

**TUGAS AKHIR**  
**PENELITIAN LABORATORIUM**  
**POTENSI EKONOMI LIMBAH PEMBAKARAN**  
**KERAMIK KASONGAN TERHADAP**  
**PAVING BLOCK**

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Sebagian  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil



Disusun Oleh :

**AMAN SENTOSA**

No. Mahasiswa : 87310176  
NIRM : 875014330160

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2003**

**TUGAS AKHIR**  
**PENELITIAN LABORATORIUM**  
**POTENSI EKONOMI LIMBAH PEMBAKARAN**  
**KERAMIK KASONGAN TERHADAP PAVING BLOCK**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia**  
**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh**  
**Derajat Sarjana Teknik Sipil**

Disusun Oleh :

**AMAN SENTOSA**

**No. Mhs. : 87310176**

**NIRM : 875014330160**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2003**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**PENELITIAN LABORATORIUM**  
**POTENSI EKONOMI LIMBAH PEMBAKARAN**  
**KERAMIK KASONGAN TERHADAP PAVING BLOCK**

Oleh :

Nama : AMAN SENTOSA

No. Mhs. : 87310176

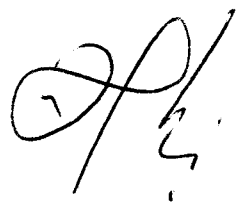
NIRM : 875014330160

Telah disetujui dan diperiksa oleh :

Ir. Tadjuddin B.M.A., M.S.  
Dosen Pembimbing I

  
Tanggal :

Fitri Nugraheni, S.T., M.T.  
Dosen Pembimbing II

  
Tanggal : 5/7/03

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrohmanirrohim*

*Assalammu'alaikum wr.wb.*

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan ridho Nya, karena dengan kasih dan sayang Nya, tugas akhir ini dapat kami selesaikan.

Sholawat dan salam semoga terlimpah kepada Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir hayat.

Tugas akhir dalam bentuk penelitian laboratorium dengan judul “Potensi Ekonomi Limbah Pembakaran Keramik Kasongan Terhadap Paving Block” ini, kami ajukan sebagai syarat guna memperoleh derajat Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Hal ini tidak terlepas dari dukungan serta sumbangan pikiran berbagai pihak yang selalu memberikan motivasi dalam menghadapi hambatan yang terjadi selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan. Untuk itu dengan segala keikhlasan hati kami ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Widodo, M.S.C.E., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
2. Bapak Ir. Tadjuddin B.M.A., M.S., selaku Dosen Pembimbing I,
3. Ibu Fitri Nugraheni, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II,

4. Keluarga dan para sahabat yang telah memberi bantuan dan dukungan moril maupun materiil dalam penyusunan tugas akhir ini,
5. Petugas Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII Yogyakarta,
6. Rekan-rekan mahasiswa di UII, UGM, lembaga ekstra dan intra kampus yang selalu memberi dukungan,

Kami sadari dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Untuk hal itu kami menyampaikan mohon ma'af, dan kami mengharapkan kritik serta saran yang bersifat konstruktif. Semoga tugas akhir ini bermanfaat khususnya bagi mahasiswa Teknik Sipil dan peminat lain umumnya.

*Wassalammu'alaikum Wr.Wb.*

Yogyakarta, April 2003

Penulis

AMAN SENTOSA

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
KATA PENGANTAR.....	II
DAFTAR ISI.....	IV
DAFTAR TABEL.....	VII
DAFTAR GRAFIK.....	V
INTISARI.....	VI
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Masalah.....	5
1.3 Rumusan Masalah.....	7
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
BAB III LANDASAN TEORI.....	11
3.1 Mortar.....	11
3.1.1 Umum.....	11
3.1.2 Jenis-jenis Mortar.....	13
3.1.3 Kekuatan Mortar.....	14
3.2 Beton.....	20
3.2.1 Umum.....	20
3.2.2 Faktor Air Semen (fas).....	21
3.2.3 Umur Beton.....	22

3.2.4 Jenis Semen.....	22
3.2.5 Jumlah Semen.....	23
3.2.6 Sifat Agregat.....	23
3.2.7 Keuntungan dan Kerugian.....	24
Menggunakan Beton	
3.3 Paving Block.....	25
3.3.1 Umum.....	25
3.3.2 Definisi.....	27
3.3.3 Syarat Mutu.....	27
3.3.4 Perkerasan Paving Block.....	28
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	31
4.1 Lokasi Penelitian.....	31
4.2 Bahan Penelitian.....	31
4.3 Peralatan Penelitian.....	32
4.4 Pembuatan Sampel.....	32
4.5 Biaya Pengadaan.....	33
4.6 Pelaksanaan Penelitian.....	33
BAB V PELAKSANAAN PENELITIAN.....	36
5.1 Umum.....	36
5.2 Penelitian Pendahuluan.....	36
5.2.1 Data Bahan.....	36
5.2.2 Menghitung Komposisi.....	37
5.2.3 Pembuatan Benda Uji.....	40

5.2.4 Perawatan Benda Uji.....	41
5.3 Pengujian Kuat Desak Paving Block.....	41
5.4 Pengujian Kuat daya Serap Air .....	41
<b>BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>42</b>
6.1 Hasil Penelitian .....	42
Kuat Desak .....	42
6.1.1 Kuat Desak P.B. Umur 21 Hari.....	42
6.1.2 Kuat Desak P.B. Umur 28 Hari.....	48
6.2 Daya Serap Air .....	55
6.2.1 Daya Serap Air P.B. Umur 21 Hari.....	55
6.2.2 Daya Serap Air P.B. Umur 28 Hari.....	61
6.3 Pembahasan.....	67
6.3.1 Grafik Kuat Desak Rata-rata P.B. Umur 21 Hari.....	68
6.3.2 Grafik Kuat Desak Rata-rata P.B Umur 28 Hari.....	69
6.3.3 Grafik Kadar Air Rata-rata P.B. Umur 21 Hari.....	72
6.3.4 Grafik Kadar Air Rata-rata P.B. Umur 28 Hari.....	73
Uraian Pembahasan.....	75
6.3.5 Biaya Pembuatan Paving Block .....	77
DAFTAR PUSTAKA .....	87
LAMPIRAN.....	89



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Gradasi Pasir Menurut British Standard .....	18
Tabel 3.2 Gradasi Kerikil Menurut British Standard .....	18
Tabel 3.3 Kekuatan Fisik Bata Beton Untuk Lantai.....	28
Tabel 5.1 Komposisi Limbah Abu Sekam .....	37
Tabel 6.1 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 1,5 21 Hari.....	42
Tabel 6.2 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 1,5 + 10 % A.S. 21 Hari .....	43
Tabel 6.3 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 1,5 + 15 % A. S. 21 Hari .....	43
Tabel 6.4 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 1,5 + 20 % A.S. 21 Hari .....	44
Tabel 6.5 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 2,5 21 Hari.....	44
Tabel 6.6 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 2,5 + 10 % A.S. 21 Hari .....	45
Tabel 6.7 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 2,5 + 15 % A. S. 21 Hari .....	45
Tabel 6.8 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 2,5 + 20 % A.S. 21 Hari.....	46
Tabel 6.9 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 3,5 21 Hari.....	46
Tabel 6.10 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 3,5 + 10 % A.S. 21 Hari .....	47
Tabel 6.11 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 3,5 + 15 % A. S. 21 Hari .....	47
Tabel 6.12 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 3,5 + 20 % A.S. 21 Hari .....	48
Tabel 6.13 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 1,5 28 Hari.....	48
Tabel 6.14 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 1,5 + 10 % A.S. 28 Hari .....	49
Tabel 6.15 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 1,5 + 15 % A. S. 28 Hari .....	49
Tabel 6.16 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 1,5 + 20 % A.S. 28 Hari .....	50
Tabel 6.17 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 2,5 28 Hari.....	50
Tabel 6.18 Hasil Fcr <sup>3</sup> 1 : 3 : 2,5 + 10 % A.S. 28 Hari .....	51

Tabel 6.19 Hasil Fer <sup>o</sup> 1 : 3 : 2,5 + 15 % A. S. 28 Hari.....	51
Tabel 6.20 Hasil Fer <sup>o</sup> 1 : 3 : 2,5 + 20 % A.S. 28 Hari.....	52
Tabel 6.21 Hasil Fer <sup>o</sup> 1 : 3 : 3,5 28 Hari.....	52
Tabel 6.22 Hasil Fer <sup>o</sup> 1 : 3 : 3,5 + 10 % A.S. 28 Hari.....	53
Tabel 6.23 Hasil Fer <sup>o</sup> 1 : 3 : 3,5 + 15 % A. S. 28 Hari.....	53
Tabel 6.24 Hasil Fer <sup>o</sup> 1 : 3 : 3,5 + 20 % A.S. 28 Hari.....	54
Tabel 6.25 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B. 1 : 3 : 1,5 21 Hari.....	55
Tabel 6.26 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B 1 : 3 : 1,5 + 10 % A.S. 21 Hari.....	55
Tabel 6.27 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B 1 : 3 : 1,5 + 15 % A.S. 21 Hari.....	56
Tabel 6.28 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B 1 : 3 : 1,5 + 20 % A.S. 21 Hari.....	56
Tabel 6.29 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B. 1 : 3 : 2,5 21 Hari.....	57
Tabel 6.30 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B 1 : 3 : 2,5 + 10 % A.S. 21 Hari.....	57
Tabel 6.31 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B 1 : 3 : 2,5 + 15 % A.S. 21 Hari.....	58
Tabel 6.32 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B 1 : 3 : 2,5 + 20 % A.S. 21 Hari.....	58
Tabel 6.33 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B. 1 : 3 : 3,5 21 Hari.....	59
Tabel 6.34 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B 1 : 3 : 3,5 + 10 % A.S. 21 Hari.....	59
Tabel 6.35 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B 1 : 3 : 3,5 + 15 % A.S. 21 Hari.....	60
Tabel 6.36 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B 1 : 3 : 3,5 + 20 % A.S. 21 Hari.....	60
Tabel 6.37 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B. 1 : 3 : 1,5 28 Hari.....	61
Tabel 6.38 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B 1 : 3 : 1,5 + 10 % A.S. 28 Hari.....	61
Tabel 6.39 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B 1 : 3 : 1,5 + 15 % A.S. 28 Hari.....	62
Tabel 6.40 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B 1 : 3 : 1,5 + 20 % A.S. 28 Hari.....	62
Tabel 6.41 Hasil Wcr <sup>o</sup> P.B. 1 : 3 : 2,5 28 Hari.....	63

Tabel 6.42 Hasil Wcr' P.B 1 : 3 : 2,5 + 10 % A.S. 28 Hari.....	63
Tabel 6.43 Hasil Wcr' P.B 1 : 3 : 2,5 + 15 % A.S. 28 Hari.....	64
Tabel 6.44 Hasil Wcr' P.B 1 : 3 : 2,5 + 20 % A.S. 28 Hari.....	64
Tabel 6.45 Hasil Wcr' P.B. 1 : 3 : 3,5 28 Hari .....	65
Tabel 6.46 Hasil Wcr' P.B 1 : 3 : 3,5 + 10 % A.S. 28 Hari.....	65
Tabel 6.47 Hasil Wcr' P.B 1 : 3 : 3,5 + 15 % A.S. 28 Hari.....	66
Tabel 6.48 Hasil Wcr' P.B 1 : 3 : 3,5 + 20 % A.S. 28 Hari.....	66
Tabel 6.49 Hasil Fcr' .....	67
Tabel 6.50 Hasil Wcr' .....	71
Tabel 6.51 Biaya Pembuatan Paving Block .....	83
Tabel 6.52 Rekapitulasi Biaya dan Kuat Tekan .....	84
Rata-rata P.B. Umur 21 Hari	
Tabel 6.53 Rekapitulasi Biaya dan Kuat Tekan .....	85
Rata-rata P.B. Umur 28 Hari	

## DAFTAR GRAFIK

6.3.1 Grafik Fcr' P.B. Umur 21 Hari.....	68
Variasi Abu Sekam 1 : 3 : 1,5.....	68
Variasi Abu Sekam 1 : 3 : 2,5.....	68
Variasi Abu Sekam 1 : 3 : 3,5.....	69
6.3.2 Grafik Fcr' P.B. Umur 28 Hari.....	69
Variasi Abu Sekam 1 : 3 : 1,5.....	69
Variasi Abu Sekam 1 : 3 : 2,5.....	70
Variasi Abu Sekam 1 : 3 : 3,5.....	70
6.3.3 Grafik Wcr' P.B. Umur 21 hari.....	72
Variasi Abu Sekam 1 : 3 : 1,5.....	72
Variasi Abu Sekam 1 : 3 : 2,5.....	72
Variasi Abu Sekam 1 : 3 : 3,5.....	73
6.3.4 Grafik Wcr' P.B. Umur 28 hari.....	73
Variasi Abu Sekam 1 : 3 : 1,5.....	73
Variasi Abu Sekam 1 : 3 : 2,5.....	74
Variasi Abu Sekam 1 : 3 : 3,5.....	74

## INTISARI

Pemanfaatan abu sekam dalam campuran Paving Block merupakan salah satu upaya untuk menghasilkan Paving Block yang diharapkan secara ekonomis dan berkualitas. Dengan pemanfaatan limbah abu sekam diharapkan tercapai dua hal yaitu penyelamatan lingkungan dan kualitas ekonomis yang semakin baik.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh limbah abu sekam pada campuran pembuatan Paving Block dan mengetahui pengaruh persentase penambahan abu sekam dari berat semen secara kualitas kuat desak dan secara ekonomis. Dalam penelitian ini digunakan empat variasi untuk masing-masing Paving Block dengan tiga tipe menggunakan penambahan abu sekam (10%, 15%, 20%), dan Paving Block tanpa campuran abu sekam, dengan jumlah sampel 5 buah untuk tiap tipe.

Penelitian ini juga untuk mengetahui pengaruh dari keempat tipe Paving Block tersebut di atas terhadap daya serap air.

Paving Block sebagai salah satu bahan konstruksi perkerasan memiliki bahan-bahan penyusun yang hampir sama dengan bahan penyusun mortar maupun beton. Berhubungan dengan masalah beton Paving Block tidak jauh berbeda jika dilihat dari segi teknologinya. Dari pemanfaatan teknologi beton dihubungkan dengan pemanfaatan pada sarana transportasi dengan biaya relatif murah dibanding aspal. Teknologi beton tersebut dapat dimanfaatkan sebagai perkerasan jalan, yaitu Rigid Pavement.

Dari hasil pengujian kuat desak beton terhadap benda uji yang berumur 21 hari dan 28 hari, diperoleh hasil kuat desak rata-rata yang bervariasi namun menunjukkan kecenderungan menurun dengan ditambahkannya abu sekam dengan persentase yang bervariasi dan biaya pembuatan yang semakin meningkat, tetapi daya serap air rata-rata yang makin meningkat pula.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini pemakaian beton sebagai bahan konstruksi, baik itu konstruksi struktural maupun konstruksi non-struktural sudah semakin meluas. Hal ini disebabkan beton memiliki banyak keuntungan serta bahan bakunya tersedia melimpah dengan harga yang relatif murah dan mudah didapat di negara kita (Suhendro, 1991).

Salah satu pemakaian beton sebagai bahan struktur adalah untuk bahan konstruksi perkerasan. Menurut sifat bahannya konstruksi perkerasan dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu konstruksi perkerasan lentur (*flexure pavement*) yang menggunakan bahan ikat aspal dan perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang menggunakan bahan ikat semen atau yang lebih dikenal konstruksi beton semen. Perbedaan keduanya terletak pada kemampuan meneruskan beban lalu lintas ke tanah dasar. Kapasitas kekuatan konstruksi perkerasan beton semen ditentukan oleh lapis platnya sendiri yang dipengaruhi oleh kekuatan beton, sedang kapasitas kekuatan perkerasan lentur ditentukan oleh tebal tiap lapisan.

Teknologi untuk mendapatkan perkerasan jalan yang bermutu dengan biaya seminimal mungkin terus dikembangkan, seperti penggunaan konstruksi perkerasan beton semen (*rigid pavement*) pada daerah-daerah yang keadaan tanah dasar mengalami penurunan tidak stabil atau tanah dengan daya dukung rendah. Langkah

penerapan perkerasan beton semen ini memang tepat, karena selain mengurangi masalah *overloading* kendaraan, mengurangi import aspal, juga mengurangi beban pemeliharaan jalan yang selama ini dirasakan sangat berat.

*Congcrete block (conblock)* untuk perkerasan, yang selanjutnya dalam laporan tugas akhir ini disebut *paving block* atau dapat juga disebut *interblock*, telah digunakan sejak Roma, namun produksi dan pemakaian *paving block* terkunci (*interlocking conblock*) pada skala besar, baru dimulai pada pertengahan tahun 1950-an di Jerman (Bergerhof, 1997), kemudian baru menyebar ke negara-negara lain di Eropa. Di Indonesia pemakaian *paving block* masih dapat dikatakan baru, mulai dari tahun 1977/1978 untuk trotoar jalan Thamrin dan Terminal Bus Pulo Gadung keduanya di Jakarta (Sukarono, 1990).

Perkembangan konstruksi perkerasan dengan menggunakan *paving block* menunjukkan peningkatan yang cukup tinggi. Perkembangan tersebut tidak hanya terbatas pada meluasnya pemakaian tetapi juga termasuk variasi penggunaannya. Penggunaan konstruksi *paving block* di Indonesia setelah pemakaian di jalan Thamrin dan terminal Pulo Gadung Jakarta seperti telah disebutkan di atas, selanjutnya *paving block* digunakan untuk trotoar, tempat parkir dan jalan-jalan di lingkungan kompleks perumahan dan lingkungan kampus, kemudian berkembang ke arah *heavy duty pavement* halnya di pelabuhan Tanjung Priok dan Tanjung Perak (Winarti, 1993).

Penggunaan perkerasan *paving block* ini didukung oleh pemerintah, terutama Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum. Perkerasan *paving block* mempunyai beberapa keuntungan yaitu, a) mempunyai kekuatan (tekan

maupun lentur) dan ketahanan (antara lain terhadap abrasi dan perubahan cuaca) yang tinggi; b) bila persyaratan dipenuhi perkerasan *paving block* mempunyai nilai *skid resistance* yang tinggi; c) perkerasan dapat berdeferformasi dengan penurunan setempat tanpa terjadi retak (*cracking*) dan *paving block*-nya dapat diganti dengan biaya rendah (ini berguna untuk daerah perkotaan yang sering terjadi pekerjaan galian); d) pemasangan *paving block*, disamping perlu banyak tenaga juga memungkinkan untuk menjadi proyek padat karya serta tidak memerlukan ahli dan alat berat; e) pemeliharaannya relatif murah dibanding dengan aspal; f) bahan utama *paving block* adalah dibuat bervariasi hingga dapat dipakai untuk marka jalan, pembuatan pada ruang parkir, keindahan jalan taman dan lain sebagainya.

Dengan melihat kenyataan bahwa penggunaan *paving block* sebagai bahan konstruksi perkerasaan semakin meningkat maka diperlukan adanya *paving block-paving block* dengan kualitas yang tinggi.

Pada hakekatnya pembuatan *paving block* dilakukan dengan mesin cetak, sehingga dapat dihasilkan mutu *paving block* yang memenuhi syarat kuat desak secara merata. Pada kenyataannya untuk pembuatan *paving block* yang dilaksanakan massal (padat karya), dibuat secara manual.

Alasan pembuatan *paving block* secara manual adalah berdasarkan pada pengadaan perkerasan jalan menggunakan *paving block* dengan pemanfaatan sumber daya desa berupa pasir dan kerikil (bahan yang mudah didapat) maupun tenaga manusianya, sehingga diperoleh perkerasan jalan dengan harga relatif murah dan tujuan pembuatan perkerasan dapat dilaksanakan.



Pembuatan *paving block* secara manual (menggunakan perlengkapan yang sederhana) terdapat dua macam cara yaitu pembuatan dengan alat bantu pemadat berupa pengungkit dan pemadat dengan sistim tumbuk. Alat cetak yang menggunakan pengungkit ini cenderung jarang digunakan dengan alasan ekonomi (mahalnya alat), tinggi *paving block* yang dihasilkan tidak persis sama dalam tiap sampel, sehingga kekuatan tidak merata. Jika ditinjau dari pekerja yang mengerjakan sebuah *paving block* adalah lebih dari dua orang pekerja (memakan waktu relatif lebih lama), maka dalam masyarakat cenderung menggunakan cara yang kedua yaitu menggunakan sistim tumbuk (dilihat dari waktu dan jumlah pekerja jauh lebih menguntungkan).

Dilihat dari berbagai analisa di atas maka berbagai macam keuntungan yang dapat diperoleh dari pembuatan *paving block* adalah:

- a) bahan-bahan dasar yang mudah didapat,
- b) pengerjaan menggunakan perlengkapan yang sederhana,
- c) tidak memerlukan tenaga ahli,
- d) tidak adanya bahan sisa yang mubazir,
- e) karena dikerjakan sepenuhnya dengan tenaga manusia (padat karya) akan menumbuhkan lapangan kerja,
- f) dapat dengan mudah memilih dan menentukan kualitas yang diinginkan.

## 1.2 Batasan Masalah

Penelitian ini dititikberatkan sesuai dengan tujuan penelitian. Agar pembahasan tidak meluas, maka diberikan batasan-batasan masalah yang meliputi :

1. Pasir dan kerikil yang digunakan berasal dari sungai Progo.
2. Semen yang digunakan semen Gresik
3. Menggunakan bahan tambah lain limbah pembakaran keramik Kasongan
4. Kualitas agregat dan semen tidak didefinisikan secara mendetail, tetapi apa adanya seperti yang ada di pasaran.
5. Pengujian kuat desak menggunakan perbandingan berat semen : pasir (lolos saringan  $\neq$  02 mm), kerikil (lolos saringan  $\neq$  10 mm tertahan di saringan  $\neq$  08 mm) adalah 1 : 3 : 1,5; 1 : 3 : 2,5 dan 1 : 3 : 3,5 dengan jumlah air tetap.
6. Bentuk *paving block* dibatasi 1 macam (lihat Lampiran 1) sesuai yang terlaris di pasaran berdasarkan survey, yaitu bentuk persegi panjang (Holand).
7. Tebal *paving block* 60 mm untuk tiap sampel.
8. Jumlah tumbukan yaitu 20 kali pada sampel karena jumlah tumbukan ini adalah yang terbaik (Jatmiko, HD., 1996).
9. Penumbukan dikerjakan oleh pekerja dewasa sehat
10. Umur sampel 21 dan 28 hari
11. Jumlah sampel masing-masing 10 benda uji tiap tipe dengan 3 jenis
12. Jumlah seluruh sampel benda uji untuk non tambahan limbah dan dengan tambahan limbah 240 buah.
13. Berat limbah pembakaran keramik Kasongan sebanyak 10%, 15%, 20% dari berat semen. untuk masing-masing perbandingan 1 : 3 : 1,5; 1 : 3 : 2,5 dan 1 : 3 : 3,5.

14. Untuk masing-masing perbandingan pasir, kerikil dan semen non tambahan limbah

tipe:

I (1 : 3 : 1,5) sebanyak 10 benda uji

II (1 : 3 : 2,5) sebanyak 10 benda uji

III (1 : 3 : 3,5) sebanyak 10 benda uji

Dengan umur 21 hari

Dengan umur 28 hari sama dengan tersebut di atas. Jadi jumlah benda uji untuk tipe non tambahan limbah adalah 60 buah sampel.

15. Untuk masing-masing perbandingan pasir, kerikil dan semen dengan tambahan limbah

tipe :

I (1 : 3 : 1,5) + limbah 10% berat semen = 10 benda uji

(1 : 3 : 1,5) + limbah 15% berat semen = 10 benda uji

(1 : 3 : 1,5) + limbah 20% berat semen = 10 benda uji

II (1 : 3 : 2,5) + limbah 10% berat semen = 10 benda uji

(1 : 3 : 2,5) + limbah 15% berat semen = 10 benda uji

(1 : 3 : 2,5) + limbah 20% berat semen = 10 benda uji

III (1 : 3 : 2,5) + limbah 10% berat semen = 10 benda uji

(1 : 3 : 2,5) + limbah 15% berat semen = 10 benda uji

(1 : 3 : 2,5) + limbah 20% berat semen = 10 benda uji

Dengan umur 21 hari,

Dengan umur 28 hari sama dengan tersebut di atas. Jadi jumlah benda uji untuk tipe dengan tambahan limbah adalah 180 buah sampel.

16. Analisis dilakukan untuk konstruksi perkerasan jalan.

### 1.3 Rumusan Masalah

Ideal suatu *paving block* adalah mempunyai kualitas merata, dengan maksud bahwa kualitas setiap bagian *paving block* adalah sama atau minimal memenuhi syarat kuat desak dan penyerapan minimum. Selanjutnya diharapkan jalan dengan perkerasan *paving block* bisa berfungsi secara maksimal.

Permasalahan di atas dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Mutu *paving block* yang ada di pasaran saat ini sangat rendah dengan banyaknya *paving block* yang pecah-pecah maupun gerimpil.
2. Penentuan bentuk dalam pemasangan *paving block* tidak sesuai dengan kebutuhan yang sebenarnya, dimana bentuk *paving block* mempengaruhi kekuatannya.
3. Kemampuan daya serap air pada *paving block* belum banyak diperhitungkan, baik oleh konsumen maupun produsen, padahal hal tersebut sangat perlu bagi kepentingan lingkungan hidup.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian pengaruh bentuk *paving block* dan variasi campuran kerikil terhadap kuat desak dan daya serap air meliputi :

1. Mengetahui pengaruh penambahan bahan tambah limbah abu sekam Kasongan pada kuat desak dan daya serap air *paving block*.
2. Menghitung biaya pembuatan *paving block* yang diberi bahan tambah abu sekam Kasongan.

3. Mengetahui nilai ekonomis *paving block* yang memiliki kuat desak dan daya serap air optimum. Meningkatkan pengetahuan mutu bahan konstruksi, dalam hal ini adalah *paving block* berdasarkan variasi bentuk dan campuran kerikil yang ada di pasaran.

### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan pengetahuan peneliti tentang mutu bahan konstruksi, dalam hal ini adalah *paving block* berdasarkan bahan tambah limbah Kasongan.
2. Dapat menunjang pengadaan bahan konstruksi yang telah ada sebelumnya dengan penambahan limbah, dimana pada campuran *paving block* yang telah ada sebelumnya tanpa menggunakan bahan tambah limbah.
3. Menambah referensi pengetahuan bagi para mahasiswa, kaum akademika maupun peneliti selanjutnya yang berminat melakukan penelitian di masa-masa yang akan datang.
4. Diharapkan menjadi masukan bagi para kontraktor dan masyarakat pada umumnya.
5. Manfaat bagi sumber daya manusia adalah dapat mengurangi pengangguran pada masa produktif terutama pada daerah pedesaan, dan dapat meningkatkan ekonomi tiap personal yang dapat memanfaatkan teknologi *paving block* tersebut.
6. Manfaat bagi sumber daya alam adalah sumber daya alam berupa pasir dan kerikil yang kebanyakan hanya dimanfaatkan sebagai bahan atau alat membangun rumah, namun jika ditelusuri lebih lanjut banyak sekali manfaatnya, sebagai contoh : *paving block*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Barber dan Knapton (1977 dan 1979), menyatakan bahwa *paving block* yang berbentuk segi banyak/Uni dan persegi empat berpenampilan sama di bawah beban (pola perkerasan lalu lintas).

Shackle (1980a), menyatakan bahwa penampilan dari perkerasan *paving block* (yang dikaitkan dengan beban) tidak bergantung kuat tekan dalam keadaan basah ataupun kering, seperti pada kuat lentur interval yang distudinya yaitu antara 35 Mpa hingga 55 Mpa (kuat tekan basah), selain itu Shackle (1980b) juga mengatakan bahwa kekuatan *paving block* bukan merupakan kriteria yang penting untuk *paving block* segi empat dibanding dengan bentuk bergigi.

Shackle (1980), Working Group D3 (1980) dan Knapton (1976), mengatakan bahwa penampilan perkerasan tidak bergantung kepada ketebalan *paving block*.

Shackle (180), Clark (1980) dan Dutruel & Dardade (1980) menyimpulkan bahwa makin tebal *paving block* makin baik penampilan perkerasannya.

Shackle (180) mengatakan bahwa bentuk *paving block* segi banyak/bergerigi/uni berpenampilan lebih baik (dalam hal *rutting* dan *creep*) daripada *paving block* yang berbentuk segi empat (bentuk tak terkunci).

Sharp dan Armstrong (1983), menyatakan bahwa sejak *paving block* diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1977 maka penggunaan *paving block* semakin

meningkat, bahkan hingga tahun 1983 produksi *paving block* di Indonesia sudah mencapai 1.000.000m<sup>2</sup>.

Kuipers (1984) mengatakan bahwa perkerasan *paving block* di daerah industri berat, bentuk segi empat adalah bentuk yang lebih rendah dan tingkat *rutting* (baik pada keadaan awal maupun dalam perkembangannya) yang lebih tinggi dibanding bentuk segi empat.

Sanchez (1984) *paving block* yang *porous* atau tidak baik pematatannya akan sangat dipengaruhi oleh adanya lapisan es (*frost*) dan garam penghilang lapisan es (*deicing salts*) sehingga daya tahan *paving block* akan berkurang.

Houben dan kawan-kawan (1984) menyatakan bahwa kebanyakan negara-menggunakan kuat tekan untuk es kontrol produksi *paving block* kecuali Belanda dan Finlandia yang menggunakan kekuatan lentur.

Sastrowijoyo (1984), menyatakan bahwa gerimpil atau pecah ujung pada *paving block* bergigi juga banyak terjadi pada perkerasan. Berdasarkan hal tersebut maka disarankan untuk menggunakan *paving block* segi empat pada perkerasan yang digunakan untuk lalu lintas berat, sedangkan perkerasan untuk lalu lintas sedang dan ringan dapat menggunakan bentuk *paving block* segi empat atau yang lainnya yang sesuai.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

*Paving block* sebagai salah satu bahan konstruksi perkerasan memiliki bahan-bahan penyusun yang hampir sama dengan bahan penyusun mortar maupun beton. Sebagai pembanding perbedaan maupun persamaan antara mortar, beton dan *paving block* dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### 3.1 MORTAR

Penjelasan mengenai mortar akan diuraikan dalam beberapa bagian meliputi pengetahuan mortar secara umum, jenis-jenis mortar, dan kekuatan mortar.

##### 1. Umum

Mortar adalah sebuah campuran semen, pasir dan air dengan atau tanpa bahan tambah (Somiyaji, 1995). Fungsi utama mortar ialah untuk mengikat dan melekatkan unit-unit yang bersifat individual (bata/batuan) secara bersama sehingga membentuk sebuah unit tunggal yang lebih besar dan kompak. Selain itu mortar juga memiliki fungsi lain yaitu:

- a. Bertindak sebagai material dudukan untuk unit-unit (bata/batuan).
- b. Memberikan kekuatan terhadap konstruksi dinding, dan
- c. Dapat digunakan untuk memberikan kualitas keindahan pada dinding.



Kekuatan mortar terjadi karena rongga-rongga yang terbentuk antara butiran-butiran pasir diisi oleh butiran yang lebih kecil (yaitu butiran bahan ikat) yang menyelimuti seluruh permukaan pasir sehingga bahan bentukan tersebut menjadi lebih mampat. Selain itu sifat hidrolis bahan ikat, adalah jika terkena air akan terjadi reaksi kimia yang menghasilkan bahan semacam zat perekat, dan memperkuat mortar. Pasir sebagai bahan pengisi merupakan bahan yang akan diikat oleh pasta yang terbentuk antara bahan ikat dan air. Namun demikian kekuatan mortar juga ikut dipengaruhi oleh agregat penyusunnya (pasir). Jika agregat yang digunakan mempunyai kekuatan yang tinggi maka mortar yang dihasilkan juga akan mempunyai kekuatan yang tinggi (Somyaji, 1995).

Di lapangan, mortar semen banyak digunakan terutama untuk komponen-komponen non-struktural pada bangunan gedung dan rumah. Namun demikian dengan proporsi tertentu, mortar semen juga dapat digunakan untuk komponen struktural, misalnya pada pondasi staal yang menggunakan pasangan batu kali (Somyaji, 1995).

Mortar yang baik harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut: murah, tahan lama, mudah dikerjakan, melekat baik dengan bata/batu dan sebagainya, cepat kering/mengeras tahan terhadap rembesan air, tidak timbul retak-retak setelah pemasangan (Tjokrodinuljo, 1996).

## 2. Jenis-jenis Mortar

Berdasarkan jenis bahan ikatnya, mortar dapat dibagi menjadi empat jenis yaitu mortar lumpur/lempung, mortar kapur, mortar semen dan mortar komposit seperti penjelasan berikut ini (Tjokrodimuljo, 1996).

### a. Mortar Lempung/Lumpur (*Roud Mortar*)

Mortar lumpur diperoleh dari campuran pasir, lumpur/tanah liat dengan air. Pasir, tanah liat dan air tersebut dicampur sampai rata dan mempunyai kelecakan yang cukup baik. Jumlah pasir harus diberikan secara tepat untuk memperoleh adukan yang baik. Terlalu sedikit pasir menghasilkan mortar yang retak-retak setelah mengeras akibat besarnya susut pengeringan. Terlalu banyak pasir menyebabkan adukan yang kurang mampu melekat dengan baik. Mortar jenis ini digunakan sebagai bahan tembok atau tungku api di pedesaan.

### b. Mortar Kapur

Mortar jenis ini dibuat dari campuran pasir, kapur dan air. Kapur dan pasir mula-mula dicampur dalam keadaan kering, kemudian ditambah air. Air ini diberikan secukupnya untuk memperoleh adukan yang konsisten/kelecakan yang baik. Selama proses pengerasan kapur mengalami susutan, sehingga jumlah pasir yang umum digunakan adalah dua atau tiga kali volume kapur. Kapur yang digunakan bisa *fat lime* atau *hydrolie lime*.

### c. Mortar Semen

Mortar semen merupakan campuran semen, pasir dan air pada proporsi yang sesuai. Perbandingan volume semen dan pasir berkisar antara 1:2 sampai 1:6 atau

lebih tergantung penggunaannya. Mortar semen lebih kuat dari jenis mortar lain. Oleh karena itu mortar semen lebih sering digunakan untuk tembok, pilar, kolom atau bagian-bagian lain yang menahan beban. Karena mortar ini rapat air, maka sering digunakan untuk bagian luar dan yang berada di bawah tanah.

#### **d. Mortar Komposit**

Mortar komposit adalah mortar kapur dengan penambahan sejumlah semen sehingga dikenal juga sebagai mortar kapur semen. Mortar ini sangat baik untuk batu bata dan dapat dicetak dua jam setelah penambahan semen.

Di lapangan keempat jenis mortar tersebut selain digunakan sebagai bahan plesteran, dipakai pula sebagai bahan pada industri bahan bangunan, misalnya untuk pembuatan butaton, *paving block*, genteng, dan lain-lain (Munir, 1996).

Selain dari keempat mortar tersebut di atas, dikenal pula jenis mortar yang lain yaitu mortar khusus yang digunakan pada kondisi khusus dengan tujuan tertentu. Ada dua jenis mortar khusus yaitu (Tjokrodimuljo, 1996).

- 1) Mortar Ringan. Mortar ringan diperoleh dengan menambahkan *asbestos fibres*, *jute fibres*, butir-butir kayu, serbuk gergajian dan sebagainya, dan
- 2) Mortar Tahan Api. Mortar tahan api diperoleh dengan menambahkan bubu api dengan *aluminous cement*.

### **3. Kekuatan Mortar**

Untuk mengetahui mutu mortar umumnya digunakan beberapa sifat mortar, antara lain kuat tekan, kuat tarik dan kuat lekat sebagai acuannya. Pada beton

umumnya sifat-sifat beton akan lebih baik jika kuat tekannya tinggi (Tjokrodimuljo, 1996). Hal ini ternyata berbeda dengan mortar di mana peningkatan kuat tekan tidak selalu diikuti oleh peningkatan kuat tarik dan kuat lekatnya (Somiyaji, 1995). Kuat tekan mortar semen antara lain dipengaruhi faktor-faktor seperti fas; jenis, kehalusan dan jumlah semen; bentuk dan gradasi agregat seperti yang akan diterangkan sebagai berikut ini.

#### a. Faktor Air Semen (Fas)

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan antara berat air dan berat semen (Gideon, 1993) secara matematis dapat ditulis sebagai berikut ini:

$$\text{fas} = \frac{\text{berat air}}{\text{berat semen}}$$

#### b. Jenis, Kehalusan dan Jumlah Semen

Jenis semen yang biasa digunakan dalam pembuatan mortar adalah jenis I dan II (Somiyaji, 1995). Menurut SII. 003-81 semen *Portland* dibagi menjadi lima jenis, yaitu jenis I, II, III, IV dan V dengan spesifikasi sebagai berikut ini (Tjokrodimuljo, 1996).

- Jenis I : Semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus.
- Jenis II : Semen untuk beton tahan sulfat dan mempunyai panas dihidrasi sedang.
- Jenis III : Semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras).

Jenis IV : Semen untuk beton yang memerlukan panas dihidrasi rendah.

Jenis V : Semen untuk beton yang sangat tahan sulfat.

Pada dasarnya semen mengandung empat unsur yang penting yaitu (Tjokrodimuljo, 1996):

- a. Trikalsium Silikat ( $C_3S$ ) atau  $CaO SiO_2$ .
- b. Dikalsium Silikat ( $C_2S$ ) atau  $2CaO SiO_2$ .
- c. Trikalsium Aluminat ( $C_3A$ ) atau  $3CaO Al_2O_3$ , dan
- d. Tetrakalsium Aluminoforit ( $C_4AF$ ) atau  $4CaO Al_2O_3 Fe_2O_3$ .

Kehalusan semen juga ternyata memberikan pengaruh pada kekuatan mortar/beton. Reaksi antar semen dan air dimulai dari permukaan butir-butir semen, sehingga semakin luas permukaan butir-butir semen (dari berat semen yang sama) makin cepat proses hidrasinya. Hal ini berarti bahwa butir-butir semen yang halus akan menjadi kuat dan menghasilkan panas hidrasi yang lebih cepat dari pasta semen dari butir-butir yang lebih kasar. Secara umum semen berbutir halus meningkatkan kohesi pada mortar/beton segar dan dapat pula mengurangi *bleeding*, akan tetapi menambah kecenderungan susutan yang lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut. Menurut SII 0013-81, paling sedikit 90% berat semen harus dapat lewat ayakan lubang 0,09 mm. Namun perlu dicatat, bahwa jika butir-butir semen terlalu halus, sifat semen akan menjadi kebalikannya karena terjadi hidrasi awal oleh kelambatan (Tjokrodimuljo, 1996).

Selain dipengaruhi oleh jenis dan kehalusan semen, kekuatan mortar juga dipengaruhi oleh jumlah semen yang digunakan. Yang dimaksud dengan jumlah

semen di sini yaitu angka perbandingan antara semen dengan pasir pada mortar semen.

### **c. Bentuk dan Gradasi Agregat**

Bentuk agregat dapat bulat, bulat sebagian, besudut tajam, panjang dan pipih. Rongga udara yang terdapat dalam agregat normal berkisar antara 33% sampai 40%. Besarnya rongga udara dalam adukan mortar akan menentukan kekuatan mortar. Oleh karena itu dalam campuran mortar rongga udara seharusnya dibuat serendah mungkin. Pada umumnya pasir dengan rongga udara yang kecil lebih disukai karena hanya memerlukan pasta semen yang sedikit untuk mendapatkan mortar dengan kekuatan tinggi. Pasir yang memiliki bentuk bulat ikatan antar butir-butirnya relatif lebih kecil dibandingkan dengan pasir yang bebentuk tajam dan bersudut (Tjokrodinuljo, 1996).

Faktor lain yang berpengaruh terhadap kekuatan mortar adalah distribusi ukuran butiran agregat atau biasa disebut gradasi agregat. Gradasi yang baik adalah gradasi yang memiliki ukuran butiran yang beragam. Hal ini disebabkan butiran yang kecil mampu mengisi pori-pori diantara butiran yang lebih besar sehingga kemampatannya tinggi. Gradasi pasir yang dipakai di Indonesia menurut British Standard terbagi menjadi empat kelompok meliputi (1) pasir kasar, (2) pasir agak kasar, (3) pasir agak halus, dan (4) pasir halus.

Tabel 3.1 Gradasi Pasir Menurut British Standard

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat 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 – 90	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15
	<b>Pasir Kasar</b>	<b>Agak Kasar</b>	<b>Agak Halus</b>	<b>Pasir Halus</b>

Tabel 3.2 Gradasi Kerikil Menurut British Standard (Tjokrodinuljo, 1996):

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan Besar Butir Maksimum		
	40 mm	20 mm	12,5mm
40	95 – 100	100	100
20	30 – 70	95 – 100	100
12,5	-----	-----	90 – 100
10	10 – 35	25 – 55	40 – 85
4,8	0 – 5	0 – 10	0 – 10

Pasir sebagai bahan beton menurut PUBI-82 harus memenuhi persyaratan sebagai berikut ini:

- (1) Pasir beton harus bersih. Bila diuji memakai larutan pencuci khusus, tinggi endapan pasir yang kelihatan dibandingkan dengan tinggi seluruh endapan tidak kurang dari 70%.
- (2) Kadar lumpur tidak lebih dari 5%.
- (3) Modulus halus butir berkisar antara 2,2 – 3,2.

- (4) Pasir tidak boleh mengandung zat organik yang dapat mengurangi mutu beton. Untuk itu bila direndam dalam larutan NaOH, cairan endapan di atas tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.
- (5) Kekekalan terhadap larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , fraksi yang hancur tidak lebih dari 12% berat dan kekekalan terhadap larutan  $\text{MgSO}_4$ , fraksi yang hancur tidak lebih dari 10% berat.
- (6) Untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, reaksi pasir terhadap alkali harus negatif.

#### d. Cara Pemasangan

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada waktu proses pemasangan mortar adalah sebagai berikut ini:

- 1) Bata atau batu yang diletakkan dengan mortar harus direndam dalam air sampai jenuh sebelum dikerjakan. Hal ini untuk menghindari penghisapan air oleh bata atau batu dari mortar, yang mengakibatkan jumlah air dalam mortar berkurang.
- 2) Mortar harus segera dipasang di tempat yang diinginkan setelah diaduk. Mortar semen harus dipasang dalam waktu kurang dari 30 menit setelah semen dan air tercampur, adapun mortar kapur dalam waktu 36 jam. Setelah terpasang mortar harus selalu keadaan lembab.
- 3) Adukan mortar harus diusahakan yang sekeras-kerasnya (lawan dari encer, atau lunak) tetapi yang masih dapat dikerjakan.



- 4) Bangunan yang dibuat dengan mortar harus selalu dibasahi atau dilembabkan selama kurang lebih satu minggu. Untuk bagian yang terkena air atau sinar matahari harus ditutup.
- 5) Bangunan yang dibuat dari mortar tidak boleh dibebani sebelum mortarnya keras.

#### **e. Umur Mortar**

Peningkatan kekuatan mortar sangat dipengaruhi oleh peningkatan ikatan akibat gel yang terbentuk dalam proses hidrasi semen. Sementara itu proses hidrasi semen sangat lambat, bahkan untuk penyempurnaan ikatan, proses hidrasi semen dapat berlangsung sampai 50 tahun (Tjokrodinuljo, 1996). Dengan demikian umur mortar memberikan pengaruh terhadap kekuatan mortar.

### **3.2 BETON**

Penjelasan mengenai beton akan diuraikan dalam beberapa bagian meliputi pengetahuan beton secara umum, faktor air semen (fas), umur beton, jenis semen, jumlah semen, sifat agregat, serta keuntungan dan kerugian menggunakan beton seperti di bawah ini.

#### **1. Umum**

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen Portland, air dan agregat (dan kadang-kadang bahan tambah, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non-kimia) perbandingan tertentu.

## 2. Faktor Air Semen (fas)

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan antara berat air dan berat semen (Gideon, 1993):

$$\text{fas} = \frac{\text{berat air}}{\text{berat semen}}$$

Hubungan antara faktor air semen (fas) dan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919) dalam Tjokrodimuljo, 1996; sebagai berikut:

$$f'_c = \frac{A}{B^{1,5X}}$$

dengan :

$f'_c$  = kuat tekan beton

X = fas (yang semula dalam proporsi volume)

A,B = konstanta

Dengan demikian semakin besar faktor air semen (fas) semakin rendah tekan betonnya. Walaupun menurut rumus tersebut tampak semakin rendah fas kekuatan beton semakin tinggi, akan tetapi karena kesulitan pematatan maka di bawah fas tertentu (yaitu sekitar 0,40) kekuatan beton itu malahan lebih rendah, karena betonnya kurang padat akibat pematatannya sulit. Dengan demikian ada satu nilai dfaktor air semen optimum yang menghaiikan kuat tekan beton maksimum.

Untuk mengatasi kesulitan pemadatan dapat dilakukan dengan cara pemadatan memakai alat getar (*vibrator*) atau dengan menggunakan bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) yang bersifat menambah kemudahan pengerjaan (keenceran) adukan beton.

### **3. Umur Beton**

Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton itu. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi fas semakin lambat kenaikan kekuatannya, dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatannya.

### **4. Jenis Semen**

Menurut SII 0031-81 semen portland dibagi menjadi lima jenis sebagai berikut:

- Jenis I : Semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus.
- Jenis II : Semen untuk beton tahan sulfat dan mempunyai panas dihidrasi sedang.
- Jenis III : Semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras).
- Jenis IV : Semen untuk beton yang memerlukan panas dihidrasi rendah.
- Jenis V : Semen untuk beton yang sangat tahan sulfat.

Jenis-jenis semen tersebut mempunyai kecepatan kenaikan kekuatan yang berbeda.

## 5. Jumlah Semen

Pada jumlah kandungan agregat yang normal, pengaruh jumlah volume agregat per kubik beton sebenarnya hanya kecil saja. Jika faktor air semen sama, beton dengan kandungan semen lebih sedikit mempunyai kekuatan lebih tinggi. Hal ini karena jumlah semen sedikit berarti jumlah air juga sedikit, pastinya juga sedikit, yang berarti kandungan pori lebih sedikit daripada beton dengan kandungan semen banyak. Perlu dicatat bahwa jika faktor air semen sama dan kandungan semen lebih sedikit akan terjadi adukan yang lebih kental (nilai slam lebih rendah) sehingga pemadatannya lebih sulit.

Jika nilai slam sama, (nilai faktor air semen berubah) beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi jika kandungan semen lebih banyak. Hal ini karena nilai slam banyak ditentukan oleh jumlah air dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja. Jika jumlah semen banyak berarti pengurangan nilai faktor air semen yang berarti penambahan kekuatan beton. Untuk kondisi seperti ini jumlah semen per meter kubik beton mempengaruhi kekuatan beton.

## 6. Sifat Agregat

Pengaruh kekuatan agregat terhadap kekuatan beton sebenarnya tidak begitu besar karena umumnya kekuatan agregat lebih tinggi daripada pastanya. Meskipun demikian bila dikehendaki kekuatan beton yang tinggi, diperlukan juga agregat yang kuat agar kekuatannya tidak lebih rendah daripada pastanya.

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton ialah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya.

Semakin ebsar ukuran maksimum agregat yang dipakai akan berakibat semakin tinggi kekuatan betonnya. Hal ini karena pada pemakaian butir agregat besar menyebabkan pemakaian pasta yang lebih sedikit berarti porinya sedikit pula. Namun karena butir-butirnya besar mengakibatkan luas permukaannya lebih sempit, dan ini berakibat lekatan antara pasta semen dan agregatnya kurang tepat. Lagipula karena butirannya yang besar menghalangi susutan pasta, dan ini berakibat retakan-retakan kecil pada pasta di sekitar butirannya. Kedua hal ini memperlemah kekuatan beton.

#### **7. Keuntungan dan Kerugian menggunakan Beton (Tjokrodimuljo, 1996).**

Dibandingkan bahan bangunan lain keuntungan dan kerugian menggunakan beton adalah sebagai berikut ini:

##### **a. Keuntungannya adalah :**

- 1) Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal, kecuali semen portland.
- 2) Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan/pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- 3) Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran seberapapun sesuai dengan keinginan.
- 4) Cetakan dapat dipakai ulang beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi murah.
- 5) Beton segar dapat disemprotkan di permukaan beton lama yang retak maupun diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan.

- 6) Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
- 7) Beton termasuk tahan aus dan kebakaran, sehingga biaya perawatannya termasuk rendah.

**b. Kerugiannya adalah :**

- 1) Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak.
- 2) Beton segar mengerut saat pengeringan dan beton keras mengembang jika basah.
- 3) Beton keras mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu.
- 4) Beton sulit untuk kedap air secara sempurna dan bersifat daktail (getas).

### **3.3 PAVING BLOCK**

Penjelasan *paving block* akan diuraikan dalam beberapa bagian meliputi pengetahuan *paving block* secara umum, definisi, syarat mutu, dan perkerasan *paving block* seperti berikut ini.

#### **1. Umum**

Berhubungan dengan masalah beton, beton *paving* tidak jauh berbeda jika dilihat dari segi teknologinya, susunan komponen pembuatnya yaitu semen, pasir, kekil dan air, selain itu cara pengujian kuat desak dan daya serap air maupun pemeliharaannya juga sama. Namun jika dilihat dari cara pembuatan, diameter agregat yang dipakai, faktor air semen yang berpengaruh pada nilai slump *paving block* mendekati nol, koefisien pengali kuat desak beton dihubungkan dengan umur

beton (sebagai contoh pada umur 7 hari, koefisien pengali beton setelah didesak adalah 64% sedangkan untuk *paving block* adalah 95%) adalah berbeda. dari berbagai perbedaan dan persamaan antara beton dan *paving block* tersebut, maka pada *paving block* diperlukan perilaku khusus yaitu dalam pembuatan, perawatan, umur pemakaian yang berbeda dari beton pada umumnya.

Dari pemanfaatan teknologi beton dihubungkan dengan pemanfaatan sarana transportasi, yang dilihat dari keuntungan beton yaitu dari segi kemudahan mendapatkan bahan penyusun, kemudahan cara pembuatan, kemudahan biaya perawatan, biaya yang relatif lebih murah dibandingkan aspal, dan dari segi kekuatan yang dicapai relatif tinggi, maka teknologi beton tersebut dapat dimanfaatkan sebagai perkerasan jalan, yaitu sebagai *rigid pavement* (perkerasan jalan menggunakan beton).

Pada perkerasan jalan menggunakan *paving block* ini, diusahakan dalam hal pemasangan, jangan sampai terjadi celah yang berakibat rusaknya struktur jalan tersebut. Kerusakan timbul dari celah antar *paving block* yang dapat meresapkan air, sehingga bila terjadi beban dinamis yang melewati struktur jalan, *paving block* dan struktur di bawahnya menjadi rusak.

Penggunaan *paving block* yang berwawasan lingkungan ini dapat dimanfaatkan sebagai media peresapan air di saat terjadinya genangan. Media peresapan ini sebaiknya pada daerah taman, atau trotoar karena pada daerah tersebut tidak terjadi beban dinamis yang besar sehingga tidak akan berpengaruh jika pemasangan *paving block* ini menggunakan pasir pengisi sebagai celah (media)

masuknya air ke dalam tanah. Permukaan *paving block* yang mempunyai kekasaran lebih tinggi dibanding aspal dapat mempengaruhi *skid resistance* dari keamanan berkendara. Pada lapis permukaan ini sering dibuat suatu pewarnaan yang bertujuan menjaga kesiagaan dari pengendara di saat menjalankan kendaraannya.

## 2. Definisi

SII 0819-88 mendefinisikan *paving block* sebagai suatu komposisi bahan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu *paving block* tersebut.

## 3. Syarat Mutu

Adapun syarat mutu *paving block* yang ditetapkan oleh SII 0819-88 adalah sebagai berikut :

### a. Sifat Tampak

Bata beton untuk lantai mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan.

### b. Bentuk dan Ukuran

Bentuk dan ukuran bata beton untuk lantai dapat tergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Setiap produsen harus memberikan penjelasan tertulis dalam pamflet mengenai bentuk, ukuran dan konstruksi pemasangan bata beton untuk lantai. Penyimpangan tebal bata beton untuk lantai diperkenankan 0.3mm.



## c. Sifat Fisik

Bata beton untuk lantai harus mempunyai kekuatan fisik sebagaimana yang terlihat pada tabel 3.3.

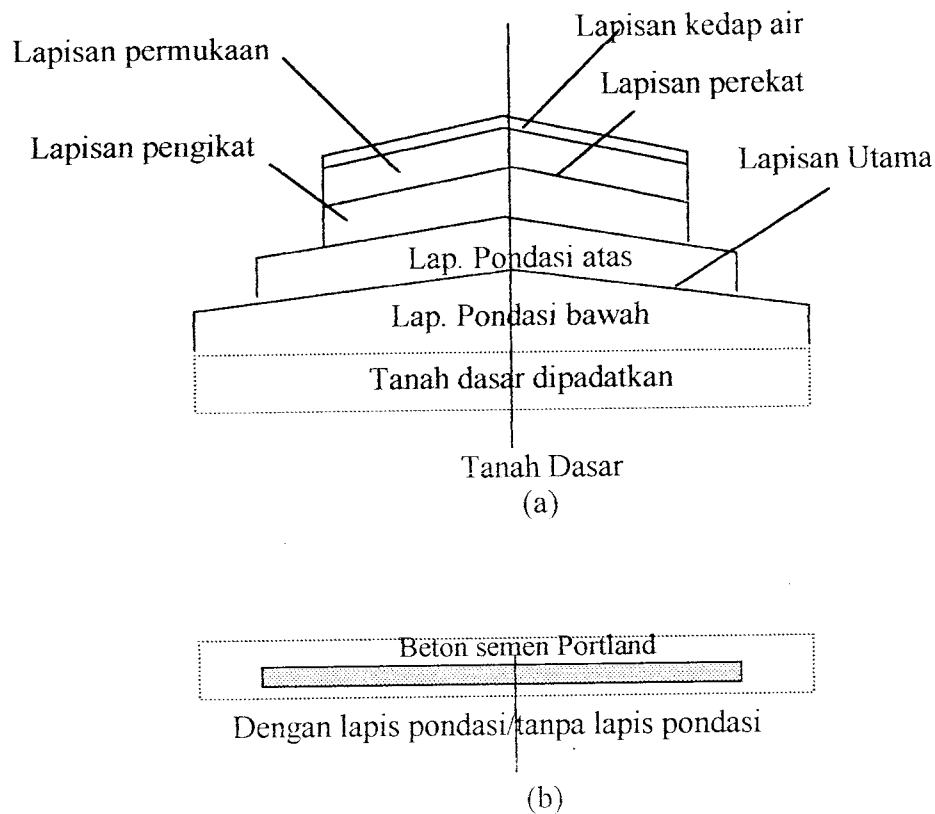
**Tabel 3.3 Kekuatan Fisik Bata Beton Untuk Lantai**

Mutu	Kuat Tekan (Kg/Cm <sup>2</sup> )		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan Air rata-rata (%)
	Rata-rata	Terendah	Rata-rata	Terendah	
I	400	340	0,090	0,103	3
II	300	255	0,130	0,149	5
III	200	170	0,160	0,184	7

#### 4. Perkerasan *Paving Block*

Pada saat ini *paving block* merupakan alternatif baru sebagai perkerasan disamping perkerasan yang telah ada. Perkerasan yang ada dibagi menjadi dua yaitu perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan lentur (*flexural pavement*). Perkerasan lentur terbuat dari agregat dengan bahan ikat berupa aspal, sedangkan perkerasan kaku terbuat dari agregat dengan bahan ikat semen. Perbedaan utama dari kedua lapis perkerasan ini pada cara lapis perkerasan tersebut meneruskan beban lalu lintas ke tanah dasar. Pada perkerasan kaku beban lalu lintas disebarkan ke tanah dasar dengan daerah penyebaran yang sangat luas, sehingga tekanan yang diterima tanah dasar menjadi lebih kecil dan deformasi akibat beban lalu lintas dapat dihindarkan karena sifat kaku dari jenis perkerasan ini. Sedangkan pada perkerasan lentur yang terdiri dari beberapa jenis maka kemampuan meneruskan beban lalu lintas ke tanah dasar tergantung pada sifat penyebaran beban masing-masing lapisan, sehingga kekuatan perkerasan lentur tergantung kepada kekuatan relatif dan tebal

maing-masing lapisan serta kekuatan tanah dasarnya. Struktur kedua perkerasan ini dapat dilihat pada Gambar 3.1. (Haning, 1993).



**Gambar 3.1: Susunan Struktur Perkerasan**  
(a). Perkerasan lentur , (b). Perkerasan kaku

*Paving block* muncul dengan sifat yang unik, di mana jika *paving block* hanya berjumlah satu buah maka dia akan bersifat seperti perkerasan kaku. Tetapi jika *paving block* dipasang bersama-sama akan mempunyai sifat seperti perkerasan lentur. Kekuatan perkerasan *paving block* ini ditentukan oleh hal seperti berikut ini (Hanning, 1993).

- a. kuat tekan masing-masing elemen *paving block* yang terbuat dari beton dengan mutu yang telah tetentu, dan

- b. gesekan antar elemen-elemen *paving block* dengan adanya pasir pengisi di antara sela-sela *paving block*.

Perkerasan *paving block* dipergunakan di Eropa sekitar tahun 1950, sedang di Indonesia baru dikenal tahun 1977 yaitu pada pembuatan trotoar di jalan Thamrin dan Terminal Pulo Gadung Jakarta (Sunardjo dalam Winarti, 1993).

*Paving block* mempunyai kelebihan-kelebihan sebagai berikut ini (Hanning, 1993).

- 1) Biaya pemeliharaan yang ringan dan mudah untuk perbaikannya sehingga gangguan operasional dapat ditekan serendah mungkin. Hal ini sangat penting bagi jalan yang melayani jalur perekonomian, di mana gangguan terhadap kelancaran lalu lintas dapat ditolerir.
- 2) *Paving block* dengan mudah dibongkar kembali tanpa menghilangkan kemampuan *paving block* dalam memikul beban, maka perbaikan dari perkerasan yang mengalami penurunan cukup besar menjadi mudah.
- 3) Perkerasan *paving block* sangat tahan terhadap beban vertikal (*punching load*) dan gaya horisontal yang disebabkan oleh pengereman, perlambatan atau percepatan dari kendaraan, serta pada tempat penumpukan peti kemas.
- 4) Mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap bahan bakar minyak atau oli yang tumpah.
- 5) Perkerasan *paving block* dapat segera dibuka untuk lalu lintas setelah pemasangannya selesai.
- 6) *Paving block* juga dapat diangkat bilamana diadakan penggalian pada badan jalan (seperti galian pipa-pipa dan kabel listrik) untuk kemudian dipasang kembali dengan biaya murah. Hal ini sangat berguna untuk daerah-daerah perkotaan.

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu urutan atau tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan penelitian yang diajukan. Dalam bab metodologi penelitian ini menjelaskan tentang lokasi, bahan, alat, cara pelaksanaan dan analisis yang dapat diuraikan sebagai berikut ini.

#### 4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), Jurusan teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta.

#### 4.2 Bahan Penelitian

Semua bahan yang digunakan dalam pembuatan *paving block* mudah didapatkan, sehingga pembuatan bahan bangunan ini mudah dibuat. Bahan-bahan tersebut adalah:

- a. semen (*portland cement*) dengan merek Gresik,
- b. pasir berasal dari sungai Progo
- c. kerikil berasal dari sungai Progo, dan
- d. air diperoleh dari Laboratorium BKT, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas teknik Sipil dan perencanaan, Univesitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang Km. 14.4 Yogyakarta.

### 4.3 Peralatan Penelitian

Peralatan yang dipakai selama penelitian meliputi:

- a. alat cetak *paving block* berbentuk Holand, Segi Enam, Trihek dan Uni,
- b. ayakan pasir (#02 mm) dan kerikil (# 10 mm dan #08 mm),
- c. alat tumbuk cetakan *paving block*,
- d. alat bantu pengadukan campuran: cetok, sekop, mesin molem,
- e. alat bantu lain: ember, kereta dorong, lap bersih, oli/minyak, papan-papan,
- f. bak perendam untuk perendaman *paving block*,
- g. timbangan, untuk mengukur bahan penyusun *paving block*, seperti pasir, semen dan air,
- h. gelas ukur,
- i. mesin Uji Desak, untuk memberikan desakan terhadap *paving block* saat pencetakan, dan
- j. oven untuk mengeringkan benda uji.

### 4.4 Pembuatan Sampel

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. penyiapan bahan-bahan seperti semen, menyaring dan mencuci agregat,
- b. membersihkan cetakan,
- c. membuat campuran adukan secara berurutan 1:3:1, 5; 1:3:2, 5; dan 1:3:3,5 dengan menggunakan molen,
- d. adukan dimasukkan ke dalam cetakan sampai munjung sedikit demi sedikit,

- e. selanjutnya ditumbuk menggunakan alat tumbuk seberat 3,5kg sebanyak 20 kali tiap sampel,
- f. setelah padat , cetak kemudian diangkat dan sampel diangin-anginkan.

#### 4.5 Biaya Pengadaan

Limbah pembakaran keramik Kasongan

Biaya beli : /kg

Biaya angkut : /rit

Total : /kg/rit

Jenis I :  $0,10 \times 1 \text{ kg} = 0,1 \text{ kg} \times 10 = 1 \text{ kg}$

Jenis II :  $0,15 \times 1 \text{ kg} = 0,15 \text{ kg} \times 10 = 1,5 \text{ kg}$

Jenis III :  $0,20 \times 1 \text{ kg} = 0,20 \text{ kg} \times 10 = 2 \text{ kg}$

Total =  $4,5 \text{ kg} \times 3 \text{ tipe}$

#### 4.6 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian yang dilakukan ada 2 macam meliputi uji desak dan uji daya serap air seperti penjelasan berikut ini.

##### a. Uji Desak

Dalam teknologi beton, faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton adalah: faktor air semen, umur beton, jenis semen, jumlah semen dan sifat agregat. Nilai kuat desak *paving block* didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban desak bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban atas benda uji sampai hancur. Pengujian desak *paving block* dilakukan pada saat umur 7 hari dan 28 hari dengan menggunakan alat uji

desak. Kuat desak masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan desak tertinggi ( $f'_c$ ) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban desak selama percobaan. Pengujian kuat desak dari masing-masing variasi tersebut dicatat dan dibuat suatu nilai merata baru kemudian dibuat tabel dan grafik.

1) Rumus tegangan:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

2) Rumus tegangan rerata:

$$f'_c = \frac{\sum_{i=1}^k f'_{ci}}{n}$$

dengan :

$\sigma$  desak = tegangan desak

P = beban desak (Kg)

A = luas bidang desak ( $\text{cm}^2$ )

$f'_c$  = tegangan desak rata-rata ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ )

n = jumlah seluruh nilai hasil pemeriksaan, jadi jumlah seluruh benda uji yang diperiksa

$f'_{ci}$  = kekuatan desak beton yang didapat dari masing-masing benda uji ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ )

### b. Uji daya serap air

Langkah-langkah yang ditempuh selama pengujian daya serap air meliputi kegiatan seperti di bawah ini.

- 1) *Paving block* yang sudah diangin-anginkan selama 7 dan 28 hari dioven,
- 2) Kemudian *paving block* ditimbang dan dicatat sebagai berat kering,
- 3) Lalu *paving block* direndam ke dalam bak perendam selama 24 jam,
- 4) Setelah 24 jam direndam, *paving block* diangkat dan ditimbang lalu dicatat sebagai berat basah, dan
- 5) Selanjutnya dicari persentase daya serap air pada masing-masing sampel, yang kemudian dari hasil hitungan dan pencatatan selama praktikum tadi ditabelkan dan dibuat grafik.

Adapun untuk mengetahui persentase daya serap air pada *paving block* adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{W_b - W_k}{W_k}$$

Dengan :

$W_b$  = Berat *paving block* basah

$W_k$  = Berat *paving block* kering



## BAB V

### PELAKSANAAN PENELITIAN

#### 5.1. UMUM

Penelitian tugas akhir ini adalah merupakan studi eksperimental di laboratorium. Penelitian ini menggunakan abu limbah pembakaran keramik Kasongan sebagai bahan tambah dari campuran adukan pembuatan *paving block*.

Urutan metode pelaksanaan dimulai dengan melakukan penelitian pendahuluan dan pengujian kuat desak *paving block*, dilanjutkan dengan pengujian daya serap *paving block* terhadap air.

#### 5.2. PENELITIAN PENDAHULUAN

Adapun yang termasuk dalam penelitian pendahuluan ini adalah data-data bahan campuran dari *paving block*, pembuatan dan perawatan *paving block*.

##### 5.2.1. DATA BAHAN

Data bahan yang digunakan dalam pembuatan benda uji ini adalah :

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. Ukuran maksimum kerikil | = 10 mm                    |
| 2. Berat volume kerikil    | = 1620 kg/m <sup>3</sup>   |
| 3. Berat jenis kerikil     | = 2,5 t / m <sup>3</sup>   |
| 4. Berat volume pasir      | = 1650 kg / m <sup>3</sup> |
| 5. Berat jenis pasir       | = 2,36 t / m <sup>3</sup>  |
| 6. Modulus halus pasir     | = 2,8377                   |

Komposisi bahan tambah limbah pembakaran keramik (abu sekam)

<b>Nama Bahan</b>	<b>(% Berat)</b>
Si O <sub>2</sub>	80,23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,24
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,93
Ca O	1,05
Mg O	0,94
Na <sub>2</sub> O	0,25
K <sub>2</sub> O	0,97
Mn O	0,16

Sumber : Kuntriso (2002)

Studi Pengaruh Penambahan Abu Sekam Terhadap Kuat Tekan Beton, Tesis Magister Teknik Sipil, Pasca Sarjana, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

### 5.2.2. Menghitung Komposisi

Bentuk *paving block* Holland/ persegi panjang

$$P = 20 \text{ cm}$$

$$l = 10 \text{ cm}$$

$$t = 6 \text{ cm}$$

$$\text{faktor air semen} = 0,5$$

satu buah *paving block* :

$$V = 1,2 \text{ liter} = 0,012 \text{ m}^3$$

$$\gamma = 2,2 \text{ kg/lt}$$

Berat 1 paving =  $1,2 \times 2,2 = 2,64 \text{ kg}$

- Perbandingan berat komposisi semen : pasir : kerikil

Tipe I : 3 : 1,5

$$\text{Semen} = \frac{1}{(1+3+1,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 0,48 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = \frac{3}{(1+3+1,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1,44 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = \frac{1,5}{(1+3+1,5)} \times 2,6 \text{ kg} = 0,74 \text{ kg}$$

Untuk 20 benda uji diperlukan :

$$\text{Semen} = 0,48 \times 20 = 9,6 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 1,44 \times 20 = 28,8 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,72 \times 20 = 14,4 \text{ kg}$$

- Perbandingan berat komposisi semen : pasir : kerikil

Tipe II 1 : 3 : 2,5

$$\text{Semen} = \frac{1}{(1+3+2,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 0,406 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = \frac{3}{(1+3+2,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1,22 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = \frac{2,5}{(1+3+2,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1 \text{ kg}$$

Untuk 20 benda uji diperlukan :

$$\text{Semen} = 0,406 \times 20 = 8,12 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 1,22 \times 20 = 24,4 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 1 \times 20 = 20 \text{ kg}$$

- Perbandingan berat komposisi semen : pasir : kerikil

Tipe III 1 : 3 : 3,5

$$\text{Semen} = \frac{1}{(1+3+3,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 0,352 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = \frac{3}{(1+3+3,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1,056 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = \frac{3,5}{(1+3+3,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1,23 \text{ kg}$$

Untuk 20 benda uji diperlukan :

$$\text{Semen} = 0,352 \times 20 = 7,04 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 1,056 \times 20 = 21,12 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 1,2 \times 20 = 24,6 \text{ kg}$$

- Perbandingan berat untuk masing-masing komposisi semen : pasir : kerikil

dengan tambahan limbah abu sekam :

1 : 3 : 1,5 + 10 % berat semen

$$+ (0,48 \times 10 \%) \times 20 \text{ sampel}$$

1 : 3 : 1,5 + 15 % berat semen

$$+ (0,48 \times 15 \%) \times 20 \text{ sampel}$$

1 : 3 : 1,5 + 20 % berat semen

$$+ (0,48 \times 20 \%) \times 20 \text{ sampel}$$

1 : 3 : 2,5 + 10 % berat semen

$$+ (0,406 \times 10 \%) \times 20 \text{ sampel}$$

1 : 3 : 2,5 + 15 % berat semen

$$+ (0,406 \times 15 \%) \times 20 \text{ sampel}$$

1 : 3 : 2,5 + 20 % berat semen  
 + (0,406 x 20 %) x 20 sampel

1 : 3 : 3,5 + 10 % berat semen  
 + (0,352 x 10 %) x 20 sampel

1 : 3 : 3,5 + 15 % berat semen  
 + (0,352 x 15 %) x 20 sampel

1 : 3 : 3,5 + 20 % berat semen  
 + (0,352 x 20 %) x 20 sampel

Masing-masing 10 buah untuk uji pada umur 21 hari dan 10 buah pada umur 28 hari.

### 5.2.3. Pembuatan Benda Uji

Dalam pembuatan benda uji, ada beberapa tahap yang harus dilakukan.

Adapun tahap-tahap tersebut adalah sebagai berikut :

a. Pengadukan *paving block*

Komposisi material dasar pembentuk *paving block* diaduk dalam suatu wadah (*concrete mixer*) untuk memperoleh campuran yang merata.

b. Penuangan adukan *paving block*

Setelah adukan *paving block* tercampur dengan rata, kemudian dituangkan ke dalam cetakan setinggi cetakan.

c. Pemadatan adukan *paving block*

Setelah cetakan terisi penuh dan diratakan, kemudian dipadatkan dengan cara ditumbuk sebanyak 20 kali karena jumlah tumbukan ini adalah yang terbaik (Jadmiko, HD., 1996).

#### **5.2.4. Perawatan Benda Uji**

Perawatan benda uji dengan cara pengeringan secara periodik setiap harinya sampai benda uji mencapai umur 21 hari dan 28 hari.

### **5.3. PENGUJIAN KUAT DESAK PAVING BLOCK**

Penelitian lanjutan ini meliputi pemeriksaan dimensi dan pengujian kuat desak pada benda uji setelah berumur 21 hari dan 28 hari, yaitu dengan menggunakan alat uji desak. Dengan arah pengujian desak *paving block* adalah sama dengan cara pemasangan di lapangan. Pengujian kuat desak dari masing-masing variasi tersebut dicatat dan dibuat nilai rerata, baru kemudian dibuat tabel dan grafik.

### **5.4. PENGUJIAN DAYA SERAP AIR**

Penelitian lanjutan ini meliputi pertimbangan berat benda uji setelah dikeringkan dalam oven selama 24 jam untuk masing-masing sampel dan penimbangan berat benda uji setelah direndam dalam bak air selama 24 jam untuk masing-masing sampel. Pengujian berat benda uji dari masing-masing variasi tersebut dicatat dan dibuat rerata, baru kemudian dibuat tabel dan grafik.

## BAB VI

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 6.1 Hasil Penelitian

Dari hasil pengujian desak beton terhadap benda uji yang berumur 21 hari dan 28 hari, maka diperoleh hasil kuat desak yang ditunjukkan pada tabel 6.1 sampai tabel 6.24 sebagai berikut :

##### 6.1.1 Kuat Desak Paving Block Umur 21 Hari

$$1 \text{ Kg} = 9,80784 \text{ N}$$

$$\text{Beban Maksimum} = \frac{(kN) \cdot 1000}{9,80784} \text{ Kg}$$

**Tabel 6.1 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual $f_c'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata $f_{cr}'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1A	2,540	199,400	43842,477	219,872	
K2A	2,575	200,500	48940,440	244,092	
K3A	2,575	200,700	51489,420	256,549	
K4A	2,533	199,500	53018,809	265,758	
K5A	2,555	200,550	55077,587	274,633	
					252,181

Tabel 6.2 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 10 % dari berat semen.

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual $f_c'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata $f_{cr}'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1B	2,500	191,550	43842,447	228,883	
K2B	2,579	197,200	50459,828	255,881	
K3B	2,497	198,800	48940,439	246,179	
K4B	2,545	200,400	51999,217	259,477	
K5B	2,524	199,100	50459,828	253,440	
					248,772

Tabel 6.3 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 15 % dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual $f_c'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata $f_{cr}'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1C	2,535	204,115	51999,217	254,755	
K2C	2,557	200,240	58115,772	290,231	
K3C	2,523	204,110	52195,142	255,721	
K4C	2,541	199,410	45901,125	230,185	
K5C	2,522	199,800	59135,354	295,973	
					265,373



**Tabel 6.4 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 20 % dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual $f_c'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata $f_{cr}'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1D	2,494	183,000	53018,809	289,720	
K2D	2,484	193,300	57920,874	299,642	
K3D	2,503	199,480	59135,354	296,448	
K4D	2,502	199,320	42822,885	214,845	
K5D	2,412	199,400	44352,273	222,429	
					264,617

**Tabel 6.5 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5**

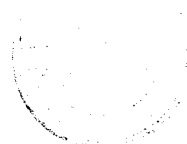
Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual $f_c'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata $f_{cr}'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1E	2,547	201,000	81057,503	403,271	
K2E	2,554	200,200	81557,399	407,380	
K3E	2,595	199,340	55273,512	277,283	
K4E	2,581	199,710	71371,474	357,376	
K5E	2,558	199,750	75459,437	377,769	
					364,616

**Tabel 6.5 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 10% dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual fe' (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata fer' (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1F	2,590	201,394	51175,549	254,107	
K2F	2,515	199,720	55273,512	276,755	
K3F	2,443	199,421	58115,772	291,423	
K4F	2,522	199,314	70351,882	352,970	
K5F	2,511	199,520	54234,327	271,824	
					289,416

**Tabel 6.7 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 15 % dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual fe' (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata fer' (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1G	2,525	199,044	51999,217	261,245	
K2G	2,595	199,210	55077,587	276,480	
K3G	2,551	199,420	54744,123	274,517	
K4G	2,551	199,510	55253,920	276,948	
K5G	2,511	199,050	52195,142	262,221	
					270,282



**Tabel 6.8 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 20 % dari berat Semen**

<b>Kode</b>	<b>Berat (Kg)</b>	<b>Luas (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Beban Maks (Kg)</b>	<b>Kuat Desak Individual fe' (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Kuat Desak Rata-rata fer' (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
K1H	2,510	200,970	58525,558	291,215	
K2H	2,552	199,730	53018,809	265,452	
K3H	2,500	199,920	58115,772	290,695	
K4H	2,545	199,440	55253,920	277,045	
K5H	2,544	199,470	57097,180	286,244	
					282,131

**Tabel 6.9 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5**

<b>Kode</b>	<b>Berat (Kg)</b>	<b>Luas (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Beban Maks (Kg)</b>	<b>Kuat Desak Individual fe' (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Kuat Desak Rata-rata fer' (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
K1I	2,577	203,010	71371,474	351,566	
K2I	2,539	200,310	74940,048	374,120	
K3I	2,553	199,780	79528,214	398,079	
K4I	2,598	199,970	87584,954	437,990	
K5I	2,525	199,400	73410,550	368,157	
					385,983

**Tabel 6.10 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 10 % dari berat Semen**

<b>Kode</b>	<b>Berat (Kg)</b>	<b>Luas (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Beban Maks (Kg)</b>	<b>Kuat Desak Individual fc' (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Kuat Desak Rata-rata fer' (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
K1J	2,545	199,995	54744,123	273,727	
K2J	2,522	199,720	55253,919	276,657	
K3J	2,534	199,430	70351,882	352,765	
K4J	2,528	199,720	57293,104	286,867	
K5J	2,500	199,405	50155,957	251,528	
					288,309

**Tabel 6.11 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 15 % dari berat Semen**

<b>Kode</b>	<b>Berat (Kg)</b>	<b>Luas (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Beban Maks (Kg)</b>	<b>Kuat Desak Individual fc' (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Kuat Desak Rata-rata fer' (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
K1K	2,475	199,995	58115,772	290,586	
K2K	2,542	199,972	51175,550	255,914	
K3K	2,555	199,814	57097,179	285,752	
K4K	2,550	199,910	53214,734	266,193	
K5K	2,554	199,410	55253,920	277,087	
					275,106

Tabel 6.12 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 20 % dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual $f_c'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata $f_{cr}'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1L	2,545	201,200	47920,847	238,175	
K2L	2,440	199,473	45881,552	230,014	
K3L	2,418	199,720	43842,477	219,520	
K4L	2,420	199,490	44352,273	222,328	
K5L	2,338	199,740	41803,292	209,289	
					223,865

### 6.1.2 Kuat Desak Paving Block Umur 28 hari

Tabel 6.13 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual $f_c'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata $f_{cr}'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1M	2,555	199,400	45391,458	227.640	
K2M	2,532	200,500	55057,994	274.603	
K3M	2,551	200,700	50979,524	254.009	
K4M	2,535	199,500	54038,402	270.870	
K5M	2,522	200,550	51489,421	256.741	
					256,773

**Tabel 6.14 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 10 % dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual $f_c'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata $f_{cr}'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1N	2,527	191,550	42822,885	223,560	
K2N	2,512	197,200	49950,032	253,296	
K3N	2,498	198,800	42822,885	215,407	
K4N	2,445	200,400	44852,070	223,813	
K5N	2,435	199,100	44352,273	222,764	
					227,768

**Tabel 6.15 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 15 % dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual $f_c'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata $f_{cr}'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1O	2,590	204,115	45901,255	224,879	
K2O	2,549	200,240	44852,070	223,992	
K3O	2,451	204,110	47920,847	234,780	
K4O	2,571	199,410	55077,587	276,203	
K5O	2,580	199,800	58525,558	292,921	
					250,555

**Tabel 6.15 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 20 % dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual fc' (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata fcr' (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1P	2,470	183,000	45901,255	250,827	
K2P	2,529	193,300	40783,700	210,987	
K3P	2,490	199,480	43842,477	219,784	
K4P	2,590	199,320	44940,440	225,469	
K5P	2,511	199,400	43842,477	219,872	
					225,388

**Tabel 6.17 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual fc' (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata fcr' (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1Q	2,585	201,000	57293,104	285,040	
K2Q	2,525	200,200	71371,474	356,501	
K3Q	2,502	199,340	73410,550	368,268	
K4Q	2,575	199,710	55783,308	279,322	
K5Q	2,588	199,750	71371,474	357,304	
					329,287

**Tabel 6.18 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 10% dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual fc' (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata fcr' (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1R	2,545	201,394	53018,809	263,259	
K2R	2,551	199,720	51175,549	256,236	
K3R	2,445	199,421	55253,919	277,072	
K4R	2,585	199,314	57097,180	286,468	
K5R	2,550	199,520	59332,290	297,375	
					276,082

**Tabel 6.19 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 15 % dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual fc' (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata fcr' (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1S	2,537	199,044	54038,402	271,490	
K2S	2,445	199,210	55253,920	277,365	
K3S	2,488	199,420	73410,550	368,120	
K4S	2,447	199,510	44852,070	224,811	
K5S	2,473	199,050	55057,994	276,604	
					283,678



**Tabel 6.20 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 20 % dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual fc' (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata fer' (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1T	2,494	200,970	55587,383	276,595	
K2T	2,437	199,730	57097,180	285,872	
K3T	2,387	199,920	51999,217	260,100	
K4T	2,510	199,440	59135,354	296,507	
K5T	2,530	199,470	52195,142	261,669	
					276,149

**Tabel 6.21 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual fc' (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata fer' (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1U	2,572	203,010	87584,954	431,432	
K2U	2,542	200,310	59332,290	296,202	
K3U	2,510	199,780	74430,252	372,561	
K4U	2,522	199,970	74430,252	372,207	
K5U	2,531	199,400	74940,040	375,828	
					369,646

**Tabel 6.22 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 10 % dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual fc' (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata fcr' (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1V	2,587	199,995	55273,512	276,374	
K2V	2,554	199,720	58822,493	294,525	
K3V	2,535	199,430	49950,032	250,464	
K4V	2,525	199,720	53214,734	266,447	
K5V	2,523	199,405	57097,180	286,338	
					274,830

**Tabel 6.23 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 15 % dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual fc' (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata fcr' (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1W	2,480	199,995	45901,255	229,512	
K2W	2,535	199,972	50555,753	252,814	
K3W	2,551	199,814	57097,180	285,752	
K4W	2,545	199,910	58115,772	290,710	
K5W	2,534	199,410	51999,217	260,765	
					263,911

Tabel 6.24 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 20 % dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kg)	Kuat Desak Individual $f_c'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Rata-rata $f_{cr}'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
K1X	2,422	201,200	27528,997	136,824	
K2X	2,480	199,473	35585,737	178,399	
K3X	2,401	199,720	42822,885	214,415	
K4X	2,381	199,490	47920,847	240,217	
K5X	2,358	199,740	41293,495	206,736	
					195,318

### 6.2.1. Daya Serap Air Paving Block Umur 21 hari

**Tabel 6.25 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil**

**1 : 3 : 1,5**

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1AB	2,640	2,846	0,078	
K2AB	2,676	2,866	0,071	
K3AB	2,633	2,831	0,075	
K4AB	2,533	2,833	0,118	
K5AB	2,555	2,836	0,110	
				0,090

**Tabel 6.26 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil**

**1 : 3 : 1,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 10 %**

**Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1BB	2,500	2,720	0,088	
K2BB	2,579	2,756	0,069	
K3BB	2,497	2,685	0,075	
K4BB	2,545	2,741	0,077	
K5BB	2,524	2,710	0,074	
				0,077

**Tabel 6.27 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 15 % Dari Berat Semen**

<b>Kode</b>	<b>Berat (Kg) Kering</b>	<b>Berat Basah (Kg)</b>	<b>Kadar Air <math>\frac{Wb - Wk}{Wk}</math></b>	<b>Kadar Air Rata-rata</b>
K1CB	2,535	2,720	0,073	
K2CB	2,557	2,730	0,068	
K3CB	2,523	2,710	0,074	
K4CB	2,541	2,725	0,072	
K5CB	2,522	2,705	0,073	
				0,072

**Tabel 6.28 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 20 % Dari Berat Semen**

<b>Kode</b>	<b>Berat (Kg) Kering</b>	<b>Berat Basah (Kg)</b>	<b>Kadar Air <math>\frac{Wb - Wk}{Wk}</math></b>	<b>Kadar Air Rata-rata</b>
K1DB	2,494	2,717	0,089	
K2DB	2,484	2,681	0,079	
K3DB	2,503	2,688	0,074	
K4DB	2,502	2,688	0,074	
K5DB	2,412	2,654	0,100	
				0,083

Tabel 6.29 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

1 : 3 : 2,5

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1EB	2,547	2,778	0,091	
K2EB	2,554	2,740	0,073	
K3EB	2,595	2,816	0,085	
K4EB	2,581	2,750	0,065	
K5EB	2,558	2,740	0,071	
				0,077

Tabel 6.30 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

1 : 3 : 2,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 10 %

Dari Berat Semen

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1FB	2,590	2,668	0,030	
K2FB	2,515	2,700	0,074	
K3FB	2,443	2,737	0,120	
K4FB	2,522	2,720	0,079	
K5FB	2,511	2,710	0,079	
				0,076

**Tabel 6.31 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 2,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 15 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1GB	2,525	2,735	0,083	
K2GB	2,595	2,748	0,059	
K3GB	2,551	2,690	0,054	
K4GB	2,551	2,690	0,054	
K5GB	2,511	2,672	0,064	
				0,063

**Tabel 6.32 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 2,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 20 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1HB	2,510	2,704	0,077	
K2HB	2,552	2,743	0,075	
K3HB	2,500	2,707	0,083	
K4HB	2,545	2,727	0,072	
K5HB	2,544	2,730	0,073	
				0,076

Tabel 6.33 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

1 : 3 : 3,5

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1IB	2,577	2,743	0,064	
K2IB	2,539	2,734	0,077	
K3IB	2,553	2,762	0,082	
K4IB	2,598	2,783	0,071	
K5IB	2,525	2,720	0,077	
				0,074

Tabel 6.34 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

1 : 3 : 3,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 10 %

Dari Berat Semen

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1JB	2,545	2,789	0,096	
K2JB	2,522	2,780	0,102	
K3JB	2,534	2,812	0,110	
K4JB	2,528	2,765	0,094	
K5JB	2,500	2,715	0,086	
				0,098



**Tabel 6.35 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 3,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 15 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1KB	2,475	2,737	0,106	
K2KB	2,542	2,708	0,065	
K3KB	2,555	2,674	0,047	
K4KB	2,550	2,660	0,043	
K5KB	2,554	2,660	0,042	
				0,061

**Tabel 6.36 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 3,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 20 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1LB	2,545	2,639	0,037	
K2LB	2,440	2,665	0,092	
K3LB	2,418	2,689	0,112	
K4LB	2,420	2,675	0,105	
K5LB	2,338	2,638	0,128	
				0,095

## 6.2.2 Daya Serap Air Paving Block Umur 28 hari

Tabel 6.37 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

1 : 3 : 1,5

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1MB	2,655	2,845	0,072	
K2MB	2,632	2,828	0,074	
K3MB	2,651	2,849	0,075	
K4MB	2,654	2,830	0,066	
K5MB	2,652	2,828	0,066	
				0,071

Tabel 6.38 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

1 : 3 : 1,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 10 %

Dari Berat Semen

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1NB	2,527	2,675	0,059	
K2NB	2,512	2,704	0,076	
K3NB	2,498	2,730	0,093	
K4NB	2,533	2,615	0,032	
K5NB	2,525	2,700	0,069	
				0,066

**Tabel 6.39 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 15 % Dari Berat Semen**

<b>Kode</b>	<b>Berat (Kg) Kering</b>	<b>Berat Basah (Kg)</b>	<b>Kadar Air <math>\frac{Wb - Wk}{Wk}</math></b>	<b>Kadar Air Rata-rata</b>
K1OB	2,590	2,702	0,043	
K2OB	2,549	2,745	0,077	
K3OB	2,461	2,685	0,091	
K4OB	2,472	2,680	0,084	
K5OB	2,520	2,675	0,062	
				0,071

**Tabel 6.40 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 20 % Dari Berat Semen**

<b>Kode</b>	<b>Berat (Kg) Kering</b>	<b>Berat Basah (Kg)</b>	<b>Kadar Air <math>\frac{Wb - Wk}{Wk}</math></b>	<b>Kadar Air Rata-rata</b>
K1PB	2,470	2,703	0,094	
K2PB	2,529	2,733	0,081	
K3PB	2,490	2,703	0,086	
K4PB	2,520	2,715	0,077	
K5PB	2,475	2,700	0,091	
				0,086

Tabel 6.41 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

1 : 3 : 2,5

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1QB	2,585	2,775	0,074	
K2QB	2,625	2,780	0,059	
K3QB	2,602	2,765	0,063	
K4QB	2,600	2,768	0,065	
K5QB	2,575	2,723	0,057	
				0,064

Tabel 6.42 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

1 : 3 : 2,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 10 %

Dari Berat Semen

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1RB	2,546	2,732	0,073	
K2RB	2,551	2,717	0,065	
K3RB	2,446	2,678	0,095	
K4RB	2,476	2,681	0,083	
K5RB	2,520	2,685	0,065	
				0,076

**Tabel 6.43 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 15 % Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1SB	2,537	2,637	0,039	
K2SB	2,446	2,623	0,072	
K3SB	2,448	2,725	0,113	
K4SB	2,450	2,733	0,116	
K5SB	2,527	2,615	0,035	
				0,075

**Tabel 6.44 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 20 % Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1TB	2,494	2,596	0,041	
K2TB	2,437	2,641	0,084	
K3TB	2,387	2,708	0,134	
K4TB	2,445	2,643	0,081	
K5TB	2,443	2,633	0,078	
				0,084

Tabel 6.45 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

1 : 3 : 3,5

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1UB	2,572	2,761	0,073	
K2UB	2,642	2,780	0,052	
K3UB	2,610	2,807	0,075	
K4UB	2,615	2,730	0,044	
K5UB	2,552	2,718	0,065	
				0,062

Tabel 6.46 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

1 : 3 : 3,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 10 %

Dari Berat Semen

Kode	Berat (Kg) Kering	Berat Basah (Kg)	Kadar Air $\frac{Wb - Wk}{Wk}$	Kadar Air Rata-rata
K1VB	2,587	2,717	0,050	
K2VB	2,564	2,741	0,069	
K3VB	2,536	2,771	0,093	
K4VB	2,533	2,720	0,074	
K5VB	2,561	2,735	0,068	
				0,071

**Tabel 6.47 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 3,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 15 %**

**Dari Berat Semen**

<b>Kode</b>	<b>Berat (Kg) Kering</b>	<b>Berat Basah (Kg)</b>	<b>Kadar Air <math>\frac{Wb - Wk}{Wk}</math></b>	<b>Kadar Air Rata-rata</b>
K1WB	2,480	2,729	0,100	
K2WB	2,536	2,718	0,072	
K3WB	2,551	2,687	0,053	
K4WB	2,538	2,670	0,052	
K5WB	2,530	2,645	0,045	
				0,064

**Tabel 6.48 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 3,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 20 %**

**Dari Berat Semen**

<b>Kode</b>	<b>Berat (Kg) Kering</b>	<b>Berat Basah (Kg)</b>	<b>Kadar Air <math>\frac{Wb - Wk}{Wk}</math></b>	<b>Kadar Air Rata-rata</b>
K1XB	2,420	2,666	0,102	
K2XB	2,480	2,619	0,056	
K3XB	2,401	2,683	0,117	
K4XB	2,452	2,640	0,077	
K5XB	2,440	2,650	0,086	
				0,088

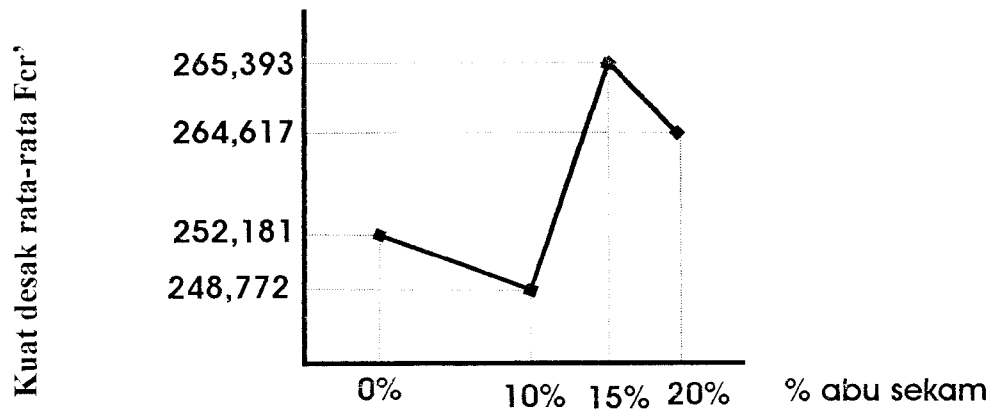
## 6.3. Pembahasan

Tabel 6.49 Kuat Desak Rata-rata P.B. Fcr' (kg/cm<sup>2</sup>)

	21 Hari	Persentase Abu Sekam Dari Berat Semen	28 Hari
	<b>1 : 3 : 1,5</b>		<b>1 : 3 : 1,5</b>
<b>Fcr'</b>	252,181	0 %	265,773
	248,772	10 %	227,768
	265,373	15 %	250,555
	264,617	20 %	225,338
	<b>1 : 3 : 2,5</b>		<b>1 : 3 : 2,5</b>
<b>Fcr'</b>	364,616	0 %	329,287
	289,416	10 %	276,082
	270,282	15 %	283,687
	282,131	20 %	276,149
	<b>1 : 3 : 3,5</b>		<b>1 : 3 : 3,5</b>
<b>Fcr'</b>	385,983	0 %	369,646
	288,309	10 %	274,830
	275,106	15 %	263,911
	223,865	20 %	195,318

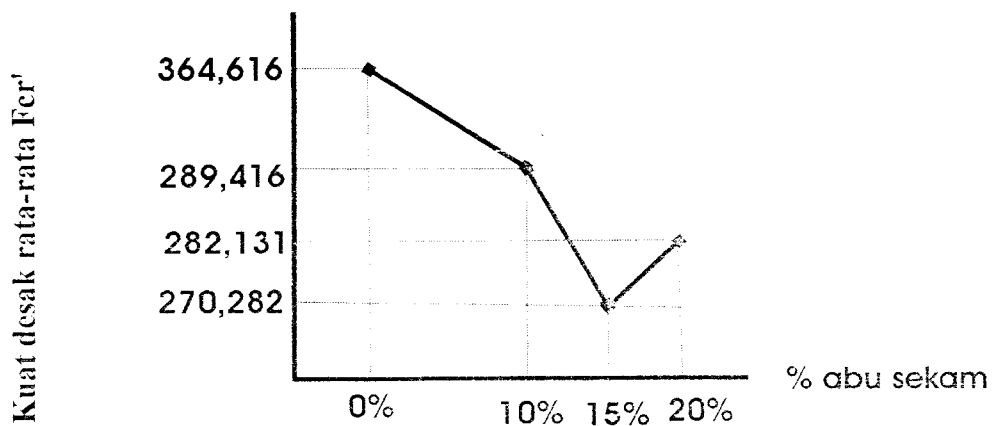


Grafik Kuat Desak Rata-rata (Fcr') Paving Block Umur 21 hari



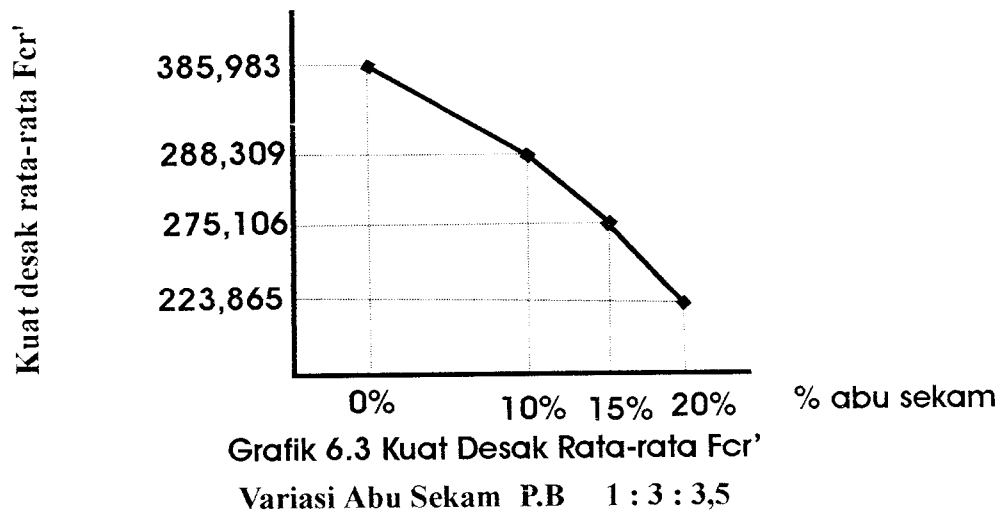
Grafik 6.1 Kuat Desak Rata-rata Fcr'

Variasi Abu Sekam P.B 1 : 3 : 1,5

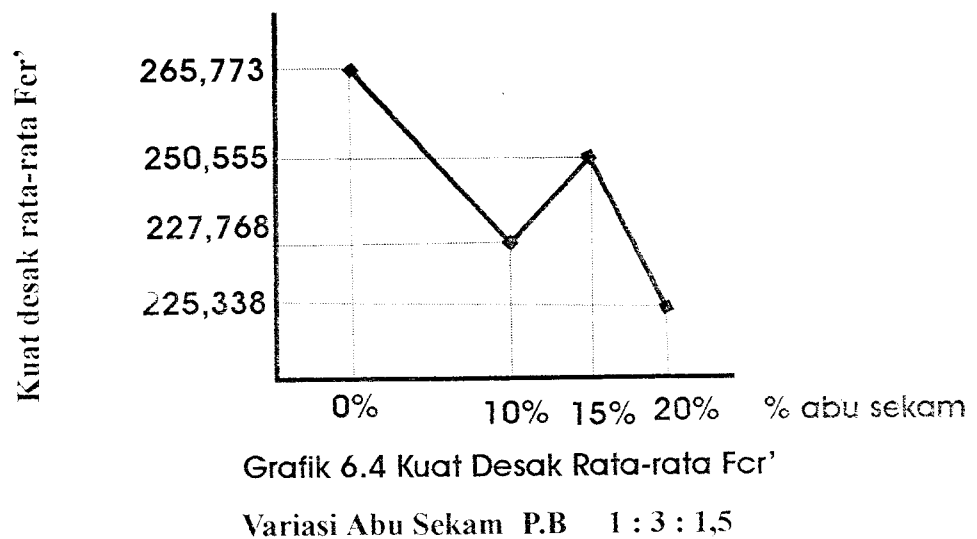


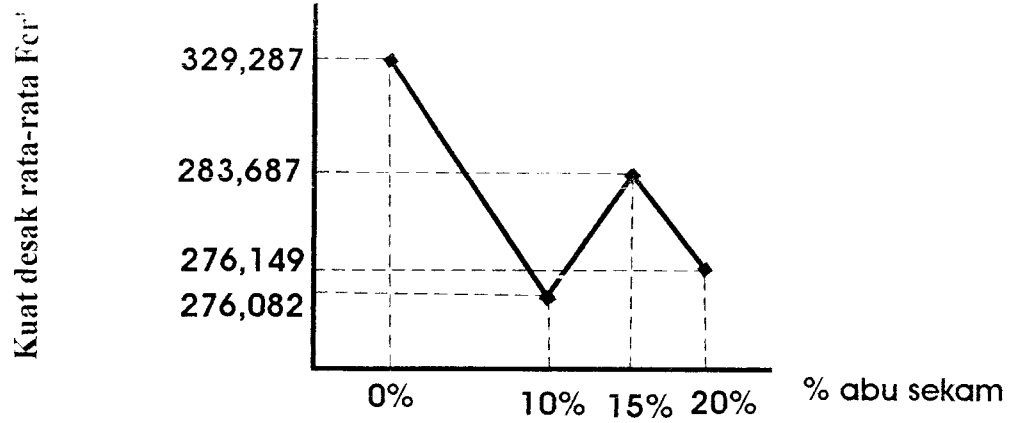
Grafik 6.2 Kuat Desak Rata-rata Fcr'

Variasi Abu Sekam P.B 1 : 3 : 2,5

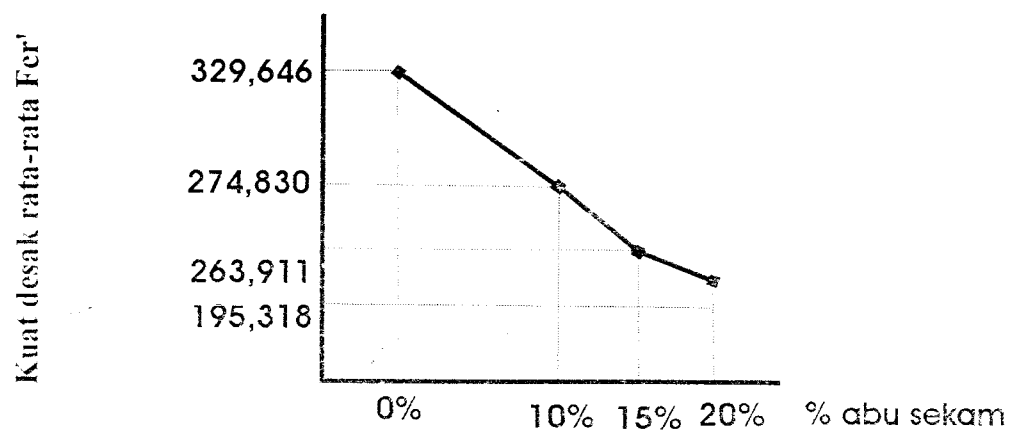


Grafik kuat desak rata-rata ( $F_{cr}'$ ) Paving Block umur 28 hari





Grafik 6.5 Kuat Desak Rata-rata  $F_{cr}$ '  
Variasi Abu Sekam P.B 1 : 3 : 2,5



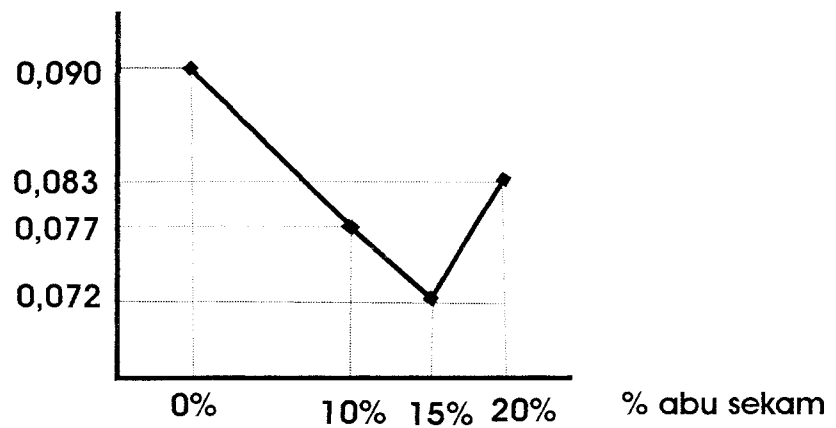
Grafik 6.6 Kuat Desak Rata-rata  $F_{cr}$ '  
Variasi Abu Sekam P.B 1 : 3 : 3,5

Tabel 6.50 Daya Scrap Air Rata-rata P.B. Wcr'

	21 Hari	Kadar air paving block dengan persentase abu sekam dari berat semen	28 Hari
	<b>1 : 3 : 1,5</b>		<b>1 : 3 : 1,5</b>
<b>Wcr'</b>	0,090	0 %	0,071
	0,077	10 %	0,066
	0,072	15 %	0,071
	0,083	20 %	0,086
	<b>1 : 3 : 2,5</b>		<b>1 : 3 : 2,5</b>
<b>Wcr'</b>	0,077	0 %	0,064
	0,076	10 %	0,076
	0,063	15 %	0,075
	0,076	20 %	0,084
	<b>1 : 3 : 3,5</b>		<b>1 : 3 : 3,5</b>
<b>Wcr'</b>	0,074	0 %	0,062
	0,098	10 %	0,071
	0,061	15 %	0,064
	0,095	20 %	0,088

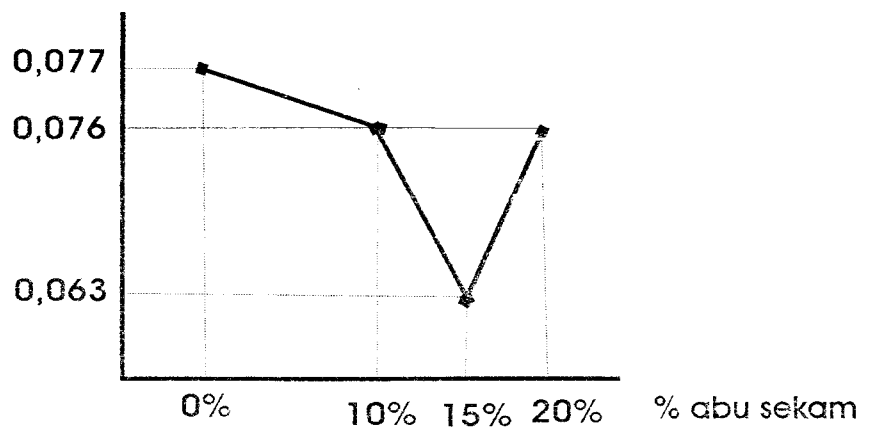
**Grafik Kadar Air Rata-rata (Wcr') Paving Block Umur 21 hari**

Daya Serap Air Rata-rata Wcr'



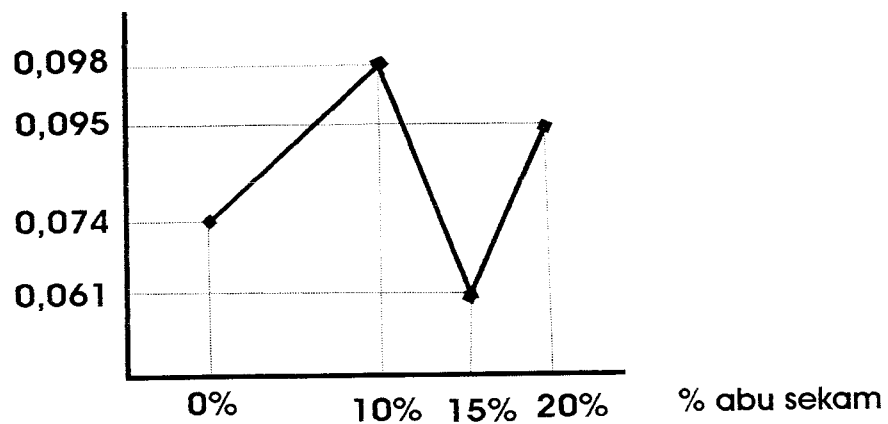
**Grafik 6.7 Daya Serap Air Rata-rata Wcr'  
Variasi Abu Sekam P.B 1 : 3 : 1,5**

Daya Serap Air Rata-rata Wcr'



**Grafik 6.8 Daya Serap Air Rata-rata Wcr'  
Variasi Abu Sekam P.B 1 : 3 : 2,5**

Daya Serap Air Rata-rata Wcr'

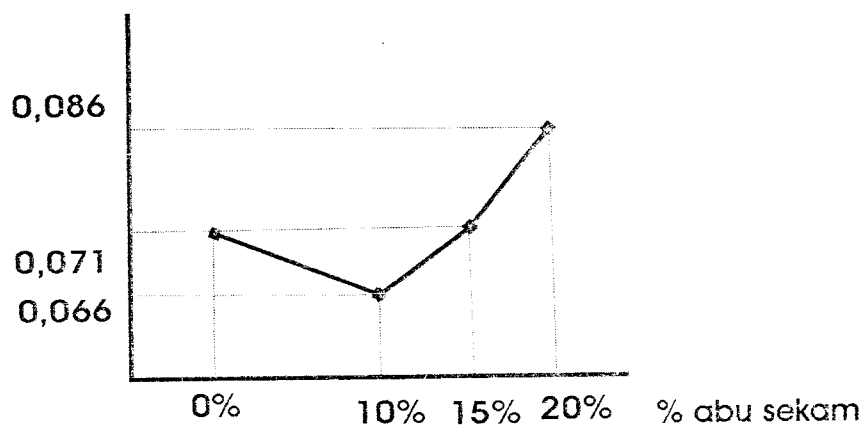


Grafik 6.9 Daya Serap Air Rata-rata Wcr'

Variasi Abu Sekam P.B 1 : 3 : 3,5

Grafik Kadar Air Rata-rata (Wcr') Paving Block Umur 28 hari

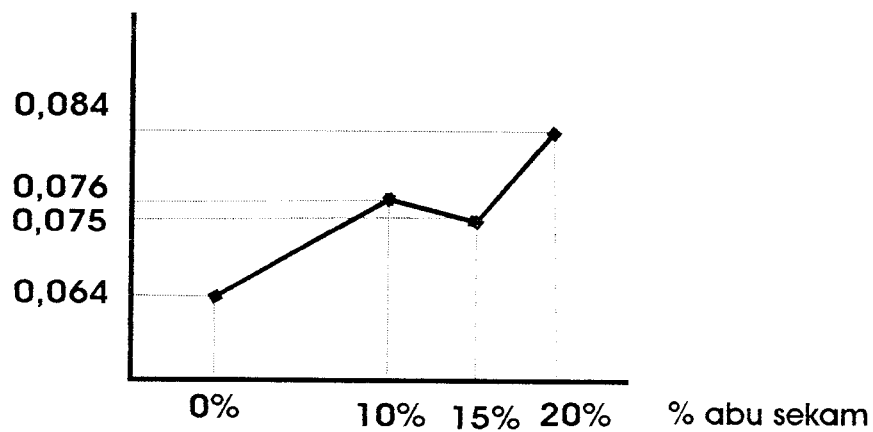
Daya Serap Air Rata-rata Wcr'



Grafik 6.10 Daya Serap Air Rata-rata Wcr'

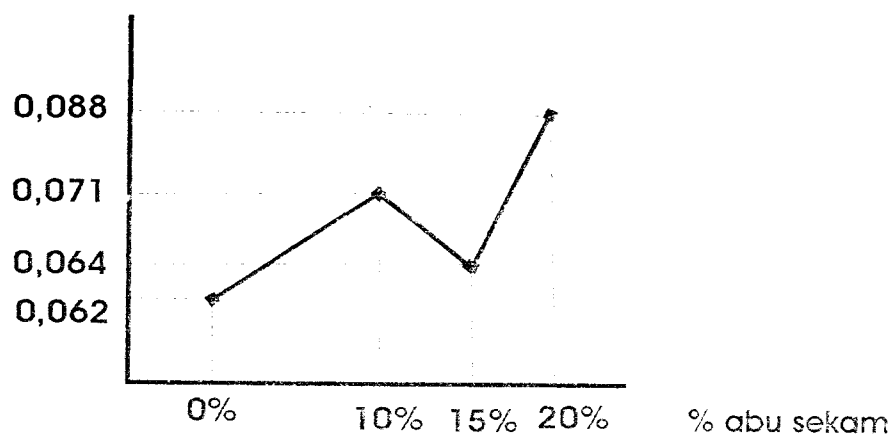
Variasi Abu Sekam P.B 1 : 3 : 1,5

Daya Serap Air Rata-rata Wcr'



Grafik 6.11 Daya Serap Air Rata-rata Wcr'  
Variasi Abu Sekam P.B 1 : 3 : 2,5

Daya Serap Air Rata-rata Wcr'



Grafik 6.12 Daya Serap Air Rata-rata Wcr'  
Variasi Abu Sekam P.B 1 : 3 : 3,5

X    Persentase Penambahan Abu Sekam  
dari berat semen 0 % ( $\text{kg/cm}^2$ )

Z    Persentase penambahan  
Abu Sekam dari berat semen  
(10 %, 15 %, 20 %)  $\text{kg/cm}^2$

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{X - Z}{X} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kenaikan} = \frac{Z - X}{X} \times 100\%$$

Dari table 6.49  $F_{cr}$  dan grafik 6.3  $F_{cr}$  persentase kenaikan dan Penurunan Kuat Desak Rata-rata yang terjadi sebagai akibat dari Penambahan Persentase Abu Sekam dari Berat Semen adalah



Untuk Per Paving Block umur 21 hari

**Tabel 6.51 Persentase Kenaikan atau Penurunan Kuat Desak Rata-rata Terhadap P.B. Tanpa Abu Sekam.**

<b>Perbandingan Berat</b>	<b>Persentase Abu Sekam dari Berat Semen</b>	<b>% Kenaikan</b>	<b>% Penurunan</b>
<b>1 : 3 : 1,5</b>	0 %	0	0
	10 %		1,4 %
	15 %	5,2 %	
	20 %	4,9 %	
<b>1 : 3 : 2,5</b>	0 %	0	0
	10 %		20,6 %
	15 %		25,9 %
	20 %		22,6 %
<b>1 : 3 : 3,5</b>	0 %	0	0
	10 %		25,3 %
	15 %		28,7 %
	20 %		42,0 %

Untuk Fer' Paving Block Umur 28 Hari

**Tabel 6.52 Persentase Kenaikan atau Penurunan Kuat Desak Rata-rata Terhadap P.B. Tanpa Abu Sekam.**

<b>Perbandingan Berat</b>	<b>Persentase Abu Sekam dari Berat Semen</b>	<b>% Kenaikan</b>	<b>% Penurunan</b>
<b>1 : 3 : 1,5</b>	0 %	0	0
	10 %		14,3 %
	15 %		5,7 %
	20 %		15,2 %
<b>1 : 3 : 2,5</b>	0 %	0	0
	10 %		16,2 %
	15 %		13,8 %
	20 %		16,1 %
<b>1 : 3 : 3,5</b>	0 %	0	0
	10 %		16,6 %
	15 %		19,9 %
	20 %		40,7 %

Dari Tabel 6.50 Wcr' dan grafik 6.3 Wcr' persentase kenaikan dan Penurunan Daya Serap Air Rata-rata yang terjadi sebagai akibat Penambahan Persentase Abu Sekam dari Berat Semen adalah Wcr' Paving Block umur 21 hari

**Tabel 6.53 Persentase Kenaikan atau Penurunan Daya Serap Air Rata-rata Terhadap P.B. Tanpa Abu Sekam**

<b>Perbandingan Berat</b>	<b>Persentase Abu Sekam dari Berat Semen</b>	<b>% Kenaikan</b>	<b>% Penurunan</b>
<b>1 : 3 : 1,5</b>	0 %	0	0
	10 %		14 %
	15 %		20 %
	20 %		7,8 %
<b>1 : 3 : 2,5</b>	0 %	0	0
	10 %		1,3 %
	15 %		18,2 %
	20 %		1,3 %
<b>1 : 3 : 3,5</b>	0 %	0	0
	10 %	32,4 %	
	15 %		17,6 %
	20 %	28,4 %	

Wet Paving Block umur 28 hari

**Tabel 6.54 Persentase Kenaikan atau Penurunan Daya Serap Air Rata-rata Terhadap P.B. Tanpa Abu Sekam**

<b>Perbandingan Berat</b>	<b>Persentase Abu Sekam dari Berat Semen</b>	<b>% Kenaikan</b>	<b>% Penurunan</b>
<b>1 : 3 : 1,5</b>	0 %	0	0
	10 %		7 %
	15 %	0	0
	20 %	21,1 %	
<b>1 : 3 : 2,5</b>	0 %	0	0
	10 %	18,8 %	
	15 %	17,2 %	
	20 %	31,3 %	
<b>1 : 3 : 3,5</b>	0 %	0	0
	10 %	14,5 %	
	15 %	3,2 %	
	20 %	41,9 %	

Dari Tabel 6.51 Persentase Kenaikan dan Penurunan terlihat bahwa pada Paving Block umur 21 hari memiliki persentase kuat desak rata-rata terhadap Paving Block tanpa penambahan abu sekam mengalami penurunan sebesar 1,4 % kemudian kenaikan terjadi pada penambahan 15 % dan 20 % abu sekam masing-masing 5,2 % dan 4,9 % hal tersebut terjadi pada perbandingan berat 1 : 3 : 1,5.

Sedang pada perbandingan berat 1 : 3 : 2,5 dan perbandingan berat 1 : 3 : 3,5 mengalami persentase kecenderungan menurun terhadap Paving Block tanpa penambahan abu sekam masing-masing.

Persentase penurunan yang terjadi bervariasi besarnya pada perbandingan berat 1 : 3 : 2,5 antara 20,6 % untuk penambahan abu sekam 10 % kemudian 25,9 % untuk abu sekam 15 % dan 22,6 untuk 20 %.

Pada perbandingan 1 : 3 : 3,5 penurunan bervariasi antara 25,3 % untuk 10 %, 28,7 % untuk 15 % dan 42,0 % untuk 20 % abu sekam.

Demikian pula untuk Paving Block umur 28 hari terjadi penurunan bervariasi untuk perbandingan berat 1 : 3 : 1,5 sebesar 14,3 % untuk 10 %, 5,7 % untuk 15 % dan 15,2 % untuk penambahan abu sekam 20 % terhadap Paving Block tanpa penambahan abu sekam.

Pada Tabel 6.53 persentase daya serap air Paving Block Wcr<sup>7</sup> umur 21 hari terjadi penurunan namun pada perbandingan berat 1 : 3 : 3,5 mengalami persentase kenaikan antara 28,4 % untuk 20 % abu sekam dan 32,4 % untuk 10 % abu sekam. Tetapi persentase Wcr<sup>7</sup> untuk umur 28 hari terjadi kecenderungan kenaikan daya serap air yang sangat bervariasi untuk masing-masing perbandingan berat yakni antara 3,2 % hingga 41,9 %.

Grafik 6.1 sampai grafik 6.6 di atas menunjukkan terjadinya penurunan kuat desak rata-rata  $F_{cr}$  dengan bertambahnya komposisi variasi abu sekam (limbah pembakaran keramik dari Kasongan).

Penurunan kuat desak optimum terjadi pada perbandingan semen, pasir, kerikil 1 : 3 : 3,5 dengan penambahan abu sekam sebesar 20 % dari berat semen. Penggunaan abu sekam sebesar 20 % dari berat semen ini dapat mengurangi penggunaan komposisi bahan lain dari Paving Block.

Pengujian kuat desak Paving Block dilakukan pada umur 21 hari dan 28 hari. Terjadinya penurunan kuat desak Paving Block disebabkan karena pemakaian bahan tambah abu sekam tidak cukup memberi reaksi kimiawi yang memadai karena ukuran tiap unit Paving Block terbatas relatif kecil juga mengurangi komposisi bahan lain sehingga tidak memberi kesempatan bagi terisinya pori-pori yang sebelumnya berisi air yang terperangkap, oleh gel yang dihasilkan dari reaksi pengikatan kapur bebas yang dihasilkan dalam proses hidrasi semen oleh silika yang terkandung dalam bahan tambah untuk membentuk Calcium Silicate Hydrate (C-S-H) dan mempunyai kemampuan seperti perekat (Swamy,1986). Keadaan ini selanjutnya pada daerah transisi berisi air terjebak oleh partikel-partikel semen yang kemudian menguap meninggalkan daerah porous dan menyebabkan kekuatan Paving Block relatif rendah.

Mekanisme lain yang dapat menyebabkan semakin berkurangnya kuat desak Paving Block adalah proses reaksi dari kapur podam itu sendiri. Kapur podam yang terdapat dalam jumlah berlebihan akan mengikat  $CO_2$  dari udara dan membentuk senyawa  $CaCO_3$  (batu kapur) memang akan mengeras. Tetapi karena

proses pengikatan pada kapur membutuhkan waktu lama, pengerasan akan terjadi pada permukaannya saja.

Adanya senyawa  $\text{Ca CO}_3$  (batu kapur) maka akan memperbesar jarak antara butiran agregat, kuat desak tidak lagi didukung lagi oleh butir-butir agregat yang sudah menyatu dengan adanya pasta semen, tetapi oleh pasta  $\text{Ca CO}_3$  yang mampu menahan kuat desak dibawah agregat.

Selain itu, butiran abu sekam yang jauh lebih kecil (75 mikron) membuat Paving Block penuh/ padat karena pori yang kosong antara butiran agregat diisi oleh bahan tambah (Pozzolan). Akibat lain adalah daya serap air (kadar air) paving dengan perbandingan 1 : 3 : 3,5 dengan bahan tambah abu sekam sebesar 15 % menjadi paling kecil (0,061).

Akibat pemadatan campuran Paving Block yang kurang sempurna juga dapat mengakibatkan terjadinya keropos. Keropos ini terjadi karena masih banyaknya rongga udara daalam campuran Paving Block. Selain itu proses pemadatan yang kurang baik juga dapat mengakibatkan naik air ke permukaan ketika pemadatan dengan pukulan pada cetakan sambil membawa semen dan butir-butir halus pasir sehingga dapat terbentuk lapisan yang mempengaruhi kualitas permukaan / dasar Paving Block.

Penggunaan Pozzolan sebagai pengurang semen dan komposisi bahan lain pasir dan kerikil dalam campuran Paving Block mempengaruhi proses hidrasi semen, sehingga kenaikan kekuatan desak Paving Block menjadi lebih lambat dibanding tanpa bahan tambah abu sekam.

### 6.3.5. Biaya Pembuatan Paving Block

➤ Biaya pengadaan limbah pembakaran keramik (abu sekam) dari Kasongan

Biaya beli	:	0	/kg
Biaya angkut	:	Rp. 100.000,00	/rit
Total	:	Rp. 100.000	/kg/rit
Jenis I	:	$0,10 \times 1 \text{ kg} = 0,1 \text{ kg} \times 10 = 1$	kg
Jenis II	:	$0,15 \times 1 \text{ kg} = 0,15 \text{ kg} \times 10 = 1,5$	kg
Jenis III	:	$0,20 \times 1 \text{ kg} = 0,20 \text{ kg} \times 10 = 2$	kg
		Total	$= 4,5 \text{ kg} \times 3 \text{ tipe}$

Jumlah seluruhnya untuk 180 unit Paving Block tepatnya setelah dikalikan terhadap prosentase berat semen maka diperlukan abu sekam sebanyak  $11,628 \text{ kg} \times 2 = 23, 256 \text{ kg} \approx 25 \text{ kg}$  yaitu untuk uji desak dan daya serap air umur 21 hari dan 28 hari.

- Biaya pengadaan semen satu zak (50 kg) = Rp. 25.000,00
- Biaya pengadaan pasir 1 rit (untuk seluruh benda uji)  $\pm 80 \text{ kg}$  atau separuh bak mobil pikup termasuk biaya angkut = Rp. 25.000,00.
- Biaya pengadaan kerikil 1 rit (untuk seluruh benda uji)  $\pm 55 \text{ kg}$  atau separuh bak mobil pikup termasuk biaya angkut = Rp. 35.000,00.
- Biaya tenaga kerja satu orang untuk 180 benda uji dengan 18 jam kerja selama 2 hari = Rp 36.000,00 untuk satu unit P.B. = Rp 200,00.



### Perhitungan Perbandingan Berat

#### Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

$$1 : 3 : 1,5$$

Bentuk Paving Block Holand

$$P = 20 \text{ cm}$$

$$l = 10 \text{ cm}$$

$$t = 6 \text{ cm}$$

1 buah Paving Block :

$$v = 1,2 \text{ lt} = 0,012 \text{ m}^3$$

$$\gamma = 2,2 \text{ kg /lt}$$

$$\text{Berat 1 paving} = 1,2 \times 2,2 = 2,64 \text{ kg}$$

$$\text{Semen} = \frac{1}{(1+3+1,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 0,48 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = \frac{3}{(1+3+1,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1,44 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = \frac{1,5}{(1+3+1,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 0,72 \text{ kg}$$

Untuk 5 benda uji kuat desak diperlukan :

$$\text{Semen} = 0,48 \times 5 = 2,4 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 1,44 \times 5 = 7,2 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,7 \times 5 = 3,5 \text{ kg}$$

➤ Biaya pembuatan 5 unit Paving Block tanpa bahan tambah abu sekam :

$$2,4 / 50 \text{ kg} \times \text{Rp } 25.000,00 = \text{Rp. } 1200,00$$

$$7,2 / 80 \text{ kg} \times \text{Rp } 25.000,00 = \text{Rp. } 2250,00$$

$$3,5 / 55 \text{ kg} \times \text{Rp } 35.000,00 = \text{Rp. } 2.227,00$$

---


$$\text{Total} = \text{Rp } 5.677,00 + \text{Rp } 1.000,00 = \text{Rp } 6.677,00$$

$$* \text{ Untuk 1 unit Paving Block Rp. } 1.135,4 \approx \text{Rp } 1135,00 + \text{Rp } 200,00 = \text{Rp } 1335,00$$

❖ Untuk bahan tambah abu limbah pembakaran keramik ditambahkan :

- $2,4 \times 10 \% = 0,24 \Rightarrow 0,24 / 25 \text{ kg} \times \text{Rp. } 100.000,00 = \text{Rp. } 960,00$
- a) Untuk 1 unit P.B. =  $\text{Rp. } 1.135,00 + \text{Rp. } 192,00 = \text{Rp. } 1.327,00 + \text{Rp. } 200,00 = \text{Rp. } 1527,00.$
- b) Untuk 5 unit P.B. =  $\text{Rp. } 5.677,00 + \text{Rp. } 960,00 = \text{Rp. } 6.637,00 + \text{Rp. } 1.000,00 = \text{Rp. } 7.637,00.$
- $2,4 \times 15 \% = 0,36 \Rightarrow 0,36 / 25 \text{ kg} \times \text{Rp. } 100.000,00 = \text{Rp. } 1.440,00$
- a) Untuk 1 unit P.B. =  $\text{Rp. } 1.135,00 + \text{Rp. } 288,00 = \text{Rp. } 1423,00 + \text{Rp. } 200,00 = \text{Rp. } 1.623,00.$
- b) Untuk 5 unit P.B. =  $\text{Rp. } 5.677,00 + \text{Rp. } 1.440,00 = \text{Rp. } 7.117,00 + \text{Rp. } 1.000,00 = \text{Rp. } 8117,00.$
- $2,4 \times 20 \% = 0,48 \Rightarrow 0,48 / 25 \text{ kg} \times \text{Rp. } 100.000,00 = \text{Rp. } 1.920,00$
- a) Untuk 1 unit P.B. =  $\text{Rp. } 1.135,00 + \text{Rp. } 384,00 = \text{Rp. } 1.519,00 + \text{Rp. } 200,00 = \text{Rp. } 1.719,00.$
- b) Untuk 5 unit P.B. =  $\text{Rp. } 5.677,00 + \text{Rp. } 1920,00 = \text{Rp. } 7.597,00 + \text{Rp. } 1.000,00 = \text{Rp. } 8.597,00.$

### Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

$$1 : 3 : 2,5$$

$$\text{Berat} = 1,2 \times 2,2 = 2,64 \text{ kg}$$

$$\text{Semen} = \frac{1}{(1+3+2,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 0,406 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = \frac{3}{(1+3+2,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1,22 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = \frac{2,5}{(1+3+2,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1,00 \text{ kg}$$

Untuk 5 benda uji kuat desak diperlukan :

$$\text{Semen} = 0,406 \times 5 = 2,03 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 1,22 \times 5 = 6,1 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 1,00 \times 5 = 5 \text{ kg}$$

➤ Biaya pembuatan 5 unit Paving Block tanpa bahan tambah abu sekam :

$$2,03 / 50 \text{ kg} \times \text{Rp } 25.000,00 = \text{Rp. } 1.015,00$$

$$6,1 / 80 \text{ kg} \times \text{Rp. } 25.000,00 = \text{Rp. } 1.906,25$$

$$5 / 55 \text{ kg} \times \text{Rp. } 35.000,00 = \text{Rp. } 3.181,82$$

---


$$\text{Total} = \text{Rp. } 6.103,07 + \text{Rp } 1.000,00 = \text{Rp } 7.103,00$$

\* Untuk 1 unit Paving Block  $\text{Rp. } 1.220,61 + \text{Rp } 200,00 = \text{Rp } 1.420,00$

❖ Untuk bahan tambah abu limbah pembakaran keramik ditambahkan :

▪  $2,03 \times 10 \% = 0,203 \Rightarrow 0,203 / 25 \text{ kg} \times \text{Rp. } 100.000,00 = \text{Rp. } 812,00$

a) Untuk 1 unit P.B. =  $\text{Rp. } 1.220,61 + \text{Rp. } 162,40 = \text{Rp. } 1.383,01 + \text{Rp } 200,00 = \text{Rp } 1.583,00.$

b) Untuk 5 unit P.B. =  $\text{Rp } 6.103,07 + \text{Rp } 812,00 = \text{Rp } 6.915,07 + \text{Rp } 1.000,00 = \text{Rp } 7.915,07.$

▪  $2,03 \times 15 \% = 1,305 \Rightarrow 1,305 / 25 \text{ kg} \times \text{Rp. } 100.000,00 = \text{Rp. } 5.220,00$

a) Untuk 1 unit P.B. =  $\text{Rp. } 1.220,61 + \text{Rp } 1.044,00 = \text{Rp. } 2.264,61 + \text{Rp } 200,00 = \text{Rp } 2.464,61.$

b) Untuk 5 unit P.B. =  $\text{Rp } 6.103,07 + \text{Rp } 5.220,00 = \text{Rp } 11.323,07 + \text{Rp } 1.000 = \text{Rp } 12.323,07$

- $2,03 \times 20 \% = 0,406 \Rightarrow 0,406 / 25 \text{ kg} \times \text{Rp. } 100.000,00 = \text{Rp. } 1.624,00$
- a) Untuk 1 unit P.B = Rp 1220,61 + Rp 324,80 = Rp. 1545,41 + Rp 200,00 = Rp 1.745,41.
- b) Untuk 5 unit P.B = Rp 6.103,07 + Rp 1.624,00 = Rp 7.727,07 + Rp 1.000,00 = Rp 8.727,07

### Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

$$1 : 3 : 3,5$$

$$\text{Berat} = 1,2 \times 2,2 = 2,64 \text{ kg}$$

$$\text{Semen} = \frac{1}{(1+3+3,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 0,352 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = \frac{3}{(1+3+3,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1,056 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = \frac{3,5}{(1+3+3,5)} \times 2,64 \text{ kg} = 1,23 \text{ kg}$$

Untuk 5 benda uji kuat desak diperlukan :

$$\text{Semen} = 0,352 \times 5 = 1,76 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 1,056 \times 5 = 5,28 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 1,23 \times 5 = 6,15 \text{ kg}$$

➤ Biaya pembuatan 5 unit Paving Block tanpa bahan tambah abu sekam :

$$1,76 / 50 \text{ kg} \times \text{Rp } 25.000,00 = \text{Rp. } 880,00$$

$$5,28 / 80 \text{ kg} \times \text{Rp. } 25.000,00 = \text{Rp. } 1650,00$$

$$6,15 / 55 \text{ kg} \times \text{Rp. } 35.000,00 = \text{Rp. } 3913,64$$

---


$$\text{Total} = \text{Rp. } 6443,64 + \text{Rp } 1.000,00 = \text{Rp } 7.443,64$$

\* Untuk 1 unit Paving Block Rp. 1288,73 + Rp 200,00 = Rp 1,288,73

- ❖ Untuk bahan tambah abu limbah pembakaran keramik ditambahkan :
  - $1,76 \times 10 \% = 0,176 \Rightarrow 0,176 / 25 \text{ kg} \times \text{Rp } 100.000,00 = \text{Rp } 704,00$
  - a) Untuk 1 unit P.B =  $\text{Rp } 1288,73 + \text{Rp } 140,80 = \text{Rp. } 1429,53 + \text{Rp } 200,00 = \text{Rp } 1.629,53.$
  - b) Untuk 5 unit P.B =  $\text{Rp } 6.443,64 + \text{Rp } 704,00 = \text{Rp } 7.147,64 + \text{Rp } 1.000,00 = \text{Rp } 8.147,64.$
  - $1,76 \times 15 \% = 0,264 \Rightarrow 0,264 / 25 \text{ kg} \times \text{Rp. } 100.000,00 = \text{Rp. } 2496,00$
  - a) Untuk 1 unit P.B. =  $\text{Rp } 1288,73 + \text{Rp } 499,20 = \text{Rp } 1787,93 + \text{Rp } 200,00 = \text{Rp } 1987,93.$
  - b) Untuk 5 unit P.B. =  $6.443,64 + \text{Rp } 2.496,00 = \text{Rp } 8939,64 + \text{Rp } 1.000,00 = \text{Rp } 9.439,00.$
  - $1,76 \times 20 \% = 0,352 \Rightarrow 0,352 / 25 \text{ kg} \times 100.000,00 = \text{Rp. } 1408,00$
  - a) Untuk 1 unit P.B. =  $\text{Rp } 1288,73 + \text{Rp } 281,60 = \text{Rp. } 1570,33 + \text{Rp } 200,00 = \text{Rp } 1.770,00,33.$
  - b) Untuk 5 unit P.B. =  $\text{Rp } 6.443,64 + \text{Rp } 1.408,00 = \text{Rp } 7.851,64 + \text{Rp } 1.000,00 = \text{Rp } 8.851,64.$

Tabel 6.51 Biaya Pembuatan Paving Block

	<b>Biaya Satu Unit P.B.</b>	<b>Persentase Abu Sekam Dari Berat Semen</b>	<b>Biaya Lima Unit P.B.</b>
	<b>1 : 3 : 1,5</b>		<b>1 : 3 : 1,5</b>
<b>Rp.</b>	1.335,00	0 %	6.677,00
	1.527,00	10 %	7.637,00
	1.623,00	15 %	8.117,00
	1.745,00	20 %	8.597,00
	<b>1 : 3 : 2,5</b>		<b>1 : 3 : 2,5</b>
<b>Rp.</b>	1.420,00	0 %	7.103,07
	1.583,00	10 %	7.915,07
	2.464,00	15 %	12.323,07
	1.745,00	20 %	8.727,00
	<b>1 : 3 : 3,5</b>		<b>1 : 3 : 3,5</b>
<b>Rp.</b>	1.488,73	0 %	7.443,00
	1.629,53	10 %	8.147,00
	1.987,00	15 %	9.989,64
	1.770,33	20 %	8.851,64

Tabel 6.52 Rekapitulasi Biaya dan Kuat Rata-rata

## Paving Block Umur 21 hari

Perbandingan Berat	+ Abu Sekam	Kuat Tekan Rata-rata A (Fcr') kg/cm <sup>2</sup>		Biaya total (5 unit) B Rp.		Selisih Biaya B <sub>n</sub> -B <sub>1</sub>	Rasio $\frac{A_n}{A_1}$
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>		
1 : 3 : 1,5	0 %	A <sub>1</sub>	252,181	B <sub>1</sub>	6.677,00	0	1
	10 %	A <sub>2</sub>	248,772	B <sub>2</sub>	7.637,00	960	0,986
	15 %	A <sub>3</sub>	265,373	B <sub>3</sub>	8.117,00	1.440	1,052
	20 %	A <sub>4</sub>	264,617	B <sub>4</sub>	8.597,00	1.920	1,050
1 : 3 : 2,5	0 %	A <sub>1</sub>	364,616	B <sub>1</sub>	7.103,07	0	1
	10 %	A <sub>2</sub>	289,416	B <sub>2</sub>	7.915,07	812	0,794
	15 %	A <sub>3</sub>	270,282	B <sub>3</sub>	12.323,07	5.220	0,741
	20 %	A <sub>4</sub>	282,131	B <sub>4</sub>	8.727,07	1.624	0,774
1 : 3 : 3,5	0 %	A <sub>1</sub>	385,983	B <sub>1</sub>	7.443,64	0	1
	10 %	A <sub>2</sub>	288,309	B <sub>2</sub>	8.147,64	704	0,747
	15 %	A <sub>3</sub>	275,106	B <sub>3</sub>	9.939,64	2.496	0,713
	20 %	A <sub>4</sub>	223,865	B <sub>4</sub>	8.851,64	1.408	0,580

Tabel 6.53 Rekapitulasi dan Kuat Tekan Rata-rata

## Paving Block Umur 28 Hari

Perbandingan Berat	+ Abu Sekam	Kuat Tekan		Biaya total		Selisih Biaya $B_n - B_1$	Rasio $\frac{A_n}{A_1}$
		Rata-rata A ( $F_{cr}$ ) $kg/cm^2$		(5 unit) B Rp.			
1 : 3 : 1,5	0 %	A <sub>1</sub>	265,773	B <sub>1</sub>	6.677,00	0	1
	10 %	A <sub>2</sub>	227,768	B <sub>2</sub>	7.637,00	960	0,857
	15 %	A <sub>3</sub>	250,555	B <sub>3</sub>	8.117,00	1.440	0,943
	20 %	A <sub>4</sub>	225,338	B <sub>4</sub>	8.597,00	1.920	0,848
1 : 3 : 2,5	0 %	A <sub>1</sub>	329,287	B <sub>1</sub>	7.103,07	0	1
	10 %	A <sub>2</sub>	276,082	B <sub>2</sub>	7.915,07	812	0,838
	15 %	A <sub>3</sub>	283,687	B <sub>3</sub>	12.323,07	5.220	0,862
	20 %	A <sub>4</sub>	276,149	B <sub>4</sub>	8.727,07	1.624	0,839
1 : 3 : 3,5	0 %	A <sub>1</sub>	369,646	B <sub>1</sub>	7.443,64	0	1
	10 %	A <sub>2</sub>	274,830	B <sub>2</sub>	8.147,64	704	0,743
	15 %	A <sub>3</sub>	263,911	B <sub>3</sub>	9.939,64	2.496	0,714
	20 %	A <sub>4</sub>	195,318	B <sub>4</sub>	8.851,64	1.408	0,528



## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

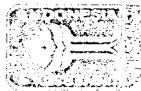
1. Dengan diberi bahan tambah berupa limbah abu sekam yang berasal dari Kasongan, kuat desak Paving mengalami kecenderungan menurun bervariasi yang terendah 1,4 % terhadap Paving Block tanpa abu sekam dan terjadi pada perbandingan berat 1 : 3 : 1,5 umur 21 hari dan yang tertinggi 42,0 % pada perbandingan berat 1 : 3 : 3,5 umur 21 hari.
2. Untuk daya serap air rata-rata Paving Block dengan diberi bahan tambah abu sekam mengalami peningkatan bervariasi antara 3,2 % pada perbandingan berat 1 : 3 : 3,5 umur 28 hari dan yang tertinggi 41,9% pada perbandingan berat 1 : 3 : 3,5 pada Paving Block umur 28 hari.
3. Dengan rasio kuat tekan rata-rata mengalami penurunan, maka rasio biaya rata-rata Paving Block dengan persentase bahan tambah abu sekam mengalami peningkatan biaya pembuatan sebesar biaya total untuk n unit Paving Block dengan abu sekam dikurangi n unit Paving Block tanpa abu sekam untuk masing-masing perbandingan berat dan umur Paving Block.

#### 7.2 Saran

Dalam melakukan pembuatan Paving Block pencampuran komposisi dan pengadukan harus dilakukan sebaik mungkin agar kualitas yang diharapkan dapat tercapai dan terlebih jika diberi bahan tambah.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Dewabroto R, Surya Adinata, 1999, **Pengaruh Penggunaan Limbah Fly Ash dan Rice Husk Ash Terhadap Kuat Desak Beton**, Makalah Lomba, HMTS LEM FTSP UII, Yogyakarta.
2. Indriyati S, Yudi Handoko, 1997, **Alternatif Penggunaan Agregat Alwa dengan Fly Ash**, Tugas Akhir, JTS FTSP UII, Yogyakarta.
3. Istimawan Dipohusodo., 1994, **Struktur Beton Bertulang**, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
4. Kardiyono Tjokrodimulyo., 1992, **TEKNOLOGI BETON**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Unversitas Gadjah Mada.
5. Nawy, Edward G., 1990. **BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR**, edisi pertama, Penerbit PT Eresco, Bandung.
6. Segel, Ing R., Kole, Ing P, dan Kusuma, Gideon H., 1993, **PEDOMAN PNGERJAAN BETON**, SK SNI T-15-1991-03, edisi kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik  
Jl. Kaliurang Km.14,4 Phone (0274) 895330 Yogyakarta 68554

HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT LABORATORIUM BKT UH

1. Pemeriksaan Bj Agregat  
a. *Pemeriksaan Bj pasir*

Berat piring (gram)	Berat piring + pasir (gram)	Berat pasir (gram)	Vol air (cc)	Vol air + pasir (cc)	Bj pasir
156	256	100	150	195	2.22
156	256	100	150	190	2.50

$$\text{Bj pasir} = \frac{\text{berat pasir (gram)}}{(\text{vol air} + \text{pasir}) - (\text{vol air})}$$

$$\text{Bj pasir rata-rata} = (2,22 + 2,50) / 2 = 2,36 \text{ t/m}^3$$

b. *Pemeriksaan Bj kerikil*

Berat piring (gram)	Berat piring + kerikil (gram)	Berat kerikil (gram)	Vol air (cc)	Vol air + kerikil (cc)	Bj kerikil
156	256	100	250	290	2.50
156	256	100	250	290	2.50

$$\text{Bj pasir} = \frac{\text{berat kerikil (gram)}}{(\text{Vol air} + \text{pasir}) - (\text{vol air})}$$

$$\text{Bj pasir rata-rata} = (2,5 + 2,5) / 2 = 2,5 \text{ t/m}^3$$

Yogyakarta, 6-7 November 2002  
Kepala Bagian Lab BKT FT UH

**LABORATORIUM** (Ir. Ilman Noor, MSCE)  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK UH**

*Ilman Noor*



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik  
Jl. Kaliurang Km.14,4 Phone (0274) 895330 Yogyakarta 68554

HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT LABORATORIUM BKT UJI

2. Uji MHB (Modulus Halus Butiran) pasir

No. Saringan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal Kumulatif (%)
4.75	75.00	3.75	3.75
2.36	244.50	12.22	15.97
1.20	401.50	20.05	36.02
0.60	463.50	23.17	59.19
0.30	345.50	17.28	76.19
0.15	318.00	15.90	76.47
Sisa	152.50	7.63	92.37
Total	2000.00	100.00	283.77

MHB pasir =  $283.77 / 100 = 2,8377$

Yogyakarta, 6-7 November 2002,  
Kepala Bagian Lab BKT FI UII.

LABORATORIUM (Dr. Ilman Noor, MSCE)

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UJI



## HASIL UJI DESAK PAVING BLOCK

(kN)

### 1.1 Kuat Desak Paving Block Umur 21 Hari

$$1 \text{ Kg} = 9,80784 \text{ N}$$

$$\text{Beban Maksimum} = \frac{(kN) \cdot 1000}{9,80784} \text{ Kg}$$

Tabel 1 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1A	2,540	199,400	430
K2A	2,575	200,500	480
K3A	2,575	200,700	505
K4A	2,533	199,500	520
K5A	2,555	200,550	550

Tabel 2 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 10 % dari berat semen.

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1B	2,500	191,550	430
K2B	2,579	197,200	495
K3B	2,497	198,800	480
K4B	2,545	200,400	510
K5B	2,524	199,100	495



Tabel 3 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 15 % dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1C	2,535	204,115	510
K2C	2,557	200,240	570
K3C	2,523	204,110	610
K4C	2,541	199,410	460
K5C	2,522	199,800	580

Tabel 4 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 20 % dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1D	2,494	183,000	520
K2D	2,484	193,300	470
K3D	2,503	199,480	580
K4D	2,502	199,320	420
K5D	2,412	199,400	435



**Tabel 5 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1E	2,547	201,000	795
K2E	2,554	200,200	800
K3E	2,595	199,340	650
K4E	2,581	199,710	700
K5E	2,558	199,750	750

**Tabel 6 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 10% dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1F	2,590	201,394	600
K2F	2,515	199,720	650
K3F	2,443	199,421	570
K4F	2,522	199,314	690
K5F	2,511	199,520	630



Tabel 7 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 15 % dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1G	2,525	199,044	510
K2G	2,595	199,210	550
K3G	2,551	199,420	635
K4G	2,551	199,510	640
K5G	2,511	199,050	610

Tabel 8 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 20 % dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1H	2,510	200,970	575
K2H	2,552	199,730	520
K3H	2,500	199,920	570
K4H	2,545	199,440	640
K5H	2,544	199,470	560





**Tabel 9 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1I	2,577	203,010	700
K2I	2,539	200,310	735
K3I	2,553	199,780	780
K4I	2,598	199,970	860
K5I	2,525	199,400	720

**Tabel 10 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 10 % dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1J	2,545	199,995	635
K2J	2,522	199,720	640
K3J	2,534	199,430	690
K4J	2,528	199,720	660
K5J	2,500	199,405	590



**Tabel 11 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 15 % dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1K	2,475	199,995	570
K2K	2,542	199,972	600
K3K	2,555	199,814	560
K4K	2,550	199,910	620
K5K	2,554	199,410	640

**Tabel 12 Hasil kuat desak Paving Block umur 21 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 20 % dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1L	2,545	201,200	470
K2L	2,440	199,473	450
K3L	2,418	199,720	430
K4L	2,420	199,490	435
K5L	2,338	199,740	410



## 1.2 Kuat Desak Paving Block Umur 28 hari

Tabel 13 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1M	2,555	199,400	455
K2M	2,532	200,500	540
K3M	2,551	200,700	500
K4M	2,535	199,500	530
K5M	2,522	200,550	505

Tabel 14 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 10 % dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1N	2,527	191,550	420
K2N	2,512	197,200	490
K3N	2,498	198,800	420
K4N	2,445	200,400	440
K5N	2,435	199,100	435



Tabel 15 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 15 % dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1O	2,590	204,115	460
K2O	2,549	200,240	440
K3O	2,451	204,110	470
K4O	2,571	199,410	550
K5O	2,580	199,800	575

Tabel 16 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 1,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 20 % dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1P	2,470	183,000	460
K2P	2,529	193,300	440
K3P	2,490	199,480	470
K4P	2,590	199,320	550
K5P	2,511	199,400	575



Tabel 17 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1Q	2,585	201,000	660
K2Q	2,525	200,200	700
K3Q	2,502	199,340	720
K4Q	2,575	199,710	655
K5Q	2,588	199,750	700

Tabel 18 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 10% dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1R	2,545	201,394	520
K2R	2,551	199,720	600
K3R	2,445	199,421	640
K4R	2,585	199,314	560
K5R	2,550	199,520	680



Tabel 19 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 15 % dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1S	2,537	199,044	530
K2S	2,445	199,210	640
K3S	2,488	199,420	720
K4S	2,447	199,510	440
K5S	2,473	199,050	540

Tabel 20 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 20 % dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1T	2,494	200,970	555
K2T	2,437	199,730	560
K3T	2,387	199,920	510
K4T	2,510	199,440	580
K5T	2,530	199,470	610



**Tabel 21 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1U	2,572	203,010	860
K2U	2,542	200,310	680
K3U	2,510	199,780	730
K4U	2,522	199,970	730
K5U	2,531	199,400	735

**Tabel 22 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 10 % dari berat Semen**

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1V	2,587	199,995	650
K2V	2,554	199,720	675
K3V	2,535	199,430	490
K4V	2,525	199,720	620
K5V	2,523	199,405	560



Tabel 23 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Keriki 1 : 3 : 3,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 15 % dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1W	2,480	199,995	460
K2W	2,535	199,972	595
K3W	2,551	199,814	560
K4W	2,545	199,910	570
K5W	2,534	199,410	510

Tabel 24 Hasil kuat desak Paving Block umur 28 hari dengan jenis pada kondisi kering dengan perbandingan berat Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 3,5 dengan bahan tambah abu limbah pembakaran keramik 20 % dari berat Semen

Kode	Berat (Kg)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)
K1X	2,422	201,200	270
K2X	2,480	199,473	350
K3X	2,401	199,720	420
K4X	2,381	199,490	470
K5X	2,358	199,740	405

Yogyakarta, 6-7 November 2002

Kepala Bagian Lab BKT FT UII

(Ir. Ilman Noor, MSCE)

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII





## HASIL UJI DAYA SERAP AIR PAVING BLOCK

### 2.1. Daya Serap Air Paving Block Umur 21 hari

Tabel 25 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

1 : 3 : 1,5

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1AB	2,640	2,846
K2AB	2,676	2,866
K3AB	2,633	2,831
K4AB	2,533	2,833
K5AB	2,555	2,836

Tabel 26 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil

1 : 3 : 1,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 10 %

Dari Berat Semen

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1BB	2,500	2,720
K2BB	2,579	2,756
K3BB	2,497	2,685
K4BB	2,545	2,741
K5BB	2,524	2,710



**Tabel 27 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 1,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 15 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1CB	2,535	2,720
K2CB	2,557	2,730
K3CB	2,523	2,710
K4CB	2,541	2,725
K5CB	2,522	2,705

**Tabel 28 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 1,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 20 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1DB	2,494	2,717
K2DB	2,484	2,681
K3DB	2,503	2,688
K4DB	2,502	2,688
K5DB	2,412	2,654



Tabel 29 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 2,5

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1EB	2,547	2,778
K2EB	2,554	2,740
K3EB	2,595	2,816
K4EB	2,581	2,750
K5EB	2,558	2,740

Tabel 30 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 2,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 10 %  
Dari Berat Semen

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1FB	2,590	2,668
K2FB	2,515	2,700
K3FB	2,443	2,737
K4FB	2,522	2,720
K5FB	2,511	2,710



**Tabel 31 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 15 % Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1GB	2,525	2,735
K2GB	2,595	2,748
K3GB	2,551	2,690
K4GB	2,551	2,690
K5GB	2,511	2,672

**Tabel 32 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil 1 : 3 : 2,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 20 % Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1HB	2,510	2,704
K2HB	2,552	2,743
K3HB	2,500	2,707
K4HB	2,545	2,727
K5HB	2,544	2,730



**Tabel 33 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 3,5**

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K11B	2,577	2,743
K21B	2,539	2,734
K31B	2,553	2,762
K41B	2,598	2,783
K51B	2,525	2,720

**Tabel 34 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 3,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 10 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1JB	2,545	2,789
K2JB	2,522	2,780
K3JB	2,534	2,812
K4JB	2,528	2,765
K5JB	2,500	2,715



**Tabel 35 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 3,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 15 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1KB	2,475	2,737
K2KB	2,542	2,708
K3KB	2,555	2,674
K4KB	2,550	2,660
K5KB	2,554	2,660

**Tabel 36 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 3,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 20 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1LB	2,545	2,639
K2LB	2,440	2,665
K3LB	2,418	2,689
K4LB	2,420	2,675
K5LB	2,338	2,638



## 2.2 Daya Serap Air Paving Block Umur 28 hari

Tabel 25 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 1,5

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1MB	2,655	2,845
K2MB	2,632	2,828
K3MB	2,651	2,849
K4MB	2,654	2,830
K5MB	2,652	2,828

Tabel 26 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 1,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 10 %  
Dari Berat Semen

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1NB	2,527	2,675
K2NB	2,512	2,704
K3NB	2,498	2,730
K4NB	2,533	2,615
K5NB	2,525	2,700



**Tabel 27 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 1,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 15 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1OB	2,590	2,702
K2OB	2,549	2,745
K3OB	2,461	2,685
K4OB	2,472	2,680
K5OB	2,520	2,675

**Tabel 28 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 1,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 20 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1PB	2,470	2,703
K2PB	2,529	2,733
K3PB	2,490	2,703
K4PB	2,520	2,715
K5PB	2,475	2,700





**Tabel 29 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil**

**1 : 3 : 2,5**

<b>Kode</b>	<b>Berat (Kg) Kering Wk</b>	<b>Berat Basah (Kg) Wb</b>
K1QB	2,585	2,775
K2QB	2,625	2,780
K3QB	2,602	2,765
K4QB	2,600	2,768
K5QB	2,575	2,723

**Tabel 30 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil**

**1 : 3 : 2,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 10 %**

**Dari Berat Semen**

<b>Kode</b>	<b>Berat (Kg) Kering Wk</b>	<b>Berat Basah (Kg) Wb</b>
K1RB	2,546	2,732
K2RB	2,551	2,717
K3RB	2,446	2,678
K4RB	2,476	2,681
K5RB	2,520	2,685



**Tabel 31 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 2,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 15 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1SB	2,537	2,637
K2SB	2,446	2,623
K3SB	2,448	2,725
K4SB	2,450	2,733
K5SB	2,527	2,615

**Tabel 32 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 2,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 20 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1TB	2,494	2,596
K2TB	2,437	2,641
K3TB	2,387	2,708
K4TB	2,445	2,643
K5TB	2,443	2,633



**Tabel 33 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 3,5**

<b>Kode</b>	<b>Berat (Kg) Kering Wk</b>	<b>Berat Basah (Kg) Wb</b>
K1UB	2,572	2,761
K2UB	2,642	2,780
K3UB	2,610	2,807
K4UB	2,615	2,730
K5UB	2,552	2,718

**Tabel 34 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 3,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 10 %  
Dari Berat Semen**

<b>Kode</b>	<b>Berat (Kg) Kering Wk</b>	<b>Berat Basah (Kg) Wb</b>
K1VB	2,587	2,717
K2VB	2,564	2,741
K3VB	2,536	2,771
K4VB	2,533	2,720
K5VB	2,561	2,735



**Tabel 35 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 3,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 15 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (Kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1WB	2,480	2,729
K2WB	2,536	2,718
K3WB	2,551	2,687
K4WB	2,538	2,670
K5WB	2,530	2,645

**Tabel 36 Paving Block Dengan Perbandingan Semen, Pasir, Kerikil  
1 : 3 : 3,5 Dengan Bahan Tambah Abu Limbah Pembakaran Keramik 20 %  
Dari Berat Semen**

Kode	Berat (kg) Kering Wk	Berat Basah (Kg) Wb
K1XB	2,420	2,666
K2XB	2,480	2,619
K3XB	2,401	2,683
K4XB	2,452	2,640
K5XB	2,440	2,650

Yogyakarta, 6-7 November 2002

Kepala Bagian Lab BKT FT UII

(Ir. Ilman Noor, MSCE)

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	<b>Aman Sentosa</b>	<b>87310176</b>	<b>Menkon</b>
2			

**JUDUL TUGAS AKHIR :**

*Potensi ekonomi limbah pembakaran keramik Kasongan terhadap paving blok.....*  
 .....  
 .....

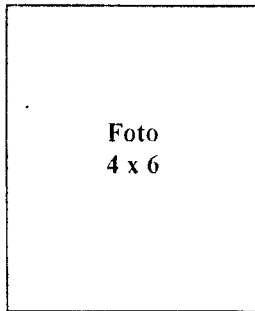
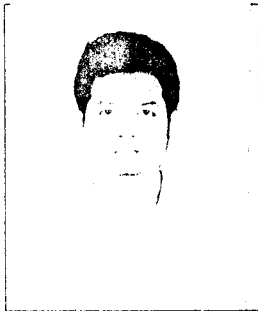
**PERIODE III : MARET - AGUSTUS**

**TAHUN : 2001 / 2002**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Mar.	Apr.	Mei.	Jun.	Jul.	Aug.
1.	Pendaftaran	■					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3.	Pembuatan Proposal		■				
4.	Seminar Proposal		■	■			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6.	Sidang-Sidang					■	■
7.	Pendadaran.						■

DOSEN PEMBIMBING I  
 DOSEN PEMBIMBING II

**Ir. H. Tadjuddin BMA., MT.**  
**Ir. Fitri Nugraheni, MT.**

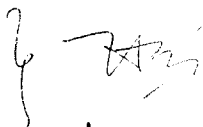






Yogyakarta, **28 Mei 2002**  
 a.n. Dekan,  
  
**(Ir. H. Munadhir, MS.)**

Catatan.

Seminar : .....  
 Sidang : .....  
 Pendadaran : .....

**CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR**

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	29/5/02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- proposal disetujui</li> <li>- dapat dilanjutkan ke dosen pembimbing I</li> </ul>	
	29/5/02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- siapakah untuk seminar proposal di rinci lebih detail tentang sample</li> </ul>	
	12/7'02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hitungan proporsi adonan paving blok disetujui.</li> <li>- dapat dilanjutkan dg pembuatan paving blok.</li> </ul>	
	7/4'02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acc pembimbing II.</li> <li>- dapat dilanjutkan ke pembimbing I</li> </ul>	
	10/4'03	<ul style="list-style-type: none"> <li>- harus ada student diberi sekam → nanti akan buat</li> <li>- berikan keterangan kerangka &amp; soal.</li> </ul>	
	11/9'03	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Publikasi</li> <li>- <del>data</del> tes di rumah</li> <li>- grafik</li> </ul>	
	12/4'03	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kerangka abstrak → latar belakang</li> <li>- teori</li> <li>- hasil</li> <li>- kesimpulan</li> <li>- siapakah untuk sidang</li> </ul>	