

**PEMANFAATAN LIMBAH *FLY ASH* SEBAGAI BAHAN
TAMBAHAN PADA PEMBUATAN *PAVING BLOCK* DITINJAU
DARI KUAT TEKAN *PAVING BLOCK***

JURNAL SKRIPSI



FEBRI FENDI LAVENTA
19.07.0.002

Jurnal Skripsi Ini Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik Sipil

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS RIAU KEPULAUAN
BATAM
2023**

**PEMANFAATAN LIMBAH *FLY ASH* SEBAGAI BAHAN TAMBAHANAN
PADA PEMBUATAN *PAVING BLOCK* DITINJAU DARI KUAT TEKAN
*PAVING BLOCK***

***UTILIZATION OF FLY ASH AS AN ADDITIVE IN MAKING PAVING
BLOCK IN VIEW OF THE COMPRESSIVE STRENGTH OF PAVING BLOCK***

Febri Fendi Laventa

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan, Indonesia
fendilaventa@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* pada pembuatan *paving block* terhadap persentase komposisi *fly ash* yang digunakan agar dapat memenuhi kriteria mutu *paving block* sesuai Standar Nasional Indonesia. Dengan cara mengetahui perbandingan nilai kuat tekan antara *paving block* murni dan *paving block* dengan campuran *fly ash*. Penelitian ini menggunakan limbah *fly ash* sebagai bahan pengganti sebagian pasir pada pembuatan *paving block*. Variasi campuran *fly ash* pada penelitian ini adalah 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% dari berat pasir yang dibutuhkan. Rancangan pencampuran bahan pada pembuatan *paving block* ini menggunakan perbandingan 4 pasir:1 semen dengan faktor air semen sebesar 0,5 pada semua variasi. Pencampuran pada penelitian ini menggunakan metode *manual blending*. Setelah dilakukan uji kuat tekan *paving block*, Hasil yang didapat menunjukkan bahwa penambahan *fly ash* sebagai pengganti sebagian pasir berpengaruh terhadap kualitas *paving block*, dimana pada variasi 10% mengalami kenaikan kuat tekan, sedangkan pada variasi 20%, 30% dan 40% mengalami penurunan kuat tekan. Komposisi yang menggunakan campuran *fly ash* dengan variasi campuran 0%, 10%, 20% dan 30% dapat digunakan pada pembuatan *paving block*, karena memenuhi syarat *paving block* mutu B sesuai SNI 03-0691-1996. Hanya *paving block* dengan variasi campuran *fly ash* 40% yang tidak memenuhi syarat untuk dikategorikan *paving block* mutu B sesuai SNI 03-0691-1996.

Kata kunci : *Paving block, Fly ash, Dan Kuat Tekan.*

Abstract. *This study aims to determine the effect of the addition of fly ash in the manufacture of paving blocks on the percentage of fly ash composition used in order to meet the quality criteria for paving blocks according to the Indonesian National Standard. By knowing the ratio of compressive strength values between pure paving blocks and paving blocks with fly ash mixture. This study used fly ash waste as a partial replacement for sand in the manufacture of paving blocks. Variations in the fly ash mixture in this study were 0%, 10%, 20%, 30% and 40% by weight of the required sand. The design of mixing materials in the manufacture of paving blocks uses a ratio of 4 sand: 1 cement with a water-cement factor of 0.5 for all variations. Mixing in this study using the manual blending method. After testing the compressive strength of paving blocks, the results obtained showed that the addition of fly ash as a partial replacement for sand affected the quality of paving blocks, where at 10% the compressive strength increased, whereas at 20%, 30% and 40% the compressive strength decreased. The composition that uses a mixture of fly ash with mixed variations of 0%, 10%, 20% and 30% can be used in the manufacture of paving blocks, because it meets the requirements for quality B paving blocks according to SNI 03-0691-1996. Only paving blocks with a variation of 40% fly ash mixture did not meet the requirements to be categorized as quality B paving blocks according to SNI 03-0691-1996.*

Keyword: *Paving block, Fly ash, dan compressive strength.*

1. PENDAHULUAN

Paving Block merupakan produk bahan bangunan yang digunakan sebagai salah satu alternatif pilihan untuk lapisan atas struktur jalan selain aspal dan beton. Kemudahan dalam pemasangan dan perawatan relatif murah serta memenuhi aspek keindahan membuat *paving block* banyak diminati. Umumnya *paving block* digunakan untuk perkerasan jalan, pedestrian dan trotoar. *Paving block* adalah bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan lainya dengan tidak mengurangi mutu *paving block* (SNI 03-0691-1996).

Beton merupakan material utama konstruksi yang banyak digunakan. Dengan semakin meluasnya penggunaan beton, kebutuhan beton di masa yang akan datang juga semakin bertambah. Namun bahan baku pembentuk beton yang selama ini diperoleh di alam relatif berkurang, sehingga menjadikan salah satu faktor pendorong untuk melakukan penelitian penambahan bahan-bahan yang lain yang dalam pencampuran beton. Salah satunya adalah pemanfaatan limbah *fly ash*. *Fly ash* digunakan sebagai bahan tambahan atau pengganti sebagian agregat halus pada campuran *paving block*.

Dalam rangka untuk meningkatkan nilai ekonomisnya serta mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan, salah satunya adalah dengan memanfaatkan limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) sebagai bahan tambahan atau bahan pengganti material dalam pembuatan *paving block*. Dengan penambahan *fly ash* diharapkan mampu menghasilkan *paving block* yang mempunyai kuat tekan yang besar. Sehingga limbah *fly ash* yang sudah tidak terpakai dapat digunakan sebagai bahan tambah atau bahan pengganti material pembentuk *paving block*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah campuran antara semen, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan campuran yang membentuk massa padat. Beton yang banyak dipakai pada saat ini yaitu beton normal (SNI T-15-1990-03). Beton digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, fondasi, jalan, jembatan penyeberangan, struktur parkir, dasar untuk pagar/gerbang, dan semen dalam bata atau tembok blok.

Paving block adalah komposisi bahan bangunan berdasarkan bahan campuran semen *Portland* dan perekat hidrolis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mempengaruhi kualitas beton. (SNI 03-0691-1996). Perkembangan teknologi pracetak *paving block* dapat dihubungkan dengan sarana transportasi, keuntungan dari penggunaan *paving block* ini adalah dari segi waktu yang lebih cepat, biaya pelaksanaannya yang lebih murah dan perawatan yang relatif lebih murah dibandingkan dengan aspal.

Ukuran dan bentuk pada *paving block* sangat lah bervariasi, baik ketebalan, bentuk, kekuatan serta penerapannya sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Ketebalan *paving block* mulai dari 6 cm sampai dengan 10 cm dengan panjang mulai 20 cm sampai dengan 25 cm sesuai dengan kebutuhan ketebalan dan kuat tekannya.

Standar mutu yang harus dipenuhi *paving block* menurut SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut ini.

- 1) Bata beton wajib mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.
- 2) Bata beton wajib mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi +8%.
- 3) Bata beton wajib mempunyai sifat-sifat fisika seperti Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel. Sifat-sifat fisika *paving block*

Mutu	Kuat Tekan (MPa)				
	Rata - rata	Minimal	Umur 7 hari (0,65)	Umur 14 hari (0,88)	Umur 28 hari (1,00)
A	40	35	22,75	30,8	35
B	20	17	11,05	14,96	17
C	15	12,5	8,13	11	12,5
D	10	8,5	5,53	7,48	8,5

(Sumber: SNI 03-0691-1996)

Keterangan:

- 1) Bata beton mutu A: digunakan untuk jalan.
- 2) Bata beton mutu B: digunakan untuk peralatan parkir.
- 3) Bata beton mutu C: digunakan untuk pejalan kaki.
- 4) Bata beton mutu D: digunakan untuk taman dan penggunaan lain.

Macam-macam keunggulan penggunaan *paving block* adalah (Aroyadi, 2019)

- 1) Mudah dalam pemeliharaan dan pemasaran.
- 2) Kualitas beton lebih baik dari tanah liat.
- 3) Dapat diproduksi secara mekanis, semi mekanis, maupun dicetak tangan.
- 4) Ukuran lebih terjamin.
- 5) Tidak mudah rusak oleh kendaraan.
- 6) Faktor anti slip (*skiding resistance*) pada *paving block* lebih besar sehingga aman untuk

Semen, pasir dan air merupakan bahan-bahan penyusun *paving block* dalam proporsi tertentu, untuk tahapan pembuatannya menggunakan bahan tambahan seperti kapur, abu sekam padi, serbuk kaca, dan lain-lain. Pada penelitian ini menggunakan *fly ash* sebagai bahan tambahan.

Definisi semen *portland* menurut SNI 15-2049-2004 adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

Air pada campuran beton sangat dibutuhkan untuk reaksi semen sekaligus sebagai pelumas antar butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang digunakan untuk mengeras beton harus bebas dari polutan seperti lumpur, tanah liat, bahan organik dan asam organik, alkali dan bahan lainnya.

Pada tatanan beton, agregat dengan volume terbesar adalah antara 60-80% dari volume beton, sehingga jenis agregat yang digunakan sangat mempengaruhi mutu beton. Untuk itu diperlukan kejelasan data agregat yang digunakan pada campuran beton, agar komposisi campuran dapat direncanakan sesuai dengan kualitas beton yang diinginkan (Tjokrodinuljo, 2007).

Fly ash adalah terminology umum untuk abu terbang yang ringan yang timbul dari suatu proses pembakaran suatu bahan yang lazimnya menghasilkan abu. *Fly ash* dalam konteks ini adalah abu yang dihasilkan dari pembakaran batubara.

3. METODE PENELITIAN

Diagram alir tahap pembuatan *paving block* pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

4. LOKASI PENELITIAN

Lokasi pemeriksaan material, uji berat jenis, Perancangan *mix design*, pencetakan dan perawatan dilakukan di laboratorium Universitas Riau Kepulauan. Sedangkan pengujian kuat tekan *paving block* dilakukan di PT. Perkasa Beton Batam.

5. JENIS PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan melakukan penelitian di laboratorium yang mengacu pada SNI 03-0349-1989 dengan benda uji *paving block* pejal/padat sebanyak 3 sampel per variasi campuran. Pengujian kuat tekan *paving block* dilakukan pada umur perawatan 7, 14 dan 28 hari

6. BAHAN PENELITIAN

1) Pasir

a) Pasir yang digunakan adalah Pasir pangkalan dari PT. Perkasa Beton Batam yang lolos ayakan nomor 100 *mesh*.

b) Berfungsi sebagai alat untuk menimbang massa sampel atau bahan.

2) Air

a) Air yang digunakan berasal dari PAM ATB.

3) Semen

4) Semen yang digunakan adalah semen *portland* (tipe PCC).

5) Bahan Pengganti

- a) Bahan pengganti yang digunakan dalam penelitian ini sebagai bahan campuran pasir yaitu dengan menggunakan limbah *fly ash*.

7. ALAT PENELITIAN

1) Cawan

Cawan digunakan sebagai wadah serta pemisah material saat dilakukan pemeriksaan.

2) Saringan/Ayakan

Ayakan dan mesin penggetar digunakan untuk memeriksa gradasi pasir. Susunan lubang untuk ayakan pasir, berturut-turut adalah: 4.80 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, dan 0,15 mm serta dilengkapi dengan tutup.

3) *Breaker glass*

Breaker Glass adalah labu ukur yang digunakan untuk menghilangkan kadar udara pada saat dicampurkan dengan air pada pemeriksaan berat jenis.

4) Sendok Semen

Sendok semen ini digunakan untuk mengaduk bahan.

5) Timbangan Digital

Timbangan digunakan untuk menentukan atau menimbang bahan penyusun dari *paving block*.

6) Oven Pengering

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian gradasi agregat dan densitas wadah.

7) Bejana

Bejana digunakan untuk mencari berat isi agregat halus dan kasar. Wadah yang peneliti gunakan berbentuk silinder yang terbuat dari baja dengan tinggi 16 cm dan diameter 10 cm.

8) Cetakan

Mesin yang digunakan adalah mesin cetak *paving block* menggunakan cetakan manual.

9) *CCM (concrete compression machine)*

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian pada kuat tekan *paving block*.

8. TAHAPAN PELAKSANAAN

a) Proses Pemeriksaan Gradasi Pasir

Langkah-langkah pemeriksaan gradasi agregat halus:

- 1) Pasir dikeringkan dalam *oven* dengan suhu 100° C, hingga mencapai berat tetap.
- 2) Ayakan (saringan) disusun mulai dari ayakan ukuran 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm, 1,18 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; dan 0,15 mm. Dimana ayakan ukuran terbesar diletakkan paling atas.
- 3) Masukkan pasir ke ayakan paling atas.
- 4) Guncangkan ayakan dengan alat penggetar (*sieve shaker*) selama 15 menit.
- 5) Pasir yang tertinggal pada masing-masing ayakan dipindahkan ke wadah sampai tidak ada yang tertinggal di ayakan.
- 6) Kemudian pasir ditimbang secara kumulatif dari butiran kasar ke butiran yang lebih halus. Berat agregat dicatat pada tiap kali penimbangan.

b) Proses Pemeriksaan Berat Satuan Pasir

Langkah-langkah pemeriksaan berat satuan pasir:

- 1) Berat satuan pasir kondisi lepas
 - a) Sediakan sampel benda uji (pasir).
 - b) Timbang bejana (W1) dan ukur diameter serta tinggi bejana. Diameter 10 cm dan tinggi 16 cm.
 - c) Masukkan pasir secara perlahan dengan ketinggian maksimum 5 cm di atas bejana kemudian ratakan permukaannya menggunakan mistar perata.
 - d) Ditimbang dan dicatat berat bejana yang berisi pasir (W2).
- 2) Berat satuan pasir kondisi padat
 - a) Sediakan sampel benda uji (pasir).
 - b) Ditimbang dan dicatat berat bejana (W1).
 - c) Masukkan pasir ke bejana sebanyak 3 lapis dengan ketebalan yang sama, setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tumbukan secara merata. Setiap tumbukan tidak boleh sampai ke lapisan sebelumnya.
 - d) Ratakan permukaan pasir menggunakan mistar perata.

e) Ditimbang dan dicatat berat bejana yang berisi pasir (W2).

c) Proses Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Langkah-langkah untuk menguji berat jenis:

- 1) Sediakan pasir SSD sebanyak 500 gram. Keringkan sampel dalam *oven* sampai diperoleh berat yang tetap, kemudian dinginkan hingga suhu ruangan.
- 2) Masukkan air ke *breaker glass* dan ditimbang.
- 3) Masukkan 500 gram sampel pasir ke *breaker glass*. Tambahkan air hingga mencapai 90% dari volume *breaker glass*, putar sambil diguncang agar tidak ada gelembung udara di dalamnya.
- 4) Tambahkan air sampai tanda batas tercapai kemudian ditimbang.
- 5) Buang air dan tuangkan pasir basah ke wadah kemudian keringkan menggunakan *oven* hingga mencapai berat yang padat.
- 6) Setelah dikeringkan dan didinginkan kemudian sampel ditimbang.

d) Pembuatan Benda Uji

- 1) Menyiapkan semua bahan: pasir, semen, air dan *fly ash*.
- 2) Membersihkan semua alat yang akan digunakan agar tidak ada bahan-bahan lain yang dapat mempengaruhi campuran batako.
- 3) Bahan ditimbang sesuai dengan variasi persentase komposisi.
- 4) Bahan yang sudah ditimbang disatukan dan diaduk hingga menjadi campuran yang homogen.
- 5) Masukkan adukan ke cetakan dan dihentakkan hingga padat.
- 6) Keluarkan adukan yang sudah dipadatkan dari cetakan.
- 7) Kemudian benda uji dikeringkan menggunakan metode tradisional yaitu dijemur di bawah sinar matahari selama 7, 14 dan 28 hari.

9. PEMBAHASAN

1) Pemeriksaan Material

a) Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui gradasi agregat halus yang digunakan sebagai agregat dalam pembuatan *paving block*. Gradasi agregat halus (pasir) dapat dibedakan menjadi empat jenis menurut gradasinya, yaitu pasir halus,

agak halus, agak kasar dan kasar. Setelah dilakukan pemeriksaan agregat halus (pasir) maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel klasifikasi gradasi pasir sumber SNI 03-2834-1992

Lubang ayakan (mm)	Berat lolos saringan kumulatif (%)							
	Zona I		Zona II		Zona III		Zona IV	
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas
10	100	100	100	100	100	100	100	100
4,8	90	100	90	100	90	100	95	100
2,4	60	95	75	100	85	100	95	100
1,2	30	70	55	100	75	100	90	100
0,6	15	34	35	59	60	79	80	100
0,3	5	20	8	30	12	40	15	50
0,15	0	10	0	10	0	10	0	15

Tabel hasil pemeriksaan gradasi pasir sumber hasil penelitian 2023

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan disaringan (gram)	Berat tertahan disaringan (%)	Berat tertahan kumulatif (%)	Berat lolos saringan kumulatif (%)
9,50	1	0,2	0,2	99,8
4,75	1	0,2	0,4	99,6
2,36	42	8,4	8,8	91,2
1,18	94	18,8	27,6	72,4
0,60	154	30,8	58,4	41,6
0,30	117	23,4	81,8	18,2
0,15	85	17	98,8	1,2
0	6	1,2	100	0

Jumlah	500	100	376	424
--------	-----	-----	-----	-----

Perhitungan modulus halus butir pasir bertujuan untuk mengetahui nilai variasi butiran agregat. Setelah dilakukan pemeriksaan gradasi pasir nilai variasi butiran pasir dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus halus butir pasir} &= \frac{\sum \text{berat tertahan komulatif}}{100} \\
 &= \frac{376}{100} \\
 &= 3,76\%
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai modulus halus butir adalah 3,76%. Angka tersebut memenuhi standar modulus halus butir yaitu 1,5-3,8% (SNI 03-1750-1990). Nilai ini menunjukkan bahwa agregat halus yang digunakan cukup baik untuk menghasilkan batako dengan kualitas baik.

b) Pemeriksaan Berat Satuan Pasir

Setelah dilakukan pemeriksaan, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Berat bejana	(W ₁)= 5370 gram	
Berat bejana + benda uji	(W ₂)= 6900 gram	(kondisi lepas)
Berat bejana + benda uji	(W ₂)= 7430 gram	(kondisi padat)
Ukuran bejana:	Diameter bagian dalam	= 10 cm
	Tinggi bagian dalam	= 16 cm

Volume bejana adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{4} \pi d^2 t \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 16 \\
 &= 1256 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Sehingga berat satuan pasir dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 \gamma_{\text{sat. pasir}} &= \frac{W_2 - W_1}{V} \\
 &= \frac{6900 - 5370}{1256} \\
 &= \frac{1530}{1256}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 1,22 \text{ gram/cm}^3 \text{ (pasir kondisi lepas)} \\
\gamma_{\text{sat. pasir}} &= \frac{W_2 - W_1}{V} \\
&= \frac{7430 - 5370}{1256} \\
&= \frac{2060}{1256} \\
&= 1,64 \text{ gram/cm}^3 \text{ (pasir kondisi padat)}
\end{aligned}$$

c) Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Setelah dilakukan pengujian, maka hasil pemeriksaan berat jenis pasir adalah sebagai berikut:

Berat pasir SSD	(w ₁) = 500 gram
Berat pasir kering oven	(w ₂) = 492 gram
Berat tabung ukur + air	(w ₃) = 1233 gram
Berat pasir + tabungan ukur + air	(w ₄) = 1542 gram

Dari hasil pengujian tersebut maka berat jenis kering oven dan SSD pasir kering dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Berat jenis pasir kering} &= \left(\frac{W_2}{((W_3 + W_1) - W_4)} \right) \\
&= \left(\frac{492}{((1233 + 500) - 1542)} \right) \\
&= \left(\frac{492}{(1733 - 1542)} \right) \\
&= \left(\frac{492}{191} \right) \\
&= 2,57 \text{ gram/cm}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{SSD pasir kering oven} &= \left(\frac{W_1}{((W_3 + W_1) - W_4)} \right) \\
&= \left(\frac{500}{((1233 + 500) - 1542)} \right) \\
&= \left(\frac{500}{(1733 - 1542)} \right) \\
&= \left(\frac{500}{191} \right) \\
&= 2,62 \text{ gram/cm}^3
\end{aligned}$$

Dari hasil pengujian berat jenis dan SSD pasir, benda uji telah memenuhi syarat karena nilai berat jenis dan SSD pasir yang baik adalah 2,4-2,9 gram/cm³ (SNI O3-1970-2008).

d) Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur dalam pasir yang akan digunakan. Pasir yang digunakan adalah pasir lolos saringan 4,75 mm. Kadar lumpur dalam pasir tidak boleh melebihi 5%, sesuai standar Persyaratan Umum Bahan Bangunan (PUBI-1982).

Tabel hasil pemeriksaan kadar lumpur sumber penelitian 2023

No	Uraian	Berat agregat
1	Berat benda uji kering sebelum dicuci (B_1)	500 gram
2	Berat benda uji kering sesudah dicuci (B_2)	487 gram

Berdasarkan tabel diatas, maka kadar lumpur yang terkandung dalam pasir dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Persentase kandungan lumpur} &= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100 \\ &= \frac{500 - 487}{500} \times 100 \\ &= 2,6\%\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, hasil pengujian kadar lumpur 2,6%, nilai tersebut memenuhi Persyaratan Umum Bahan Bangunan (PUBI-1982). Dimana persentase kandungan lumpur agregat halus yang diizinkan sebesar $< 5\%$. Untuk kadar lumpur $> 5\%$, maka pasir perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan pembuatan batako.

2) Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako (*Compressive Strength*)

Pengujian kuat tekan pada umumnya dilakukan setelah umur 28 hari, tetapi pengujian kuat tekan ini dilakukan pada umur 7, 14 dan 28 hari. Dari hasil pengujian kuat tekan *paving block*, maka dapat dibuat tabel nilai rata-rata kuat tekan yang menunjukkan pengaruh penggunaan limbah *fly ash* sebagai pengganti sebagian pasir terhadap kuat tekan batako pada umur 7, 14 dan 28 hari. Berdasarkan penjelasan diatas, hasil perhitungan kuat tekan batako dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini:

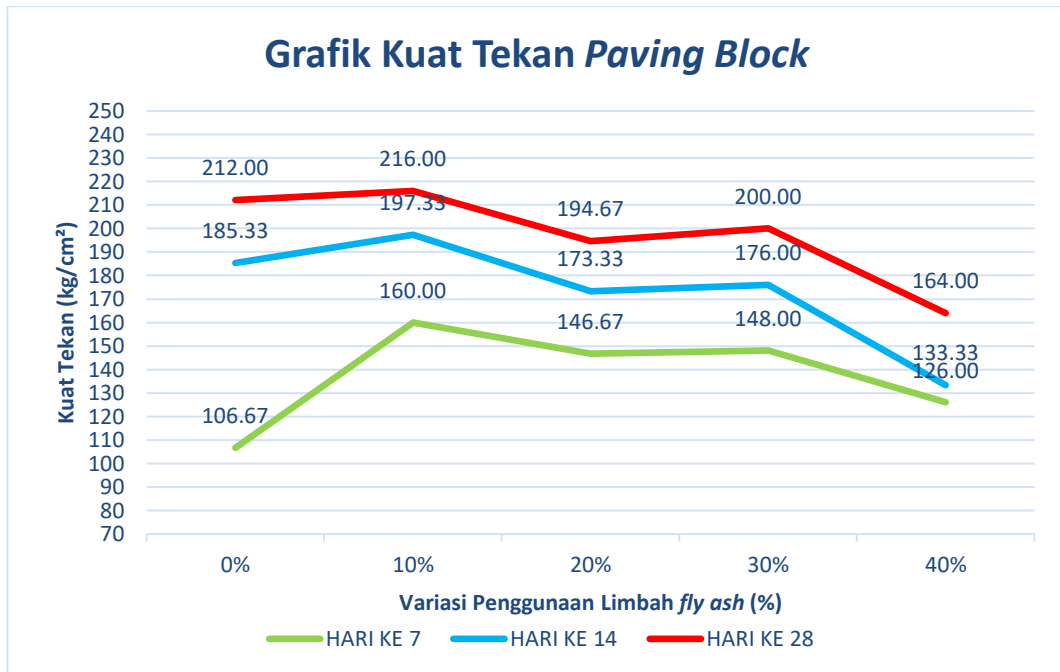
1 KN = 101,97 kg

1 KN = 1000 N

Luas permukaan batako (cm) = 5 x 5 = 25 cm²

Luas permukaan batako (mm) = 50 x 50 = 2500 mm²

$$\text{Faktor pengali 1 ton} = \frac{\text{Max load (kn)}}{\text{Luas permukaan batako (cm}^2\text{)}} = \frac{101,97}{25} = 4,078$$



Gambar 4.2 Grafik kuat tekan beton umur 7, 14 dan 28 hari

Berdasarkan gambar 4.2 diatas, dapat diketahui bahwa penggunaan limbah *fly ash* sebagai pengganti sebagian pasir mempengaruhi kuat tekan *paving block*. Terlihat bahwa nilai tertinggi kuat tekan *paving block* pada umur 28 hari yaitu sebesar 216 kg/cm² (21,18 mpa) dengan pencampuran 10% limbah *fly ash* terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 1,88%. Nilai ini masuk kategori *paving block* mutu B sesuai standar (SNI 03-0691-1996) yaitu > 17,00 Mpa (Umur 28 hari). Adapun faktor kenaikan kuat tekan beton setelah dicampur *fly ash* dikarenakan *fly ash* memiliki sifat pozzolan, yaitu sifat yang menyerupai semen tapi tidak sekuat semen. Sehingga *fly ash* dapat meningkatkan kuat tekan *paving block*.

Sedangkan *paving block* dengan campuran limbah *fly ash* 20%, 30% dan 40% terjadi penurunan nilai kuat tekan, nilai kuat tekan terendah yaitu 16,08 Mpa (164.00 kg/cm²) dengan pencampuran 40%. Dikarenakan faktor air semen (FAS) yang kurang sehingga membuat *workability* dan tingkat kepadatan sampel berkurang, sehingga terjadi penurunan kuat tekan *paving block*.

10. KESIMPULAN DAN SARAN

1) Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap benda uji *paving block* pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a) Pengaruh penambahan limbah *fly ash* terhadap kuat tekan *paving block*, terjadi peningkatan nilai kuat tekan pada variasi campuran 10% *fly ash*,
- b) *Paving block* dengan variasi campuran 20%, 30%, dan 40% limbah *fly ash*. Mengalami penurunan nilai kuat tekan beton,
- c) *Paving block* dengan variasi campuran 20% dan 30% limbah *fly ash* Mengalami penurunan nilai kuat tekan beton, tetapi masih memenuhi syarat *paving block* mutu B jika di tinjau dari kuat tekan *paving block* sesuai dengan SNI 03-0691-1996.

2) Saran

Dari penelitian yang dilakukan, maka penulis menyampaikan beberapa saran terkait yaitu sebagai berikut:

- a) Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, untuk penelitian selanjutnya di sarankan menggunakan *machine mix blend* otomatis agar menghasilkan campuran yang merata dan maksimal,
- b) Perlu penelitian lebih lanjut di laboratorium dengan variasi persentase menggunakan limbah *fly ash* yang berbeda,
- c) Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan benda uji *paving block* yang berbeda ukuran.