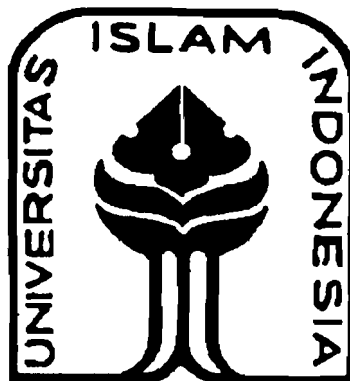


PERPUSTAKAAN FTSP UII
 HADIAN/DELI
 TGL. TERIMA : 15 Februari 2007
 NO. JUDUL : 07 211
 NO. INV. : 02000211001
 NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

VARIASI PENAMBAHAN KAWAT BENDRAT
 TERHADAP PERILAKU MEKANIK
 PAVING BLOCK TIPE HOLLAND

12.
 693,54
 Sam
 v
 1



الإسلام جامعة



xiii, 70. Gbl. Camp. 28

Sigit Depa Rian Sanjaya 02511244

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

- Uraian Beton
 • Paving Block tipe Holland
 • Beton Kawat Bendrat
 • Pelat

2006

MILIK PERPUSTAKAAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

**HUBUNGAN ANTARA
VARIASI PENAMBAHAN KAWAT BENDRAT
TERHADAP PERILAKU MEKANIK
PAVING BLOCK TIPE HOLLAND**

Disusun Oleh :

Sigit Depa Rian Sanjaya 02511244

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I


Ir. H. Susastrawan, MS

Tanggal : 23 / 12 / 2006

Dosen Pembimbing II


Ir. Helmy Akbar Bale, MT

Tanggal : 23 / 12 / 2006

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb,

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul "Hubungan Antara Variasi Penambahan Kawat Bendrat Terhadap Perilaku Mekanik *Paving Block* Tipe Holand" ini. Salawat beriring salam kami sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia ke zaman berpengetahuan dan teknologi ini.

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

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

1. Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Seluruh karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

6. Papa, Mama dan adik-adik yang telah banyak memberikan do'a, semangat dan dukungannya.
7. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil Angkatan 2002 Universitas Islam Indonesia atas bantuan dan sarannya.
8. Bapak Subandrio atas bantuannya di Usaha Dagang SBR. Semoga usahanya lancar dan tambah maju.
9. Mas Tommy Hendryanto atas kerja sama yang padu. Terima kasih partner!
10. Septy Ardhini atas cinta tulus dan pengertian serta semangatnya.
11. Teman-teman kos khususnya Fahrin atas persahabatannya.

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

Akhir kata kami berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amiin Yaa Rabbalalamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, November 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAKSI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Perumusan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Penelitian Yang Pernah Dilakukan.....	8
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Umum	11
3.2 Material Penyusun <i>Paving Block</i>	12
3.2.1 Semen Portland.....	12
3.2.2 Agregat Halus (Pasir).....	13

3.2.3 Agregat Kasar	14
3.2.4 Air	14
3.2.5 Pozzolan	15
3.2.6 Slump	16
3.3 Serat/ Kawat Bendrat.....	16
3.4 Interaksi Serat Dalam Campuran	16
3.5 <i>Paving Block</i>	19
3.5.1 Umum.....	19
3.5.2 Definisi	20
3.5.3 Syarat Mutu	20
3.5.4 Teknik Pembuatan <i>Paving Block</i>	21
3.5.5 Perkerasan <i>Paving Block</i>	23
3.6 Perancangan Campuran Adukan <i>Paving Block</i>	24
3.7 Pengolahan <i>Paving Block</i>	25
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	27
4.1 Lokasi Penelitian	27
4.2 Benda Uji	27
4.3 Bahan Penyusun Benda Uji	28
4.4 Peralatan.....	29
4.5 Model Benda Uji	30
4.5.1 Model Benda Uji Untuk Uji Desak	30
4.5.2 Model Benda Uji Untuk Uji Geser	30
4.5.3 Model Benda Uji Untuk Uji Lentur.....	31

4.6	Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.....	33
4.6.1	Pembuatan Benda Uji	33
4.6.2	Perawatan Benda Uji.....	33
4.7	Pengujian Benda Uji.....	34
4.7.1	Uji Desak <i>Paving Block</i>	34
4.7.2	Uji Geser <i>Paving Block</i>	35
4.7.3	Uji Lentur <i>Paving Block</i>	37
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
5.1	Umum	39
5.2	Hasil Pengujian Benda Uji.....	39
5.2.1	Hasil Pengujian Kuat Desak <i>Paving Block</i>	39
5.2.2	Hasil Pengujian Kuat Geser <i>Paving Block</i>	41
5.2.3	Hasil Pengujian Kuat Lentur <i>Paving Block</i>	43
5.3	Perhitungan	49
5.3.1	Perhitungan Kuat Desak <i>Paving Block</i>	49
5.3.2	Hasil Perhitungan Kuat Geser <i>Paving Block</i>	53
5.3.3	Hasil Perhitungan Kuat Lentur <i>Paving Block</i>	57
5.4	Pembahasan Hasil Penelitian	60
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
6.1	Kesimpulan	68
6.2	Saran	69

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Beberapa Perbandingan.....	10
Tabel 3.1 Unsur-Unsur Penyusun Utama Semen.....	13
Tabel 3.2 Kekuatan Fisik Bata Beton Untuk Lantai.....	21
Tabel 4.1 Kebutuhan Serat Dalam Satu Kali Adukan	28
Tabel 4.2 Model Benda Uji Dengan Variasi Serat Untuk Uji Desak.....	32
Tabel 4.3 Model Benda Uji Dengan Variasi Serat Untuk Uji Geser.....	32
Tabel 4.4 Model Benda Uji Dengan Variasi Serat Untuk Uji Lentur	32
Tabel 5.1 Hasil Uji Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode A	39
Tabel 5.2 Hasil Uji Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode B	40
Tabel 5.3 Hasil Uji Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode C	40
Tabel 5.4 Hasil Uji Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode D	40
Tabel 5.5 Hasil Uji Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode E.....	41
Tabel 5.6 Hasil Uji Kuat Geser <i>Paving Block</i> Dengan Kode F	41
Tabel 5.7 Hasil Uji Kuat Geser <i>Paving Block</i> Dengan Kode G.....	42
Tabel 5.8 Hasil Uji Kuat Geser <i>Paving Block</i> Dengan Kode H.....	42
Tabel 5.9 Hasil Uji Kuat Geser <i>Paving Block</i> Dengan Kode I	42
Tabel 5.10 Hasil Uji Kuat Geser <i>Paving Block</i> Dengan Kode J.....	43
Tabel 5.11 Hasil Uji Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode I.....	44
Tabel 5.12 Hasil Uji Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode II.....	45
Tabel 5.13 Hasil Uji Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode III	46
Tabel 5.14 Hasil Uji Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode IV	47

Tabel 5.15 Hasil Uji Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode V.....	48
Tabel 5.16 Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode A	50
Tabel 5.17 Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode B	50
Tabel 5.18 Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode C	51
Tabel 5.19 Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode D	51
Tabel 5.20 Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode E.....	52
Tabel 5.21 Kuat Geser <i>Paving Block</i> Dengan Kode F	54
Tabel 5.22 Kuat Geser <i>Paving Block</i> Dengan Kode G.....	54
Tabel 5.23 Kuat Geser <i>Paving Block</i> Dengan Kode H.....	55
Tabel 5.24 Kuat Geser <i>Paving Block</i> Dengan Kode I	55
Tabel 5.25 Kuat Geser <i>Paving Block</i> Dengan Kode J.....	56
Tabel 5.26 Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode I.....	58
Tabel 5.27 Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode II.....	58
Tabel 5.28 Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode III	58
Tabel 5.29 Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode IV	59
Tabel 5.30 Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode V	59
Tabel 5.31 Kuat Desak <i>Paving Block</i> Untuk Setiap Variasi Kawat Bendrat.....	60
Tabel 5.32 Tegangan Geser <i>Paving Block</i> Untuk Setiap Variasi Kawat Bendrat.....	62
Tabel 5.33 Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Untuk Setiap Variasi Kawat Bendrat	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Interaksi Serat Terhadap Campuran Homogen Tak Dapat Retak.....	17
Gambar 3.2 Interaksi Serat Terhadap Campuran Yang Dapat Retak.....	18
Gambar 4.1 Pengujian Kuat Desak <i>Paving Block</i>	35
Gambar 4.2 Pengujian Kuat Geser <i>Paving block</i>	37
Gambar 4.3 Pengujian Kuat Lentur <i>Paving block</i>	38
Gambar 5.1 Grafik Hubungan Antara Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Variasi Kawat Bendrat.....	60
Gambar 5.2 Grafik Hubungan Antara Tegangan Geser <i>Paving Block</i> Dengan Variasi Kawat Bendrat	61
Gambar 5.3 Grafik Hubungan Antara Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Variasi Kawat Bendrat.....	63
Gambar 5.4-5.5 Hasil Uji Lentur <i>Paving Block</i>	66

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data sementara pengujian desak, geser , dan lentur *paving block*
- Lampiran 2 Dokumentasi penelitian
- Lampiran 3 Kartu peserta dan catatan konsultasi tugas akhir

ABSTRAKSI

Perkembangan teknologi beton, salah satunya ditandai dengan adanya *paving block (concrete block)*. Ide penambahan serat atau *fiber* pada *paving block* didapat dari penelitian beton serat. Tujuan utama mencampurkan serat ke dalam adukan *paving block* ini adalah untuk mengetahui seberapa besar penambahan kekuatan *paving block* yang dalam penelitian ini adalah kuat desak dan tegangan gesernya.

Dalam penelitian ini, serat atau *fiber* yang digunakan adalah kawat bendrat dengan panjang 6 cm dan dipotong lurus atau tanpa pembengkokan di ujung-ujungnya. Variasi kawat bendrat yang diujikan adalah 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1% dari campuran berat total adukan *paving block*. Pengujian *paving block* dilakukan pada umur 28 hari.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa *paving block* yang menggunakan variasi kawat bendrat sebanyak 0,25% dari berat total adukan memberikan mutu maksimum sebesar 337,98 Kg/cm² dibandingkan dengan *paving block* normal yaitu 311,48 Kg/cm². Kenaikan yang terjadi sebesar 26,5 Kg/cm² atau 8,5% dari *paving block* normal (tanpa penambahan serat). Sedangkan untuk penambahan variasi serat sebesar 0,5%, 0,75% serta 1% dari berat total adukan tidak memberikan nilai tambah bagi kuat desak *paving block* jika dibandingkan dengan kekuatan *paving block* normal.

Pada pengujian geser, bila dibandingkan dengan *paving block* normal yang mempunyai kekuatan sebesar 11,87 Kg/cm² maka penambahan kawat bendrat sebesar 0,25%, 0,50%, 0,75% serta 1% dari berat total adukan ternyata tidak efektif. Ini dapat dilihat terjadi penurunan sebesar 1,18 Kg/cm² atau 9,94% pada variasi serat 0,25%.

Untuk pengujian kuat lentur, penambahan kawat bendrat sebesar 0,25% dari campuran total adukan akan memberikan kekuatan sebesar 39,16 Kg/cm² atau naik 2,94% bila dibandingkan dengan *paving block* normal. Walaupun penurunan kekuatan terjadi untuk variasi selanjutnya namun secara umum penambahan

kawat bendrat pada *paving block* memberikan pengaruh positif karena apabila dikenakan beban yang berlebih maka *paving block* tidak akan cepat mengalami retak atau hancur.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa penelitian yang dilakukan terhadap variasi kawat bendrat sebesar 0,25% dari berat total adukan akan memberikan nilai lebih terhadap kekuatan desak *paving block*, tetapi penambahan kawat bendrat tidak efektif untuk tegangan geser *paving block*. Sedangkan untuk kuat lentur, penambahan variasi serat akan memberikan kekuatan lentur yang bervariasi untuk setiap penambahan kawat bendratnya.

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 di dapat di negara kita. Adapun kelebihan tersebut diantaranya:

- a. Memiliki kuat desak yang cukup tinggi,
- b. Mudah dibentuk sesuai kebutuhan,
- c. Harga relatif murah,
- d. Tahan terhadap korosi, sehingga perawatannya mudah.

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.

Concrete block (conblock) untuk perkerasan, yang selanjutnya dalam laporan tugas akhir ini disebut *paving block* atau dapat juga disebut *interblock*, telah digunakan sejak zaman 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 (Sukarno, 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* seperti halnya di pelabuhan Tanjung Priok dan Tanjung Perak (Winarti, 1993).

Penggunaan perkerasan *paving block* ini didukung oleh pemerintah, terutama Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum. Perkerasan *paving block* mempunyai beberapa keuntungan yaitu:

- a. Mempunyai kekuatan (tekan maupun lentur) dan ketahanan (terhadap abrasi dan perubahan cuaca) yang tinggi,

- b. Bila persyaratan dipenuhi perkerasan *paving block* mempunyai nilai *skid resistance* yang tinggi.
- c. Perkerasan dapat berdeformasi 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 lebih murah dibanding dengan aspal,
- f. Bahan utama *paving block* adalah semen dan bahan ini diproduksi cukup banyak di Indonesia, dan
- g. Warna *paving block* dapat 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 perkerasan semakin meningkat maka diperlukan adanya *paving block* dengan kualitas yang baik.

Peningkatan kualitas *paving block* dapat dilakukan dengan berbagai cara. Salah satunya adalah dengan memberikan bahan tambah. Dalam penelitian ini, bahan tambah yang digunakan berupa serat. Cara penambahan yang dilakukan dengan mencampurkan serat secara merata ke dalam adukan *paving block* segar. Ide dasar penambahan serat ini adalah menulangi *paving block* dengan serat,

sehingga diharapkan dapat mengeliminir timbulnya retak-retak halus dan mudah direpihkan hanya dengan kekuatan jari tangan.

Serat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah kawat bendrat yang dapat dibeli seperti di toko-toko bangunan, dan toko material lainnya atau dari sisa pekerjaan suatu proyek. Serat ini berupa potongan kawat atau dapat dibuat khusus dengan permukaan halus atau rata atau deform, lurus atau bengkok untuk memperbesar rekatan dengan bahan ujinya (dapat berupa beton ataupun paving block dalam penelitian ini). Serat baja atau kawat bendrat akan berkarat di permukaan beton, namun akan sangat awet jika di dalam beton/ *paving block*. Diameter serat baja ini bervariasi dari 5 sampai 500 mikrometer (1mikro=1/juta meter) dan panjang sekitar 50mm.

Oleh karena itu, penggunaan kawat bendrat pada adukan *paving block* dengan perbandingan tertentu diharapkan dapat meningkatkan mutu *paving block* yang dihasilkan.

1.2 Identifikasi Masalah

Masalah utama yang terdapat *paving block* adalah sering timbulnya retak-retak halus sehingga mudah direpihkan hanya dengan kekuatan tangan (sering terjadi gerimpil). Penambahan serat pada *paving block* selain dimaksudkan untuk meningkatkan mutu juga untuk mencegah terjadinya retak akibat pembebanan.

1.3 Perumusan Masalah

Akibat pembebanan dapat menyebabkan terjadinya retak. Variasi campuran serat ke dalam adukan *paving block* akan berpengaruh terhadap daya dukungnya, karena kemampuan lekatan antara serat dengan pasta dalam pembuatan *paving block* (*bond strength*). Jika kuat lekatnya tinggi, maka kekuatan *paving block* dengan serat akan bertambah besar. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan serat pada *paving block* dilakukan dengan memvariasikan penambahan serat terhadap kuat desak, geser, dan kuat lentur *paving block*.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan serat terhadap kuat desak, geser, dan kuat lentur pada *paving block*. Dengan penelitian ini akan dilihat kemungkinan aplikasi yang lebih jauh dari *paving block* serat sehingga dapat bermanfaat pada bidang struktur.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. dapat menghasilkan *paving block* dengan mutu yang lebih baik bila dibandingkan dengan *paving block* tanpa menggunakan serat.
2. meningkatkan pengetahuan peneliti tentang mutu bahan konstruksi dalam hal ini adalah *paving block* berdasarkan variasi bentuk dan campurannya.

3. menambah referensi pengetahuan bagi mahasiswa, pengajar (dosen, guru) maupun peneliti selanjutnya yang berminat melakukan penelitian di masa yang akan datang.
4. menjadi masukan bagi para kontraktor, developer, dan masyarakat pada umumnya.
5. meningkatkan sumber daya manusia serta ekonomi bagi pembuat *paving block*.
6. memberdayakan limbah yang terbuang yang berupa serat.

1.6 Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan agar penelitian dapat sesuai tujuan, maka digunakan anggapan dan batasan masalah sebagai berikut:

1. agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah/ krikil yang berasal dari Cangkringan,
2. agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Cangkringan,
3. semen yang dipakai adalah Portland cement (PC) tipe I dengan merk Gresik,
4. perawatan benda uji dengan penyiraman atau memberikan percikan air secara periodik setiap hari selama tiga (3) hari, setelah itu dilakukan perendaman dari hari ke empat (4) sampai hari ke dua puluh delapan (28),
5. dimensi *paving block* menggunakan bentuk persegi panjang (Holand) dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm,
6. rencana campuran 1 : 3 : 2,5 atau setara kuat hancur 300 kg/cm²,

7. serat diambil dengan panjang serat 60 mm dengan diameter ± 1 mm berbentuk lurus dengan penambahan serat sebesar 0%; 0,25%; 0,50%; 0.75%; dan 1% dari campuran total adukan *paving block*,
8. Pengujian yang dilakukan berupa uji kuat desak, uji geser, dan uji kuat lentur pada *paving block*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Yang Pernah Dilakukan

Kuipers (1984) mengatakan bahwa perkerasan *paving block* di daerah industri berat, bentuk segi empat adalah bentuk yang paling cocok dibanding bentuk segi banyak/ bergerigi.

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

Sastrowiyoto (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.

Penambahan serat ke dalam adukan beton juga akan berpengaruh menurunkan kelecakan (*workability*), sejalan dengan pertambahan konsentrasi serat dan aspek ratio serat. Penurunan kelecakan adukan beton dapat dikurangi dengan penurunan diameter maksimal agregat, peningkatan faktor semen, penambahan jumlah semen, ataupun pemakaian bahan tambah (*additive*). Konsentrasi serat yang masih memungkinkan pengadukan dilakukan dengan mudah adalah 2% dari volume adukan semen (Keer, 1984)

Ide dasar penambahan serat pada beton adalah beton diberi tulangan serat yang ditambahkan pada saat membuat adukan, serat dimasukkan dengan cara ditaburkan, dengan adanya serat yang tertanam dalam beton tersebut dapat mencegah terjadinya retakan-retakan beton di daerah tarik yang terlalu awal akibat pembebanan (Soroshian & Bayasi, 1987 dalam Situmorang, 2003).

Beberapa peneliti di luar negeri telah membuktikan bahwa dengan penambahan serat ke dalam adukan beton dapat memperbaiki sifat-sifat sebagai berikut: (a) lebih daktil, (b) meningkatkan kuat desak, (c) meningkatkan kuat tarik, (d) meningkatkan kuat lentur, (e) menambah ketahanan terhadap kejut. Hal-hal tersebut sesuai hasil penelitian beton yang dilakukan oleh Soroshian & Bayasi, 1987 dan penelitian beton dengan serat bendrat oleh Suhendro, 1991 (dalam Situmorang, 2003).

Penambahan serat kawat bendrat dapat menaikkan kuat desak beton sebesar 7,5%, sedangkan beton serat plastik sebesar 2,07%. Untuk kekuatan lenturnya serat hendrat naik sebesar 16, 94% dan pada beton serat plastik naik sebesar 9,90% dengan penambahan serat berkisar antara 2-3% (Suprianto dan Ali Muhttadi, 1996).

Penambahan steel fiber dengan orientasi random akan meningkatkan kuat lentur beton fiber sekitar 2-3 kali lipat dibandingkan beton normalnya. Sifat getas dari beton akan dapat diatasi oleh adanya fiber sehingga beton fiber akan menjadi liat oleh karena itu beton fiber dapat dipergunakan pada perencanaan bagian-bagian penting dari struktur (tidak semua), yaitu pada kuat lentur ultimit untuk fiber reinforced concrete (Swamy & Al-noori, 1975).

Dengan penambahan serat kawat bendrat sebanyak 1,25% dari volume adukan dapat meningkatkan kuat tarik beton tersebut sebesar 13% pada umur benda uji 28 hari (Sudarmoko, 1998)

Paving block dengan bentuk persegi panjang dan komposisi campuran 1 : 3 : 2,5 menghasilkan kuat desak *paving block* tertinggi dibandingkan dengan komposisi 1 : 3 : 1,5 dan komposisi 1 : 3 : 3,5. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini (Ibnu dan Soegi, 2000).

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Kuat Desak *Paving Block* dengan beberapa perbandingan

No	Bentuk Paving Block	Pebandingan Campuran	σ'_{bm} Umur 7 hari (Kg/ Cm ²)	σ'_{bm} Umur 28 hari (Kg/ Cm ²)
1.	Holand	1 : 3 : 1,5	210,6784	220,7561
2	Holand	1 : 3 : 2,5	283,5482	336,6203
3	Holand	1 : 3 : 3,5	214,7333	231,3705

(Ibnu dan Soegi, 2000)

Dengan penambahan serat nylon dapat dihasilkan kuat tarik beton yang maksimum pada panjang serat 70 mm dan diameter 0,95 mm yaitu 3,0931 Mpa, peningkatan sebesar 17,29% (Erna Suknawati dan Ari Herawati, 2001).

Sedangkan penambahan serat bambu dapat meningkatkan kuat desak rata-rata beton pada panjang serat 4 cm sebesar 13,2421%, sedangkan panjang serat 6 dan 8 cm masing-masing 3,1090% dan 9,3905% terhadap beton normal. Pada pengujian kuat tarik terjadi peningkatan pada panjang serat 4 cm sebesar 1,8579%, sedangkan panjang serat 6 dan 8 cm masing-masing 2,0788% dan 7,7741% (Zarlis dan Anang Budi, 2001).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan yang diperoleh dengan cara mencampurkan semen Portland dan agregat halus, agregat kasar serta air pada perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambah *pozzolan*. Dari segi teknologinya beton paving tidak jauh berbeda jika dilihat dari susunan bahan pembuatnya yaitu semen, pasir, kerikil dan air. Selain itu, itu cara pengujian kuat desak maupun pemeliharaannya juga sama. Namun, jika dilihat dari cara pembuatan, diameter agregat yang dipakai, faktor air semen yang berpengaruh pada nilai slump *paving block* berbeda. Dari perbedaan yang ada maka pada *paving block* diperlukan perlakuan khusus dalam pembuatan, perawatan, dan umur pemakaian dari beton umumnya.

Pemanfaatan teknologi beton dihubungkan dengan sarana transportasi dengan melihat keuntungan beton yaitu dari segi kemudahan mendapatkan bahan penyusun, kemudahan cara pembuatan, kemudahan biaya perawatan, biaya yang relatif murah dibandingkan dengan aspal, dan dari segi kekuatan yang dicapai relatif tinggi, maka teknologi beton dapat digunakan sebagai perkerasan jalan (*rigid pavement*).

Pencampuran dan pemakaian jenis bahan susun serta komposisi yang berbeda akan menghasilkan *paving block* yang bervariasi kuat desaknya. Pada umumnya *paving block* mempunyai karakteristik kekuatan desak sebesar 300

kg/cm² kecuali untuk area lalu lintas berat, dimana standar kekuatannya adalah 450 kg/cm² (Pino Iskandar, 1984)

3.2 Material Penyusun Beton

Ditinjau dari fungsinya material pembentuk beton mempunyai fungsi yaitu semen dan sedikit air membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai perekat kemudian pasta semen agregat halus (pasir) membentuk mortar untuk mengikat agregat kasar menjadi kesatuan yang kompak dengan campuran yang merata menghasilkan campuran plastis (antara cair dan padat) sehingga dapat dituang dalam acuan dan membentuknya menjadi bentuk yang diinginkan setelah menjadi kering atau padat.

3.2.1 Semen Portland

Semen adalah bahan hidrolis berbentuk serbuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker* yang mengandung kapur, silica dan alumina. Semen portland dibuat dengan cara mencampur dan membakar bahan dasar semen dengan suhu 1550° C dan menjadi *klinker* (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995).

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

Reaksi kimia antara semen portland dengan air menghasilkan senyawa-senyawa yang disertai pelepasan panas. Kondisi ini mengandung resiko besar

terhadap penyusutan kering beton dan kecenderungan retak pada beton. Reaksi semen dengan air dibedakan menjadi dua yaitu periode pengikatan dan periode pengerasan. Pengikatan merupakan pengalihan dari keadaan plastis ke keadaan keras, sedangkan pengerasan adalah penambahan kekuatan setelah pengikatan selesai. Dikehendaki pengikatan semen berlangsung lambat, jika tidak adukan sulit dikerjakan karena spesifikasi semen portland mensyaratkan tidak boleh terjadi kurang dari satu jam (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995).

Ketika semen dicampur dengan air, timbul reaksi kimia antar unsur-unsur penyusun semen dengan air. Reaksi menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan. Unsur penyusun utama semen tersebut adalah seperti tercantum dalam table 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 Unsur-unsur penyusun utama semen

Nama Unsur	Simbol	Komposisi Kimia
Trikalsium Silikat	C_3S	$3CaO SiO_2$
Dikalsium Silikat	C_2S	$2CaO SiO_2$
Trikalsium Aluminat	C_3A	$3CaO Al_2O_3$
Tetrakalsium Aluminoferrite	C_4AF	$4CaO Al_2O_3 Fe_3O_3$

Sumber: Teknologi Beton Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995

3.2.2 Agregat Halus (Pasir)

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar (beton). Agregat ini kira-kira menempati 70% volume mortar. Walaupun namanya sebagai pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnya, sehingga pemilihan agregat

merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995).

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

3.2.3 Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan kerikil hasil disintegrasi alami dari batuan alam berupa batu pecah dengan ukuran 5-40 mm. Jenis sifat kasar yang umumnya adalah (Edward G. Nawy, 1990):

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

3.2.4 Air

Air merupakan bahan dasar penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan untuk bahan pelumas antara agregat, agar dengan mudah beton dapat dikerjakan dan dipadatkan (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995).

Air yang digunakan dalam pembuatan beton harus bebas dari bahan-bahan yang merugikan seperti lumpur, tanah liat, bahan organik dan asam organik, alkali dan garam-garam lainnya. Tidak ada batasan khusus yang harus dapat diberikan untuk garam-garam terlarut, tetapi bila air jernih tidak terasa asin atau payau, maka air dapat digunakan (Kardiyono Tjokrodinuljo, 1995).

3.2.5 Pozzolan

Pozzolan merupakan bahan alam atau bahan buatan yang sebagian besar terdiri dari unsur silikat dan aluminat yang relatif (DPU, 1982). Jenis-jenis pozzolan antara lain adalah:

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

Pengaruh penggunaan pozzolan adalah:

1. pada pembuatan beton massa (*mass concrete*) pemakaian pozzolan sangat menghemat penggunaan semen, setting time lebih lama dan mengurangi proses hidrasi.
2. kalsium hidroksi (unsur terlemah dari beton) yang terbentuk dapat dihilangkan dengan menambahkan abu terbang dan silika fume, sehingga beton yang

dihasilkan lebih massif dan padat, serta kekerasannya meningkat. Pengaruh ini banyak digunakan dalam membuat beton mutu tinggi (Kardiyono Tjokrodikuljo, 1995).

3.2.6 Slump

Slump merupakan pedoman yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton segar. Makin besar nilai slump berarti makin encer adukan betonnya, sehingga adukan beton mudah dikerjakan. Nilai slump lebih ditentukan oleh jumlah air dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja, karenanya bila nilai slump sama tetapi nilai fas berubah maka beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi jika kandungan semennya lebih banyak (Kardiyono Tjokrodikuljo, 1995).

3.3 Serat/ Kawat Bendrat

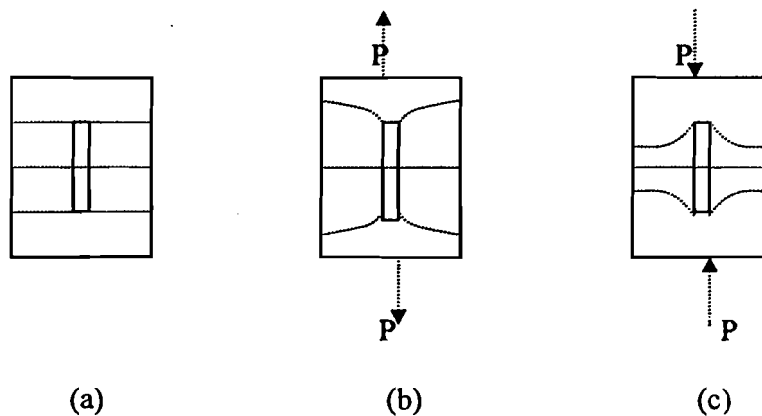
Bahan tambah berupa serat lokal yang dipakai berupa kawat bendrat, yaitu kawat untuk pengikat tulangan baja dengan diameter sekitar 1 mm yang dibuat khusus dengan bentuk geometri yang beraneka ragam.

3.4 Interaksi Serat di dalam Campuran

Hal yang terpenting dalam interaksi serat dengan campuran adalah pada saat suatu campuran dibebani akan terjadi perpindahan gaya yang diberikan pada campuran kepada serat untuk diantisipasi oleh kekuatan bahan dari serat itu sendiri. Menurut **Balaguru and Shah (1992)** bergantung beberapa faktor sebagai berikut:

1. kondisi campuran,
2. komposisi campuran,
3. macam dari serat,
4. sifat permukaan serat,
5. perbandingan kekakuan serat terhadap campuran,
6. volume fraksi serat,
7. beban yang diberikan,
8. ketahanan serat pada campuran pada jangka panjang.

Apabila ditinjau per serat di dalam suatu campuran maka serat akan memberikan respon terhadap deformasi seperti yang terlihat pada Gambar 3.1:



Gbr. 3.1 Interaksi serat terhadap campuran homogen tak dapat retak

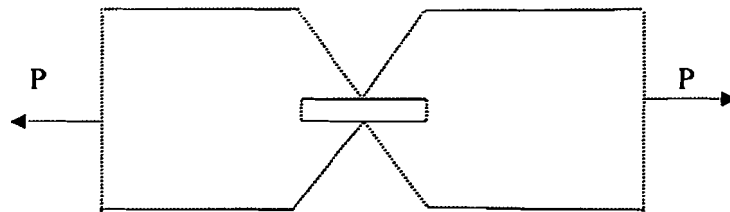
(a) tak terbebani; (b) tertarik; (c) tertekan.

(Balaguru and Shah (1992))

Pada kondisi normal hampir semua campuran akan mengalami tegangan dan akan mengalami keretakan. Mengenai gambar diatas dapat dijelaskan sebagai berikut ini:

- 1) Gambar (a) dikatakan bahwa campuran tidak mengalami kerja gaya dengan kata lain diasumsikan kumulatif gaya 0 (nol), kondisi sebenarnya tetap terjadi tegangan gaya dalam akibat beda temperatur.
- 2) Pada gambar (b) dan gambar (c) beban diberikan pada campuran maka sebagian dari gaya (beban) tersebut dipindahkan di sepanjang permukaan serat dan karena perbedaan kekakuan antara serat dan campuran maka gaya geser akan muncul pada permukaan serat. Gaya geser permukaan inilah yang membantu memindahkan gaya luar itu ke serat.

Bilamana serat lebih kaku dibandingkan campuran maka deformasi di sekitar serat akan kecil. Adapun interaksi lain yang mungkin terjadi, juga bisa dijelaskan dengan Gambar 3.2 di bawah ini:



Gbr.3.2 Interaksi serat terhadap campuran yang dapat retak

(Balaguru and Shah (1992))

Pada gambar 3.2 terlihat campuran yang berisikan serat terbebani tarik pada suatu ketika campuran tersebut akan retak. Ketika campuran retak maka serat akan memikul beban, ke arah tegak lurus terhadap arah retak itu. Secara praktis, yang akan menjembatani retak tersebut tidak hanya satu serat saja namun beberapa serat yang ada. Jika tidak dapat memindahkan beban itu secara merata retak akan terus terjadi.

3.5 Paving Block

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

3.5.1 Umum

Berhubungan dengan masalah beton, beton paving tidak jauh berbeda jika dilihat dari segi teknologinya. Susunan komponen pembuatnya yaitu semen, pasir, kerikil 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 perlakuan 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, kemudian cara pembuatan, kemudahan biaya perawatan, biaya yang relatif lebih murah dibanding aspal, dan dari segi kekuatan yang dicapai relatif lebih tinggi, maka teknologi beton tersebut dapat dimanfaatkan sebagai perkerasan jalan, yaitu *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 disaat 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 disaat menjalankan kendaranya.

3.5.2 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.

3.5.3 Syarat mutu

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

1. Sifat Tampak

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

2. Bentuk dan Ukuran

Bentuk dan ukuran bata beton untuk lantai dapat tergantung dari persetujuan antar 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 3 mm.

3. Sifat fisik

Bata beton untuk lantai harus mempunyai kekuatan fisik sebagaimana yang terlihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kekuatan Fisik Bata Beton untuk Lantai

Mutu	Kuat Tekan (kg/cm ²)		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

3.5.4 Teknik Pembuatan Paving Block

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 sistem tumbuk. Alat cetak dengan 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 sistem 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 dasar yang mudah didapat,
- b) pekerjaan 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, dan

f) dapat dengan mudah memilih dan menentukan kualitas yang diinginkan.

3.5.5 Perkerasan Paving Block

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

- a. Kuat tekan masing-masing elemen *paving block* yang terbuat dari beton dengan mutu yang telah tertentu, dan
- b. Gesekan antar elemen-elemen *paving block* dengan adanya pasir pengisi diantara 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 di Terminal Pulo Gadung Jakarta (Sunardjo dalam Winarti, 1993).

Paving block mempunyai kelebihan-kelebihan seperti berikut ini (Haning, 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, dimana gangguan terhadap kelancaran lalu lintas tidak dapat ditolerir.
- 2) *Paving block* dengan mudah dapat dibongkar kembali tanpa menghilangkan kemampuan *paving block* dalam memikul beban, maka perbaikan dari perkerasan yang mengalami penurunan cukup besar menjadi lebih mudah.

- 3) Perkerasan *paving block* sangat tahan terhadap beban vertikal (*punching load*) dan gaya horizontal 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 untuk pipa-pipa dan kabel listrik) untuk kemudian dipasang kembali dengan biaya murah. Hal ini sangat berguna untuk daerah-daerah perkotaan.

3.6 Perancangan Campuran Adukan Paving Block

Sama hanya dengan beton, perancangan campuran proporsi adukan *paving block* tergantung hingga tingkatan tertentu pada kekuatan serta jumlah beton yang dikehendaki. Untuk memperoleh campuran *paving block* yang optimum harus tepat dalam pemilihan dan perancangannya.

Campuran beton biasanya direncanakan untuk memberikan kekuatan desak pada umur 28 hari setelah pencetakan beton, karena dapat memberikan keuntungan yang cukup dalam karakteristik beton itu sendiri.

Berdasarkan dari hasil penelitian sebelumnya dengan perbandingan berat campuran 1 : 3 : 2,5 terdiri dari semen portland, pasir, krikil, dan air sebagai

pereaksi. Komposisi ini memenuhi mutu standar kekuatan hancur beton sebesar 300 kg/cm².

3.7 Pengolahan Paving Block

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

1. pengadukan *paving block*, merupakan proses pencampuran bahan dasar *paving block* dalam perbandingan yang baik dan telah ditentukan sesuai dengan takaran, hingga terjadi persamaan campuran yang merata melalui peralatan mekanis/ alat pencampur seperti molen pan mixer maupun secara manual dengan menggunakan tangan,
2. penuangan adukan *paving block*, campuran bahan susun dituangkan ke dalam acuan (*formwork*) dan diratakan agar seluruh bagian acuan terisi padat agar diperoleh hasil yang baik pada setiap sudut konstruksinya,
3. pemadatan adukan *paving block*, prinsip pemadatan adukan adalah usaha agar diperoleh *paving block* padat yang mampat tidak berongga yang dapat membantu reaksi antar unsur-unsur di dalamnya dengan memberikan beban pressure melalui penggetaran (*vibrator*). Pada dasarnya pemadatan dengan cara penggetaran digunakan pada adukan yang lebih kering (produk beton kering) yang menghasilkan kuat desak tinggi, kedap air, detail yang baik pada sudut konstruksi disertai pengurangan penyusutan dan memungkinkan penggunaan campuran yang kurang workability-nya pada proporsi campuran tertentu,

4. perawatan *paving block (curing)*, perencanaan perawatan *paving block* ditujukan untuk mempertahankan *paving block* supaya terus-menerus dalam keadaan lembab selama periode beberapa hari atau bahkan beberapa minggu, termasuk pencegahan penguapan yang menyebabkan penyusutan kering terlalu awal dan cepat, yang berakibat timbulnya retak-retak pada *paving block*. Dalam perkembangannya ada beberapa cara dalam perawatan *paving block*, yaitu:

- a) menutupi permukaan *paving block* dengan hessian (kain/karung goni basah),
- b) menutupi permukaan *paving block* dengan jerami basah,
- c) penyiraman atau penyemprotan atau dengan memberikan percikan air secara periodik,
- d) menggenangi permukaan *paving block* dengan cara merendamnya.

BAB IV

METODOLOGI 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 dijelaskan beberapa hal baik tentang bahan, alat, tempat atau lokasi dimana penelitian diadakan, cara pelaksanaan, dan analisis yang berhubungan dengan penelitian tersebut.

Penelitian ini merupakan penelitian laboratoris atas benda-benda uji yang dibuat dengan ukuran/dimensi tertentu.

4.1 Lokasi Penelitian

Pembuatan benda uji dilakukan di Usaha Dagang (UD) SBR. Sedangkan penelitian dan uji bahan dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta.

4.2 Benda Uji

Benda uji menggunakan *paving block* dengan dimensi 20cmx10cmx6cm. Jumlah benda uji sebanyak 115 buah untuk percobaan desak, geser, dan lentur dengan 5 variasi prosentase kawat bendrat yaitu 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, dan 1% dari campuran total adukan *paving block*.

4.3 Bahan penyusun Benda Uji

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

1. Semen yang dipakai adalah *Portland Cement* (PC) tipe I dengan merk Gresik.
2. Agregat halus (pasir) yang digunakan mempunyai ukuran maksimal 2 mm yang diambil dari Cangkringan.
3. Agregat kasar (kerikil) yang digunakan mempunyai ukuran maksimal 10 mm yang diambil dari Cangkringan.
4. Komposisi adukan *paving block* berdasarkan perbandingan berat 1 : 3 : 2,5, yaitu terdiri dari semen Portland, pasir, kerikil.

Untuk pembuatan benda uji *paving block* dengan perbandingan 1 : 3 : 2,5 yang setiap variasinya sebanyak 23 buah (10 desak, 10 geser, dan 3 lentur) memerlukan komposisi 10 Kg semen, 35 Kg pasir, dan 25 Kg kerikil/ koral.

Sedangkan kebutuhan serat untuk setiap variasinya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Kebutuhan serat dalam satu kali adukan (23 buah)

Varisi serat (%)	Kebutuhan kawat bendrat (gr)
0	0
0,25	175
0,50	350
0,75	525
1,00	700
Total	1750

5. Air diambil dari U.D SBR Yogyakarta,

6. Serat pencampur adukan terdiri dari kawat bendrat yang dipotong lurus sepanjang 6 cm.

4.4 Peralatan

Peralatan yang dimaksud di sini adalah peralatan yang digunakan untuk persiapan, pembuatan, dan pengujian benda uji *paving block*, adalah sebagai berikut:

1. Timbangan

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

2. Ayakan

Ayakan digunakan untuk menyaring butiran bahan penyusun *paving block* berupa agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil).

3. Sekop dan Cetok

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

4. Cetakan *paving block*

Cetakan *paving block* ini mempunyai ukuran atau dimensi 20cmx10cmx 6cm.

5. Alat pemadat *paving block*

Alat yang digunakan untuk memadatkan bahan penyusun, berupa alat tumbuk manual.

6. Kaliper atau jangka sorong

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

7. Alat uji kuat desak dan geser

Alat uji desak yang digunakan adalah dengan merek *ELE International ADR 3000* dengan kapasitas 3000 KN. Alat ini digunakan untuk pengujian kuat desak dan kuat geser *paving block*.

8. Alat uji kuat lentur

Alat uji lentur yang digunakan adalah UTM (Universal Testing Machine) Shimadzu UMH-30.

4.5 Model Benda Uji

4.5.1 Model Benda Uji Untuk Uji Desak

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

1. benda uji dengan kode A merupakan benda uji standar, artinya tanpa menggunakan serat sama sekali, digunakan sebagai pembanding,
2. benda uji dengan kode B, dengan variasi 0,25% dari berat campuran adukan,
3. benda uji dengan kode C, dengan variasi 0,50% dari berat campuran adukan,
4. benda uji dengan kode D, dengan variasi 0,75% dari berat campuran adukan,
5. benda uji dengan kode E, dengan variasi 1,00% dari berat campuran adukan.

4.5.2 Model Benda Uji Untuk Uji Geser

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

1. benda uji dengan kode F merupakan benda uji standar, artinya tanpa menggunakan serat sama sekali, digunakan sebagai pembanding,
2. benda uji dengan kode G, dengan variasi 0,25% dari berat campuran adukan,
3. benda uji dengan kode H, dengan variasi 0,50% dari berat campuran adukan,
4. benda uji dengan kode I, dengan variasi 0,75% dari berat campuran adukan,
5. benda uji dengan kode J, dengan variasi 1,00% dari berat campuran adukan.

4.5.3 Model Benda Uji Untuk Uji Lentur

Untuk uji lentur digunakan *paving block* dengan ukuran panjang=20cm, lebar=10cm, tinggi=6cm, masing-masing variasi dibuat sebanyak 3 buah dengan perincian sebagai berikut:

1. benda uji dengan kode I merupakan benda uji standar, artinya tanpa menggunakan serat sama sekali, digunakan sebagai pembanding,
2. benda uji dengan kode II, dengan variasi 0,25% dari berat campuran adukan,
3. benda uji dengan kode III, dengan variasi 0,50% dari berat campuran adukan,
4. benda uji dengan kode IV, dengan variasi 0,75% dari berat campuran adukan,
5. benda uji dengan kode V, dengan variasi 1,00% dari berat campuran adukan.

Untuk lebih jelasnya model benda uji dengan variasi serat untuk uji desak, uji geser, dan uji kuat lentur dapat dilihat dalam tabel 4.1, 4.2 dan 4.3 di bawah ini:

Tabel 4.2 Model benda uji dengan variasi serat untuk uji desak

No.	Kode	Variasi	Jenis Pengujian	Ukuran Benda Uji (cm)	Jumlah Benda Uji
1	A	Tanpa Serat	Desak	20 x 10 x 6	10
2	B	0,25% serat	Desak	20 x 10 x 6	10
3	C	0,50% serat	Desak	20 x 10 x 6	10
4	D	0,75% serat	Desak	20 x 10 x 6	10
5	E	1,00% serat	Desak	20 x 10 x 6	10

Tabel 4.3 Model benda uji dengan variasi serat untuk uji geser

No.	Kode	Variasi	Jenis Pengujian	Ukuran Benda Uji (cm)	Jumlah Benda Uji
1	F	Tanpa Serat	Geser	20 x 10 x 6	10
2	G	0,25% serat	Geser	20 x 10 x 6	10
3	H	0,50% serat	Geser	20 x 10 x 6	10
4	I	0,75% serat	Geser	20 x 10 x 6	10
5	J	1,00% serat	Geser	20 x 10 x 6	10

Tabel 4.4 Model benda uji dengan variasi serat untuk uji lentur

No.	Kode	Variasi	Jenis Pengujian	Ukuran Benda Uji cm)	Jumlah Benda Uji
1	I	Tanpa Serat	Lentur	20 x 10 x 6	3
2	II	0,25% serat	Lentur	20 x 10 x 6	3
3	III	0,50% serat	Lentur	20 x 10 x 6	3
4	IV	0,75% serat	Lentur	20 x 10 x 6	3
5	V	1,00% serat	Lentur	20 x 10 x 6	3

4.6 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

4.6.1 Pembuatan Benda Uji

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

1. mempersiapkan bahan dan alat-alat yang digunakan untuk pembuatan benda uji,
2. menimbang bahan penyusun sesuai perencanaan campuran/*mix design*,
3. mencampur bahan-bahan yang sudah ditimbang dalam keadaan kering sampai campuran menjadi homogen,
4. adukan diberi air sedikit demi sedikit, kemudian diaduk menggunakan sekop atau cangkul sampai adukan merata,
5. adukan dimasukkan ke dalam cetakan sampai munjung, selanjutnya ditumbuk menggunakan alat tumbuk sampai padat, dan
6. *paving block* yang sudah jadi dilepas dari cetakan kemudian diletakkan pada tempat yang teduh atau tidak terkena sinar matahari langsung.

4.6.2 Perawatan Benda Uji

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

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

4.7 Pengujian Benda Uji

4.7.1 Uji Desak Paving Block

Pengujian kuat desak dilakukan untuk mengetahui kuat desak optimal *paving block*. Untuk tahap pengujian melalui langkah-langkah sebagai berikut:

1. benda uji diambil dari bak perendaman satu hari sebelum dilakukan pengujian,
2. kotoran yang menempel pada benda uji dibersihkan menggunakan kain,
3. menimbang benda uji,
4. mengukur dimensi benda uji,
5. benda uji diletakkan di atas alat uji secara sentries,
6. mesin dihidupkan dengan beban meningkat dengan kecepatan beban tertentu, dan
7. pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan dicatat beban maksimum yang terjadi.

Pengujian desak *paving block* dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan alat uji desak dengan cara memberikan beban desak bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji sampai hancur. Kuat desak masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan desak tertinggi ($\sigma'b$) 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 rerata baru kemudian dibuat tabel dan grafik.

Pengujian kuat desak *paving block* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\sigma'b = P / A$$

dimana, $\sigma'b$ = Tegangan kuat desak beton (kg/cm^2)

P = Beban desak ultimit (kg)

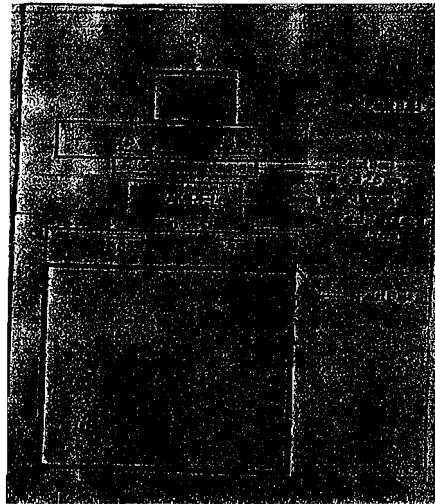
A = Luas permukaan (cm²)

Hasil pengujian pada *paving block* perlu diperiksa perkiraan kuat desak dari keseluruhan benda uji yang telah diuji. Sedangkan nilai kuat desak beton rata-rata dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\sigma'_{bm} = \sum \sigma'_{b} / n$$

dimana, σ'_{bm} = kuat desak beton rata-rata (kg/cm²)

n = Jumlah benda uji



Gambar 4.1 Pengujian kuat desak *paving block*

4.7.2 Uji Geser Paving Block

Pengujian kuat geser dilakukan untuk mengetahui tegangan geser optimal *paving block*. Untuk tahap pengujian melalui langkah-langkah sebagai berikut:

1. benda uji diambil dari bak perendaman satu hari sebelum dilakukan pengujian,
2. kotoran yang menempel pada benda uji dibersihkan menggunakan kain,
3. menimbang benda uji,

4. mengukur dimensi benda uji,
5. benda uji diletakkan di atas alat uji secara sentries,
6. mesin dihidupkan dengan beban bertingkat dengan kecepatan beban tertentu,
dan
7. pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan dicatat beban maksimum yang terjadi.

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

$$\text{Tegangan geser (Vu)} = P_{\max} / 2A_n$$

dimana, Vu = Tegangan geser *paving block* (kg/ cm²)

P max = Beban maksimum (kg)

An = Luas permukaan (cm²)

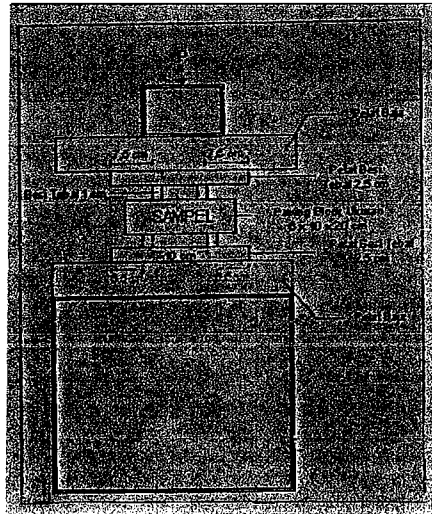
Hasil pengujian pada *paving block* perlu diperiksa perkiraan tegangan geser dari keseluruhan benda yang telah diuji. Sehingga nilai tegangan geser benda uji rata-rata dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$V_{ur} = \sum V_u / n$$

dimana, Vur = Tegangan geser *paving block* rata-rata (kg/ cm²)

n = Jumlah benda uji

$\sum V_u$ = Jumlah tegangan geser total (kg/cm²)



Gambar 4.2 Pengujian kuat geser *paving block*

4.7.3 Uji Lentur Paving Block

1. benda uji diambil dari bak perendaman satu hari sebelum dilakukan pengujian,
2. kotoran yang menempel pada benda uji dibersihkan menggunakan kain,
3. menimbang benda uji,
4. mengukur dimensi benda uji,
5. benda uji diletakkan di atas alat uji secara sentries,
6. mesin dihidupkan dengan beban bertingkat dengan kecepatan beban tertentu,
dan
7. pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan dicatat beban maksimum yang terjadi.

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

$$\sigma_{lt} = \frac{M}{W} = \frac{1/4 PL}{1/6 bh^2}$$

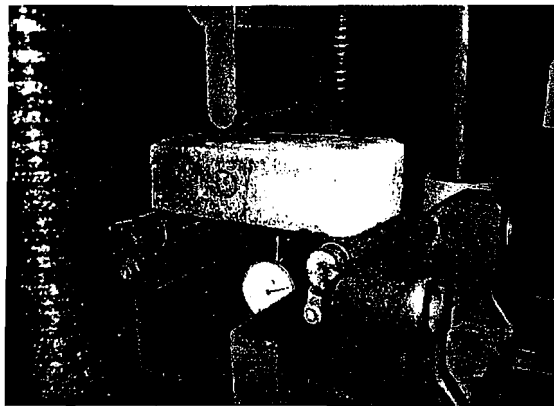
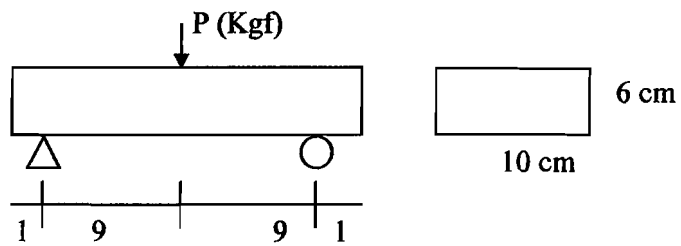
di mana, σ_{lt} = kuat lentur *paving block* (kg/cm²)

P = beban maksimum (kg)

L = jarak antar tumpuan (cm)

b = lebar *paving block* (cm)

h = tinggi *paving block* (cm)



Gambar 4.3 Pengujian kuat lentur *paving block*

Keterangan Gambar: - *Paving Block* (dimensi umum 20 cm x 10 cm x 6 cm)

- Dial pembacaan (0,01 mm)
- Beban (Kgf)
- L = Jarak antar tumpuan (cm)

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Pengujian dilakukan pada umur 28 hari untuk tiap-tiap benda uji dengan variasi kawat bendrat yang telah direncanakan yaitu 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, dan 1,00% dari berat total campuran adukan (terdiri dari semen, pasir, dan kerikil/koral). Untuk menghindari kesalahan dalam pengujian maka setiap benda uji diberi identitas atau kode. Kode untuk uji kuat desak, 0% = A, 0,25% = B, 0,50% = C, 0,75% = D, 1,00% = E, untuk uji geser 0% = F, 0,25% = G, 0,50% = H, 0,75% = I, 1,00% = J, serta untuk uji kuat lentur 0% = I, 0,25% = II, 0,50% = III, 0,75% = IV, 1,00% = V.

5.2 Hasil Pengujian Benda Uji

5.2.1 Hasil Pengujian Kuat Desak *Paving Block*

Benda uji untuk uji desak berupa *paving block* dengan ukuran panjang = 20 cm, lebar = 10 cm, dan tinggi = 6 cm. Hasil pengujian kuat desak *paving block* ditampilkan pada tabel 5.1 sampai dengan tabel 5.5 di bawah ini.

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

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	A1	2,6	20	9,8	5,8	196	657,1
2	A2	2,6	19,9	9,9	5,8	197,01	499,8
3	A3	2,6	19,8	9,8	5,8	194,04	505,3
4	A4	2,6	19,8	9,9	5,7	196,02	557,1
5	A5	2,65	20	10	5,7	200	717,7
6	A6	2,6	20	9,8	6	196	532,4
7	A7	2,6	19,6	9,9	5,6	194,04	568,8
8	A8	2,7	19,9	9,9	5,7	197,01	710,9
9	A9	2,6	19,9	9,8	5,6	195,02	518,4
10	A10	2,7	19,8	9,6	5,7	190,08	706,7

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

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	B1	2,6	20	9,9	5,7	198	673,8
2	B2	2,6	20	10	5,8	200	668,7
3	B3	2,6	20	9,9	5,7	198	649,2
4	B4	2,5	20	9,8	5,7	196	535,6
5	B5	2,55	19,9	9,9	6	197,01	550,3
6	B6	2,6	19,8	9,8	5,8	194,04	740,9
7	B7	2,6	20	9,8	5,8	196	672,1
8	B8	2,65	20	9,8	5,7	196	725,6
9	B9	2,6	19,9	9,8	5,7	195,02	582,9
10	B10	2,6	20	9,8	5,8	196	718,6

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

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	C1	2,55	19,8	9,8	5,8	194,04	522,7
2	C2	2,6	19,8	9,7	5,8	192,06	581,2
3	C3	2,55	19,9	9,8	5,7	195,02	494,8
4	C4	2,5	19,8	9,8	5,8	194,04	484,2
5	C5	2,6	19,9	9,8	5,8	195,02	609,4
6	C6	2,6	19,9	9,7	5,8	193,03	494,8
7	C7	2,6	19,9	9,7	5,9	193,03	497,9
8	C8	2,6	19,9	9,8	5,8	195,02	569,4
9	C9	2,6	19,9	9,8	5,8	195,02	598,3
10	C10	2,55	19,9	9,8	5,8	195,02	464,5

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

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	D1	2,55	19,9	9,9	5,6	197,01	425,5
2	D2	2,6	19,8	10	5,9	198	432
3	D3	2,6	20	9,8	5,5	196	490,1
4	D4	2,6	20	9,9	5,5	198	505,8
5	D5	2,7	19,9	9,9	5,6	197,01	555,1
6	D6	2,6	20	9,8	5,6	196	437,1
7	D7	2,55	20	10	5,7	200	384,4
8	D8	2,6	19,9	9,9	5,6	197,01	413,5
9	D9	2,7	20	9,5	5,5	190	605,4
10	D10	2,6	19,9	9,8	5,7	195,02	439,9

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

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	E1	2,6	19,9	9,7	5,8	193,03	460,3
2	E2	2,6	19,8	9,8	5,9	194,04	524,4
3	E3	2,6	19,9	9,8	5,8	195,02	525,9
4	E4	2,6	19,9	9,8	6	195,02	500,5
5	E5	2,65	20	9,8	6	196	502,5
6	E6	2,6	20	9,8	5,8	196	506
7	E7	2,6	20	9,8	5,8	196	457,4
8	E8	2,6	20	9,8	6	196	486
9	E9	2,6	20	9,8	6	196	550,2
10	E10	2,6	20	9,8	6	196	553,4

5.2.2 Hasil Pengujian Kuat Geser Paving Block

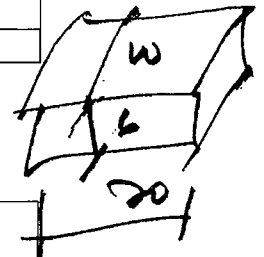
Benda Uji untuk uji geser berupa *paving block* dengan ukuran panjang = 20 cm, lebar = 10 cm, dan tinggi = 6 cm. Hasil pengujian kuat geser *paving block* ditampilkan pada tabel 5.6 sampai dengan tabel 5.10 di bawah ini.

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

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	F1	2,7	20	9,8	6	58,8	49,1
2	F2	2,6	20	10	5,7	57	50,5
3	F3	2,6	19,7	9,7	5,7	55,29	43,8
4	F4	2,6	20	9,8	5,9	57,82	33,5
5	F5	2,6	19,9	9,9	5,7	56,43	44,3
6	F6	2,7	20	10	5,8	58	52,5
7	F7	2,7	19,8	9,8	5,6	54,88	47,4
8	F8	2,6	19,9	10	5,7	57	52
9	F9	2,6	19,7	9,8	5,6	54,88	41,8
10	F10	2,65	19,8	9,9	5,8	57,42	42,4

Tabel 5.7 Hasil uji kuat geser paving block dengan kode G

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	G1	2,6	20	9,8	5,8	56,84	44,7
2	G2	2,6	20	9,7	5,6	54,32	45,4
3	G3	2,6	20	10	5,6	56	46,3
4	G4	2,7	20	9,8	5,9	57,82	41,8
5	G5	2,65	19,9	9,9	5,9	58,41	46,3
6	G6	2,7	20	9,8	5,9	57,82	38,9
7	G7	2,6	20	9,8	5,8	56,84	42,3
8	G8	2,6	20	9,8	5,7	55,86	29,6
9	G9	2,6	20	10	5,7	57	34,9
10	G10	2,6	20	9,8	5,8	56,84	42,3



Tabel 5.8 Hasil uji kuat geser paving block dengan kode H

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	H1	2,6	19,9	9,8	5,8	56,84	38,3
2	H2	2,6	19,9	9,8	5,8	56,84	40,4
3	H3	2,6	19,9	9,8	5,7	55,86	36,7
4	H4	2,6	19,9	9,8	5,9	57,82	37,9
5	H5	2,6	19,8	9,8	5,8	56,84	45,3
6	H6	2,65	19,9	9,8	5,8	56,84	40
7	H7	2,55	20	9,9	5,9	58,41	32,1
8	H8	2,6	20	9,8	5,9	57,82	41,3
9	H9	2,65	19,8	9,8	5,8	56,84	44,6
10	H10	2,6	19,9	9,7	5,9	57,23	30,1

Tabel 5.9 Hasil uji kuat geser paving block dengan kode I

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	I1	2,6	19,9	9,8	5,5	53,9	32,9
2	I2	2,65	19,8	9,8	5,7	55,86	35,1
3	I3	2,6	19,9	9,7	5,6	54,32	33,4
4	I4	2,6	19,8	9,6	5,6	53,76	30,8
5	I5	2,6	20	9,5	5,4	51,3	32,7
6	I6	2,55	19,7	9,6	5,6	53,76	38,2
7	I7	2,5	20	9,6	5,5	52,8	23,9
8	I8	2,6	20	9,8	5,5	53,9	36,8
9	I9	2,7	19,8	9,6	5,7	54,72	35
10	I10	2,6	20	9,9	5,5	54,45	35,3

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

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	J1	2,65	20	9,8	5,9	57,82	36,2
2	J2	2,5	20	9,9	5,9	58,41	34,8
3	J3	2,55	19,9	9,9	5,9	58,41	27,2
4	J4	2,5	19,8	9,8	5,9	57,82	27,6
5	J5	2,5	20	9,9	5,9	58,41	35,8
6	J6	2,6	20	9,8	5,8	56,84	38,7
7	J7	2,6	19,9	9,8	5,8	56,84	36,9
8	J8	2,6	20	9,8	6	58,8	39,7
9	J9	2,6	20	9,8	5,7	55,86	29,1
10	J10	2,6	20	9,8	5,8	56,84	34,6

5.2.3 Hasil Pengujian Kuat Lentur Paving Block

Benda uji untuk uji kuat lentur berupa *paving block* dengan ukuran panjang = 20 cm, lebar = 10 cm, dan tinggi = 6 cm. Hasil pengujian kuat lentur *paving block* ditampilkan pada tabel 5.11 sampai dengan tabel 5.15 di bawah ini.

Tabel 5.11 Hasil uji kuat lentur paving block dengan kode I

I ₁ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20,1x10x6cm Luas: 60 cm ²		I ₂ Berat: 2,6 Kg Dimensi: 20,1x10x6,1cm Luas: 61 cm ²		I ₃ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20x10x6cm Luas: 60 cm ²	
Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)	Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)	Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)
25	16	25	4	25	10
50	18	50	5	50	11,5
75	19	75	7	75	13
100	21	100	8	100	15
125	23	125	9	125	16
150	25	150	10	150	17,5
175	27	175	11	175	18,5
200	28	200	11,5	200	19
225	29	225	12	225	21
250	31	250	13	250	21
275	33	275	14	275	21,5
300	35	300	15,5	300	23
325	36	325	18	325	23,5
350	37	350	19	350	25
375	38	375	20	375	25,5
400	39	400	22	400	26
420	42	425	23	425	27
		450	23,5	450	29
		475	25	475	30
		500	28	500	30,5
		510	31	525	31,5
		...		550	33
		60	45	575	33,5
		40	49	600	35
		20	56		
Max:420		Max:510		Max:600	

Tabel 5.12 Hasil uji kuat lentur paving block dengan kode II

II ₁ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20,1x10x6cm Luas: 60 cm ²		II ₂ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20,1x10x6cm Luas: 60 cm ²		II ₃ Berat: 2,55 Kg Dimensi: 20x10x6,1cm Luas: 61 cm ²	
Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)	Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)	Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)
25	0	25	0	25	0
50	1	50	1	50	1
75	2	75	9	75	2
100	3	100	12	100	3
125	5,5	125	14	125	5
150	7,5	150	15,5	150	6
175	10	175	17	175	7
200	10,5	200	20	200	8
225	11,5	225	22	225	9
250	13	250	23	250	10
275	13,5	275	25	275	12
300	15	300	26	300	13
325	16	325	27,5	325	14
350	17	350	28,5	350	15
375	18	375	30	375	16
400	18,5	400	30,5	400	18
425	20	425	31	425	18,5
450	21,5	450	32	450	19
475	22	475	33	475	20
500	23	495	34,5	500	21,5
525	23,5	...		525	22
550	24,5	80	82	530	26
555	26	90	183	...	
...		95	250	85	48
50	82	70	280	75	73
40	92	60	346	65	80
30	110	25	400	55	101
20	146	5	420	45	154
10	150			35	215
10	295			30	300
				25	330
				10	385
Max:555		Max:495		Max:530	



Tabel 5.13 Hasil uji kuat lentur paving block dengan kode III

III ₁ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20x10x6cm Luas: 60 cm ²		III ₂ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20x10x6cm Luas: 60 cm ²		III ₃ Berat: 2,45 Kg Dimensi: 20,1x10x6cm Luas: 60 cm ²	
Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)	Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)	Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)
25	3	25	3	25	6
50	5	50	4	50	12
75	14	75	4,5	75	13
100	16	100	5	100	14
125	17	125	6	125	15
150	19	150	6,5	150	16
175	21	175	7	175	17
200	23	200	7,5	200	18
225	24	225	8	225	18,5
250	25	250	8,5	250	19
275	25,5	275	9	275	19,5
300	27	300	9,2	300	20
325	29	325	9,7	325	20,5
350	30	350	10	350	21
375	31,5	375	11	375	21,5
400	33	400	11,5	400	22
425	34	425	13	425	22,5
450	35	430	15	450	23
...		...		475	24
150	62	125	27	500	26
150	80	110	33	...	
155	111	100	35	125	42
165	175	75	52	100	53
150	180	50	152	75	91
125	201	45	252	67,5	113
100	205	35	414	70	165
75	235	25	501	70	231
50	238			65	265
				40	273
				40	362
Max:430		Max:430		Max:500	

Tabel 5.14 Hasil uji kuat lentur *paving block* dengan kode IV

IV ₁ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20x10x6,1cm Luas: 61cm ²		IV ₂ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20,1x10x6,1cm Luas: 61 cm ²		IV ₃ Berat: 2,45 Kg Dimensi: 20,1x10x6cm Luas: 60 cm ²	
Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)	Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)	Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)
25	0,5	25	0	25	5
50	0,5	50	1	50	12
75	0,5	75	1	75	16
100	1	100	1,5	100	18
125	1,2	125	2	125	21
150	1,2	150	3	150	24
175	1,5	175	4	175	26
200	3	200	5	200	28
225	3,5	225	6	225	33
250	4	250	7	250	35
275	5	275	7,5	275	36
300	6	300	8,5	300	38
325	6,5	325	9	325	40
350	7,5	350	10	350	41
375	8	375	10,5	375	43
400	9,5	400	12	380	48
420	10	417,5	17	...	
...		...		100	60
200	15	250	25	75	65
175	22	225	30	50	72
150	31	200	33	35	111
125	45	175	37	25	188
100	117	150	58	15	288
95	267	135	111	10	299
85	330	135	145	10	375
75	350	132,5	201	10	450
62,5	405	132,5	273		
57,5	640	125	285		
62,5	725	100	295		
62,5	775	75	357		
		60	561		
		60	710		
Max:420		Max:417,5		Max:380	

Tabel 5.15 Hasil uji kuat lentur *paving block* dengan kode V

V ₁ Berat: 2,55 Kg Dimensi: 20,1x10,1x6cm Luas: 60,6cm ²		V ₂ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20,1x10x6,1cm Luas: 61cm ²		V ₃ Berat: 2,55 Kg Dimensi: 20,1x10x6,1cm Luas: 61 cm ²	
Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)	Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)	Beban (Kgf)	Dial (0,01mm)
25	5	25	9	25	5
50	13	50	14	50	15
75	20	75	18	75	25
100	25	100	30	100	28
125	27	125	34	125	31
150	30	150	37	150	32
175	31	175	40	175	35
200	34	200	43	200	37
225	37	225	45	225	38
250	38	250	47	250	39
275	39	275	49	275	40
300	43	300	52	300	42
325	45	325	54	325	43
350	47	350	55	350	47
375	49	375	57	375	48
400	51	400	65	400	50
425	53	...		425	51
450	54	150	82	450	52
475	55	125	96	475	53
500	56	100	112	500	54
525	57	90	202	505	60
550	58	88,5	267	...	
575	59	88,5	340	250	68
600	60,5	85	390	230	170
607,5	65	75	406	230	400
...		50	420	230	505
450	80	25	425	225	570
425	135			200	550
400	185			175	570
350	305			150	720
325	375			125	831
300	585				
275	535				
250	700				
200	710				
125	766,5				
100	750				
90	940				
Max:607,5		Max:400		Max:505	

5.3 Perhitungan

5.3.1 Perhitungan Kuat Desak *Paving Block*

Untuk uji desak *paving block* dengan ukuran panjang = 20 cm, lebar = 10 cm, dan tinggi = 6 cm yang masing-masing variasi dibuat sebanyak 10 buah benda uji. Perhitungan hasil kuat desak, digunakan untuk mengetahui mutu dari *paving block* yang telah diuji. Adapun cara menghitung adalah sebagai berikut (contoh hitungan hasil uji desak *paving block* dengan kode A1):

- beban maksimum $P = 657,1 \text{ KN}$
 $= 66982,67074 \text{ Kg}$
- luas permukaan $A = 196 \text{ cm}^2$

Berdasarkan rumus tegangan, maka nilai kuat desak dari *paving block* adalah sebagai berikut.

- $\sigma'_{b1} = \frac{P}{A} = \frac{66982,67074 \text{ Kg}}{196 \text{ cm}^2} = 341,748 \text{ Kg/cm}^2$
- Setelah semua σ'_{b} dihitung (dapat dilihat pada tabel 5.11), sehingga diperoleh kuat desak rata-rata (σ'_{br}). Maka nilai kuat desak rata-rata (σ'_{br}) adalah sebagai berikut.
- $\sigma'_{br} = \sum \sigma'_{b} / N$
- $\sigma'_{br} = 311,48 \text{ Kg/cm}^2$

Dari perhitungan uji kuat desak *paving block* di atas, maka dapat diketahui mutu dari setiap variasi benda uji. Hasil perhitungan ini disusun ke dalam tabel dan dapat dilihat pada tabel 5.16 sampai dengan tabel 5.20.

Tabel 5.16 Kuat desak *paving block* dengan kode A

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)	Kuat Desak (kg/cm ²)	Kuat Desak rata-rata (kg/cm ²)
1	A1	2,6	20	9,8	5,8	196	657,1	341,7483201	311,4817694
2	A2	2,6	19,9	9,9	5,8	197,01	499,8	258,6062242	
3	A3	2,6	19,8	9,8	5,8	194,04	505,3	265,4538478	
4	A4	2,6	19,8	9,9	5,7	196,02	557,1	289,7101868	
5	A5	2,65	20	10	5,7	200	717,7	365,8002039	
6	A6	2,6	20	9,8	6	196	532,4	276,8936321	
7	A7	2,6	19,6	9,9	5,6	194,04	568,8	298,8128807	
8	A8	2,7	19,9	9,9	5,7	197,01	710,9	367,833463	
9	A9	2,6	19,9	9,8	5,6	195,02	518,4	270,9672685	
10	A10	2,7	19,8	9,6	5,7	190,08	706,7	378,9916666	

50

Tabel 5.17 Kuat desak *paving block* dengan kode B

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)	Kuat Desak (kg/cm ²)	Kuat Desak rata-rata (kg/cm ²)
1	B1	2,6	20	9,9	5,7	198	673,8	346,8940166	337,9805153
2	B2	2,6	20	10	5,8	200	668,7	340,8256881	
3	B3	2,6	20	9,9	5,7	198	649,2	334,2291416	
4	B4	2,5	20	9,8	5,7	196	535,6	278,5579063	
5	B5	2,55	19,9	9,9	6	197,01	550,3	284,7359047	
6	B6	2,6	19,8	9,8	5,8	194,04	740,9	389,22374	
7	B7	2,6	20	9,8	5,8	196	672,1	349,5496058	
8	B8	2,65	20	9,8	5,7	196	725,6	377,3741913	
9	B9	2,6	19,9	9,8	5,7	195,02	582,9	304,6813673	
10	B10	2,6	20	9,8	5,8	196	718,6	373,7335913	

Tabel 5.18 Kuat desak *paving block* dengan kode C

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)	Kuat Desak (kg/cm ²)	Kuat Desak rata-rata (kg/cm ²)
1	C1	2,55	19,8	9,8	5,8	194,04	522,7	274,5947482	279,1985653
2	C2	2,6	19,8	9,7	5,8	192,06	581,2	308,4747875	
3	C3	2,55	19,9	9,8	5,7	195,02	494,8	258,6315672	
4	C4	2,5	19,8	9,8	5,8	194,04	484,2	254,3691928	
5	C5	2,6	19,9	9,8	5,8	195,02	609,4	318,5328962	
6	C6	2,6	19,9	9,7	5,8	193,03	494,8	261,297872	
7	C7	2,6	19,9	9,7	5,9	193,03	497,9	262,9349444	
8	C8	2,6	19,9	9,8	5,8	195,02	569,4	297,624928	
9	C9	2,6	19,9	9,8	5,8	195,02	598,3	312,730935	
10	C10	2,55	19,9	9,8	5,8	195,02	464,5	242,7937813	

Tabel 5.19 Kuat desak *paving block* dengan kode D

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)	Kuat Desak (kg/cm ²)	Kuat Desak rata-rata (kg/cm ²)
1	D1	2,55	19,9	9,9	5,6	197,01	425,5	220,1619616	243,7028369
2	D2	2,6	19,8	10	5,9	198	432	222,4075619	
3	D3	2,6	20	9,8	5,5	196	490,1	254,8940065	
4	D4	2,6	20	9,9	5,5	198	505,8	260,402187	
5	D5	2,7	19,9	9,9	5,6	197,01	555,1	287,2195179	
6	D6	2,6	20	9,8	5,6	196	437,1	227,3294639	
7	D7	2,55	20	10	5,7	200	384,4	195,922528	
8	D8	2,6	19,9	9,9	5,6	197,01	413,5	213,9529286	
9	D9	2,7	20	9,5	5,5	190	605,4	324,8028328	
10	D10	2,6	19,9	9,8	5,7	195,02	439,9	229,9353808	

Tabel 5.20 Kuat desak *paving block* dengan kode E

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)	Kuat Desak (kg/cm ²)	Kuat Desak rata-rata (kg/cm ²)
1	E1	2,6	19,9	9,7	5,8	193,03	460,3	243,0788409	264,4187018
2	E2	2,6	19,8	9,8	5,9	194,04	524,4	275,4878246	
3	E3	2,6	19,9	9,8	5,8	195,02	525,9	274,8875125	
4	E4	2,6	19,9	9,8	6	195,02	500,5	261,6109527	
5	E5	2,65	20	9,8	6	196	502,5	261.3430693	
6	E6	2,6	20	9,8	5,8	196	506	263,1633693	
7	E7	2,6	20	9,8	5,8	196	457,4	237,8872038	
8	E8	2,6	20	9,8	6	196	486	252,7616551	
9	E9	2,6	20	9,8	6	196	550,2	286,1511577	
10	E10	2,6	20	9,8	6	196	553,4	287,815432	

5.3.2 Hasil Perhitungan Kuat Geser *Paving Block*

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

- beban maksimum $P = 49,1 \text{ KN}$
 $= 5005,097 \text{ Kg}$
- luas permukaan $A = 58,8 \text{ cm}^2$

Berdasarkan rumus tegangan, maka nilai kuat geser dari *paving block* adalah sebagai berikut.

- $V_u = \frac{P}{2A} = \frac{5005,097 \text{ Kg}}{2 \times 58,8 \text{ cm}^2} = 42,56 \text{ Kg/cm}^2$
- Setelah semua V_u dihitung (dapat dilihat pada tabel 5.21), dapat diperoleh nilai tegangan geser rata-rata (V_{ur}), maka nilai dari tegangan geser rata-rata (V_{ur}) adalah sebagai berikut
- $V_{ur} = \sum V_u / N$
- $V_{ur} = 41,07 \text{ Kg/cm}^2$

Dari perhitungan uji geser *paving block* di atas maka dapat diketahui tegangan geser maksimum yang terjadi pada setiap variasi benda uji. Hasil perhitungan ini disusun ke dalam tabel dan dapat dilihat pada tabel 5.21 sampai dengan tabel 5.25.

Tabel 5.21 Kuat geser *paving block* dengan kode F

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (Kg)	Kuat Geser (kg/cm ²)	Kuat Geser rata-rata (kg/cm ²)
1	F1	2,7	20	9,8	6	117,6	5005,09684	42,56034728	41,07466619
2	F2	2,6	20	10	5,7	114	5147,808359	45,15621367	
3	F3	2,6	19,7	9,7	5,7	110,58	4464,831804	40,37648584	
4	F4	2,6	20	9,8	5,9	115,64	3414,882773	29,53029032	
5	F5	2,6	19,9	9,9	5,7	112,86	4515,800204	40,01240656	
6	F6	2,7	20	10	5,8	116	5351,681957	46,13518929	
7	F7	2,7	19,8	9,8	5,6	109,76	4831,804281	44,02154046	
8	F8	2,6	19,9	10	5,7	114	5300,713558	46,49748735	
9	F9	2,6	19,7	9,8	5,6	109,76	4260,958206	38,82068336	
10	F10	2,65	19,8	9,9	5,8	114,84	4322,120285	37,63601781	

54

Tabel 5.22 Kuat geser *paving block* dengan kode G

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (Kg)	Kuat Geser (kg/cm ²)	Kuat Geser rata-rata (kg/cm ²)
1	G1	2,6	20	9,8	5,8	113,68	4556,574924	40,08246766	37,04352853
2	G2	2,6	20	9,7	5,6	108,64	4627,930683	42,59877286	
3	G3	2,6	20	10	5,6	112	4719,673802	42,13994466	
4	G4	2,7	20	9,8	5,9	115,64	4260,958206	36,84675031	
5	G5	2,65	19,9	9,9	5,9	116,82	4719,673802	40,40124809	
6	G6	2,7	20	9,8	5,9	115,64	3965,341488	34,29039682	
7	G7	2,6	20	9,8	5,8	113,68	4311,926606	37,93038886	
8	G8	2,6	20	9,8	5,7	111,72	3017,329256	27,00795968	
9	G9	2,6	20	10	5,7	114	3557,594292	31,20696747	
10	G10	2,6	20	9,8	5,8	113,68	4311,926606	37,93038886	

Tabel 5.23 Kuat geser *paving block* dengan kode H

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (Kg)	Kuat Geser (kg/cm ²)	Kuat Geser rata-rata (kg/cm ²)
1	H1	2,6	19,9	9,8	5,8	113,68	3904,179409	34,34359086	34,51697241
2	H2	2,6	19,9	9,8	5,8	113,68	4118,246687	36,22665981	
3	H3	2,6	19,9	9,8	5,7	111,72	3741,08053	33,48622028	
4	H4	2,6	19,9	9,8	5,9	115,64	3863,404689	33,40889562	
5	H5	2,6	19,8	9,8	5,8	113,68	4617,737003	40,62048736	
6	H6	2,65	19,9	9,8	5,8	113,68	4077,471967	35,86798001	
7	H7	2,55	20	9,9	5,9	116,82	3272,171254	28,01036855	
8	H8	2,6	20	9,8	5,9	115,64	4209,989806	36,40599971	
9	H9	2,65	19,8	9,8	5,8	113,68	4546,381244	39,99279771	
10	H10	2,6	19,9	9,7	5,9	114,46	3068,297655	26,80672423	

Tabel 5.24 Kuat geser *paving block* dengan kode I

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (Kg)	Kuat Geser (kg/cm ²)	Kuat Geser rata-rata (kg/cm ²)
1	I1	2,6	19,9	9,8	5,5	107,8	3353,720693	31,11058157	31,58944186
2	I2	2,65	19,8	9,8	5,7	111,72	3577,981651	32,02633057	
3	I3	2,6	19,9	9,7	5,6	108,64	3404,689093	31,33918532	
4	I4	2,6	19,8	9,6	5,6	107,52	3139,653415	29,2006456	
5	I5	2,6	20	9,5	5,4	102,6	3333,333333	32,48862898	
6	I6	2,55	19,7	9,6	5,6	107,52	3893,985729	36,21638513	
7	I7	2,5	20	9,6	5,5	105,6	2436,289501	23,0709233	
8	I8	2,6	20	9,8	5,5	107,8	3751,27421	34,79846206	
9	I9	2,7	19,8	9,6	5,7	109,44	3567,787971	32,60040179	
10	I10	2,6	20	9,9	5,5	108,9	3598,369011	33,0428743	

Tabel 5.25 Kuat geser *paving block* dengan kode J

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (Kg)	Kuat Geser (kg/cm ²)	Kuat Geser rata-rata (kg/cm ²)
1	J1	2,65	20	9,8	5,9	115,64	3690,11213	31,91034357	30,13601451
2	J2	2,5	20	9,9	5,9	116,82	3547,400612	30,36638086	
3	J3	2,55	19,9	9,9	5,9	116,82	2772,680938	23,73464251	
4	J4	2,5	19,8	9,8	5,9	115,64	2813,455657	24,32943322	
5	J5	2,5	20	9,9	5,9	116,82	3649,337411	31,23897801	
6	J6	2,6	20	9,8	5,8	113,68	3944,954128	34,70227066	
7	J7	2,6	19,9	9,8	5,8	113,68	3761,46789	33,08821156	
8	J8	2,6	20	9,8	6	117,6	4046,890928	34,41233782	
9	J9	2,6	20	9,8	5,7	111,72	2966,360856	26,55174415	
10	J10	2,6	20	9,8	5,8	113,68	3527,013252	31,02580271	

5.3.3 Hasil Perhitungan Kuat Lentur *Paving Block*

Untuk uji kuat lentur *paving block* dengan ukuran panjang = 20 cm, lebar = 10 cm, dan tinggi = 6 cm yang masing-masing variasi dibuat sebanyak 3 buah benda uji. Perhitungan hasil kuat lentur, digunakan untuk mengetahui kuat lentur maksimum yang terjadi pada *paving block* yang telah diuji. Adapun cara menghitung adalah sebagai berikut (contoh hitungan hasil uji lentur *paving block* dengan kode I1):

- beban maksimum $P = 420 \text{ Kgf}$
- Luas permukaan (bidang lentur) = 60 cm^2

Berdasarkan rumus, maka nilai kuat lentur dari *paving block* adalah sebagai berikut.

$$\bullet \sigma_t = \frac{M}{W} = \frac{1/4PL}{1/6bh^2} = \frac{1/4 \times 420 \times 18,1}{1/6 \times 10 \times 6^2} = 31,675 \text{ Kg/cm}^2$$

Dari perhitungan uji kuat lentur *paving block* di atas maka dapat diketahui kuat lentur maksimum yang terjadi pada setiap variasi benda uji. Hasil perhitungan ini disusun ke dalam tabel dan dapat dilihat pada tabel 5.26 sampai dengan tabel 5.30.

Tabel 5.26 Hasil uji kuat lentur *paving block* kode I

No.	Kode	Berat (Kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban Max (Kgf)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	Kuat Lentur rata-rata (Kg/cm ²)
1	I1	2,5	20,1	10	6	60	420	31,675	38,04559034
2	I2	2,6	20,1	10	6,1	61	510	37,21177103	
3	I3	2,5	20	10	6	60	600	45,25	

Tabel 5.27 Hasil uji kuat lentur *paving block* kode II

No.	Kode	Berat (Kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban Max (Kgf)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	Kuat Lentur rata-rata (Kg/cm ²)
1	II1	2,5	20,1	10	6	60	555	41,85625	39,15855814
2	II2	2,5	20,1	10	6	60	495	37,33125	
3	II3	2,55	20	10	6,1	61	530	38,28817442	

Tabel 5.28 Hasil uji kuat lentur *paving block* kode III

No.	Kode	Berat (Kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban Max (Kgf)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	Kuat Lentur rata-rata (Kg/cm ²)
1	III1	2,5	20	10	6	60	450	33,9375	34,69166667
2	III2	2,5	20	10	6	60	430	32,42916667	
3	III3	2,45	20,1	10	6	60	500	37,70833333	

Tabel 5.29 Hasil uji kuat lentur *paving block* kode IV

No.	Kode	Berat (Kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban Max (Kgf)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	Kuat Lentur rata-rata (Kg/cm ²)
1	IV1	2,5	20	10	6	60	420	31,675	30,60659722
2	IV2	2,5	20,1	10	6	60	417,5	31,48645833	
3	IV3	2,45	20,1	10	6	60	380	23,65833333	

Tabel 5.30 Hasil uji kuat lentur *paving block* kode V

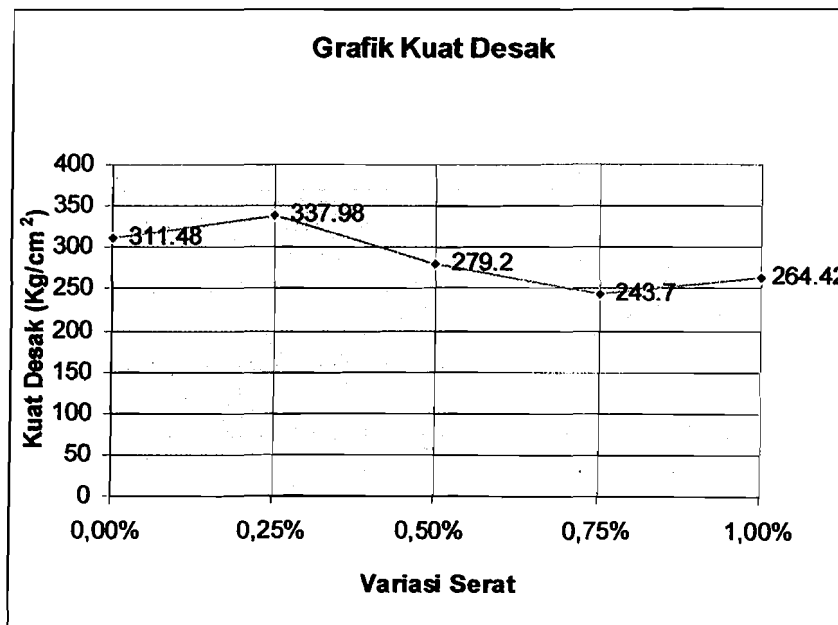
No.	Kode	Berat (Kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban Max (Kgf)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	Kuat Lentur rata-rata (Kg/cm ²)
1	V1	2,55	20,1	10,1	6	60,6	607,5	45,36200495	37,13155249
2	V2	2,5	20,1	10	6,1	61	400	29,18570277	
3	V3	2,55	20,1	10	6,1	61	505	36,84694974	

5.4 Pembahasan Hasil Penelitian

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

Tabel 5.31 Kuat desak *paving block* untuk setiap variasi kawat bendrat

Kode Benda Uji	Variasi	Kuat Desak <i>Paving Block</i> (Kg/ cm ²)
A	0,00% serat	311,48
B	0,25% serat	337,98
C	0,50% serat	279,2
D	0,75% serat	243,7
E	1,00% serat	264,42



Gambar 5.1 Grafik hubungan antara kuat desak *paving block* dengan variasi kawat bendrat

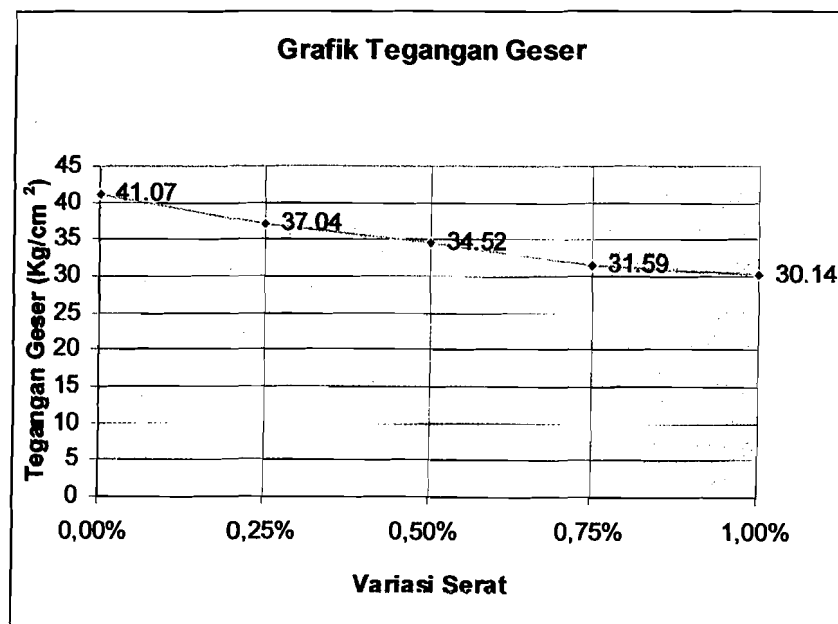
Dari gambar 5.1 dapat disimpulkan bahwa kekuatan *paving block* akan mengalami kenaikan pada prosentase kawat bendrat 0,25% dari campuran total adukan sebesar 26,5 Kg/ cm² atau 8,5% dari *paving block* normal (tanpa penambahan serat) untuk hasil uji kuat desak. Hal ini terjadi karena kawat bendrat dengan variasi 0,25% dari campuran total adukan masih cukup mudah dilakukan pencampuran dengan agregat, sehingga cepat didapatkan suatu campuran yang homogen (homogenitas). Dengan demikian semakin banyak prosentase kawat bendrat yang ada di campuran agregat akan semakin mempersulit dalam pengadukan disebabkan oleh penyebaran yang tidak merata, sehingga mempengaruhi kelecakan dan kualitas kekuatan pada *paving block*. Perubahan kekuatan akibat penyebaran kawat bendrat yang tidak merata tersebut otomatis akan mempengaruhi tampilan grafik kuat desaknya. Kuat desak *paving block* akan menurun teratur untuk variasi berikutnya yaitu variasi 0,50% sampai 0,75%, walaupun pada prosentase serat 1,00% ada kenaikan lagi sebesar 8,5% bila dibandingkan dengan prosentase 0,75% tetapi tidak mempengaruhi kekuatan *paving block* karena nilainya masih di bawah *paving block* normal.

Dari hasil pengujian kuat desak menunjukkan bahwa penambahan kawat bendrat dapat meningkatkan kuat desak tetapi semakin besar penambahan prosentase kawat di atas 0,25% terhadap volume total adukan *paving block* akan menghasilkan kuat desak yang semakin kecil. Faktor ini dapat dipengaruhi oleh jumlah volume kawat yang ditambahkan, semakin tinggi prosentase kawat semakin banyak pula volume serat yang terkandung dalam campuran *paving block* sehingga mengurangi kelekatan antar agregatnya. Kawat bendrat membuat *paving*

block menjadi liat dan mampu menahan beban yang diterima sehingga meningkatkan kuat desak akan tetapi semakin tinggi kadar kawat bendrat dalam *paving block* menyebabkan bertambahnya volume rongga, dengan bertambahnya volume rongga maka *paving block* akan mengalami penurunan kuat desak.

Tabel 5.32 Tegangan geser *paving block* untuk setiap variasi kawat bendrat

Kode Benda Uji	Variasi	Tegangan Geser <i>Paving Block</i> (Kg/ cm ²)
F	0,00% serat	41,07
G	0,25% serat	37,04
H	0,50% serat	34,52
I	0,75% serat	31,59
J	1,00% serat	30,14



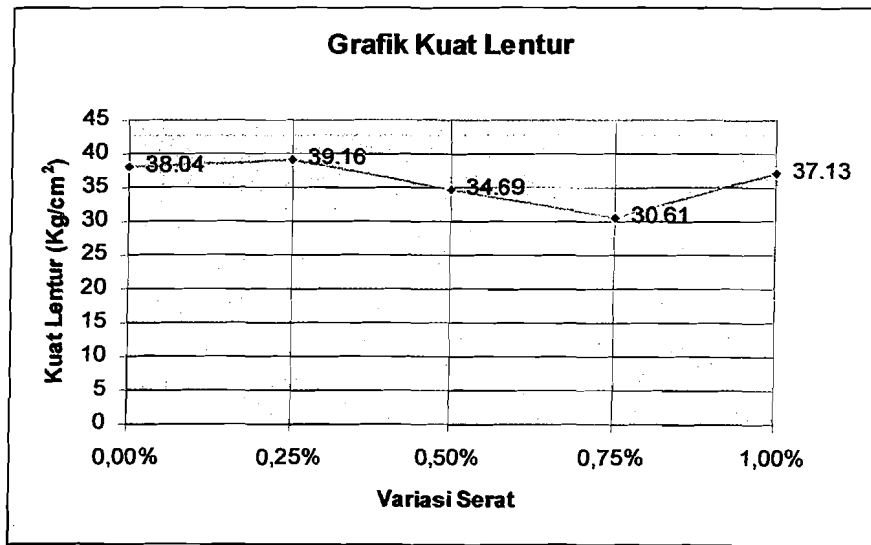
Gambar 5.2 Grafik hubungan antara tegangan geser *paving block* dengan variasi kawat bendrat

Untuk gambar 5.2 yaitu uji geser pada *paving block* ternyata penambahan kawat bendrat tidak memberikan penambahan kekuatan geser dibandingkan dengan *paving block* normal. Hal ini dapat dilihat pada salah satu variasi kawat bendrat 0,25% di mana terjadi penurunan sebesar 4,03 Kg/ cm² atau 9,81%. Penurunan dapat terjadi karena lekatan antara kawat bendrat tidak cukup baik sehingga mudah lepas pada saat dikenakan beban. Selain itu penyebaran serat yang tidak merata (tidak homogen) akan mengurangi kelekatan agregatnya sehingga menurunkan kekuatan *paving block* untuk setiap variasi (dapat dilihat dari grafik gambar 5.2) Sehingga penambahan serat/ kawat bendrat pada *paving block* tidak akan efektif untuk perilaku gesernya. Begitu pula untuk variasi serat lainnya yang kekuatan gesernya menurun teratur bila dibandingkan dengan kuat geser *paving block* normal. Penurunan kekuatan geser dapat dilihat dari tampilan grafiknya.

Penambahan kawat bendrat menyebabkan berkurangnya kelekatan antar agregat sehingga volume rongganya bertambah besar. Bila dilihat dari grafik, penambahan volume kawat bendrat ternyata tidak memberikan kenaikan tegangan geser *paving block* untuk setiap penambahan variasi kawat bendratnya, tetapi menurunkan kekuatan untuk setiap variasinya bila dibandingkan dengan *paving block* normal sehingga dapat disimpulkan bahwa kawat bendrat tidak mampu menaikkan tegangan geser dan menahannya disebabkan oleh besarnya volume rongga sehingga menyebabkan berkurangnya kekuatan *paving block*.

Tabel 5.33 Kuat lentur *paving block* untuk setiap variasi kawat bendrat

Kode Benda Uji	Variasi	Kuat Lentur <i>Paving Block</i> (Kg/cm ²)
I	0,00%	38.04
II	0,25%	39.16
III	0,50%	34.69
IV	0,75%	30.61
V	1,00%	37.13



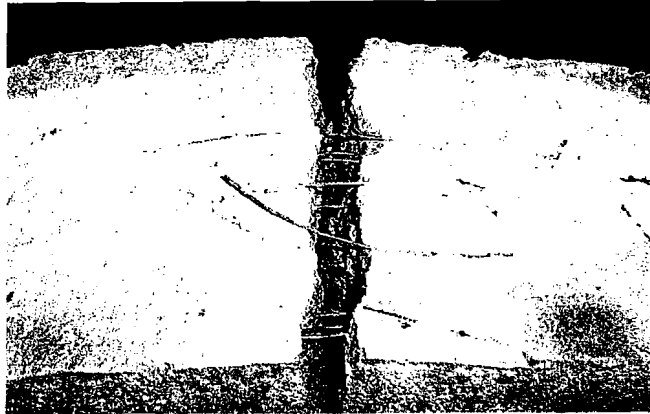
Gambar 5.3 Grafik hubungan antara kuat lentur *paving block* dengan variasi kawat bendrat

Sedangkan pada gambar 5.3 yaitu pengujian kuat lentur dapat dilihat adanya perubahan kekuatan yang bervariasi untuk setiap percobaannya. Bila dibandingkan dengan dengan *paving block* normalnya (tanpa penambahan serat), untuk penambahan kawat bendrat 0,25% akan memberikan kekuatan sebesar 39,16 Kg/cm² atau naik 2,94%. Penurunan kekuatan terjadi untuk penambahan kawat bendrat sebesar 0,50% dan 0,75% kemudian naik lagi pada penambahan variasi serat 1,00%.

Dari hasil pengujian kuat lentur menunjukkan bahwa penambahan kawat bendrat dapat meningkatkan kuat lentur tetapi semakin besar penambahan persentase kawat di atas 0,25% terhadap volume total adukan *paving block* akan menghasilkan kuat lentur yang semakin kecil. Faktor ini dapat dipengaruhi oleh jumlah volume kawat yang ditambahkan, semakin tinggi persentase kawat semakin banyak pula volume serat yang terkandung dalam campuran *paving block* sehingga mengurangi kelekatan antar agregatnya. Kawat bendrat membuat *paving block* menjadi liat dan mampu menahan beban yang diterima sehingga meningkatkan kuat lentur akan tetapi semakin tinggi kadar kawat bendrat dalam *paving block* menyebabkan bertambahnya volume rongga, dengan bertambahnya volume rongga maka *paving block* akan mengalami penurunan kuat lentur.

Perubahan kekuatan lentur dapat dilihat pada grafik (gambar 5.3). Jika kita lihat perubahan kekuatan yang bervariasi dapat disimpulkan bahwa sebenarnya penambahan kawat bendrat akan cukup efektif sebab dengan adanya penambahan pada *paving block* akan memperlambat terjadinya retak dan hancur atau runtuh dibandingkan dengan *paving block* normal. Beban yang sudah tidak mampu ditahan oleh *paving block* masih dapat ditahan oleh kawat bendrat sehingga retak dan kehancuran *paving block* terjadi secara perlahan-lahan (dianalogikan dengan pemasangan tulangan pada struktur beton bertulang untuk memperlambat terjadinya retakan dan keruntuhan secara tiba-tiba). Dapat dilihat juga pada tabel pengujian kuat lentur (tabel 5.11 s/d 5.15) di mana *paving blok* dengan kawat bendrat ketika mencapai beban maksimumnya tidak langsung hancur dan putus tetapi masih dapat menahan beban sampai batas kekuatan akhirnya.

Gambar di bawah ini memperlihatkan bagaimana kawat bendrat masih dapat menahan *paving block* sehingga tidak langsung putus setelah dilakukan uji kuat lentur.



Gambar 5.4-5.5 Kawat bendrat menahan *paving block* sehingga tidak langsung putus/ runtuh dan hancur

Dari ketiga bentuk pengujian terhadap *paving block* yaitu uji kuat desak, geser, dan kuat lentur ternyata penambahan kawat bendrat ke dalam adukan dapat mempengaruhi kekuatan *paving block* tersebut. Dari ketiga pengujian tersebut terlihat jelas bahwa penambahan kawat bendrat sangat mempengaruhi terutama pada kekuatan desak dan lenturnya. Hal ini dapat kita lihat dari data (tabel 5.31

dan tabel 5.33) kekuatan desak dan lentur untuk penambahan kawat bendrat sebanyak 0,25% dari campuran total adukan akan memberikan kekuatan yang lebih bila dibandingkan dengan *paving block* normal (tanpa penambahan kawat). Sedangkan penambahan kawat bendrat untuk uji geser tidak memberikan suatu keuntungan dikarenakan penambahan kawat bendrat tersebut hanya akan menurunkan kekuatan secara keseluruhan (tabel 5.32) bila dibandingkan dengan kekuatan *paving block* normalnya. Tapi, dari semua uji mekanik terhadap *paving block* dengan penambahan kawat bendrat yang paling memberikan penambahan kekuatan adalah untuk kekuatan desaknya yaitu untuk prosentase 0,25% dari campuran adukan.

Dalam pelaksanaan pengujian kuat desak, geser dan kuat lentur *paving block* terdapat perbedaan pada tampang pecah dan retak benda uji. Untuk *paving block* non-serat atau *paving block* normal terjadi runtuh serta lepasnya beberapa agregat secara tiba-tiba setelah mendapat beban. Namun tidak seperti pada benda uji *paving block* dengan kawat bendrat, saat mendapat beban benda uji tidak langsung mengalami runtuh, hanya terjadi retak-retak pada tampang dan relatif masih utuh. Hal tersebut dimungkinkan karena kawat bendrat dalam *paving block* akan membatasi ukuran retak sehingga keruntuhannya akan lebih lama karena tertahan oleh kuat lekatan (*bond strength*) antara kawat bendrat dan agregat. Hal ini disebabkan oleh orientasi random dari sebaran kawat bendrat akan dapat menghalangi ukuran retak yang berlebihan akibat pembebanan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian kuat desak, kuat geser, dan kuat lentur *paving block* dengan penambahan serat serta pembahasan yang telah dikemukakan pada bab terdahulu dapat diambil kesimpulan dan juga saran-saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

1. Penambahan serat dalam hal ini kawat bendrat dengan panjang serat 6 cm dan variasi prosentase sebesar 0,25% dari campuran adukan menghasilkan kuat desak maksimum yaitu 337,98 Kg/cm², yang mana terjadi peningkatan kuat desak *paving block* yaitu sebesar 8,5% terhadap *paving block* normalnya. Sehingga disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kawat bendrat yang ditambahkan maka tidak menjamin semakin tinggi pula kuat desaknya.
2. Pada pengujian geser, penambahan prosentase serat tidak mengalami peningkatan bila dibandingkan dengan *paving block* normal. Pada pengujian geser *paving block* normal menghasilkan tegangan geser sebesar 41,07 Kg/cm² sedangkan dengan penambahan kawat bendrat sebagai contoh untuk variasi 0,25% hanya menghasilkan tegangan geser sebesar 37,04 Kg/cm² dan terus menurun untuk variasi selanjutnya

3. Untuk pengujian kuat lentur, penambahan variasi kawat bendrat ke dalam adukan *paving block* memberikan perubahan terutama untuk variasi 0,25% dengan kekuatan 39,16 Kg/cm² atau naik 2,94% bila dibandingkan dengan *paving block* normal. Walaupun, ada penurunan untuk variasi berikutnya tetapi secara keseluruhan dari pengujian kuat lentur dapat diambil kesimpulan bahwa kawat bendrat dapat menahan lebih lama terjadinya retak dan hancur pada *paving block*.
4. Meskipun dapat meningkatkan kekuatan *paving block*, secara umum penambahan kawat bendrat ke dalam adukan *paving block* akan menurunkan tingkat *workability* sejalan dengan bertambahnya konsentrasi serat.
5. Penambahan kawat bendrat untuk *paving block* sebesar 0,50%, 0,75%, serta 1,00% tidak memberikan kekuatan yang maksimal jika dilihat dari *paving block* normal sehingga penambahan tersebut tidak lagi efektif walaupun ada kenaikan pada prosentase tertentu.

6.2 Saran

1. Pada pelaksanaan penelitian dibutuhkan ketelitian dalam mengatasi masalah-masalah yang timbul selama proses persiapan sampai dengan pengujian benda uji.
2. Perlu penelitian lebih lanjut tentang *paving block* dengan menggunakan kawat bendrat untuk variasi prosentase dan panjang yang berbeda.

3. Perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan jenis serat dan model *paving block* yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Andry Yulantoro dan Yudi Arisandy, 2002, *Pengaruh Abu Ampas Tebu Hasil pembakaran Ulang Terhadap Kuat Desak Paving Block*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.**
- Dr. Edward G. Nawy, P.E, 1998, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Departemen Sipil dan Rekayasa Lingkungan Universitas Rutgers, Universitas Negeri New Jersey.**
- Greget Anggraito dan Agus Prasetya, 2005, *Perilaku Mekanik Paving Block Dengan Variasi Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.**
- Ibnu Purcahyo Hendra Ningtyas, 1999, *Pengaruh Bentuk Paving Block Dan Variasi Campuran Kerikil Terhadap Kuat Desak Dan Daya Serap Air*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.**
- Ir. Kardiyono Tjokrodimuljo, M. E, 2004, *Buku Ajar Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.**
- Ir. Tri Mulyono, M.T, 2003, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi Yogyakarta.**
- R. Murywantoro dan Bakti Wibawa, 2001, *Pengujian Parameter Kuat Desak Paving Block Bentuk Segi Enam Untuk Perkerasan Jalan*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.**

Rina Kurniawati dan Winarni, 2000, *Perilaku Lekatan Tulangan Deform Pada Beton Serat Bendrat*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Soroushian. P, Bayasi. Z, 1987, *Concept of Fibre Reinforced Concrete*, Proceeding of International Seminar on Fibre Reinforced Concrete.

Sudarmoko, 1991, *Kuat Lentur Beton Serat Dengan Skala Penuh*, PAU Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta.

Suhendro, 1997, *Beton Fiber Lokal Konsep, Aplikasi, dan Permasalahannya*, Laporan Kursus Singkat Dalam Negeri Teknologi Beton, PAU Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta.

Swamy, RN dan Al- Noory, K, 1975, *Flexural Properties of Steel Fibre Reinforced Concrete*, Michigan, USA.

Yeni Purwitasanti dan Yulia Handayani, 2005, *Pengaruh Penambahan Serat Kulit Bambu Petung Terhadap Kekuatan Beton*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

LAMPIRAN

**HASIL PENGUJIAN
KUAT DESAK DAN KUAT GESER
PAVING BLOCK**

Paving Block Dengan Serat/ Kawat Bendrat


1. Dengan konsentrasi serat 0,0%

Hasil uji desak paving block

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	A1	2.6	20	9.8	5.8	196	657.1
2	A2	2.6	19.9	9.9	5.8	197.01	499.8
3	A3	2.6	19.8	9.8	5.8	194.04	505.3
4	A4	2.6	19.8	9.9	5.7	196.02	557.1
5	A5	2.65	20	10	5.7	200	717.7
6	A6	2.6	20	9.8	6	196	532.4
7	A7	2.6	19.6	9.9	5.6	194.04	568.8
8	A8	2.7	19.9	9.9	5.7	197.01	710.9
9	A9	2.6	19.9	9.8	5.6	195.02	518.4
10	A10	2.7	19.8	9.6	5.7	190.08	706.7

Hasil uji geser paving block

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	F1	2.7	20	9.8	6	58.8	49.1
2	F2	2.6	20	10	5.7	57	50.5
3	F3	2.6	19.7	9.7	5.7	55.29	43.8
4	F4	2.6	20	9.8	5.9	57.82	33.5
5	F5	2.6	19.9	9.9	5.7	56.43	44.3
6	F6	2.7	20	10	5.8	58	52.5
7	F7	2.7	19.8	9.8	5.6	54.88	47.4
8	F8	2.6	19.9	10	5.7	57	52
9	F9	2.6	19.7	9.8	5.6	54.88	41.8
10	F10	2.65	19.8	9.9	5.8	57.42	42.4


 LABORATORIUM
 BINA KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

2. Dengan konsentrasi serat 0,25%

Hasil uji desak paving block

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	B1	2.6	20	9.9	5.7	198	673.8
2	B2	2.6	20	10	5.8	200	668.7
3	B3	2.6	20	9.9	5.7	198	649.2
4	B4	2.5	20	9.8	5.7	196	535.6
5	B5	2.55	19.9	9.9	6	197.01	550.3
6	B6	2.6	19.8	9.8	5.8	194.04	740.9
7	B7	2.6	20	9.8	5.8	196	672.1
8	B8	2.65	20	9.8	5.7	196	725.6
9	B9	2.6	19.9	9.8	5.7	195.02	582.9
10	B10	2.6	20	9.8	5.8	196	718.6

Hasil uji geser paving block

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	G1	2.6	20	9.8	5.8	56.84	44.7
2	G2	2.6	20	9.7	5.6	54.32	45.4
3	G3	2.6	20	10	5.6	56	46.3
4	G4	2.7	20	9.8	5.9	57.82	41.8
5	G5	2.65	19.9	9.9	5.9	58.41	46.3
6	G6	2.7	20	9.8	5.9	57.82	38.9
7	G7	2.6	20	9.8	5.8	56.84	42.3
8	G8	2.6	20	9.8	5.7	55.86	29.6
9	G9	2.6	20	10	5.7	57	34.9
10	G10	2.6	20	9.8	5.8	56.84	42.3

LABORATORIUM
CONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

3. Dengan konsentrasi serat 0,50%

Hasil uji desak paving block

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	C1	2.55	19.8	9.8	5.8	194.04	522.7
2	C2	2.6	19.8	9.7	5.8	192.06	581.2
3	C3	2.55	19.9	9.8	5.7	195.02	494.8
4	C4	2.5	19.8	9.8	5.8	194.04	484.2
5	C5	2.6	19.9	9.8	5.8	195.02	609.4
6	C6	2.6	19.9	9.7	5.8	193.03	494.8
7	C7	2.6	19.9	9.7	5.9	193.03	497.9
8	C8	2.6	19.9	9.8	5.8	195.02	569.4
9	C9	2.6	19.9	9.8	5.8	195.02	598.3
10	C10	2.55	19.9	9.8	5.8	195.02	464.5

Hasil uji geser paving block

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	H1	2.6	19.9	9.8	5.8	56.84	38.3
2	H2	2.6	19.9	9.8	5.8	56.84	40.4
3	H3	2.6	19.9	9.8	5.7	55.86	36.7
4	H4	2.6	19.9	9.8	5.9	57.82	37.9
5	H5	2.6	19.8	9.8	5.8	56.84	45.3
6	H6	2.65	19.9	9.8	5.8	56.84	40
7	H7	2.55	20	9.9	5.9	58.41	32.1
8	H8	2.6	20	9.8	5.9	57.82	41.3
9	H9	2.65	19.8	9.8	5.8	56.84	44.6
10	H10	2.6	19.9	9.7	5.9	57.23	30.1

UNIVERSITAS
TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UT

4. Dengan konsentrasi serat 0,75%

Hasil uji desak paving block

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	D1	2.55	19.9	9.9	5.6	197.01	425.5
2	D2	2.6	19.8	10	5.9	198	432
3	D3	2.6	20	9.8	5.5	196	490.1
4	D4	2.6	20	9.9	5.5	198	505.8
5	D5	2.7	19.9	9.9	5.6	197.01	555.1
6	D6	2.6	20	9.8	5.6	196	437.1
7	D7	2.55	20	10	5.7	200	384.4
8	D8	2.6	19.9	9.9	5.6	197.01	413.5
9	D9	2.7	20	9.5	5.5	190	605.4
10	D10	2.6	19.9	9.8	5.7	195.02	439.9

Hasil uji geser paving block

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	I1	2.6	19.9	9.8	5.5	53.9	32.9
2	I2	2.65	19.8	9.8	5.7	55.86	35.1
3	I3	2.6	19.9	9.7	5.6	54.32	33.4
4	I4	2.6	19.8	9.6	5.6	53.76	30.8
5	I5	2.6	20	9.5	5.4	51.3	32.7
6	I6	2.55	19.7	9.6	5.6	53.76	38.2
7	I7	2.5	20	9.6	5.5	52.8	23.9
8	I8	2.6	20	9.8	5.5	53.9	36.8
9	I9	2.7	19.8	9.6	5.7	54.72	35
10	I10	2.6	20	9.9	5.5	54.45	35.3

[Handwritten signature]

LABORATORIUM TEKNIK BANGUNAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN


5. Dengan konsentrasi serat 1,00%

Hasil uji desak paving block

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	E1	2.6	19.9	9.7	5.8	193.03	460.3
2	E2	2.6	19.8	9.8	5.9	194.04	524.4
3	E3	2.6	19.9	9.8	5.8	195.02	525.9
4	E4	2.6	19.9	9.8	6	195.02	500.5
5	E5	2.65	20	9.8	6	196	502.5
6	E6	2.6	20	9.8	5.8	196	506
7	E7	2.6	20	9.8	5.8	196	457.4
8	E8	2.6	20	9.8	6	196	486
9	E9	2.6	20	9.8	6	196	550.2
10	E10	2.6	20	9.8	6	196	553.4

Hasil uji geser paving block

No.	Kode	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Beban (KN)
1	J1	2.65	20	9.8	5.9	57.82	36.2
2	J2	2.5	20	9.9	5.9	58.41	34.8
3	J3	2.55	19.9	9.9	5.9	58.41	27.2
4	J4	2.5	19.8	9.8	5.9	57.82	27.6
5	J5	2.5	20	9.9	5.9	58.41	35.8
6	J6	2.6	20	9.8	5.8	56.84	38.7
7	J7	2.6	19.9	9.8	5.8	56.84	36.9
8	J8	2.6	20	9.8	6	58.8	39.7
9	J9	2.6	20	9.8	5.7	55.86	29.1
10	J10	2.6	20	9.8	5.8	56.84	34.6


 LABORATORIUM
BINA KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

HASIL PENGUJIAN
KUAT LENTUR PAVING BLOCK

Serat/ Kawat Bendrat

1. Dengan Konsentrasi Serat 0,0%

I ₁ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20,1x10x6cm		I ₂ Berat: 2,6 Kg Dimensi: 20,1x10x6,1cm		I ₃ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20x10x6cm	
Beban (P)	Dial	Beban (P)	Dial	Beban (P)	Dial
25	16	25	4	25	10
50	18	50	5	50	11,5
75	19	75	7	75	13
100	21	100	8	100	15
125	23	125	9	125	16
150	25	150	10	150	17,5
175	27	175	11	175	18,5
200	28	200	11,5	200	19
225	29	225	12	225	21
250	31	250	13	250	21
275	33	275	14	275	21,5
300	35	300	15,5	300	23
325	36	325	18	325	23,5
350	37	350	19	350	25
375	38	375	20	375	25,5
400	39	400	22	400	26
420	42	425	23	425	27
		450	23,5	450	29
		475	25	475	30
		500	28	500	30,5
		510	31	525	31,5
		...		550	33
		60	45	575	33,5
		40	49	600	35
		20	56		
Max:420		Max:510		Max:600	



LABORATORIUM
CONSTRUKSI TEKNIK
FULTAS TEKNIK UII

HASIL PENGUJIAN
KUAT LENTUR PAVING BLOCK

Serat/ Kawat Bendrat

1. Dengan Konsentrasi Serat 0,25%

II ₁ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20,1x10x6cm		II ₂ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20,1x10x6cm		II ₃ Berat: 2,55 Kg Dimensi: 20x10x6,1cm	
Beban (P)	Dial	Beban (P)	Dial	Beban (P)	Dial
25	0	25	0	25	0
50	1	50	1	50	1
75	2	75	9	75	2
100	3	100	12	100	3
125	5,5	125	14	125	5
150	7,5	150	15,5	150	6
175	10	175	17	175	7
200	10,5	200	20	200	8
225	11,5	225	22	225	9
250	13	250	23	250	10
275	13,5	275	25	275	12
300	15	300	26	300	13
325	16	325	27,5	325	14
350	17	350	28,5	350	15
375	18	375	30	375	16
400	18,5	400	30,5	400	18
425	20	425	31	425	18,5
450	21,5	450	32	450	19
475	22	475	33	475	20
500	23	495	34,5	500	21,5
525	23,5	...		525	22
550	24,5	80	82	530	26
555	26	90	183	...	
...		95	250	85	48
50	82	70	280	75	73
40	92	60	346	65	80
30	110	25	400	55	101
20	146	5	420	45	154
10	150			35	215
10	295			30	300
				25	330
				10	385
Max:555		Max:495		Max:530	



LABORATORIUM
BANGUNAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

HASIL PENGUJIAN
KUAT LENTUR PAVING BLOCK

Serat/ Kawat Bendrat

1. Dengan Konsentrasi Serat 0,50%

III ₁ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20x10x6cm		III ₂ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20x10x6cm		III ₃ Berat: 2,45 Kg Dimensi: 20,1x10x6cm	
Beban (P)	Dial	Beban (P)	Dial	Beban (P)	Dial
25	3	25	3	25	6
50	5	50	4	50	12
75	14	75	4,5	75	13
100	16	100	5	100	14
125	17	125	6	125	15
150	19	150	6,5	150	16
175	21	175	7	175	17
200	23	200	7,5	200	18
225	24	225	8	225	18,5
250	25	250	8,5	250	19
275	25,5	275	9	275	19,5
300	27	300	9,2	300	20
325	29	325	9,7	325	20,5
350	30	350	10	350	21
375	31,5	375	11	375	21,5
400	33	400	11,5	400	22
425	34	425	13	425	22,5
450	35	430	15	450	23
...		...		475	24
150	62	125	27	500	26
150	80	110	33	...	
155	111	100	35	125	42
165	175	75	52	100	53
150	180	50	152	75	91
125	201	45	252	67,5	113
100	205	35	414	70	165
75	235	25	501	70	231
50	238			65	265
				40	273
				40	362
Max:430		Max:430		Max:500	



 LABORATORIUM
 TEKNIK KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

HASIL PENGUJIAN
KUAT LENTUR PAVING BLOCK

Serat/ Kawat Bendrat

1. Dengan Konsentrasi Serat 0,75%

IV ₁ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20x10x6,1cm		IV ₂ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20,1x10x6,1cm		IV ₃ Berat: 2,45 Kg Dimensi: 20,1x10x6cm	
Beban (P)	Dial	Beban (P)	Dial	Beban (P)	Dial
25	0,5	25	0	25	5
50	0,5	50	1	50	12
75	0,5	75	1	75	16
100	1	100	1,5	100	18
125	1,2	125	2	125	21
150	1,2	150	3	150	24
175	1,5	175	4	175	26
200	3	200	5	200	28
225	3,5	225	6	225	33
250	4	250	7	250	35
275	5	275	7,5	275	36
300	6	300	8,5	300	38
325	6,5	325	9	325	40
350	7,5	350	10	350	41
375	8	375	10,5	375	43
400	9,5	400	12	380	48
420	10	417,5	17	...	
...		...		100	60
200	15	250	25	75	65
175	22	225	30	50	72
150	31	200	33	35	111
125	45	175	37	25	188
100	117	150	58	15	288
95	267	135	111	10	299
85	330	135	145	10	375
75	350	132,5	201	10	450
62,5	405	132,5	273		
57,5	640	125	285		
62,5	725	100	295		
62,5	775	75	357		
		60	561		
		60	710		
Max:420		Max:417,5		Max:380	



LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

HASIL PENGUJIAN
KUAT LENTUR PAVING BLOCK

Serat/ Kawat Bendrat

1. Dengan Konsentrasi Serat 1,00%

V ₁ Berat: 2,55 Kg Dimensi: 20,1x10,1x6cm		V ₂ Berat: 2,5 Kg Dimensi: 20,1x10x6,1cm		V ₃ Berat: 2,55 Kg Dimensi: 20,1x10x6,1cm	
Beban (P)	Dial	Beban (P)	Dial	Beban (P)	Dial
25	5	25	9	25	5
50	13	50	14	50	15
75	20	75	18	75	25
100	25	100	30	100	28
125	27	125	34	125	31
150	30	150	37	150	32
175	31	175	40	175	35
200	34	200	43	200	37
225	37	225	45	225	38
250	38	250	47	250	39
275	39	275	49	275	40
300	43	300	52	300	42
325	45	325	54	325	43
350	47	350	55	350	47
375	49	375	57	375	48
400	51	400	65	400	50
425	53	...		425	51
450	54	150	82	450	52
475	55	125	96	475	53
500	56	100	112	500	54
525	57	90	202	505	60
550	58	88,5	267	...	
575	59	88,5	340	250	68
600	60,5	85	390	230	170
607,5	65	75	406	230	400
...		50	420	230	505
450	80	25	425	225	570
425	135			200	550
400	185			175	570
350	305			150	720
325	375			125	831
300	585				
275	535				


LABORATORIUM
DAIRAH KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

LABORATORIUM
 REPARASI ELEKTRISITAS TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UTM

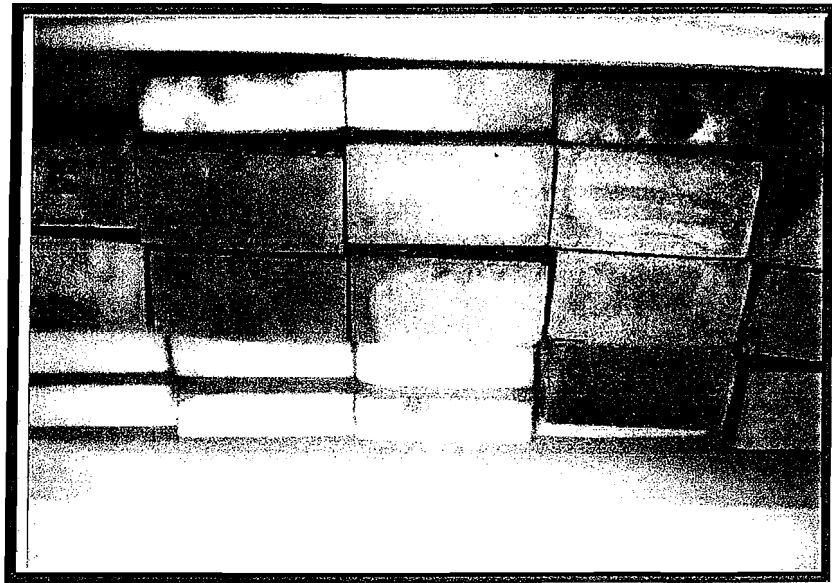
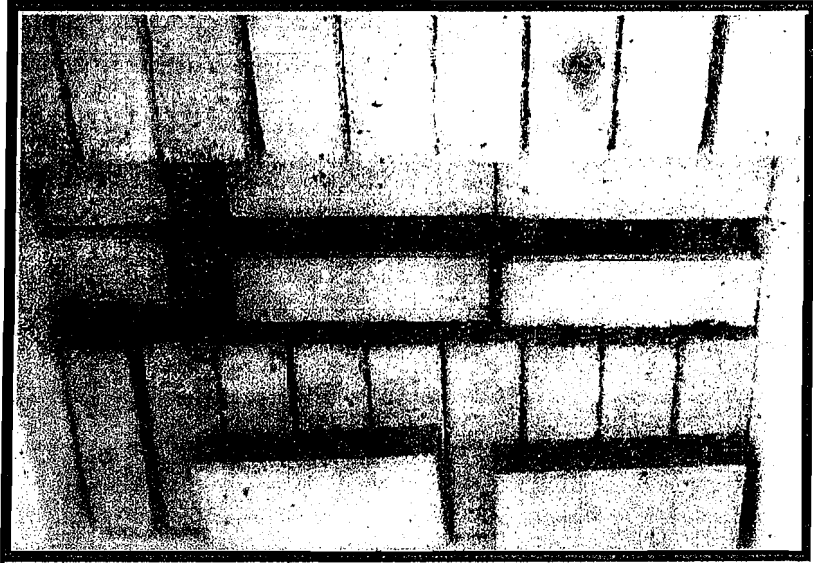
Max:607,5		Max:400	Max:505
90	940		
100	750		
125	766,5		
200	710		
250	700		

Bahan penyusun benda uji (*Paving Block*)

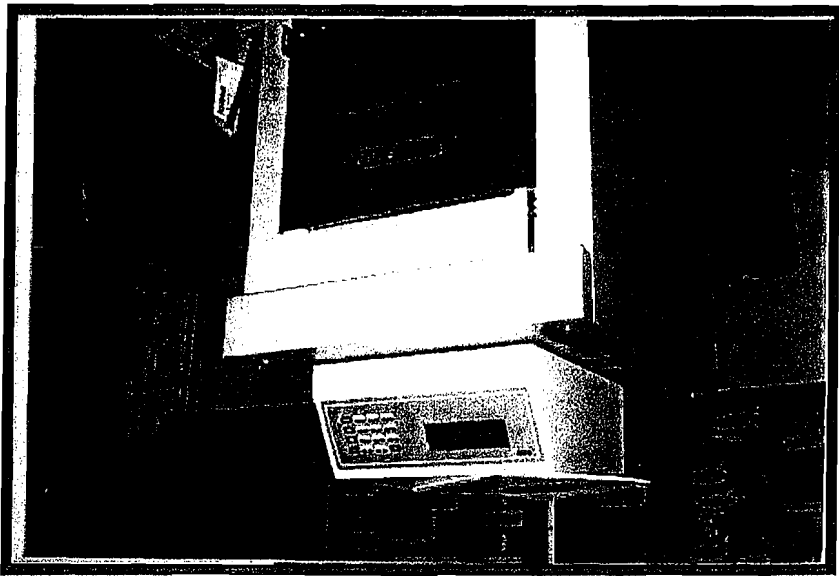


DOKUMENTASI

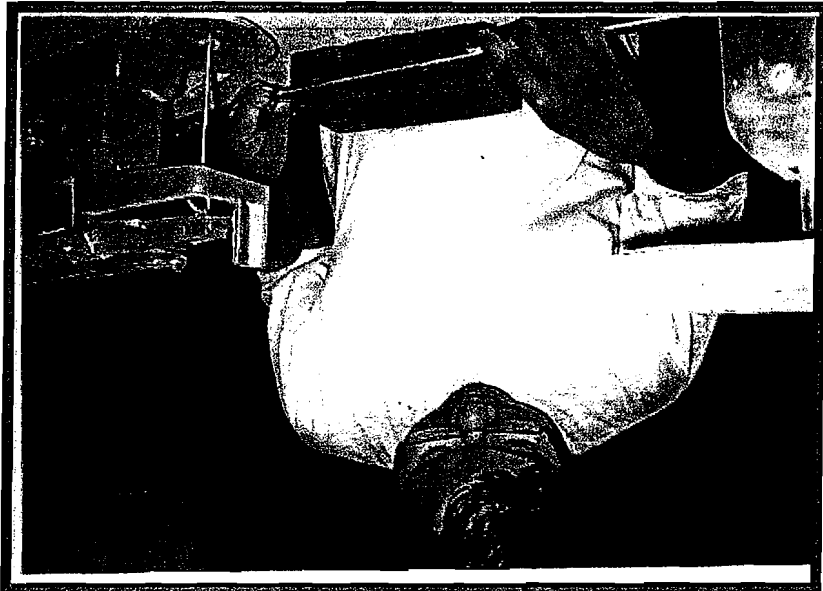
Paving block selama proses perendaman

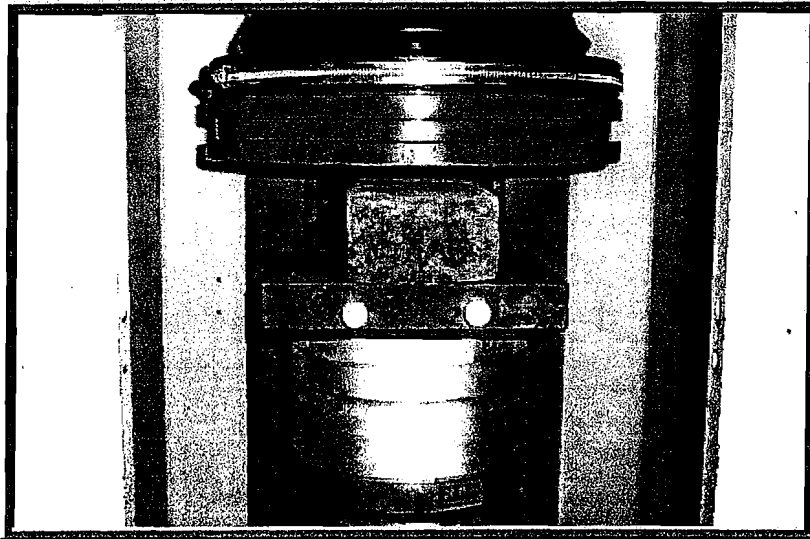


Gambar Mesin Uji Desak/ Geser

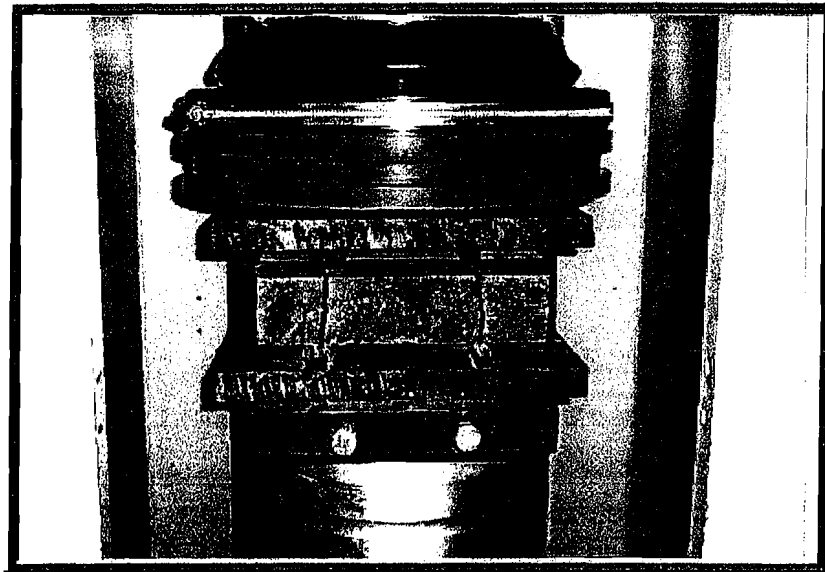


Pengukuran benda uji



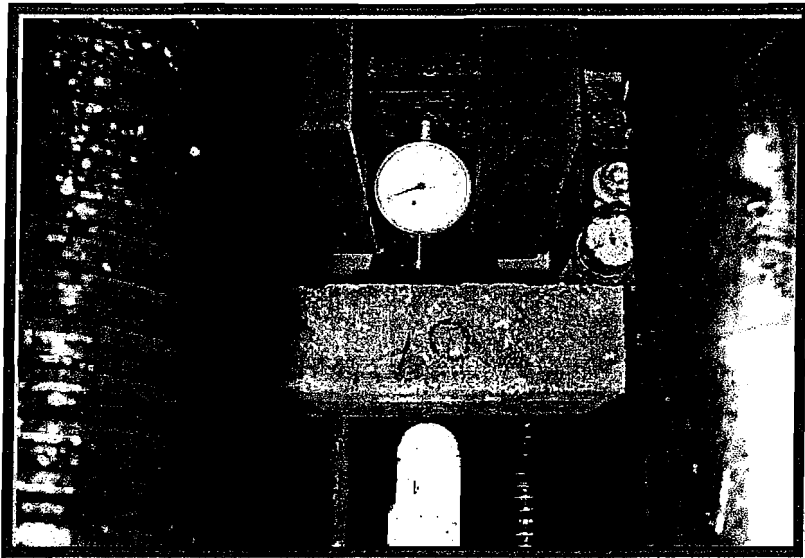
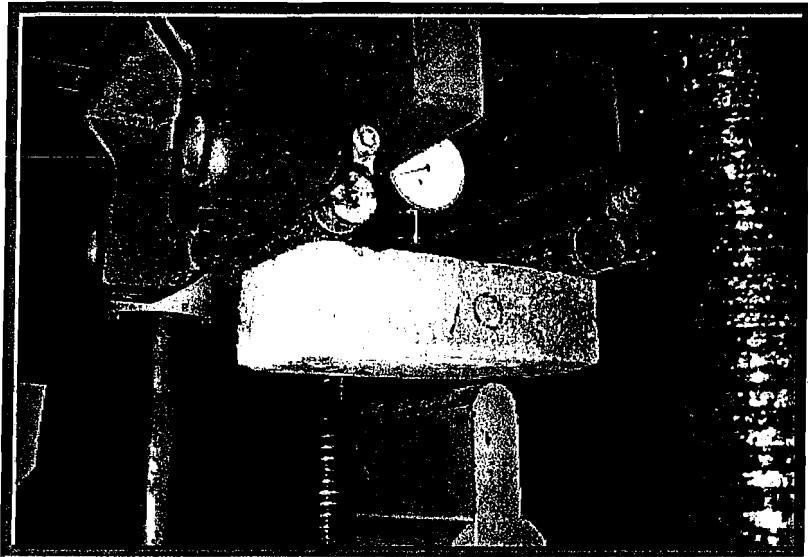


Pengujian kuat desak *paving block*

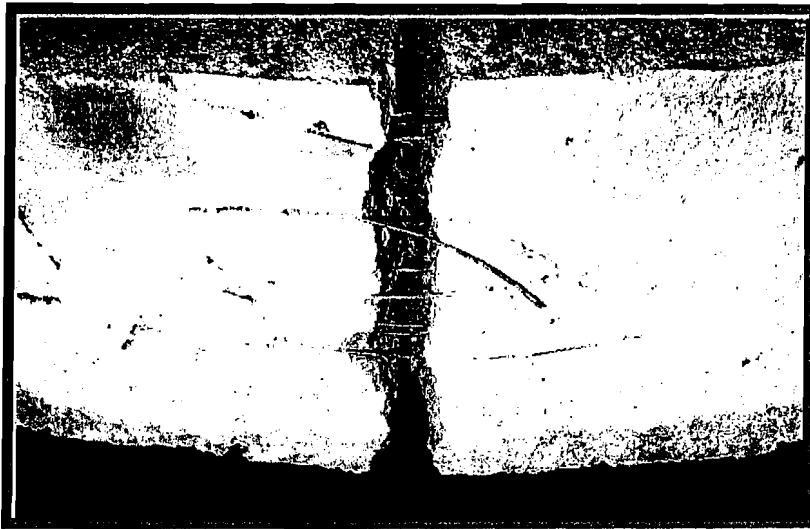


Pengujian Geser *paving block*

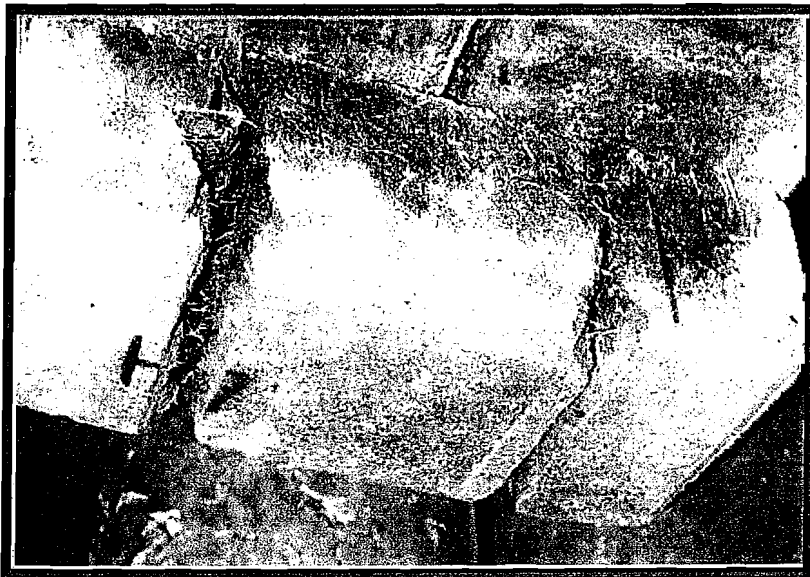
Pengujian Kuat Lentur Paving Block



Hasil Uji Kuat Lentur



Hasil Uji Geser





UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

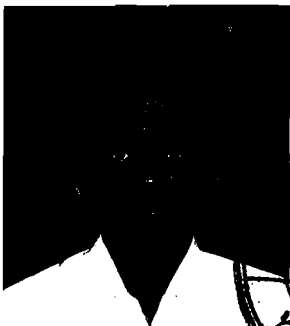
NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Sigit Depa Rian Sanjaya	02 511 244	Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR			
Paving Block Dengan Serat Tebu			

PERIODE KE	: III (Mar 06 - Agst 06)
TAHUN	: 2005 - 2006

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

Dosen Pembimbing I : Susastrawan,Ir,H,MS

Dosen Pembimbing II : Helmy Akbar Bale Ir,MT



Jogyakarta , 22-Mar-06
 a.n. Dekan

Mr.H.Munadhir, MS

KP/TA diperpanjang
 sampai dengan tgl. **NOV 2006**

Catatan	:	
Seminar	:	
Sidang	:	
Pendadaran	:	

Hartono
 Kabag. Akademik



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 JL. KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
 EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FP

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE	: III (Mar 06 - Agst 06)
TAHUN	: 2005 - 2006

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Sigit Depa Rian Sanjaya	02 511 244	Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR			
Paving Block Dengan Serat Tebu			

Dosen Pembimbing I : Susastrawan,Ir,H,MS

Dosen Pembimbing II : Helmy Akbar Bale Ir,MT



Jogjakarta , 22-Mar-06
 a.n. Dekan

(Signature)
 Mr.H.Munadhir, MS

Catatan	:	
Seminar	:	
Sidang	:	
Pendadaran	:	