

## FLY ASH SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN PADA PAVING BLOCK TERHADAP PENGUJIAN KUAT TEKAN DAN DAYA SERAP AIR DENGAN PENEKANAN MENGGUNAKAN DESAK PYRAMID

Aliem Sudjatmiko<sup>1\*</sup> Hanin Kholis R<sup>2</sup>

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan. Kartasura

\*Email :as155@ums.ac.id

### Abstrak

*Paving block merupakan bahan dari semen pasir yang dalam proses pembuatannya diberikan tekanan awal sebagai upaya pemadatan, selain itu proses perawatan berupa perendaman dengan maksud menyempurnakan proses kimia antara air dan semen. Paving block merupakan produk alternatif untuk penutup tanah bisa sebagai jalan/ halaman. Fleksibilitas pemanfaatan paving blok merupakan nilai lebih karena mudah dipasang sesuai konfigurasi dari pengguna serta memerlukan dasaran tumpuan yg sesuai dengan penggunaan fungsi penutupan bidang dengan paving tersebut, keberadaan paving block banyak dijadikan sebagai lapisan permukaan pada jalan, perumahan, trotoar, lahan parkir, taman, dan berbagai pemanfaatan lainnya. Bahan pembuatan paving terdiri dari semen, pasir, air dan penelitian ini ada penambahan fly ash sebagai substitusi semen sesuai perhitungan yang sudah direncanakan. Untuk menghasilkan paving block dengan kuat tekan yang tinggi ditambahkan dengan fly ash. Fly ash mempunyai komponen kimia yg mirip dengan semen dan didapatkan dari sisa pembakaran batubara. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan, daya serap air dan kuat lentur dari berbagai variasi campuran fly ash. Penambahan fly ash dalam campuran paving block sebesar 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 % dari berat semen. Paving block dengan ukuran 20cmx10cmx10cm sebanyak 96 buah. Metode pembuatan paving block dengan dua variasi yaitu metode desak normal dan metode desak pyramid. Penelitian ini menggunakan komposisi campuran 1:6 untuk berat semen dan pasir. Hasil dari penelitian kuat tekan rata-rata optimum paving block metode normal dan paving block metode desak pyramid yaitu 25,750 MPa dan 27,850 MPa pada campuran fly ash sebanyak 10 %. Persentase penyerapan air minimum paving block metode normal dan paving block metode desak pyramid yaitu dan 6,573 % dan 6,158 % pada campuran fly ash sebanyak 10 %. Nilai kuat lentur optimum paving block metode normal dan paving block metode desak pyramid yaitu 9,581 MPa dan 10,248 MPa pada campuran fly ash sebanyak 10 %.*

**Kata kunci:** Paving Block, Fly Ash, Metode Normal, Metode Desak Pyramid

### Abstract

*Paving blocks are materials made from sand-cement which in the manufacturing process are given initial pressure as an effort to compact, besides that the curing process is in the form of soaking with the intention of perfecting the chemical process between water and cement. Paving blocks are an alternative product for ground cover which can be used as roads/yards. The flexibility of using paving blocks is an added value because they are easy to install according to the configuration of the user and require a support base that is in accordance with the use of the paving block function. The presence of paving blocks is widely used as a surface layer on roads, housing, sidewalks, parking lots, parks and various other uses. The materials for making paving consist of cement, sand, water and in this study there was the addition of fly ash as a cement substitute according to the planned calculations. To produce paving blocks with high compressive strength, fly ash is added. Fly ash has chemical components similar to cement and is obtained from the remaining coal combustion. This research was conducted to determine the value of compressive strength, water absorption and flexural strength of*

*various variations of fly ash mixtures. The addition of fly ash in the paving block mixture is 0%, 5%, 10% and 15% by weight of cement. Paving blocks with a size of 20cmx10cmx10cm totaling 96 pieces. The method of making paving blocks with two variations, namely the normal pressing method and the pyramid pressing method. This study used a 1:6 mixture composition for the weight of cement and sand. The results of the research on the optimum compressive strength of the normal paving block method and the pyramid pressure paving block method were 25,750 MPa and 27,850 MPa in a 10% fly ash mixture. The minimum water absorption percentage of the normal paving block method and the pyramid pressing paving block method were 6.573% and 6.158% in a 10% fly ash mixture. The optimum flexural strength values of paving block normal method and paving block pyramid pressing method are 9.581 MPa and 10.248 MPa in 10% fly ash mixture.*

*Keywords: Paving Block, Fly Ash, Normal Method, Pyramid Pressing Method*

## 1. PENDAHULUAN

Pemakaian yg fleksibel Blok Paving Beton adalah merupakan bahan yang ideal untuk jalan setapak, area parkir untuk konfigurasi tat letak yg mudah disesuaikan dengan kebutuhan, tampilan dan penyelesaian yang estetis (Duppati,S.et al,2022) Bata beton (paving block) adalah suatu bahan beton yang proses pembuatannya diberikan tekanan mekanik sebagai proses awal pemadatan dan komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu (SNI 03-0691-1996). Pada perkembangan dan perjalanan waktu dalam pembuatan paving block dapat ditambahkan bahan lainnya yang dapat memperbaiki sifat yang dihasilkan, ataupun untuk mengurangi jumlah pemakaian agregat atau semen agar lebih ekonomis. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut digunakan fly ash (abu terbang) sebagai bahan tambah semen dalam pembuatan paving block. Fly ash adalah hasil dari proses pembakaran batubara, berupa butiran gradasi halus, ringan, bundar, tidak porous dan bersifat pozzolanic. Fly ash dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen. Dalam pekerjaan beton, fly ash yang digunakan dapat mengganti sebagian semen optimum sebesar 20%. Dalam proses pencetakan kita menggunakan pencetakan yang di modifikasi dengan harapan mampu menambah daya kekuatan paving block. Penggunaan system pencetakan dengan bentuk pyramid secara teknis ini tidak hanya memberi tekanan secara vertikal saja seperti penekanan pada umumnya, selain itu juga memberi tekanan secara horizontal sehingga ketika proses pressing material akan terdesak lebih merata akibat desakan dari pyramid sehingga membuat material semakin padat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk

membandingkan nilai kuat tekan, daya serap air, dan kuat lentur paving block dengan penambahan fly ash dengan variasi berbeda-beda dengan metode normal dan metode desak pyramid. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi acuan untuk pembuatan paving block dengan pemanfaatan fly ash dari limbah pltu yang sudah tidak terpakai. Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya berkaitan tentang paving block adalah Wahyu Tri Susatya (2018) melakukan penelitian tentang optimasi kuat tekan dan serapan air paving block dengan penggantian fly ash 5% berdasarkan perbandingan berat semen dan pasir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fly ash dapat digunakan untuk pengantian sebagian penggunaan semen dan hal ini dapat berpengaruh pada biaya kebutuhan bahan material pembuatan paving block. Pengaruh penggunaan fly ash pada campuran paving block dengan perbandingan 1:6 dengan penambahan fly ash 5% memiliki nilai 18,33 MPa dimana nilai tersebut termasuk dalam batasan paving block mutu C yang baik digunakan untuk trotoar.

## 1. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan paving block di CV. Elang Jaya, Desa Gedongan, Colomadu, Karanganyar dan pengujian paving block untuk mendapatkan nilai kuat tekan, daya serap air dan kuat lentur paving block di Laboraturium Bahan Bangunan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pada penelitian ini terdapat berbagai tahapan-tahapan untuk mendapakan hasil yang diinginkan. Pada penelitian ini ada 5 tahapan sebagai berikut : Tahap pertama melakukan persiapan dan penyediaan alat bahan untuk pemeriksaan bahan penyusun paving block seperti agregat halus, semen, air dan bahan tambah lainnya dengan menggunakan fly ash.

Kemudian mempersiapkan alat pemadat yang telah kami buat yaitu plat desak pyramid untuk pembuatan paving block. Tahap kedua pemeriksaan bahan dasar untuk pemeriksaan bahan-bahan yang akan digunakan dalam pembuatan paving block seperti agregat halus dan fly ash. Untuk agregat halus atau pasir dilakukan beberapa pengujian seperti kandungan lumpur dalam pasir, kandungan zat organik pasir, SSD pasir, berat jenis dan penyerapan air pasir, gradasi pasir. Sedangkan untuk fly ash dilakukan pengujian lolos saringan no. 20. Tahap ketiga pembuatan dan perawatan benda uji untuk pembuatan benda uji dilakukan dengan perbandingan campuran 1:6 untuk semen dan pasir, sedangkan untuk bahan tambah fly ash digunakan

Persentase sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dari berat semen. Total benda uji yang dibuat adalah 96 buah yang terbagi menjadi 2 variasi berdasarkan metode pembuatannya dengan metode normal dan metode desak pyramid. Untuk perawatan paving block dilakukan selama 28 hari agar mencapai umur yang diinginkan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pemeriksaan agregat halus

Hasil pemeriksaan agregat halus pada penelitian ini dapat dilihat dalam tabel 1 berikut

| Hasil |                   |             |                               |                     |
|-------|-------------------|-------------|-------------------------------|---------------------|
| No    | Parameter         | Penyempitan | Spesifikasi                   | Standar Penyempitan |
| 1     | Kadar Lumpur      | 4,57 %      | Maksimal 5%                   | SNI 03-6820-2002    |
| 2     | Kandungan Organik | No. 2       | Warna Standard                | SNI 03-2816-1992    |
| 3     | SSD               | 2,0         | No.3<br>½ dari tinggi kerucut | SNI 03-1970-2008    |
| 4     | Berat Jenis       | 2,69        | 2,5 – 2,7                     | SNI 03-1970-2008    |
| 5     | Penyerapan Air    | 3,17%       | Maksimal 5%                   | SNI 03-1970-2008    |
| 6     | Batas Gradasi     | Zona 3      | Maksimal Zona 4               | SNI 03-1968-1990    |
| 7     | MHB               | 3,40        | 1,5 – 3,8                     | SNI 03-1968-1990    |

**Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus**

Dari hasil dari pemeriksaan agregat halus diatas, maka dapat dinyatakan bahwa agregat halus yang digunakan telah memenuhi syarat sebagai bahan penyusun paving block.

#### 3.2 Pengujian kuat tekan

Perawatan dilakukan dengan cara paving block direndam pada kolam perendaman air. Tahap keempat pengujian paving block untuk mengetahui nilai kuat tekan, daya serap air (absorpsi), dan kuat lentur dengan umur paving block 28 hari. Untuk pengujian kuat tekan menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM), sebelum diuji paving block dipotong menjadi kubus sesuai dengan syarat pengujian pada SNI. Untuk pengujian daya serap air dilakukan dengan cara perendaman paving block selama 24 jam, setelah itu dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam. Untuk pengujian kuat lentur menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM), seperti pengujian kuat lentur beton dengan meletakkan paving block pada dua perletakan untuk diberikan gaya tegak lurus sumbu benda uji. Tahap kelima analisa data dan kesimpulan untuk mengetahui paving block setelah diuji, maka akan diperoleh beberapa data dari hasil pengujian yang siap untuk dianalisa. Dari hasil analisa data tersebut maka dapat dibentuk kesimpulan dalam penelitian ini.

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah paving block berumur 28 hari dengan jumlah benda uji sebanyak 32 buah. Benda uji dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 10cmx10cmx10 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan cara

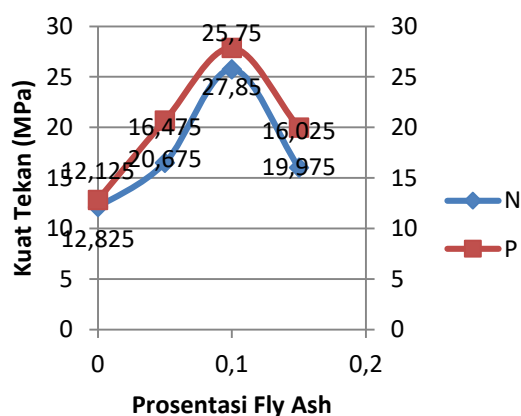
menekan benda uji menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM) hingga benda uji hancur

**Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block Metode Normal**

| Persen-tase<br><i>Fly Ash</i> | Kode    | Luas                        | P   | Kuat<br>tekan | Kuat tekan<br>rata-rata |
|-------------------------------|---------|-----------------------------|-----|---------------|-------------------------|
|                               |         | Penam<br>(mm <sup>2</sup> ) |     |               |                         |
| 0%                            | N-0-01  | 10000                       | 130 | 13,000        | 12,125                  |
|                               | N-0-02  | 10000                       | 112 | 11,200        |                         |
|                               | N-0-03  | 10000                       | 123 | 12,300        |                         |
|                               | N-0-04  | 10000                       | 120 | 12,000        |                         |
| 5%                            | N-5-01  | 10000                       | 148 | 14,800        | 16,475                  |
|                               | N-5-02  | 10000                       | 150 | 15,000        |                         |
|                               | N-5-03  | 10000                       | 162 | 16,200        |                         |
|                               | N-5-04  | 10000                       | 199 | 19,900        |                         |
| 10%                           | N-10-01 | 10000                       | 271 | 27,100        | 25,750                  |
|                               | N-10-02 | 10000                       | 248 | 24,800        |                         |
|                               | N-10-03 | 10000                       | 276 | 27,600        |                         |
|                               | N-10-04 | 10000                       | 235 | 23,500        |                         |
| 15%                           | N-15-01 | 10000                       | 148 | 14,800        | 16,025                  |
|                               | N-15-02 | 10000                       | 192 | 19,200        |                         |
|                               | N-15-03 | 10000                       | 157 | 15,700        |                         |
|                               | N-15-04 | 10000                       | 144 | 14,400        |                         |

**Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block Metode Desak Pyramid**

| Persen tase<br><i>Fly Ash</i> | Kode    | Luas                             | P<br>maks | kuat tekan   | Kuat tekan<br>rata-rata |
|-------------------------------|---------|----------------------------------|-----------|--------------|-------------------------|
|                               |         | Penam pang<br>(mm <sup>2</sup> ) |           | Maksi<br>mal |                         |
| 0%                            | P-0-01  | 10000                            | 130       | 13.000       | 12.825                  |
|                               | P-0-02  | 10000                            | 122       | 12.200       |                         |
|                               | P-0-03  | 10000                            | 125       | 12.500       |                         |
|                               | P-0-04  | 10000                            | 136       | 13.600       |                         |
| 5%                            | P-5-01  | 10000                            | 253       | 25.300       | 20.675                  |
|                               | P-5-02  | 10000                            | 174       | 17.400       |                         |
|                               | P-5-03  | 10000                            | 130       | 13.000       |                         |
|                               | P-5-04  | 10000                            | 270       | 27.000       |                         |
| 10%                           | P-10-01 | 10000                            | 298       | 29.800       | 27.850                  |
|                               | P-10-02 | 10000                            | 258       | 25.800       |                         |
|                               | P-10-03 | 10000                            | 312       | 31.200       |                         |
|                               | P-10-04 | 10000                            | 246       | 24.600       |                         |
| 15%                           | P-15-01 | 10000                            | 249       | 24.900       | 19.975                  |
|                               | P-15-02 | 10000                            | 202       | 20.200       |                         |
|                               | P-15-03 | 10000                            | 175       | 17.500       |                         |
|                               | P-15-04 | 10000                            | 173       | 17.300       |                         |



**Gambar 1. Grafik Kuat Tekan Rata-Rata Paving Block**

Berdasarkan hasil penelitian kuat tekan paving block tanpa campuran fly ash (0%) dengan metode normal didapatkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 12,125 Mpa. Nilai kuat tekan mengalami kenaikan pada campuran fly ash (5%) dan fly ash (10%) dengan metode normal didapatkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 16,475 MPa dan 25,750 MPa. Namun nilai kuat tekan rata-rata mengalami penurunan dengan nilai sebesar 16,025 MPa pada campuran fly ash (15%). Sedangkan pada metode desak pyramid

kuat tekan rata-rata paving block tanpa campuran fly ash (0%) didapatkan nilai sebesar 12,825 MPa. Mengalami kenaikan pada campuran fly ash (5%) dan fly ash (10%) dengan nilai sebesar 20,675 MPa dan 27,850 MPa. Namun pada campuran fly ash (15%) mengalami penurunan dengan nilai sebesar 19,975 MPa.

Dari data hasil penelitian kuat tekan rata-rata paving block metode desak pyramid lebih besar dari pada paving block metode normal dengan variasi campuran fly ash berbeda-beda. Kuat tekan terbaik paving block metode normal dengan variasi fly ash (10%) sebesar 25,750 MPa, maka menurut SNI 03-0691-1996 masuk kategori mutu B. Sedangkan kuat tekan terbaik paving block metode desak pyramid dengan variasi fly

ash (10%) sebesar 27,850 MPa, maka menurut SNI 03-0691-1996 masuk kategori mutu B. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode desak pyramid dengan variasi campuran fly ash mampu menambah nilai kuat tekan rata-rata yang didapatkan.

### 3.3 Pengujian daya serap air (Absorpsi)

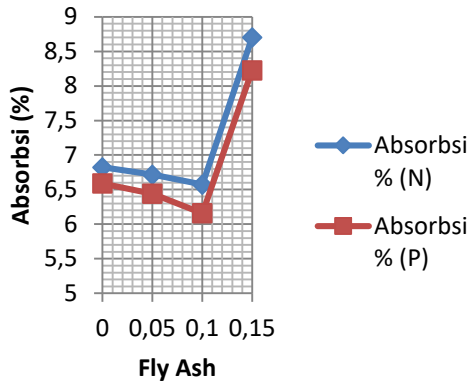
Pengujian penyerapan air dilakukan setelah paving block berumur 28 hari, dengan jumlah benda uji sebanyak 32 buah. Pengujian penyerapan air dilakukan dengan cara merendam benda uji selama 24 jam untuk mendapatkan kondisi jenuh air, kemudian ditimbang dan dioven selama 24 jam lalu ditimbang kembali.

**Tabel 4. Hasil Pengujian Daya Serap Air (Absorpsi) Paving Block Metode Normal**

| Persen-tase<br><i>Fly Ash</i> | Kode    | Berat Jenuh  |      | Berat Air | Penyerapan | Rata-rata |
|-------------------------------|---------|--------------|------|-----------|------------|-----------|
|                               |         | Berat Kering | Air  | (gr)      | Air        |           |
|                               |         | (gr)         | (gr) | (gr)      | (%)        | (%)       |
| 0%                            | N-0-01  | 2502         | 2565 | 63        | 2.518      | 6.823     |
|                               | N-0-02  | 2462         | 2595 | 133       | 5.402      |           |
|                               | N-0-03  | 2382         | 2560 | 178       | 7.473      |           |
|                               | N-0-04  | 2286         | 2558 | 272       | 11.899     |           |
| 5%                            | N-5-01  | 2680         | 2865 | 185       | 6.903      | 6.716     |
|                               | N-5-02  | 2645         | 2810 | 165       | 6.238      |           |
|                               | N-5-03  | 2715         | 2910 | 195       | 7.182      |           |
|                               | N-5-04  | 2675         | 2850 | 175       | 6.542      |           |
| 10%                           | N-10-01 | 2545         | 2720 | 175       | 6.876      | 6.573     |
|                               | N-10-02 | 2760         | 2955 | 195       | 7.065      |           |
|                               | N-10-03 | 2665         | 2845 | 180       | 6.754      |           |
|                               | N-10-04 | 2860         | 3020 | 160       | 5.594      |           |
| 15%                           | N-15-01 | 2620         | 2820 | 200       | 7.634      | 8.700     |
|                               | N-15-02 | 2645         | 2870 | 225       | 8.507      |           |
|                               | N-15-03 | 2560         | 2790 | 230       | 8.984      |           |
|                               | N-15-04 | 2635         | 2890 | 255       | 9.677      |           |

**Tabel 5. Hasil Pengujian Daya Serap Air (Absorpsi) Paving Block Metode Desak Pyramid**

| Persen-tase<br><i>Fly Ash</i> | Kode    | Berat Jenuh  |      | Berat Air | Penyerapan | Rata-rata |
|-------------------------------|---------|--------------|------|-----------|------------|-----------|
|                               |         | Berat Kering | Air  | (gr)      | Air        |           |
|                               |         | (gr)         | (gr) | (gr)      | (%)        | (%)       |
| 0%                            | P-0-01  | 2360         | 2495 | 135       | 5.720      | 6.589     |
|                               | P-0-02  | 2312         | 2435 | 123       | 5.320      |           |
|                               | P-0-03  | 2180         | 2320 | 140       | 6.422      |           |
|                               | P-0-04  | 2305         | 2510 | 205       | 8.894      |           |
| 5%                            | P-5-01  | 2675         | 2880 | 205       | 7.664      | 6.441     |
|                               | P-5-02  | 2725         | 2905 | 180       | 6.606      |           |
|                               | P-5-03  | 2775         | 2935 | 160       | 5.766      |           |
|                               | P-5-04  | 2705         | 2860 | 155       | 5.730      |           |
| 10%                           | P-10-01 | 2735         | 2920 | 185       | 6.764      | 6.158     |
|                               | P-10-02 | 2860         | 3030 | 170       | 5.944      |           |
|                               | P-10-03 | 2710         | 2865 | 155       | 5.720      |           |
|                               | P-10-04 | 2820         | 2995 | 175       | 6.206      |           |
| 15%                           | P-15-01 | 2680         | 2895 | 215       | 8.022      | 8.224     |
|                               | P-15-02 | 2670         | 2875 | 205       | 7.678      |           |
|                               | P-15-03 | 2575         | 2785 | 210       | 8.155      |           |
|                               | P-15-04 | 2655         | 2895 | 240       | 9.040      |           |



Gambar 2. Grafik Daya Serap Air Rata-Rata Paving Block

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapatkan persentase penyerapan air pada paving block dengan variasi campuran fly ash (0%) metode normal sebesar 6,589%. Penyerapan air pada paving block dengan variasi campuran fly ash (5%) metode normal sebesar 6,441%. Penyerapan air pada paving block dengan variasi campuran fly ash (10%) metode normal sebesar 6,158%. Penyerapan air pada paving block dengan variasi campuran fly ash (15%) metode normal sebesar 8,224%. Sedangkan penyerapan air pada paving block dengan variasi campuran fly ash (0%) metode desak pyramid sebesar 6,823%. Penyerapan air pada paving block dengan variasi campuran fly ash (5%) metode desak pyramid sebesar

6,716%. Penyerapan air pada paving block dengan variasi campuran fly ash (10%) metode desak pyramid sebesar 6,573%. Penyerapan air pada paving block dengan variasi campuran fly ash (15%) metode desak pyramid sebesar 8,700%.

Dari data penelitian diatas dapat diketahui bahwa penyerapan air rata-rata paving block variasi campuran fly ash metode normal lebih besar dari pada penyerapan air rata-rata paving block variasi campuran fly ash metode desak pyramid. Persentase penyerapan air terbaik pada paving block variasi campuran fly ash (10%) dengan metode normal sebesar 6,573%, maka sesuai SNI 03-0691-1996 masuk kategori kelas B. Sedangkan persentase penyerapan air terbaik pada paving block variasi campuran fly ash (10%) metode desak pyramid sebesar 6,158%, maka sesuai SNI 03-0691-1996 masuk kategori kelas B.

### 3.4 Pengujian kuat lentur

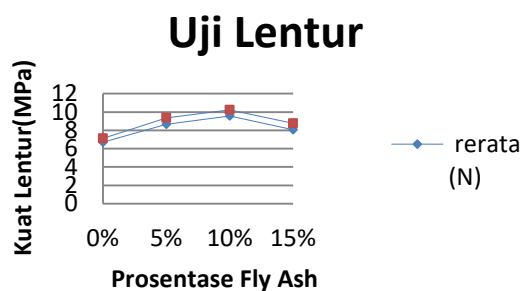
Pengujian Kuat Lentur dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan jumlah benda uji sebanyak 32 buah. Benda uji dilakukan sesuai dengan metode SNI 03-0691-1996. Paving block dengan ukuran 20 cm x10 cm x 6 cm. Menggunakan Alat Uji Kuat Lentur untuk mendapatkan kuat lentur maksimum yaitu pada saat paving patah ketika menerima beban dengan arah tegak lurus.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Lentur Paving Block Metode Normal

| Persen-tase Fly Ash | Kode    | L        | b     | d      | P maks | fr    | Kuat Lentur rerata |
|---------------------|---------|----------|-------|--------|--------|-------|--------------------|
|                     |         | Pan-jang | Lebar | Tinggi |        |       |                    |
|                     |         | mm       | mm    | mm     |        |       |                    |
| 0%                  | N-0-01  | 200      | 100   | 60     | 7.51   | 6.26  | 6.692              |
|                     | N-0-02  | 200      | 100   | 60     | 7.82   | 6.52  |                    |
|                     | N-0-03  | 200      | 100   | 60     | 8.51   | 7.09  |                    |
|                     | N-0-04  | 200      | 100   | 60     | 8.28   | 6.90  |                    |
| 5%                  | N-5-01  | 200      | 100   | 60     | 10.55  | 8.79  | 8.658              |
|                     | N-5-02  | 200      | 100   | 60     | 11.02  | 9.18  |                    |
|                     | N-5-03  | 200      | 100   | 60     | 9.74   | 8.12  |                    |
|                     | N-5-04  | 200      | 100   | 60     | 10.25  | 8.54  |                    |
| 10%                 | N-10-01 | 200      | 100   | 60     | 10.52  | 8.77  | 9.581              |
|                     | N-10-02 | 200      | 100   | 60     | 11.08  | 9.23  |                    |
|                     | N-10-03 | 200      | 100   | 60     | 12.11  | 10.09 |                    |
|                     | N-10-04 | 200      | 100   | 60     | 12.28  | 10.23 |                    |
| 15%                 | N-15-01 | 200      | 100   | 60     | 10.78  | 8.98  | 8.079              |
|                     | N-15-02 | 200      | 100   | 60     | 8.75   | 7.29  |                    |
|                     | N-15-03 | 200      | 100   | 60     | 9.22   | 7.68  |                    |
|                     | N-15-04 | 200      | 100   | 60     | 10.03  | 8.36  |                    |

**Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Lentur Paving Block Metode Desak Pyramid**

| Persen-tase<br><i>Fly Ash</i> | Kode    | L       | b     | d      | P maks | fr    | Kuat Lentur |
|-------------------------------|---------|---------|-------|--------|--------|-------|-------------|
|                               |         | Panjang | Lebar | Tinggi |        |       | rerata      |
|                               |         | (mm)    | (mm)  | (mm)   | (kN)   | (MPa) | (MPa)       |
| 0%                            | P-0-01  | 200     | 100   | 60     | 8.71   | 7.26  | 7.140       |
|                               | P-0-02  | 200     | 100   | 60     | 9.72   | 8.10  |             |
|                               | P-0-03  | 200     | 100   | 60     | 8.21   | 6.84  |             |
|                               | P-0-04  | 200     | 100   | 60     | 7.63   | 6.36  |             |
| 5%                            | P-5-01  | 200     | 100   | 60     | 10.68  | 8.90  | 9.352       |
|                               | P-5-02  | 200     | 100   | 60     | 12.54  | 10.45 |             |
|                               | P-5-03  | 200     | 100   | 60     | 11.35  | 9.46  |             |
|                               | P-5-04  | 200     | 100   | 60     | 10.32  | 8.60  |             |
| 10%                           | P-10-01 | 200     | 100   | 60     | 12.87  | 10.72 | 10.248      |
|                               | P-10-02 | 200     | 100   | 60     | 11.78  | 9.82  |             |
|                               | P-10-03 | 200     | 100   | 60     | 11.87  | 9.89  |             |
|                               | P-10-04 | 200     | 100   | 60     | 12.67  | 10.56 |             |
| 15%                           | P-15-01 | 200     | 100   | 60     | 10.47  | 8.72  | 8.767       |
|                               | P-15-02 | 200     | 100   | 60     | 12.19  | 10.16 |             |
|                               | P-15-03 | 200     | 100   | 60     | 10.35  | 8.62  |             |
|                               | P-15-04 | 200     | 100   | 60     | 9.07   | 7.56  |             |

**Gambar 3. Grafik Kuat Lentur Rata-Rata Paving Block**

Berdasarkan hasil penelitian kuat lentur pada paving block didapatkan nilai kuat lentur rata-rata dengan variasi campuran fly ash (0%) dengan metode normal sebesar 6,692 MPa. Kuat lentur mengalami kenaikan pada variasi campuran fly ash (5%) dan fly ash (10%) metode normal sebesar 8,658 MPa dan 9,581 MPa. Namun kuat lentur mengalami penurunan pada variasi campuran fly ash (15%) metode normal sebesar 8,079 MPa. Sedangkan paving block variasi campuran fly ash (0%) metode desak pyramid sebesar

7,140 MPa. Kuat lentur mengalami kenaikan pada variasi campuran fly ash (5%) dan fly ash (10%) metode desak pyramid sebesar 9,352 MPa dan 10,248 MPa. Namun kuat lentur mengalami penurunan pada variasi campuran fly ash (15%) metode desak pyramid sebesar 8,767 MPa.

Dari data hasil penelitian kuat lentur rata-rata paving block metode desak pyramid lebih besar dari pada paving block metode normal dengan variasi campuran fly ash berbeda-beda. Kuat lentur terbaik paving block metode normal dengan variasi fly ash (10%) sebesar 9,581 MPa. Sedangkan kuat tekan terbaik paving block metode desak pyramid dengan variasi fly ash (10%) sebesar 10,428 MPa. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode desak pyramid dengan variasi campuran fly ash mampu menambah nilai kuat lentur rata-rata yang didapatkan.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan mengenai pembuatan paving block dengan menggunakan metode normal dan metode desak pyramid dapat disimpulkan bahwa:

- Hasil pengujian bahan agregat halus, semen, fly ash, dan air sudah memenuhi syarat yang telah ditentukan untuk digunakan sebagai bahan campuran paving block.
- Kuat tekan rata-rata pada pengujian paving block dengan metode desak pyramid campuran fly ash (10%) mendapatkan nilai tertinggi sebesar 27,850 MPa. Dalam ketentuan SNI 03-0691-1996, hasil kuat tekan rata-rata tersebut termasuk dalam kategori mutu B yang digunakan sebagai area parkir kendaraan.
- Persentase penyerapan air minimum pada pengujian paving block terjadi pada metode

desak pyramid dengan campuran fly ash (10%) dengan nilai sebesar 6,158%. Dari hasil tersebut dapat dikategori sebagai mutu B.

d. Kuat lentur rata-rata pada pengujian paving block dengan metode desak pyramid campuran fly ash (10%) mendapatkan nilai tertinggi sebesar 10,248 MPa.

e. Hasil penelitian pengujian paving block yang telah dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan campuran fly ash dan penggunaan metode penekanan plat desak pyramid mampu mempengaruhi nilai rata-rata dari pengujian kuat tekan, penyerapan air dan kuat lentur pada pengujian paving block.

#### 4.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini saya membuat beberapa saran sebagai berikut:

a. Perlu ketelitian lebih dalam perhitungan maupun saat melakukan mixing campuran paving block untuk menghasilkan nilai rata-rata yang diinginkan dengan mutu tinggi.

b. Perlunya pengawasan dan perawatan paving block saat sebelum pengujian selama 28 hari. Saat perendaman kolam harus tetap terisi air penuh agar semua lapisan paving block terendam secara menyeluruh.

c. Pada penelitian selanjutnya perlu adanya variasi faktor air semen, adanya variasi dari faktor air semen tersebut diharapkan dapat diketahui persentase fas yang paling optimal dalam pembuatan paving block.

d. Pada penelitian selanjutnya perlu adanya penelitian mengenai aspek lingkungan terhadap fly ash yang akan digunakan sebagai bahan campuran paving block agar lebih layak digunakan dalam jangka panjang terhadap standar persyaratan mutu yang berlaku.

e. Alat metode penekanan yang digunakan pada saat pembuatan paving block perlu adanya pengembangan agar dapat menghasilkan mutu paving block yang lebih baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 1991. SNI T-15-1990-03. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Badan Standardisasi Nasional. 1992. SNI 03-2816-1992. Metode Pengujian Kandungan Zat Organik Agregat Halus. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 1996. Standar Nasional Indonesia 03-0691-1996 Bata Beton (Paving Block). Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 1997. Standar Nasional Indonesia 03-4431-1997 Metode Pengujian Kuat Lentur. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. Standar Nasional Indonesia 03-2847-2002 Butir Agregat Halus. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. Standar Nasional Indonesia 15-2049-2004 Semen Portland. Badan Standardisasi Nasional.
- Duppatti, S., Gopi, R. Hide details, Strength and durability studies on paver blocks with rice straw ash as partial replacement of cement, *Materials Today: Proceedings*, Volume 52, 2022
- Fitriana, Resti. 2016. "Pengaruh Penggantian Sebagian Bahan Pengikat (Fly Ash dan Kapur) Terhadap Kuat Tekan Paving Block". Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Susatya, Wahyu Tri. 2018. "Optimasi kuat tekan dan serapan air paving block dengan penggantian fly ash 5% berdasarkan perbandingan berat semen dan pasir". Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta