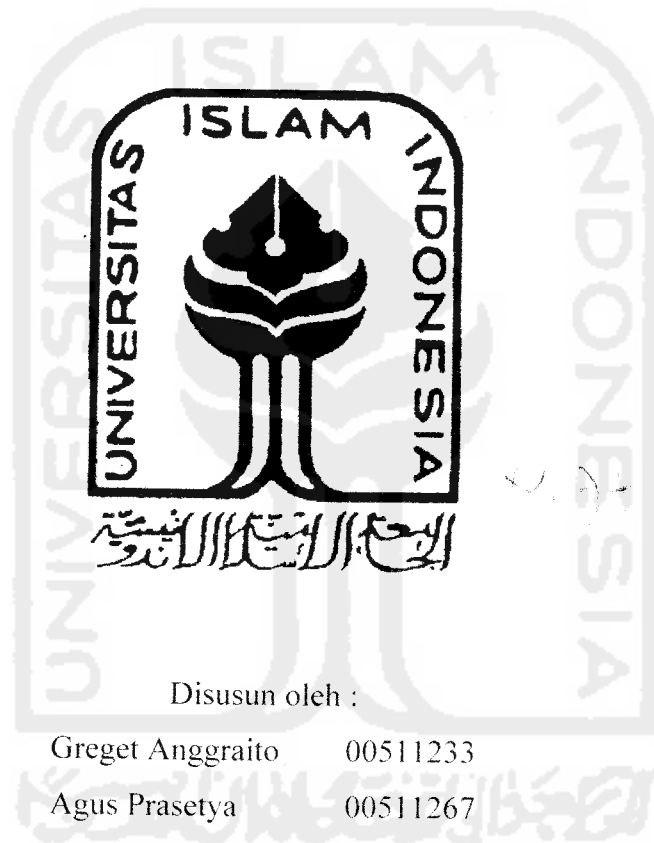


PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HARIAN/SEMESTER	
TGL. TERIMA :	8 Agustus 2005
NO. JUDUL :	001556
NO. INV. :	5120001556001
NO. INDIK. :	

TUGAS AKHIR

**PERILAKU MEKANIK *PAVING BLOCK*
DENGAN VARIASI ABU SEKAM PADI SEBAGAI
PENGANTI SEBAGIAN SEMEN**



h.
690.5
Ang
P

JURUSAN TEKNIK SIPIL

h.
Anggraito, Greget

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2005

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Perilaku Mekanik *Paving Block* Dengan Variasi Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen” ini.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh jenjang kesarjanaan Strata 1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. M. Samsudin, MT, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. H. Suharyatmo, MT, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Seluruh karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Ayah, Ibu dan Saudara-saudara yang telah banyak memberikan dorongan dan bantuannya.

7. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil Angkatan 2000 Universitas Islam Indonesia atas saran dan bantuannya.
8. Teman-teman laboratorium yang telah banyak membantu kami dalam melakukan pengujian.
9. Harry, ST, Adi Gondang, Guntur bersaudara, Andry dan teman-teman kost lainnya, yang telah banyak memberi dorongan pada kami.

Dan masih banyak pihak-pihak lain yang turut membantu kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini, baik secara moril maupun material yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Akhir kata kami berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Amin.

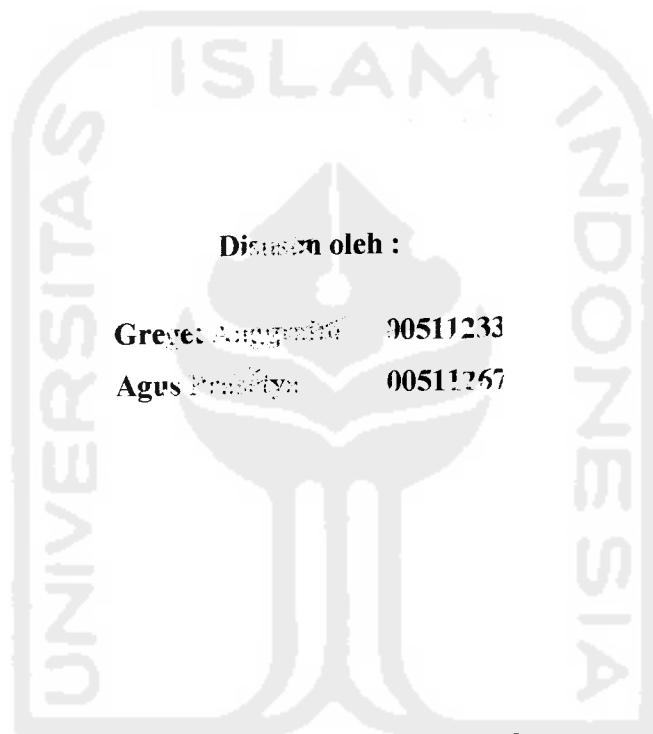
Wassalamu 'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, Februari 2005

Penyusun

LEMBAR PENGESAHAN

**PERILAKU MEKANIK *PAVING BLOCK*
DENGAN VARIASI ABU SEKAM PADI SEBAGAI
PENGANTI SEBAGIAN SEMEN**



Dibantu oleh :

Greget Nugroho 90511233

Agus Pradipta 00511267

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Samsudin'.

Ir. H. M. Samsudin, MT.

Tanggal : 7/3/05.

Dosen Pembimbing II,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Suharyatmo'.

Ir. H. Suharyatmo, MT.

Tanggal : 7/3/05

MOTO DAN PERSEMBAHAN

.....Katakanlah : “Adakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui?”. Sesungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran.

(Qs. Az Zumar : 9)

.....Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.....

(Qs. Al Mujadilah : 11)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain)

(Qs. Alam Nasyrat : 6-8)

Persembahan :

Dengan puji syukur kepada Allah SWT, Tuhan semesta alam kami persembahkan

laporan tugas akhir ini kepada :

Kedua orang tua kami

keluarga kami

Terimakasih atas bantuan serta dorongan semangatnya

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTO DAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSATAKA.....	5
2.1 Umum	5
2.2 Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan	6

BAB III	LANDASAN TEORI	9
	3.1 Umum.....	9
	3.2 Material Penyusun <i>Paving Block</i>	9
	3.2.1 Semen Portland	10
	3.2.2 Agregat Halus	11
	3.2.3 Agregat Kasar.....	12
	3.2.4 Air.....	12
	3.2.5 Pozolan.....	13
	3.3 Perencanaan Campuran <i>Paving Block</i>	16
	3.4 Pengolahan <i>Paving Block</i>	28
	3.5 Kuat Desak <i>Paving Block</i>	29
	3.6 Kuat Geser <i>Paving Block</i>	32
BAB IV	METODE PENELITIAN.....	33
	4.1 Umum.....	33
	4.2 Bahan dan Alat	33
	4.2.1 Bahan Susun.....	33
	4.2.2 Peralatan.....	34
	4.3 Pemeriksaan Material Yang Akan Digunakan.....	36
	4.3.1 Analisis Gradasi Pasir (Modulus Halus Butir)	36
	4.3.2 Pemeriksaan Kandungan Lumpur Dalam Pasir	37
	4.4 Perhitungan Campuran <i>Paving Block (Mix Design)</i>	38

4.5 Model Benda Uji.....	42
4.5.1 Model Benda Uji untuk Uji Desak.....	42
4.5.2 Model Benda Uji untuk Uji Geser.....	42
4.6 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.....	43
4.6.1 Pembuatan Benda Uji.....	43
4.6.2 Perawatan Benda Uji.....	44
4.7 Pengujian Benda Uji (<i>Paving Block</i>)	45
4.7.1 Uji Desak <i>Paving Block</i>	45
4.7.2 Uji Geser <i>Paving Block</i>	46
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
5.1 Umum.....	48
5.2 Hasil Pengujian Benda uji.....	48
5.2.1 Hasil Pengujian Kuat Desak <i>Paving Block</i>	48
5.2.2 Hasil Pengujian Kuat Geser <i>Paving Block</i>	51
5.3 Perhitungan.....	55
5.3.1 Perhitungan Kuat Desak <i>Paving Block</i>	55
5.3.2 Perhitungan Kuat Geser <i>Paving Block</i>	62
5.4 Pembahasan Hasil Penelitian.....	68
5.5 Hubungan Antara Mutu <i>Paving Block</i> Dengan Tegangan Gesernya...71	
5.6 Tinjauan Perbandingan Terhadap Penelitian Terdahulu	72

5.6.1	Penelitian Mengenai Pengaruh Penggunaan Limbah Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Desak Dan Permeabilitas Beton.....	72
5.6.2	Penelitian Mengenai Pengaruh Penggunaan <i>Fly Ash</i> dan Limbah Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Desak Deton Mutu Tinggi.....	73
5.6.3	Penelitian Mengenai Pengaruh Suhu Terhadap Kuat Desak Beton Berbahan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen.....	74
5.7	Perhitungan Biaya Terhadap Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen.....	75
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	76
6.1	Kesimpulan.....	76
6.2	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kandungan silika yang terdapat pada beberapa tanaman	5
Tabel 3.1	Unsur-unsur utama penyusun semen.....	11
Tabel 3.2	Komposisi abu sekam padi.....	15
Tabel 3.3	Tingkat pengendalian pekerjaan	16
Tabel 3.4	Nilai kuat tekan beton.....	19
Tabel 3.5	Kebutuhan air per meter kubik beton.....	21
Tabel 3.6	Kandungan semen minimum untuk beton bertulang dalam air.....	22
Tabel 3.7	Kandungan semen minimum untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat.....	23
Tabel 3.8	Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembeconan dan lingkungan khusus.....	24
Tabel 3.9	Gradasi pasir.....	26
Tabel 4.1	Hasil analisis gradasi pasir.....	36
Tabel 4.2	Model benda uji dengan variasi abu sekam padi untuk uji desak.....	43
Tabel 4.3	Model benda uji dengan variasi abu sekam padi untuk uji geser	43
Tabel 5.1	Hasil uji kuat desak <i>paving block</i> dengan kode A.....	49
Tabel 5.2	Hasil uji kuat desak <i>paving block</i> dengan kode B.....	49
Tabel 5.3	Hasil uji kuat desak <i>paving block</i> dengan kode C.....	50
Tabel 5.4	Hasil uji kuat desak <i>paving block</i> dengan kode D.....	50
Tabel 5.5	Hasil uji kuat desak <i>paving block</i> dengan kode E.....	51
Tabel 5.6	Hasil uji kuat geser <i>paving block</i> dengan kode F.....	52

Tabel 5.7 Hasil uji kuat geser <i>paving block</i> dengan kode G.....	52
Tabel 5.8 Hasil uji kuat geser <i>paving block</i> dengan kode H.....	53
Tabel 5.9 Hasil uji kuat geser <i>paving block</i> dengan kode I.....	53
Tabel 5.10 Hasil uji kuat geser <i>paving block</i> dengan kode J.....	54
Tabel 5.11 Kuat desak <i>paving block</i> dengan kode A (tanpa abu sekam padi)	57
Tabel 5.12 Kuat desak <i>paving block</i> dengan kode B (variasi 5% ASP: 95% PC).....	58
Tabel 5.13 Kuat desak <i>paving block</i> dengan kode C (variasi 10% ASP: 90% PC).....	59
Tabel 5.14 Kuat desak <i>paving block</i> dengan kode D (variasi 15% ASP: 85% PC).....	60
Tabel 5.15 Kuat desak <i>paving block</i> dengan kode E (variasi 20% ASP: 80% PC).....	61
Tabel 5.16 Tegangan geser <i>paving block</i> dengan kode F (tanpa abu sekam padi).....	63
Tabel 5.17 Tegangan geser <i>paving block</i> dengan kode G (variasi 5% ASP : 95% PC).....	64
Tabel 5.18 Tegangan geser <i>paving block</i> dengan kode H (variasi 10% ASP : 90% PC).....	65
Tabel 5.19 Tegangan geser <i>paving block</i> dengan kode I (variasi 15% ASP : 85% PC).....	66

Tabel 5.20 Tegangan geser <i>paving block</i> dengan kode J (variasi 20% ASP : 80% PC).....	67
Tabel 5.21 Mutu <i>paving block</i> untuk setiap variasi abu sekam padi.....	68
Tabel 5.22 Tegangan geser maksimal <i>paving block</i> untuk setiap variasi abu sekam padi.....	69
Tabel 5.23 Hubungan antara mutu beton dengan nilai tegangan geser.....	71
Tabel 5.24 Perubahan harga semen untuk setiap variasi.....	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Grafik faktor air semen	18
Gambar 3.2 Grafik mencari faktor air semen.....	20
Gambar 3.3 Grafik prosentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan	26
Gambar 3.4 Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran, dan berat beton	27
Gambar 3.5 Grafik hubungan antara tinggi dan diameter benda uji terhadap kekuatan desaknya	30
Gambar 4.1 Pengujian kuat desak <i>paving block</i>	46
Gambar 4.2 Pengujian kuat geser <i>paving block</i>	47
Gambar 5.1 Grafik hubungan antara mutu <i>paving block</i> dengan variasi abu sekam padi	68
Gambar 5.2 Grafik hubungan antara tegangan geser maksimal dengan variasi abu sekam padi	69

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data sementara pengujian desak *paving block*
- Lampiran 2 Data sementara pengujian geser *paving block*
- Lampiran 3 Analisis modulus halus butir.
- Lampiran 4 Pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir.
- Lampiran 5 Foto-foto penelitian.
- Lampiran 6 Kartu peserta dan catatan konsultasi tugas akhir.



INTISARI

Perkembangan teknologi industri tidak hanya menimbulkan dampak positif bagi kehidupan manusia tetapi juga mempunyai implikasi negatif, salah satunya adalah semakin menumpuknya limbah industri yang dihasilkan, dalam hal ini adalah limbah abu sekam padi (ASP). Melihat tingginya kandungan silika pada abu sekam padi yaitu mencapai 93%, memungkinkan penggunaannya sebagai pengganti sebagian semen (PC) untuk meningkatkan kualitas *paving block* serta menurunkan biaya produksi pembuatan *paving block*. Penggunaan pozolan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen pada *paving block* menggunakan 5 variasi yaitu tanpa abu sekam padi, (5%ASP:95%PC), (10%ASP:90%PC), (15%ASP:85%PC) dan (20%ASP:80%PC), pengujian *paving block* dilakukan pada umur 28 hari.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa *paving block* menggunakan variasi (10%ASP:90%PC) memiliki mutu maksimum sebesar 28,56 Mpa, lebih besar bila dibandingkan dengan mutu *paving block* tanpa menggunakan abu sekam padi dimana mutunya sebesar 24,08 Mpa. Sehingga dapat diketahui bahwa penggunaan abu sekam padi pada variasi (10%ASP:90%PC) terjadi peningkatan mutu sebesar 15,69%. Dari hasil pengujian geser dapat diketahui bahwa *Paving block* menggunakan variasi abu sekam padi (5%ASP:95%PC) memiliki tegangan geser maksimum sebesar 8,38 Mpa, lebih besar bila dibandingkan dengan tegangan geser *paving block* tanpa menggunakan abu sekam padi dimana tegangan gesernya sebesar 6,59 Mpa. Sehingga dapat diketahui bahwa penggunaan abu sekam padi pada variasi (5%ASP:95%PC) terjadi peningkatan tegangan geser sebesar 27,16%.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa apabila dilihat dari segi kekuatan dan dari segi ekonomi maka penggunaan abu sekam padi, optimum pada variasi (10% ASP:90% PC), dan akan mengurangi pemakaian semen seberat 32,5 kg setiap 1m³ adukan *paving block*.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan dalam bidang industri tidak hanya memiliki implikasi yang positif akan tetapi juga memiliki implikasi yang negatif seperti hasil limbah industri yang setiap harinya menumpuk. Begitu pula dalam hal perkembangan teknologi di bidang konstruksi, yang tidak pernah lepas dari upaya penciptaan alternatif teknologi yang cukup inovatif. Usaha yang serius terhadap upaya perkembangan teknologi yang inovatif perlu didukung oleh beberapa penelitian. Penelitian yang didasarkan pada penggunaan teknologi sederhana yang memanfaatkan sumber daya lokal termasuk pemanfaatan limbah industri belumlah banyak dilakukan.

Pemanfaatan limbah industri di negara kita belumlah maksimal, masih diperlukan pengkajian yang mendalam dan lebih teliti yang nantinya dapat memberikan suatu masukan yang cukup positif dalam pemanfaatan limbah industri.

Suatu hasil samping dari industri khususnya industri dalam skala kecil yang dikelola dengan suatu manajerial sederhana yaitu industri pembuatan batu bata merah adalah hasil pembakaran sekam padi yang biasanya dinamakan abu sekam padi (*rice husk ash*) yang relatif banyak ditemukan di daerah pusat pembuatan bata merah. Untuk itu diperlukan suatu penelitian guna menghasilkan produk inovatif dibidang

konstruksi yaitu dalam perencanaan adukan beton. Abu sekam padi yang merupakan limbah industri batu bata merah dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah dalam campuran beton. Dengan tema Perilaku Mekanik *Paving Block* Dengan Variasi Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen, maka dicoba dipaparkan hasil penelitian di laboratorium untuk uji desak dan uji geser.

1.2 Rumusan masalah

Selama ini pemanfaatan abu sekam padi belumlah maksimal, karena hanya sebatas digunakan sebagai abu gosok dan pupuk organaik. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Cook D.J, 1986, abu sekam padi memiliki kandungan silika mencapai 93%. Melihat tinggi kandungan silika pada abu sekam padi, memungkinkan penggunaannya untuk meningkatkan kualitas *paving block*. Untuk itulah penelitian tentang pengaruh penggunaan abu sekam padi pada *paving block* dilakukan dengan memvariasikan kandungan abu sekam padi terhadap kuat desak dan kuat geser *paving block*.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi yang berfungsi sebagai pengganti sebagian semen terhadap perilaku mekanik *paving block*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. dapat menghasilkan *paving block* dengan mutu lebih baik dibandingkan dengan *paving block* tanpa menggunakan abu sekam padi, serta biaya produksinya lebih murah, dan
2. dengan pemakaian pozolan abu sekam padi diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap pemanfaatan abu sekam padi sehingga akan memiliki nilai lebih.

1.5 Batasan Masalah

1. agregat kasar yang digunakan adalah kerikil yang berasal dari Turgo dengan diameter maksimum adalah 20 mm,
2. agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Turgo dengan diameter maksimum 5 mm,
3. perawatan benda uji dengan penyiraman selama 3 hari dengan periode penyiraman 3 kali sehari, setelah itu dilakukan perendaman,
4. variasi penggunaan abu sekam padi yaitu: tanpa abu sekam padi, (5%ASP:95%PC), (10%ASP:90%PC), (15%ASP:85%PC), dan (20%ASP:80%PC), yang berfungsi sebagai pengganti sebagian semen. PC adalah *Portland Cement* dan ASP adalah Abu Sekam Padi,

5. *paving block* yang digunakan untuk pengujian desak mempunyai dimensi panjang = 6cm, lebar = 6cm, dan tinggi = 15cm,
6. *paving block* yang digunakan untuk pengujian geser mempunyai dimensi panjang = 20cm, lebar = 10cm, dan tinggi = 6cm,
7. semen yang digunakan menggunakan jenis I dengan merk Nusantara, dengan berat tiap zak 50 kg,
8. air berasal dari air sumur UD. Merapi Konblok Jl. Kaliurang Km 9,
9. uji *paving block* pada umur 28 hari, dilaksanakan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
10. abu sekam padi berasal dari pembakaran batu bata Pendowo Bantul,
11. pembuatan *paving block* menggunakan mesin cetak dengan kekuatan tekan 150 kgf/cm²,
12. abu sekam padi yang digunakan lolos saringan 150 μ m, dan
13. perilaku mekanik yang ditinjau pada penelitian ini adalah kuat desak dan kuat geser.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Abu sekam padi merupakan abu yang dihasilkan dari sisa pembakaran sekam padi. Abu sekam padi yang dihasilkan sebagai sisa pembakaran memiliki sifat pozolan karena terdapat kandungan silika di dalamnya. Padi merupakan tanaman yang memiliki kandungan silika paling tinggi diantara tanaman lainnya.

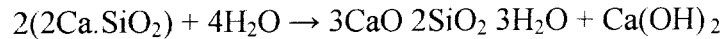
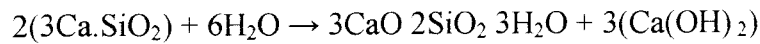
Menurut Cook D.J, 1986 kandungan silika dan abu yang terdapat pada beberapa tanaman dapat dilihat dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan silika dan abu yang terdapat pada beberapa tanaman

<i>Plant</i>	<i>Part of plant</i>	<i>Ash (%)</i>	<i>Silica (%)</i>
<i>Sorghum</i>	<i>Leaf sheat epidermis</i>	12,55	88,7
<i>Wheat</i>	<i>Leaf sheat</i>	10,48	90,56
<i>Corn</i>	<i>Leaf blade</i>	12,15	64,32
<i>Bamboo</i>	<i>Nodes(inner portion)</i>	1,49	57,40
<i>Bagasse</i>	-	14,71	73,00
<i>Lantana</i>	<i>Leaf and stem</i>	11,24	23,28
<i>Sunflower</i>	<i>Leaf and stem</i>	11,53	25,32
<i>Rice husk</i>	-	22,15	93
<i>Rice straw</i>	-	14,65	82
<i>Breadfruit tree</i>	<i>Stem</i>	8,64	81,80

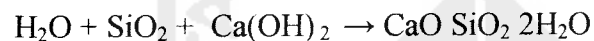
Sumber : Cook D.J, (1986)

Menurut Kardiyono, (1992), reaksi hidrasi semen terjadi ketika semen bersentuhan dengan air, reaksinya adalah sebagai berikut:



Persamaan tersebut menghasilkan $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, berupa gel dan sisa reaksinya adalah kapur bebas $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Menurut Brown (1999), jika abu sekam padi yang mengandung silika, dicampurkan dengan kapur bebas dan air, maka akan terjadi reaksi sebagai berikut:



Persamaan tersebut menghasilkan $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, berupa gel, sehingga penambahan abu ampas tebu mengakibatkan peningkatan jumlah gel dalam adukan beton.

2.2 Hasil Penelitian Yang Pernah Dilakukan

- a. Pengaruh penggunaan *fly ash* dan limbah abu sekam padi terhadap kuat desak beton mutu tinggi

Pada beton mutu tinggi, penggunaan pozolan abu sekam padi 10%ASP:90%PC sebagai pengganti sebagian semen akan mencapai kuat desak maksimum sebesar 55,839 Mpa, sedangkan untuk beton mutu tinggi tanpa abu sekam padi kuat desaknya 48,964 Mpa. Hal ini berarti penggunaan abu sekam padi pada beton mutu tinggi berpengaruh terhadap kuat desaknya dimana terjadi peningkatan kuat desak sebesar 14,04 %. (**Agustina Widyastuti, 2001**)

- b. Pengaruh penggunaan limbah abu sekam padi terhadap kuat desak dan permeabilitas beton

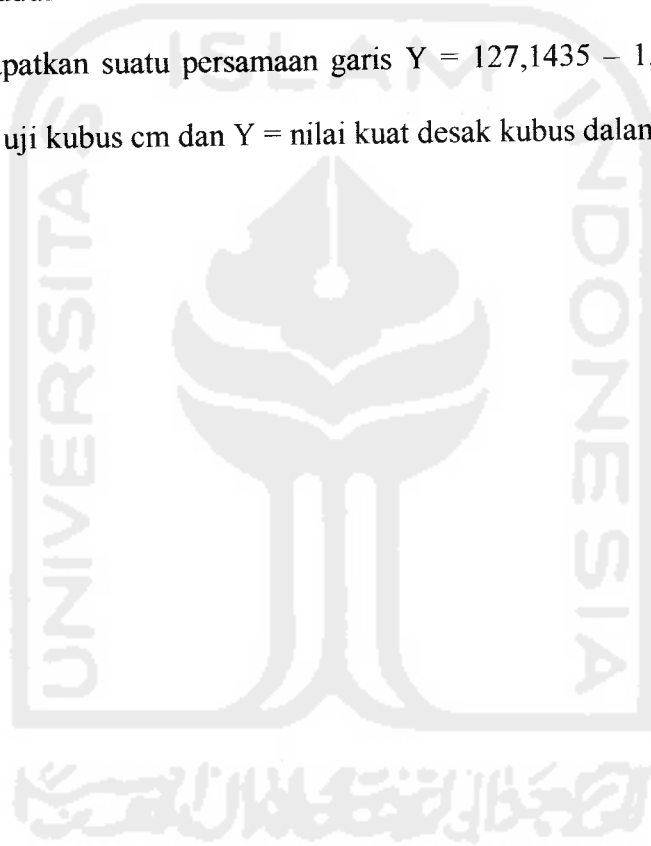
Penambahan pozolan abu sekam padi akan meningkatkan kuat desak beton, yaitu untuk beton tanpa penambahan abu menghasilkan kuat desak sebesar 26,8003 Mpa, sedangkan dengan Penggunaan abu sekam padi dengan variasi 10%ASP:90%PC menghasilkan kuat desak beton sebesar 38,686176 Mpa.. Sehingga kuat desak beton mengalami kenaikan sebesar 48,6187%. Pemakaian abu sekam padi tersebut akan mengurangi pemakaian semen seberat 45,9740 kg untuk setiap 1 m³. **(Heru Dwi Hantara dan Arif Faidlur Rahman, 1999)**

- c. Pengaruh suhu terhadap kuat desak beton berbahan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen.

Pemakaian abu sekam padi pada beton pasca bakar akan mengakibatkan penurunan kuat desak. Hasil uji desak yang diperoleh antara lain sebagai berikut ini, untuk variasi 5%ASP:95%PC 5% pada suhu 0° C diperoleh kuat desak beton sebesar 40,201 Mpa, sedangkan pada pada pembakaran dengan suhu 600° C diperoleh kuat desak beton sebesar 34,89 Mpa, sehingga penurunan kuat desaknya sebesar 13,2 %. Begitu juga untuk variasi 10%ASP:90%PC dan 15%ASP:85%PC, mengalami penurunan kuat desak, hal ini terjadi karena kadar air yang ada akan berkurang dan kalsium karbonat pada pasta semen terkarbonisasi, akibatnya kuat lekat antar butir agregat berkurang. **(Amriadi dan Suhartanto, 2003)**

d. Edi Nuredy dan Fertanto, 1999

Dimensi benda uji kubus beton mempengaruhi kuat desak beton dimana semakin kecil ukuran benda uji maka kuat desaknya meningkat. Untuk itu diperlukan suatu nilai konversi sebagai faktor pengali agar didapatkan nilai kuat desak beton kubus ukuran standar. Dari penelitian yang pernah dilakukan oleh Edi Nuredy dan Fertanto dengan judul “ Nilai Konversi Mutu Beton Untuk Variasi Dimensi Benda Uji Kubus ”, didapatkan suatu persamaan garis $Y = 127,1435 - 1,8312 X$, dengan $X =$ ukuran benda uji kubus cm dan $Y =$ nilai kuat desak kubus dalam %.



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Beton sangat banyak dipakai sebagai bahan bangunan yang didapat dengan cara mencampurkan semen portland, agregat halus, agregat kasar serta air pada perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambah.

Dengan melihat sifat-sifat beton serta dilihat dari segi lainnya seperti kemudahan mendapatkan bahan penyusun, kemudahan cara pembuatan, kemudahan perawatan, biaya yang relatif murah, dan dari segi kekuatan yang dimiliki relatif tinggi, maka beton dapat diaplikasikan pada perkerasan jalan. Ditinjau dari susunan bahan pembuatannya, *paving block* dapat dikategorikan sebagai beton.

3.2 Material Penyusun *Paving Block*

Material pembentuk *paving block* tanpa menggunakan abu sekam padi yaitu terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air, proses penyusunannya adalah sebagai berikut: agregat kasar, agregat halus dan semen dicampur tanpa menggunakan air dengan berat sesuai dengan perhitungan masing-masing sampai campuran terlihat homogen, kemudian ditambah air sedikit demi sedikit dengan takaran air sesuai dengan perhitungan sehingga akan dihasilkan adukan yang siap untuk dilakukan pencetakan.

3.2.1 Semen Portland

Semen adalah bahan hidrolis berbentuk serbuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker* yang mengandung kapur, silika dan alumina. Semen portland dibuat dengan cara mencampur dan membakar bahan dasar semen dengan suhu 1550°C dan menjadi *klinker* (Kardiyono Tjokrodinuljo, 1992)

Semen merupakan unsur terpenting dalam pembuatan beton karena semen berfungsi sebagai bahan pengikat untuk mempersatukan bahan agregat halus dan kasar menjadi suatu *massa* yang padat dan kompak. Semen akan berfungsi sebagai pengikat apabila diberi air, sehingga semen termasuk bahan ikat hidrolis.

Reaksi kimia antara semen portland dengan air menghasilkan senyawa-senyawa yang disertai pelepasan panas. Kondisi ini beresiko cukup besar terhadap penyusutan kering beton dan cenderung retak pada beton. Reaksi air dengan semen dibedakan menjadi dua yaitu periode pengikatan dan periode pengerasan. Pengikatan merupakan peralihan dari keadaan plastis menuju keadaan keras, sedangkan pengerasan adalah penambahan kekuatan setelah pengikatan selesai. Dikehendaki pengikatan semen berlangsung lambat, jika tidak adukan sulit dikerjakan karena spesifikasi semen portland mensyaratkan kurang dari satu jam (Kardiyono Tjokrodinuljo, 1992).

Ketika semen dicampur dengan air, timbul reaksi kimia antara unsur-unsur penyusun semen dengan air. Reaksi ini menghasilkan bermacam-macam senyawa

kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan. Unsur utama semen tersebut adalah seperti tercantum dalam tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 Unsur-unsur utama penyusun semen

.Nama Unsur	Simbol	Komposisi Kimia
Trikalsium Silikat	C_3S	3 CaO SiO ₂
Dikalsium silikat	C_2S	2 CaO SiO ₂
Trikalsium Aluminat	C_3A	3 CaO Al ₂ O ₃
Tetrakalsium Aluminoferrite	C_4AF	4 CaO Al ₂ O ₃ Fe ₃ O ₃

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodimuldjo (1992)

3.2.2 Agregat Halus

Agregat adalah butiran alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar (beton). Agregat ini kira-kira menempati 70% volume mortar. Walaupun namanya sebagai pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar dan betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton (Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodimuldjo, 1992).

Agregat halus memiliki ukuran butiran antara 0,15 – 5 mm. Agregat halus atau pasir dapat berupa pasir alam atau debu hasil dari pecahan batu yang dihasilkan oleh alat *stone crusher*. Agregat halus atau pasir menentukan kemudahan pengerjaan (*workability*), kekuatan (*strength*), dan tingkat keawetan (*durability*).

3.2.3 Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan alam berupa batu pecah ukuran 5 – 40 mm. Jenis agregat kasar pada umumnya adalah sebagai berikut.

1. batu pecah alami, didapat dari batu cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini didapat dari gunung berapi, jenis sedimentasi atau jenis metamorf,
2. kerikil alami, terjadi oleh proses alami, yaitu terjadi oleh pengikisan tepi maupun dasar oleh sungai yang mengalir. Kerikil mempunyai kekuatan lebih rendah dari batu pecah,
3. agregat kasar buatan biasanya merupakan hasil dari proses buatan seperti yang dihasilkan oleh alat pemecah batu (*stone Crusher*), dan
4. agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat, agregat jenis ini misalnya baja pecah.

3.2.4 Air

Air merupakan bahan dasar penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen untuk bahan pelumas antara agregat, agar dengan mudah beton dapat dikerjakan dan dipadatkan.

Air yang digunakan dalam pembuatan beton harus bebas dari bahan-bahan yang merugikan seperti lumpur, bahan organik, asam organik, alkali dan garam-garam lainnya. Tidak ada batasan khusus yang harus dapat diberikan untuk garam-

garam terlarut, tetapi bila air jenuh tidak terasa asin atau payau, maka air dapat digunakan (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992).

3.2.5 Pozolan

Pozolan merupakan bahan alami atau bahan tiruan yang mengandung silika tinggi yang bersifat reaktif. Apabila dalam bentuk butiran yang halus dan dengan kehadiran kelembaban, bahan ini dapat bereaksi secara kimia dengan Ca(OH)_2 pada suhu biasa untuk membentuk senyawa bersifat semen. Jenis-jenis pozolan antara lain sebagai berikut.

1. tras alam,
2. batuan kapur,
3. pecahan batu bata merah,
4. gilingan terak tanur tinggi,
5. abu terbang (*fly Ash*),
6. abu gunung berapi,
7. tumbuhan (abu sekam padi, abu ampas tebu), dan
8. *silica fume*.

Pengaruh penggunaan pozolan adalah :

1. pada pembuatan beton massa / *mass concrete* (beton yang diproduksi dalam jumlah besar dalam waktu yang sama) pemakaian pozolan sangat menghemat penggunaan semen, dan mengurangi proses hidrasi.,

2. kalsium hidroksida (unsur terlemah dari beton) yang terbentuk dapat dihilangkan dengan menambahkan abu sekam padi, abu terbang dan *silica fume*, sehingga beton yang dihasilkan lebih massif dan padat, serta kekerasannya meningkat. Pengaruh ini banyak digunakan dalam pembuatan beton mutu tinggi (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992), pada penelitian ini jenis pozolan yang digunakan yaitu berasal dari tumbuhan berupa abu sekam padi.

Abu sekam padi merupakan abu yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi. Pembakaran sekam padi membantu menghilangkan kandungan kimia organik dan meningkatkan kandungan silika. Perlakuan panas terhadap silika dalam sekam berakibat perubahan struktur yang berpengaruh terhadap aktifitas pozolan abu dan kehalusan butiran. (Cook. D.J, 1986)

Pada mula-mula pembakaran yang suhunya mencapai 100°C sekam padi akan kehilangan berat jenisnya, hal ini disebabkan oleh penguapan kandungan airnya. Pada suhu yang lebih tinggi lagi yaitu 350°C , zat-zat yang mudah menguap mulai terbakar dan semakin memperbesar kehilangan beratnya. Kehilangan berat terbesar terjadi pada suhu antara 100°C sampai 500°C dan pada tahap ini mulai terbentuk oksida karbon. Diatas suhu 600°C , ditemukan beberapa variasi formasi kristal quartz. Jika temperatur bertambah, maka sekam padi berubah bentuk menjadi kristal silika yang tergantung pada penambahan temperaturnya. Pada penambahan awal, kristal yang terbentuk adalah *crystalobolite*. Jika pembakaran melebihi suhu 800°C , akan dihasilkan bentuk dasar kristal silika. Meskipun demikian, abu sekam padi tidak meleleh sampai dengan suhu sekitar 1700°C (Cook. D.J, 1986)

Hasil akhir dari proses produksi abu sekam padi yang dapat digunakan sebagai pozolan dapat dilihat dari sifat fisiknya berwarna putih keabu-abuan. Unsur kimia (anorganik) pokok abu sekam padi yang menguntungkan, yaitu kapur bebas yang membentuk *gel* yang bersifat sebagai perekat. Komposisi kimia abu sekam padi dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Komposisi abu sekam padi

Penyusun	Jumlah (% berat)
SiO ₂	92,15
Al ₂ O ₃	0,41
Fe ₂ O ₃	0,21
CaO	0,41
MgO	0,45
Na ₂ O	0,08
K ₂ O	2,32

Sumber : Cook.D.J (1986)

Silika merupakan senyawa kalsium kimia pokok RHA yang dapat bereduksi dengan kapur yang menghasilkan kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang berbentuk gel. Pozolan abu sekam padi digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen pada adukan beton dikarenakan abu sekam padi mempunyai kandungan silika yang tinggi, yaitu 93%, serta menghasilkan abu lebih banyak dibandingkan dengan sisa pembakaran tumbuhan lain yaitu 20% dari beratnya (Cook.D.J, 1986).

3.3 Perencanaan Campuran *Paving Block*

Dalam penelitian kali ini kami menggunakan metode “*The British Mix Design Method*” atau lebih dikenal di Indonesia dengan cara DOE (*Department of Environment*). Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut ini.

1. Menetapkan kuat tekan *paving block* yang disyaratkan pada 28 hari (f_c'). Kuat tekan beton ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan strukturnya dan kondisi setempat di lapangan.
2. Menetapkan nilai deviasi standar (sd)
Standar deviasi ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Jika benda yang diuji kurang dari 15 buah, maka nilai deviasi standar diambil dari tingkat pengendalian mutu pekerjaan seperti tabel 3.3 di bawah ini.

Tabel 3.3 Tingkat pengendalian pekerjaan

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	Sd (Mpa)
Memuaskan	2.8
Sangat baik	3.5
Baik	4.2
Cukup	5.6
Jelek	7.0
Tanpa kendali	8.4

Sumber : Triono Budi Astanto (2001)

3. Menghitung nilai tambah margin (M)

$$M = K \cdot Sd$$

Keterangan :

M = nilai tambah

K = 1.64

Sd = standar deviasi

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

Rumusnya :

$$f'_{cr} = f'_c + M$$

Keterangan :

f'_{cr} = kuat tekan rata-rata

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan

M = nilai tambah

5. Menetapkan jenis semen

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen Portland di Indonesia dibagi menjadi 5 jenis.

- a) Jenis I, yaitu jenis semen biasa yang cepat mengeras
- b) Jenis II, yaitu jenis semen yang tahan terhadap sulfat.
- c) Jenis III, yaitu jenis semen untuk struktur yang menuntut kekuatan yang tinggi
- d) Jenis IV, yaitu jenis semen yang menuntut panas hidrasi yang rendah.
- e) Jenis V, yaitu jenis semen yang sangat tahan terhadap sulfat.

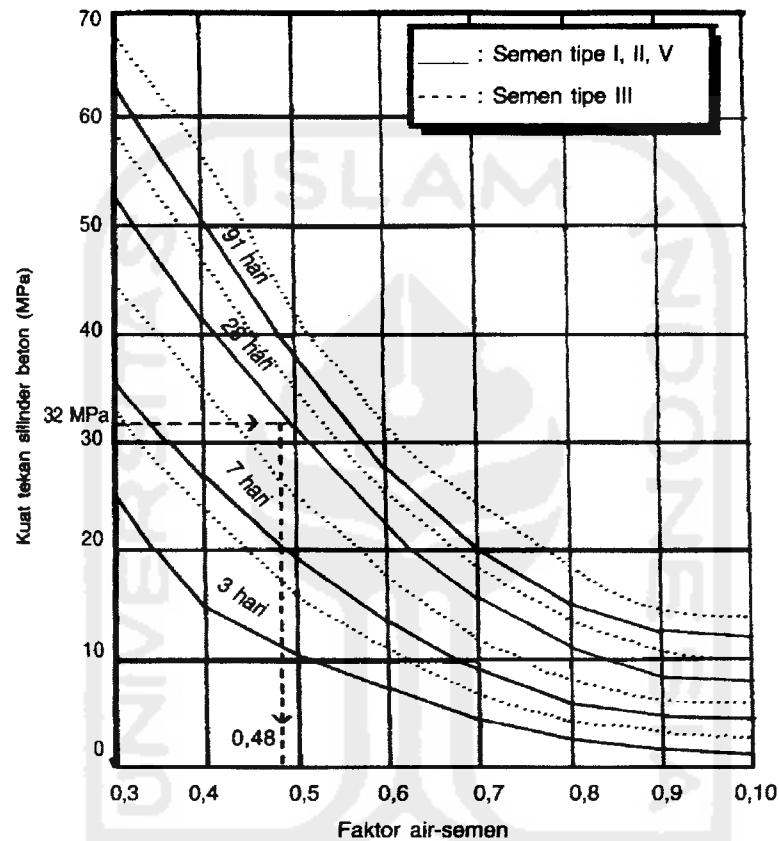
6. Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil)

Berdasarkan jenis kekasarannya pasir dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir).

Adapun jenis agregat kasar (kerikil) dibedakan menjadi dua, yaitu kerikil alami dan kerikil batu pecah.

7. Menetapkan faktor air semen

Cara Pertama:



Gambar 3.1 Grafik untuk mendapatkan nilai *faktor air semen* (Sumber : Triono Budi Astanto, 2001)

Untuk menentukan fas maka ditentukan kuat tekan beton rencana, kemudian dari nilai kuat tekan beton rencana tarik garis horisontal yang akan memotong kurva 28 hari dan tarik garis kebawah maka akan dapat ditentukan nilai fas.

Cara Kedua

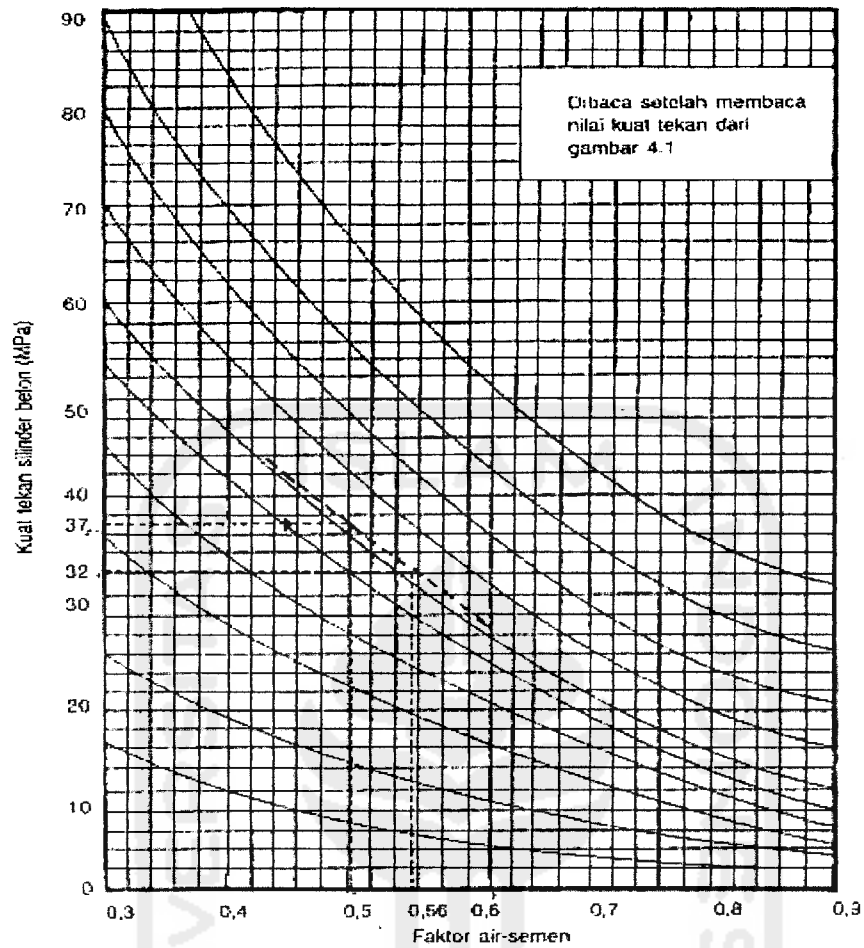
Apabila telah diketahui jenis semennya, jenis agregat, dan kuat tekan rerata pada umur 28 hari, maka nilai kuat tekan beton dapat dicari menggunakan tabel 3.4.

Tabel 3.4 Nilai kuat tekan beton

Jenis semen	Jenis agregat kasar(kerikil)	Umur Beton			
		3 hari	7 hari	28 hari	91 hari
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
I, II, III	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	37	45
IV	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

Sumber : Triono Budi Astanto (2001)

Dari tabel di atas dapat diperoleh nilai kuat tekan beton, misalkan diperoleh nilai kuat tekan beton = 37 Mpa. Apabila diketahui jenis semen I, dan agregat berupa kerikil batu pecah, kemudian pada cara pertama diperoleh nilai kuat desak beton rencana = 32 Mpa (diperoleh faktor air semen = 0,5), maka untuk menentukan nilai faktor air semen pada cara kedua ini digunakan gambar 3.2. Caranya, tarik garis ke kanan mendatar 37 Mpa, tarik garis ke atas 0,5 dan berpotongan pada titik A. Buat garis putus-putus dimulai dari titik A ke atas dan ke bawah melengkung seperti garis yang di atas dan di bawahnya.



Gambar 3.2 Grafik untuk mencari nilai faktor air semen
(Sumber : Triono Budi Astanto, 2001)

Dengan melihat persyaratan untuk berbagai pembeconan dan lengkungan khusus, beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat dan untuk beton bertulang terendam air. Dengan cara ini diperoleh :

- a). Untuk pembeconan di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non korosif = 0,60.

b). Untuk beton yang berhubungan dengan air tanah, dengan jenis semen tipe I tanpa pozolan maka f_{as} yang diperoleh = 0,50.

c). Untuk beton bertulang dalam air tawar dan tipe semen I yaitu faktor air semennya = 0,50.

Dari ketiga cara di atas ambil nilai yang terendah.

8. Menetapkan nilai *slump*

Khusus untuk *paving block* diambil nilai *slump* = 0 mm

9. Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum (kerikil).

10. Menetapkan jumlah kebutuhan air

Untuk menetapkan kebutuhan air per meter kubik beton digunakan tabel 3.5 di bawah ini :

Tabel 3.5 Kebutuhan air per meter kubik beton

Besarnya ukuran maks kerikil (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
		liter	liter	liter	liter
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber : Triono Budi Astanto (2001)

11. Menetapkan kebutuhan semen

Berat semen per meter kubik dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\frac{\text{jumlah air yang dibutuhkan (langkah 10)}}{\text{faktor air semen (langkah 7)}}$$

faktor air semen (langkah 7)

12. Menetapkan kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan lewat tabel antara untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus. Misalnya lingkungan korosif, air payau, dan air laut.

Tabel 3.6 Kandungan Semen Minimum Untuk Beton Bertulang Dalam Air

Berhubungan dengan	Tipe semen	Ukuran maksimum agregat	
		40 mm	20 mm
		(Kg/m ³)	(Kg/m ³)
Air tawar	Semua tipe I-V	280	300
Air payau	Tipe + pozolan (15-40%) atau S.P. pozolan	340	380
	Tipe II atau V		
	Tipe II atau V	290	330
Air laut		330	370

Sumber : Triono Budi Astanto (2001)

Tabel 3.7 Kandungan Semen Minimum Untuk Beton yang Berhubungan dengan Air Tanah yang Mengandung Sulfat

Konsentrasi Sulfat (SO ₃)			Jenis Semen	Kandungan semen minimum (kg/m ³) Ukuran maks. agregat (mm)		
Dalam Tanah		SO ₃ dalam air tanah (g/l)		40	20	10
Total SO ₃ 3%	SO ₃ dalam campuran air : tanah = 2:1 (g/l)					
< 0,2	< 1,0	< 0,3	Tipe I dengan atau tanpa pozolan (15 – 40%)	200	300	350
0,2 – 0,5	1,0 – 1,9	0,3 – 1,2	Tipe I Tanpa Pozolan Tipe I dengan pozolan (15–40%) atau semen portland pozolan	290	330	380
0,5 – 1,0	1,9 – 3,1	1,2 – 2,5	Tipe II atau V Tipe I dengan pozolan (15-40%) atau semen Portland pozolan	250	290	430
1,0 – 2,0	3,1 – 5,6	2,5 – 5,0	Tipe II atau V	340	380	430
2,0	> 5,6	> 5,0	Tipe II atau V dan lapisan pelindung	290	330	380
				330	370	420
				330	370	420

Sumber : Triono Budi Astanto (2001)

Tabel 3.8 Kebutuhan Semen Minimum Untuk Berbagai Pembedonan dan Lingkungan Khusus

Jenis Pembedonan	Kandungan Semen (kg/m ³)
Beton di dalam ruang bangunan :	
a. keadaan keliling nonkorosif	→ 275
b. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	
Beton di luar ruang bangunan :	
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325
b. terlindung dari terik matahari	275
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	lihat tabel 3.6
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar / payau / laut.	lihat tabel 3.7

Sumber : Triono Budi Astanto (2001)

Jika kebutuhan semen yang diperoleh dari langkah 11, lebih kecil daripada kebutuhan semen minimum, maka faktor air semen harus diganti: jika mengetahui faktor air semen ditambah tetapi mutu beton tetap, *workability* nya tinggi dan tambah lecek. Jika faktor air semen dirubah maka mutu beton menurun dan *workability* nya rendah.

13. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai

Untuk menetapkan kebutuhan semen, lihat langkah 11, (Kebutuhan semen dan kebutuhan semen minimumnya; maka yang dipakai harga terbesar di antara keduanya.

14. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen

Jika jumlah semen pada langkah 12 dan langkah 13, berubah maka faktor air semen yang berubah ditetapkan dengan :

- a) Jika akan menurunkan faktor air semen, maka faktor air semen dihitung lagi dengan cara jumlah air dibagi jumlah semen minimum.
- b) Jika akan menaikkan jumlah air lakukan dengan cara jumlah semen minimum dikalikan faktor air semen.

15. Menentukan golongan pasir

Berdasarkan gradasinya pasir dibagi menjadi 4 golongan atau daerah, dapat dilihat dalam tabel 3.9 dibawah ini

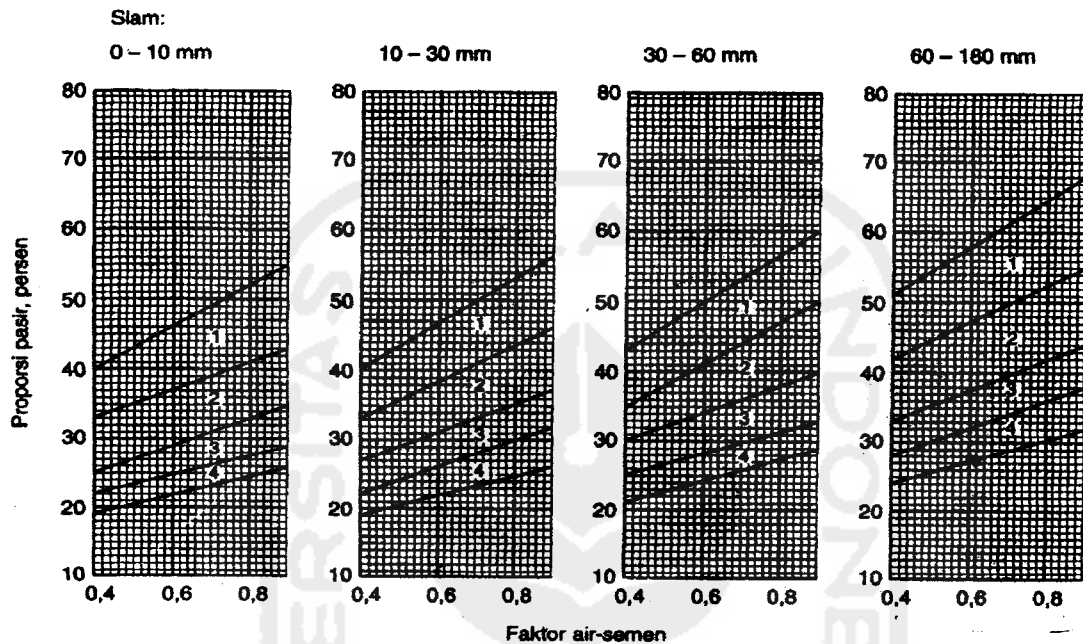
Tabel 3.9 Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
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
0,5	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 : Triono Budi Astanto (2001)

16. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil.

Untuk menentukan pasir dan kerikil dicari dengan bantuan gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3. Grafik untuk menentukan presentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan (Sumber : Triono Budi Astanto, 2001)

17. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

- Jika tidak ada data, maka berat jenis pasir diambil 2,7 dan untuk kerikil diambil 2,7.
- Jika mempunyai data, dihitung dengan rumus :

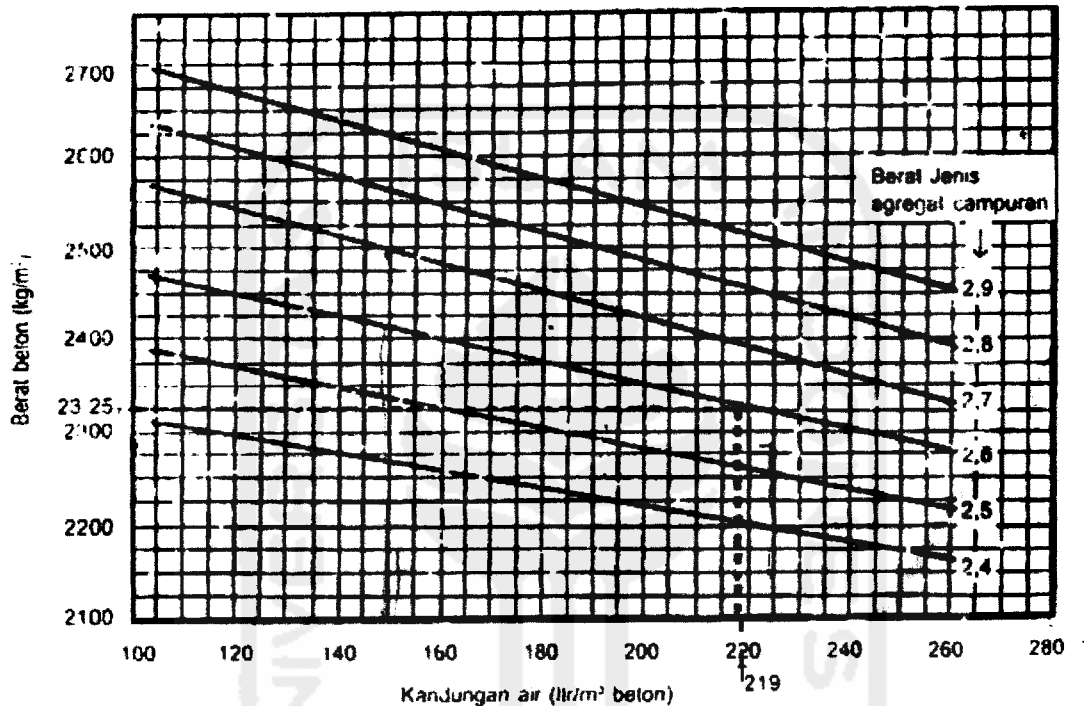
$$B_j \text{ campuran} = (P/100) \times B_j \text{ Pasir} + (K/100) \times B_j \text{ Kerikil}$$

dimana P = persentase pasir terhadap agregat campuran

K = persentase kerikil terhadap agregat campuran

18. Menentukan berat beton

Untuk menentukan berat beton digunakan data berat jenis campuran dan kebutuhan air tiap meter kubik, kemudian dimasukkan kedalam gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 3.4 Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton (Sumber : Triono Budi Astanto, 2001)

Misalnya, jika berat jenis campuran 2,6.

Kebutuhan air tiap meter kubik = 219 liter

Caranya, tentukan angka 219 dan tarik garis keatas memotong garis berat jenis 2,6 dan tarik garis ke kiri, dan temukan berat jenis betonnya 2325 kg/m³.

19. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

$$\text{Berat pasir} + \text{berat kerikil} = \text{berat beton} - \text{kebutuhan air} - \text{kebutuhan semen}$$

20. Menentukan kebutuhan pasir

Kebutuhan pasir = kebutuhan pasir dan kerikil x persentase berat pasir

21. Menentukan kebutuhan kerikil

Kebutuhan kerikil = kebutuhan pasir dan kerikil – kebutuhan pasir

3.4 Pengolahan *Paving Block*

Beberapa langkah yang perlu diambil dalam pengolahan *paving block* adalah sebagai berikut :

1. pengadukan *paving block*, merupakan proses pencampuran bahan dasar *paving block* dalam perbandingan yang baik dan telah ditentukan sesuai dengan takaran, hingga terjadi persamaan campuran yang merata,
2. penuangan adukan *paving block*, campuran bahan susun dituangkan kedalam acuan (*formwork*) dan diratakan agar seluruh bagian acuan terisi padat agar diperoleh detail yang baik pada setiap sudut konstruksinya,
3. pemadatan adukan *paving block*, prinsip pemadatan adukan adalah usaha agar diperoleh *paving block* padat yang mampat tidak berongga yang dapat membantu reaksi antar unsur-unsur didalamnya dengan memberikan beban desak pada adukan *paving block* menggunakan mesin desak dengan kekuatan desak 150 kgf/cm², dan
4. perawatan *paving block* (*curing*), perencanaan perawatan *paving block* ditujukan untuk mempertahankan *paving block* supaya terus menerus dalam keadaan lembab selama periode beberapa hari atau bahkan beberapa minggu,

termasuk pencegahan penguapan yang menyebabkan penyusutan kering terlalu awal dan cepat, yang berakibat timbulnya retak-retak pada *paving block*.

Dalam pelaksanaannya ada beberapa cara dalam perawatan *paving block*, yaitu :

1. menutupi permukaan *paving block* dengan hessian (kain / karung goni basah),
2. menutupi permukaan *paving block* dengan jerami,
3. penyiraman atau penyemprotan air secara periodik, dan
4. menggenangi permukaan *paving block* dengan cara merendamnya.

3.5 Kuat Desak *Paving Block*

Sebagai acuan kekuatan *paving block* dipakai kuat desak beton berumur 28 hari. Kuat desak *paving block* dapat dihitung dengan cara membagi beban ultimit yang dicapai dengan luas permukaan dari bagian yang tertekan.

Kuat desak satu benda uji *paving block* dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\bullet \quad \sigma'_{b_1} = P/A \dots\dots\dots (3.1)$$

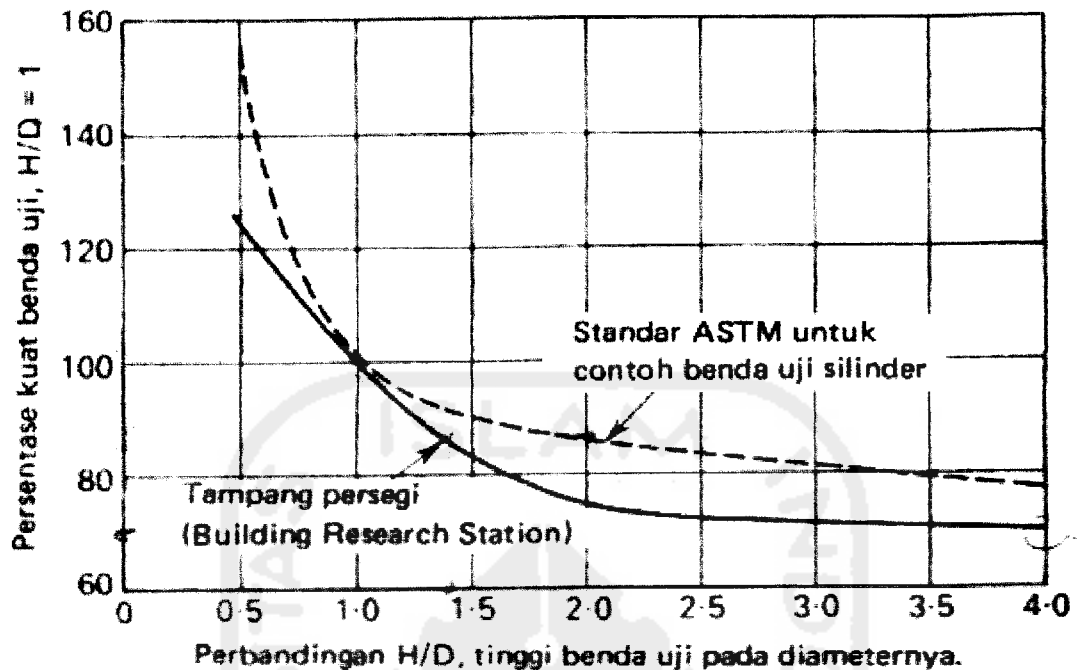
Dengan σ'_{b_1} = Tegangan kuat desak satu benda uji *paving block*

P = Beban desak ultimit (kg).

A = Luas permukaan (cm²).

Ukuran benda uji berpengaruh terhadap kuat desak, berdasarkan gambar 3.5 maka untuk benda uji dengan dimensi panjang = 6cm, lebar = 6cm, dan tinggi

= 15cm (H/D = 2,5) mempunyai nilai konversi (K) sebesar $\frac{1}{71\%} = 1,4$



Gambar 3.5 Grafik Hubungan antara tinggi dan diameter benda uji terhadap kekuatan desaknya (sumber : Murdock dan Brook, 1986)

Sehingga kuat desak benda uji dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$\sigma'b = \sigma'b_1 \times K \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

Dengan $\sigma'b_1$ = Kuat desak satu benda uji.

$\sigma'b$ = Kuat desak benda uji dengan $H/D = 1$

K = Faktor koreksi

Kuat desak ($\sigma'b$) tersebut merupakan kuat desak benda uji dengan ukuran 6cmx6cmx6cm ($H/D = 1$) untuk mendapatkan kuat desak kubus standar, menurut penelitian yang pernah dilakukan oleh Edy Nuredy dan Fertanto,1999, diperlukan faktor pengali (R) sebesar 85,80%. Dengan demikian maka nilai kuat desak kubus standar dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut.

- $\sigma' b_s = \sigma' b \times R$ (3.3)

$\sigma' b_s$ = Kuat desak kubus standar

$\sigma' b$ = Kuat desak benda uji dengan $H/D = 1$

Kuat desak diatas merupakan kuat desak kubus standar, untuk mendapatkan mutu *paving block* dikalikan dengan $C = 0,83$, adalah nilai / faktor untuk mengalikan kekuatan kubus agar diperoleh kuat silinder yang ekuivalen (PBI 1971, NI – 2).

- $f' c \text{ Silinder} = \sigma' b_s \times 0,83$ (3.4)

Sehingga nilai kuat desak benda uji rata-rata dapat dihitung dengan cara sebagai berikut

- $f' cr = \Sigma f' c \text{ Silinder} / N$ (3.5)

Dengan $f' cr$ = kuat desak benda uji rata-rata.

N = jumlah benda uji.

Untuk mendapatkan nilai standar deviasi dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini.

- Standar deviasi = $\sqrt{\frac{\Sigma (f' cs - f' cr)^2}{N - 1}}$ (3.6)

Dengan $f' cs$ = Kuat desak silinder.

$f' cr$ = Kuat desak rata-rata.

N = Jumlah benda uji.

Mutu *paving block* dari setiap variasi abu sekam padi dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut ini.

- $f' cr = f' c + (k \times sd)$ (3.7)

Dengan f'_{cr} = kuat desak benda uji rata-rata.

f'_c = Mutu *paving block*.

k = Konstanta (1,64)

sd = Standar deviasi.

3.6 Kuat Geser *Paving Block*

Pengujian kuat geser ini bertujuan untuk mengetahui tegangan geser maksimum dari *paving block*. Kalkulasi tegangan geser *paving block* sebagai berikut :

$$\text{Tegangan geser (Vu)} = \frac{P_{\max}}{2 A_n} \dots\dots\dots (3.8)$$

Dengan,

V_u = Tegangan geser *paving block* (kg/cm^2)

P_{\max} = Beban maksimum (kg)

A_n = Luas permukaan (cm^2)

Hasi pengujian pada *paving block* perlu diperiksa perkiraan kuat desak dari keseluruhan benda uji yang telah diuji. Sehingga nilai kuat desak benda uji rata-rata dapat dihitung dengan cara sebagai berikut

$$\bullet \quad V_{ur} = \Sigma V_u / N \dots\dots\dots (3.9)$$

Dengan,

V_{ur} = Tegangan geser *paving block* rata-rata (kg/cm^2).

N = Jumlah benda uji.

ΣV_u = Jumlah tegangan geser total.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji berupa *paving block* dengan ukuran panjang = 6 cm, lebar = 6cm, tinggi = 15cm untuk uji desak, dan panjang = 20cm, lebar =10cm, tinggi = 6cm untuk uji geser. Variasi penggunaan abu sekam padi (ASP) sebagai pengganti sebagian semen (PC) direncanakan 5 variasi yaitu tanpa abu sekam padi, 5%(ASP) : 95%(PC), 10%(ASP) : 90%(PC), 15%(ASP) : 85%(PC), dan 20%(ASP) : 80%(PC) , dengan jumlah benda uji setiap variasi 10 buah, pengujian dilakukan pada umur 28 hari.

4.2 Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang akan digunakan harus dipersiapkan lebih dahulu supaya pelaksanaan penelitian dapat berjalan lancar.

4.2.1 Bahan Susun

Bahan penyusun *paving block* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini :

1. semen yang dipakai adalah *Portland Cement* tipe I dengan merk Nusantara kemasan 50 kg/zak,

2. agregat halus (pasir) yang digunakan mempunyai ukuran maksimal 5 mm, berasal dari Turgo,
3. agregat kasar (kerikil) yang digunakan mempunyai ukuran maksimal 2 cm, berasal dari Turgo,
4. air berasal dari sumur bor U.D. Merapi Konblok Jl Kaliurang, Km 9 Yogyakarta, dan
5. abu sekam lolos saringan ukuran 150 μm , berasal dari pembakaran batu bata Pendowo, Bantul.

4.2.2 Peralatan

Peralatan yang dimaksud disini adalah peralatan yang digunakan untuk persiapan, pembuatan dan pengujian benda uji, adalah sebagai berikut.

1. Timbangan,

Timbangan yang digunakan dengan ketelitian 0,1 gram, berfungsi untuk menimbang bahan susun yang digunakan dalam pembuatan *paving block*.

2. Ayakan,

Ayakan digunakan untuk menyaring butiran bahan penyusun *paving block* berupa Kerikil, Pasir dan Abu sekam padi.

3. Gelas Ukur,

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume air pada pemeriksaan berat jenis dari kerikil, pasir dan abu sekam padi.

4. Sekop dan Cetok,

Sekop dan Cetok berfungsi untuk mengaduk dan memindahkan adukan ke dalam cetakan *paving block*.

5. Cetakan *paving block*,

Cetakan *paving block* mempunyai ukuran 20cm x 10cm x 6cm.

6. Alat pemadat *paving block*,

Alat yang digunakan untuk memadatkan bahan penyusun, berupa mesin pemadat dengan kuat tekan 150kgf/cm²,

7. Kaliper atau Jangka Sorong, dan

Kaliper merupakan alat ukur dengan ketelitian 0,05mm yang berfungsi untuk mengukur benda uji.

8. Alat uji desak.

Alat uji desak digunakan merk *Control-Milano-Italia* dengan kapasitas 30 ton. Alat ini digunakan untuk pengujian kuat desak *paving block*, dan kuat geser *paving block*.

4.3 Pemeriksaan Material yang Akan Digunakan.

4.3.1 Analisis Gradasi Pasir (Modulus Halus Butir)

Analisis gradasi pasir mempunyai tujuan untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran halus (pasir). Adapun cara pelaksanaan analisis gradasi pasir adalah sebagai berikut:

1. menyiapkan pasir yang akan diuji, kemudian masukkan pasir kedalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$, sampai berat pasir tetap,
2. ayakan disusun berturut-turut dari atas kebawah adalah 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,6 mm, 0,3 mm dan 0,15 mm.
3. pasir yang sudah dingin dimasukkan ke dalam ayakan bagian paling atas,
4. ayakan yang sudah terisi pasir ditempatkan pada mesin pengayak kemudian mesin dihidupkan selama ± 15 menit, dan
5. mesin dimatikan, pasir pada masing-masing ayakan ditimbang.

Adapun hasil pemeriksaan analisis gradasi dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil analisis gradasi pasir

Diameter Saringan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat lolos (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat lolos (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Berat lolos kumulatif (%)
4,75	0	2000	0	100	0	100
2,36	149	1851	7,45	92,55	7,45	92,55
1,18	397	1454	19,85	80,15	27,30	72,70
0,6	589	865	29,45	70,55	56,75	43,25
0,3	429	436	21,45	78,55	78,20	21,80
0,15	278	158	13,9	86,10	92,10	7,90
Pan	158	-	7,9	-	-	-
Jumlah	2000				261,80	

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir} &= \frac{\% \text{Komulatif Berat Tertinggal}}{100} \\
 &= \frac{261,80}{100} \\
 &= 2,61
 \end{aligned}$$

4.3.2 Pemeriksaan Kandungan Lumpur Pada Pasir.

Tujuan dari pemeriksaan kadar lumpur adalah untuk mengetahui besarnya kandungan lumpur dalam pasir yang akan digunakan sebagai campuran adukan *paving block*, pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Cara pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir adalah sebagai berikut:

1. siapkan pasir secukupnya untuk di *oven* selama ± 36 jam dengan suhu 105°C ,
2. pasir diambil kemudian ditimbang sebanyak 100 gram dan dimasukkan kedalam gelas ukur 250 cc,
3. gelas ukur diisi air sampai ketinggian 12 cm dari permukaan pasir,
4. gelas ukur ditutup rapat dan dikocok sampai air menjadi keruh,
5. biarkan selama 1 menit kemudian air dibuang secara perlahan-lahan dan jangan sampai pasirnya ikut terbang,
6. mengulangi pekerjaan pada tahap 3, 4, dan 5 hingga airnya menjadi jernih,
7. pindahkan pasir dari gelas ukur ke dalam piring, kemudian dimasukkan kedalam oven dengan temperatur 105°C selama ± 36 jam, dan
8. pasir dikeluarkan, biarkan sampai dingin dan ditimbang.

Dari hasil pemeriksaan kandungan lumpur pada pasir asal Turgo, yang dilakukan dilaboratorium, didapatkan kandungan lumpur sebesar = 2 %.

4.4 Perhitungan Campuran Paving Block (*mix design*)

Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran ini menggunakan metode DOE (*Department of Environment*), yaitu :

$$f'c = 20 \text{ Mpa}$$

$$\text{Jenis semen} = \text{jenis I}$$

$$\text{Jenis kerikil} = \text{alami}$$

$$\text{Ukuran maksimum kerikil} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Nilai slump} = 0 \text{ cm}$$

$$\text{Berat jenis agregat} = 2,7 \text{ t/m}^3$$

1) Kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari yaitu $f'c = 20 \text{ MPa}$

2) Penetapan nilai standar deviasi (sd)

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan baik, sehingga dari tabel 3.3 didapat deviasi standar = 4,2

3) Perhitungan nilai tambah (M)

$$M = K \times sd$$

$$= 1,64 \times 4,2$$

$$= 6,9$$

4) Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

$$\text{Kuat tekan rata-rata } f'cr = f'c + M$$

$$= 20 + 6,9$$

$$= 26,9 \text{ MPa}$$

5) Menetapkan jenis semen

Digunakan semen jenis I

6) Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil)

Digunakan jenis agregat alami

7) Menetapkan faktor air semen (f.a.s)

Berdasarkan Gambar 3.1 didapatkan nilai f.a.s = 0,56.

8) Menetapkan nilai slump

Nilai slump diambil = 0 cm

9) Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum.

Agregat maksimum yang digunakan = 20 mm.

10) Menetapkan kebutuhan air (A)

Dari tabel tabel 3.5 di dapatkan kebutuhab air (A) = 135 liter/m³

11) Menentukan kebutuhan semen

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan semen} &= \frac{\text{air}}{\text{faktorairsemen}} \\ &= \frac{135}{0.56} = 242 \text{ kg} \end{aligned}$$

12) Menetapkan kebutuhan semen minimum

Berdasarkan tabel 3.8 didapatkan kebutuhan semen minimum = 325 kg

13) Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai

Berdasarkan langkah 11. didapatkan kebutuhan semen = 242 kg, sedangkan berdasarkan langkah 12 didapatkan kebutuhan semen = 325 kg, maka diambil nilai yang terbesar = 325 kg.

14) Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen.

Nilai f.a.s. yang baru dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{f.a.s} &= \frac{\text{Kebutuhan.Air}}{\text{kebutuhan.Semen}} \\ &= \frac{135}{325} = 0,42 \end{aligned}$$

berdasarkan hitungan diatas didapatkan nilai f.a.s yang baru = 0,42.

15) Menentukan golongan pasir

Berdasarkan tabel 3.9, Pasir termasuk dalam Daerah (golongan) II

16) Menentukan pasir terhadap campuran

Berdasarkan gambar 3.3, didapatkan perbandingan pasir terhadap campuran

agregat = 34 % dari campuran agregat

17) Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil

Berat jenis agregat campuran = $2,7 \text{ t/m}^3$

18) Menentukan berat jenis beton

Dari gambar 3.4 didapatkan berat jenis beton = $2,5 \text{ t/m}^3$

19) Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

Kebutuhan agregat = Berat jenis beton – (keb. air + keb. semen)

$$= 2500 - (135 + 325)$$

$$= 2040 \text{ kg}$$

20) Menentukan kebutuhan pasir

$$\text{Kebutuhan pasir} = 34 \% \times 2040 = 694 \text{ kg}$$

21) Menentukan kebutuhan kerikil

$$\text{Kebutuhan kerikil} = 2040 - 694 = 1346 \text{ kg}$$

Kesimpulan :

Untuk 1 m³ adukan *paving block* dibutuhkan:

- a. air = 135 liter
- b. semen = 325 kg
- c. pasir = 694 kg
- d. kerikil = 1346 kg



4.5 Model Benda Uji

4.5.1 Model Benda Uji Untuk Uji Desak

Untuk uji desak digunakan *paving block* dengan ukuran panjang = 6cm, lebar = 6cm, tinggi =15cm, masing-masing variasi dibuat sebanyak 10 buah dengan perincian sebagai berikut:

1. benda uji dengan kode A merupakan benda uji standar, artinya tanpa abu sekam padi sama sekali digunakan sebagai pembanding,
2. benda uji dengan kode B dengan variasi 5% ASP : 95%PC,
3. benda uji dengan kode C dengan variasi 10% ASP : 90%PC,
4. benda uji dengan kode D dengan variasi 15% ASP : 85%PC, dan
5. benda uji dengan kode E dengan variasi 20% ASP : 80%PC.

4.5.2 Model Benda Uji Untuk Uji Geser

Untuk uji geser digunakan *paving block* dengan ukuran panjang = 20 cm, lebar = 10 cm, tinggi = 6 cm, masing-masing variasi dibuat sebanyak 10 buah dengan perincian sebagai berikut:

1. benda uji dengan kode F merupakan benda uji standar, artinya tanpa abu sekam padi sama sekali, digunakan sebagai pembanding,
2. benda uji dengan kode G dengan variasi 5% ASP : 95%PC,
3. benda uji dengan kode H dengan variasi 10% ASP : 90%PC,
4. benda uji dengan kode I dengan variasi 15% ASP : 85%PC, dan
5. benda uji dengan kode J dengan variasi 20% ASP : 80%PC.

Untuk lebih jelasnya model benda uji dengan variasi abu sekam padi untuk uji desak dan uji geser dapat dilihat dalam tabel 4.2 dan 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.2 Model benda uji dengan variasi abu sekam padi untuk uji desak

No	Kode	Variasi	Jenis Pengujian	Ukuran Benda Uji (PxLxT)	Jumlah Benda Uji
1	A	Tanpa ASP	Desak	6cm x 6cm x 15cm	10
2	B	5%ASP:95%PC	Desak	6cm x 6cm x 15cm	10
3	C	10%ASP:90%PC	Desak	6cm x 6cm x 15cm	10
4	D	15%ASP:85%PC	Desak	6cm x 6cm x 15cm	10
5	E	20%ASP:80%PC	Desak	6cm x 6cm x 15cm	10

Tabel 4.3 Model benda uji dengan variasi abu sekam padi untuk uji geser

No	Kode	Variasi	Jenis Pengujian	Ukuran Benda Uji (PxLxT)	Jumlah Benda Uji
1	F	Tanpa ASP	Geser	20cm x 10cm x 6cm	10
2	G	5%ASP:95%PC	Geser	20cm x 10cm x 6cm	10
3	H	10%ASP:90%PC	Geser	20cm x 10cm x 6cm	10
4	I	15%ASP:85%PC	Geser	20cm x 10cm x 6cm	10
5	J	20%ASP:80%PC	Geser	20cm x 10cm x 6cm	10

4.6 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

4.6.1 Pembuatan Benda Uji.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. mempersiapkan bahan dan alat-alat yang digunakan untuk pembuatan benda uji,

2. menimbang bahan susun sesuai dengan perencanaan perhitungan campuran / *mix design*,
3. mencampur bahan-bahan yang sudah ditimbang dalam keadaan kering sampai adukan menjadi homogen,
4. adukan diberi air sedikit demi sedikit, kemudian diaduk menggunakan sekop sampai campuran merata,
5. adukan dimasukkan kedalam cetakan, kemudian di tekan dengan alat cetak *paving block*, dan
6. *paving block* yang sudah jadi dilepas dari cetakan kemudian diletakkan pada tempat yang teduh atau tidak terkena matahari langsung.

4.6.2 Perawatan Benda Uji

Perawatan *paving block* bertujuan untuk menjaga kelembabannya, sehingga proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna. Pada penelitian ini perawatan *paving block* dilakukan dengan dua (2) cara yaitu:

1. tiga (3) hari pertama *paving block* disirami atau diperciki dengan air secara periodik sebanyak 3 kali sehari, dan
2. empat (4) sampai dua puluh delapan (28) hari, perawatan *paving block* dilakukan dengan cara merendam didalam air.

4.7 Pengujian Benda Uji (*Paving Block*)

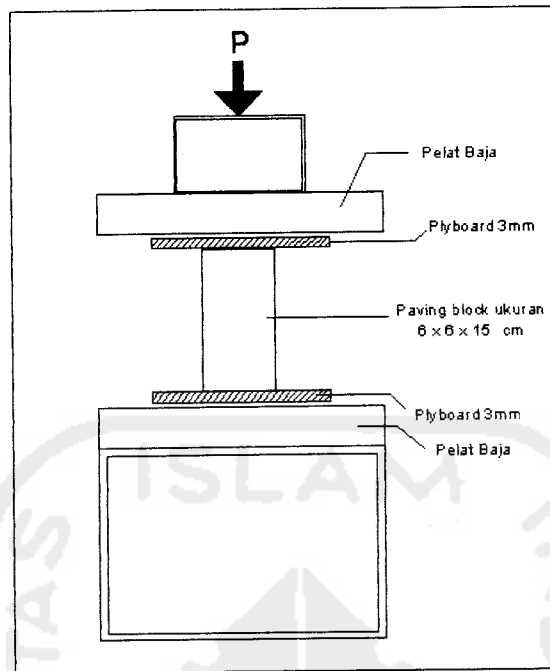
4.7.1 Uji Desak *Paving Block*

Pengujian kuat desak dilakukan untuk mengetahui kuat desak optimal *paving block*

Untuk tahap pengujian melalui langkah-langkah sebagai berikut :

1. benda uji diambil dari bak perendam satu (1) hari sebelum dilakukan pengujian,
2. kotoran yang menempel pada benda uji dibersihkan menggunakan kain,
3. menimbang benda uji,
4. mengukur dimensi benda uji,
5. benda uji diletakkan diatas alat uji secara sentris, pengujian kuat desak dapat dilihat pada gambar 4.1,
6. mesin dihidupkan dengan beban bertingkat dengan kecepatan beban tertentu, dan
7. pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan dicatat beban maksimum yang terjadi.





Gambar 4.1 *Pengujian Kuat Desak paving block*

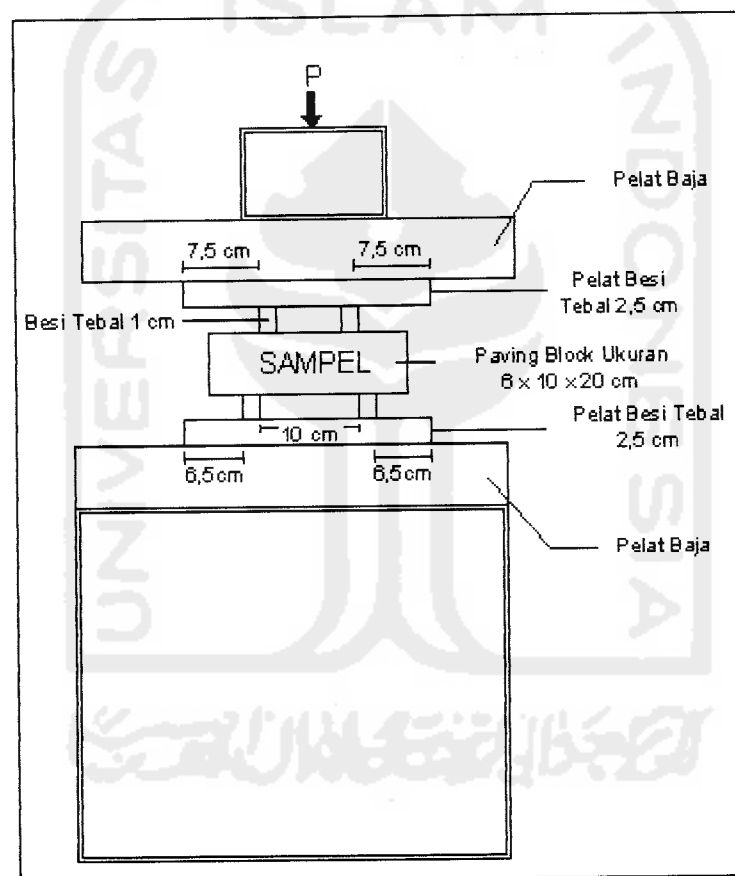
4.7.2 Uji Geser *Paving Block*

Pengujian kuat geser dilakukan untuk mengetahui tegangan geser optimal *paving block*.

Untuk tahap pengujian melalui langkah-langkah sebagai berikut :

1. benda uji diambil dari bak perendam satu (1) hari sebelum dilakukan pengujian.
2. kotoran yang menempel pada benda uji dibersihkan menggunakan kain,
3. menimbang benda uji,
4. mengukur dimensi benda uji,

5. benda uji diletakkan diatas alat uji secara sentris, pengujian kuat geser dapat dilihat pada gambar 4.2,
6. mesin dihidupkan dengan beban bertingkat dengan kecepatan beban tertentu, dan
7. pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan dicatat beban maksimum yang terjadi.



Gambar 4.2 Pengujian Kuat Geser paving block

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Pada bab ini dilakukan pembahasan atau pengolahan data yang diperoleh setelah dilakukan pengujian benda uji di laboratorium. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari untuk tiap-tiap benda uji dengan variasi abu sekam padi (ASP) yang telah direncanakan yaitu tanpa abu sekam padi, (5%ASP:95%PC), (10%ASP:90%PC), (15%ASP:85%PC) dan (20%ASP:80%PC), untuk menghindari kekeliruan maka setiap benda uji diberi identitas atau kode. Kode untuk uji desak dengan variasi tanpa abu sekam padi = A, (5%ASP:95%PC) = B, (10%ASP:90%PC) = C, (15%ASP:85%PC) = D dan (20%ASP:80%PC) = E, untuk uji geser dengan variasi tanpa abu sekam padi = F, (5%ASP:95%PC) = G, (10%ASP:90%PC) = H, (15%ASP:85%PC) = I dan (20%ASP:80%PC) = J.

5.2 Hasil Pengujian Benda Uji

5.2.1 Hasil Pengujian Kuat Desak *Paving Block*

Benda uji untuk uji desak berupa *paving block* dengan ukuran panjang = 6 cm, lebar = 6cm, dan tinggi = 15cm. Hasil pengujian kuat desak *paving block* ditampilkan pada tabel 5.1 sampai dengan tabel 5.5 di bawah ini.

Tabel 5.1 Hasil uji kuat desak *paving block* dengan kode A

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	A1	1.36	62.1	61.5	149.2	3819.15	99
2	A2	1.34	61.5	60.5	148.9	3720.75	106
3	A3	1.39	62	61.8	150	3831.6	99
4	A4	1.42	61.9	62	152	3837.8	108
5	A5	1.35	61.2	61.5	150	3763.8	97
6	A6	1.37	61.5	62.1	151.1	3819.15	98
7	A7	1.36	61.3	61.3	150.3	3757.69	110
8	A8	1.37	61.1	62.1	152.1	3794.31	92
9	A9	1.36	60.5	61.9	151.1	3744.95	109
10	A10	1.35	60.8	60.5	151.5	3678.4	106

Tabel 5.2 Hasil uji kuat desak *paving block* dengan kode B

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	B1	1.38	61.3	62	152	3800.6	123
2	B2	1.35	61.1	62	151.4	3788.2	119
3	B3	1.4	62	62.2	153.1	3856.4	131
4	B4	1.39	61.2	61.5	152.9	3763.8	126
5	B5	1.36	60.5	61.5	151.9	3720.75	131
6	B6	1.38	61.3	62.6	151.1	3837.38	126
7	B7	1.43	63.2	62.6	151.5	3956.32	126
8	B8	1.39	62.1	63	152.1	3912.3	116
9	B9	1.41	63	62	151.3	3906	112
10	B10	1.36	61.5	62	150	3813	114

Tabel 5.3 Hasil uji kuat desak *paving block* dengan kode C

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	C1	1.35	62.2	62.1	148.9	3862.62	127
2	C2	1.37	61.9	63.1	150.5	3905.89	117
3	C3	1.35	62.1	62.4	149.1	3875.04	117
4	C4	1.33	62.2	59	148	3669.8	125
5	C5	1.43	61	63.2	151.2	3855.2	131
6	C6	1.37	62.1	62.1	151	3856.41	121
7	C7	1.35	61.8	60.5	151.4	3738.9	123
8	C8	1.41	63.2	62.1	150	3924.72	126
9	C9	1.43	63.5	63.4	152.7	4025.9	115
10	C10	1.38	62.1	62.8	150	3899.88	120

Tabel 5.4 Hasil uji kuat desak *paving block* dengan kode D

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	D1	1.41	61.1	61.8	151.5	3775.98	94
2	D2	1.28	60.9	62.5	152	3806.25	91
3	D3	1.27	62	60	149	3720	96
4	D4	1.4	62.3	61.5	151.9	3831.45	109
5	D5	1.29	60.2	61.9	151.3	3726.38	108
6	D6	1.36	62	62	150.4	3844	106
7	D7	1.27	60	62.1	150.8	3726	106
8	D8	1.45	62.5	62.2	151.5	3887.5	113
9	D9	1.26	59	61.1	150.5	3604.9	104
10	D10	1.31	63	61.2	151.3	3855.6	100

Tabel 5.5 Hasil uji kuat desak *paving block* dengan kode E

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	E1	1.34	62.4	62.4	149.8	3893.76	104
2	E2	1.39	61.9	62	151	3837.8	97
3	E3	1.38	61.4	61	150.8	3745.4	92
4	E4	1.37	62	61.5	149.5	3813	107
5	D5	1.4	62.1	63.8	152.2	3961.98	92
6	E6	1.3	60.8	62.8	150	3818.24	93
7	E7	1.29	62.8	62.9	152	3950.12	95
8	E8	1.3	61.8	62.6	153.1	3868.68	93
9	E9	1.31	62.1	62.9	150	3906.09	82
10	E10	1.37	62.2	62	151	3856.4	91

5.2.2 Hasil Pengujian Kuat Geser *Paving Block*

Benda uji untuk uji geser berupa *paving block* dengan ukuran panjang = 20 cm, lebar = 10 cm, tinggi = 6 cm. Hasil pengujian kuat geser *paving block* ditampilkan pada tabel 5.6 sampai dengan tabel 5.10 di bawah ini.

Tabel 5.6 Hasil uji kuat geser *paving block* dengan kode F

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	F1	3.01	101.2	61.4	201.4	6213.68	78
2	F2	3	101.5	61.9	200.7	6282.85	79
3	F3	3.06	100.5	61.8	200	6210.9	82
4	F4	2.98	101	61.2	201	6181.2	75
5	F5	2.99	100.7	61.5	200.9	6193.05	91
6	F6	2.99	101.3	60.9	200.5	6169.17	79
7	F7	2.95	100.8	61.5	200.4	6199.2	85
8	F8	2.96	100	61	201.2	6100	82
9	F9	2.97	101.3	61.7	201.4	6250.21	80
10	F10	3.03	100.8	60.9	200.5	6138.72	86

Tabel 5.7 Hasil uji kuat geser *paving block* dengan kode G

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	G1	3	100.8	61.3	201.2	6179.04	104
2	G2	2.85	101.3	61.2	200	6199.56	100
3	G3	2.96	101.8	61.4	200.5	6250.52	97
4	G4	2.95	100.4	61.9	201	6214.76	97
5	G5	3	100.3	60.9	201.8	6108.27	107
6	G6	2.97	101.4	61.9	201.2	6276.66	94
7	G7	2.96	101.3	60.5	200.5	6128.65	120
8	G8	2.94	100.5	60.6	201.4	6090.3	107
9	G9	3.04	101.7	61.4	200.5	6244.38	102
10	G10	2.95	101.4	61.1	201.4	6195.54	109

Tabel 5.8 Hasil uji kuat geser *paving block* dengan kode H

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	H1	2.91	100.3	61.8	201	6198.54	100
2	H2	2.9	101	61.6	200.5	6221.6	96
3	H3	2.92	100.4	61.7	201.2	6194.68	106
4	H4	2.9	100.3	62	201.3	6218.6	99
5	H5	2.95	101.4	61.8	200.6	6266.52	109
6	H6	2.89	101	60.9	201	6150.9	116
7	H7	2.95	100.5	61.5	200.4	6180.75	99
8	H8	2.97	100.4	60.8	201.4	6104.32	101
9	H9	3.02	101.5	60.5	200.5	6140.75	109
10	H10	2.94	100.5	61.5	200.9	6180.75	98

Tabel 5.9 Hasil uji kuat geser *paving block* dengan kode I

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	I1	2.85	100.5	62	201.1	6231	79
2	I2	2.93	101.2	61.8	200.8	6254.16	82
3	I3	2.85	101	61.9	200.5	6251.9	75
4	I4	2.9	100.3	61.4	201	6158.42	80
5	I5	2.99	100.5	62.2	201.1	6251.1	85
6	I6	2.91	100.9	61.3	200.7	6185.17	76
7	I7	2.96	101.5	61.8	201.5	6272.7	80
8	I8	2.9	101.2	61.9	200.9	6264.28	74
9	I9	3.02	100.6	61.8	201.2	6217.08	80
10	I10	2.99	100.3	61.2	200.8	6138.36	82

Tabel 5.10 Hasil uji kuat geser *paving block* dengan kode J

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	J1	2.99	100.6	61.9	201.5	6227.14	76
2	J2	2.9	101	61.4	201.2	6201.4	70
3	J3	2.85	101.2	61.5	200.3	6223.8	68
4	J4	2.89	100.9	61.6	200.4	6215.44	70
5	J5	2.92	100.8	62.5	200.8	6300	65
6	J6	2.95	101.2	60.9	200.3	6163.08	71
7	J7	2.94	101.4	61.8	201.1	6266.52	59
8	J8	2.85	101.8	60.8	200.9	6189.44	62
9	J9	2.9	100.6	61.4	201.5	6176.84	60
10	J10	2.95	100.5	62	201	6231	61

5.3 Perhitungan

5.3.1 Perhitungan Kuat Desak *Paving Block*

Untuk uji desak digunakan *paving block* dengan ukuran panjang = 6cm, lebar = 6cm, tinggi = 15cm, masing-masing variasi dibuat sebanyak 10 buah. Perhitungan hasil kuat desak, digunakan untuk mengetahui mutu dari *paving block* yang telah diuji, adapun cara menghitung adalah sebagai berikut (contoh hitungan hasil uji desak *paving block* dengan kode A1).

- beban maksimum $P = 99 \text{ KN}$
 $= 99000 \text{ N}$
- luas permukaan $A = 3819,15 \text{ mm}^2$

Berdasarkan rumus (3.1), maka kuat desak dari *paving block* adalah sebagai berikut.

$$\bullet \sigma_{b1} = \frac{P}{A} = \frac{99000 \text{ N}}{3819,15 \text{ mm}^2} = 25,92 \text{ Mpa}$$

Nilai diatas merupakan nilai kuat desak dari *paving block* dengan ukuran panjang = 6cm, lebar = 6cm, tinggi = 15cm ($H/D=2,5$), untuk mendapatkan nilai kuat desak kubus dengan ukuran 6cmx 6cmx 6cm ($H/D = 1$), digunakan rumus (3.2) sebagai berikut.

$$\bullet \sigma_b = 25,92 \text{ Mpa} \times K$$

$$\sigma_b = 25,92 \text{ Mpa} \times 1,40 = 36,29 \text{ Mpa}$$

Kuat desak (σ_b) diatas merupakan kuat desak kubus dengan ukuran 6cmx 6cmx 6cm ($H/D = 1$), untuk mendapatkan nilai kuat desak kubus standar, digunakan rumus (3.3) sebagai berikut.

- $\sigma' b_s = \sigma' b \times R$
- $\sigma b_s = 36,29 \text{ Mpa} \times 0,858 = 31,14 \text{ Mpa}$

Kuat desak (σb_s) diatas merupakan nilai kuat desak kubus standar, kemudian untuk mendapatkan mutu *paving block* digunakan rumus (3.4) sebagai berikut.

- $f'c \text{ silinder} = \sigma' b_s \times 0,83$

$$= 31,14 \times 0,83 = 25,84 \text{ Mpa}$$
- Setelah semua $f'c$ Silinder dihitung (dapat dilihat pada tabel 5.11), dapat diperoleh nilai kuat desak rata-rata ($f'cr$), berdasarkan rumus (3.5) maka nilai dari $f'cr$ adalah sebagai berikut.
- $f'cr = 27,05 \text{ Mpa}$

Untuk mendapatkan nilai standar deviasi, digunakan rumus (3.6) sebagai berikut ini.

- Standar deviasi = $\sqrt{\frac{\sum (F'c - F'cr)^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{29,48}{9}} = 1,81$
- Standar deviasi (sd) = 1,81

Berdasarkan rumus (3.7), maka mutu *paving block* ($f'c$) untuk benda uji dengan kode A adalah sebagai berikut.

- $f'cr = f'c + (k \times sd)$
- $f'c = f'cr - (1,64 \times 1,81)$

$$f'c = 24,08$$

Dari perhitungan uji kuat desak *paving block* diatas, maka dapat diketahui mutu dari setiap variasi benda uji. Hasil perhitungan penelitian ini disusun kedalam tabel dan dapat dilihat pada tabel 5.11 s/d tabel 5.15

Tabel 5.11 Kuat desak *paving block* dengan kode A (tanpa abu sekam padi)

Kode Benda Uji	Berat (Kg)	Pmax (KN)	σ Aktual (N/mm ²)	Berat Volume (Ton/m ³)	Faktor Konversi			f'c (Mpa)	(f'c-f'cr) ²		
					Kubus 6x6x6cm ³	Kubus Standar	Silinder				
A1	1.36	99	25.92	2.39	1.4	0.858	0.83	25.84	1.96		
A2	1.34	106	28.49	2.42	1.4	0.858	0.83	28.40	2.51		
A3	1.39	99	25.84	2.42	1.4	0.858	0.83	25.76	2.24		
A4	1.42	108	28.14	2.43	1.4	0.858	0.83	28.06	1.39		
A5	1.35	97	25.77	2.39	1.4	0.858	0.83	25.69	2.48		
A6	1.37	98	25.66	2.37	1.4	0.858	0.83	25.58	2.90		
A7	1.36	110	29.27	2.41	1.4	0.858	0.83	29.19	6.22		
A8	1.37	92	24.25	2.37	1.4	0.858	0.83	24.17	11.20		
A9	1.36	109	29.11	2.40	1.4	0.858	0.83	29.02	5.29		
A10	1.35	106	28.82	2.42	1.4	0.858	0.83	28.73	3.86		
				$\bar{\Sigma} =$	2,40				$\bar{\Sigma} =$	27.05	29.48

Menghitung Berat Volume :

- Berat Volume = $\frac{24}{10} = 2,4 \text{ Ton/m}^3$

$$\text{Standar deviasi} = \sqrt{\frac{\sum(f'c - f'cr)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{29,48}{9}} = 1,81$$

Menghitung mutu *paving block* :

- f'cr = 27,05 Mpa
- f'cr = f'c + (k x sd)
- f'c = 27,05 - (1,64 x 1,81)
- f'c = 24,08 Mpa

Mutu *paving block* = 24,08 Mpa.

Tabel 5.12 Kuat desak *paving block* dengan kode B (variasi 5%ASP : 95%PC)

Kode Benda Uji	Berat (Kg)	Pmax (KN)	σ Aktual (N/mm ²)	Berat Volume (Ton/m ³)	Faktor Konversi			f'c (Mpa)	(f'c-f'cr) ²		
					Kubus 6x6x6cm ³	Kubus Standar	Silinder				
B1	1.38	123	32.36	2.39	1.4	0.858	0.83	32.27	0.18		
B2	1.35	119	31.41	2.35	1.4	0.858	0.83	31.32	0.27		
B3	1.4	131	33.97	2.37	1.4	0.858	0.83	33.87	4.12		
B4	1.39	126	33.48	2.42	1.4	0.858	0.83	33.38	2.37		
B5	1.36	131	35.21	2.41	1.4	0.858	0.83	35.10	10.66		
B6	1.38	126	32.83	2.38	1.4	0.858	0.83	32.74	0.81		
B7	1.43	126	31.85	2.39	1.4	0.858	0.83	31.75	0.01		
B8	1.39	116	29.65	2.34	1.4	0.858	0.83	29.56	5.18		
B9	1.41	112	28.67	2.39	1.4	0.858	0.83	28.59	10.56		
B10	1.36	114	29.90	2.38	1.4	0.858	0.83	29.81	4.12		
				$\bar{\Sigma} =$	2,38				$\bar{\Sigma} =$	31,84	38,28

Menghitung Berat Volume :

- Berat Volume = $\frac{23,8}{10} = 2,38 \text{ Ton/m}^3$

Standar deviasi = $\sqrt{\frac{\Sigma(f'c - f'cr)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{38,28}{9}} = 2,06$

Menghitung mutu *paving block* :

- f'cr = 31,84 Mpa
- f'cr = f'c + (k x sd)
- f'c = 31,84 - (1,64 x 2,06)
- f'c = 28,46 Mpa

Mutu *paving block* = 28,46 Mpa.

Tabel 5.13 Kuat desak *paving block* dengan kode C (variasi 10%ASP : 90%PC)

Kode Benda Uji	Berat (Kg)	Pmax (KN)	σ Aktual (N/mm ²)	Berat Volume (Ton/m ³)	Faktor Konversi			f'c (Mpa)	(f'c-f'cr) ²
					Kubus 6x6x6cm ³	Kubus Standar	Silinder		
C1	1.35	127	32.88	2.35	1.4	0.858	0.25	32.78	0.89
C2	1.37	117	29.95	2.33	1.4	0.858	0.37	29.86	3.89
C3	1.35	117	30.19	2.34	1.4	0.858	5.60	30.10	3.01
C4	1.33	125	34.06	2.45	1.4	0.858	3.22	33.96	4.50
C5	1.43	131	33.98	2.45	1.4	0.858	14.48	33.88	4.16
C6	1.37	121	31.38	2.35	1.4	0.858	1.10	31.28	0.31
C7	1.35	123	32.90	2.38	1.4	0.858	0.01	32.80	0.92
C8	1.41	126	32.10	2.40	1.4	0.858	7.04	32.01	0.03
C9	1.43	115	28.57	2.33	1.4	0.858	14.35	28.48	11.28
C10	1.38	120	30.77	2.36	1.4	0.858	5.60	30.68	1.35
			$\bar{\sigma} =$	2,37			$\bar{f}'c =$	31.58	30.34

Menghitung Berat Volume :

- Berat Volume = $\frac{23,7}{10} = 2,37 \text{ Ton/m}^3$

Standar deviasi = $\sqrt{\frac{\sum(f'c - f'cr)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{30,34}{9}} = 1,84$

Menghitung mutu *paving block* :

- f'cr = 31,58 Mpa
- f'cr = f'c + (k x sd)
- f'c = 31,58 - (1,64 x 1,84)
- f'c = 28,56 Mpa

Mutu *paving block* = 28,56 Mpa.

Tabel 5.14 Kuat desak *paving block* dengan kode D (variasi 15%ASP : 85%PC)

Kode Benda Uji	Berat (Kg)	Pmax (KN)	σ Aktual (N/mm ²)	Berat Volume (Ton/m ³)	Faktor Konversi			f'c (Mpa)	(f'c-f'cr) ²		
					Kubus 6x6x6cm ³	Kubus Standar	Silinder				
D1	1.41	94	24.89	2.46	1.4	0.858	7.13	24.82	5.25		
D2	1.28	91	23.91	2.21	1.4	0.858	14.56	23.84	10.72		
D3	1.27	96	25.81	2.29	1.4	0.858	2.59	25.73	1.91		
D4	1.4	109	28.45	2.41	1.4	0.858	2.13	28.36	1.57		
D5	1.29	108	28.98	2.29	1.4	0.858	4.33	28.90	3.19		
D6	1.36	106	27.58	2.35	1.4	0.858	0.20	27.49	0.15		
D7	1.27	106	28.45	2.26	1.4	0.858	2.13	28.36	1.57		
D8	1.45	113	29.07	2.46	1.4	0.858	4.75	28.98	3.50		
D9	1.26	104	28.85	2.32	1.4	0.858	3.71	28.76	2.73		
D10	1.31	100	25.94	2.25	1.4	0.858	2.13	25.86	1.57		
				$\bar{\Sigma} =$	2,33				$\bar{\Sigma} =$	27.11	32.14

Menghitung Berat Volume :

- Berat Volume = $\frac{23,3}{10} = 2,33 \text{ Ton/m}^3$

Standar deviasi = $\sqrt{\frac{\Sigma(f'c - f'cr)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{32,14}{9}} = 1.89$

Menghitung mutu *paving block* :

- f'cr = 27,11 Mpa
- f'cr = f'c + (k x sd)
- f'c = 27,11 - (1,64 x 1,89)
- f'c = 24,01 Mpa

Mutu *paving block* = 24,01 Mpa.

Tabel 5.15 Kuat desak *paving block* dengan kode E (variasi 20%ASP : 80%PC)

Kode Benda Uji	Berat (Kg)	Pmax (KN)	σ Aktual (N/mm ²)	Berat Volume (Ton/m ³)	Faktor Konversi			f'c (Mpa)	(f'c-f'cr) ²		
					Kubus 6x6x6cm ³	Kubus Standar	Silinder				
E1	1.34	104	26.71	2.30	1.4	0.858	0.23	0.23	0.23		
E2	1.39	97	25.27	2.40	1.4	0.858	3.65	3.65	3.65		
E3	1.38	92	24.56	2.44	1.4	0.858	6.87	6.87	6.87		
E4	1.37	107	28.06	2.40	1.4	0.858	0.75	0.75	0.75		
E5	1.4	92	23.22	2.32	1.4	0.858	15.67	15.67	15.67		
E6	1.3	93	24.36	2.27	1.4	0.858	7.99	7.99	7.99		
E7	1.29	95	24.05	2.15	1.4	0.858	9.81	9.81	9.81		
E8	1.3	93	24.04	2.19	1.4	0.858	9.88	9.88	9.88		
E9	1.31	82	20.99	2.24	1.4	0.858	38.20	38.20	38.20		
E10	1.37	91	23.60	2.35	1.4	0.858	12.84	12.84	12.84		
				$\bar{\Sigma} =$	2,31				$\bar{\Sigma} =$	24.41	105.90

Menghitung Berat Volume :

- Berat Volume = $\frac{23,1}{10} = 2,31 \text{ Ton/m}^3$

$$\text{Standar deviasi} = \sqrt{\frac{\sum(f'c - f'cr)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{105,9}{9}} = 3,43$$

Menghitung mutu *paving block* :

- $f'cr = 24,41 \text{ Mpa}$
- $f'cr = f'c + (k \times sd)$
- $f'c = 24,41 - (1,64 \times 3,43)$
- $f'c = 18,78 \text{ Mpa}$

Mutu *paving block* = 18,78 Mpa.

5.3.2 Hasil Perhitungan Kuat Geser *Paving Block*

Untuk uji geser digunakan *paving block* dengan ukuran panjang = 20 cm, lebar = 10 cm, tinggi = 6 cm, masing-masing variasi dibuat sebanyak 10 buah. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui tegangan geser maksimum yang terjadi pada *paving block*, adapun cara menghitung adalah sebagai berikut (contoh hitungan hasil uji geser *paving block* dengan kode F1)

- beban maksimum $P = 78 \text{ KN}$
 $= 78000 \text{ N}$
- luas permukaan $A = 6213,68 \text{ mm}^2$

Berdasarkan rumus (3.8), maka tegangan geser maksimum (V_u) dari *paving block* adalah sebagai berikut.

- $V_u = \frac{P}{2A} = \frac{77000 \text{ N}}{12427,36 \text{ mm}^2} = 6,28 \text{ Mpa}$
- Setelah semua V_u dihitung (dapat dilihat pada tabel 5.16), dapat diperoleh nilai tegangan geser rata-rata (V_{ur}), berdasarkan rumus (3.9) maka nilai dari tegangan geser rata-rata (V_{ur}) adalah sebagai berikut.
- $V_{ur} = \Sigma V_u / N$
- $V_{ur} = 6,596 \text{ Mpa}$

Dari perhitungan uji geser *paving block* diatas, maka dapat diketahui tegangan geser maksimum yang terjadi pada setiap *paving block*. Hasil perhitungan penelitian ini disusun kedalam tabel dan dapat dilihat pada tabel 5.16 s/d tabel 5.20 di bawah ini.

Tabel 5.16 Tegangan geser *paving block* dengan kode F (tanpa abu sekam padi)

Kode	Berat (Kg)	Luas (mm ²)	P Max (KN)	Berat Volume (Ton/m ³)	Vu (Mpa)
F1	3.01	6213.68	78	2.41	6.28
F2	3	6282.85	79	2.38	6.29
F3	3.06	6210.9	82	2.46	6.60
F4	2.98	6181.2	75	2.40	6.07
F5	2.99	6193.05	91	2.40	7.35
F6	2.99	6169.17	79	2.42	6.40
F7	2.95	6199.2	85	2.37	6.86
F8	2.96	6100	82	2.41	6.72
F9	2.97	6250.21	80	2.36	6.40
F10	3.03	6138.72	86	2.46	7.00
			$\bar{\Sigma} =$	2,410	6,596

Menghitung Berat Volume :

- Berat Volume (BV) =
$$\frac{\sum \text{Berat} \cdot \text{Volume}}{N}$$

$$= \frac{24,1}{10}$$

$$= 2,41 \text{ Ton/m}^3$$

Menghitung Vu rata-rata :

- Vu rata-rata =
$$\frac{\sum Vu}{N}$$

$$= \frac{65.96}{10}$$

$$= 6,596 \text{ Mpa}$$

Tabel 5.17 Tegangan geser *paving block* dengan kode G (variasi 5%ASP : 95%PC)

Kode	Berat (Kg)	Luas (mm ²)	P Max (KN)	Berat Volume (Ton/m ³)	Vu (Mpa)
G1	3	6179.04	104	2.41	8.42
G2	2.85	6199.56	100	2.30	8.07
G3	2.96	6250.52	97	2.36	7.76
G4	2.95	6214.76	97	2.36	7.80
G5	3	6108.27	107	2.43	8.76
G6	2.97	6276.66	94	2.35	7.49
G7	2.96	6128.65	120	2.41	9.79
G8	2.94	6090.3	107	2.40	8.78
G9	3.04	6244.38	102	2.43	8.17
G10	2.95	6195.54	109	2.36	8.80
			$\bar{\Sigma} =$	2,382	8,382

Menghitung Berat Volume :

- $$\begin{aligned} \text{Berat Volume (BV)} &= \frac{\sum \text{Berat.Volume}}{N} \\ &= \frac{23,82}{10} \\ &= 2,382 \text{ Ton/m}^3 \end{aligned}$$

Menghitung Vu rata-rata :

- $$\begin{aligned} \text{Vu rata-rata} &= \frac{\sum Vu}{N} \\ &= \frac{83,82}{10} \\ &= 8,382 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tabel 5.18 Tegangan geser *paving block* dengan kode H (variasi 10%ASP : 90%PC)

Kode	Berat (Kg)	Luas (mm ²)	P Max (KN)	Berat Volume (Ton/m ³)	Vu (Mpa)
H1	2.91	6198.54	100	2.34	8.07
H2	2.9	6221.6	96	2.32	7.72
H3	2.92	6194.68	106	2.34	8.56
H4	2.9	6218.6	99	2.32	7.96
H5	2.95	6266.52	109	2.35	8.70
H6	2.89	6150.9	116	2.34	9.43
H7	2.95	6180.75	99	2.38	8.01
H8	2.97	6104.32	101	2.42	8.27
H9	3.02	6140.75	109	2.45	8.88
H10	2.94	6180.75	98	2.37	7.93
			$\bar{\Sigma} =$	2,362	8,350

Menghitung Berat Volume :

- Berat Volume (BV) =
$$\frac{\sum \text{Berat.Volume}}{N}$$

$$= \frac{23,62}{10}$$

$$= 2,362 \text{ Ton/m}^3$$

Menghitung Vu rata-rata :

- Vu rata-rata =
$$\frac{\sum Vu}{N}$$

$$= \frac{83,5}{10}$$

$$= 8,35 \text{ Mpa}$$

Tabel 5.19 Tegangan geser *paving block* dengan kode I (variasi 15%ASP : 85%PC)

Kode	Berat (Kg)	Luas (mm ²)	P Max (KN)	Berat Volume (Ton/m ³)	Vu (Mpa)
I1	2.85	6231	79	2.27	6.34
I2	2.93	6254.16	82	2.33	6.56
I3	2.85	6251.9	75	2.27	6.00
I4	2.9	6158.42	80	2.34	6.50
I5	2.99	6251.1	85	2.38	6.80
I6	2.91	6185.17	76	2.34	6.14
I7	2.96	6272.7	80	2.34	6.38
I8	2.9	6264.28	74	2.30	5.91
I9	3.02	6217.08	80	2.41	6.43
I10	2.99	6138.36	82	2.43	6.68
			$\bar{\Sigma} =$	2,343	6,372

Menghitung Berat Volume :

- $$\begin{aligned} \text{Berat Volume (BV)} &= \frac{\sum \text{Berat.Volume}}{N} \\ &= \frac{23,43}{10} \\ &= 2,343 \text{ Ton/m}^3 \end{aligned}$$

Menghitung Vu rata-rata :

- $$\begin{aligned} \text{Vu rata-rata} &= \frac{\sum Vu}{N} \\ &= \frac{63,72}{10} \\ &= 6,372 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tabel 5.20 Tegangan geser *paving block* dengan kode J (variasi 20%ASP : 80%PC)

Kode	Berat (Kg)	Luas (mm ²)	P Max (KN)	Berat Volume (Ton/m ³)	Vu (Mpa)
J1	2.99	6227.14	76	2.38	6.10
J2	2.9	6201.4	70	2.32	5.64
J3	2.85	6223.8	68	2.29	5.46
J4	2.89	6215.44	70	2.32	5.63
J5	2.92	6300	65	2.31	5.16
J6	2.95	6163.08	71	2.39	5.76
J7	2.94	6266.52	59	2.33	4.71
J8	2.85	6189.44	62	2.29	5.01
J9	2.9	6176.84	60	2.33	4.86
J10	2.95	6231	61	2.36	4.89
			$\bar{\Sigma} =$	2,332	5,322

Menghitung Berat Volume :

- Berat Volume (BV) =
$$\frac{\sum \text{Berat} \cdot \text{Volume}}{N}$$

$$= \frac{23,32}{10}$$

$$= 2,332 \text{ Ton/m}^3$$

Menghitung Vu rata-rata :

- Vu rata-rata =
$$\frac{\sum Vu}{N}$$

$$= \frac{53,22}{10}$$

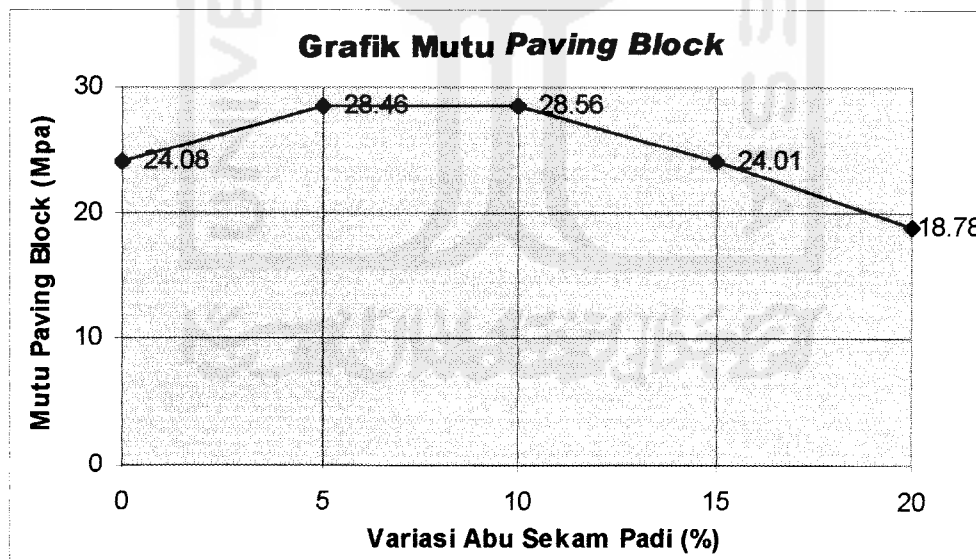
$$= 5,322 \text{ Mpa}$$

5.4 Pembahasan Hasil Penelitian

Untuk lebih memudahkan dalam hal pembahasan, serta untuk mengetahui hubungan antara pengaruh variasi abu sekam padi terhadap kuat desak, dan tegangan geser, hasil penelitian uji *paving block* dengan berbagai variasi, ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar sebagai berikut ini.

Tabel 5.21 Mutu *paving block* untuk setiap variasi abu sekam padi

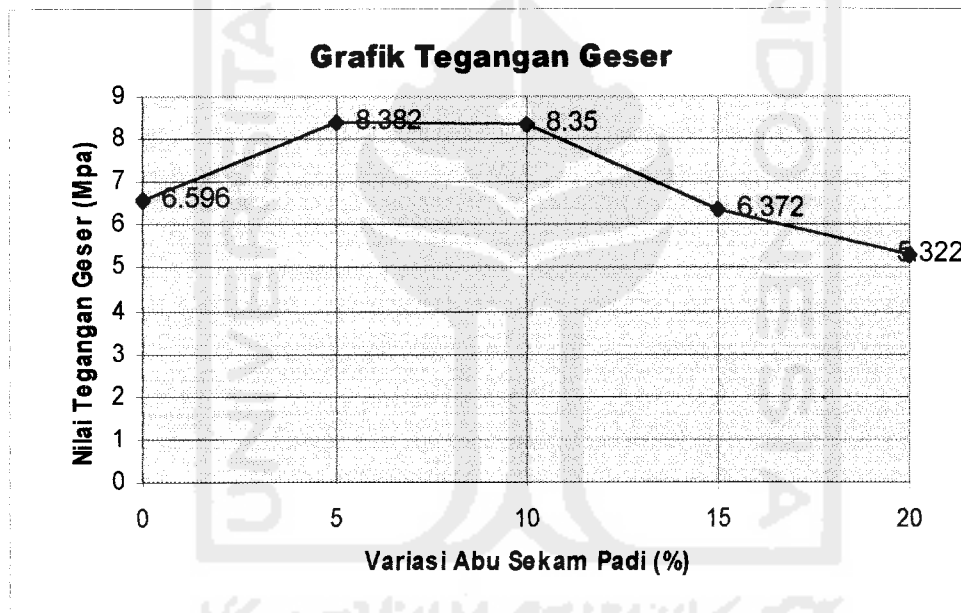
Kode Benda Uji	Variasi	Mutu <i>Paving Block</i> (Mpa)
A	Tanpa ASP	24,08
B	5%ASP:95%PC	28,46
C	10%ASP:90%PC	28,56
D	15%ASP:85%PC	24,01
E	20%ASP:80%PC	18,78



Gambar 5.1 Grafik hubungan antara mutu *paving block* dengan variasi abu sekam padi.

Tabel 5.22 Tegangan geser *paving block* untuk setiap variasi abu sekam padi

Kode Benda Uji	Variasi	V_u <i>Paving Block</i> (Mpa)
F	Tanpa ASP	6,59
G	5%ASP:95%PC	8,38
H	10%ASP:90%PC	8,35
I	15%ASP:85%PC	6,37
J	20%ASP:80%PC	5,32



Gambar 5.2 Grafik hubungan antara tegangan *paving block* dengan variasi abu sekam padi.

Dari Gambar di atas dapat disimpulkan bahwa mutu *paving block* terus meningkat dan maksimum pada variasi 10%(ASP) : 90%(PC) sebesar 28,56 Mpa.

Untuk tegangan geser *paving block* nilai tegangan geser maksimum terjadi pada variasi 5%(ASP) : 95%(PC) dengan tegangan geser adalah 8,382 Mpa.

Mutu *paving block* maksimum terjadi pada variasi 10%(ASP) : 90%(PC) sebesar 28,56 Mpa, peningkatan mutu terjadi karena abu sekam padi memiliki kandungan silika (SiO_2) yang tinggi, silika yang terdapat pada abu sekam padi dengan adanya air akan bereaksi dengan Ca(OH)_2 membentuk gel yang meningkatkan lekatan antar butir agregat.

Penurunan mutu pada variasi 15%(ASP) : 85%(PC), terjadi karena luas permukaan abu sekam padi yang besar serta berongga sehingga bersifat menyerap air dan memerlukan air yang dalam jumlah yang banyak untuk melakukan proses hidrasi. Dengan adanya sifat tersebut maka jumlah air yang dibutuhkan pada variasi 15%(ASP) : 85%(PC) kurang, sehingga silika (SiO_2) yang ada tidak dapat bereaksi dengan Ca(OH)_2 dan sisa yang tidak bereaksi tersebut (SiO_2 dan Ca(OH)_2) justru akan mengakibatkan terganggunya lekatan antar butir agregat pada *paving block* dan akan menurunkan kekuatan *paving block*.

5.5 Hubungan Antara Mutu *Paving Block* Dengan Tegangan Gesernya

Kekuatan geser yang disumbangkan beton untuk menahan beban geser ditentukan oleh tegangan geser maksimalnya (V_{max}), apabila nilai tegangan geser yang terjadi melebihi dari nilai kekuatan gesernya maka beton tidak dapat menahan gaya geser tersebut. Untuk menahan kelebihan gaya geser tersebut diperlukan tulangan-tulangan, menurut **W.C. Vis dan Gideon Kusuma,1993** terdapat hubungan antara mutu beton dengan tegangan geser (V_u), nilai tegangan geser dapat diketahui dengan menggunakan rumus berikut $= \frac{1}{6} \times \sqrt{f'c}$. Di dalam tabel 5.23 di bawah ini ditampilkan tabel yang berisikan tentang batas-batas atas nilai tegangan geser.

Tabel 5.23 Hubungan Mutu Beton dengan nilai tegangan geser (V_u)

Mutu Beton $f'c$ (Mpa)	18,78	20	24,01	24,08	25	28,46	28,56
V_u	0,72	0,75	0,81	0,82	0,83	0,88	0,89

Berdasarkan teori diatas dapat diketahui bahwa tegangan geser maksimum yang terjadi untuk beton dengan mutu 28,56 Mpa yaitu 0,89 Mpa, sedangkan pada uji laboratorium untuk *paving block* dengan mutu 28,56 Mpa tegangan geser maksimumnya mencapai 8,35 Mpa.

5.6 Tinjauan Perbandingan Terhadap Penelitian Terdahulu

Dalam pelaksanaan di laboratorium maupun dalam penyusunan laporan, kami meninjau dari penelitian-terdahulu terdahulu tentang kuat desak beton menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen. Setelah meninjau dari penelitian –penelitian terdahulu, kemudian akan dibandingkan hasil dengan hasil penelitian ini.

5.6.1 Penelitian mengenai pengaruh penggunaan limbah abu sekam padi terhadap kuat desak dan permeabilitas beton.

Pada penelitian ini penggantian sebagian semen oleh abu sekam padi diaplikasikan pada pengujian beton normal, hasil dari penelitian dapat diketahui bahwa penggunaan pozolan abu sekam padi akan meningkatkan kuat desak beton, yaitu untuk beton tanpa menggunakan abu sekam padi menghasilkan kuat desak sebesar 34,092 Mpa, kuat desak maksimum terjadi pada variasi 10%(ASP) : 90%(PC) menghasilkan kuat desak beton sebesar 38,686176 Mpa.. Penurunan kuat desak terjadi karena proses pemadatan yang kurang sempurna sehingga beton yang dihasilkan keropos atau terdapat rongga udara sehingga mengakibatkan penurunan kuat desak (Heru Dwi Hantara dan Arif Faidlur Rahman, 1999).

Apabila dibandingkan dengan penelitian yang kami lakukan maka ada kemiripan hasil penelitian yaitu kuat desak maksimum terjadi pada variasi 10%(ASP) : 90%(PC), tetapi terdapat perbedaan dimana pada penelitian Heru Dwi Hantara dan Arif Faidlur Rahman, pada variasi 5%(ASP) : 95%(PC), kuat desak yang dihasilkan mengalami penurunan, sedangkan pada penelitian kami terjadi peningkatan kuat desak.

5.6.2 Penelitian Mengenai Pengaruh Penggunaan *Fly Ash* dan Limbah Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Desak Beton Mutu Tinggi.

Pada penelitian ini abu sekam padi digunakan pada beton mutu tinggi, penggunaan pozolan abu sekam padi pada variasi 10%(ASP) : 90%(PC), mencapai kuat desak maksimum sebesar 55,839 Mpa, dimana untuk beton mutu tinggi tanpa abu sekam padi kuat desaknya 48,964 Mpa. Hal ini berarti penggunaan abu sekam padi pada beton mutu tinggi berpengaruh terhadap kuat desaknya dimana terjadi peningkatan kuat desak sebesar 14,04 %, peningkatan kuat desak beton karena terjadinya pembentukan gel (Agustina Widyastuti, 2001).

Pada penelitian ini kuat desak maksimum terjadi pada penggunaan abu sekam padi pada variasi 10%(ASP) : 90%(PC), dengan tingkat kenaikan sebesar 14,04%. Apabila dibandingkan dengan penelitian yang kami lakukan, maka terjadi kesamaan dimana nilai optimum terjadi pada variasi 10%(ASP) : 90%(PC), dengan prosentase kenaikan kuat desak sebesar 15,69%

5.6.3 Penelitian Mengenai Pengaruh Suhu Terhadap Kuat Desak Beton Berbahan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen.

Pada penelitian ini abu sekam padi digunakan untuk beton pasca bakar, pembakaran pada sampel beton mengakibatkan penurunan kuat desak. Hasil uji desak pada variasi 5%(ASP) : 95%(PC), dengan suhu 0° C diperoleh kuat desak beton sebesar 40,201 Mpa, sedangkan pada pembakaran dengan suhu 600° C diperoleh kuat desak beton sebesar 34,89 Mpa, sehingga penurunan kuat desaknya sebesar 13,2 %. Begitu juga untuk variasi 10%(ASP) : 90%(PC), dan 15%(ASP) : 85%(PC), mengalami penurunan kuat desak, hal ini terjadi karena kadar air yang ada

akan berkurang dan kalsium karbonat pada pasta semen terkarbonisasi, akibatnya kuat lekat antar butir agregat berkurang (Amriadi dan Suhartanto, 2003).

Bila dibandingkan dengan penelitian kami terjadi perbedaan yang sangat signifikan, dimana penggunaan abu sekam padi pada beton pasca bakar mengakibatkan terjadinya penurunan kuat desak, sedangkan pada penelitian kami terjadi peningkatan kuat desak dan penggunaan abu sekam padi optimum pada variasi 10%(ASP) : 90%(PC).

5.7 Perhitungan Biaya Terhadap Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen

Dalam suatu perencanaan suatu struktur bangunan yang harus dicermati bukan hanya dari segi kekuatan struktur bangunan tersebut, tetapi juga harus ditinjau dari segi biaya produksi atau ekonomi. Untuk lebih jelasnya perhitungan biaya terhadap penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen dapat dilihat pada tabel 5.24 berikut ini.

Tabel 5.24. Tabel perubahan harga semen untuk setiap variasi.

Variasi <i>Paving Block</i>	Mutu <i>Paving Block</i> (Mpa)	Perubahan Mutu (%)	Harga Semen (Rp)	Penurunan Harga Semen (%)
Tanpa ASP	24,08	0	208.000	0
5%ASP:95%PC	28,46	15,39	197.120	5
10%ASP:90%PC	28,56	15,69	187.200	10
15%ASP:85%PC	24,01	- 0,29	176.800	15
20%ASP:80%PC	18,78	- 22,01	166.400	20

Dari tabel 5.24 dapat diketahui bahwa nilai optimum penggunaan abu sekam padi pada variasi 10%ASP : 90%PC terjadi penurunan harga semen sebesar 10% dari harga semen pada variasi tanpa abu sekam padi. Harga semen untuk tiap zak (50 kg) adalah Rp. 32.000 dan biaya transportasi untuk mengangkut abu sekam padi tiap 32,5 kg adalah Rp 5.000.

Sehingga dapat diketahui (berdasarkan nilai optimum penggunaan abu sekam padi) bahwa terjadi efisiensi biaya terhadap pengurangan penggunaan semen (PC) yaitu :

- Efisiensi biaya = Rp 20.800 – biaya transportasi
= Rp 20.800 – Rp 5.000
= Rp 15.800

Efisiensi biaya terhadap pengurangan penggunaan semen (PC) untuk setiap setiap 1 m³ adukan *paving block* adalah Rp. 15.800.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang mengacu pada tinjauan pustaka, landasan teori, serta hasil pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini:

Paving block pada variasi 10% ASP : 90% PC memiliki kuat desak maksimum sebesar 28,56 Mpa. *Paving block* dengan menggunakan variasi 5% ASP : 95% PC memiliki tegangan geser maksimum sebesar 8,38 Mpa dan pada variasi 10% ASP : 90% PC memiliki tegangan geser sebesar 8,35 Mpa. Selisih tegangan geser antara variasi 5% ASP : 95% PC dengan variasi 10% ASP : 90% PC tidaklah terlalu signifikan, sehingga apabila dilihat dari segi kekuatan dan dari segi ekonomi maka penggunaan abu sekam padi optimum pada variasi 10% ASP : 90% PC, dengan pengurangan jumlah semen (PC) per m³ adalah 32,5 kg.

6.2 Saran

Saran yang dapat kami berikan dengan mengacu pada hasil penelitian adalah sebagai berikut ini:

1. nilai kuat desak maksimum terjadi pada variasi 10% ASP : 90% PC sebesar 28,56 Mpa, pada variasi 5% ASP : 95% PC menghasilkan kuat desak sebesar 28,46 Mpa. Nilai kuat desak antara kedua variasi tersebut tidaklah begitu signifikan, oleh karena itu perlu adanya penelitian dengan variasi diantara kedua variasi tersebut (variasi 5% ASP : 95% PC dan

variasi 10% ASP : 90% PC) sehingga diharapkan nilai dari kuat desak maksimum akan dapat diketahui lebih tepat, dan

2. perlu adanya evaluasi dan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan abu sekam padi pada *paving block* mengenai bentuk benda uji sesuai standar pengujian beton, dengan metode pelaksanaan pembuatan benda uji sama dan dengan pembuatan *paving block* pada umumnya.



DAFTAR PUSTAKA

1. Agustina Widyastuti, 2001, **PENGARUH PENGGUNAAN FLY ASH DAN LIMBAH ABU SEKAM PADI TERHADAP KUAT DESAK BETON MUTU TINGGI**, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Amriadi dan Suhartanto, 2003, **PENGARUH SUHU TERHADAP KUAT DESAK BETON BERBAHAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN**, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
3. Dikutip dari jurnal Ade Ilham, 2004, Brown, P. 1999, Hydration Behaviour of Calcium Phosphates is Analogous to Hydration. **CEMENT AND CONCRETE RESEARCH**, Vol . 29, pp. 1167-1171.
4. Cook, D.J, 1986, Natural Pozolanas, **CEMENT REPLACEMENT MATERIALS (VOLUME 3)**. Edited by R.N Swamy: 1-39. London: Surrey University Press.
5. Edi Nuredy dan Fertanto, 1999, **NILAI KONVERSI MUTU BETON UNTUK VARIASI DIMENSI BENDA UJI KUBUS**, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
6. Heru Dwi Hantara dan Arif Faidlur Rahman, 1999, **PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH ABU SEKAM PADI TERHADAP KUAT DESAK DAN PERMEABILITAS BETON**, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

7. Kardiyono Tjokrodimuljo, 1989, **TEKNOLOGI BETON**, Buku Ajar Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, 1992.
8. Murdock, L.J., dan Brook, K.M., (diterjemahkan oleh Ir. Stefanus Hendarko), 1986, **BAHAN DAN PRAKTEK BETON**, Edisi keempat , Penerbit Erlangga, Jakarta.
9. -----PBI 1971, N.I.-2, **PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA**, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, 1977
10. -----SK-SNI-T-15-1990-03, Gradasi Pasir, Penerbit Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan, Jakarta, 1990.
11. Triono Budi Astanto, 2001, **KONSTRUKSI BETON BERTULANG**, Penerbit Kanisius , Yogyakarta.
12. W.C Vis dan Gideon Kusuma, **DASAR-DASAR PERENCANAAN BETON BERTULANG**, Penerbit Erlangga, 1993.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14.4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK PAVING BLOCK

NO. / Ka.Ops./LBKT/ /2004

Nama Penguji : 1. Agus Prasetya
2. Greget Anggraito

Tanggal Pengujian : 30 – 10 – 2004

Umur : 28 hari

Jumlah : 10 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : A

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	A1	1.36	62.1	61.5	149.2	3819.15	99
2	A2	1.34	61.5	60.5	148.9	3720.75	106
3	A3	1.39	62	61.8	150	3831.6	99
4	A4	1.42	61.9	62	152	3837.8	108
5	A5	1.35	61.2	61.5	150	3763.8	97
6	A6	1.37	61.5	62.1	151.1	3819.15	98
7	A7	1.36	61.3	61.3	150.3	3757.69	110
8	A8	1.37	61.1	62.1	152.1	3794.31	92
9	A9	1.36	60.5	61.9	151.1	3744.95	109
10	A10	1.35	60.8	60.5	151.5	3678.4	106

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14.4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK PAVING BLOCK

NO. / Ka.Ops./LBKT/ /2004

Nama Penguji : 1. Agus Prasetya
2. Greget Anggraito

Tanggal Pengujian : 30 – 10 – 2004

Umur : 28 hari

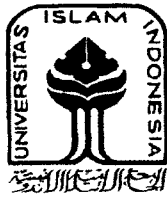
Jumlah : 10 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : B

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	B1	1.38	61.3	62	152	3800.6	123
2	B2	1.35	61.1	62	151.4	3788.2	119
3	B3	1.4	62	62.2	153.1	3856.4	131
4	B4	1.39	61.2	61.5	152.9	3763.8	126
5	B5	1.36	60.5	61.5	151.9	3720.75	131
6	B6	1.38	61.3	62.6	151.1	3837.38	126
7	B7	1.43	63.2	62.6	151.5	3956.32	126
8	B8	1.39	62.1	63	152.1	3912.3	116
9	B9	1.41	63	62	151.3	3906	112
10	B10	1.36	61.5	62	150	3813	114

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14.4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK PAVING BLOCK

NO. / Ka.Ops./LBKT/ /2004

Nama Penguji : 1. Agus Prasetya
2. Greget Anggraito

Tanggal Pengujian : 30 – 10 – 2004

Umur : 28 hari

Jumlah : 10 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : C

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	C1	1.35	62.2	62.1	148.9	3862.62	127
2	C2	1.37	61.9	63.1	150.5	3905.89	117
3	C3	1.35	62.1	62.4	149.1	3875.04	117
4	C4	1.33	62.2	59	148	3669.8	125
5	C5	1.43	61	63.2	151.2	3855.2	131
6	C6	1.37	62.1	62.1	151	3856.41	121
7	C7	1.35	61.8	60.5	151.4	3738.9	123
8	C8	1.41	63.2	62.1	150	3924.72	126
9	C9	1.43	63.5	63.4	152.7	4025.9	115
10	C10	1.38	62.1	62.8	150	3899.88	114

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14.4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK PAVING BLOCK

NO. / Ka.Ops./LBKT/ /2004

Nama Penguji : 1. Agus Prasetya
2. Greget Anggraito

Tanggal Pengujian : 30 – 10 – 2004

Umur : 28 hari

Jumlah : 10 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : D

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	D1	1.41	61.1	61.8	151.5	3775.98	94
2	D2	1.28	60.9	62.5	152	3806.25	91
3	D3	1.27	62	60	149	3720	96
4	D4	1.4	62.3	61.5	151.9	3831.45	109
5	D5	1.29	60.2	61.9	151.3	3726.38	108
6	D6	1.36	62	62	150.4	3844	106
7	D7	1.27	60	62.1	150.8	3726	106
8	D8	1.45	62.5	62.2	151.5	3887.5	113
9	D9	1.26	59	61.1	150.5	3604.9	104
10	D10	1.31	63	61.2	151.3	3855.6	100

LABORATORIUM

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UJI



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14.4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK PAVING BLOCK

NO. / Ka.Ops./LBKT/ /2004

Nama Penguji : 1. Agus Prasetya
2. Greget Anggraito
Keperluan : Tugas Akhir

Tanggal Pengujian : 30 – 10 – 2004
Umur : 28 hari
Jumlah : 10 benda uji
Kode : E

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	E1	1.34	62.4	62.4	149.8	3893.76	104
2	E2	1.39	61.9	62	151	3837.8	97
3	E3	1.38	61.4	61	150.8	3745.4	92
4	E4	1.37	62	61.5	149.5	3813	107
5	D5	1.4	62.1	63.8	152.2	3961.98	92
6	E6	1.3	60.8	62.8	150	3818.24	93
7	E7	1.29	62.8	62.9	152	3950.12	95
8	E8	1.3	61.8	62.6	153.1	3868.68	93
9	E9	1.31	62.1	62.9	150	3906.09	82
10	E10	1.37	62.2	62	151	3856.4	91

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14.4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN GESER PAVING BLOCK

NO. / Ka.Ops./LBKT/ /2004

Nama Penguji : 1. Agus Prasetya
2. Greget Anggraito

Tanggal Pengujian : 30 – 10 – 2004

Umur : 28 hari

Jumlah : 10 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : F

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	F1	3.01	101.2	61.4	201.4	6213.68	78
2	F2	3	101.5	61.9	200.7	6282.85	79
3	F3	3.06	100.5	61.8	200	6210.9	82
4	F4	2.98	101	61.2	201	6181.2	75
5	F5	2.99	100.7	61.5	200.9	6193.05	91
6	F6	2.99	101.3	60.9	200.5	6169.17	79
7	F7	2.95	100.8	61.5	200.4	6199.2	85
8	F8	2.96	100	61	201.2	6100	82
9	F9	2.97	101.3	61.7	201.4	6250.21	80
10	F10	3.03	100.8	60.9	200.5	6138.72	86

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14.4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN GESER PAVING BLOCK

NO. / Ka.Ops./LBKT/ /2004

Nama Penguji : 1. Agus Prasetya
2. Greget Anggraito

Tanggal Pengujian : 30 – 10 – 2004

Umur : 28 hari

Jumlah : 10 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : G

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	G1	3	100.8	61.3	201.2	6179.04	104
2	G2	2.85	101.3	61.2	200	6199.56	100
3	G3	2.96	101.8	61.4	200.5	6250.52	97
4	G4	2.95	100.4	61.9	201	6214.76	97
5	G5	3	100.3	60.9	201.8	6108.27	107
6	G6	2.97	101.4	61.9	201.2	6276.66	94
7	G7	2.96	101.3	60.5	200.5	6128.65	120
8	G8	2.94	100.5	60.6	201.4	6090.3	107
9	G9	3.04	101.7	61.4	200.5	6244.38	102
10	G10	2.95	101.4	61.1	201.4	6195.54	109

LABORATORIUM

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14.4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK PAVING BLOCK

NO. / Ka.Ops./LBKT/ /2004

Nama Penguji : 1. Agus Prasetya
2. Greget Anggraito

Tanggal Pengujian : 30 – 10 – 2004

Umur : 28 hari

Jumlah : 10 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : H

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	H1	2.91	100.3	61.8	201	6198.54	100
2	H2	2.9	101	61.6	200.5	6221.6	96
3	H3	2.92	100.4	61.7	201.2	6194.68	106
4	H4	2.9	100.3	62	201.3	6218.6	99
5	H5	2.95	101.4	61.8	200.6	6266.52	109
6	H6	2.89	101	60.9	201	6150.9	116
7	H7	2.95	100.5	61.5	200.4	6180.75	99
8	H8	2.97	100.4	60.8	201.4	6104.32	101
9	H9	3.02	101.5	60.5	200.5	6140.75	109
10	H10	2.94	100.5	61.5	200.9	6180.75	98

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14.4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN GESER PAVING BLOCK

NO. / Ka.Ops./LBKT/ /2004

Nama Penguji : 1. Agus Prasetya
2. Greget Anggraito

Tanggal Pengujian : 30 – 10 – 2004

Umur : 28 hari

Jumlah : 10 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : I

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	I1	2.85	100.5	62	201.1	6231	79
2	I2	2.93	101.2	61.8	200.8	6254.16	82
3	I3	2.85	101	61.9	200.5	6251.9	75
4	I4	2.9	100.3	61.4	201	6158.42	80
5	I5	2.99	100.5	62.2	201.1	6251.1	85
6	I6	2.91	100.9	61.3	200.7	6185.17	76
7	I7	2.96	101.5	61.8	201.5	6272.7	80
8	I8	2.9	101.2	61.9	200.9	6264.28	74
9	I9	3.02	100.6	61.8	201.2	6217.08	80
10	I10	2.99	100.3	61.2	200.8	6138.36	82

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14.4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN GESER PAVING BLOCK

NO. / Ka.Ops./LBKT/ /2004

Nama Penguji : 1. Agus Prasetya
2. Greget Anggraito

Tanggal Pengujian : 30 – 10 – 2004

Umur : 28 hari

Jumlah : 10 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : J

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (KN)
1	J1	2.99	100.6	61.9	201.5	6227.14	76
2	J2	2.9	101	61.4	201.2	6201.4	70
3	J3	2.85	101.2	61.5	200.3	6223.8	68
4	J4	2.89	100.9	61.6	200.4	6215.44	70
5	J5	2.92	100.8	62.5	200.8	6300	65
6	J6	2.95	101.2	60.9	200.3	6163.08	71
7	J7	2.94	101.4	61.8	201.1	6266.52	59
8	J8	2.85	101.8	60.8	200.9	6189.44	62
9	J9	2.9	100.6	61.4	201.5	6176.84	60
10	J10	2.95	100.5	62	201	6231	61

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14.4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

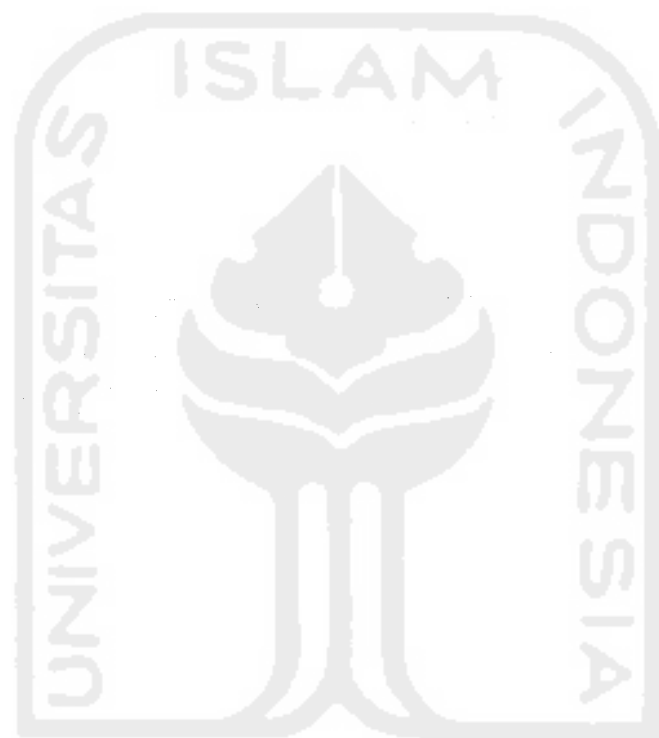
ANALISIS NILAI MODULUS HALUS BUTIR (MHB)

Berat Pasir (gram) = 2000

No	Saringan Ø lubang (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat lolos (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat lolos (gram)	Berat tertinggal komulatif (%)	Berat lolos komulatif (%)
1	4,75	0	2000	0	100	0	100
2	2,36	149	1851	7,45	92,55	7,45	92,55
3	1,18	397	1454	19,85	80,15	27,30	72,70
4	0,6	589	865	21,45	78,55	56,75	43,25
5	0,3	429	436	13,90	86,10	78,20	21,80
6	0,15	278	158	7,90	92,10	92,10	7,90
7	Pan	158	-	100	-	-	-
Jumlah		2000				261,80	

$$\text{Modulus Halus Butir (mhb)} = \frac{261,80}{100} = 2,6180$$

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



جامعة الإسلام في إندونيسيا



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jln. Kaliurang Km. 14.4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

1. BAHAN-BAHAN

- Berat pasir dalam keadaan kering tungku (B_0) : 200,5 gram
- Berat piring kosong : 100,5 gram
- Berat pasir + piring : 100 gram

2. ALAT-ALAT

- Gelas ukur kapasitas : 250 cc
- Timbangan halus ketelitian 0,05 gram
- Tungku/oven

3. HASIL PERCOBAAN

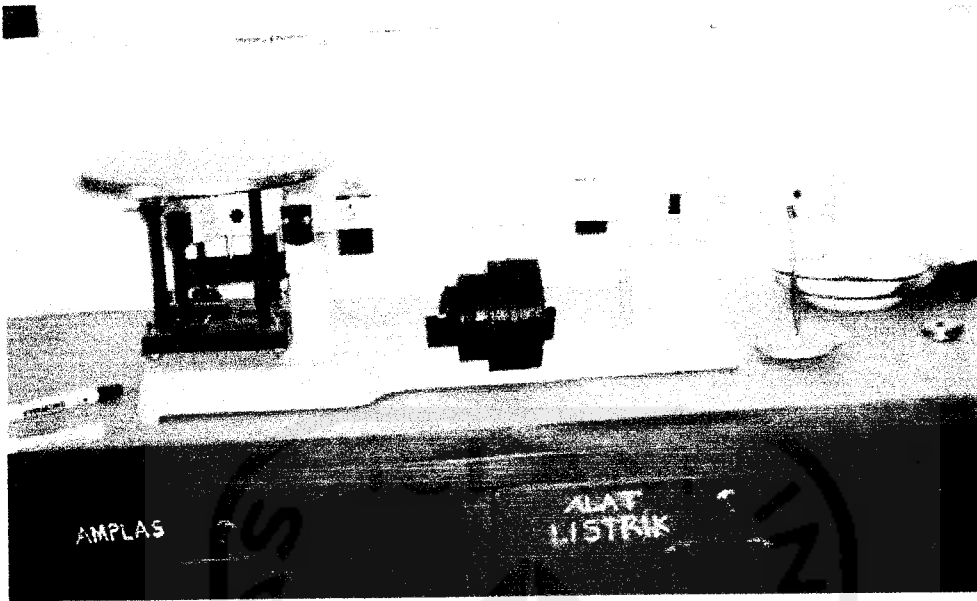
Setelah keluar dari oven :

- Berat piring + pasir : 198,5 gram
- Berat piring kosong : 100,5 gram
- Berat pasir : 98 gram

KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

$$\frac{B_0 - B_1}{B_0} \times 100\% = \frac{100 - 98}{100} \times 100\% = 2\%$$

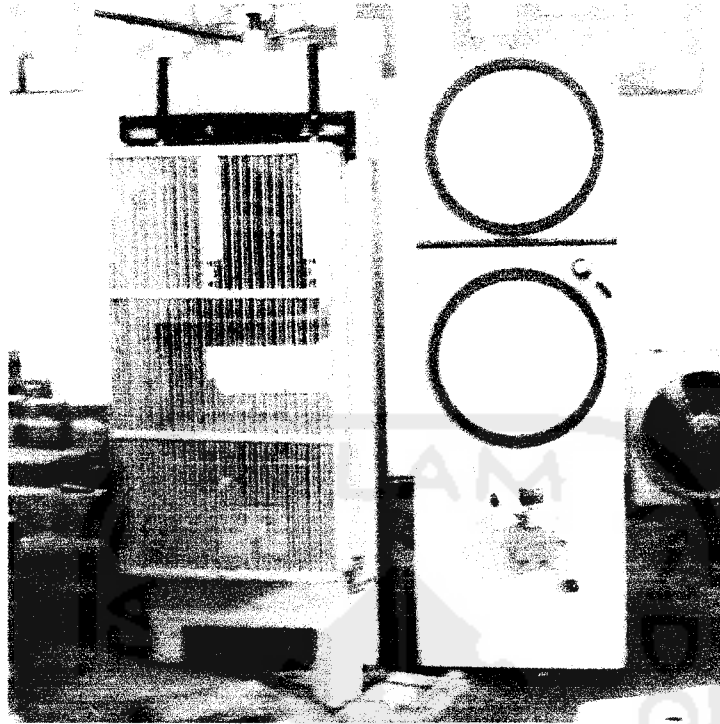
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



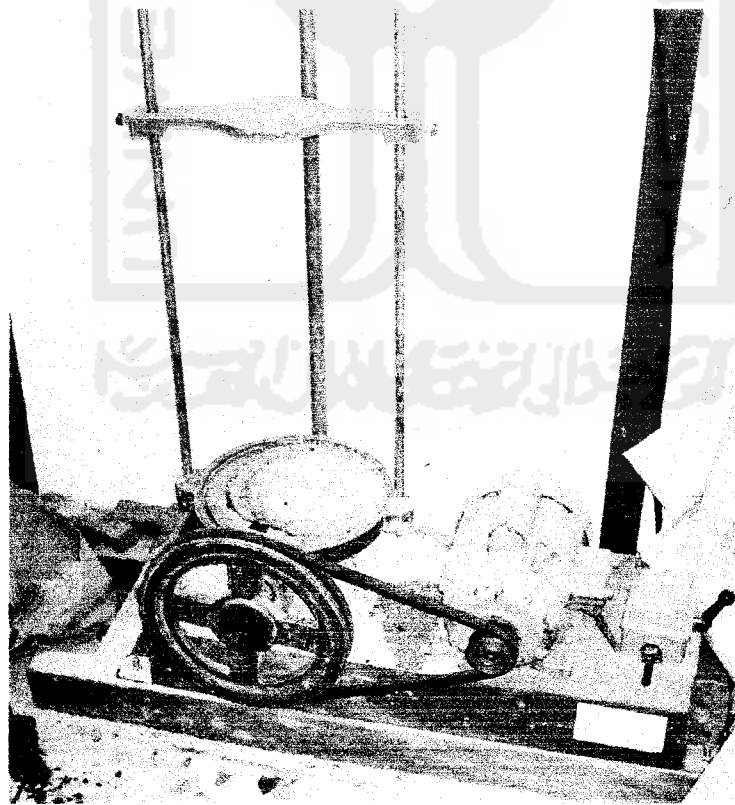
Gambar timbangan



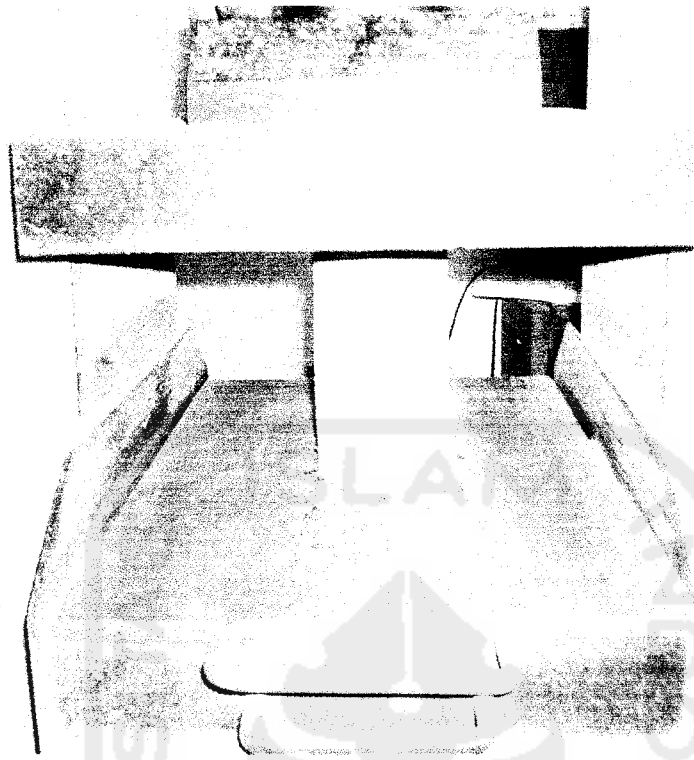
Gambar oven



Gambar Mesin uji deak dan geser *paving block*



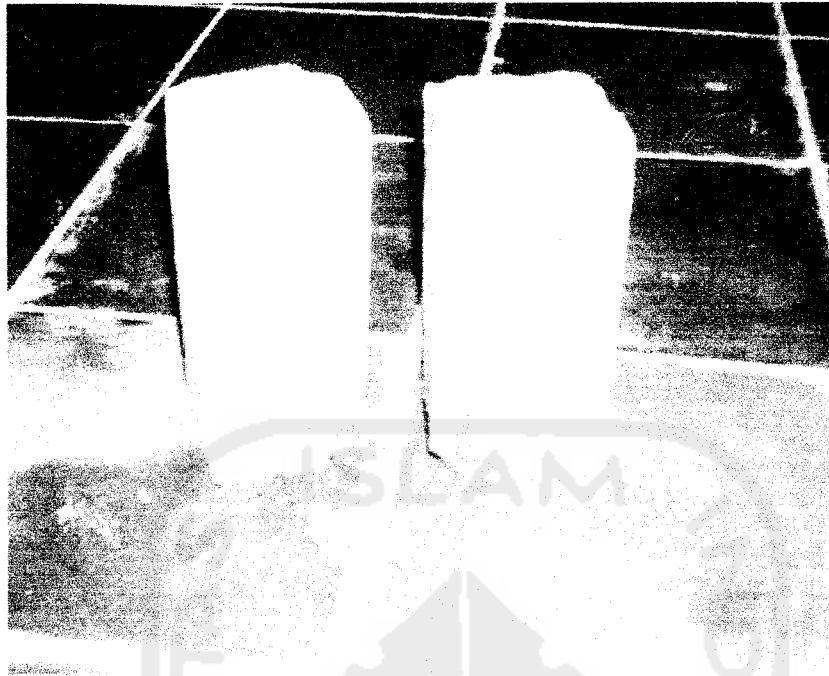
Gambar Mesin ayakan Abu Sekam Padi



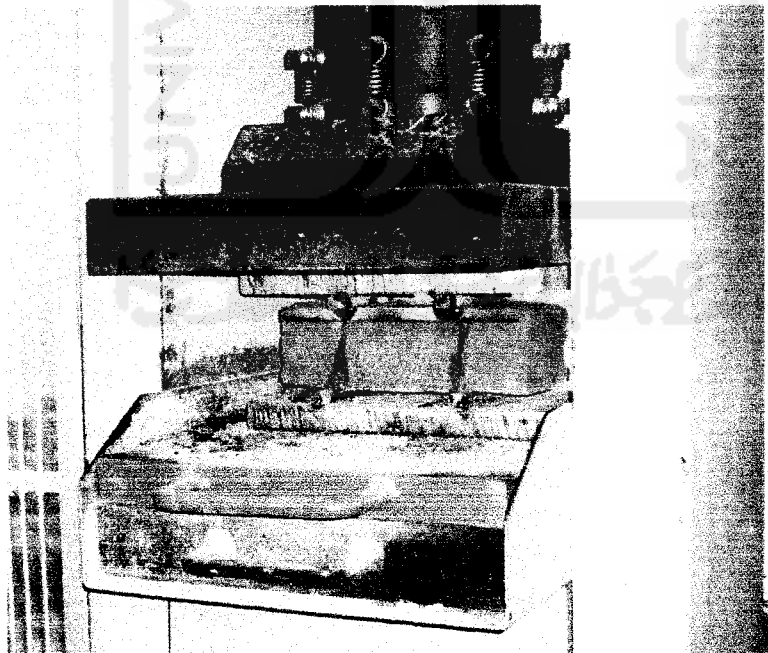
Gambar *paving block* saat pengujian desak



Gambar *paving block* saat pengujian geser



Gambar *paving block* setelah dilaksanakan pengujian desak



Gambar *paving block* setelah pengujian geser



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Greget Anggraito	00 511 233	Teknik Sipil
2.	Agus Prasetyo	00 511 267	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

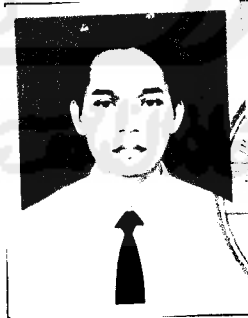
Perilaku mekanik paving block dengan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen

PERIODE KE : IV (Juni 04 -Nop.04)
TAHUN : 2003 - 2004

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		JUN.	JUL.	AGT.	SEP.	OKT.	NOP
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Much.Samsudin,Ir,H,MT

Dosen Pembimbing II : Suharyatmo,Ir,H,MT



Jogyakarta, 05. Agustus. 2004
a.n. Dekan



M.H. Munadhir, MS

Catatan :

Seminar : _____
Sidang : _____

Handwritten notes and signatures:
30/12/04
Dekan
Munadhir

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI KE :	TANGGAL															
	15/9/04	lanjutan																
	2/10/04	Perbaikan & lanjutan																
		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th data-bbox="438 436 542 560">No</th> <th data-bbox="542 436 758 560">Kend</th> <th data-bbox="758 436 949 560">P₁ / BV</th> <th data-bbox="949 436 1157 560">Tahap</th> <th data-bbox="1157 436 1460 560">Kons. Ket. Setoran</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	No	Kend	P ₁ / BV	Tahap	Kons. Ket. Setoran											
No	Kend	P ₁ / BV	Tahap	Kons. Ket. Setoran														
	8/12/04	BV => siapa hasil penelitian																
	9/12/04	lanjutan																
	13/12/04	Perbaikan, mengacu pd penelitian sebelumnya																
	15/12/04	lanjutan																
	20/12/04	Dilanjutkan ke PPT																

20/12/04. - leylhasi & d. siap sidang.
 (daftar in, daftar-lai, listisari)
 - perbaiki apa yg sdr tulis, dan yg sdr kerjakan -
 see