



# **PAVING BLOCK MENGGUNAKAN CAMPURAN TRAS**

## **LAPORAN PROYEK AKHIR**

Oleh :

**Aan Prasetyo Pribadi**

**NIM. 071903103031**

**PROGRAM DIPLOMA III  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**



# **PAVING BLOCK MENGGUNAKAN CAMPURAN TRAS**

## **LAPORAN PROYEK AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Ahli Madya (A.Md ) Teknik Program Studi Diploma III  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Jember**

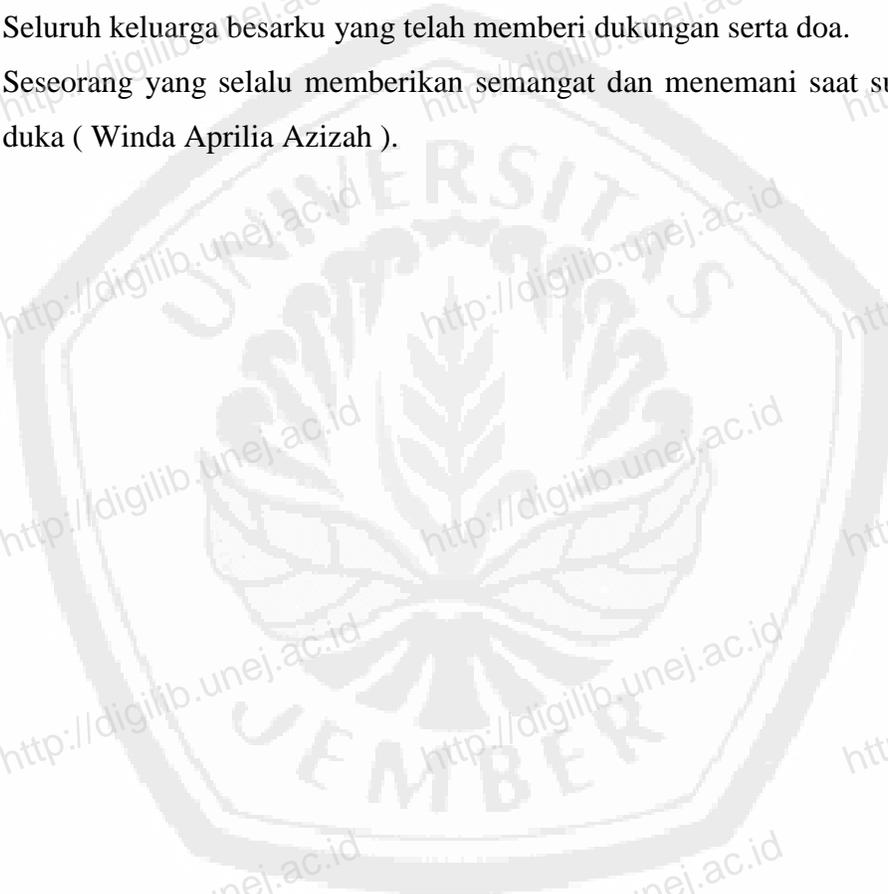
**Oleh :**

**Aan Prasetyo Pribadi  
NIM. 071903103031**

**PROGRAM DIPLOMA III  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**

## **PERSEMBAHAN**

1. Kedua orang tuaku yang sangat saya hormati dan sayangi, yang telah sabar mendoakan, mendukung, serta berkorban untuk membiayai saya mulai dari awal kuliah hingga menyelesaikan kuliah ini dengan baik.
2. Seluruh keluarga besarku yang telah memberi dukungan serta doa.
3. Seseorang yang selalu memberikan semangat dan menemani saat suka maupun duka ( Winda Aprilia Azizah ).



## **MOTTO**

Tiadanya keyakinanlah yang membuat orang takut menghadapi tantangan; dan saya percaya pada diri saya sendiri.

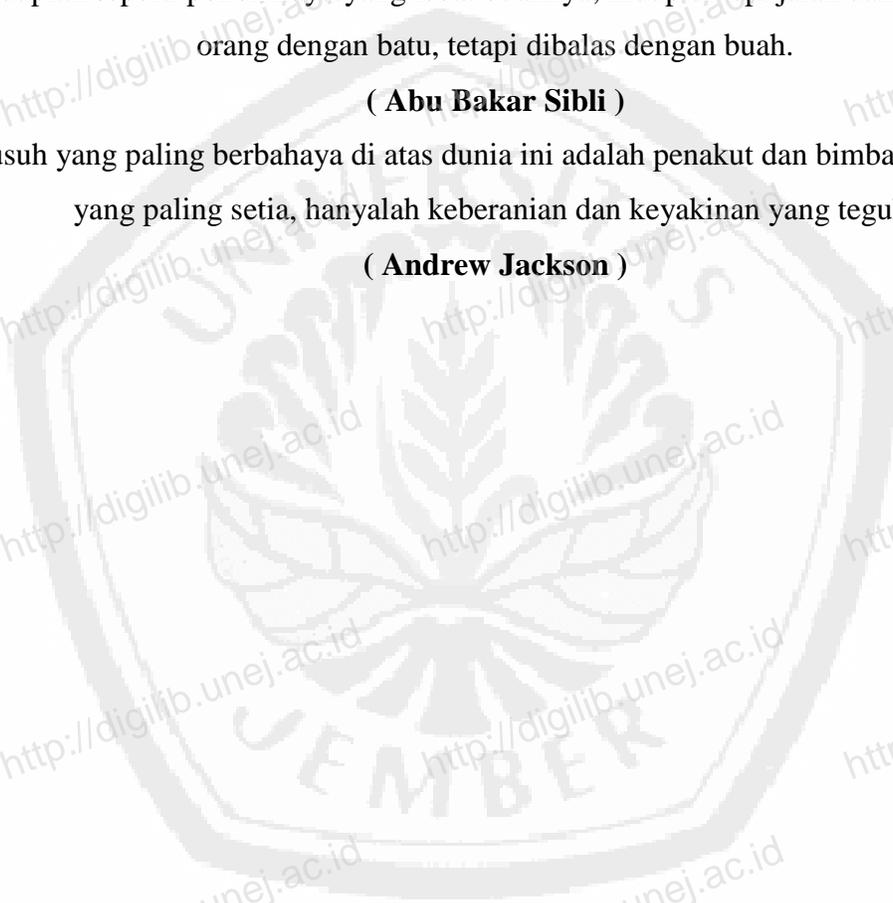
**( Muhammad Ali )**

Hiduplah seperti pohon kayu yang lebat buahnya; hidup di tepi jalan dan dilempari orang dengan batu, tetapi dibalas dengan buah.

**( Abu Bakar Sibli )**

Musuh yang paling berbahaya di atas dunia ini adalah penakut dan bimbang. Teman yang paling setia, hanyalah keberanian dan keyakinan yang teguh.

**( Andrew Jackson )**



## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aan Prasetyo Pribadi

NIM : 071903103031

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan proyek akhir yang berjudul **“Paving Block Menggunakan Campuran Tras”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtransi disebutkan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar

Jember, Oktober 2011

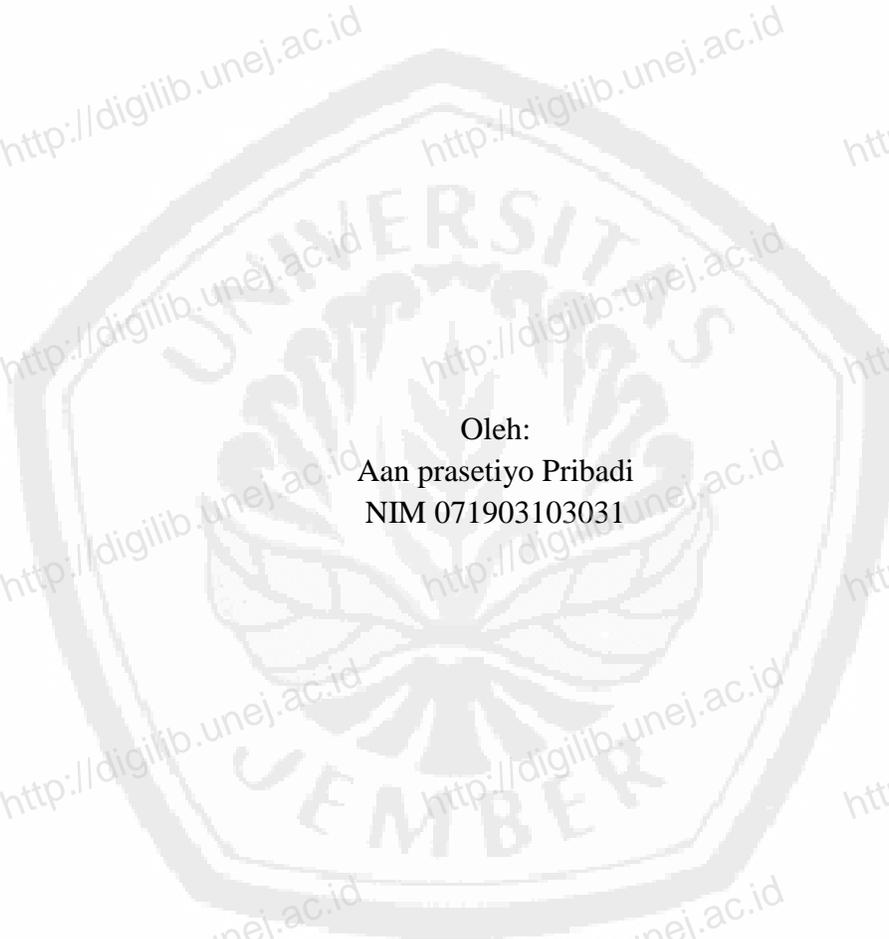
Yang menyatakan,

Aan Prasetyo Pribadi

NIM 071903103031

**PROYEK AKHIR**

**PAVING BLOCK MENGGUNAKAN CAMPURAN TRAS**



Oleh:  
Aan prasetiyo Pribadi  
NIM 071903103031

**Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama  
Dosen pembimbing Anggota

: Ir. Krisnamurti, MT.  
: Ir. Purnomo Siddy, M.Si

## PENGESAHAN

Proyek Akhir berjudul “Paving Block Menggunakan Campuran Tras” telah diuji dan disahkan oleh jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 19 Oktober 2011

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji :

DPA,

DPU,

Ir. Krisnamurti, MT

Ir. Purnomo Siddy M. Si

NIP 19661228 199903 1 002

NIP 19590909 199903 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Ir. Hernu Suyoso, MT

Januar Fery Irawan, ST., M. Eng

NIP 1955112 198702 1 001

NIP 19760111 200012 1 002

Mengesahkan

an. Dekan

Pembantu Dekan I

Mahros Darsin, ST., M. Sc.

NIP 19700322 199501 1 001

## RINGKASAN

**Paving Block Menggunakan Campuran Tras;** Aan Prasetiyo Pribadi, 071903103031; 2011: 62 halaman; Jurusan Diploma III Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Untuk mengoptimalkan pengolahan dan pemanfaatan sumber daya alam, khususnya bahan galian berupa tras yang terdapat di wilayah barat Kabupaten Probolinggo terutama di Kecamatan Tongas maka diperoleh alternatif untuk memanfaatkan tras sebagai bahan tambahan campuran paving block. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari prosentase penambahan tras yang optimum dan memiliki kuat tekan yang tinggi sebagai bahan campuran pada pembuatan paving block.

Variasi campuran antara semen, pasir, dan tras yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1semen : 3pasir : 0tras, 1semen : 3pasir : 0,05tras, 1semen : 3pasir : 0,10tras, 1semen : 3pasir : 0,15tras dan 1semen : 3pasir : 20tras. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi sifat tampak, ukuran, dan kuat tekan. Perlakuan terhadap masing-masing paving block adalah pengeringan secara alami selama 28 hari.

Hasil yang diperoleh dari pengujian kuat tekan dapat dilihat dari bentuk grafik kuat tekan rata-rata. Dari grafik kuat tekan rata-rata dapat diketahui prosentase tras yang optimum untuk pembuatan paving block yaitu campuran 1semen : 3pasir : 0,15tras dengan nilai kuat tekan rata-rata 17,107 Mpa, dan telah memenuhi syarat SNI 03-0691-1996 mutu B dengan kuat tekan rata-rata 17 Mpa sampai dengan 20 Mpa.

## SUMMARY

**Block Paving Using Mixture Tras;** Aan Prasetyo Pribadi, 071903103031; 2011; 62 pages; Programs Diploma Faculty of Civil Engineering, Jember University.

To optimize the processing and utilization of natural resources, particularly minerals contained a mattress in the western region, especially in Sub Probolinggo Tongas then obtained an alternative to use mattress as additional materials block paving mixtures. The purpose of this study was to find the optimum percentage of additional mattress and has a high compressive strength as an ingredient in the manufacture of paving blocks.

Variations mixture of cement, sand, and the mattress used in this study were 1 cement: 3 sand: 0 mattress, 1 cement: 3 sand: 0.05 mattress, 1 cement: 3 sand: 0.10 mattress, 1 cement: 3 sand: 0.15 mattress and 1 cement: 3 sand: 20 mattress. Tests conducted in this study include the nature looks, size, and compressive strength. The treatment of each paving block is drying naturally for 28 days.

The results obtained from testing the compressive strength can be seen from the graph the average compressive strength. From the graph the average compressive strength can be seen that the optimum percentage of mattress for the manufacture of paving block is a mixture of 1 cement: 3 sand: 0.15 mattress with a value of the average compressive strength of 17.107 MPa, and are qualified SNI 03-0691-1996 Quality B with an average compressive strength of 17 Mpa to 20 Mpa.

## **PRAKATA**

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir yang berjudul “Paving Block Menggunakan Campuran Tras” Laporan Proyek Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Jurusan Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan Proyek Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Mahros Darsin, ST., M. Sc. selaku Pembantu Dekan I Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Jajok Widodo S., ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil;
4. Ketut Aswatama, ST., MT. selaku ketua program studi DIII Teknik Sipil;
5. Ir. Krisnamurti, MT. selaku Dosen Pembimbing Utama;
6. Ir. Purnomo Siddy, M. Si selaku Dosen Pembimbing Anggota;
7. Ir. Hernu Suyoso, MT. selaku Dosen Penguji Utama;
8. Januar Fery, MT., M.Eng selaku Dosen Penguji II;
9. Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu baik secara langsung maupun tidak langsung yang turut membantu dan memberikan semangat dalam proses penyusunan Laporan Proyek Akhir ini

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, Oktober 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ix</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</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 Tujuan dan Manfaat</b> .....	<b>2</b>
1.3.1 Tujuan.....	<b>2</b>
1.3.2 Manfaat.....	<b>3</b>
<b>1.4 Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 Umum</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 Bahan-bahan Pembuatan Paving</b> .....	<b>5</b>
2.2.1 Agregat .....	<b>5</b>
2.2.2 Agregat Halus ( Pasir ) .....	<b>6</b>

2.2.3 Semen.....	7
2.2.4 Air .....	8
2.2.5 Tras.....	9
2.2.6 Penelitian Terdahulu dan Pemanfaatan Tras.....	12
<b>2.3 Berbagai Macam Pemakaian Paving Blok .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Keuntungan Paving Blok.....</b>	<b>14</b>
<b>2.5 Cara Pembuatan Paving.....</b>	<b>15</b>
<b>2.6 Bentuk Paving .....</b>	<b>15</b>
<b>2.7 Rancangan Campuran Paving.....</b>	<b>16</b>
<b>2.8 Kekuatan Paving.....</b>	<b>16</b>
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Studi Kepustakaan.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 Bahan Baku .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4 Peralatan .....</b>	<b>19</b>
<b>3.5 Pengujian Material.....</b>	<b>20</b>
3.5.1 Semen.....	20
3.5.2 Agregat Halus ( Pasir ).....	21
3.5.3 Tras.....	23
<b>3.6 Variasi Komposisi .....</b>	<b>24</b>
<b>3.7 Pembuatan Benda Uji.....</b>	<b>25</b>
<b>3.8 Perawatan Benda Uji.....</b>	<b>26</b>
<b>3.9 Pengujian Paving Block.....</b>	<b>26</b>
3.9.1 Sifat Tampak .....	26
3.9.2 Ukuran .....	27
3.9.3 Kuat Tekan .....	27
<b>3.10 Analisa dan Pembahasan .....</b>	<b>28</b>
<b>3.11 Kesimpulan.....</b>	<b>28</b>
<b>3.12 Flow Chart Proses kegiatan Penelitian.....</b>	<b>29</b>

<b>BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Pengujian Semen .....</b>	<b>31</b>
4.1.1 Berat Jenis Semen PPC .....	31
4.1.2 Berat Volume Semen PPC .....	31
<b>4.2 Pengujian Agregat Halus ( Pasir ) .....</b>	<b>32</b>
4.2.1 Analisa Saringan Pasir .....	32
4.2.2 Berat Jenis Pasir .....	33
4.2.3 Air Resapan Pasir .....	34
4.2.4 Berat Volume Pasir .....	34
4.2.5 Kelembaban Pasir .....	35
4.2.6 Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur .....	35
<b>4.3 Pengujian Tras .....</b>	<b>36</b>
4.3.1 Berat Volume Tras .....	36
<b>4.4 Sifat Tampak .....</b>	<b>36</b>
<b>4.5 Ukuran .....</b>	<b>36</b>
<b>4.6 Kuat Tekan .....</b>	<b>37</b>
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>41</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>41</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>41</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>44</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kekuatan Fisis.....	5
Tabel 2.2 Komponen Bahan Baku Semen .....	10
Tabel 2.3 Komposisi Kimia Tras .....	11
Tabel 3.1 Variasi Bahan Paving Block .....	24
Tabel 3.2 Jumlah Kebutuhan Benda Uji .....	25
Tabel 4.1 Analisa Pengujian Berat Jenis Semen PPC.....	31
Tabel 4.2 Analisa Pengujian Berat Volume Semen PPC.....	31
Tabel 4.3 Analisa Pengujian Saringan Pasir .....	32
Tabel 4.4 Batas Gradasi Pasir .....	32
Tabel 4.5 Analisa Pengujian Berat Jenis Pasir.....	33
Tabel 4.6 Analisa Pengujian air Resapan Pasir.....	34
Tabel 4.7 Analisa Pengujian Berat Volume Pasir.....	34
Tabel 4.8 Analisa Pengujian Kelembaban Pasir .....	35
Tabel 4.9 Analisa Pengujian Pasir Terhadap Lumpur .....	35
Tabel 4.10 Analisa Pengujian Berat Volume Tras.....	36
Tabel 4.11 Ukuran Paving Block .....	37
Tabel 4.12 Kuat Tekan Paving Block Campuran Normal .....	37
Tabel 4.13 Kuat Tekan Paving Block Campuran Tras 0,05% .....	38
Tabel 4.14 Kuat Tekan Paving Block Campuran Tras 0,10% .....	38
Tabel 4.15 Kuat Tekan Paving Block Campuran Tras 0,15% .....	38
Tabel 4.16 Kuat Tekan Paving Block Campuran Tras 0,20% .....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

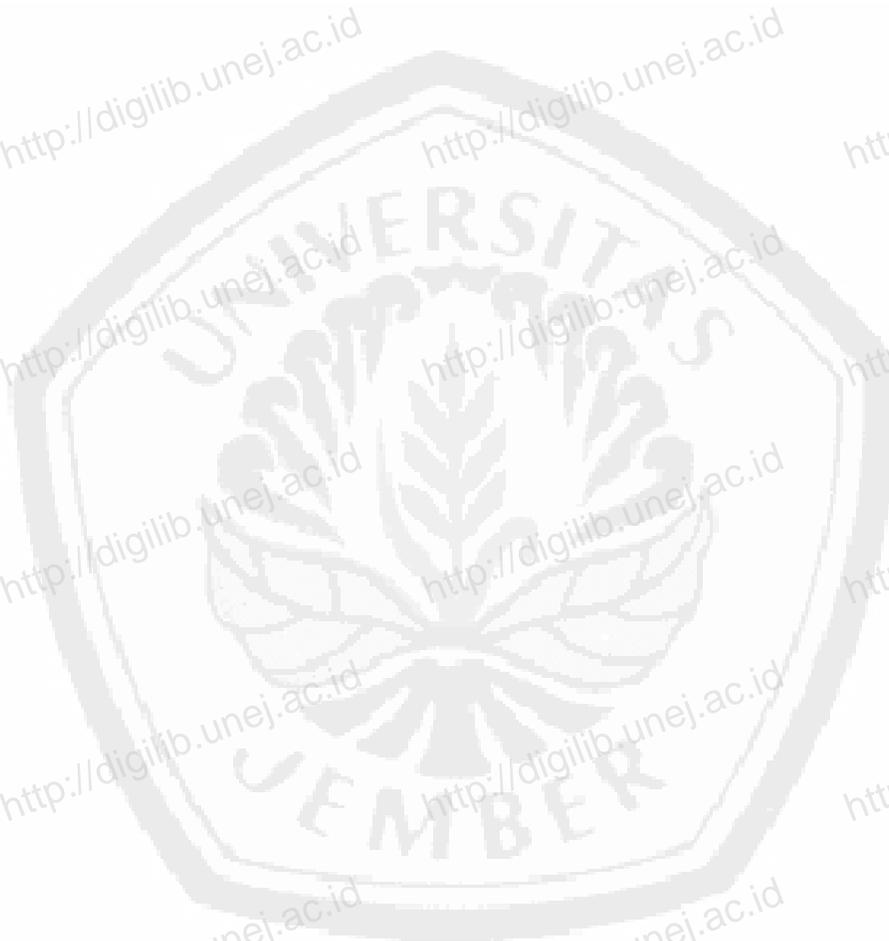
	Halaman
A. Lampiran Hasil Pengujian Semen PPC.....	44
A.1 Tabel Berat Jenis Semen .....	44
A.2 Tabel Berat Volume Semen .....	44
B. Lampiran Hasil Pengujian Tras.....	45
B.1 Tabel Berat Volume Tras.....	45
C. Lampiran Hasil Pengujian Agregat Halus.....	46
B.1 Tabel Analisa Saringan Pasir .....	46
B.2 Tabel Berat Jenis Pasir .....	47
B.3 Tabel Berat Volume Pasir .....	47
B.4 Tabel Air Resapan .....	48
B.5 Tabel Kelembaban Pasir.....	48
B.6 Tabel Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur.....	48
D. Lampiran Hasil Pengukuran Benda Uji .....	49
D.1 Tabel Pengukuran Paving Block Campuran Normal .....	49
D.2 Tabel Pengukuran Paving Block Campuran 0,05% Tras.....	49
D.3 Tabel Pengukuran Paving Block Campuran 0,10% Tras.....	49
D.4 Tabel Pengukuran Paving Block Campuran 0,15% Tras.....	50
D.5 Tabel Pengukuran Paving Block Campuran 0,20% Tras.....	50
E. Lampiran Hasil Kuat Tekan.....	51
E.1 Tabel Pengujian Kuat Tekan Campuran Normal Pada Umur 28 Hari.....	51
E.2 Tabel Pengujian Kuat Tekan Campuran 0,05% Tras Pada Umur 28 Hari.....	52
E.3 Tabel Pengujian Kuat Tekan Campuran 0,10% Tras Pada Umur 28 Hari.....	53

**E.4 Tabel Pengujian Kuat Tekan Campuran 0,15% Tras**

Pada Umur 28 Hari..... 54

**E.5 Tabel Pengujian Kuat Tekan Campuran 0,20% Tras**

Pada Umur 28Hari..... 55



## DAFTAR GAMBAR

F.1 Lokasi.....	56
F.1.1 Lokasi Pengambilan Tras .....	56
F.1.2 Proses ayakan Tras .....	56
F.2 Bahan Pembuat Paving Block.....	57
F.2.1 Tras .....	57
F.1.2 Semen Portland.....	57
F.1.3 Pasir .....	58
F.2 Pembuatan Paving dan Pengujiannya.....	58
F.2.1. Proses Pencampuran Bahan.....	58
F.2.2. Proses Pencetakan Paving Block.....	59
F.2.3. Proses Pengeringan Paving Block .....	59
F.2.4. Proses Perendaman Paving Block .....	60
F.2.5. Tampak Paving Block.....	60
F.2.6. Pengukuran Panjang Paving Block.....	61
F.2.7. Pengukuran Lebar Paving Block .....	61
F.2.8. Pengukuran Tebal Paving Block .....	62
F.2.9. Pengujian Kuat Tekan Paving Block.....	62

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi masa kemasa berkembang sangat cepat terutama di bidang struktur. Sehingga dapat penemuan baru yang menghasilkan bahan-bahan konstruksi baru. Bahan-bahan konstruksi ini merupakan pemanfaatan dari sumber daya alam yang banyak terkandung di Indonesia. Untuk itu perlu adanya pengolahan dan pemanfaatan yang tepat agar menghasilkan bahan-bahan konstruksi yang baik dan berkualitas. Paving block merupakan produk bahan bangunan dari semen yang digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau pengerasan permukaan tanah. Paving block dikenal juga dengan sebutan bata beton (concrete block) atau cone block. Berdasarkan SNI 03-0691 -1996 paving block adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran Portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan lainnya yang tidak mengurangi mutu paving block. Dalam penelitian paving block ini digunakan bahan tambahan campuran tras sebagai bahan tambahan. Paving block mulai dikenal dan dipakai di Indonesia terhitung sejak tahun 1977 / 1978, mulanya dengan pemasangan trotoar di jalan Thamrin dan untuk terminal bus Pulogadung, keduanya di Jakarta. Saat ini paving block sudah tersebar pemakaiannya hampir di seluruh kota besar di Indonesia, baik digunakan sebagai tempat parkir plaza, hotel, tempat rekreasi, tempat bersejarah, untuk terminal maupun untuk jalan setapak dan perkerasan jalan lingkungan dan kompleks-kompleks perumahan.

Tras adalah salah satu jenis pertambangan batuan yang telah mengalami perubahan komposisi kimia yang disebabkan oleh pelapukan dan pengaruh kondisi air bawah tanah. Bahan galian ini berwarna putih kekuningan hingga putih kecoklatan, kompak dan padu dan agak sulit digali dengan alat sederhana. Tras memiliki bahan penyusun kimia yaitu  $SiO_2(62,85\%)$ ,  $Al_2O_3(18,18\%)$ ,  $Fe_2O_3(4,99\%)$ ,  $K_2O(3,45\%)$ ,  $Na_2O(1,86\%)$ ,  $MnO(0,06\%)$ . Oksida-oksida tersebut

dapat bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen ketika bereaksi dengan air (Hijhoff,1970). Hampir semua komponen-komponen bangunan dapat dibuat dengan memanfaatkan tras sebagai bahan campuran, terutama untuk konstruksi ringan. .

Keberadaan tras yang sangat melimpah terdapat di wilayah barat Kabupaten Probolinggo terutama di Kecamatan Tongas, persebarannya membentuk kipasan lahar dari Gunung Bromo dengan ketebalan dan kedalaman yang bervariasi. Beberapa lokasi yang berpotensi endapan tras telah dilakukan penambangan terutama lokasi yang dekat dengan akses jalan dan ketebalan tras yang cukup besar. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan di lapangan, sampai pada tahun 2009, cadangan volume tras yang ad 1.019.436.722,18 m atau 1,02 miliar m (Dinas Pekerjaan Umum Probolinggo, 2005), maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan tras. Hal ini untuk mengetahui apakah penggunaan tras mempengaruhi kuat tekan paving. Dengan demikian akan diketahui perbandingan kuat tekan paving yang menggunakan tras dibandingkan dengan paving normal.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Bagaimana pengaruh penambahan tras terhadap kinerja paving block dan berapakah prosentase tras yang optimal sehingga didapatkan paving block yang memenuhi kualitas tertentu.

## **1.3 Tujuan dan Manfaat**

### **1.3.1 Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk mencari prosentase penambahan tras yang optimum dan memiliki kuat tekan yang tinggi sebagai bahan campuran pada pembuatan paving.

### **1.3.2 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah tras yang tidak terpakai sebagai paving block yang bernilai ekonomis, serta dapat memberikan

informasi berupa ide, gagasan, dan inovasi-inovasi baru kepada pengusaha paving block tentang pengaruh pasir tras pada pembuatan paving block.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Dalam pengujian ini dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Pengujian Material terdiri dari pengujian semen, pengujian pasir, pengujian tras.
2. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen PPC Gresik dengan pertimbangan mudah didapatkan di lapangan.
3. Agregat menggunakan pasir Lumajang.
4. Material tras yang digunakan diambil dari lokasi penambangan di Kabupaten Probolinggo.
5. Kinerja paving block yang akan di uji meliputi sifat tampak, ukuran, dan kuat tekan.
6. Benda uji berupa paving segi empat ukuran 22cm x 11cm x 6 cm, proporsi campuran dengan perbandingan volume 1:3 (1 semen : 3 pasir), perbandingan air : semen = 0,40 ( $f_{as}=0,40$ ), proses pengeringan secara alami selama 28 hari.
7. Penelitian tidak membahas reaksi kimia dan perhitungan biaya.

## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Umum**

Berbagai pemakaian paving block salah satunya adalah sebagai jalan setapak, pertamanan dan lain-lain. Paving block dapat diproduksi secara mekanis atau dengan cetak tangan. Pada umumnya paving block yang diproduksi menggunakan mekanis memiliki mutu yang lebih tinggi dari pada dengan cetak tangan.

Pendapat Dudung Kusmara (1997) dalam Satya (2002), paving block adalah batu cetak berbentuk tertentu yang dipakai sebagai bahan penutup halaman tanpa memakai aduk pasangan (mortar), pengikatan terjadi karena masing-masing batu cetak saling mengunci satu sama lain, sehingga daya serap air dari tanah di bawahnya tetap terjamin dan kemungkinan menggenangnya air di halaman dapat dikurangi.

Selain sebagai penutup permukaan tanah dan peresapan air, paving block merupakan alternatif baru sebagai sistem perkerasan. Kekuatan paving block yang terpasang di atas permukaan tanah ditentukan oleh dua hal, yaitu :

- 1) Kuat tekan masing-masing elemen paving block yang terbuat dari beton dengan mutu tertentu.
- 2) Gesekan antar elemen paving block yang dapat terjadi dengan adanya pasir sebagai bahan pengisi di antara sela-sela paving block.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan paving block dicampur dalam perbandingan tertentu sesuai dengan peruntukan dan mutu yang direncanakan, kemudian dicetak dan dipadatkan dengan mesin cetak, lalu disimpan pada tempat terlindung dari panas matahari langsung. Paving block yang digunakan untuk jalan setapak, pertamanan dan lain-lain yang tidak menerima beban berat dapat menggunakan mutu kelas III, dengan perbandingan campuran 1 bagian berat semen 6 bagian berat pasir. Untuk menjaga agar lebih tahan terhadap keausan dapat diberi lapisan kepala setebal 1 cm dengan perbandingan campuran 1 bagian berat semen dengan 3 bagian berat pasir dan faktor air semen yang digunakan berkisar antara 0,3 - 0,4. Persyaratan mutu paving block menurut SNI 03-0691-1996 sebagai berikut :

a. sifat tampak

Paving harus mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak- retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

b. bentuk dan ukuran

Bentuk dan ukuran paving dapat tergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Setiap produsen harus memberikan penjelasan tertulis leaflet mengenai bentuk, ukuran dan konstruksi pemasangan paving. Penyimpangan tebal paving diperkenankan  $\pm 3$  mm.

c. sifat fisis

Paving harus mempunyai kekuatan fisis seperti pada tabel dibawah ini.

tabel 2.1. kekuatan fisis

Mutu	Kuat tekan Mpa		Ketahanan aus mm/menit		Aplikasi di Lapangan
	Rata-rata	Terendah	Rata-rata	Terendah	
I	40	35	0,09	0,103	jalan
II	20	17	0,13	0,149	peralatan parkir
III	15	12,5	0,16	0,184	pejalan kaki
IV	10	8,5	0,219	0,251	taman dan penggunaan lain

Sumber : SNI 03-0591-1996

## 2.2 Bahan-Bahan Pembuatan Paving

### 2.2.1 Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton.

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan ialah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butir-butir

besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus. Dalam bidang teknologi beton nilai batas tersebut umumnya ialah 4,75 mm atau 4,80 mm. Agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar, dan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus. Secara umum, agregat kasar sering disebut sebagai kerikil, kericak, batu pecah, adapun agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecah batu. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,20 mm kadang-kadang disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut *slit*, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay*.

Menurut (Sugeng Haryanto,1990), agregat yang baik seharusnya mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- a. keras dan kuat
- b. bersih
- c. tahan lama
- d. masa jenis tinggi
- e. distribusi ukuran butiran merata

### 2.2.2 Agregat halus (pasir)

Agregat halus atau pasir adalah butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat, tajam dan bersifat kekal dengan ukuran butir sebagian besar terletak antara 0,075-5 mm, agregat halus merupakan unsur penting dalam pembuatan aduk mortar dan beton dengan fungsi sebagai bahan pengisi atau filer. Pasir untuk aduk mortar dan beton dapat berupa pasir alam hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu.

Dalam pembuatan adukan mortar dan beton, agregat halus dicampur bersama dengan bahan pengikat semen dan air, dan jumlahnya sekitar 60-75% dari volume beton itu sendiri. Pemakaian agregat halus dalam bangunan berfungsi sebagai bahan

pengisi/filer dengan tujuan untuk menambah kekuatan, mengurangi penyusutan dan mengurangi pemakaian bahan pengikat (semen).

Pasir yang digunakan adalah pasir galian. Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan jalan dicuci.

Untuk menghasilkan adukan (mortar) yang baik, agregat halus (pasir) harus memenuhi persyaratan mutu sesuai SNI 03-1750-1990 sebagai berikut :

- a. susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 1,50-3,80,
- b. kadar lumpur atau bagian butir yang lebih kecil dari 70  $\mu$  maksimum 5%,
- c. kadar zat organik ditentukan dengan larutan Natrium hidroksida 3%, jika dibandingkan dengan warna standart/ pembanding, tidak lebih tua dari pada warna standart ( sama ),
- d. kekerasan butir, jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang berasal dari pasir kwarsa Bangka, memberikan angka hasil bagi tidak lebih besar dari 2,20.

### 2.2.3 Semen

Semen adalah butiran halus yang mengandung batu kapur dan tanah liat yang merupakan bahan hidrolik. Bahan-bahan utama semen mempunyai antara lain : Kapur ( CaO ), Silika ( SiO<sub>2</sub> ), Alumina ( Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ), Oxid besi ( Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ), dan Magnesia ( MgO ). Selain itu semen adalah bahan yang mempunyai sifat adhesif maupun kohesif yang dapat mengikat fragmen-fragmen mineral lainnya menjadi satu massa yang padat jika dicampur air. Secara garis besar semen dapat dibagi atas dua kelompok yaitu semen hidrolis dan semen non hidrolis.

Ditinjau dari penggunaannya menurut ASTM semen portland dapat dibedakan menjadi lima :

jenis I : semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang dipersyaratkan pada jenis lain.

- jenis II : semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- jenis III : semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi dan fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
- jenis IV : semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah.
- jenis V : semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

(Samekto dan Rahmadiyanto, 2001)

Jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton jika faktor air semen sama, (nilai slam berubah) beton dengan jumlah kandungan semen tertentu mempunyai kuat tekan tertinggi. Pada jumlah semen yang terlalu sedikit berarti jumlah air juga sedikit sehingga adukan beton sulit dipadatkan sehingga kuat tekan beton rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan sehingga beton mengandung banyak pori dan akibatnya kuat tekan beton rendah.

Jika nilai slam sama (nilai faktor air semen berubah) beton dengan kandungan semen lebih banyak mempunyai kuat tekan lebih tinggi. Hal ini karena pada nilai slam sama, jumlah air hampir sama, sehingga penambahan semen berarti pengurangan faktor air semen, yang berakibat penambahan kuat tekan beton.

#### 2.2.4 Air

Air adalah untuk mendapatkan kelecakan (*workability*) yang perlu untuk penuangan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat material-material yang digunakan. Hukum kadar air konstan mengatakan : "Kadar air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu *hampir konstan* tanpa tergantung pada jumlah semen, untuk kombinasi agregat halus dan kasar tertentu". Hukum ini tidak sepenuhnya berlaku untuk seluruh kisaran (*range*), namun cukup praktis untuk penyesuaian perencanaan dan koreksi. (Ir. Paulus Nugraha, 1989)

Air yang dipergunakan dalam campuran beton harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan yaitu :

1. Air yang dipergunakan untuk pembuatan paving harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam. Zat organik atau bahan-bahan lain yang dapat merusak paving. Air tawar yang umumnya dapat diminum, baik air yang telah diolah diperusahaan air minum maupun tanpa diolah dapat dipakai untuk pembuatan paving.
2. Air tawar yang tidak dapat diminum tidak boleh dipakai untuk pembuatan paving, kecuali dapat dipenuhi ketentuan-ketentuan berikut :
  - a. pemilihan campuran paving yang akan digunakan didasarkan kepada campuran paving yang mempergunakan air dari sumber yang sama yang telah menunjukkan bahwa mutu paving yang disyaratkan dapat dipenuhi,
  - b. dilakukan percobaan perbandingan antara mortar yang memakai air tersebut dan mortar yang memakai air tawar yang dapat diminum atau air suling.

Menurut Britis Standart ( BS ) 3148 : 1980, air yang berasal dari sumber alam tanpa pengolahan, sering mengandung bahan-bahan organik, zat organik dan zat-zat yang mengapung seperti tanah liat, minyak dan kotoran lainnya, yang berpengaruh buruk terhadap mutu dan sifat paving.

#### 2.2.5 Tras

Tras adalah batuan gunung api yang telah mengalami perubahan komposisi kimia yang disebabkan oleh pelapukan dan pengaruh kondisi air bawah tanah. Bahan galian ini berwarna putih kekuningan hingga putih kecoklatan, kompak dan padu dan agak sulit digali dengan alat sederhana. Tras memiliki bahan penyusun kimia yaitu  $SiO_2$  (62,85%),  $Al_2O_3$  (18,18%),  $Fe_2O_3$  (4,99%),  $K_2O$  (3,45%),  $Na_2O$  (1,86%),  $MnO$  (0,06%). Oksida-oksida tersebut dapat bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen ketika bereaksi dengan air (Hijhoff,1970).

Tras dapat dibagi menjadi:

1. Tras alam adalah lapukan batu-batuan yang berasal dari gunung berapi yang banyak mengandung silika, dalam keadaan halus bila dicampur dengan kapur dan air, setelah beberapa waktu dapat mengeras pada suhu hangat, membentuk masa yang padat dan sukar larut dalam air.
2. Tras buatan disebut juga semen merah, adalah suatu bahan yang didapat dengan menggiling halus batu bata, genting dan barang-barang bakaran tanah liat lainnya, yang mempunyai sifat-sifat seperti tras.

Sifat tras yang penting adalah apabila dicampur dengan kapur dan air akan membentuk semacam semen. Sifat itu disebabkan karena oksida silika ( $SiO_2$ ) yang amorf dan oksida alumina ( $Al_2O_3$ ) yang terkandung didalam tras bersifat asam. Semen dibuat dari bahan-bahan yang mengandung oksida-oksida. Unsur-unsur oksida tersebut seperti yang tercantum pada Tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Komponen bahan baku semen

Jenis Bahan	Persentase(%)
Kapur ( $CaO$ )	60 - 65
Silika ( $SiO_2$ )	20 - 25
Alumina ( $Al_2O_3$ )	7 - 12
Oksida Besi ( $Fe_2O_3$ )	7 - 12

Sumber: Ir. Tri Mulyono, MT, 2003

Sedangkan komposisi kimia tras menurut Dinas Pertambangan Propinsi Jawa Tengah, 1991 tercantum dalam Tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Komposisi kimia tras

Senyawa kimia	Persentase(%)
SiO <sub>2</sub>	52,70
3 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,33
CaO	0,50
MgO	0,02
Na <sub>2</sub> O	1,29
K <sub>2</sub> O	1,64
MnO	0,20
TiO <sub>2</sub>	0,28
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05
SO <sub>3</sub>	0,98

Sumber: Dinas Pertambangan Propinsi Jawa Tengah, 1991

Tras mempunyai sifat pozzolan, yaitu sifat yang sama dimiliki oleh semen bahwa tras dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, salah satunya adalah digunakan sebagai bahan bangunan (Dinas Pekerjaan Umum Probolinggo, 2005).

Adapun kelebihan tras dibandingkan semen portland, yaitu sebagai berikut (Dinas Pekerjaan Umum Probolinggo, 2005):

- 1) Tahan terhadap alkali.
- 2) Mempunyai daya muai dan daya penyusutan rendah.
- 3) Kehalusan sangat kecil.
- 4) Tahan terhadap asam-asam tanah dan air laut (dicampur dengan semen portland untuk semen tipe portland puzzolan).
- 5) Lentur bila ditekan sehingga beton menjadi lebih kuat dan tidak mudah retak (untuk tipe semen merah ).
- 6) Penggerusan berjalan lambat dan selama proses ini daya tahan tekan dan daya tarik menjadi lebih kuat.

a. Sebagai pasir urug.

Tras digunakan sebagai timbunan pada daerah yang rendah. Hal ini dikarenakan bahan tras mudah dipadatkan dengan tingkat kepadatan yang tinggi.

b. Sebagai campuran semen *portland pozzolan*.

Semua jenis ini banyak digunakan pada bangunan yang rentan terhadap asam contohnya pada bangunan yang berada di laut seperti pelabuhan. Namun demikian diperlukan penelitian yang lebih lanjut. Syarat yang diperlukan adalah kandungan silika amorf yang merupakan faktor utama untuk menentukan indeks keaktifan *Puzzolan* harus tinggi ( $< 70\%$ ). Indeks keaktifan *Puzzolan*  $> 75\%$ . Contoh di daerah Sumberkramat, tras diambil sebagai bahan campuran semen *Portland Puzzolan*.

#### 2.2.6 Penelitian Terdahulu dan Pemanfaatan Tras

Pemanfaatan batuan pozolan untuk pembangunan rumah sederhana, diperoleh kesimpulan bahwa pemanfaatan pozolan dan kapur sebagai bahan baku pembangunan rumah dapat dilakukan sepanjang bahan baku memenuhi syarat. Semen berbasis pozolan merupakan alternatif untuk mengurangi harga bangunan yang berarti pula dapat mengurangi biaya pembangunan rumah (Kawigraha dan Sudiyanto, 2003).

Pengaruh penambahan tanah tras terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton yang diberi perawatan tekanan uap (steam curing) dengan variasi tanah tras mulai dari 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, dan 30 % dari berat semen yang telah ditetapkan dalam rancangan adukan (mix design). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tanah tras berpengaruh terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton yang diberi perawatan tekanan uap. Kuat tekan beton optimum terjadi pada penambahan tanah tras 17% yaitu sebesar 165,207 kg/cm<sup>2</sup> atau meningkat sebesar 43% dari beton yang tidak ditambahkan tanah tras 115,198 kg/cm<sup>2</sup>. Modulus elastisitas optimum terjadi pada penambahan tanah tras 13% yaitu sebesar 9,3% dari beton yang tidak ditambahkan tanah tras sebesar 98,327 kg/cm<sup>2</sup> (Prasetyo, 2002).

Perbandingan kuat tekan beton menggunakan campuran tras dengan pasir pada berbagai prosentase dengan prosentase campuran 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari berat pasir yang telah ditetapkan dalam rancangan adukan (mix design). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tras berpengaruh terhadap kuat tekan beton, berat jenis campuran, dan pengujian slump test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton tertinggi terdapat pada campuran 0% - 100% pasir = 188,39 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan kuat teka beton terendah terdapat pada campuran 50% tras – 50% pasir = 147,04 kg/cm<sup>2</sup>. Berat jenis pada campuran 0% tras – 100% pasir = 2.55, 25% tras – 75% pasir 2.52, 50% tras -50% pasir = 2.35, 75% tras – 25% pasir = 2.25, 100% tras – 0% pasir = 2.15, semakin banyak prosentase tras berat jenis semakin rendah. Percampuran tras berpengaruh terhadap pengujian slump test, semakin banyak campuran tras semakin banyak penambahan airnya. Dari perhitungan mix design penambahan airnya sekitar 0,5 liter sampai 1,5 liter (Mala, 2011).

Genteng beton dengan substitusi tras dengan kadar tras 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%. Hasil penelitian menunjukkan hasil bahwa substitusi semen dengan tras akan mengakibatkan kuat lentur genteng beton (umur 28 hari) lebih rendah jika dibandingkan dengan genteng beton tanpa tras. Untuk daya serap air genteng beton (umur 28 hari) semakin bertambah dengan bertambahnya kandungan tras. Meskipun demikian sampai kadar tras 5%, seluruh benda uji masih menghasilkan nilai daya serap air yang masih memenuhi syarat SII.0447-81. Dan ntuk genteng beton dengan kandungan tras kurang mempunyai daya tahan terhadap perembesan air sehingga masih diperlukan usaha tambahan untuk membuat genteng beton lebih tahan terhadap rembesan air, seperti lapisan cat di permukaannya baik sisi atas maupun bawah (Sudarmoko dan Hariyanto T, 2001).

### 2.3 Berbagai Macam Pemakaian Paving Block

1. Paving block sebagai perkerasan jalan.

Pada mulanya paving block diperkirakan hanya berfungsi untuk memperindah lapisan permukaan perkerasan dan tidak berfungsi sebagai struktur. Namun setelah dilakukan percobaan oleh J. Knapton ( Cement and Concrete Association, 1967 di Inggris ), terbukti bahwa lapisan perkerasan paving block mampu menyebarkan tegangan vertikal dengan baik, sehingga paving block berikut pasir extra beton sebagai “ *Sand Bedding* ” dapat dianggap sebagai lapis permukaan pengganti aspal ( hotmix ) dengan tebal tertentu.

2. Penempatan Paving block dilapangan sebagai perkerasan jalan.

- a. Tentukan rencana penempatan paving block di halaman rumah atau di jalan lingkungan.
- b. Gali tanah sebagai sub grade ( tanah dasar ), kemudian padatkan secukupnya.
- c. Untuk paving block jalan lingkungan, dasar galian harus dibuat pondasi dari urugan sirtu tebal minimal 10 cm, urugan batu pecah minimal 10 cm serta urugan pasir alas setebal 3-5 mm.
- d. Untuk halaman rumah, dasar galian ditimbun pasir setebal 3-5 mm, diratakan dan dipadatkan
- e. Pasang paving block diatas pasir alas dengan jarak celah antar paving block 3 mm.
- f. Isi pasir pada celah-celah antar paving block

3. Pedestrian ( untuk pejalan kaki )

- a. Daerah pedestrian.
- b. Pertamanan/ landscaping

4. Industri.

- a. Factory loading toys.
- b. Lorry freight terminals.
- c. Airport-aircraft parking areas.
- d. Docks.

#### **2.4 Keuntungan Paving Block.**

1. Mudah dalam pemasangan dan pemeliharaan yang bersifat insidental.
2. Dapat diproduksi baik secara mekanis atau dengan cetak tangan.
3. Tidak mudah rusak oleh kendaraan.
4. Memperindah lapisan permukaan.
5. Anti slip.
6. Ukuran lebih terjamin.
7. Tidak mudah rusak oleh perubahan cuaca.
8. Daya serap air tinggi, sehingga dapat mengurangi genangan air di halaman.

#### **2.5 Cara Pembuatan Paving.**

Cara pembuatan paving dapat dilakukan dengan cara press manual dan dengan press hidrolis (dengan mesin).

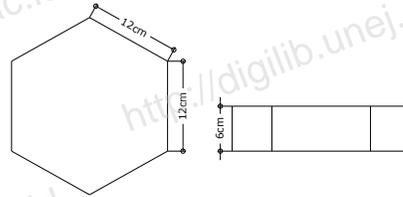
##### **1. Dengan cara press manual**

Alat press ini digerakkan dengan tenaga manusia, dan dirancang sangat sederhana, mudah dipindahkan. Karena alat ini digerakkan dengan tenaga manusia maka tekanan yang diberikan pada tiap-tiap paving tidak merata. Alat press manual maksimal kapasitasnya 150-200 buah/hari.

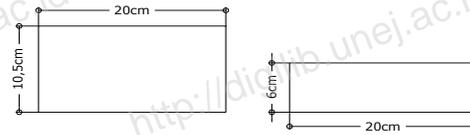
##### **2. Dengan cara press hidrolis (dengan mesin)**

Alat press paving yang digerakkan dengan tenaga mesin ( diesel ), alat press hidrolis dapat menghasilkan kualitas paving yang baik, karena tekanan yang diberikan pada tiap-tiap paving lebih merata dan tekanan yang diberikan juga lebih besar, sehingga paving yang dibuat dengan alat press hidrolis lebih padat dari pada yang dibuat dengan alat press manual. Alat press hidrolis maksimal kapasitasnya 1000 buah/hari.

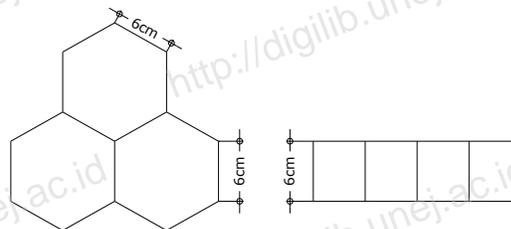
## 2.6 Bentuk Paving



Gambar 2.1 Bentuk paving segi enam



Gambar 2.2 Bentuk paving segi panjang



Gambar 2.3 Bentuk paving tiga berlian

## 2.7 Rancangan Campuran Paving

Perencanaan campuran atau adukan paving dimaksudkan untuk mendapatkan paving yang sebaik-baiknya, yang antara lain untuk mendapatkan :

3. Kuat tekan yang optimal
4. Mudah dikerjakan
5. Tahan lama

Dalam penelitian perencanaan campuran adukan paving digunakan metode secara umum yang biasa dilakukan oleh perusahaan bahan bangunan yaitu dengan menggunakan alat cetak hidrolis.

## 2.8 Kekuatan Paving

Penekanan benda uji paving sampai hancur pada mesin kuat tekan, maka akan diperoleh beban hancur paving. Besarnya beban hancur ini dibagi dengan luasan permukaan benda uji yang tertekan, maka akan diperoleh besarnya tegangan tekan paving. Jadi kuat tekan paving adalah beban persatuan luas yang menyebabkan paving hancur.

Nilai kuat tekan masing-masing benda uji paving bervariasi pada setiap pengujian, sehingga perlu dicari nilai kuat tekan rata-rata sesuai dengan rumus :

$$fcr = \frac{\sum_{i=1}^{n=N} fc}{N} \quad (2.1)$$

Dimana :  
fcr = Kuat tekan paving rata-rata (kg/cm<sup>2</sup>)  
N = Jumlah benda uji  
Fc = Kuat tekan paving yang direncanakan (kg/cm<sup>2</sup>)

Standart deviasi adalah nilai penyebaran rata-rata disekitar atau ukuran besar kecilnya penyebaran. Pembuatan benda uji, besar kemungkinan terjadi kesalahan dalam pelaksanaan yang secara tidak langsung mempengaruhi nilai kuat tekan paving blok. Untuk ini diperlukan nilai standart deviasi sesuai dengan rumus sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (fc - fcr)^2}{N - 1}} \quad (2.2)$$

Dimana :  
S = Standart deviasi  
fc = Kuat desak (kg/cm<sup>2</sup>)  
fcr = Kuat desak rata-rata (kg/cm<sup>2</sup>)  
N = Jumlah benda uji

Variasi merupakan standart deviasi yang dipergunakan untuk membandingkan penyebaran 2 buah data yang kesatuan unitnya tidak sama.

$$V = \frac{S}{fcr} \times 100 \% \quad (2.3)$$

Dimana : fcr = Kuat desak rata-rata (kg/cm<sup>2</sup>)

S = Standart deviasi

Yang dimaksud kuat tekan karakteristik atau kekuatan karakteristik adalah kuat desak dimana sejumlah pemeriksaan benda-benda uji kemungkinan adanya kuat desak yang kurang dari kuat desak itu terbatas sampai 5 %.

$$fc' = fcr - 1,64 S \quad (2.4)$$

Dimana : fc' = Kuat desak karakteristik

fcr = Kuat desak rata-rata

S = Standart deviasi

Nilai tambah ( margin ) dengan bagian cacat 5 %, k = 1,64

## **BAB 3. METODE PENELITIAN**

### **3.1 Studi Kepustakaan**

Data-data maupun informasi yang dibutuhkan untuk pengujian yang akan dilakukan diperoleh dari penelitian terdahulu, buku petunjuk praktikum yang ada, literatur dari internet dan literatur-literatur lainnya yang berhubungan dengan penelitian proyek akhir yang dikerjakan. Studi kepustakaan akan dipakai sebagai landasan atau dasar penelitian proyek akhir.

### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini akan dilaksanakan  $\pm$  3 bulan. Paving dibuat di CV. Multi Bangunan Jember. Penelitian dilakukan di laboratorium Struktur Teknik Sipil Universitas Jember dan dimulai pada bulan Agustus 2011.

### **3.3 Bahan Baku**

Bahan baku yang dipergunakan untuk pembuatan paving block dalam penelitian ini didapat dari daerah Jember dan Probolinggo. Bahan baku tersebut meliputi:

1. Semen PPC produk semen Gresik
2. Pasir
3. Air
4. Trass

### **3.4 Peralatan**

Adapun peralatan yang akan digunakan adalah:

- a. satu set ayakan,
- b. timbangan dengan ketelitian 1 gram dan 10 gram,
- c. oven,
- d. alat penggetar listrik,

- e. seperangkat alat vikat,
- f. gelas ukur 200 cc dan Picnometer 100 cc,
- g. solet perata, corong, cawan alumunium,
- h. takaran berbentuk silinder dengan volume 3 liter dan 10 liter,
- i. alat perojok dari besi f 16 mm dan panjang 60 cm,
- j. cetakan paving,
- k. mesin uji kuat tekan beton dengan kemampuan 2500 KW,
- l. molen mini.

### 3.5 Pengujian Material

Pengujian material dilakukan untuk mengetahui data-data material yang diperlukan dalam pengujian campuran paving block.

#### 3.5.1 Pengujian semen

Untuk mengetahui sifat fisik semen PC dilakukan pengujian karakteristik sebagai berikut :

1. Berat jenis semen
  - a. Bertujuan untuk mengukur berat jenis semen
  - b. Prinsip pengujian adalah masukkan semen kedalam picnometer dan isi dengan minyak tanah lalu ditimbang. Bersihkan picno dari semen dan minyak tersebut. Isikan picno dengan minyak tanah sampai batas dan ditimbang.

$$BJ \text{ semen} = 0,8 \frac{W1}{(W1 - W2 + W3)} \quad (3.1)$$

Dimana : W1 = berat semen (gr)

W2 = berat semen + minyak + picnometer (gr)

W3 = berat picnometer + minyak (gr)

## 2. Berat volume

- a. Bertujuan mengukur berat volume / isi semen, yaitu perbandingan berat semen dengan volume cetakan.
- b. Prinsip pengujian ada 2 macam :
  - Tanpa rojokan : benda dimasukkan kedalam cetakan silinder dan ratakan dengan sendok perata lalu hitung beratnya
  - Dengan rojokan : benda uji dimasukkan kedalam cetakan silinder setiap 1/3 lapis dirojok dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali

$$\text{Berat volume semen} = \frac{W2 - W1}{V} \quad (3.2)$$

Dimana : W1 = berat silinder (gr)

W2 = berat silinder + semen (gr)

V = volume silinder (cm<sup>3</sup>)

### 3.5.2 Pengujian agregat halus

#### 1. Analisa saringan pasir

- a. Bertujuan untuk mengukur distribusi ukuran butir atau gradasi pasir
- b. Prinsip pengujian adalah masukkan pasir kedalam saringan dengan ukuran paling besar diatas dan getarkan dengan mesin penggetar selama 10 menit. Setelah itu pasir yang tertahan dalam masing-masing saringan ditimbang beratnya dan diketahui prosentase kelolosannya.

#### 2. Kelembaban pasir

- a. Mengukur kelembaban/kadar air pasir dengan cara kering.
- b. Prinsip pengujian adalah pasir ditimbang lalu masukkan kedalam oven selama 24 jam. Keluarkan pasir dalam oven dan timbang beratnya setelah dingin.

$$\text{Kelembaban pasir} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100 \% \quad (3.3)$$

Dimana : w1 = berat pasir asli (gr)

$w_2 = \text{berat pasir kering oven}$  (gr)

3. Berat jenis pasir

- Mengukur berat jenis pasir dalam kondisi SSD ( kering permukaan )
- Prinsip pengujian adalah pasir kondisi SSD, masukkan kedalam picnometer dan isi dengan air lalu timbang.

$$\text{Berat jenis pasir} = \frac{W_1}{(W_1 - W_2 + W_3)} \quad (3.4)$$

Dimana :  $W_1 = \text{berat pasir SSD}$  (gr)

$W_2 = \text{berat picnometer} + \text{pasir} + \text{air}$  (gr)

$W_3 = \text{berat picnometer} + \text{air}$  (gr)

4. Air resapan

- Bertujuan untuk mengukur kemampuan menyerap air dan pasir
- Prinsip pengujian adalah kondisi SSD ditimbang dan di oven 24 jam, setelah dingin ditimbang beratnya.

$$\text{Kadar air resapan} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \% \quad (3.5)$$

Dimana :  $W_1 = \text{berat pasir SSD}$  (gr)

$W_2 = \text{berat pasir oven}$  (gr)

5. Berat volume pasir

- Mengukur berat volume pasir/isi pasir, yaitu perbandingan berat pasir dengan volume cetakan.
- Prinsip pengujian ada 2 macam cara :
  - Tanpa rojokan : benda uji dimasukkan ke dalam cetakan silinder dan di ratakan dengan sendok perata lalu hitung beratnya
  - Dengan rojokan : benda uji dimasukkan kedalam cetakan silinder dalam 1/3 lapis, setiap lapis dirojok dengan besi pemadat sebanyak 25 kali.

$$\text{Berat volume pasir} = \frac{W_2 - W_1}{V} \quad (3.6)$$

Dimana :  $W_1 = \text{berat silinder}$  (gr)

$W_2$  = berat silinder + berat pasir (gr)

$V$  = volume silinder (cm<sup>3</sup>)

6. Kebersihan pasir terhadap lumpur

a. Bertujuan untuk mengukur kadar lumpur pasir

b. Prinsip pengujian :

- Cara kering : pasir lalu dicuci bersih sampai air cucian tampak bening, kemudian dioven dan ditimbang beratnya

- Cara basah : masukkan pasir kedalam gelas ukur setinggi ± 6 cm, isikan air hingga penuh dan tutup lalu di kocok. Diamkan selama 24 jam dan ukur tinggi masing-masing endapan lumpur dan pasir

Cara kering :  $Kadar\ lumpur = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$  (3.7)

Dimana :  $W_1$  = berat pasir kering (gr)

$W_2$  = berat pasir bersih kering (gr)

Cara basah :  $Kadar\ lumpur = \frac{h}{H}$  (3.8)

Dimana :  $h$  = tinggi lumpur

$H$  = tinggi pasir

3.5.3 Pengujian tras

1. Berat volume tras

a. Mengukur berat volume tras, yaitu perbandingan berat tras dengan volume cetakan.

b. Prinsip pengujian ada 2 macam cara :

- Tanpa rojokan : benda uji dimasukkan ke dalam cetakan silinder dan di ratakan dengan sendok perata lalu hitung beratnya.

- Dengan rojokan : benda uji dimasukkan kedalam cetakan silinder dalam 1/3 lapis, setiap lapis dirojok dengan besi pemadat sebanyak 25 kali.

$$\text{Berat volume trass} = \frac{W2 - W1}{V} \quad (3.9)$$

Dimana : W1 = berat silinder (gr)

W2 = berat silinder + berat trass (gr)

V = volume silinder (cm<sup>3</sup>)

### 3.6 Variasi Komposisi

Variasi komposisi paving block dan tras yang akan diuji dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 Variasi Bahan Paving Block

Kode	perbandingan bahan paving block	
A	1 : 3 : 0	(1 semen : 3 pasir : 0 tras)
B	1 : 3 : 0.05	(1 semen : 3 pasir : 0.05 tras)
C	1 : 3 : 0.10	(1 semen : 3 pasir : 0.10 tras)
D	1 : 3 : 0.15	(1 semen : 3 pasir : 0.15 tras)
E	1 : 3 : 0.20	(1 semen : 3 pasir : 0.20 tras)

Cara menentukan komposisi pencampuran paving block berdasarkan penelitian terdahulu, karena dari penelitian terdahulu komposisi pencampuran paving yang memenuhi kuat tekan yang tinggi antara campuran 0,10% - 0,20 %. Jadi dalam pengujian ini variasi komposisi pencampurannya menggunakan seperti tabel di atas.

Dalam standart variasi komposisi percampuran paving menggunakan standart yang ada di pasaran. Adapun penelitian ini menggunakan tras sebagai bahan campuran paving block dengan menggunakan variasi komposisi seperti tabel 3.1.

Setelah ditakar, bahan baku tersebut dicampur dan diaduk hingga rata. Tambahkan air, dimana jumlah air yang digunakan sesuai dengan perbandingan air : semen = 0,40 (fas = 0,40).

Jumlah benda uji untuk masing-masing perlakuan dibuat sebanyak 10 buah paving. Jumlah total benda uji yang diperlukan untuk penelitian kali ini adalah sebanyak 50 buah paving. Perhitungan jumlah benda uji dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 3.2 jumlah kebutuhan benda uji

Kode benda uji	Macam pengujian dan jumlah benda uji		Jumlah
	Kuat tekan	Sifat tampak dan ukuran	
A	5	5	10
B	5	5	10
C	5	5	10
D	5	5	10
E	5	5	10
Jumlah total benda uji			50

### 3.7 Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini benda uji yang dibuat adalah berbentuk segi empat (batu bata) dimana ukurannya sesuai dengan ukuran paving pada umumnya. Tahap umum dalam pembuatan benda uji paving adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan semua material yang dibutuhkan dengan proporsi sesuai pada hasil perbandingan yang telah ditentukan.
2. Menyiapkan segala peralatan yang akan digunakan
3. Campur tras, pasir, dan semen sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan kemudian campuran tersebut di aduk hingga rata dan diberi air sedikit demi sedikit sehingga didapat campuran setengah basah
4. Campuran yang setengah basah tersebut dimasukkan dalam cetakan kemudian di pres dengan menggunakan alat pengepres paving kemudian cetakan dibuka dan

benda uji tersebut di tempatkan pada tempat yang lembab selama 24 jam, setelah itu direndam dalam bak.

### **3.8 Perawatan Benda Uji**

Perawatan benda uji yaitu setelah paving dicetak kemudian didiamkan di tempat yang teduh selama  $\pm$  24 jam, kemudian dilakukan proses perendaman dalam jangka waktu sesuai dengan umur paving yang akan diuji yaitu 28 hari. Perendaman ini bertujuan agar proses hidrasi semen dapat bereaksi dengan sempurna, karena semen akan membutuhkan banyak air dalam proses hidrasinya.

Dalam perawatan paving menurut pabrik yaitu setelah paving dicetak kemudian didiamkan di tempat yang teduh selama  $\pm$  24 jam, kemudian dilakukan dengan proses penyiraman secara rutin yaitu tiap sore hari.

### **3.9 Pengujian Paving Block**

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi: sifat tampak benda uji, ukuran benda uji, dan kuat tekan. Penjelasan tentang pengujian paving sebagai berikut:

#### **3.9.1 Sifat tampak**

Untuk melakukan sifat tampak benda uji dilakukan dengan cara, ambil 5 buah benda uji yang masih utuh. Benda uji tersebut harus diperiksa dengan pengamatan yang teliti. Paving harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan. Setelah itu paving disusun diatas permukaan yang rata sebagaimana pada pemasangan yang sebenarnya.

#### **3.9.2 Ukuran**

Untuk melakukan pengukuran benda uji dilakukan dengan cara, ambil 5 buah benda uji yang masih utuh. Gunakan peralatan kaliper atau sejenisnya dengan

ketelitian 0,1 mm. Kemudian ukur panjang, tinggi dan lebar paving. Hasil pengukuran 5 buah benda uji tersebut kemudian dicari ukuran rata-ratanya.

### 3.9.3 Kuat tekan

Pengujian kuat tekan paving dilakukan setelah benda uji direndam selama dan 28 hari. Pengujian ini menggunakan alat compression tes. Pengujian kuat tekan dihentikan setelah dial pembacaan pada alat compression tes berhenti. Hal ini menunjukkan bahwa kuat tekan dari benda uji tersebut sudah maksimal.

Adapun langkah-langkah dalam melakukan pengujian kuat tekan paving adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan benda uji yang akan diuji kuat tekannya dengan mengeluarkannya dari tempat perendaman dan mendiampkannya selama  $\pm 24$  jam, kemudian menimbang beratnya dengan timbangan analitis 25 kg.
2. Menempatkan benda uji dalam mesin kuat tekan (*compression strenght*) tepat pada centernya.
3. Membuka beban (*load*) dengan memutar stang beban kearah *load*.
4. Menghidupkan mesin agar mesin dapat membebani benda uji sampai pada saat benda uji paving tidak kuat lagi menahan beban yang ditunjukkan dengan berhentinya jarum (hitam dan merah) petunjuk beban (dalam KN) dan biasa diikuti dengan retaknya benda uji.
5. Mematikan mesin tepat pada saat kedua jarum mulai tidak dapat naik lagi atau jarum hitam mulai turun.
6. Mengurangi beban dengan memutar stang beban kearah *unload* sedikit demi sedikit agar jarum hitam tidak bergerak turun dengan cepat karena hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada mesin.
7. Membaca dan mencatat beban maksimum dari benda uji paving tersebut.
8. Mengeluarkan benda uji setelah mesin benar-benar tidak membebani (*unload maksimum*).

### **3.10 Analisa dan Pembahasan**

Analisa dan pembahasan dilakukan terhadap data-data hasil pengujian dilaboratorium yang diantaranya sebagai berikut :

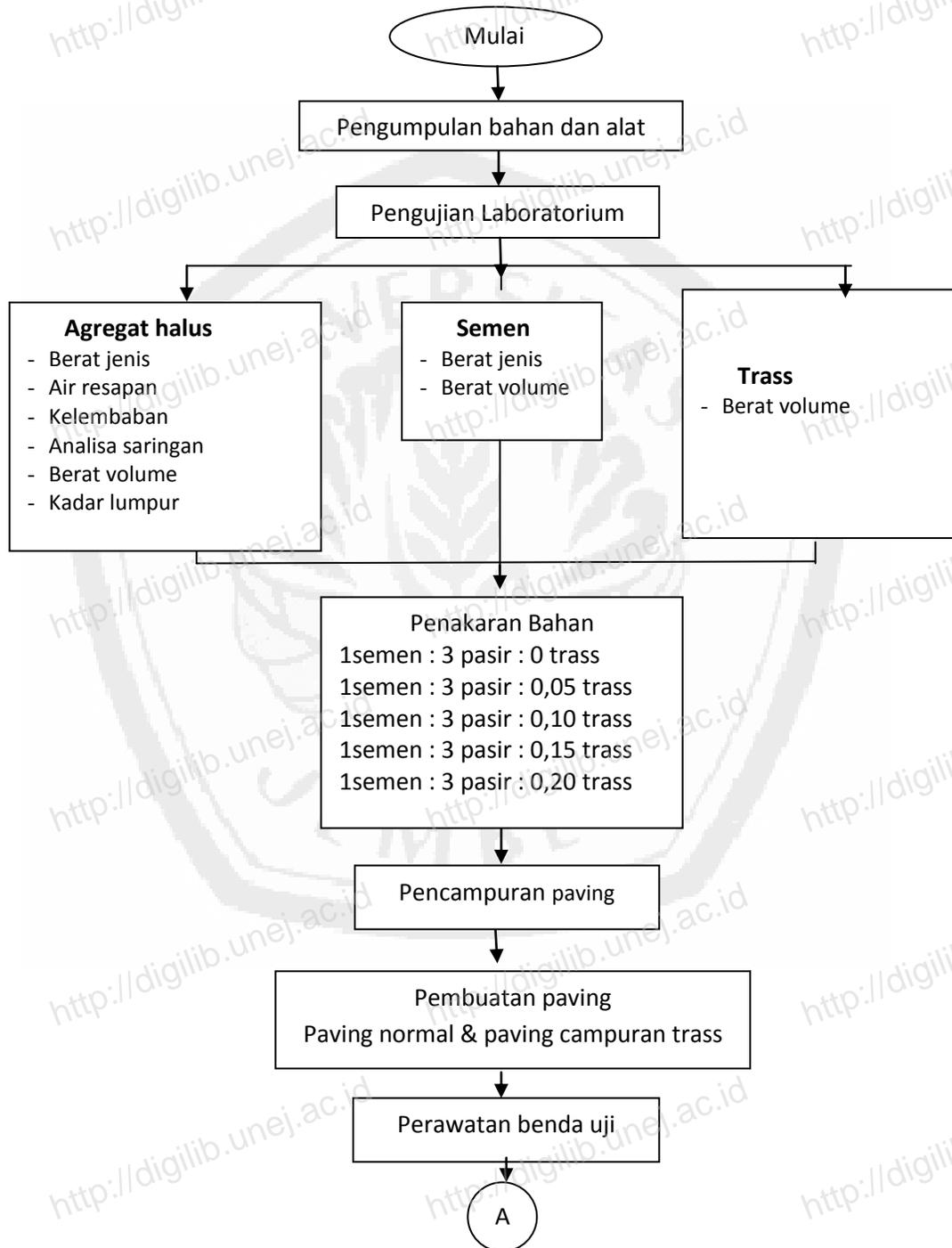
1. Analisa hasil pengujian agregat (pasir dan tras)
2. Analisa hasil pengujian semen (PPC)
3. Analisa terhadap nilai kuat tekan paving.

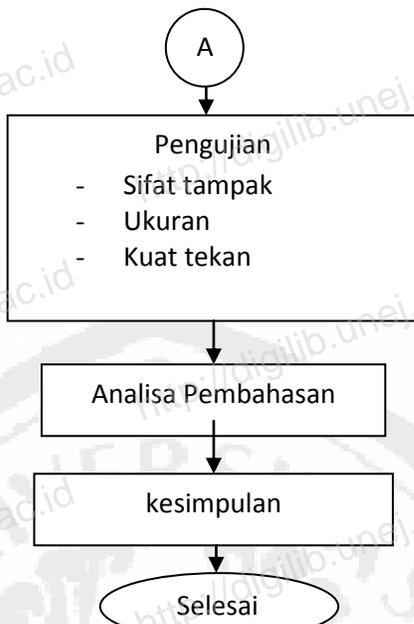
Dengan menekan benda uji paving sampai hancur pada mesin kuat tekan, akan diperoleh beban hancur paving. Kemudian beban hancur paving ini dibagi dengan luasan permukaan benda uji yang tertekan, maka akan diperoleh besarnya kuat tekan paving. Jadi kuat tekan paving adalah beban persatuan luas yang menyebabkan paving hancur.

### **3.11 Kesimpulan**

Kesimpulan diambil dari analisa dan pembahasan terhadap data-data pengujian. Dalam penelitian ini kesimpulan dapat menyebutkan pengaruh-pengaruh penambahan tras pada campuran paving, serta menunjukkan proporsi yang tepat untuk campuran tras sehingga didapat paving yang memenuhi kualitas tertentu.

### 3.12 Flow Chart Proses kegiatan Penelitian





Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

## BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengujian Semen

Penelitian ini menggunakan semen PPC. Pengujian semen dilakukan untuk mendapatkan data-data untuk menganalisa hasil pengujian tersebut dan membuat kesimpulan. Pengujian-pengujian tersebut antara lain: berat jenis dan berat volume. Adapun data-data hasil pengujian di bawah ini:

#### 4.1.1 Berat jenis semen PPC

Tabel 4.1 Analisa Pengujian Berat Jenis Semen PPC

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Jenis	3,07	2,89	3,38
Berat Jenis Rata-rata	3,11 gr/m <sup>3</sup>		

Dari hasil pengujian didapat berat jenis semen rata-rata 3,11 gr/m<sup>3</sup>. Berat jenis semen tersebut dianggap memenuhi karena berat jenis semen berkisar antara 3,1 – 3,4. Dari hasil tersebut semen PPC gresik memenuhi syarat untuk digunakan sebagai campuran beton.

#### 4.1.2 Berat Volume Semen PPC

Tabel 4.2 Analisa Pengujian Berat Volume Semen PPC

Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan		Dengan Rojokan	
	1	2	1	2
Berat Volume	1,08	1,046	1,45	1,36
Berat Volume Rata-rata	1,063		1,405	

Hasil pengujian didapatkan berat volume rata-rata tanpa rojokan 1,063 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan dengan rojokan 1,405 gr/cm<sup>3</sup>. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa berat volume semen dapat di pengaruhi oleh rojokan.

## 4.2 Pengujian Agregat Halus (Pasir)

### 4.2.1 Analisa saringan pasir

Tabel 4.3 Analisa Saringan Pasir

Saringan		Tinggal pada saringan		% kumulatif	
Nomor	mm	gram	%	tinggal	lolos
4	4,76	91	9.1	9.1	90.9
8	2,38	126	12.6	21.7	78.3
16	1,19	122	12.2	33.9	66.1
30	0,59	214	21.4	55.3	44.7
50	0,297	220	22	77.3	22.7
100	0,149	141	14.1	91.4	8.6
Pan	0	85	8.5	-	0
Jumlah		1000	100	288.7	

$$\text{Angka kehalusan} = \frac{\% \text{ kumulatif tertinggal}}{100} = \frac{288,7}{100} = 2,887$$

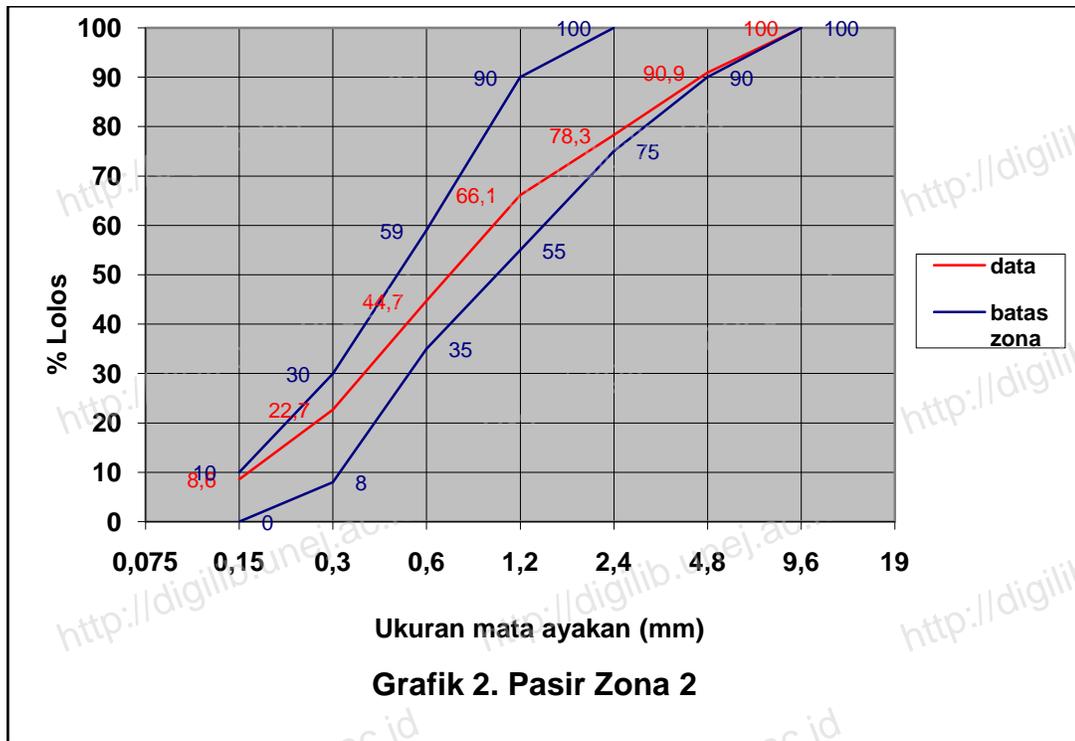
Modulus kehalusan adalah jumlah prosentase komulatif pasir yang tertinggal pada tiap-tiap saringan dibagi dengan 100. Modulus kehalusan pasir berkisar antara 1,5 – 3,8 (SII 0052-80). Jika modulus kehalusan semakin besar maka pasir tersebut pasir kasar.

Tabel 4.4 Batas Gradasi Pasir

lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	zona 1	zona 2	zona 3	zona 4
10	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	55-90	75-100	90-100
y0.6	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

Sumber : konstruksi beton bertulang, 2001

Dari hasil penelitian didapat modulus kehalusan sebesar 2,887 (tabel 4.3) memenuhi standart. Pasir termasuk gradasi (zona) 2 yang artinya pasir agak kasar. Daerah gradasi (zona) pasir dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.1 Grafik pasir zone 2

#### 4.2.2 Berat jenis pasir

Tabel 4.5 Analisa Pengujian Berat Jenis Pasir

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Jenis	2,703	2,706	2,723
Berat Jenis Rata-rata	2,71 gram		

Bahan agregat halus bermutu baik pada umumnya memiliki berat jenis yang besar. Berat jenis yang baik sebesar 2,6 gr/m<sup>3</sup> (SNI PB-0203-76). Dari hasil pengujian di dapat berat jenis agregat halus 2,703, 2,706 dan 2,723 sehingga di peroleh nilai rata-rata 2,71 gr/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.3 Air resapan pasir

Tabel 4.6 Analisa Pengujian Air Resapan Pasir

Percobaan Nomor	1	2	3
Air resapan	1,112%	1,133%	1,051%
Air resapan rata-rata	1,099		

Proses penyerapan air dalam bahan paving mempengaruhi waktu pengerasan paving. Bahan campuran paving mempunyai tingkat penyerapan yang berbeda, tergantung dari rongga udara yang terjadi. Hasil pengujian yang telah dilakukan didapat nilai penyerapan agregat halus adalah 1,112, 1,133 dan 1,051 sehingga diperoleh nilai rata-rata 1,099%.

#### 4.2.4 Berat volume pasir

Tabel 4.7 Analisa Pengujian Berat Volume Pasir

Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan		Dengan Rojokan	
	1	2	1	2
Berat Volume	1,6	1,564	1,407	1,42
Berat Volume Rata-rata	1,582		1,414	

Berat volume agregat halus sangat mempengaruhi kekuatan paving. Kurangnya pemadatan dalam proses pembuatan paving mengakibatkan keroposnya pada paving. Dari hasil pengujian di dapat nilai berat volume agregat halus tanpa rojokan 1,6 dan 1,564 nilai rata-ratanya 1,582 gr/cm<sup>3</sup> dan berat volume dengan rojokan 1,407 dan 1,42 nilai rata-ratanya 1,414 gr/cm<sup>3</sup>. sehingga nilai rata-rata antara berat volume tanpa rojokan dan berat volume dengan rojokan yaitu 1,498 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.2.5 Kelembaban pasir

Tabel 4.8 Analisa Pengujian Kelembaban Pasir

Percobaan Nomor	1	2	3
Kelembaban (%)	0,08	0,072	0,096
Kelembaban Rata-rata (%)	0,0827		

Kelembaban agregat halus di pengaruhi oleh kondisi agregat halus, besar pori, daya hisap dan jenis agregat halus (SNI PB-0210-76). Hasil dari pengujian kadar air agregat halus 0,08%, 0,072% dan 0,096% sehingga nilai rata-ratanya 0,0827 %.

#### 4.2.6 Kebersihan pasir terhadap lumpur

Tabel 4.9 Analisa Pengujian Pasir Terhadap Lumpur

Percobaan Nomor	1	2	3
Kadar lumpur (%)	3.1	1.2	0.6
Kadar lumpur Rata-rata (%)	1.633		

Nilai kandungan lumpur rata-rata : 1,633%

Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %. Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,075 mm (No. 200). Apabila kadar lumpur melampaui 5 % berat, maka pasir harus dicuci (SNI PB-0208-76). Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapat nilai kadar lumpur adalah 3,1%, 1,2% dan 0,6% jadi nilai rata-rata 1,633%, sehingga kandungan lumpur yang ada dalam agregat halus kurang dari 5 % dan agregat halus layak digunakan sebagai campuran paving.

### 4.3 Pengujian Tras

#### 4.3.1 Berat Volume Tras

Tabel 4.10 Analisa Pengujian Berat Volume Tras

Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan		Dengan Rojokan	
	1	2	1	2
Berat Volume	1.183	1.114	0,994	0,987
Berat Volume Rata-rata	1,1485		0,9905	

Hasil pengujian didapatkan berat volume rata-rata tanpa rojokan 1,1485 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan dengan rojokan 0,9905 gr/cm<sup>3</sup>. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa berat volume tras dapat di pengaruhi oleh rojokan.

#### 4.4 Sifat Tampak

Paving block mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan. Setelah itu paving disusun diatas permukaan yang rata sebagaimana pada pemasangan yang sebenarnya.

#### 4.5 Ukuran

Dari pengukuran benda uji, didapat ukuran paving block meliputi panjang, tebal, dan tinggi. Pada tabel 4.1 diperlihatkan ukuran paving block dari masing-masing campuran.

Tabel 4.11 Ukuran Paving Block

Variasi Campuran Paving	pengukuran		
	panjang (mm)	tebal (mm)	tinggi (mm)
1semen:3pasir:0tras	220	110	60
1semen:3pasir:0,05tras	220	110	60
1semen:3pasir:0,10tras	220	110	60
1semen:3pasir:0,15tras	220	110	60
1semen:3pasir:20tras	220	110	60
rata-rata	220	110	60

Kesamaan ukuran paving block pada masing-masing campuran dikarenakan pada proses pembuatan hanya menggunakan satu cetakan dan tidak terjadi penyusutan saat proses pengeringan. Ukuran paving block tersebut sesuai dengan ketentuan SNI 03-0691-1996 yang mensyaratkan bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60mm dengan toleransi + 8%.

#### 4.6 Kuat Tekan

Tabel 4.12 Kuat tekan paving block campuran normal umur 28 hari

No	Berat	Tanggal		pembacaan Dial		Luas benda uji (cm <sup>2</sup> )	Fc' (Mpa)
		cetak	tes	KN	Mpa		
1	3275	8/15/2011	9/11/2011	210	21	242	8.678
2	3293	8/15/2011	9/11/2011	250	25	242	10.331
3	3280	8/15/2011	9/11/2011	245	24.5	242	10.124
4	3310	8/15/2011	9/11/2011	190	19	242	7.851
5	3252	8/15/2011	9/11/2011	235	23.5	242	9.711

Kuat tekan paving block dengan campuran normal pada umur 28 hari, didapat kuat tekan rata-rata ( $f_c'r$ ) = 9.339 Mpa.

Tabel 4.13 Kuat tekan paving block campuran 0.05 % umur 28 hari

No	Berat	Tanggal		pembacaan Dial		Luas benda uji (cm <sup>2</sup> )	Fc' (Mpa)
		cetak	tes	KN	Mpa		
1	3150	8/15/2011	9/11/2011	310	31	242	12.810
2	3273	8/15/2011	9/11/2011	200	20	242	8.264
3	3134	8/15/2011	9/11/2011	360	36	242	14.876
4	3275	8/15/2011	9/11/2011	210	21	242	8.678
5	3304	8/15/2011	9/11/2011	190	19	242	7.851

Kuat tekan paving block dengan campuran 0.05 % tras pada umur 28 hari, didapat kuat tekan rata-rata ( $f_c'r$ ) = 10.496 Mpa.

Tabel 4.14 Kuat tekan paving block campuran 0.1 % umur 28 hari

No	Berat	Tanggal		pembacaan Dial		Luas benda uji (cm <sup>2</sup> )	Fc' (Mpa)
		cetak	tes	KN	Mpa		
1	3153	8/15/2011	9/11/2011	300	30	242	12.397
2	3105	8/15/2011	9/11/2011	420	42	242	17.355
3	3112	8/15/2011	9/11/2011	415	41.5	242	17.149
4	3154	8/15/2011	9/11/2011	325	32.5	242	13.430
5	3121	8/15/2011	9/11/2011	400	40	242	16.529

Kuat tekan paving block dengan campuran 0.10 % tras pada umur 28 hari , didapat kuat tekan rata-rata (fc'r) = 15.372 Mpa.

Tabel 4.15 Kuat tekan paving block campuran 0.15 % umur 28 hari

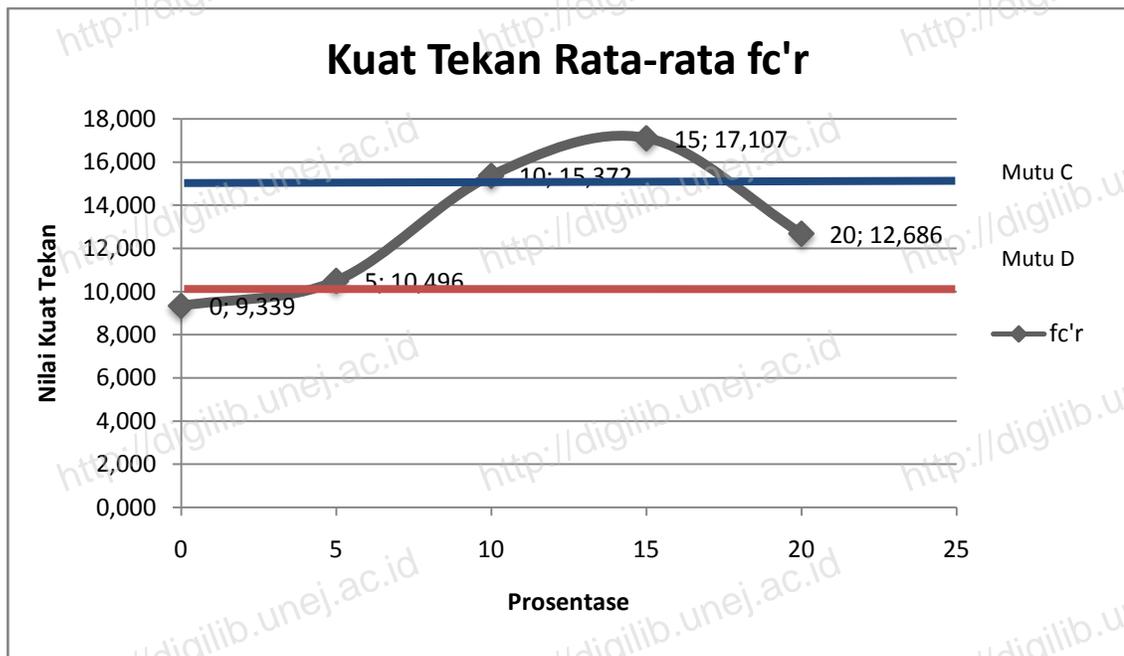
No	Berat	Tanggal		pembacaan Dial		Luas benda uji (cm <sup>2</sup> )	Fc' (Mpa)
		cetak	tes	KN	Mpa		
1	3107	8/15/2011	9/11/2011	450	45	242	18.595
2	3135	8/15/2011	9/11/2011	350	35	242	14.463
3	3111	8/15/2011	9/11/2011	450	45	242	18.595
4	3108	8/15/2011	9/11/2011	430	43	242	17.769
5	3119	8/15/2011	9/11/2011	390	39	242	16.116

Kuat tekan paving block dengan campuran 0.15 % tras pada umur 28 hari , didapat kuat tekan rata-rata (fc'r) = 17.107 Mpa.

Tabel 4.16 Kuat tekan paving block campuran 0.2 % umur 28 hari

No	Berat	Tanggal		pembacaan Dial		Luas benda uji (cm <sup>2</sup> )	Fc' (Mpa)
		cetak	tes	KN	Mpa		
1	3151	8/15/2011	9/11/2011	290	29	242	11.983
2	3170	8/15/2011	9/11/2011	265	26.5	242	10.950
3	3160	8/15/2011	9/11/2011	305	30.5	242	12.603
4	3147	8/15/2011	9/11/2011	320	32	242	13.223
5	3132	8/15/2011	9/11/2011	355	35.5	242	14.669

Kuat tekan paving block dengan campuran 0.20 % pasir merah pada umur 28 hari , didapat kuat tekan rata-rata ( $f_c'r$ ) = 12,686 Mpa.



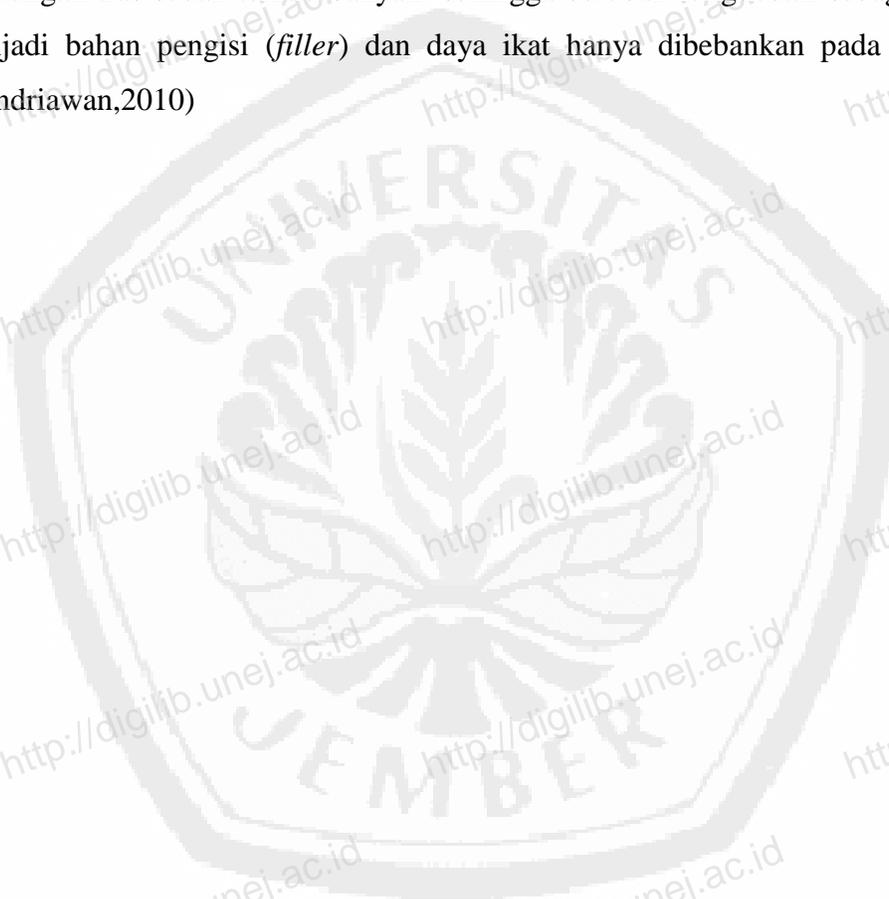
**Gambar 4.2 Grafik Kuat tekan rata-rata  $f_c'r$**

Dari gambar 4.2 terlihat bahwa kuat tekan rata-rata paving block mengalami kenaikan setelah ada penambahan tras pada campuran 1 semen : 3 pasir : 0,05 tras, 1 semen : 3 pasir : 0,10 tras, dan 1 semen : 3 pasir : 0,15 tras, setelah itu mengalami penurunan kembali sampai pada campuran 1 semen : 3 pasir : 0,20 tras.

Kuat tekan paving block tanpa tras sebesar 9,339 Mpa, ternyata masih memenuhi SNI 03-0691-1996 mutu D, dimana syarat mutu D nilai kuat tekan rata-rata 8,5 Mpa sampai dengan 10 Mpa. Namun setelah penambahan tras, kuat tekan paving block menjadi meningkat mencapai kuat tekan tertinggi pada campuran 1 semen : 3 pasir : 0,15 tras sebesar 17,107 Mpa, dan telah memenuhi syarat SNI 03-0691-1996 mutu B dengan kuat tekan rata-rata 17 Mpa sampai dengan 20 Mpa. Hal ini sesuai dengan pendapat (Munaf,1995) yang menyatakan limbah yang bersifat *pozzolanic*, misalnya tras, dapat meningkatkan kekuatan beton secara signifikan. Semula bahan-

bahan tersebut hanya difungsikan sebagai bahan pengisi (*filler*) ruang mikro yang terbentuk di antara butiran semen yang terhidrasi agar matriks beton menjadi lebih padat.

Kuat tekan paving block mengalami penurunan dari campuran 1 semen : 3 pasir : 0,15 tras sampai campuran 1 semen : 3 pasir : 0,20 tras. Hal ini terjadi karena kandungan tras sudah terlalu banyak sehingga berubah fungsi dari sebagai pengikat menjadi bahan pengisi (*filler*) dan daya ikat hanya dibebankan pada semen saja (Hendriawan,2010)



## **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Paving block mempunyai sifat tampak sesuai SNI 03-0691-1996 dengan ketentuan mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.
2. Paving block mempunyai ukuran sesuai SNI 03-0691-1996 mensyaratkan paving block harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60mm dengan toleransi 8%.
3. Penambahan tras dapat meningkat kinerja paving block pada proporsi 1semen:3pasir:0,05tras, 1semen:3pasir:0,10tras, dan 1semen:3pasir:0,15tras. Dan telah memenuhi SNI 03-0691-1996 mutu C dengan kuat tekan rata-rata 12,5 Mpa sampai dengan 15 Mpa. Paving block normal dengan proporsi campuran 1semen:3pasir:0tras memiliki kuat tekan 9,339 Mpa telah memenuhi SNI 03-0691-1996 mutu D dengan kuat tekan rata-rata 8,5 Mpa sampai dengan 10 Mpa.
4. Proporsi yang optimum diperoleh dari campuran 1semen:3pasir:0,15tras dengan kuat tekan rata-rata 17,107 Mpa dan telah memenuhi syarat SNI 03-0691-1996 mutu B dengan kuat tekan rata-rata 17 Mpa sampai dengan 20 Mpa.

### **5.2 Saran**

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji nilai ekonomis tentang paving block.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Penerbit Universitas Jember. 2010. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*, Edisi Ketiga. Jember: Badan Penerbit Universitas Jember.

Badan Standardisasi Nasional. 1996. *Ebook Bata Beton untuk Lantai (Paving Block)* (SK SNI-03-0691-1996)

Haryanto, S. 1990. *Teknologi Beton I*. Surabaya: Press IKIP Surabaya

Hendriawan, A. S. 2010. *Penggunaan Abu Jerami Padi Sebagai Bahan Campuran Untuk Meningkatkan Kinerja Batako*. Jember: Universitas Jember.

Hidayah, E. 2005. *Petunjuk Praktikum Teknologi Beton*. Jember: Universitas Jember.

Lasmono, D. 2008. *Pengaruh Pasir Merah Terhadap Kuat Tekan Paving*. Jember: Universitas Jember.

*Laporan Hasil Studi Potensi Pertambangan Trás Di Wilayah Kecamatan Tongas Dan Lumbang Kabupaten Probolinggo*, 2005.

Mala, L. 2011. *Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Campuran Trás dengan Pasir pada Berbagai Prosentase*. Jember: Universitas Jember.

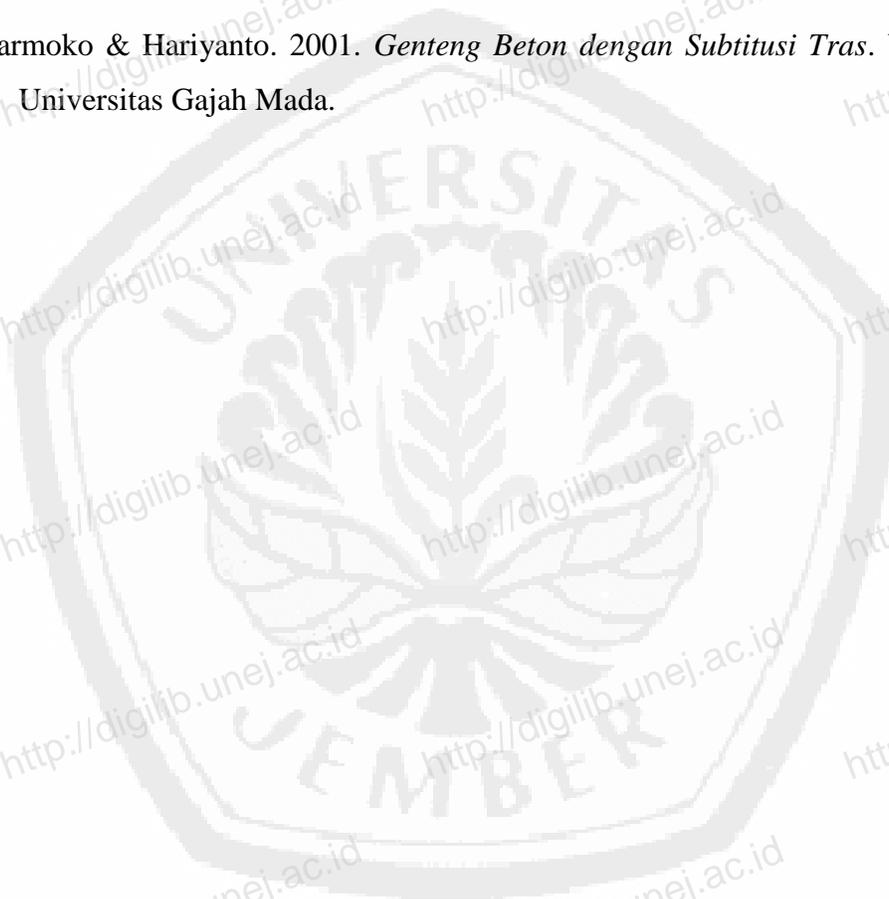
Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi

Nugraha, P. 1989. *Teknologi Beton dengan antisipasi terhadap Pedoman Beton*. Surabaya: Universitas Kristen Petra

Prasetyo, 2002. *Pengaruh Penambahan Tanah Tras terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton*. Jember: Universitas Jember.

Samekto, W. & Rahmadianto, C. 2001. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: KANISIUS

Sudarmoko & Hariyanto. 2001. *Genteng Beton dengan Substitusi Tras*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.



## LAMPIRAN A

### A. PENGUJIAN SEMEN

#### 1. Berat Jenis Semen

Tabel A.1 Berat Jenis Semen (PPC)

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat semen ( $W_1$ )	250	250	250
Berat semen + minyak + picnometer ( $W_2$ )	556	553,5	552
Berat picnometer + minyak ( $W_3$ )	371,2	372,5	361,1
Bj semen = $\frac{0,8.W_1}{(W_1 - W_2) + W_3}$ ( $\text{kg/m}^3$ )	3,07	2,89	3,38

Berat Jenis semen rata-rata : 3,11

#### 2. Berat Volume Semen

Tabel A.2 Berat Volume Semen (PPC)

No. Percobaan	Dengan Rojokan		Tanpa Rojokan	
	1	2	1	2
Berat silinder ( $W_1$ )	6900	6900	6900	6900
Brt. Silinder + semen ( $W_2$ )	11350	11070	10220	10120
Brt. Semen ( $W_2 - W_1$ )	4450	4170	3320	3220
Volume silinder	3076,94	3076,94	3076,94	3076,94
BV semen = $\frac{W_2 - W_1}{v}$	1,45	1,36	1,08	1,046

Berat volume rata-rata

Tanpa rojokan : 1,063

Dengan rojokan : 1,405

## LAMPIRAN B

### B. PENGUJIAN TRAS

#### 1. Berat Volume Tras

Tabel B.1 Berat Volume Tras

No. Percobaan	Dengan Rojokan		Tanpa Rojokan	
	1	2	1	2
Berat silinder ( $W_1$ )	6860	6860	6860	6860
Brt. Silinder + semen ( $W_2$ )	10490	10280	9910	9890
Brt. Tras ( $W_2 - W_1$ )	3630	3420	3050	3030
Volume silinder	3069,75	3069,75	3069,75	3069,75
BV semen = $\frac{W_2 - W_1}{v}$	1,183	1,114	0,994	0,987

Berat volume rata-rata

Tanpa rojokan : 0,9905

Dengan rojokan : 1,1485

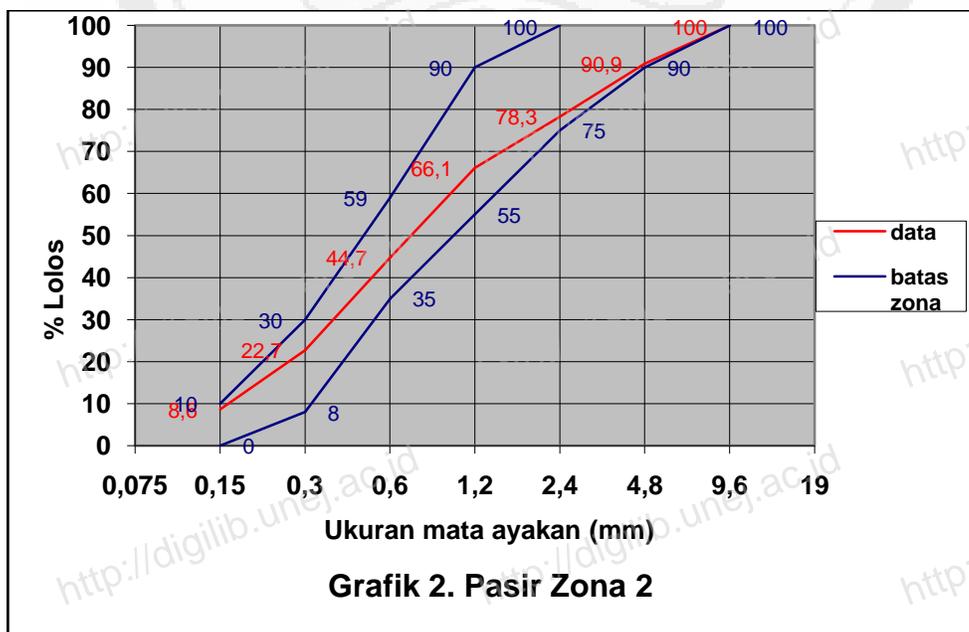
## LAMPIRAN C

### C. PENGUJIAN AGREGAT HALUS

#### 1. Analisa saringan

Tabel C.1 Analisa Saringan Pasir

Saringan	Tinggal pada saringan			% kumulatif	
	Nomor	mm	gram	%	tinggal
4	4,76	91	9.1	9.1	90.9
8	2,38	126	12.6	21.7	78.3
16	1,19	122	12.2	33.9	66.1
30	0,59	214	21.4	55.3	44.7
50	0,297	220	22	77.3	22.7
100	0,149	141	14.1	91.4	8.6
Pan	0	85	8.5	100	0
Jumlah		1000	100		



## 2. Berat Jenis Pasir

Tabel C.2 Berat jenis Pasir

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat picnometer + air + pasir ( $W_2$ )	166,62	163,02	165,64
Berat SSD ( $W_1$ )	50	50	50
Berat picnometer + air ( $W_3$ )	135,12	131,5	134
Berat Jenis Pasir = $\left(\frac{W_1}{W_1 - W_2 + W_3}\right)$	2,703	2,7056	2,7233

Berat jenis pasir rata-rata = 2,71 gram

## 3. Berat Volume Pasir

Tabel C.3 Berat Volume Pasir

Percobaan Nomor	Dengan Rojokan		Tanpa Rojokan	
	1	2	1	2
Berat silinder / $W_1$ (gram)	7,19	7,19	7,19	7,19
Berat silinder + pasir / $W_2$ (gram)	22700	22340	20820	20950
Berat pasir ( $W_2 - W_1$ )	15510	15150	13630	13760
Volume silinder / $V$ ( $\text{cm}^3$ )	9689	9689	9689	9689
Berat volume = $\frac{W_2 - W_1}{V}$ $\text{gr}/\text{cm}^3$	1,6	1,564	1,407	1,42

D silinder = 22,043 cm

T silinder = 25,402 cm

Berat volume rata-rata dengan rojokan = 1,582  $\text{gr}/\text{cm}^3$

Berat volume rata-rata tanpa rojokan = 1,4135  $\text{gr}/\text{cm}^3$

#### 4. Air Resapan

Tabel C.4 Air Resapan

Percobaan Nomor	1 (gram)	2 (gram)	3 (gram)
Berat pasir SSD ( $W_1$ )	100	100	100
Berat pasir oven ( $W_2$ )	98,9	98,88	98,86
Kadar Air Resapan = $\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$	1,1122 %	1,13269 %	1,05093 %

Kadar air resapan rata-rata = 1,0986 %

#### 5. Kelembaban Pasir

Tabel C.5 Kelembaban Pasir

Percobaan Nomor	1 (gram)	2 (gram)	3 (gram)
Berat asli ( $W_1$ )	250	250	250
Berat Oven ( $W_2$ )	249,8	249,82	249,76
Kelembaban Pasir = $\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$	0,08 %	0,07205 %	0,09609 %

Kelembaban pasir rata-rata = 0,0827 %

#### 6. Kebersihan Terhadap Lumpur

Tabel C.5 Kelembaban Terhadap Lumpur

Percobaan Nomor	1 (gram)	2 (gram)	3 (gram)
Berat pasir kering ( $W_1$ )	500	500	500
Berat pasir basah ( $W_2$ )	484,5	494	492
Kadar Lumpur = $\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$	3,1 %	1,2 %	0,6 %

Kadar lumpur rata-rata = 1,633 %

## LAMPIRAN D

### D. PENGUKURAN BENDA UJI

Pengukuran benda uji dilakukan menggunakan mistar dengan ketelitian 1 mm.

Tabel D1. Data Pengukuran Paving Block Campuran Normal

kode benda uji	pengukuran		
	panjang (mm)	tebal (mm)	tinggi (mm)
A1	220	60	110
A2	220	60	110
A3	220	60	110
A4	220	60	110
A5	220	60	110
rata-rata	220	60	110

Tabel D2. Data Pengukuran Paving Block Campuran 0,05%

kode benda uji	pengukuran		
	panjang (mm)	tebal (mm)	tinggi (mm)
B1	220	60	110
B2	220	60	110
B3	220	60	110
B4	220	60	110
B5	220	60	110
rata-rata	220	60	110

Tabel D3. Data Pengukuran Paving Block Campuran 0.10%

kode benda uji	pengukuran		
	panjang (mm)	tebal (mm)	tinggi (mm)
C1	220	60	110
C2	220	60	110
C3	220	60	110
C4	220	60	110
C5	220	60	110
rata-rata	220	60	110

Tabel D4. Data Pengukuran Paving Block Campuran 0.15%

kode benda uji	pengukuran		
	panjang (mm)	tebal (mm)	tinggi (mm)
D1	220	60	110
D2	220	60	110
D3	220	60	110
D4	220	60	110
D5	220	60	110
rata-rata	220	60	110

Tabel D5. Data Pengukuran Paving Block Campuran 0.20%

kode benda uji	pengukuran		
	panjang (mm)	tebal (mm)	tinggi (mm)
E1	220	60	110
E2	220	60	110
E3	220	60	110
E4	220	60	110
E5	220	60	110
rata-rata	220	60	110

## LAMPIRAN E

### E. KUAT TEKAN

Tabel E.1 Kuat tekan paving block campuran normal umur 28 hari

No	tanggal		Tes	pembacaan		luas benda uji (cm) <sup>2</sup>	fc' (Mpa)	fc'r	fc'-fc'r	(fc'-fc'r) <sup>2</sup>	sd
	Berat	cetak		n	Dial Mpa						
1	3275	8/15/2011	9/11/2011	210	21	242	8.678		-0.661	0.437	
2	3293	8/15/2011	9/11/2011	250	25	242	10.331		0.992	0.984	
3	3280	8/15/2011	9/11/2011	245	24.5	242	10.124	9.339	0.785	0.616	
4	3310	8/15/2011	9/11/2011	190	19	242	7.851		-1.488	2.213	1.047
5	3252	8/15/2011	9/11/2011	235	23.5	242	9.711		0.372	0.138	
jumlah							46.694			4.388	

Keterangan :

$$1. \text{ Kuat tekan rata-rata (fc'r)} = \frac{\sum fc'}{n} = \frac{46,694}{5} = 9,339 \text{ Mpa}$$

$$2. \text{ Standart deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (fc' - fc'r)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{4,388}{5-1}} = 1,047 \text{ Mpa}$$

$$3. \text{ Variasi} = \frac{sd}{fc'r} \times 100\% = \frac{1,047}{9,339} \times 100\% = 11,211\%$$

$$4. \text{ Kuat tekan karakteristik} = fc'r - 1.64s \\ = 9,339 - 1.64 \times 1,047 \\ = 7,622 \text{ Mpa}$$

Tabel E.2 Kuat tekan paving block campuran 0.05 % umur 28 hari

No	Berat	tanggal		pembacaan Dial		luas benda uji (cm <sup>2</sup> )	fc' (Mpa)	fc'r	fc'-fc'r	(fc'-fc'r) <sup>2</sup>	sd
		cetak	Tes	KN	Mpa						
1	3150	8/15/2011	9/11/2011	310	31	242	12.810		2.314	5.355	3.16
2	3273	8/15/2011	9/11/2011	200	20	242	8.264		-2.231	4.979	
3	3134	8/15/2011	9/11/2011	360	36	242	14.876	10.496	4.380	19.186	
4	3275	8/15/2011	9/11/2011	210	21	242	8.678		-1.818	3.306	
5	3304	8/15/2011	9/11/2011	190	19	242	7.851		-2.645	6.994	
jumlah							52.479			39.820	

Keterangan :

$$1. \text{ Kuat tekan rata-rata (fc'r)} = \frac{\sum fc'}{n} = \frac{52,479}{5} = 10,496 \text{ Mpa}$$

$$2. \text{ Standart deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (fc' - fc'r)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{39,820}{5-1}} = 3,16 \text{ Mpa}$$

$$3. \text{ Variasi} = \frac{sd}{fc'r} \times 100\% = \frac{3,16}{10,496} \times 100\% = 30,107\%$$

$$4. \text{ Kuat tekan karakteristik} = fc'r - 1.64s$$

$$= 10,496 - 1.64 \times 3,16$$

$$= 5,314 \text{ Mpa}$$

Tabel E.3 Kuat tekan paving block campuran 0.1 % umur 28 hari

No	tanggal		pembacaan Dial		luas benda uji (cm <sup>2</sup> )	fc' (Mpa)	fc'r	fc'-fc'r	(fc'-fc'r) <sup>2</sup>	sd
	Berat	cetak	Tes	KN						
1	3153	8/15/2011	9/11/2011	300	30	242	12.397		2.975	8.852
2	3105	8/15/2011	9/11/2011	420	42	242	17.355		1.983	3.934
3	3112	8/15/2011	9/11/2011	415	41.5	242	17.149	15.372	1.777	3.157
4	3154	8/15/2011	9/11/2011	325	32.5	242	13.430		1.942	3.772
5	3121	8/15/2011	9/11/2011	400	40	242	16.529		1.157	1.339
jumlah							76.860			21.054

Keterangan :

$$1. \text{ Kuat tekan rata-rata (fc'r)} = \frac{\sum fc'}{n} = \frac{76,860}{5} = 15,372 \text{ Mpa}$$

$$2. \text{ Standart deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (fc' - fc'r)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{21,054}{5-1}} = 2,29 \text{ Mpa}$$

$$3. \text{ Variasi} = \frac{sd}{fc'r} \times 100\% = \frac{2,29}{15,372} \times 100\% = 14,897\%$$

$$4. \text{ Kuat tekan karakteristik} = fc'r - 1.64s \\ = 15,372 - 1.64 \times 2,29 \\ = 11,616 \text{ Mpa}$$

Tabel E.4 Kuat tekan paving block campuran 0.15 % umur 28 hari

No	tanggal			pembacaan		luas benda uji (cm <sup>2</sup> )	fc' (Mpa)	fc'r	fc'- fc'r	(fc'- fc'r) <sup>2</sup>	sd
	Berat	cetak	Tes	KN	Mpa						
1	3107	8/15/2011	9/11/2011	450	45	242	18.595		1.488	2.213	
2	3135	8/15/2011	9/11/2011	350	35	242	14.463		2.645	6.994	
3	3111	8/15/2011	9/11/2011	450	45	242	18.595	17.107	1.488	2.213	
4	3108	8/15/2011	9/11/2011	430	43	242	17.769		0.661	0.437	1.79
5	3119	8/15/2011	9/11/2011	390	39	242	16.116		0.992	0.984	
jumlah							85.537			12.841	

Keterangan :

$$1. \text{ Kuat tekan rata-rata (fc'r)} = \frac{\sum fc'}{n} = \frac{85,537}{5} = 17,107 \text{ Mpa}$$

$$2. \text{ Standart deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (fc' - fc'r)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{12,841}{5-1}} = 1,79 \text{ Mpa}$$

$$3. \text{ Variasi} = \frac{sd}{fc'r} \times 100\% = \frac{1,79}{17,107} \times 100\% = 10,464\%$$

$$4. \text{ Kuat tekan karakteristik} = fc'r - 1.64s$$

$$= 17,107 - 1.64 \times 1,79$$

$$= 14,171 \text{ Mpa}$$

Tabel E.5 Kuat tekan paving block campuran 0.2 % umur 28 hari

No	tanggal		pembacaan		luas benda uji (cm <sup>2</sup> )	fc' (Mpa)	fc'r	fc'- fc'r	(fc'- fc'r) <sup>2</sup>	sd
	Berat	cetak	Tes	KN						
1	3151	8/15/2011	9/11/2011	300	30	242	12.397	2.975	8.852	2.29
2	3170	8/15/2011	9/11/2011	420	42	242	17.355	1.983	3.934	
3	3160	8/15/2011	9/11/2011	415	41.5	242	17.149	15.372	1.777	
4	3147	8/15/2011	9/11/2011	325	32.5	242	13.430	1.942	3.772	
5	3132	8/15/2011	9/11/2011	400	40	242	16.529	1.157	1.339	
jumlah						76.860			21.054	

Keterangan :

$$1. \text{ Kuat tekan rata-rata } (fc'r) = \frac{\sum fc'}{n} = \frac{76,860}{5} = 15,372 \text{ Mpa}$$

$$2. \text{ Standart deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (fc' - fc'r)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{21,054}{5-1}} = 2,29 \text{ Mpa}$$

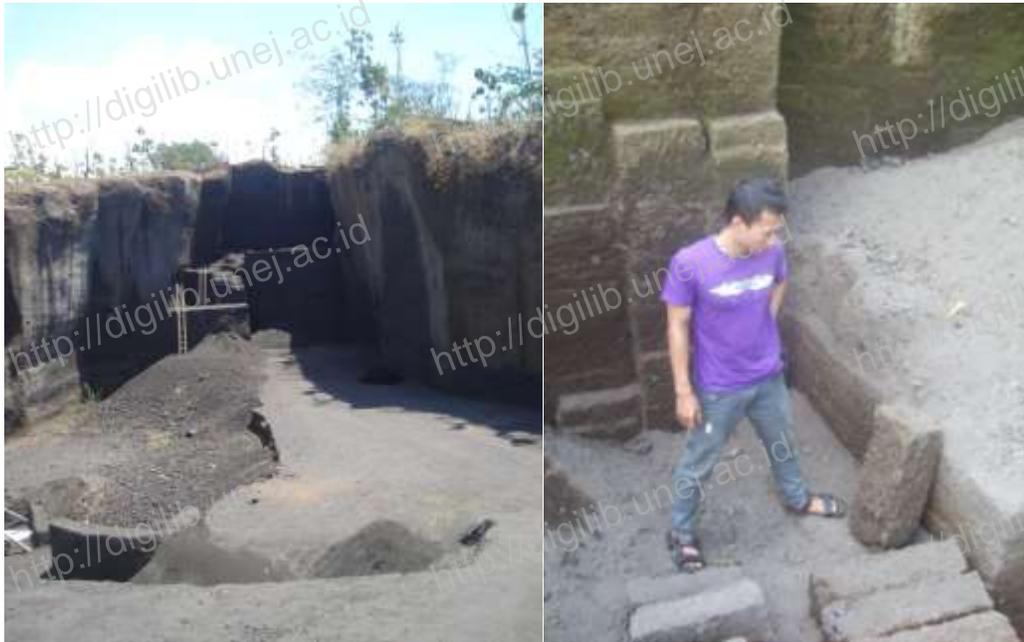
$$3. \text{ Variasi} = \frac{sd}{fc'r} \times 100\% = \frac{2,29}{15,372} \times 100\% = 14,897\%$$

$$4. \text{ Kuat tekan karakteristik} = fc'r - 1.64s \\ = 15,372s - 1.64 \times 2,29 \\ = 11,616 \text{ Mpa}$$

## LAMPIRAN F

### F. GAMBAR

#### F.1 Gambar Lokasi



Gambar F.1.1. Lokasi Pengambilan Tras



Gambar F.1.2. Proses ayakan Tras

**F.2 Gambar Bahan Pembuat Paving Block.**



Gambar F.2.1. Tras



Gambar F.2.2. Semen Portland



Gambar F.2.3. Pasir

### F.3 Gambar Pembuatan Paving Block dan Pengujiannya



Gambar F.3.1. Proses Pencampuran Bahan



**Gambar F.3.2. Proses Pencetakan Paving Block**



**Gambar F.3.3. Proses Pengeringan Paving Block**



**Gambar F.3.4. Proses Perendaman Paving Block**



**Gambar F.3.5. Tampak Paving Block**



**Gambar F.3.6. Pengukuran Panjang Paving Block**



**Gambar F.3.7. Pengukuran Lebar Paving Block**



**Gambar F.3.8. Pengukuran Tebal Paving Block**



**Gambar F.3.9. Pengujian Kuat Tekan Paving Block**