

## PEMANFAATAN LIMBAH *BOTTOM ASH* SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN *PAVING BLOCK*

Zulmahdi Darwis<sup>1)</sup>, Soelarso<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup> Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Jenderal Sudirman Km.3 Cilegon 42435.

E-mail : [zulmahdi\\_d@yahoo.com](mailto:zulmahdi_d@yahoo.com), [soelarso@ft-untirta.ac.id](mailto:soelarso@ft-untirta.ac.id)

### ABSTRAK

Konstruksi perkerasan dengan *paving block* merupakan konstruksi ramah lingkungan, karena memiliki kemampuan untuk ditembus air hujan, sehingga tidak banyak mengganggu konservasi air tanah. Pengembangan kawasan-kawasan hunian lebih lanjut akan memacu meningkatnya kebutuhan bahan bangunan. Limbah padat industri khususnya limbah padat hasil pembakaran batu bara pada *boiler* yang dihasilkan PT. Styrindo Mono Indonesia seperti *bottom ash* yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, perlu dimanfaatkan agar mengatasi pencemaran tersebut, dengan digunakan sebagai bahan baku pembuatan *paving block*. *Bottom ash* pada penelitian ini sebagai bahan baku *paving block*, menggunakan perbandingan 1:4 dengan kondisi *bottom ash* terlebih dahulu dicuci dan dikeringkan dalam oven selama  $\pm 24$  jam. *Bottom ash* dicuci dan dikeringkan oleh cahaya matahari, lalu *bottom ash* dalam kondisi alami. Dengan komposisi *bottom ash* sebagai pengganti pasir, abu batu, *screening*, dan pengganti semua agregat. Jumlah benda uji sebanyak 180 buah *paving block* untuk pengujian kuat tekan dan 15 buah untuk pengujian penyerapan air dan pengujian densitas. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *bottom ash* sebagai bahan baku dapat meningkatkan kuat tekan pada perbandingan 1:4, baik *bottom ash* dengan kondisi dicuci lalu dikeringkan dalam oven selama  $\pm 24$  jam, dicuci lalu dikeringkan oleh cahaya matahari maupun *bottom ash* alami tanpa dicuci dan dikeringkan, masuk dalam mutu B (SNI 03-0691-1996). Hasil kuat tekan *paving block* tertinggi didapat pada komposisi C2 yaitu 1BA:2AB:1SC dengan kondisi *bottom ash* alami, sebesar 28.75 Mpa pada umur 56 hari. Hasil pengujian penyerapan air menunjukkan bahwa penggunaan *bottom ash* pada komposisi A4 yaitu 1AH:2AB:1BA dan komposisi C2 yaitu 1BA:2AB:1SC, menghasilkan lebih baik dengan mutu B (SNI 03-0691-1996) yaitu sebesar 5.6 % untuk komposisi A4 dan 4.8 % untuk komposisi C2.

**Kata Kunci:** *Paving Block*, Kuat Tekan, Penyerapan Air.

### ABSTRACT

*The construction with paving block pavement construction is environmentally friendly, because it has the ability to penetrate the rain, so it does not much bother conservation groundwater. The development of residential areas further would spur the growing need for building materials. Especially industrial solid waste solid waste combustion of coal in boiler produced by PT. Styrindo Mono Indonesia such as bottom ash which can cause environmental pollution, should be used to tackle pollution, used as raw material for the manufacture of paving blocks. Bottom ash on this research as a raw material paving blocks, using a 1:4 ratio with first condition of bottom ash washed and dried in an oven for  $\pm 24$  hours. Bottom ash is washed and dried by the sun, and bottom ash under natural conditions. With the composition of bottom ash as a substitute for sand, stone ash, screening, and substitute all aggregates. 180 pieces of paving blocks used as specimens for compressive strength testing and 15 pieces for testing water absorption and density testing. Based on these results it can be concluded that the bottom ash as a raw material can increase the compressive strength at 1:4 ratio, both bottom ash with the condition are washed and dried in an oven for  $\pm 24$  hours, washed and dried by the sun and naturally without bottom ash washed and dried, in the quality of B (SNI 03-0691-1996). The results of the highest compressive strength of paving block C2 is obtained on the composition 1BA: 2AB: 1SC with the natural conditions of bottom ash, amounting to 28.75 MPa at the age of 56 days. The test results showed that the use of water penyerapan bottom ash on the composition of the A4 1AH: 2AB: 1BA and the composition C2 1BA: 2AB: 1SC, obtain better quality B (SNI 03-0691-1996) is equal to 5.6% for A4 and composition 4.8% for the composition C2.*

**Keywords:** *Paving Block*, *Compressive Strength*, *Water Absorption*.

### 1. PENDAHULUAN

Konstruksi perkerasan dengan *paving block* merupakan konstruksi ramah lingkungan, dikatakan ramah lingkungan

karena memiliki kemampuan untuk ditembus air hujan, sehingga tidak banyak mengganggu konservasi air tanah. Pertumbuhan penduduk yang sangat tinggi berakibat pada tingginya

kebutuhan akan sarana hunian. Pengembangan kawasan-kawasan hunian lebih lanjut akan memacu meningkatnya kebutuhan bahan bangunan. Bahan-bahan tersebut harus disediakan dalam jumlah besar dari alam maupun buatan. Salah satu cara untuk mengatasi permintaan kebutuhan bahan bangunan tersebut adalah dengan cara meningkatkan pemberdayaan sumber daya lokal yang berada di lingkungan kita. Pemberdayaan sumber daya lokal dapat berupa pemanfaatan sampah maupun limbah.

Selama ini pemanfaatan limbah padat industri khususnya limbah padat PT. Styrimdo Mono Indonesia yang terletak di puloampel serang, propinsi banten belum optimal. PT.SMI menguasai 80% pangsa pasar styrene monomers di dalam negeri dan juga salah satu pabrik yang berperan besar dipasar ekspor Cina dan Asia Tenggara. Kesuksesan PT.SMI dalam memproduksi *styrene monomers* menjadi biji plastik (*polimer*) bisa mencapai 1000 ton/hari yang diikuti produk samping berupa limbah padat sisa hasil pembakaran batubara pada boiler seperti *fly ash* dan *bottom ash* sebesar 80% *fly ash* dan 20% *bottom ash* yang dapat menimbulkan pencemaran.

Perlunya penanganan limbah agar dapat mengatasi pencemaran tersebut, dengan pemanfaatan limbah *bottom ash* sebagai bahan bangunan *paving block* merupakan salah satu alternatif yang dapat di aplikasikan. Keuntungan dari pemanfaatan ini adalah dapat mengatasi permasalahan pembuangan limbah padat *Bottom Ash* dan untuk terciptanya lingkungan yang bebas dari pencemaran sisa pembakaran batubara pada boiler.

**2. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada penelitian ini digunakan bahan pembentuk *paving block* yaitu Semen Tipe I, Pasir dari Rangkas Bitung, Abu batu dari Bojonegara, *Screeing* dari Bojonegara, *Bottom ash* dari PT. Styrimdo Mono Indonesia, dan air yang digunakan adalah air dari instalasi air bersih dilokasi penelitian.

Jumlah masing-masing benda uji pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari sebanyak 3 buah. Untuk sampel pada benda uji dengan penggunaan *bottom ash* yang telah dicuci lalu dimasukan dalam oven selama 24 jam sebanyak 60 buah. Benda uji dengan penggunaan *bottom ash* yang dicuci lalu

dikeringkan oleh cahaya matahari sebanyak 60 buah. Penggunaan *bottom ash* alami tanpa di cuci dan dikeringkan sebanyak 60 buah. Variasi penggunaan *bottom ash* dalam pembuatan benda uji *paving block* terdapat pada tabel 1, 2 dan 3. Jumlah seluruh sampel benda uji adalah 180 buah untuk pengujian kuat tekan *paving block*, dan 1 buah benda uji dari tiap tipe *paving block* untuk pengujian penyerapan air.

Tabel 1. Mix Design Dengan *Bottom Ash* yang Telah dicuci dan Dikeringkan Dalam Oven Selama ±24 Jam.

| Tipe            | PC | Air | Agregat |     |     | Jumlah Benda Uji |
|-----------------|----|-----|---------|-----|-----|------------------|
| 20x10x6 cm      | 1  | 0,5 | 4       |     |     |                  |
| A1              | 1  | 0,5 | 1AH     | 2AB | 1SC | 12               |
| A2              | 1  | 0,5 | 1BA     | 2AB | 1SC | 12               |
| A3              | 1  | 0,5 | 1AH     | 2BA | 1SC | 12               |
| A4              | 1  | 0,5 | 1AH     | 2AB | 1BA | 12               |
| A5              | 1  | 0,5 | 1BA     | 2BA | 1BA | 12               |
| Total Benda Uji |    |     |         |     |     | 60               |

Tabel 2. Mix Design Dengan *Bottom Ash* yang Telah dicuci dan Dikeringkan Oleh Cahaya Matahari.

| Tipe            | PC | Air | Agregat |     |     | Jumlah Benda Uji |
|-----------------|----|-----|---------|-----|-----|------------------|
| 20x10x6 cm      | 1  | 0,5 | 4       |     |     |                  |
| B1              | 1  | 0,5 | 1AH     | 2AB | 1SC | 12               |
| B2              | 1  | 0,5 | 1BA     | 2AB | 1SC | 12               |
| B3              | 1  | 0,5 | 1AH     | 2BA | 1SC | 12               |
| B4              | 1  | 0,5 | 1AH     | 2AB | 1BA | 12               |
| B5              | 1  | 0,5 | 1BA     | 2BA | 1BA | 12               |
| Total Benda Uji |    |     |         |     |     | 60               |

Tabel 3. Mix Design Dengan *Bottom Ash* Alami, Tanpa Dicuci dan Dikeringkan.

| Tipe            | PC | Air | Agregat |     |     | Jumlah Benda Uji |
|-----------------|----|-----|---------|-----|-----|------------------|
| 20x10x6 cm      | 1  | 0,5 | 4       |     |     |                  |
| C1              | 1  | 0,5 | 1AH     | 2AB | 1SC | 12               |
| C2              | 1  | 0,5 | 1BA     | 2AB | 1SC | 12               |
| C3              | 1  | 0,5 | 1AH     | 2BA | 1SC | 12               |
| C4              | 1  | 0,5 | 1AH     | 2AB | 1BA | 12               |
| C5              | 1  | 0,5 | 1BA     | 2BA | 1BA | 12               |
| Total Benda Uji |    |     |         |     |     | 60               |

Ket : AH = Agregat Halus  
 AB = Abu Batu  
 SC = *Screeing* (Kerikil Kecil)  
 BA = *Bottom Ash*

Pengujian kuat tekan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (SNI-03-0691-1996).

$$f'c = \frac{P}{A} \dots(1)$$

Dimana :

$f'_c$  = Kuat Tekan (N/mm<sup>2</sup>)

P = Beban Tekan (N)

A = Luas Bidang Tekan (mm<sup>2</sup>)



Gambar 1. Alat *Compression Testing Machine*

Pengujian penyerapan air *paving block* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana :

A = Berat *paving block* basah (gr)

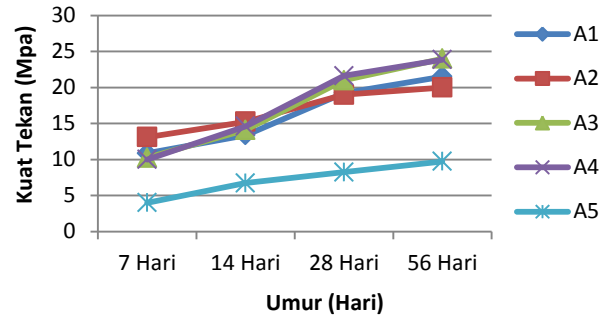
B = Berat *paving block* kering (gr)



Gambar 2. Alat Pengujian Penyerapan Air

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* tipe A, pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari dengan bahan baku *bottom ash* yang telah dicuci dan dikeringkan dalam oven selama ±24 jam, dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Tipe A

Gambar 3 diatas, menunjukkan pengaruh penggunaan *bottom ash* yang telah dicuci dan dikeringkan dalam oven selama ±24 jam, menghasilkan kuat tekan pada umur 7 hari yaitu sebesar 10.875 Mpa untuk *paving block* normal (A1). Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe A2 sebesar 13.125 Mpa. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata *paving block* tipe A3 didapat 10.25 Mpa. Tidak berbeda jauh dengan hasil kuat tekan tipe A4 yaitu sebesar 10 Mpa, Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe A5 sebesar 4 Mpa.

*Paving block* tipe A umur 14 hari, didapat hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal (A1) sebesar 13.375 Mpa. Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe A2 sebesar 15.25 Mpa. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* tipe A3 didapat 14.125 Mpa dan kuat tekan *paving block* tipe A4 yaitu sebesar 14.625 Mpa, Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe A5 sebesar 6.75 Mpa.

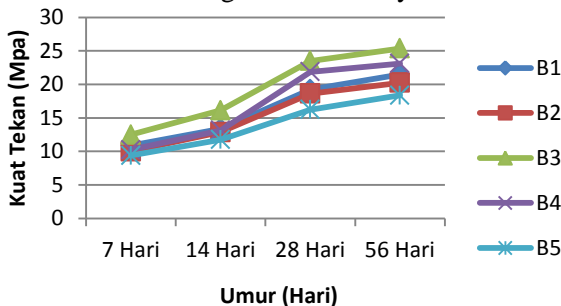
*Paving block* tipe A umur 28 hari, didapat hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal (A1) sebesar 19.25 Mpa. Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe A4 sebesar 21.875 Mpa, masuk ke dalam mutu B yang diperuntukan untuk pelataran parkir (SNI-03-0691-1996). Hasil pengujian kuat tekan rata-rata *paving block* tipe A2 didapat 19 Mpa dan hasil kuat tekan *paving block* tipe A3 yaitu sebesar 21 Mpa, masuk ke dalam mutu B yang diperuntukan untuk pelataran parkir (SNI-03-0691-1996), Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe A5 sebesar 8.25 Mpa, tidak masuk mutu (SNI-03-0691-1996).

*Paving block* tipe A umur 56 hari diatas, didapat hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal (A1) sebesar 21.5 Mpa. Kuat tekan

terbesar terjadi pada *paving block* tipe A3 sebesar 24 Mpa, masuk ke dalam mutu B yang dapat digunakan sebagai pelataran parkir (SNI-03-0691-1996). Hasil pengujian kuat tekan rata-rata *paving block* tipe A2 didapat 20 Mpa, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996) dan hasil kuat tekan *paving block* tipe A4 yaitu sebesar 23.875 Mpa, masuk ke dalam mutu B, yang diperuntukan untuk pelataran parkir (SNI-03-0691-1996), Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe A5 sebesar 9.75 Mpa, dengan komposisi 1BA:2BA:1BA pada bahan baku *bottom ash* yang telah dicuci dan dikeringkan dalam oven selama ±24 jam sebagai bahan pengganti pasir, *screening* dan abu batu, masuk dalam mutu D, yang dapat digunakan sebagai jalan taman (SNI-03-0691-1996).

Hasil pengujian kuat tekan pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari menunjukkan peningkatan kuat tekan keseluruhan baik *paving block* normal maupun *paving block* yang bahan bakunya diganti *bottom ash* yang telah dicuci dan dikeringkan dalam oven selama ±24 jam. Peningkatan nilai kuat tekan *paving block* setiap umur rencana tersebut tidak seragam, menunjukkan nilai kuat tekan yang berbeda. Nilai kuat tekan terbesar didapat pada *paving block* tipe A3 dengan komposisi 1AH:2BA:1SC yaitu penggunaan *bottom ash* yang telah dicuci lalu dikeringkan dalam oven selama ±24 jam sebagai pengganti abu batu dengan nilai kuat tekan 24 Mpa pada umur 56 hari.

B. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* tipe B, pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari dengan bahan baku *bottom ash* yang telah dicuci dan dikeringkan oleh cahaya matahari.



Gambar 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Tipe B

Gambar 4 diatas, menunjukkan hasil kuat tekan *paving block* tipe B umur 7 hari, didapat hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal

(B1) sebesar 10.875 Mpa. untuk hasil pengujian kuat tekan *paving block* tipe B2 sebesar 10 Mpa. Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe B3 sebesar 12.5 Mpa, Hasil pengujian kuat tekan rata-rata *paving block* tipe B4 didapat 10.25 Mpa, Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe B5 sebesar 9.375 Mpa.

*Paving block* tipe B umur 14 hari dengan bahan baku *bottom ash* yang telah dicuci dan dikeringkan oleh cahaya matahari, didapat hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal (B1) sebesar 13.375 Mpa. Untuk hasil pengujian kuat tekan *paving block* tipe B2 sebesar 12.875 Mpa. Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe B3 sebesar 16.125 Mpa. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata *paving block* tipe B4 didapat 13.125 Mpa, Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe B5 sebesar 11.75 Mpa, dengan komposisi bahan baku *bottom ash* yang telah dicuci dan dikeringkan oleh cahaya matahari selama ±11 jam sebagai pengganti pasir, *screening* dan abu batu.

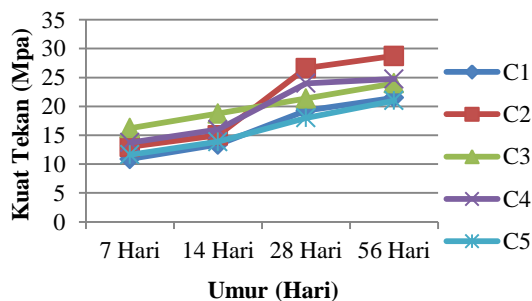
*Paving block* tipe B umur 28 hari dengan bahan baku *bottom ash* yang telah dicuci dan dikeringkan oleh cahaya matahari, didapat hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal (B1) sebesar 19.25 Mpa masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996). Hasil pengujian kuat tekan *paving block* tipe B2 sebesar 18.625 Mpa, diperuntukan untuk pelataran parkir, masuk dalam mutu B (SNI-03-0691-1996). Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe B3 sebesar 23.5 Mpa, masuk ke dalam mutu B yang diperuntukan untuk pelataran parkir (SNI-03-0691-1996). Hasil pengujian kuat tekan rata-rata *paving block* tipe B4 didapat 21.875 Mpa. Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe B5 sebesar 16.25 Mpa, masuk ke dalam mutu C (SNI-03-0691-1996).

*Paving block* tipe B umur 56 hari dengan bahan baku *bottom ash* yang telah dicuci dan dikeringkan oleh cahaya matahari, didapat hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal (B1) sebesar 21.5 Mpa masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996). Untuk hasil pengujian kuat tekan *paving block* tipe B2 sebesar 20.25 Mpa, diperuntukan untuk pelataran parkir, masuk dalam mutu B (SNI-03-0691-1996). Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe B3 sebesar 25.375 Mpa, masuk ke dalam mutu B yang diperuntukan untuk pelataran

parkir (SNI-03-0691-1996). Hasil pengujian kuat tekan rata-rata *paving block* tipe B4 didapat 23.125 Mpa. Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe B5 sebesar 18.375 Mpa, dengan komposisi bahan baku *bottom ash* yang telah dicuci dan dikeringkan oleh cahaya matahari selama  $\pm 11$  jam sebagai pengganti pasir, *screening* dan abu batu, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996).

Hasil pengujian kuat tekan pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari menunjukkan peningkatan kuat tekan keseluruhan baik *paving block* normal maupun *paving block* yang bahan bakunya diganti *bottom ash*. Peningkatan nilai kuat tekan *paving block* setiap umur rencana tersebut tidak seragam, menunjukkan nilai kuat tekan yang berbeda. Nilai kuat tekan terbesar didapat pada tipe B3 dengan komposisi 1AH:2BA:1SC yaitu penggunaan *bottom ash* yang telah dicuci lalu dikeringkan oleh cahaya matahari selama  $\pm 11$  jam, sebagai pengganti abu batu dengan nilai kuat tekan 25.375 Mpa pada umur 56 hari.

C. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* tipe C, dengan bahan baku *bottom ash* alami, tanpa dicuci dan dikeringkan terlebih dahulu.



Gambar 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Tipe C

Gambar 4 diatas, menunjukkan hasil kuat tekan *paving block* tipe C umur 7 hari dengan bahan baku *bottom ash* alami didapat hasil kuat tekan rata-rata *paving block* tipe C2 sebesar 13.875 Mpa. Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe C3 sebesar 16.25 Mpa, hasil pengujian kuat tekan C4 didapat 13.75 Mpa. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* tipe C5 didapat 11.625 Mpa, dengan komposisi bahan baku *bottom ash* alami sebagai pengganti pasir, abu batu dan *screening*. Kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* normal (C1) sebesar 10.875

Mpa, tanpa menggunakan bahan baku *bottom ash*.

*Paving block* tipe C umur 14 hari dengan bahan baku *bottom ash* alami didapat hasil kuat tekan rata-rata *paving block* tipe C2 sebesar 15 Mpa. Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe C3 sebesar 18.75 Mpa, dengan komposisi *bottom ash* sebagai pengganti abu batu. Hasil pengujian kuat tekan C4 didapat sebesar 16 Mpa, untuk *paving block* tipe C5 sebesar 13.875 Mpa. Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* normal (C1) sebesar 13.375 Mpa.

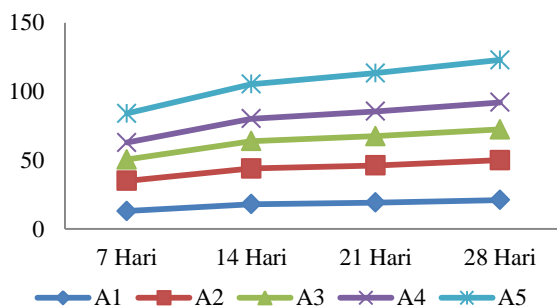
*Paving block* tipe C umur 28 hari dengan bahan baku *bottom ash* alami didapat hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal tipe C1 sebesar 19.25 Mpa, diperuntukan untuk pelataran parkir, masuk dalam mutu C (SNI-03-0691-1996). Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe C2 sebesar 26,625 Mpa, dengan komposisi *bottom ash* sebagai pengganti abu batu. masuk ke dalam mutu B, yang diperuntukan untuk pelataran parkir (SNI-03-0691-1996). Hasil pengujian kuat tekan C3 sebesar 21.375 Mpa, masuk ke dalam mutu C (SNI-03-0691-1996). Hasil pengujian kuat tekan rata-rata *paving block* tipe C4 didapat sebesar 24 Mpa, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996). Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* normal C5 sebesar 18 Mpa, masuk ke dalam mutu C (SNI-03-0691-1996). dengan komposisi *bottom ash* alami yang tanpa dicuci dan dikeringkan sebagai pengganti pasir, *screening* dan abu batu.

*paving block* tipe C umur 56 hari dengan bahan baku *bottom ash* alami didapat hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal tipe C1 sebesar 21.5 Mpa, yang diperuntukan untuk pelataran parkir, masuk dalam mutu B (SNI-03-0691-1996). Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe C2 sebesar 28.75 Mpa, dengan komposisi *bottom ash* sebagai pengganti abu batu. masuk ke dalam mutu B, yang diperuntukan untuk pelataran parkir (SNI-03-0691-1996). Untuk hasil pengujian kuat tekan *paving block* tipe C3 sebesar 24 Mpa, masuk ke dalam mutu C (SNI-03-0691-1996). Hasil pengujian kuat tekan rata-rata *paving block* tipe C4 didapat sebesar 23 Mpa, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996). Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* normal C5

sebesar 21 Mpa, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996).

Hasil pengujian kuat tekan pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari, menunjukkan peningkatan kuat tekan keseluruhan baik *paving block* normal maupun *paving block* yang bahan bakunya diganti *bottom ash*. Peningkatan nilai kuat tekan *paving block* setiap umur rencana tersebut tidak seragam, menunjukkan nilai kuat tekan yang berbeda. Nilai kuat tekan terbesar didapat pada tipe C2 dengan komposisi 1BA:2BA:1SC yaitu penggunaan *bottom ash* alami yang tanpa dicuci dan dikeringkan terlebih dahulu, sebagai pengganti agregat halus (pasir) dengan nilai kuat tekan 28.75 Mpa pada umur 56 hari.

Sebagai perbandingan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wili Bakhtiar dengan judul pemanfaatan *steel slag* untuk bahan baku pembuatan *paving block*, dengan menggunakan volume air 0.5 dari berat air semen, didapat nilai kuat tekan dengan umur 28 hari pada gambar 6, dibawah ini:



Gambar 6. Hasil Kuat Tekan *Paving Block* Tipe A

Dilihat pada gambar 3 dan gambar 6 diatas, perbandingan kuat tekan yang dihasilkan. Pada komposisi *paving block* normal (A1), nilai kuat tekan pada penelitian Wili Bakhtiar lebih besar walaupun tidak berbeda jauh dengan hasil kuat tekan *paving block* normal dalam penelitian saya. Itu dikarenakan beberapa faktor, antara lain faktor cuaca, mutu bahan dan proses pengadukan yang lebih baik (*homogen*). Perbandingan yang sangat berbeda jauh terdapat pada nilai kuat tekan *paving block* tipe A5, dalam penelitian Wili Bakhtiar menghasilkan kuat tekan terbesar yaitu 30.83 Mpa. berbeda jauh dengan hasil kuat tekan *paving block* tipe A5 dalam penelitian saya yaitu sebesar 9.75 Mpa. itu dikarenakan

penggunaan bahan baku/limbah sebagai bahan pembentuk *paving block* yang berbeda pada *paving block* tipe A5 dan penggunaan *bottom ash* pada *paving block* tipe A5 sebagai pengganti agregat pasir, *screening* dan abu batu dapat menurunkan kuat tekan, sebagai perbandingan pada penelitian (M. Hadyan et. al, 2005) studi eksperimentasi (*respon*) substitusi pasir dengan *bottom ash* pada beton konvensional, bahwa kuat tekan beton pada kadar *bottom ash* 25% merupakan nilai kuat tekan maksimum.

Pada penelitian ini menggunakan analisis ANOVA untuk mengetahui perbedaan nilai kuat tekan antara *paving block* tipe A, *paving block* tipe B dan *paving block* tipe C. Hasil analisis ANOVA (*Analysis of Variances*) menggunakan program SPSS pada *paving block* A5, B5 dan C5, didapat hasil perbandingan seperti pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Analisis ANOVA (*Analysis of Variances*) Pada *Paving Block* Tipe A, B dan C.

|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F     | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 569.224        | 14 | 40.659      | 1.521 | .143 |
| Within Groups  | 1203.281       | 45 | 26.740      |       |      |
| Total          | 1772.505       | 59 |             |       |      |

D. Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block*.

Tabel 5. Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block*

| Tipe A |                    |      |
|--------|--------------------|------|
| Tipe   | Penyerapan Air (%) | Mutu |
| A1     | 7.3 %              | C    |
| A2     | 8.7 %              | D    |
| A3     | 7.5 %              | C    |
| A4     | 5.6 %              | B    |
| A5     | 10.5 %             | D    |

Dari tabel 5 diatas, hasil pengujian penyerapan air *paving block* normal A1 didapat sebesar 7.3 %, masuk kedalam mutu C (SNI 03-0691-1996). Nilai penyerapan air terbesar terjadi pada *paving block* tipe A5 yaitu sebesar 10.5 %, masuk ke dalam mutu D (SNI 03-0691-1996). Sedangkan nilai penyerapan air terkecil terjadi pada *paving block* tipe A4 sebesar 5.6 % masuk ke dalam mutu B (SNI 03-0691-1996).

Tabel 6. Hasil Pengujian Penyerapan Air  
*Paving Block*

| Tipe B |                    |      |
|--------|--------------------|------|
| Tipe   | Penyerapan Air (%) | Mutu |
| B1     | 7.3 %              | C    |
| B2     | 8.3 %              | D    |
| B3     | 7.8 %              | C    |
| B4     | 9.6 %              | D    |
| B5     | 13.7 %             | D    |

Dari tabel 6 diatas, hasil pengujian penyerapan air *paving block* normal B1 didapat sebesar 7.3 %, masuk kedalam mutu C (SNI 03-0691-1996). Nilai penyerapan air terbesar terjadi pada *paving block* tipe B5 yaitu sebesar 13.7 %, masuk ke dalam mutu D (SNI 03-0691-1996). Sedangkan nilai penyerapan air terkecil terjadi pada *paving block* tipe B3 sebesar 7.8 % masuk ke dalam mutu C (SNI 03-0691-1996).

Tabel 7. Hasil Pengujian Penyerapan Air  
*Paving Block*

| Tipe C |                    |      |
|--------|--------------------|------|
| Tipe   | Penyerapan Air (%) | Mutu |
| C1     | 7.3 %              | C    |
| C2     | 4.8 %              | B    |
| C3     | 7.6 %              | C    |
| C4     | 7.2 %              | C    |
| C5     | 9.1 %              | D    |

Dari tabel 7 diatas, hasil pengujian penyerapan air *paving block* normal C1 didapat sebesar 7.3 %, masuk kedalam mutu C (SNI 03-0691-1996). Nilai penyerapan air terbesar terjadi pada *paving block* tipe C5 yaitu sebesar 9.1 %, masuk ke dalam mutu D (SNI 03-0691-1996). Sedangkan nilai penyerapan air terkecil terjadi pada *paving block* tipe C2 sebesar 4.8 % masuk ke dalam mutu B (SNI 03-0691-1996).

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Pengaruh penggunaan *bottom ash* sebagai bahan baku pembuatan *paving block*, baik pada kondisi dicuci lalu dikeringkan dalam oven selama  $\pm 24$  jam, dicuci lalu dikeringkan oleh cahaya matahari, maupun *bottom ash* alami, dapat meningkatkan kuat tekan pada tiap tipe *paving block*. Untuk *paving block* tipe A3, A4, B3, B4, C2, C3 dan C4 dapat meningkatkan kuat tekan setiap umur rencana dari *paving block* normal (A1), (B1) dan (C1). Sedangkan pada *paving block* tipe A2, A5, B2, B5 dan C5 mengalami

penurunan kuat tekan dari *paving block* normal.

Penggunaan *bottom ash* yang telah dicuci dan dikeringkan dalam oven selama  $\pm 24$  jam, menghasilkan komposisi terbaik pada *paving block* tipe A3 yaitu sebagai pengganti abu batu, didapat nilai kuat tekan maksimum sebesar 24 Mpa pada umur 56 hari, masuk dalam mutu B (SNI 03-0691-1996). Penggunaan *bottom ash* yang telah dicuci dan dikeringkan oleh cahaya matahari, didapat komposisi terbaik pada *paving block* tipe B3 yaitu sebagai pengganti abu batu, menghasilkan kuat tekan maksimum sebesar 25 Mpa pada umur 56 hari, masuk dalam mutu B (SNI 03-0691-1996), serta penggunaan *bottom ash* alami menghasilkan komposisi terbaik pada *paving block* tipe C2 yaitu sebagai pengganti pasir, didapat nilai kuat tekan maksimum sebesar 28.75 Mpa pada umur 56 hari, masuk dalam mutu B (SNI 03-0691-1996).

Untuk pengujian penyerapan air *paving block*, baik *bottom ash* yang telah dicuci dan dikeringkan maupun yang alami, didapat nilai penyerapan air terbaik pada *paving block* tipe A4 dengan komposisi 1AH:2AB:1BA yaitu sebesar 5.6 % dan *paving block* tipe C2 dengan komposisi 1BA:2AB:1SC sebesar 4.6 %, masuk dalam mutu B (SNI 03-0691-1996).

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan penyerapan air *paving block* yang menunjukkan peningkatan, maka *bottom ash* dapat digunakan untuk bahan baku pembuatan *paving block*.

Sebagai saran, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aspek lingkungan hidup apakah *bottom ash* setelah dibuat menjadi *paving block* masih berbahaya atau tidak dan dikaji studi kelayakannya agar dapat diterapkan dalam skala industri kecil dan menengah.

Perlu diadakan penelitian secara kimia untuk mengetahui reaksi atau pengaruh penggunaan *bottom ash* terhadap semen dan pengaruhnya dalam jangka panjang terutama pada kuat tekan *paving block*.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

Dian Aribowo, pengaruh pemberian *pressing* pada pembuatan *Paving block* berbahan *fine coarse* agregat (fca) Terhadap ketahanan aus (abrasi) *paving block*,

- universitas muhammadiyah malang Fakultas teknik jurusan teknik sipil.2009.
- Endah Safitri, Djumari, Kajian teknis dan ekonomis pemanfaatan limbah Batu bara (*fly ash*) pada produksi *paving block*, UNS Surakarta.2009.
- Ferriyal, Pemnfaatan bubuk marmer hasil olahan industry batu marmer untuk bahan campuran pembuatan *paving block* sebagai upaya minimalisasi limbah, Universitas Diponegoro Semarang.2005.
- Hartono. (2008). SPSS 16.0 Analisis Data Statistika dan Penelitian (edisi 2). Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Hendri Faisal, Pemanfaatan Limbah Abu Terbang (*Fly Ash*), Abu Dasar (*Bottom Ash*) Batubara dan Limbah Padat (*Sludge*) Industri Karet Sebagai Bahan Campuran Pada Pembuatan Batako. Universitas Sumatra Utara.2011
- Ida Nurmawati. Pemanfaatan limbah industri penggergajian kayu sebagai bahan substitusi pembuatan *paving block*, Universitas negeri semarang, 2006.
- J. Nowak, Alliant Energi, Coal Combustion Products Manager – Western Region.(2004)
- Muhamad Ari Ayatullah, Pemanfaatan *Sludge Scale* Sebagai Bahan Baku Pembuatan *Paving block*, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon.2011
- Ngk, Made Anom Wiryasa, Pemanfaatan lumpur lapindo sebagai bahan substitusi semen pada pembuatan *paving block*, jurnal ilmiah teknik sipil januari.2008.
- Indriani Santoso, et. al. Pengaruh Penggunaan *Bottom Ash* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Kristen Petra, September.2003.
- Samijo, Pembuatan *paving block* Dengan menggunakan limbah abu boiler Pks gunung bayu sebagai bahan pengisi dengan perekat alternatif limbah *fly ash* pltu sibolga, Fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam Universitas sumatera utara Medan.2010.
- Singgih Santoso. (2011). Mastering SPSS 19. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- SK SNI T – 04 – 1990 – F , Tata Cara Pemasangan Block Beton Terkunci Untuk Permukaan Jalan.
- SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*).
- Sri Subekti, Budi Wibowo, Pemanfaatan Sludge Fly Ash untuk pembuatan paving block. Institut Teknologi Sepuluh November.2009.
- Tiambun Roswati, Pembuatan paving block berbasis semen polimer dengan limbah padat grit sebagai substitusi pasir dan perekat polyvinyl alcohol (PVA). Universitas Sumatera Utara, Medan.2009.
- Wili Bakhtiar Pemanfaatan *Steel Slag* Untuk Bahan Baku Pembuatan *Paving block*, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon.2012.