihat dari Gambar 9 pada persentase penggantian 10% dengan kuat tekan sebesar 27,3056 MPa meningkat menjadi 29,6111 MPa pada persentase 20%. Peningkatan ini dapat disebabkan oleh persentase penggantian pasir sebesar 20% merupakan persentase optimum pada penelitian ini dan didukung sifat pozzolan dari abu dasar.

Berdasarkan SNI-03-0691 Bata Beton *Paving Block*, tiap variasi campuran tersebut dapat diklasifikasikan mutunya berdasarkan kuat tekan yang dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Klasifikasi Mutu *Paving Block* Berdasarkan Kuat Tekan Dan Syarat Dari SNI 03-0691:1996

Persentase Abu Dasar	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Syarat (MPa)	Mutu <i>Paving Block</i>
0	31,8056	20	B
10	27,3056	20	B
20	29,6111	20	B
30	19,9722	15	C
40	16,4167	15	C

Peperapan Air

Penyerapan air didapat dari rata – rata pengujian lima buah benda uji berbentuk balok persegi dengan ukuran 200 × 100 × 60 mm. Hasil dari pengujian penyerapan air dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini

Tabel 5 Rata – Rata Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block*

Persentase abu dasar (%)	Penyerapan air rata rata (%)
0	5,7658
10	6,0037
20	5,8318
30	7,1629
40	7,4901

Dari data tersebut dapat dilihat semakin banyak pasir digantikan dengan abu dasar maka penyerapan air rata-rata dari *paving block* akan meningkat, namun pada penggantian pasir dengan abu dasar 20% memiliki penyerapan air yang lebih rendah dari variasi penggantian abu dasar lainnya. Hal ini dapat terjadi karena lebih baiknya gradasi campuran pada variasi penggantian pasir dengan abu dasar sebesar 20% dan dipengaruhi oleh nilai kepadatan yang dimiliki oleh variasi penggantian pasir dengan abu dasar sebesar 20%. Semakin baik gradasi sebuah campuran maka semakin kecil pori yang terdapat pada *paving block* tersebut.

Berdasarkan SNI-03-0691 Bata Beton *Paving Block*, tiap variasi campuran tersebut dapat diklasifikasikan mutunya berdasarkan nilai penyerapan *paving block* yang dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 6 Mengklasifikasikan *Paving Block* Berdasarkan Nilai Penyerapan

Persentase abu dasar	Penyerapan air rata rata (%)	Syarat (%)	Mutu <i>paving block</i>
0	5,7658	6	B
10	6,0037	6	B
20	5,8318	6	B
30	7,1629	8	C
40	7,4901	8	C

Setelah *paving block* diklasifikasi berdasarkan mutu penyerapan airnya, dapat dilihat variasi penggantian pasir dengan abu dasar sebesar 10%, 20%, 30% termasuk ke dalam mutu B, dan variasi 30%, dan 40% masuk kedalam mutu C. Hasil ini memenuhi standard SNI 03-0691-1996.

Pengujian Perendaman Na₂SO₄

Data hasil pengujian perendaman Na₂SO₄ berupa data berat *paving block* sebelum dan sesudah dilakukannya pengujian ini, dan mengamati tampak fisik dari tiap variasi pada tahap akhir proses pengujian. Adapun data hasil pengujian *paving block* dalam Na₂SO₄ dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Data Kehilangan Berat *Paving Block* Uji Perendaman Na₂SO₄

Variasi abu dasar (%)	Berat paving sebelum di uji (gr)		Berat setelah pengujian (gr)		Kehilangan berat (%)
	Uji 1	Uji 2	Uji 1	Uji 2	
	0	2777	2770	2775	
10	2377	2347	2342	2308	1,58
20	2532	2538	2497	2494	1,56
30	2592	2570	2504	2489	3,27
40	2255	2252	2229	2211	1,49

Berdasarkan data yang dikumpulkan dari hasil pengujian ini berat rerata yang hilang pada *paving block* setelah diuji besar dari 1 persen pada seluruh variasi penggantian pasir dengan abu dasar (*bottom ash*). *paving block* yang memiliki kehilangan berat lebih besar dari 1% dari berat awal atau memiliki retakan setelah dilakukannya pengujian di kategorikan cacat berdasarkan SNI 03-0691-1996.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Simpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Berdasarkan hasil uji kuat tekan pada *paving block* pada umur 28 hari, variasi yang memiliki kuat tekan tertinggi berada pada penggantian pasir dengan abu dasar (*bottom ash*) sebesar 20% dengan nilai kuat tekan 29,611 MPa. Variasi 20% memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dari variasi lainnya (10%, 30%, 40%) dan memenuhi syarat mutu B pada SNI 03-0691-1996 dengan nilai syarat kuat tekan rata-rata sebesar 20 MPa .

2. Berdasarkan hasil pengujian penyerapan air terhadap *paving block* dengan persentase penggantian pasir dengan abu dasar (*bottom ash*) sebesar 0%, 10%, dan 20% termasuk dalam mutu B dan *paving block* dengan penggantian pasir sebesar 30% dan 40% termasuk mutu C berdasarkan SNI-03-0691 Bata Beton *Paving block*.
3. Berdasarkan hasil pengujian perendaman Na₂SO₄ terhadap *paving block* dengan penggantian pasir dengan abu dasar 10%, 20%, 30%, 40%, berat yang hilang dari benda uji pada tiap variasi tersebut besar dari 1% dari berat mula mula. *Paving block* dari tiap variasi tersebut dikategorikan cacat menurut SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*paving block*), sedangkan *paving block* yang memiliki penggantian pasir dengan abu dasar 0% dikategorikan baik, hal ini menunjukkan *paving block* yang material pasirnya digantikan dengan abu dasar (*bottom ash*) rentan terhadap daerah yang mengandung sulfat.

Saran

Saran untuk penelitian ini yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan penggunaan semen dengan tipe yang berbeda, karena penelitian ini menggunakan semen PCC, yang karakteristiknya berbeda dengan tipe yang lain.
2. Agar kekuatan tekan *paving block* tidak dipengaruhi saat pemotongan, maka perlu diadakan penelitian lanjutan dengan membuat cetakan berbentuk kubus agar ukuran dari tiap kubus sama satu dengan yang lainnya.
3. Dalam penelitian ini, agregat yang digunakan adalah campuran dari pasir dan abu dasar (*bottom ash*). Perlu adanya pertimbangan untuk menggunakan material yang lain seperti pecahan batu dan

menggunakan semen PCC untuk memperoleh hasil yang berbeda.

4. Mesin cetak/Mesin *presspaving block* yang digunakan dalam penelitian ini belum memiliki standar yang mengatur, mesin yang digunakan merupakan mesin hasil rakitan dari pengusaha tempat *paving block* ini dicetak. Beban yang digunakan dalam pemadatan *paving block* bisa jadi berbeda – beda antara satu usaha dan yang lainnya, dan perlu adanya penelitian lanjutan dari perbedaan berat beban ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Firmanti, A, 2012, Analisis Pengembangan Unit Produksi Conblock Dan Paving Block Berbasis Limbah Batu Bara Dalam Rangka Mendukung Pembangunan Rumah Murah, Jurnal Pemukiman Vol. 7 No 1 Kementrian Perkerjaan Umum Badan Penelitian dan Pengembangan Pusat Litbang Permukiman.
- Gagandeep, 2017, Bottom Ash As Partial Sand Replacement In Concrete- A Review. International Journal Of Latest Resesearch In Engineering And Computing, Volume 5, Issue 2, 2017
- Nadig, R, 2015, Bottom Ash as Partial Sand Replacement in Concrete- A Review, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering Volume 12, Issue 2
- Kumar Dilip, 2014, Uses Of Bottom Ash In the Replacement of Fine Agregate For Making Concrete, International Journal of Current Engineering and Technology, Vol 4
- Kusuma, 2013, Pemanfaatan abu terbang (fly ash) sebagai bahan substitusi semen pada beton mutu normal. Skripsi Jurusan Teknik
- Pradita,S, 2013, Pemanfaatan Abu Dasar (*Bottom Ash*) Sebagai Bahan |Substitusi Pasir Pada Beton Mutu Normal. Skripsi Jurusan Teknik. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Qomaruddin, M, 2017, Pemanfaatan Limbah Bottom Ash Pengganti Agregat Halus Dengan Tambahan Kapur Pada Pembuatan Paving. Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Jepara:Universitas Tidar
- SNI 03-0691-1996, 1996, Bata Beton (*Paving Block*), Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 15-7064:2004, 2004, Semen Portland Komposit, Bandung: Badan Standarisasi Nasional
- SNI 1742:2008, 2008, Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah, Bandung: Badan Standarisasi Nasional.