



**PENGUNAAN FLY ASH SEBAGAI BAHAN PENGISI  
DALAM PEMBUATAN PAVING BLOCK  
DITINJAU DARI KUAT TEKAN**

**PROYEK AKHIR**

**Oleh :**

**GALIH AJI PRIAMBUDI**

**141903103023**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2019**



**PENGGUNAAN FLY ASH SEBAGAI BAHAN PENGISI  
DALAM PEMBUATAN PAVING BLOCK  
DITINJAU DARI KUAT TEKAN**

**PROYEK AKHIR**

Diajukan guna memenuhi tugas akhir dan salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil  
dan mencapai gelar Ahli Madya Teknik

Oleh :

**GALIH AJI PRIAMBUDI**

**141903103023**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2019**

## PERSEMBAHAN

Proyek Akhir ini sebagai bentuk dedikasi saya untuk:

1. Kedua orang tua saya, Ayah Suhartono dan Ibu N. Setiorini yang telah memberikan segalanya untuk keberhasilan anak-anaknya.
2. Kakakku Marena Talitha Rahma yang selalu mendukung dan memotivasi saya.
3. I.R Havidz, M. Muchtar, M. Sohibul Khafi, Iqbal Maulana, M. Ridwan, Ahmad Choir Wildan yang sangat berjasa dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Teman-teman angkatan Teknik Sipil 14 yang sama-sama berjuang di bangku perkuliahan.

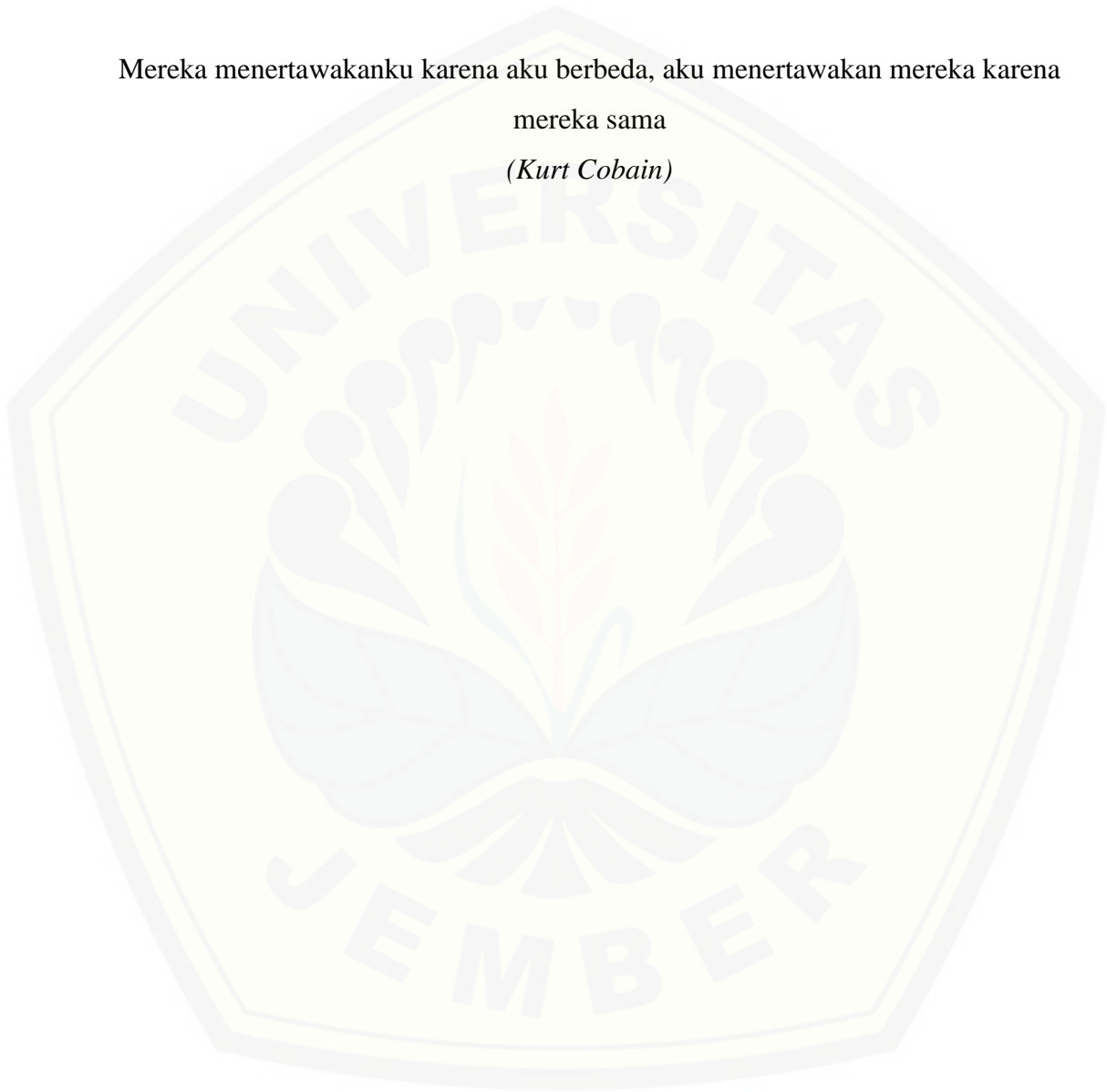
**MOTTO**

Jadikan setiap tempat sebagai sekolah dan jadikan setiap orang sebagai guru.

*(Ki Hajar Dewantara)*

Mereka menertawakanku karena aku berbeda, aku menertawakan mereka karena mereka sama

*(Kurt Cobain)*



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Galih Aji Priambudi

NIM : 141903103023

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul **“Penggunaan Fly Ash Sebagai Bahan Pengisi Dalam Pembuatan Paving Block Ditinjau Dari Kuat Tekan”** adalah benar-benar karya sendiri, kecuali jika disebut sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 7 Desember 2018

Yang menyatakan,

Galih Aji Priambudi

NIM 141903103023

**PROYEK AKHIR**

**PENGUNAAN FLY ASH SEBAGAI BAHAN PENGISI  
DALAM PEMBUATAN PAVING BLOCK  
DITINJAU DARI KUAT TEKAN**

Oleh :

**GALIH AJI PRIAMBUDI**

141903103023

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Nanin Meyfa Utami, S.T., M.T

**PENGESAHAN**

Proyek akhir yang berjudul “Penggunaan Fly Ash Sebagai Bahan Pengisi Dalam Pembuatan Paving Block Ditinjau Dari Kuat Tekan” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada :

hari, tanggal : Jum’at, 7 Desember 2018

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

**Tim Penguji:**

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

NIP 19731015 199802 1 001

Nanin Meyfa Utami, S.T., M.T

NRP 760014641

Penguji I,

Penguji II,

Dr. RR Dewi Junita Koesoemawati, S.T., M.T.

NIP 19710610 199903 2 001

Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T.

NRP 760016772

Mengesahkan

Dekan

Fakultas Teknik – Universitas Jember

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.

NIP 19661215 199503 2 001



## RINGKASAN

**Penggunaan Fly Ash Sebagai Bahan Pengisi Dalam Pembuatan Paving Block Ditinjau Dari Kuat Tekan;** Galih Aji Priambudi, 141903103023; 2019: 64 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

*Paving block* adalah 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. *Paving block* terbentuk dari campuran pasir, semen portland, dan air dengan komposisi campuran yang tepat. Dalam pembuatan paving block juga banyak berbagai inovasi, salah satu inovasi adalah penambahan *fly ash* sebagai *filler* dan penambahan air gamping.

Penelitian ini mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* sebagai *filler* terhadap daya kuat tekan *paving block*. Selain itu juga mengetahui selisih harga produksi pembuatan *paving block* dengan penambahan *fly ash* dan air gamping terhadap *paving block* normal. Penelitian dilakukan dengan melakukan variasi proporsi (1:4); (1:5); dan (1:6) dengan perbandingan massa semen terhadap massa pasir dan abu batu. Hasil variasi tersebut masing-masing dibandingkan dengan *paving block* normal. Pengujian daya kuat tekan *paving block* masing-masing variasi proporsi dilakukan pada hari ke-28 dan dilakukan *curing* secara berkala.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin press hidrolik dimana benda uji akan ditekan hingga mengalami keretakan. Hasil penelitian yang dilakukan bahwa abu terbang dapat meningkatkan daya kuat tekan *paving block*. Kuat tekan *paving block* hasil analisa terbagi menjadi tiga kelas, yaitu kelas B, C, dan D.

Kuat tekan tertinggi adalah komposisi A1 (1:4) 30% FA dan masuk kelas kuat B dengan kuat tekan rata-rata 31.25 Mpa. Kuat tekan terendah adalah komposisi C0 (1:6) normal dan masuk kelas kuat D dengan kuat tekan rata-rata 6.73 Mpa.



Perhitungan biaya dilakukan untuk mengetahui efisiensi penggunaan bahan. Selisih biaya produksi *paving block* dengan penambahan FA dan air gamping adalah Rp 296,8 hingga Rp 413,9. Penambahan biaya yang paling efisien adalah komposisi A1 (1:4) 30% FA sebesar Rp 296,8. Penambahan harga produksi yang tidak tinggi sangat efisien jika komposisi *paving block* A1 (1:4) 30% FA diproduksi dalam jumlah banyak.



## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul “Penggunaan Fly Ash Sebagai Bahan Pengisi Dalam Pembuatan Paving Block Ditinjau Dari Kuat Tekan”. Proyek akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan program studi diploma III (D3) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan dan penyempurnaan proyek akhir ini dilakukan secara periodik agar lebih relevan dalam perkembangan keilmuan. Proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan serta dukungan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dwi Nurtanto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama, Nanin Meyfa Utami, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, dan pikiran dalam penulisan proyek akhir ini;
2. Wiwik Yunarni Widiarti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan pendidikan;
3. Bapak Suhartono dan Ibu N Setiorini sekeluarga yang telah memberikan semangat, motivasi, dan doa demi terselesainya proyek akhir ini;
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis mengharapkan dan menerima kritikan dan saran dari semua pihak guna kesempurnaan proyek akhir ini. Penulis berharap, semoga proyek akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 7 Desember 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1.PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>2</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>3</b>
1.5.1 Manfaat Bagi Penulis.....	3
1.5.2 Manfaat Bagi Pembaca .....	3
<b>BAB 2.TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Fly Ash.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Filler .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Paving Block .....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Klasifikasi <i>Paving block</i> .....	6
2.2.2 Standar dan Mutu <i>Paving block</i> .....	6

2.2.3 Bahan Penyusun Paving Block.....	6
<b>2.4 Agregat Halus.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5 Batu Split .....</b>	<b>10</b>
<b>2.6 Portland Semen .....</b>	<b>10</b>
2.6.1 Jenis dan Penggunaan Semen .....	11
<b>2.7 Air.....</b>	<b>12</b>
<b>2.8 Kuat Tekan.....</b>	<b>13</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan Pengujian .....</b>	<b>14</b>
3.2.1 Alat.....	14
3.2.2 Bahan .....	14
<b>3.3 Prosedur Penelitian.....</b>	<b>15</b>
3.3.1 Pengujian Bahan Awal (Pre-Treatment) .....	15
3.3.2 Pembuatan Adonan dan Pencetakan <i>Paving block</i> .....	16
3.3.3 Pengujian <i>Paving block</i> .....	18
<b>3.4 Diagram Alir Penelitian .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4 Prosedur Pembuatan Paving Block.....</b>	<b>20</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1 Bahan yang Digunakan .....</b>	<b>21</b>
4.1.1 Portland Semen .....	21
4.1.2 Agregat Halus .....	21
4.1.3 Agregat Kasar .....	22
4.1.4 <i>Fly Ash</i> .....	22
4.1.5 Air .....	23
<b>4.2 Pengujian Bahan .....</b>	<b>23</b>
4.2.1 Pengujian Semen.....	23
4.2.2 Pengujian Agregat Halus .....	25
4.2.3 Pengujian Agregat Kasar .....	25
<b>4.3 Pembuatan Benda Uji.....</b>	<b>26</b>
4.3.1 Penentuan Proporsi <i>Paving Block</i> .....	26

4.3.2 Proses Pembuatan dan Pengepresan <i>Paving Block</i> .....	29
<b>4.4 Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>.....</b>	<b>31</b>
<b>4.5 Biaya Bahan Pembuatan Proporsi <i>Paving Block</i> .....</b>	<b>41</b>
4.5.1 Harga Satuan Bahan Penyusun <i>Paving Block</i> .....	41
4.5.2 Biaya Bahan Pembuatan Proporsi <i>Paving Block</i> .....	39
4.5.3 Selisih Harga Pembuatan <i>Paving Block</i> .....	43
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>Lampiran .....</b>	<b>48</b>
Lampiran 4.2 Pengujian Bahan .....	48
Lampiran 4.3 Pembuatan Benda Uji .....	59
Lampiran 4.4 Data Uji Kuat Tekan di Laboratorium Teknik Universitas Jember, Patrang .....	55
Lampiran 4.5 Daftar Harga Barang dan Upah Pembuatan <i>Paving Block</i> .....	58

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
3.1 <i>Flow Chart</i> Alur Penelitian.....	19
4.1 Semen Lokal (Semen Puger).....	21
4.2 Pasir Lokal (Pasir Mayang, Jember) .....	22
4.3 Agregat Kasar (Abu Batu) Dea Sukorambi, Jember .....	22
4.4 <i>Fly Ash</i> (Abu Terbang).....	23
4.5 Proses Pencampuran Material Pembuatan <i>Paving Block</i> .....	29
4.6 Proses Uji Slump.....	29
4.7 Proses Pencetakan <i>Paving Block</i> .....	30
4.8 Keadaan <i>Paving block</i> setelah di curing .....	31
4.9 Proses Uji Kuat Tekan .....	32
4.10 Grafik Variasi Komposisi terhadap Daya Kuat Tekan <i>Paving Block</i> .	35
4.11 <i>Paving Block</i> Normal .....	36
4.12 <i>Paving Block</i> 30% FA sebagai <i>Filler</i> .....	37
4.13 <i>Paving Block</i> 30% FA sebagai <i>Filler</i> dan 10% Air Gamping .....	37

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Perbedaan Kandungan FA dan Bahan Dasar Pembuatannya.....	5
2.2 Mutu <i>Paving block</i> .....	6
3.1 Proporsi Campuran.....	17
4.1 Analisa Pengujian Berat Jenis Semen Lokal (Puger).....	24
4.2 Analisa Pengujian Berat Volume Semen Lokal (Puger).....	24
4.3 Analisa Pengujian Berat Agregat Halus.....	25
4.4 Analisa Pengujian Agregat Kasar (Abu Batu) .....	25
4.5 Kebutuhan Bahan <i>Paving Block</i> untuk 1m <sup>3</sup> adukan.....	27
4.6 Kebutuhan Bahan <i>Paving Block</i> .....	28
4.7 Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> .....	33
4.8 Indikator Ukuran Kontrol Kualitas Produksi .....	39
4.9 Perhitungan Deviasi Standard <i>Paving Block</i> .....	40
4.10 Harga Satuan Bahan Penyusun <i>Paving Block</i> .....	41
4.11 Perhitungan Biaya <i>Paving Block</i> .....	43
4.12 Selisih Harga Produksi <i>Paving Block</i> .....	44

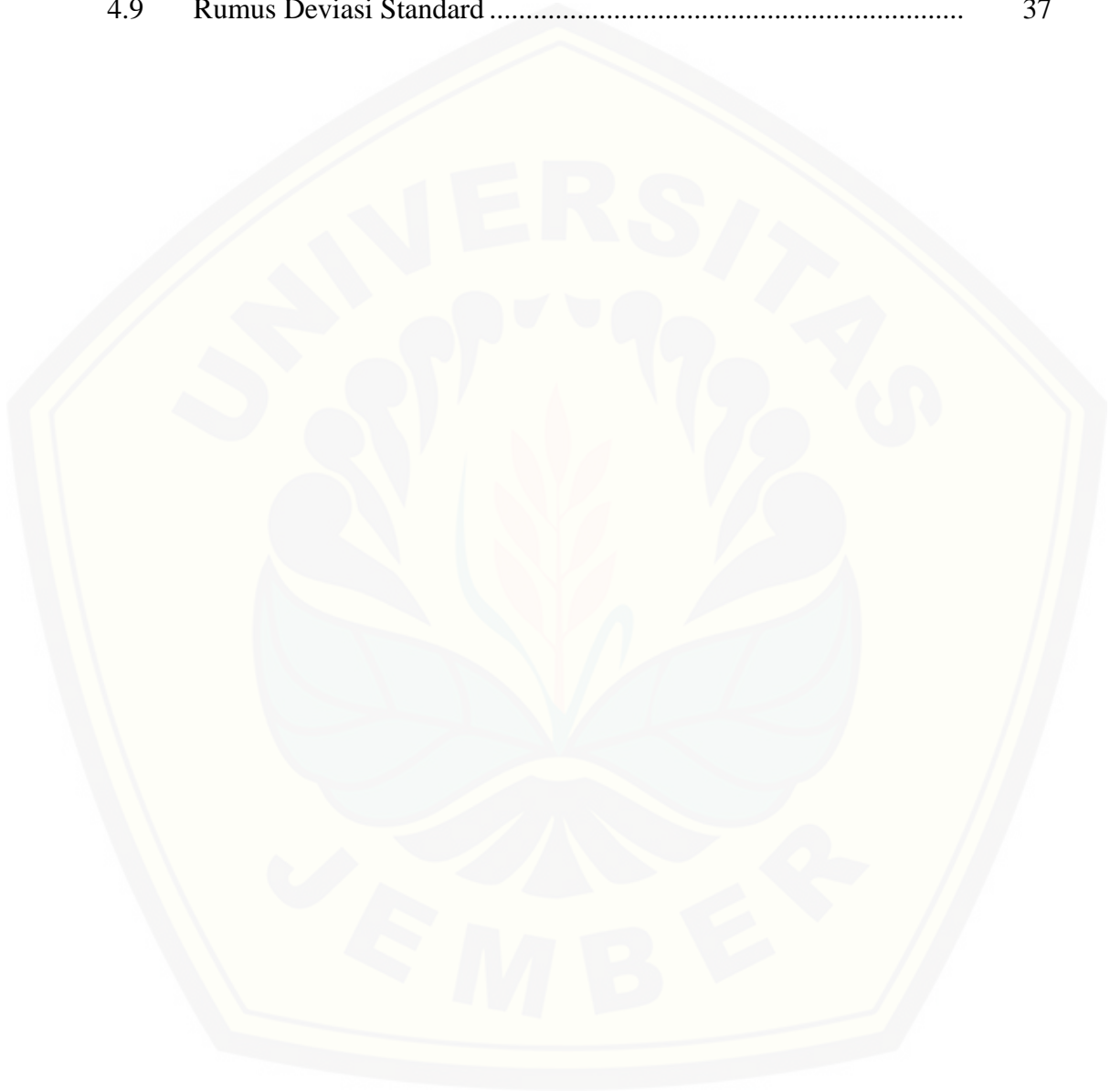


DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 4.2 Pengujian Bahan</b> .....	<b>48</b>
4.2.1 Alat dan Bahan Uji Berat Volume Semen.....	48
4.2.2 Alat dan Bahan Uji Berat Jenis Semen.....	49
4.2.3 Alat dan Bahan Pengujian Berat Volume Agregat Halus.....	51
4.2.4 Alat dan Bahan Pengujian Berat jenis Agregat Halus .....	52
4.2.5 Alat dan Bahan Pengujian Berat Air Resapan.....	54
4.2.6 Alat dan Bahan Pengujian Kadar Air Resapan Agregat Halus.....	55
4.2.7 Alat dan Bahan Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus.....	57
4.2.8 Alat dan Bahan Pengujian Berat Volume Abu Batu .....	57
<b>Lampiran 4.3 Pembuatan Benda Uji</b> .....	<b>59</b>
4.3.1 Proses Pencampuran Proporsi <i>Paving Block</i> .....	59
4.3.2 Proses Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> .....	60
<b>Lampiran 4.4 Data Uji Kuat Tekan di Laboratorium Teknik Universitas     Jember, Patrang</b> .....	<b>61</b>
<b>Lampiran 4.5 Daftar Harga Barang dan Upah</b> .....	<b>64</b>

**DAFTAR RUMUS**

	Halaman
2.1 Rumus Kuat tekan <i>Paving Block</i> .....	12
4.9 Rumus Deviasi Standard .....	37



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Fly ash* berasal dari sisa abu batubara yang biasanya digunakan sebagai bahan pembakaran pembangkit pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). *Fly ash* bisa menyebabkan polusi bagi lingkungan yang berupa pencemaran udara dan pencemaran tanah, untuk mengatasi adanya dampak negatif ini dilakukan pemanfaatan *fly ash* sebagai *filler* untuk bahan *paving block* karena ketersediaan bahan pembuatan *paving block* yang semakin menipis. Hal tersebut perlu dilakukan inovasi dalam pembuatannya dengan mencoba memakai *fly ash* sebagai bahan utama pembuatan *paving block*.

*Paving block* adalah 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. *Paving block* terbentuk dari campuran pasir, semen portland, dan air dengan komposisi campuran yang tepat. Perbandingan campuran yang tepat antara volume semen portland dan pasir berkisar antara 1:2 sampai dengan 1:6 atau lebih besar. (Haryanto *et al.*, 2008).

*Fly ash* dapat digunakan untuk sebagai bahan campuran pembuatan paving block, batako, dan beton. Penambahan *fly ash* dilakukan bertujuan untuk meningkatkan nilai kuat tekan. Penggunaan *fly ash* 30% terhadap agregat dalam pembuatan paving block memberikan peningkatan kuat tekan sebesar 52,18% (Mulyati dan Maliar, 2015).

Penambahan air gamping mampu bereaksi dengan bermacam-macam komponen pozzolan yang halus untuk membentuk kalsium silika semen. Silika mineral utama dari *fly ash* jika bereaksi dengan gamping membentuk gel  $[(Ca(Si)_3]$ . *Fly ash* mempunyai sifat pozzolan sehingga bila dicampur dengan kapur dan air akan bereaksi membentuk kalsium silikat hidrat (C-S-H) (Lisantonu dan Yoseph. 2010).

Adanya penelitian pembuatan *paving block* dengan inovasi bahan yang menggunakan *fly ash*, diharapkan dapat menekan biaya produksi *paving block* dan tidak mengurangi kuat tekan dari *paving block* tersebut. *Fly ash* dalam penelitian ini digunakan sebagai *filler* dalam pembuatan *paving block*. Adanya penelitian ini diharapkan produsen dapat mengimplementasikan ilmu baru dalam segi produksi *paving block*, dan sebagai bahan pertimbangan dalam menyusun inovasi di masa datang.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka disusun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan *fly ash* sebagai *filler* terhadap daya kuat tekan *paving block* ?
2. Bagaimana selisih harga produksi pembuatan *paving block* dengan penambahan *fly ash* dan air gamping terhadap *paving block* normal?

## 1.3 Batasan Masalah

Mengingat banyaknya masalah yang berpengaruh pada penelitian ini, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut :

1. Material yang digunakan sebagai bahan uji antara lain *fly ash*, semen puger, dan pasir Mayang Jember.
2. *Fly ash* yang digunakan sebagai bahan pembuatan *paving block* adalah *fly ash* jenis C.
3. Pembuatan benda uji dengan slump 0 cm dan fas 0,5.
4. Mengujian kuat tekan *paving block* dilakukan pada hari ke-28 setelah pencetakan.
5. Kuat tekan *paving block* K300 adalah 30 Mpa.
6. Proporsi (1:4), (1:5), (1:6) dengan perbandingan 0%, 30% FA filler, 30% FA ditambah air gamping.
7. Jumlah benda uji yang dibuat adalah 54 benda uji. Masing-masing proporsi berjumlah 18 buah benda uji.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini antara lain ;

1. Mengetahui pengaruh daya kuat tekan *paving block* dengan *fly ash* sebagai *filler*.
2. Mengetahui selisih harga antara *paving block* dengan *filler fly ash* dan air gamping terhadap *paving block* normal.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

##### 1.5.1 Manfaat Bagi Penulis

Manfaat penelitian bagi penulis adalah sebagai media pendalaman dan pengaplikasian materi yang berhubungan dengan struktur bangunan khususnya *paving block* dalam bidang ketekniksipilan.

##### 1.5.2 Manfaat Bagi Pembaca

1. Memberikan inovasi baru dalam pembuatan *paving block*
2. Penggunaan *fly ash* dalam pembuatan paving dapat mengurangi biaya produksi sehingga menguntungkan bagi produsen paving
3. Sebagai referensi dan bahan pertimbangan produk yang inovatif dan menguntungkan di masa yang akan datang.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Fly Ash*

*Fly ash* merupakan abu yang dihasilkan dari sisa pembakaran batu bara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) (Nurzal dan Ardiansyah, 2015 ; Nurzal dan Zakir, 2014). *Fly ash* memiliki massa jenis antara 1,9-2,55 kg/m<sup>3</sup>. Massa jenis *fly ash* dalam keadaan bebas berkisar antara 540-860 kg/m<sup>3</sup> sedangkan jika dipadatkan berkisar antara 1.120-1.500 kg/m<sup>3</sup>. *Fly ash* dapat digunakan sebagai bahan tambah adukan dan campuran pembuatan semen. Selain itu, juga dapat dimanfaatkan sebagai campuran aspal, campuran beton, dan dicetak menjadi *paving block* atau batako (Wenno *et al.*, 2014).

*Fly ash* dapat dibagi menjadi 3 kelas berdasarkan jenis batu bara yang digunakan, yaitu *fly ash* kelas F, C, dan N. *Fly ash* kelas N dan C merupakan residu pembangkit listrik dengan menggunakan batu bara sebagai bahan bakar. *Fly ash* kelas F memiliki kadar kapur yang lebih rendah (kurang dari 15%) dan memiliki kandungan silikat oksida (SiO<sub>2</sub>), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang lebih besar (min 70%) dibandingkan *fly ash* kelas C. Kandungan kapur pada *fly ash* kelas C lebih besar yaitu lebih dari 15%-30%. Kandungan CaO yang tinggi membuat *fly ash* kelas C memiliki karakter yang mudah mengeras dengan sendirinya (Haryanto *et al.*, 2008).

*Fly ash* kelas F, C, dan N memiliki kandungan *fly ash* yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut dipengaruhi dengan adanya perbedaan bahan dasar pembuatnya. Perbedaan ketika kelas *fly ash* tersebut ditunjukkan dalam Tabel 2.1.



Tabel 2.1 Perbedaan Kandungan FA dan Bahan Dasar Pembuatannya

No.	Jenis FA	Kandungan FA	Bahan dasar pembuatan
1	FA Jenis N	-	Pozzolan alam
2	FA Jenis F	lebih kecil 10 %	hasil pembakaran batubara
3	FA Jenis C	di atas 10%	hasil pembakaran lignit (batubara dengan kadar karbon 60%)

(Mulyati., 2015).

## 2.2 *Filler*

*Filler* atau bahan pengisi material yang berbutir halus yang lolos saringan no. 200 (diameter 0.075 mm) yang terdiri dari debu batu, kapur padam, dan semen portland, atau bahan non plastis lainnya. *Filler* harus kering dan tidak terganggu dari bahan lainnya (Kumalawati *et al.*, 2013).

*Filler* ini berfungsi sebagai pengisi antara agregat yang lebih kasar, sehingga rongga udara menjadi kecil dan menghasilkan tahanan gesek serta penguncian antar butir yang tinggi, dengan demikian akan meningkatkan stabilitas campuran (Kumalawati *et al.*, 2013).

Kadar *filler* dalam campuran beton akan berpengaruh pada proses campuran penghamparan dan pemadatan. Selain itu, *filler* juga mempengaruhi sifat elastisitas dan sensitivitas terhadap air (Kumalawati *et al.*, 2013).

## 2.3 *Paving Block*

*Paving block* adalah 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 *paving block* itu sendiri (SNI 03-0691-1996). *Paving block* merupakan produk bahan bangunan semen yang digunakan sebagai salah satu alternatif pengerasan permukaan tanah (Nurzal dan Taufik, 2016).



### 2.2.1 Klasifikasi *Paving block* menurut SNI 03-0691-1996

- *Paving block* mutu A : untuk jalan
- *Paving block* mutu B : untuk area parkir
- *Paving block* mutu C : untuk pejalan kaki
- *Paving block* mutu D : untuk taman dan penggunaan lainnya

Tabel 2.2 Mutu *Paving Block* Menurut SNI 03-0691-1996

Mutu	Kuat Tekan (Mpa)		Penyerapan Rata-Rata		Aplikasi
			Maks (%)		
	Rata-rata	Min	Rata-rata		
A	40	35	3		Jalan
B	20	17	6		Peralatan parkir
C	15	12,5	8		Pejalan kaki
D	10	8,5	10		Taman dan pengguna lain

### 2.2.2 Standar dan Mutu *Paving block* menurut SNI 03-0691-1996

1. Sifat tampak mempunyai permukaan yang rata, tidak adanya retak rambut pada paving, dan cacat seperti rusaknya di sudut-sudut paving.
2. Ukuran harus memiliki tebal minimal 60mm dengan toleransi +8%

### 2.2.3 Bahan Penyusun *Paving Block*

*Paving block* terbuat dari mortar yang tersusun dari pasir, semen dan air dengan kandungan kimia seperti  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ , dan  $\text{H}_2\text{O}$  di dalamnya (Hambali *et al.*, 2013).

Macam-macam mortar ada 4, yakni:

- a) Mortar lumpur
- b) Mortar kapur
- c) Mortar semen
- d) Mortar khusus

Syarat mortar yang baik harus memiliki sifat rekat kuat dengan bata atau sejenisnya dalam penggunaannya, mudah dalam pengolahannya, cepat kering dan tahan terhadap rembesan air, serta murah dan tahan lama.

#### 2.4 Agregat Halus

Agregat halus (pasir) merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm (SNI-03-2847-2002). Agregat halus (pasir) ini digolongkan menjadi 3, yaitu pasir galian, pasir laut, pasir sungai.

Syarat agregat halus (pasir) menurut PUBI 1982 :

1. Pasir beton harus bersih, dalam pengujian dengan larutan pencuci khusus tinggi endapan pasir yang kelihatan dibandingkan tinggi seluruhnya tidak kurang dari 70%
2. Pasir lolos ayakan 0.063 mm (lumpur) tidak lebih dari 5% dari beratnya.
3. Angka modulus halus butir terletak antara 2,2 sampai 3,2 bila diuji dengan rangkaian ayakan berukuran 0,16 mm, 0,0315 mm, 0,63 mm, 1,25 mm, dan 10 mm dengan fraksi yang lewat ayakan 0,3 mm minimal 15% dari berat.
4. Kekekalan terhadap larutan  $MgSO_4$  harus tidak lebih dari 10%.
5. Pasir tidak boleh mengandung zat organik yang dapat mengurangi mutu beton, untuk itu bila direndam dengan larutan NaOH 3% cairan diatas endapannya tidak boleh lebih gelap dari pada larutan perbandingan.

Agregat yang digunakan untuk bahan campuran adukan atau mortar harus memenuhi syarat yang ditetapkan oleh SK SNI-S-04 1989 P dengan modulus halus 1,5 sampai 3,8.

##### a. Berat Jenis Agregat Halus

Berat jenis agregat adalah rasio antara masa padat agregat dan masa air dengan volume sama dan suhu yang sama. Berdasarkan hal tersebut agregat dibedakan menjadi 3:

1. Agregat ringan, dengan berat jenis kurang dari  $2,0 \text{ g/cm}^3$
2. Agregat normal, dengan berat jenis lebih dari  $2,3 - 2,7 \text{ g/cm}^3$
3. Agregat berat, dengan berat jenis lebih dari  $2,8 \text{ g/cm}^3$

b. Gradasi Agregat Halus

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Jika suatu agregat memiliki keseragaman dalam bentuk ukuran maka volume dari pori tersebut semakin besar, jika ukuran butiran dari agregat dikombinasikan maka volume pori akan mengecil. Karena pori yang kecil akan masuk kedalam pori yang besar, sehingga pori akan tertutup dan mengakibatkan kemampatannya tinggi.

Pada agregat pembuatan mortar digunakan butiran yang kemampatannya tinggi karena volume porinya sedikit yang membutuhkan bahan ikat yang sedikit. Bahan ikat yang dibutuhkan juga sedikit karena bahan ikat mengisi pori antara butir-butir agregat.

c. Kekekalan Agregat Halus

Kekekalan agregat dapat diketahui dari ketahanan agregat terhadap gangguan cuaca. Apabila tidak memiliki sifat kekekalan maka akan mempengaruhi volume yang mengakibatkan menurunnya kualitas dari suatu beton. Hal ini biasanya berupa retakan pada permukaan beton, dan mengakibatkan dampak yang membahayakan maupun merugikan di bidang struktur.

d. Berat Volume Agregat Halus

Berat volume agregat berat agregat dalam satuan volume, yang dinyatakan dalam kg/liter atau  $\text{ton/m}^3$  yang dihitung dari berat agregat dalam suatu tempat tertentu. Sehingga yang dihitung adalah volume yang meliputi volume padat (tertutup) dan volume pori terbuka.

e. Kadar Air

Keadaan air dalam agregat dibedakan menjadi beberapa tingkat, yaitu (Tjokrodimuljo, 1996) :

1. Kering tungku, kondisi di mana agregat halus tidak berair dan dapat secara penuh menyerap air.

2. Kering udara, kondisi dimana agregat halus permukaannya kering tetapi masih mengandung sedikit air di dalam pori porinya. Oleh karena itu, agregat halus dalam tingkat ini masih dapat sedikit menyerap air.
3. Jenuh kering muka, kondisi ini tidak ada air di permukaan air, tetapi butir-butirnya berisi air sejumlah air yang dapat diserap. Engan demikian butiran-butiran agregat pada tingkat ini tidak menyerap dan juga tidak menambah jumlah air bila dipakai dalam campuran adukan beton.
4. Basah, pada kondisi ini agregat halus mengandung banyak air, baik dipermukaan maupun di dalam butiran, sehingga bila dipakai maka campuran akan memberi air.

Pada suatu kadar tertentu volume agregat halus mulai berkurang dengan bertambahnya kadar air. Pada kadar air tertentu pula, besar penambahan volume pasir itu menjadi nol, berarti volume pasir menjadi sama dengan volume pasir kering.

f. Kandungan Lumpur Agregat Halus

Menurut ASTM 33-86 bahwa:

1. Kadar lumpur atau bagian butir yang lebih kecil dari 75 mikron (lolos ayakan no. 200) dalam % berat maksimum untuk :
  - a. Beton yang mengalami abrasi 3%
  - b. Jenis beton lain 5%
2. Kadar gumpalan tanah liat atau partikel yang mudah direpihkan maksimum 3%
3. Kandungan arang atau lignit, bila tampak permukaan beton dipandang penting kandungan maksimum 5%. Beton jenis lainnya kandungan maksimum sebesar 1%.

g. Modulus Halus Butir

Modulus halus butir adalah suatu indeks yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekerasan butir-butir agregat. Persyaratan pasir menurut PUBI (1982) agar dapat digunakan menjadi bahan bangunan adalah:

1. Pasir beton harus bersih, dalam pengujian dengan larutan pencuci khusus tinggi endapan pasir yang kelihatan dibanding tinggi seluruhnya tidak kurang dari 70%.
  2. Pasir ayakan lewat 0.063 m (lumpur) tidak lebih dari 5% dari beratnya.
  3. Angka modulus halus butir terletak antara 2.2 sampai 3.2 bila diuji dengan rangkaian ayakan berukuran 0.16 mm, 0.315 mm, 0.63 mm, 1.25 mm, 2.5 mm, dan 10 mm dengan fraksi yang lewat ayakan 0.3 mm minimal 15% dari berat.
  4. Kekekalan terhadap larutan  $MgSO_4$  harus tidak lebih dari 10%.
  5. Pasir tidak boleh mengandung zat-zat organik yang dapat mengurangi mutu beton, untuk itu bila direndam dengan larutan NaOH 3% cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.
- Penelitian ini menggunakan pasir Jember, dikarenakan untuk menekan harga pembuatan dan juga tidak dapat mengurangi kualitas dari *paving block* tersebut.

## 2.5 Batu Split ( Abu Batu )

Batu split adalah material bangunan yang diperoleh dengan cara membelah atau memecah batu ukuran besar hingga menjadi kecil. Yang berfungsi sebagai bahan pembuat adonan cor beton yang dicampur dengan semen dan pasir. Dari beberapa macam batu split yang termasuk adalah abu batu yang merupakan hasil belahan atau pecahan batu dengan diameter 0-5 mm, yang dapat digunakan dalam pembuatan *paving block*.

## 2.6 Portland Semen

Portland semen merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lain (SNI 2049-2015). Semen portland terdiri atas empat unsur penting, yaitu trikalsium silikat ( $3CaO.SiO_2$ ), dikalsium silikat ( $2CaO.SiO_2$ ), trikalsium aluminat/ $C_3A$



( $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dan tetrakalsium aluminoforit/ $\text{C}_4\text{AF}$  ( $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Trikalium silikat ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) yang terkandung dalam semen yaitu  $\pm 55\%$ . Senyawa  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  dapat mengeras dalam beberapa jam yang disertai pengan pelepasan energi panas. Proses pengikatan  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  yang terjadi mempengaruhi kekuatan beton dan umur awal pada 14 hari pertama (Hambali *et al.*, 2013).

Senyawa dikalsium silikat ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) yang terkandung didalam semen portland  $\pm 20\%$ . Pembentukan senyawa ini sangat lambat disertai dengan pelepasan energi panas. Senyawa  $\text{C}_2\text{S}$  berpengaruh pada perkembangan kekuatan beton dari umur 14 hari dan seterusnya. Kandungan senyawa  $\text{C}_2\text{S}$  yang banyak akan memberikan ketahanan agresi kimia dan penyusutan yang lebih rendah serta membuat beton menjadi tahan lama (Sitohang 2009 dalam Hambali *et al.*, 2013).

Kandungan trikalsium aluminat/ $\text{C}_3\text{A}$  ( $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ) pada semen portland  $\pm 10\%$ . Senyawa ini berperan pada proses pengikatan awal, namun kontribusi terhadap kekuatan beton relatif kecil. Senyawa ini juga lemah terhadap agregasi kimia dan lebih berpeluang mengalami perpecahan oleh sulfat pada air tanah. Hal ini akan menyebabkan keretakan akibat perubahan volume (Sitohang 2009 dalam Hambali *et al.*, 2013).

Senyawa tetrakalsium aluminoforit/ $\text{C}_4\text{AF}$  ( $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dapat merubah reaksi kimia  $\text{C}_2\text{F}$  menjadi  $\text{C}_4\text{AF}$ . Senyawa ini terkandung  $\pm 8\%$  dalam semen. Senyawa  $\text{C}_4\text{AF}$  tidak berkontribusi terhadap pembentuk sifat-sifat pada beton (Sitohang 2009 dalam Hambali *et al.*, 2013).

#### 2.6.1 Jenis dan Penggunaan menurut SNI 15-2049-2004

- a. Jenis I : digunakan secara umum tanpa memerlukan syarat-syarat khusus.
- b. Jenis II : penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c. Jenis III : penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap pemulaan setelah pengkatan terjadi.
- d. Jenis IV: penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- e. Jenis V : penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

## 2.7 Kapur

Batu kapur merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan oleh sektor industri ataupun konstruksi dan pertanian, antara lain untuk bahan bangunan, bahan penstabil jalan raya, pengapuran untuk pertanian dll (Wedyorini *et al.*, 2015). Adapun macam macam kapur sebagai berikut :

- a. Kapur tohor merupakan hasil pembakaran dari batu kapur pada suhu tertentu. Kapur tohor juga biasa disebut kapur sirih, kapur koral, kapur hidup.
- b. Kapur padam adalah kapur yang dihasilkan dari pemadaman ( penyeduan ) kapur tohor.
- c. Kapur udara adalah kapur padam apabila diauduk dengan air dan membentuk setelah beberapa waktu hanya dapat mengeras di udara karena peningkatan karbondioksida.
- d. Kapur hidrolis adalah kapur padam yang diaduk dengan air setelah beberapa waktu campuran dapat mengeras baik dalam air maupun didalam udara.

Sifat-sifat kapur padam:

- a. Memiliki sifat plastis yang baik.
- b. Memberi kekuatan.
- c. Dapat mengeras dengan mudah dan cepat.
- d. Mudah dikerjakan.
- e. Mempunyai ikatan yang bagus dengan batu/bata.

(Wedyorini *et al.*, 2015).

## 2.8 Air

Air merupakan bahan yang penting dalam pembuatan *paving block*. Karena air diperlukan agar bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Dalam hal ini air adalah bahan yang paling wajib diperhatikan karena jika air yang dimasukkan terlalu banyak akan mempengaruhi kualitas *paving block*, sedangkan jika



kekurangan air *paving block* juga mengalami penurunan kualitas dan tidak masuk dalam perencanaan pembuatan *paving block*.

Air untuk campuran agregat *paving block* sebaiknya harus memenuhi syarat (SK-SNI-S-1989-F) yaitu:

- a. Air bersih
- b. Tidak terdapat lumpur didalam air yang lebih dari 2 gram/liter
- c. Tidak boleh mengandung lumpur berminyak dan benda terapan lain yang dapat diliat secara visual.
- d. Tidak mengandung bahan perusak beton (asam organik) lebih dari 15 gram/liter.
- e. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter
- f. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0.5 gram/liter.

## 2.9 Kuat Tekan

Kuat tekan *paving block* yaitu besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu dihasilkan oleh mesin uji tekan (Universal Testing Machine dalam Hambali *et al.*, 2013). Kuat tekan beton dengan menggunakan semen hanya bertahan paling tinggi sampai umur 7 hari. Kekuatan tekan beton kemudian melambat setelah hari ketujuh. Kuat tekan beton dapat meningkat setelah berumur 7 hari dengan menggunakan campuran fly ash meskipun kekuatan awal beton lebih lambat (Haryanto *et al.*, 2008). Rumus yang digunakan dalam pengujian kuat tekan *paving block* yaitu :

$$\sigma'_x = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{P/A}{g} (MPa) \dots\dots\dots (1)$$

Dengan

- $\sigma'_x$  : kuat tekan hancur umur x hari, dalam MPa atau dalam  $kg/cm^2$   
 P : gaya yang ditunjukkan mesin pada saat pengetesan  
 A : luas permukaan tekan dalam  $mm^2$  atau  $cm^2$   
 g : percepatan gravitasi ( $9,8 m/s^2$ )

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2017 hingga Desember 2017. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Patrang, Universitas Jember.

#### 3.2 Alat dan Bahan Pengujian

##### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain satu set saringan, timbangan analitis, alat getar saringan, oven, picnometer 100 cc, loyang, timbangan 10 kg dan 25 kg, mixer, gerobak dorong, mesin pressing pencetak *paving block*, mesin uji kuat tekan hancur, scoop dan alat bantu lainnya.

##### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Portland Semen
  - a. Jenis : PPC
  - b. Merek : Puger
  - c. Diproduksi : PT. Cement Puger Jayaraya Sentosa Tbk.
2. *Fly ash* (FA)
  - a. Jenis : *Fly Ash*
  - b. Sumber : Toko Bangunan Lumajang
- c. Agregat Halus
  - a. Jenis : Pasir Sungai
  - b. Asal : Mayang Jember
  - c. Sumber : *Supplier*
- d. Agregat Kasar
  - a. Jenis : Abu Batu

- b. Asal : Jember
- c. Sumber : UD. Surya Mandiri
- e. Air
  - a. Sumber : Air PAM Laboratorium Struktur Teknik Sipil Universitas Jember

### 3.3 Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain pengujian bahan awal (*pre-treatment*), pembuatan adonan dan pencetakan *paving block*, dan pengujian *paving block*:

#### 3.3.1 Pengujian Bahan Awal (*Pre-Treatment*)

##### 1. Pengujian Semen Puger

Pengujian semen pugur dilakukan dengan beberapa tahapan antara lain (SNI 03-2531-1991),

- a. Pengujian berat volume semen
- b. Pengujian berat jenis semen

##### 2. Pengujian Pasir Mayang Jember

Pengujian pasir dilakukan dengan beberapa tahapan antara lain (SNI 03-1970-1990),

- a. Berat volume pasir
- b. Berat jenis pasir
- c. Kelembaban pasir
- d. Air resapan pasir
- e. Analisa saringan

##### 3. Pengujian *fly ash*

Pengujian *fly ash* dilakukan dengan beberapa tahapan antara lain (SNI 03-4145-1996),

- a. Pengujian berat volume *fly ash*
- b. Pengujian berat jenis *fly ash*

#### 4. Pengujian Abu Batu

- a. Pengujian berat volume
- b. Pengujian berat jenis

##### 3.3.2 Pembuatan Adonan dan Pencetakan *Paving block*

Adonan *paving block* dibuat dengan komposisi (1: 4). (1:5), (1:6) dengan perbandingan massa semen terhadap massa pasir dan abu batu. *Fly ash* ditambahkan sebesar 30% dari total massa pasir dan abu batu. *Fly ash* yang digunakan dalam penelitian ini seperti halnya semen yang langsung digunakan tanpa diperlakukan khusus. Pasir yang digunakan adalah pasir dari Mayang Jember dengan lolos ayakan 10 mm dan 5 mm. Bahan baku dimasukkan ke dalam *mixer*, kemudian ditunggu hingga bahan tercampur secara merata sambil menyiapkan alat press *paving block*. Adonan yang sudah tercampur kemudian dimasukkan ke dalam cetakan yang ada di dalam mesin *block* hingga rata. Alat press digetarkan hingga adonan memadat. Adonan yang memadat di press secara bersamaan dengan getaran hingga adonan dirasa cukup padat saat di press. Cetakan kemudian dibuka dan *paving block* yang sudah di press diletakkan pada tempat datar.

Tabel 3.1 Proporsi Campuran

Proporsi	Nama	Fly Ash	Jumlah benda uji (buah)	Volume (m <sup>3</sup> )	Kebutuhan bahan susun (kg)					
		%			Semen	Pasir	Abu Batu	Fly Ash	Air	Air Gamping 10%
(1 : 4)	A0	0	6	0,002	2,78	6,58	6,58	0,00	1,50	
	A1	30	6	0,002	2,78	4,61	4,61	3,95	1,47	
	A2	30	6	0,002	2,78	4,61	4,61	3,95	1,47	0,147
<b>Jumlah</b>			<b>18</b>		<b>8,352</b>	<b>15,794</b>	<b>15,794</b>	<b>7,897</b>	<b>4,430</b>	<b>0,147</b>
Proporsi	Nama	Fly Ash	Jumlah benda uji (buah)	Volume (m <sup>3</sup> )	Kebutuhan bahan susun (kg)					
		%			Semen	Pasir	Abu Batu	Fly Ash	Air	Air Gamping 10%
(1 : 5)	B0	0	6	0,002	2,32	7,06	6,86	0,00	1,27	
	B1	30	6	0,002	2,32	4,97	4,77	4,17	1,24	
	B2	30	6	0,002	2,32	4,97	4,77	4,17	1,24	0,124
<b>Jumlah</b>			<b>18</b>		<b>6,960</b>	<b>17,006</b>	<b>16,391</b>	<b>8,349</b>	<b>3,754</b>	<b>0,124</b>
Proporsi	Nama	Fly Ash	Jumlah benda uji (buah)	Volume (m <sup>3</sup> )	Kebutuhan bahan susun (kg)					
		%			Semen	Pasir	Abu Batu	Fly Ash	Air	Air Gamping 10%
(1 : 6)	C0	0	6	0,002	1,99	7,26	7,05	0,00	1,11	
	C1	30	6	0,002	1,99	5,11	4,90	4,29	1,08	
	C2	30	6	0,002	1,99	5,11	4,90	4,29	1,08	0,108
<b>Jumlah</b>			<b>18</b>		<b>5,966</b>	<b>17,491</b>	<b>16,859</b>	<b>8,588</b>	<b>3,264</b>	<b>0,108</b>

### 3.3.3 Pengujian *Paving block*

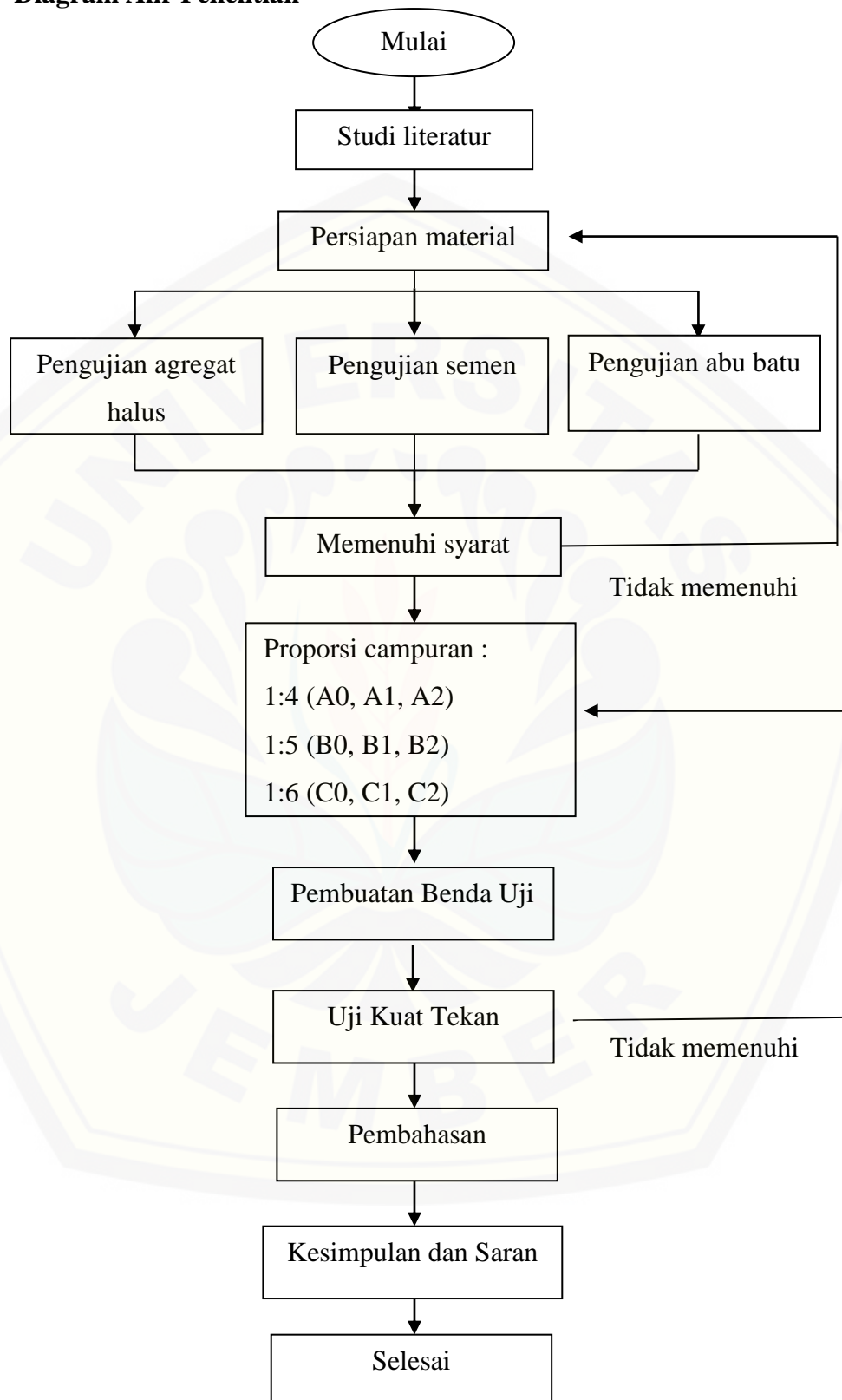
*Paving block* yang akan diuji sebelumnya dilakukan curing dengan menjaga agar permukaan *paving block* tetap lembab hingga 28 hari. Curing dilakukan dengan menyiram benda uji *paving block* menggunakan air secara berkala.

*Paving block* yang sudah dilakukan curing kemudian diuji pada hari ke-28 setelah proses pencetakan. *Paving block* diuji daya tekannya menggunakan alat uji kuat tekan digital.





### 3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



### 3.5 Prosedur Pembuatan *Paving block*

Agar tujuan dari penelitian ini bisa tercapai, dalam melakukan penelitian ini ada beberapa tahapan yang harus dilakukan yang meliputi :

1. Tahap I

Melakukan studi literatur dan studi pustaka terkait permasalahan yang akan digabungkan penelitian untuk memperdalam materi yang menunjang untuk penelitian.

2. Tahap II

Mempersiapkan bahan dan alat penelitian yang digunakan untuk penelitian.

3. Tahap III

Pengujian material pembentuk *paving block* yang meliputi pengujian agregat halus dan agregat kasar, dan semen portland.

4. Tahap IV

Penghitungan proporsi pada setiap variasi campuran *paving block*.

5. Tahap V

Melakukan pencampuran dan pembuatan *paving block* sesuai rencana proporsi pada setiap variasi campuran *paving block*.

6. Tahap VI

Melakukan perawatan dengan melakukan penyiraman pada *paving block*.

7. Tahap VII

Melakukan pengetesan atau pengujian kuat tekan *paving block* sesuai variabel penelitian yang direncanakan.

8. Tahap VIII

Melakukan pembahasan tentang hasil dari penelitian dan menyajikan data dengan mengaju pada hasil penelitian.

9. Tahap IX

Merumuskan kesimpulan dari hasil keseluruhan penelitian yang dilakukan.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dalam penelitian ini antara lain :

1. Abu terbang sebagai *filler* dalam pembuatan *paving block* dapat meningkatkan daya kuat tekan. Kuat tekan tertinggi adalah komposisi A1 (1:4) 30% FA dan masuk kelas kuat B dengan kuat tekan rata-rata 31.25 Mpa. Kuat tekan terendah adalah komposisi C0 ( 1:6 ) normal dan masuk kelas kuat D dengan kuat tekan rata-rata 6.73 Mpa.
2. Selisih biaya produksi *paving block* dengan penambahan FA dan air gamping adalah Rp 296,8 hingga Rp 413,9.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat dilakukan oleh peneliti selanjutnya yaitu perlu melakukan variasi uji yang lain untuk mendapatkan biaya yang relatif lebih murah dengan daya tekan yang tinggi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Djumari, Endah S. 2009. Kajian Teknis Dan Ekonomis Pemanfaatan Limbah Batu Bara (Fly Ash) Pada Produksi Paving Block. *Media Teknik Sipil*. Vol 9 (1) : 36 – 40.
- Hambali, M., I. Lesmania, dan A. Midkasna. 2013. “Pengaruh Komposisi Kimia Bahan Penyusun Paving Block terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Airnya”. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol 19 (4) : 14-21.
- Haryanto, Y., G.H. Sudiby, dan Fatkhurrozak. 2008. “Abu Terbang (Fly Ash) sebagai Bahan Tambah untuk Meningkatkan Kuat Tekan Bata Beton (Paving Block)”. *Dinamika Rekayasa*. Vol 4 (2) : 65-76.
- Kumalawati. A., Tri M. W, Sri., Yovinianus Mastaram. 2013. “Analisa Pengaruh Penggunaan Abu Batu Apung Sebagai Penganti Filler untuk Campuran Aspal”. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol 2 (2) : 191-200.
- Lisantono, Ade dan Purnandani, Yoseph. 2010. “Pengaruh Penambahan Kapur Padam Terhadap Kuat Tekan Modulus Elastisitas Beton Geopolymer”. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KoNTekS 4)*.
- Mulyati dan S. Maliar. 2015. “Pengaruh Penggunaan Fly Ash sebagai Penganti Agregat terhadap Kuat Tekan Paving Block”. *Jurnal Momentum*. Vol 17 (1) : 42-29.
- Nurzal dan Ardiansyah. 2015. “Pengaruh Variasi Lama Pengeringan Paving Block dengan Penambahan 5% Fly Ash terhadap Kuat Tekan (Biner PT.X)”. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol 5 (2) : 127-132.
- Nurzal dan Taufik. 2016. “Pengaruh Lama Pengeringan Paving Block Dengan Penambahan 5% Fly Ash terhadap Kuat Tekan (Binder Air Mineral)”. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 6 (1) : 43-49.
- Nurzal dan Z. Zakir. 2014. “Pengaruh Komposisi Fly Ash terhadap Kuat Tekan pada Pembuatan Paving Block”. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol 4 (2) : 15-21.
- Pawar, Sarang S., dan Bujone, Subhankar A. 2017. “Use of Fly Ash and Plastic in Paver Block”. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. Vol 4 (11) : 1542 – 1547.
- SNI 03-0691-1996. 1996. Bata Beton. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

- SNI 03-1970-1990. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-2531-1991. Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-2847-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (Beta Version). Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-4145-1996. Metode Pengujian Berat Jenis Sedimen Layang dengan Piknometer. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-6815-2002. Tata Cara Mengevaluasi Hasil Uji Kekuatan Beton. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 15-2049-2004. 2004. Semen Portland. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1969-2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2049-2015. 2015. Semen Portland. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : UGM Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik.
- Wenno, R., S.E. Wallah, dan R. Pandaleke. 2014. “Kuat Tekan Mortar dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) asal PLTU Amurang sebagai Substitusi Parsial Semen”. *Jurnal Sipil Statik*. Vol 2 (5) : 252-259.

LAMPIRAN

Lampiran 4.2. Pengujian Bahan

4.2.1 Alat dan Bahan Uji Berat Volume Semen

No	Gambar	Nama Alat dan Bahan
1		Mold (untuk Uji Semen)
2		Batang besi diameter 16 mm (untuk Perojok)
3		Loyang (untuk alas pada saat pengisian semen kedalam mold)
4		Cetok (untuk memindahkan semen dari mold)



---

**5**

Timbangan kapasitas 20  
kg


---

**6**

Portland Pozzolan  
Cement

---

#### 4.2.2 Alat dan Bahan Uji Berat Jenis Semen

No	Gambar	Nama Alat dan Bahan
1		Timbangan analitis 6000 gr

---



---

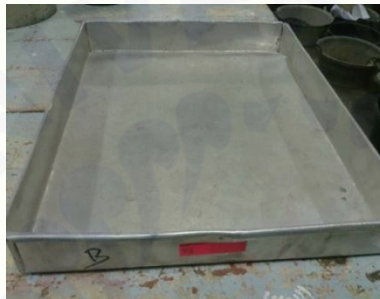
2



Labu le chatelier

---

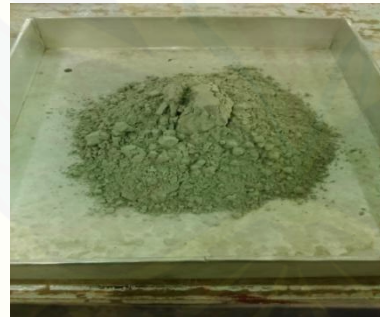
3



Loyang (untuk alat pada saat pengisian semen kedalam le chatelier)

---

4



Portland Pozzolan Cement

---

5



Minyak tanah

---

6





Corong

7



Air

#### 4.2.3 Alat dan Bahan Pengujian Berat Volume Agregat Halus

No	Gambar	Nama Alat dan Bahan
1		Silinder Kapasitas 10 liter
2		Timbangan kapasitas 20 kg

---

**3**

Batang besi perojok  
diameter 16 mm  
panjang 60 cm

---

**4**

Cetok


---

**5**

Pasir Mayang Jember

---

#### 4.2.4 Alat dan Bahan Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

No	Gambar	Nama Alat dan Bahan
1		Timbangan analitis 6000 gr

---

---

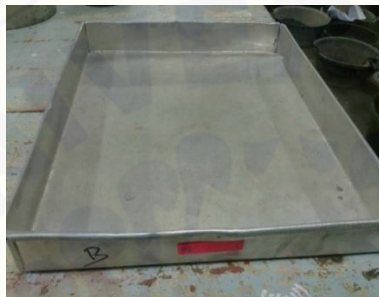
2



Picnometer 100 cc

---

3



Loyang (untuk alat pada saat pengisian pasir kedalam picnometer)

---

4



Kerucut (untuk melihat apakah pasir sudah dalam keadaan SSD atau belum)

---

6



Pasir dalam keadaan SSD

---

7








Air


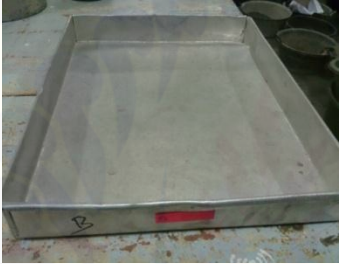


---



## 4.2.5 Alat dan Bahan Pengujian Air Resapan

No	Gambar	Nama Alat dan Bahan
1		Timbangan analitis 6000 gr
2		Oven
3		Loyang
4		Cetok
5		Pasir dalam keadaan asli

## 4.2.6 Alat dan Bahan Pengujian Kadar Air Resapan Agregat Halus

No	Gambar	Nama Alat dan Bahan
1		Timbangan analitis 6000 gr
2		Loyang (untuk alat pada saat pengisian pasir kedalam picnometer)
3		Kerucut (untuk melihat apakah pasir sudah dalam keadaan SSD atau belum)
4		Pasir dalam keadaan SSD





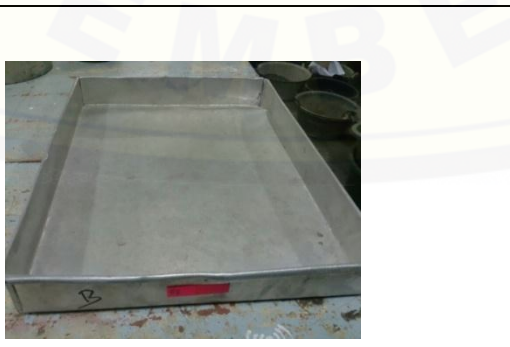
---

5		Air
---	---	-----

---

#### 4.2.7 Alat dan Bahan Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

---

No	Gambar	Nama Alat dan Bahan
1		Timbangan analitis 6000 gr
2		Satu set ayakan ASTM:#4, #8, #16, #30, #50, #100, Pan dan shieve shaker
3		Loyang

---

4



Cetok


5

Oven dengan suhu  
110°C

6

Pasir dalam keadaan  
kering oven

#### 4.2.8 Alat dan Bahan Pengujian Berat Volume Abu Batu

No	Gambar	Nama Alat dan Bahan
1		Silinder Kapasitas 10 liter

---

2



Satu set ayakan ASTM:  
#8, #16, Pan dan shieve  
shaker

---

3



Timbangan kapasitas 20  
kg

---

4



Batang besi perojok  
diameter 16 mm  
panjang 60 cm

---

5



Cetok

---

6







Abu Batu

---

**Lampiran 4.3 Pembuatan Benda Uji**

## 4.3.1. Proses Pencampuran Proporsi Paving Block

No	Gambar	Keterangan
1		Proses Pencampuran Bahan Pembuatan Paving Block
2		Proses Uji Slump Pada Mortar pembuat Paving Block
3		Mortar Siap di ratakan pada cetakan press Hidrolis
4		Proses Perataan Mortar pada Mesin Press Hidrolis



5



Proses menyetak Mortar menjadi Paving Block dengan Mesin Press Hidrolis

6



Hasil Pembuatan dan Hasil perawatan Benda Uji yang sudah di curing

#### 4.3.2 Proses Uji Kuat Tekan Paving Block

No	Gambar	Keterangan
1		Proses Penimbangan 1 benda Uji sebelum di test kuat tekan
2		Proses pengujian Kuat tekan Benda Uji

Lampiran 4.4 Data Uji Kuat Tekan di Laboratorium Teknik Universitas Jember, Patrang

No	Proporsi	Label	Dimensi (cm)			Berat (Kg)	Kuat Tekan Mpa	Rata-rata uji tekan	Rata-rata tiga uji tekan	Kelas Kuat
			P	L	T					
1	(1 : 4)	A 0	19.5	9	7	2.3	23.84	23.69	23.79	B
2		A 0	19.5	9	7	2.36	23.55			
3		A 0	19.5	9	7	2.46	24.13			
4		A 0	19.5	9	7	2.5	23.26			
5		A 0	19.5	9	7	2.4	23.84			
6		A0	19.5	9	7	2.6	24.13			
7	(1 : 4)	A 1	19.5	9	7	3.27	31.98	31.11	31.25	B
8		A 1	19.5	9	7	3.25	30.23			
9		A 1	19.5	9	7	2.93	31.40			
10		A 1	19.5	9	7	3.07	30.23			
11		A 1	19.5	9	7	2.94	30.53			
12		A 1	19.5	9	7	2.95	33.14			
13	(1 : 4)	A 2	19.5	9	7	3.06	21.63	28.78	26.67	B
14		A 2	19.5	9	7	3.1	25.87			
15		A 2	19.5	9	7	3.1	28.49			
16		A 2	19.5	9	7	3.11	29.07			
17		A 2	19.5	9	7	3.03	25.29			
18		A 2	19.5	9	7	3.16	29.65			
19		B 0	19.5	9	7	2.58	13.02	12.47	10.84	D



20		B 0	19.5	9	7	2.47	11.92			
21	(1:5)	B 0	19.5	9	7	2.72	9.30			
22		B 0	19.5	9	7	2.55	10.47	9.88		
23		B 0	19.5	9	7	2.61	11.05			
24		B 0	19.5	9	7	2.65	9.30		10.18	
25		B 1	19.5	9	7	3.06	25.00			
26		B 1	19.5	9	7	2.77	23.84	24.42		
27	(1:5)	B 1	19.5	9	7	3.11	23.55			
28		B 1	19.5	9	7	2.97	21.51	22.53	22.72	B
29		B 1	19.5	9	7	2.97	19.77			
30		B 1	19.5	9	7	3.09	22.68	21.22		
31		B 2	19.5	9	7	2.84	18.61			
32		B 2	19.5	9	7	2.92	18.02	18.32		
33	(1:5)	B 2	19.5	9	7	2.82	17.44			
34		B 2	19.5	9	7	2.88	17.44	17.44	17.35	B
35		B 2	19.5	9	7	2.84	15.70			
36		B 2	19.5	9	7	2.82	16.86	16.28		
37		C 0	19.5	9	7	2.58	7.56			
38		C 0	19.5	9	7	2.59	7.27	7.41		
39	(1:6)	C 0	19.5	9	7	2.63	5.81			
40		C 0	19.5	9	7	2.6	5.81	5.81	6.73	D
41		C 0	19.5	9	7	2.61	6.40			
42		C 0	19.5	9	7	2.51	7.56	6.98		

43		C 1	19.5	9	7	3.12	12.62			
44		C 1	19.5	9	7	3.27	14.65	13.63		
45	( 1 : 6 )	C 1	19.5	9	7	3.38	19.88	18.32	16.17	C
46		C 1	19.5	9	7	3.47	16.75			
47		C 1	19.5	9	7	3.3	18.02			
48		C 1	19.5	9	7	3.14	15.12	16.57		
49		C 2	19.5	9	7	2.62	6.98			
50		C 2	19.5	9	7	2.71	6.69	6.83		
51	( 1 : 6 )	C 2	19.5	9	7	2.76	5.52			
52		C 2	19.5	9	7	2.61	7.85	6.69	7.82	D
53		C 2	19.5	9	7	2.66	9.30			
54		C 2	19.5	9	7	2.63	10.58	9.94		

Mengetahui,

( )

**Lampiran 4.5 Daftar Harga Barang dan Upah Pembuatan *Paving Block***

<b>Daftar Harga Bahan dan Upah Pembuatan <i>Paving Block</i></b>							
<b>No.</b>	<b>Bahan</b>	<b>Satuan</b>	<b>Kg</b>	<b>Harga Bahan</b>		<b>Harga/kg</b>	
1.	Pasir Mayang	1 m <sup>3</sup>	1640	Rp	140.000,00	Rp	85,00
2.	Fly Ash	1 zak	25	Rp	14.000,00	Rp	560,00
3.	Abu Batu	1 m <sup>3</sup>	1500	Rp	200.000,00	Rp	133,00
4.	Gamping	1 zak	10	Rp	15.000,00	Rp	1.500,00
5.	Semen	1 zak	50	Rp	47.000,00	Rp	940,00
6.	Air	1 m <sup>3</sup>	1000	Rp	6.050,00	Rp	6,00
7.	Upah	9 jam		Rp	65.000,00	Rp	163,00

