

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	4 OCT 2001 3 9 08
NO. JUDUL :	00 3082
NO. INV. :	566 / TA / JTS
NO. INDUK. :	020003082001

TUGAS AKHIR

PENGUJIAN PARAMETER KUAT DESAK PAVING BLOCK BENTUK SEGI ENAM UNTUK PERKERASAN JALAN



MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Disusun Oleh :

R. MURYWANTORO No. Mhs. : 85310013
BEKTI WIBAWA No. Mhs. : 86310137

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

2001

TUGAS AKHIR

PENGUJIAN PARAMETER KUAT DESAK PAVING BLOCK BENTUK SEGI ENAM UNTUK PERKERASAN JALAN

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh derajat sarjana Teknik Sipil

Disusun Oleh :
Nama : R. Murywantoro
No. Mhs : 85 310 013
NIRm : 855014330013

Nama : Bkti Wibawa
No. Mhs : 86 310 137
NIRm : 865014330118

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2001**

TUGAS AKHIR

PENGUJIAN PARAMETER KUAT DESAK PAVING BLOCK BENTUK SEGI ENAM UNTUK PERKERASAN JALAN

Disusun Oleh :

Nama : R. Murywantoro
No. Mhs : 85 310 013
NIRm : 855014330013

Nama : Bekti Wibawa
No. Mhs : 86 310 137
NIRm : 865014330118

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Dosen Pembimbing I

Ir. H. Kasam, MT
Dosen Pembimbing II



Tanggal: 1 SEPTEMBER - 2001.

Tanggal: 1 - Sep - 2001

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang mengambil Judul "Pengujian Parameter Kuat Desak Paving Block Bentuk Segi Enam Untuk Perkerasan Jalan".

Tugas Akhir ini merupakan prasyarat untuk memperoleh derajat keserjanaan pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, yang sudah tentu tidak terlepas dari berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan dan bantuan, maka dalam kesempatan ini dengan setulus-tulusnya disampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCe, Phd, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Ir. H. Munadir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Bapak DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Ir. H. Kasam, MT, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Ir. Albani M, selaku Dosen Penguji TA.
6. Bapak Pimpinan beserta segenap karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

7. Seluruh karyawan, rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
8. Bapak, Ibu, Kakak, Adik, Istri tercinta drg. Takarina S. Murywantoro dan Dwi Astuti Bekti Wibawa, SE yang telah memberikan bantuan moril maupun spirituil sehingga terwujudnya laporan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, karena keterbatasan kemampuan penyusun. Walaupun demikian penyusun telah berusaha melakukan yang terbaik. Untuk itu dengan hati terbuka penyusun menerima saran serta kritik yang membangun sebagai koreksi untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Semoga hasil dari bimbingan, dorongan moril, bantuan dan kerjasama ini mendapat berkah dan rahmat dari Allah SWT.

Penyusun berharap mudah-mudahan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi mahasiswa Teknik Sipil pada khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Wabillahi Taufiq Wal Hidayah,
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Mei 2001

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAKSI	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan Masalah	3
1.3. Rumusan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB III LANDASAN TEORI	9
3.1. Mortar	9
3.2. Beton	19
3.3. 'Paving Block'	25

BAB	IV	METODE PENELITIAN	32
		4.1. Lokasi Penelitian	32
		4.2. Bahan Penelitian	32
		4.3. Peralatan Penelitian	34
		4.4. Pelaksanaan Penelitian	34
BAB	V	PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN	36
		5.1. Pelaksanaan Penelitian	36
		5.2. Benda Uji	38
		5.2. Hasil Penelitian	39
BAB	VI	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN...	42
		6.1. Biaya dan Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Dengan Kuat Desak Karakteristik K 325	42
		6.2. Biaya dan Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Dengan Kuat Desak Karakteristik K 275	43
		6.3. Biaya dan Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Dengan Kuat Desak Karakteristik K 250	44
		6.4. Biaya dan Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Dengan Kuat Desak Karakteristik K 225	45

6.5. Biaya dan Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Dengan Kuat Desak Karakteristik K 200.....	46
6.6. Biaya dan Kuat Desak "Paving Block" Cetak Manual Dengan Kuat Desak Karakteristik K 125.....	48
6.7. Biaya dan Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin dan Cetak Manual Dari 2 Perusahaan Pembuatan "Paving Block"	49
 BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	 51
7.1. Kesimpulan	51
7.2. Saran	52

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Gradasi Pasir Menurut British Standard	16
3.2. Gradasi Kerikil Menurut British Standard	17
3.3. Kekuatan Fisik Beton Untuk Lantai	28
5.1. Prosentase Kuat Desak "Paving Block" Terhadap Umur	38
5.2. Hasil Analisis Biaya "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segienam Umur 28 hari dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah	39
5.3. Hasil Analisis Biaya "Paving Block" Cetak Manual Bentuk Segienam Umur 28 hari dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah	40
5.4. Hasil Pengujian Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segienam Umur 28 hari dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah	40
5.5. Hasil Pengujian Kuat Desak "Paving Block" Cetak Manual Bentuk Segienam Umur 28 hari dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah	41

6.1.	Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segienam Umur 28 Hari Dengan Kuat Desak Karakteristik K 325	42
6.2.	Biaya "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segienam Umur 28 Hari Dengan Mutu K 325.....	43
6.3.	Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segienam Umur 28 Hari Dengan Kuat Desak Karakteristik K 275	43
6.4.	Biaya "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segienam Umur 28 Hari Dengan Mutu K 275.....	43
6.5.	Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segienam Umur 28 Hari Dengan Kuat Desak Karakteristik K 250	44
6.6.	Biaya "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segienam Umur 28 Hari Dengan Mutu K 250.....	44
6.7.	Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segienam Umur 28 Hari Dengan Kuat Desak Karakteristik K 225	45
6.8.	Biaya "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segienam Umur 28 Hari Dengan Mutu K 225.....	45
6.9.	Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segienam Umur 28 Hari Dengan Kuat Desak Karakteristik K 200	46
6.10.	Biaya "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segienam Umur 28 Hari Dengan Mutu K 200.....	47

6.11.	Kuat Desak "Paving Block" Cetak Manual Bentuk Segienam Umur 28 Hari Dengan Kuat Desak Karakteristik K 125.....	48
6.12.	Biaya "Paving Block" Cetak Manual Bentuk Segienam Umur 28 Hari Dengan Mutu K 125.....	48
6.13.	Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin dan Cetak Manual Bentuk Segi enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" UD. Dwi Harto	49
6.14.	Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin dan Cetak Manual Bentuk Segi enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Giran.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1. Susunan Struktur Perkerasan Lentur dan Lunak	29
5.1. "Paving Block" Bentuk Segi Enam.....	38
6.1. Grafik Biaya "Paving Block" Cetak Mesin Terhadap Variasi dari Berbagai Perusahaan Pembuatan "Paving Block" di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah	47
6.2. Grafik Biaya "Paving Block" Cetak Manual Terhadap Variasi dari Berbagai Perusahaan Pembuatan Paving Block" di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah	49

ABSTRAKSI

Penggunaan "paving block" sebagai perkerasan menunjukkan peningkatan yang cukup tinggi, sehingga membuat kebutuhan "paving block" semakin meningkat, hal tersebut menuntut para pembuat "paving block" untuk menyediakan "paving block" dengan cepat, mutu terjamin dan harga yang terjangkau. Masalah yang terjadi adalah (1) mutu "paving block" yang ada di pasaran saat ini sangat bervariasi terbukti dengan banyaknya "paving block" yang baik bentuk, metode pembuatannya, maupun kekuatannya berbeda-beda, (2) biaya dan harga jual pada "paving block" cetak mesin dan cetak manual akan berbeda, (3) kemampuan kuat desak pada "paving block" cetak mesin akan berbeda dibanding kuat desak pada "paving block" cetak manual.

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

"Paving block" yang digunakan pada penulisan Tugas Akhir ini adalah cetak mesin dan cetak manual sebagai pembanding dengan bentuk segi enam umur 28 hari, dimana setiap perusahaan diambil 10 sampel jadi jumlah keseluruhan ada 120 sampel. Pengujian "paving block" dengan tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji desak dengan cara memberikan beban desak bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji sampai hancur.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa "paving block" cetak mesin yang mempunyai mutu beton terbaik adalah PT. Genteng Mutiara dengan kuat desak karakteristik K 325, diikuti PT. Diamond Baru (K 275), CV. ABC (K 250), Jujur (K 225), dan kuat desak karakteristik K 200 berturut-turut adalah Karya Barokah, Tjitro Sunarno, Giran, Lancar Jaya, UD. Dwi Harto dan Agus Wibowo. Sedang "paving block" cetak manual untuk pembanding dari 2 perusahaan pembuatan "paving block" UD. Dwi Harto dan Giran sama-sama mempunyai kuat desak karakteristik K 125. Maka ditinjau dari segi biaya dan kemampuan kuat desaknya "paving block" cetak mesin lebih baik dibandingkan "paving block" cetak manual berdasarkan perhitungan kuat desak karakteristiknya.

BABI

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemakaian beton sebagai bahan konstruksi perkerasan semakin meluas. Teknologi untuk mendapatkan perkerasan yang bermutu dengan biaya seminimal mungkin terus dikembangkan, seperti penggunaan "concrete block" (conblock) untuk perkerasan yang selanjutnya disebut "paving block". Di mana di Indonesia pemakaian "paving block" masih dapat dikatakan baru mulai dari tahun 1977/1978 untuk trotoar di Jl. Thamrin dan Terminal Bus Pulo Gadung keduanya di Jakarta.

Perkembangan konstruksi perkerasan dengan menggunakan "paving block" menunjukkan peningkatan yang cukup tinggi, dimana dari berbagai perusahaan pembuatan "paving block" terdapat peningkatan penjualannya dari tahun 1998 - 1999 rata-rata antara 10% sampai 14,4%. Perkembangan tersebut tidak hanya terbatas pada meluasnya pemakaian tetapi juga termasuk variasi penggunaannya. Penggunaan 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.

- d) Pemasangan "paving block" disamping perlu banyak tenaga juga memungkinkan untuk menjadi proyek padat karya serta tidak memerlukan ahli dan alat berat.
- e) Pemeliharaan relatif murah dibanding aspal.
- f) Bahan utama "paving block" adalah semen dan bahan ini diproduksi secara berlebih di Indonesia.
- 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 tinggi.

Pada hakekatnya pembuatan "paving block" dilakukan dengan mesin cetak sehingga dapat dihasilkan mutu "paving block" yang memenuhi syarat kuat desak secara merata. Pada kenyataannya untuk pembuatan "paving block" yang dilaksanakan massal (padat karya), dibuat secara manual. Alasan pembuatan "paving block" secara manual adalah berdasarkan pada pengadaan perkerasan jalan menggunakan "paving block" dengan pemanfaatan sumber daya desa berupa pasir dan kerikil (bahan yang mudah didapat) maupun tenaga manusianya sehingga diperoleh perkerasan jalan dengan harga relatif murah dan tujuan pembuatan perkerasan dapat dilaksanakan.

Pembuatan "paving block" secara manual terdapat 2 macam cara yaitu pembuatan dengan alat bantu pemadat berupa pengungkit dan

pemadat dengan sistim tumbuk. Alat cetak yang menggunakan pengungkit ini cenderung jarang digunakan dengan alasan ekonomi (mahalnya alat), tinggi "paving block" yang dihasilkan tidak persis sama dalam tiap sampel sehingga kekuatan tidak merata. Jika ditinjau dari pekerja yang mengerjakan sebuah "paving block" adalah lebih dari 2 orang pekerja (memakan waktu relatif lebih lama), maka dalam masyarakat cenderung menggunakan cara yang kedua yaitu menggunakan sistim tumbuk (dilihat dari waktu dan jumlah pekerja jauh lebih menguntungkan).

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

- a) Bahan-bahan dasar yang mudah didapat.
- b) Pengerjaan menggunakan perlengkapan yang sederhana.
- c) Tidak memerlukan tenaga ahli.
- d) Tidak banyak menyisakan bahan material.
- e) Karena dikerjakan sepenuhnya dengan tenaga manusia (padat karya) akan menumbuhkan lapangan kerja.
- f) Dapat dengan mudah memilih dan menentukan kualitas yang diinginkan.

1.2. Batasan Masalah

Pada penelitian ini diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. "Paving block" yang digunakan adalah "paving block" cetak mesin dan cetak manual (sebagai pembandingan) yang ada di pasaran.
2. Kualitas agregat dan semen tidak didefinisikan secara mendetail tetapi apa adanya seperti yang ada di pasaran Propinsi DIY dan Kabupaten Klaten, Muntilan Propinsi Jawa Tengah.
3. Bentuk "paving block" yang digunakan adalah yang bentuk segienam dengan perbandingan semen : pasir : kerikil yang mempunyai kuat desak karakteristik = 200 sampai dengan 325 kg/cm².
4. Pengujian kuat desak "paving block" menggunakan alat uji desak.
5. Jumlah sampel tiap umur 10 buah.
6. Umur sampel yang digunakan 28 hari.
7. Analisa dilakukan untuk konstruksi perkerasan jalan.

1.3. Rumusan Masalah

Idealnya suatu "paving block" adalah mempunyai kualitas merata, dengan maksud bahwa kualitas setiap bagian "paving block" adalah sama atau minimal memenuhi syarat kuat desak dan biaya minimum. Selanjutnya diharapkan jalan dengan perkerasan "paving block" bisa berfungsi secara maksimal. Permasalahan di atas dapat dirumuskan sebagai berikut :

block" bisa berfungsi secara maksimal. Permasalahan di atas dapat dirumuskan sebagai berikut :

"Paving block" cetak mesin lebih efisien dibanding "paving block" cetak manual sebagai pembanding berdasarkan kuat desak karakteristiknya.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui biaya "paving block" cetak mesin dan cetak manual sebagai pembanding.
2. Mengetahui kuat desak "paving block" cetak mesin dan cetak manual sebagai pembanding.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan pengetahuan peneliti tentang efisiensi biaya dan kuat desak bahan konstruksi, dalam hal ini adalah "paving block" cetak mesin dan cetak manual sebagai pembanding.
2. Menambah referensi pengetahuan bagi para mahasiswa, kaum akademika maupun peneliti selanjutnya yang berminat melakukan penelitian di masa-masa yang akan datang.
3. Manfaat bagi sumber daya manusia dapat mengurangi pengangguran pada masa produktif terutama pada daerah pedesaan dan dapat meningkatkan ekonomi tiap personal yang dapat memanfaatkan teknologi "paving block" ini.

4. Manfaat bagi sumber daya alam adalah pasir dan kerikil yang kebanyakan hanya dimanfaatkan sebagai bahan atau alat membangun rumah, jika ditelusuri lebih lanjut banyak sekali manfaatnya sebagai contoh "paving block".

1.6. Rekomendasi

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini hanya untuk lingkungan akademik saja. Seandainya dimanfaatkan oleh pihak luar, penulis tidak akan bertanggung jawab.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Barber dan Knapton (1980), menyatakan bahwa "paving block" yang berbentuk segi banyak/unit dan persegi empat berpenampilan sama di bawah beban (pola perkerasan) lalu lintas.

Shackle (1984), menyatakan bahwa penampilan dari perkerasan "paving block" (yang dikaitkan dengan beban) tidak bergantung kuat tekan dalam keadaan basah ataupun kering, seperti pada kuat lentur interval yang distudinya yaitu antara 38 Mpa hingga 55 Mpa (kuat tekan basah), selain itu Shackle (1984) juga mengatakan bahwa kekuatan "paving block" bukan merupakan kriteria yang penting untuk "paving block" segi empat dibanding dengan bentuk bergerigi.

Shackle (1984), Working Group D3 (1984) dan Knapton (1980), mengatakan bahwa penampilan perkerasan tidak bergantung kepada ketebalan "paving block".

Shackle (1984), Clark (1980), Miura (1984), dan Dutruel & Dardare (1984) menyimpulkan bahwa makin tebal "paving block" makin baik penampilan perkerasannya.

Shackle (1984) mengatakan bahwa bentuk "paving block" segi banyak/bergerigi/unit berpenampilan lebih baik (dalam hal "rutting" dan "creep") daripada "paving block" yang berbentuk segi empat (bentuk tak terkunci).

Sharp dan Armstrong (1985), menyatakan bahwa sejak "paving block" diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1977 maka penggunaan "paving block" semakin meningkat, bahkan hingga tahun 1983 produksi "paving block" di Indonesia sudah mencapai 1.000.000 m².

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

Miura dan kawan-kawan (1984), menyatakan bahwa "interlock" bentuk segi enam mempunyai daya dukung yang lebih rendah dan tingkat "rutting" (baik pada keadaan awal maupun dalam perkembangannya) yang lebih tinggi dibanding bentuk segi empat.

Sanchez (1984), "paving block" yang porous atau tidak baik pemadatannya akan sangat berpengaruh oleh lapisan es ("frost") dan garam penghilang lapisan es ("deicing salts") sehingga daya tahan "paving block" akan berkurang.

Houben dan kawan-kawan (1984), menyatakan bahwa kebanyakan negara menggunakan kuat tekan untuk 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.

BAB III

LANDASAN TEORI

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

3.1. MORTAR

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

1. Umum

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

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

Kekuatan mortar terjadi karena rongga-rongga yang terbentuk antara butiran-butiran pasir diisi oleh butiran yang

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

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

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

2. Jenis-jenis Mortar

Berdasarkan jenis bahan ikatnya, mortar dapat dibagi menjadi empat jenis yaitu mortar lumpur/lempung, mortar

kapur, mortar semen dan mortar komposit seperti penjelasan berikut ini (Tjokrodimuljo, 1996).

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

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

b. Mortar Kapur

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

c. Mortar Semen

Mortar semen merupakan campuran semen, pasir, dan air pada proporsi yang sesuai. Perbandingan volume semen dan pasir berkisar antara 1 : 2 sampai 1 : 6 atau lebih tergantung penggunaannya. Mortar semen lebih kuat dari jenis mortar lain. Oleh karena itu mortar semen lebih sering digunakan untuk tembok, pilar, kolom atau bagian-bagian lain yang menahan beban. Karena mortar ini rapat ini, maka sering digunakan untuk bagian luar dan yang berada di bawah tanah.

d. Mortar Komposit

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

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

Selain dari keempat mortar tersebut di atas, dikenal pula jenis mortar yang lain, yaitu mortar khusus yang

digunakan pada kondisi khusus dengan tujuan tertentu. Ada dua jenis mortar khusus yaitu (Tjokrodimuljo, 1996):

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

3. Kekuatan Mortar

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

a. Faktor Air Semen (fas)

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan antara berat air dan berat semen, secara matematis dapat ditulis seperti berikut ini.

$$\text{fas} = \frac{\text{berat air}}{\text{berat semen}} \dots\dots\dots (1)$$

b. Jenis, Kehalusan dan Jumlah Semen

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

Jenis I : Semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus.

Jenis II : Semen untuk beton tahan sulfat dan mempunyai panas dihidrasi sedang.

Jenis III : Semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras).

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

Jenis V : Semen untuk beton yang sangat tahan sulfat.

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

a) Trikalsium Silikat (C_3S) atau $CaO SiO_2$,

b) Dikalsium Silikat (C_2S) atau $2CaO SiO_2$,

c) Trikalsium Aluminat (C_3A) atau $3CaO Al_2O_3$, dan

d) Tetrakalsium Aluminoforit (C_4AF) atau $4CaO Al_2O_3 Fe_2O_3$

Kehalusan semen ternyata juga memberikan pengaruh pada kekuatan mortar/beton. Reaksi antar semen dan air dimulai dari permukaan butir-butir semen, sehingga semakin luas permukaan butir-butir semen (dari berat semen yang sama) makin cepat proses hidrasinya. Hal ini berarti bahwa

butir-butir semen yang halus akan menjadi kuat dan menghasilkan panas hidrasi yang lebih cepat dari pasta semen dari butir-butir yang lebih kasar. Secara umum semen berbutir halus meningkatkan kohesi pada mortar/beton segar dan dapat pula mengurangi bleeding, akan tetapi menambah kecenderungan susutan yang lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut. Menurut SII 0013-81, paling sedikit 90% berat semen harus dapat lewat ayakan lubang 0,09 mm. Namun perlu dicatat, bahwa jika butir-butir semen terlalu halus, sifat semen akan menjadi kebalikannya karena terjadi hidrasi awal oleh kelembaban (Tjokrodimuljo, 1996).

Selain dipengaruhi oleh jenis dan kehalusan semen, kekuatan mortar juga dipengaruhi oleh jumlah semen yang digunakan. Yang dimaksud dengan jumlah semen di sini yaitu angka perbandingan antara semen dengan pasir pada mortar semen.

c. Bentuk dan Gradasi Agregat

Bentuk agregat dapat bulat, bulan sebagian, bersudut tajam, panjang dan pipih. Rongga udara yang terdapat dalam agregat normal berkisar antara 33% sampai 40%. Besarnya rongga udara dalam adukan mortar akan menentukan kekuatan mortar. Oleh karena itu dalam campuran mortar rongga udara seharusnya dibuat serendah mungkin. Pada umumnya pasir dengan rongga udara yang kecil lebih disukai

karena hanya memerlukan pasta semen yang sedikit untuk mendapatkan mortar dengan kekuatan tinggi. Pasir yang memiliki bentuk bulat ikatan antar butir-butirnya relatif lebih kecil dibandingkan dengan pasir yang berbentuk tajam dan bersudut (Tjokrodinuljo, 1996).

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

Tabel 3.1 Gradasi Pasir Menurut British Standard (Tjokrodinuljo, 1996):

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,2	30 - 70	55 - 90	75 - 90	90 - 100
0,6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15
	Pasir kasar	Agak kasar	Agak halus	Pasir halus

Tabel 3.2 Gradasi Kerikil Menurut British Standard (Tjokrodimuljo, 1996).

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

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

- 1) Pasir beton harus bersih. Bila diuji memakai larutan pencuci khusus, tinggi endapan pasir yang kelihatan dibandingkan dengan tinggi seluruh endapan tidak kurang dari 70%.
- 2) Kadar lumpur tidak lebih dari 5%.
- 3) Modulus halus butir berkisar antara 2,2 - 3,2.
- 4) Pasir tidak boleh mengandung zat organik yang dapat mengurangi mutu beton. Untuk itu bila direndam dalam larutan NaOH, cairan endapan diatas tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.
- 5) Kekekalan terhadap larutan Na_2SO_4 , fraksi yang hancur tidak lebih dari 12% berat dan kekekalan terhadap larutan MgSO_4 , fraksi yang hancur tidak lebih dari 10% berat.
- 6) Untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, reaksi pasir terhadap alkali harus negatif.

d. Cara Pemasangan

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

- 1) Bata atau batu yang diletakkan dengan mortar harus direndam dalam air sampai jenuh sebelum dikerjakan. Hal ini untuk menghindari penghisapan air oleh bata atau batu dari mortar, yang mengakibatkan jumlah air dalam mortar berkurang.
- 2) Mortar harus segera dipasang di tempat yang diinginkan setelah diaduk. Mortar semen harus dipasang dalam waktu kurang dari 30 menit setelah semen dan air tercampur, adapun mortar kapur dalam waktu 36 jam. Setelah terpasang mortar harus selalu dalam keadaan lembab.
- 3) Adukan mortar harus diusahakan yang sekeras-kerasnya (lawan dari encer atau lunak), tetapi yang masih dapat dikerjakan.
- 4) Bangunan yang dibuat dengan mortar harus selalu dibasahi atau dilembabkan selama kurang lebih satu minggu. Untuk bagian yang terkena air atau sinar matahari harus ditutup.
- 5) Bangunan yang dibuat dari mortar tidak boleh dibebani sebelum mortarnya keras.

e. Umur Mortar

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

3.2. BETON

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

1. Umum

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

2. Faktor Air Semen (fas)

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

$$\text{fas} = \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat semen}} \dots\dots\dots (2)$$

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

$$f'c = \frac{A}{1,5 \cdot X \cdot B} \dots\dots\dots (3)$$

dengan :

$f'c$ = kuat tekan beton

X = fas (yang semula dalam proporsi volume)

A, B = konstanta

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

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

3. Umur Beton

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

4. Jenis Semen

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

Jenis I : Semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus.

Jenis II : Semen untuk beton tahan sulfat dan mempunyai panas dihidrasi sedang.

Jenis III : Semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras).

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

Jenis V : Semen untuk beton yang sangat tahan sulfat.

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

5. Jumlah Semen

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

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

6. Sifat Agregat

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

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

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

7. Keuntungan dan Kerugian Menggunakan Beton (Tjokrodimuljo, 1996):

a. Keuntungannya adalah :

- 1) Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal, kecuali semen "portland".

- 2) Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan/pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- 3) Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran sebarang sesuai dengan keinginan.
- 4) Cetakan dapat dipakai ulang beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi murah.
- 5) Beton segar dapat disemprotkan dipermukaan beton lama yang retak maupun diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan.
- 6) Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit,
- 7) Beton termasuk tahan aus dan kebakaran, sehingga biaya perawatan termasuk rendah.

b. Kerugiannya adalah :

- 1) Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak.
- 2) Beton segar mengerut saat pengeringan dan beton keras mengembang jika basah.
- 3) Beton keras mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu.

- 4) Beton sulit untuk kedap air secara sempurna dan bersifat dakail (getas).

3.3. "PAVING BLOCK"

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

1. Umum

Berhubungan dengan masalah beton, beton "paving block" 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 pemeliharannya 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 "paving block" diperlukan perilaku khusus yaitu dalam pembuatan, perawatan umur pemakaian yang berbeda pada umumnya.

Dari pemanfaatan teknologi beton dihubungkan dengan pemanfaatan sarana transportasi, yang dilihat dari keuntungan

beton yaitu dari segi kemudahan mendapatkan bahan penyusun, kemudahan cara pembuatan, kemudahan biaya perawatan, biaya yang relatif lebih murah dibanding aspal, dan dari segi kekuatan yang dicapai relatif tinggi, maka teknologi beton tersebut dapat dimanfaatkan sebagai perkerasan jalan, yaitu sebagai "rigid pavement" (perkerasan jalan menggunakan beton).

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

Penggunaan "paving block" yang berwawasan lingkungan ini dapat dimanfaatkan sebagai media peresapan air di saat terjadinya genangan. Media peresapan ini sebaiknya pada daerah taman, atau trotoar karena pada daerah tersebut tidak terjadi beban dinamis yang besar sehingga tidak akan berpengaruh jika pemasangan "paving block" ini menggunakan pasir pengisi sebagai celah (media) masuknya air ke dalam tanah. Permukaan "paving block" yang mempunyai kekasaran lebih tinggi dibanding aspal dapat mempengaruhi "skid resistance" dari keamanan berkendara. Pada lapis permukaan ini sering dibuat suatu pewarnaan yang bertujuan menjaga kesiagaan dari pengendara disaat menjalankan kendarannya.

2. Definisi

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

3. Syarat Mutu

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

a. Sifat Tampak

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

b. Bentuk dan Ukuran

Bentuk dan ukuran bata beton untuk lantai dapat tergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Setiap produsen harus memberikan penjelasan tertulis dalam pamflet mengenai bentuk, ukuran dan konstruksi pemasangan bata beton untuk lantai. Penyimpangan tebal bata beton untuk lantai diperkenankan 3 mm.

c. Sifat Fisik

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

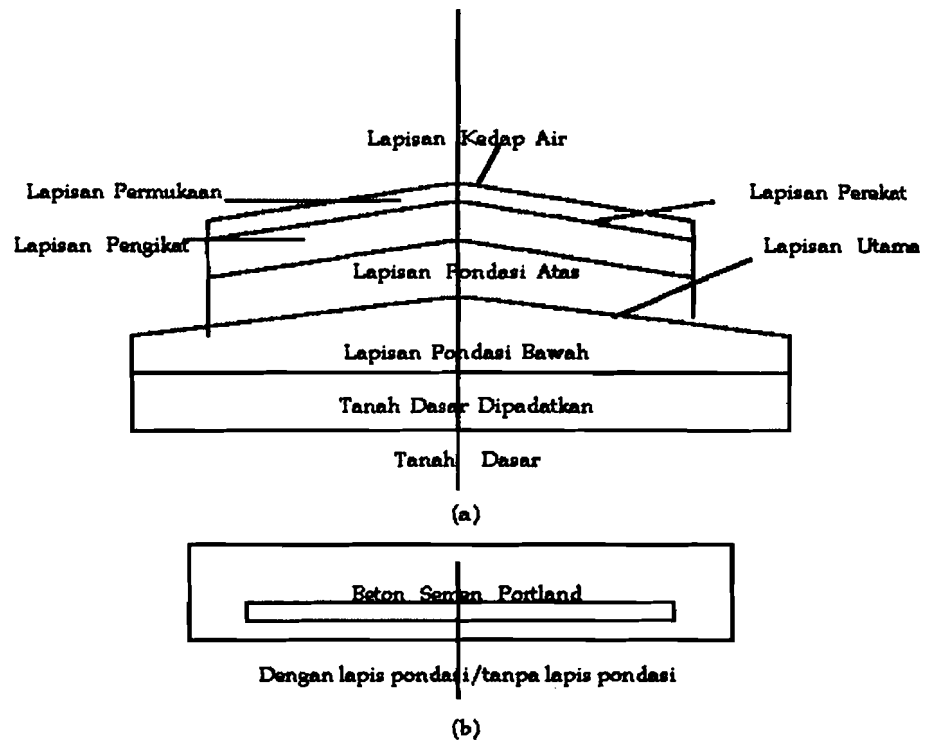
Tabel 3.3 Kekuatan Fisik Beton Untuk Lantai (Sukarno, 1996).

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

4. Perkerasan "Paving Block"

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

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



Gambar 3.1. Susunan Struktur Perkerasan
(a) Perkerasan Lentur. (b) Perkerasan Kaku

“Paving block” muncul dengan sifat yang unik, dimana jika “paving block” hanya berjumlah satu buah maka dia akan bersifat seperti perkerasan kaku. Tetapi jika “paving block” dipasang bersama-sama akan mempunyai sifat seperti perkerasan lentur. Kekuatan perkerasan “paving block” ini ditentukan oleh 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 Terminal Pulo Gadung Jakarta (Sunardjo dalam Winarti, 1993).

"Paving block" mempunyai kelebihan-kelebihan sebagai 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 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 pemasangan 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.

BAB IV

METODE PENELITIAN

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

4.1. Lokasi Penelitian

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

4.2. Bahan Penelitian

a. "Paving block" cetak mesin bentuk segienam umur 28 hari dengan perbandingan yang ada di pasaran dari 10 perusahaan pembuatan "paving block" yang berada di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah yang mana setiap perusahaan diambil 10 sampel. Perusahaan pembuatan "paving block" tersebut adalah :

1. CV. ABC, Jalan Pahlawan 59/63 Muntilan, Propinsi Jawa Tengah.
2. Agus Wibowo, Ngepos Lumbungrejo, Tempel, Sleman, Propinsi DIY.

3. Lancar Jaya, Jalan Magelang Km 9 Mulungan, Mlati, Sleman, Propinsi DIY.
 4. Genteng Mutiara, Jalan Magelang Km 8,3 Mulungan, Mlati, Sleman, Propinsi DIY.
 5. PT. Diamond Baru, Jalan Magelang Km 7 Mulungan, Mlati, Sleman, Propinsi DIY.
 6. Jujur, Jalan Wates Km 1 Yogyakarta, Propinsi DIY.
 7. UD Dwi Harto, Jalan Brojomulyo 167 Gejayan Condongcatur, Sleman, Propinsi DIY.
 8. Tjitro Sunarno, Selatan Stasiun Klaten, Klaten, Propinsi Jawa Tengah.
 9. Karya Barokah, Jalan Diponegoro 205 Klaten, Propinsi Jawa Tengah.
 10. Giran, Jalan Wonosari Km7 Sekar Suli, Bantul, Propinsi DIY.
- b. "Paving block" cetak manual bentuk segi enam umur 28 hari dengan perbandingan yang ada di pasaran dari 2 perusahaan pembuatan "paving block" yang berada di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah yang mana setiap perusahaan diambil 10 sampel (sebagai pembanding). Perusahaan pembuatan "paving block" tersebut adalah :
1. UD Dwi Harto, Jalan Raya Yogya - Solo Km 17 Prambanan, Klaten, Propinsi Jawa Tengah.
 2. Giran, Jalan Wonosari Km 7 Sekarsuli, Bantul, Propinsi DIY.

4.3. Peralatan Penelitian

Peralatan yang dipakai selama penelitian adalah :

- a. Mesin uji desak, untuk menghitung kuat desak "paving block" saat pengujian.
- b. Stop watch, untuk menghitung waktu pengujian kuat desak "paving block".
- c. Alat bantu lain : ember, cetok, alat penyemprot debu dan alat pembersih, untuk membersihkan pecahan "paving block" setelah diuji.
- d. Calipers (jangka sorong), untuk mengukur luas permukaan desak "paving block".
- e. Mobil pick up, untuk mengangkut "paving block" dari 10 perusahaan pembuat "paving block" ke Laboratorium BKT, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta.

4.4. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi pengujian kuat desak "paving block" pada saat umur 28 hari, dimana nilai kuat desak "paving block" didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji desak dengan cara memberikan beban desak bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji sampai hancur.

Hasil perhitungan secara keseluruhan akan dipresentasikan dalam bentuk tabel dan grafik.

a). Rumus Tegangan

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (4)$$

b). Rumus Tegangan Rata-rata

$$\sigma_r = \frac{\sqrt{\frac{\sum \sigma_i^2}{N}}}{N} \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

σ = Tegangan desak

P = Beban deak (kg)

A = Luas bidang desak (cm²)

σ_r = Kekuatan tekan beton rata-rata (kg/cm²)

σ_i = Kekuatan tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji
(kg/cm²)

N = Jumlah seluruh nilai hasil pengujian, jadi jumlah benda uji yang
diperiksa

BAB V

PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN

5.1. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Urutan penelitian meliputi analisis biaya dan pengujian kuat desak "paving block" cetak mesin dan cetak manual sebagai pembanding.

Pengujian kuat desak "paving block" ini dilakukan pada saat umur 28 hari dengan menggunakan alat uji desak. Dengan arah pengujian kuat desak "paving block" adalah sama yaitu dengan cara pemasangan di lapangan. Setiap benda uji diberi identitas untuk menghindari kekeliruan pada waktu pengujian berlangsung. Identitas tersebut berupa huruf kapital dan bilangan. Huruf kapital menunjukkan kesamaan dalam produksi sebuah perusahaan pembuatan "paving block", sedangkan bilangan menunjukkan nomor urut benda uji dalam pengujian kuat desak "paving block". Untuk uji kuat desak "paving block" ini diambil masing-masing perusahaan 10 buah. Perusahaan pembuatan "paving block" cetak mesin ada 10 perusahaan, sedangkan sebagai pembanding perusahaan pembuatan "paving block" cetak manual ada 2 perusahaan. Dengan demikian untuk pengujian kuat desak "paving block" menjadi 120 buah.

Nilai kuat desak "paving block" didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji desak dengan cara memberikan beban desak bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji sampai hancur. Pengujian kuat desak dari masing-masing variasi tersebut dicatat dan dibuat pengelompokan menurut besar kecilnya kuat desak karakteristik masing-masing perusahaan. Adapun rumus untuk menghitung kuat desak karakteristik dari PBI. N.I. - 2, 1971 sebagai berikut :

$$\sigma_k = \sigma_r - 1,64 \cdot s \quad \dots\dots\dots (6)$$

dimana :

σ_k = kekuatan tekan beton karakteristik (kg/cm²)

σ_r = kekuatan tekan beton rata-rata (kg/cm²)

s = deviasi standar (kg/cm²)

Untuk menghitung deviasi standar menggunakan rumus sebagai berikut :

$$s = \frac{\sqrt{\frac{N}{1} \sum (\sigma_i - \sigma_r)^2}}{N - 1} \quad \dots\dots\dots (7)$$

dimana :

σ_i = kekuatan tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji
(kg/cm²)

Untuk menghitung kekuatan tekan beton rata-rata menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\sigma_r = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N \sigma_i^2}}{N} \dots\dots\dots (8)$$

dimana :

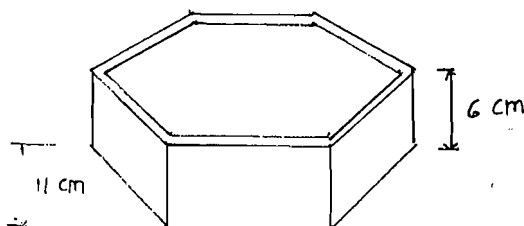
N = jumlah seluruh nilai hasil pengujian

Tabel 5.1. Prosentase Kuat Desak "Paving Block" Terhadap Umur (Sukarno, 1990)

Umur "Paving Block" (hari)	% Kuat Desak
1	50
3	65
7	95
28	100

5.2. Benda Uji

Benda uji didapat dengan cara membeli "paving block" bentuk segi enam umur 28 hari dari berbagai perusahaan pembuatan "paving block" di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah. Adapun bentuk "paving block" segi enam seperti gambar dibawah ini :



Luas total = 345 cm²

Luas desak = 294,5250 cm²

Gambar 5.1. Bentuk "paving block" segi enam.

5.3. Hasil Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada "paving block" cetak mesin dan cetak manual sebagai pembanding dengan bentuk segi enam umur 28 hari menghasilkan data-data biaya dan kuat desak seperti yang dalam Tabel 5.2 sampai dengan Tabel 5.5. Adapun untuk mengetahui detailnya secara utuh dapat dilihat di halaman lampiran 1 sampai dengan lampiran 14.

Tabel 5.2. Hasil analisis biaya "paving block" cetak mesin bentuk segi enam umur 28 hari dari perusahaan pembuatan "paving block" di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah.

No	Nama Perusahaan	Harga/m ² (Rp)
1.	Genteng Mutiara	19.320
2.	PT. Diamond Baru	18.000
3.	CV. ABC	16.500
4.	Agus Wibowo	13.000
5.	Jujur	15.500
6.	UD. Dwi Harto	14.000
7.	Lancar Jaya	13.000
8.	Tjitro Sunarno	15.000
9.	Karya Barokah	15.500
10.	Giran	16.000

Tabel 5.3. Hasil analisis biaya "paving block" cetak manual bentuk segi enam umur 28 hari dari perusahaan pembuatan "paving block" di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah.

No	Nama Perusahaan	Harga/m ² (Rp)
1.	UD. Dwi Harto	12.000
2.	Giran	13.000

Tabel 5.4. Hasil pengujian kuat desak "paving block" cetak mesin bentuk segi enam umur 28 hari dari perusahaan pembuatan "paving block" di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah.

No	Nama Perusahaan	σ min (kg/cm ²)	σ maks (kg/cm ²)
1.	Genteng Mutiara	343,5946	392,6796
2.	PT. Diamond Baru	290,5086	341,7748
3.	CV. ABC	278,3547	323,2506
4.	Jujur	235,2492	271,9706
5.	Agus Wibowo	210,5772	261,0461
6.	Lancar Jaya	210,8948	256,4481
7.	UD. Dwi Harto	231,6434	268,5721
8.	Tjitro Sunarno	210,9297	241,7964
9.	Karya Barokah	210,8338	250,3651
10.	Giran	208,3854	259,6548

Tabel 5.5. Hasil pengujian kuat desak "paving block" cetak manual bentuk segi enam umur 28 hari dari perusahaan pembuatan "paving block" di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah.

No	Nama Perusahaan	σ min (kg/cm ²)	σ maks (kg/cm ²)
1.	UD Dwi Harto	168,5981	182,2221
2.	Giran	168,0301	181,7569

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Proses perhitungan analisis dan pembahasan dari seluruh hasil penelitian baik hasil analisis biaya dan pengujian kuat desak "paving block" cetak mesin dan cetak manual sebagai pembanding akan dibahas sebagai berikut :

6.1. Biaya dan kuat desak "paving block" cetak mesin dengan kuat desak karakteristik K 325.

Dari hasil analisis dapat diuraikan dalam bentuk tabel 6.1 dan tabel 6.2.

Tabel 6.1. Kuat desak "paving block" cetak mesin bentuk segi enam umur 28 hari dengan kuat desak karakteristik K 325.

No	Perusahaan	σ_1 min (kg/cm ²)	σ_1 maks (kg/cm ²)	σ_r (kg/cm ²)	s (kg/cm ²)	σ_k (kg/cm ²)
1.	PT.Genteng Mutiara	343,5946	392,6796	367,4826	15,4298	342,1778

Dari tabel 6.1. dapat dilihat bahwa σ_1 min adalah 343,5946 kg/cm² lebih besar dari σ_k adalah 342,1778 kg/cm². Hal tersebut menunjukkan kuat tekan beton karakteristik σ_k memenuhi syarat untuk mutu beton K 325. Penyebaran dari hasil-hasil pengujian kuat desak dengan mutu pelaksanaannya adalah nilai deviasi standar (s) sebesar 15,4298 kg/cm² yang lebih kecil dari $s = 25$ kg/cm² (PBI N.I - 2, 1971), maka mutu pelaksanaan PT. Genteng Mutiara sangat baik.

Tabel 6.2. Biaya "paving block" cetak mesin bentuk segi enam umur 28 hari dengan mutu K 325.

No	Nama Perusahaan	Harga/m ²
1.	PT. Genteng Mutiara	Rp. 19.320

6.2. Biaya dan kuat desak "paving block" cetak mesin dengan kuat desak karakteristik K 275.

Dari hasil analisis dapat diuraikan dalam bentuk tabel 6.3 dan tabel 6.4.

Tabel 6.3. Kuat desak "paving block" cetak mesin bentuk segi enam umur 28 hari dengan kuat desak karakteristik K 275.

No	Perusahaan	σ_i min (kg/cm ²)	σ_i maks (kg/cm ²)	σ_r (kg/cm ²)	s (kg/cm ²)	σ_k (kg/cm ²)
1.	PT.Diamond Baru	290,5086	341,7748	316,4835	16,1927	289,9275

Dari tabel 6.3 dapat dilihat bahwa σ_i min adalah 290,5086 kg/cm² lebih besar dari σ_k adalah 289,9275 kg/cm². Hal tersebut menunjukkan kuat tekan beton karakteristik σ_k memenuhi syarat untuk mutu beton K 275. Penyebaran dari hasil-hasil pengujian kuat desak dengan mutu pelaksanaannya adalah nilai deviasi standar (s) sebesar 16,1927 kg/cm² yang lebih kecil dari $s = 25$ kg/cm² (PBI N.I - 2, 1971), maka mutu pelaksanaan PT. Diamond Baru sangat baik.

Tabel 6.4 Biaya "paving block" cetak mesin bentuk segi enam umur 28 hari dengan mutu K 275.

No	Nama Perusahaan	Harga/m ²
1.	PT. Diamond Baru	Rp. 18.000

6.3. Biaya dan kuat desak "paving block" cetak mesin dengan kuat desak karakteristik K 250.

Dari hasil analisis dapat diuraikan dalam bentuk tabel 6.5 dan tabel 6.6.

Tabel 6.5. Kuat desak "paving block" cetak mesin bentuk segi enam umur 28 hari dengan kuat desak karakteristik K 250.

No	Perusahaan	σ_i min (kg/cm ²)	σ_i maks (kg/cm ²)	σ_r (kg/cm ²)	s (kg/cm ²)	σ_k (kg/cm ²)
1.	CV. ABC	278,3547	323,2506	299,9048	20,7918	261,1371

Dari tabel 6.5 dapat dilihat bahwa σ_i min adalah 278,3547 kg/cm² lebih besar dari σ_k adalah 261,1371 kg/cm². Hal tersebut menunjukkan kuat tekan beton karakteristik σ_k memenuhi syarat untuk mutu beton K 250. Penyebaran dari hasil-hasil pengujian kuat desak dengan mutu pelaksanaannya adalah nilai deviasi standar (s) sebesar 20,7918 kg/cm² yang lebih kecil dari $s = 25$ kg/cm² (PBI N.I - 2, 1971), maka mutu pelaksanaan CV. ABC sangat baik.

Tabel 6.6 Biaya "paving block" cetak mesin bentuk segi enam umur 28 hari dengan mutu K 250.

No	Nama Perusahaan	Harga/m ²
1.	CV. ABC	Rp. 16.500

6.4 Biaya dan kuat desak "paving block" cetak mesin dengan kuat desak karakteristik K 225.

Dari hasil analisis dapat diuraikan dalam bentuk tabel 6.7 dan tabel 6.8.

Tabel 6.7. Kuat desak "paving block" cetak mesin bentuk segi enam umur 28 hari dengan kuat desak karakteristik K 225.

No	Perusahaan	σ_i min (kg/cm ²)	σ_i maks (kg/cm ²)	σ_r (kg/cm ²)	s (kg/cm ²)	σ_k (kg/cm ²)
1.	Jujur	235,2492	271,9706	252,3642	14,9054	227,9193

Dari tabel 6.7 dapat dilihat bahwa σ_i min adalah 235,2492 kg/cm² lebih besar dari σ_k adalah 227,9193 kg/cm². Hal tersebut menunjukkan kuat tekan beton karakteristik σ_k memenuhi syarat untuk mutu beton K 225. Penyebaran dari hasil-hasil pengujian kuat desak dengan mutu pelaksanaannya adalah nilai deviasi standar (s) sebesar 14,9054 kg/cm² yang lebih kecil dari $s = 25$ kg/cm² (PBI N.I - 2, 1971), maka mutu pelaksanaan Jujur sangat baik.

Tabel 6.8. Biaya "paving block" cetak mesin bentuk segi enam umur 28 hari dengan mutu K 225.

No	Nama Perusahaan	Harga/m ²
1.	Jujur	Rp. 15.500



6.5 Biaya dan kuat desak "paving block" cetak mesin dengan kuat desak karakteristik K 200.

Dari hasil analisis dapat diuraikan dalam bentuk tabel 6.9 dan tabel 6.10.

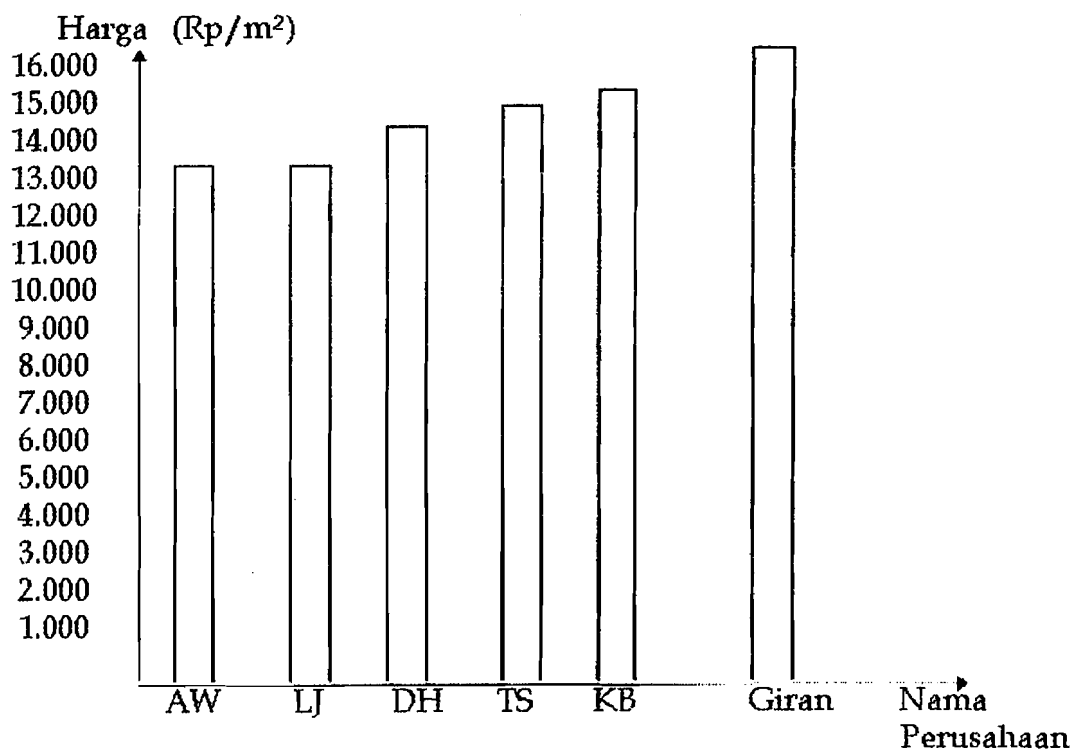
Tabel 6.9. Kuat desak "paving block" cetak mesin bentuk segi enam umur 28 hari dengan kuat desak karakteristik K 200.

No	Perusahaan	σ_i min (kg/cm ²)	σ_i maks (kg/cm ²)	σ_r (kg/cm ²)	s (kg/cm ²)	σ_k (kg/cm ²)
1.	Agus Wibowo	210,5772	261,0461	240,1624	20,1022	207,0964
2.	Lancar Jaya	210,8948	256,4481	236,5397	17,0172	208,6315
3.	UD. Dwi Harto	231,6434	268,5721	247,0863	17,6663	214,5866
4.	Tjitro Sunarno	210,9297	241,7964	225,7318	12,8544	204,6505
5.	Karya Barokah	210,8338	250,3651	224,3403	12,5634	203,7363
6.	Giran	208,3854	259,6548	232,3662	16,0205	206,0926

Dari tabel 6.9 dapat dilihat bahwa σ_i min "paving block" produksi Agus Wibowo, Lancar Jaya, UD. Dwi Harto, Tjitro Sunarno, Karya Barokah dan Giran semua lebih besar dari σ_k nya. Hal tersebut menunjukkan kuat tekan beton karakteristik σ_k memenuhi syarat untuk mutu beton K 200. Penyebaran dari hasil-hasil pengujian kuat desak dengan mutu pelaksanaannya adalah nilai deviasi standar (s) yang semuanya lebih kecil dari $s = 25$ kg/cm² (PBI N.I - 2, 1971), maka mutu pelaksanaan dengan urutan yang terbaik adalah "paving block" produksi Karya Barokah, diikuti Tjitro Sunarno, Giran, Lancar Jaya, UD. Dwi Harto dan Agus Wibowo.

Tabel 6.10. Biaya "paving block" cetak mesin bentuk segi enam umur 28 hari dengan mutu K 200.

No	Nama Perusahaan	Harga/m ²
1.	Agus Wibowo	Rp. 13.000
2.	Lancar Jaya	Rp. 13.000
3.	UD. Dwi Harto	Rp. 14.000
4.	Tjitro Sunarno	Rp. 15.000
5.	Karya Barokah	Rp. 15.500
6.	Giran	Rp. 16.000



Grafik 6.1. Biaya "paving block" cetak mesin terhadap variasi berbagai perusahaan pembuatan "paving block".

Dari tabel 6.10 dan grafik 6.1. dapat dilihat bahwa biaya pembuatan "paving block" yang paling mahal adalah produksi Giran, diikuti Karya Barokah, Tjitro Sunarno, UD. Dwi Harto, Lancar Jaya dan Agus Wibowo.

6.6 Biaya dan kuat desak "paving block" cetak manual dengan kuat desak karakteristik K 125.

Dari hasil analisis dapat diuraikan dalam bentuk tabel 6.11 dan tabel 6.12.

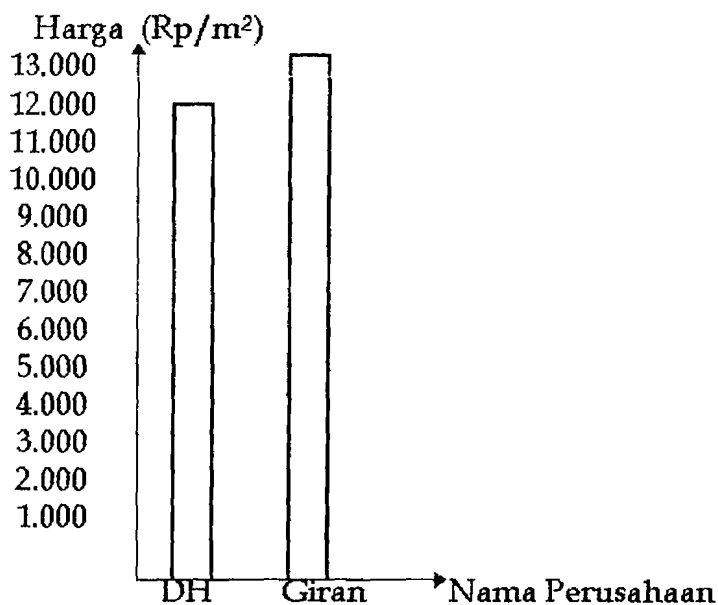
Tabel 6.11 Kuat desak "paving block" cetak manual bentuk segi enam umur 28 hari dengan kuat desak karakteristik K 125.

No	Perusahaan	σ_i min (kg/cm ²)	σ_i maks (kg/cm ²)	σ_r (kg/cm ²)	s (kg/cm ²)	σ_k (kg/cm ²)
1.	UD. Dwi Harto	168,5981	182,2221	148,6728	10,4380	131,5545
2.	Giran	168,0301	181,7569	158,4284	14,2585	135,6444

Dari tabel 6.11 dapat dilihat bahwa σ_i min baik dari produksi UD. Dwi Harto maupun Giran lebih besar dari σ_k . Hal tersebut menunjukkan kuat tekan beton karakteristik σ_k memenuhi syarat untuk mutu beton K 125. Penyebaran dari hasil-hasil pengujian kuat desak dengan mutu pelaksanaannya adalah nilai deviasi standar (s) juga lebih kecil dari $s = 25$ kg/cm² (PBI N.I - 2, 1971), maka mutu pelaksanaan UD. Dwi Harto lebih baik dibanding Giran.

Tabel 6.12. Biaya "paving block" cetak manual bentuk segi enam umur 28 hari dengan mutu K 125.

No	Nama Perusahaan	Harga/m ²
1.	UD. Dwi Harto	Rp. 12.000
2.	Giran	Rp. 13.000



Grafik 6.2. Biaya "paving block" cetak manual terhadap variasi berbagai perusahaan pembuatan "paving block".

Dari tabel 6.12 dan grafik 6.2. dapat dilihat bahwa biaya pembuatan "paving block" produksi Giran lebih mahal dibandingkan produksi UD. Dwi Harto.

6.7. Biaya dan kuat desak "paving block" cetak mesin dan cetak manual dari 2 perusahaan pembuatan "paving block".

Dari hasil analisis dapat diuraikan dalam bentuk tabel 6.13 dan tabel 6.14.

Tabel 6.13 Kuat desak "paving block" cetak mesin dan cetak manual bentuk segi enam umur 28 hari dari perusahaan pembuatan "paving block" UD. Dwi Harto.

No	Macam Pembuatan	σ_r (kg/cm ²)	s (kg/cm ²)	σ_k (kg/cm ²)	Harga (m ²)	Mutu Beton
1.	Cetak Mesin	247,0863	17,6663	214,5866	14.000	K 200
2.	Cetak Manual	148,6728	10,4380	131,5545	12.000	K 125

Dari tabel 6.13 dapat dilihat bahwa perusahaan pembuatan "paving block" UD. Dwi Harto untuk cetak mesinnya mempunyai harga yang lebih mahal dibanding cetak manualnya, tapi untuk mutu betonnya lebih baik yaitu K 200 sedangkan cetak manualnya hanya K 125.

Tabel 6.14 Kuat desak "paving block" cetak mesin dan cetak manual bentuk segi enam umur 28 hari dari perusahaan pembuatan "paving block" Giran.

No	Macam Pembuatan	σ_r (kg/cm ²)	s (kg/cm ²)	σ_k (kg/cm ²)	Harga (m ²)	Mutu Beton
1.	Cetak Mesin	232,3662	16,0205	206,0926	16.000	K 200
2.	Cetak Manual	158,4284	14,2585	135,6444	13.000	K 125

Dari tabel 6.14 dapat dilihat bahwa perusahaan pembuatan "paving block" Giran untuk cetak mesinnya mempunyai harga yang lebih mahal dibanding cetak manualnya, tapi untuk mutu betonnya lebih baik yaitu K 200 sedangkan cetak manualnya hanya K 125.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melaksanakan penelitian mengenai biaya dan kuat desak "paving block" cetak mesin dan cetak manual sebagai pembandingan, maka kesimpulan dan saran-saran dari hasil penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut :

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian "paving block" cetak mesin dan cetak manual selama kami mengadakan penelitian di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dengan menggunakan 10 sampel "paving block" bentuk segienam umur 28 hari dari 10 perusahaan pembuatan "paving block" cetak mesin dan 2 perusahaan pembuatan "paving block" cetak manual di Propinsi DIY dan Jawa Tengah, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dari hasil pengujian kuat desak telah dibuktikan bahwa "paving block" cetak mesin produksi PT. Genteng Mutiara mempunyai mutu kuat desak terbaik yaitu K 325, diikuti produksi PT. Diamond Baru (K 275), CV. ABC (K 250), Jujur (K 225), dan K 200 berturut-turut yaitu Karya Barokah, Tjitro Sunarno, Giran, Lancar Jaya, UD. Dwi Harto dan Agus Wibowo.

- b. Dari hasil pengujian kuat desak telah dibuktikan bahwa "paving block" cetak mesin baik produksi UD. Dwi Harto maupun Giran mempunyai harga yang lebih mahal dibanding "paving block" cetak manualnya, tapi untuk mutu kuat desak "paving block" cetak mesin juga lebih baik yaitu K 200 dibanding "paving block" cetak manualnya yang hanya K 125.
- c. Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan secara keseluruhan bahwa "paving block" cetak mesin ternyata lebih efisien berdasarkan perhitungan kuat desak karakteristiknya.

7.2. Saran

Hasil pengujian yang penyusun hadapi, sebenarnya masih jauh dari hasil yang maksimal untuk sebuah penelitian tentang "paving block" bentuk segi enam umur 28 hari. Hal ini disebabkan karena terbatasnya waktu dan biaya, kendala yang dihadapi oleh penyusun tadi hendaknya untuk waktu mendatang dapat diperbaiki oleh peneliti selanjutnya. Adapun saran bagi peneliti selanjutnya untuk lebih dapat meningkatkan hasil kuat desak "paving block" adalah sebagai berikut ini.

1. Alangkah lebih baik jika pembuatan "paving block" baik cetak mesin dan cetak manual berada dalam satu perusahaan.
2. Pengambilan sampel "paving block" tidak hanya bentuk segi enam tetapi dilengkapi dengan bentuk Uni, Holand dan Trihek.

3. Alangkah sempurna jika perusahaan pembuatan "paving block" baik cetak mesin maupun cetak manual diambil dari seluruh kota dan Propinsi di seluruh Pulau Jawa.

DAFTAR PUSTAKA

1. Barber, S., and G., Knapton, 1980 **THE EVALUATION AND DESIGN OF INTERLOCKING CONCRETE BLOCK PAVEMENTS SUBJECTED TO ROAD TRAFFIC**, TECHNICAL REPORT RP/9/80, OCTOBER, National Institut for Transport and Road Research, Pretoria.
2. Dutruel, F., and J., Dardare, 1984, **CONSTRIBUTION TO THE STUDY OF STRUCTURAL BEHAVIOR OF A CONCRETE BLOCK PAVEMENT**, Proceeding 2nd International Conference on Concrete Block Paving, Delft, pp 139-146.
3. Houben, L.J.M., A.A.A., Molenaar, G.H.A.M., Fuchs, and H.O., Moll, 1984, **THE ANALYSIS AND DESIGN OF CONCRETE BLOCK PAVEMENTS**, Proceeding 2nd International Conference on Concrete Block Paving, Delft, pp 86-99.
4. Kuipers, G., 1984, **THE CHOICE OF AN APPROPRIATE BLOCK SHAPE FOR HEAVY INDUSTRIAL FLEXIBLE PAVEMENTS**, Proceeding 2nd International Conference on Concrete Block Paving, Delft, pp 69-71.
5. Lilley, A.A., and A.J., Clark, 1980, **CONCRETE BLOCK PAVING FOR LIGHTLY TRAFFICKED ROADS AND PAVED AREAS**, Second edition, Cement and Concrete Association, U.K.
6. Miura, Y., M., Takaura, and T., Tsuda, 1984, **STRUCTURAL DESIGN OF CONCRETE BLOCK PAVEMENT BY CBR METHOD AND ITS EVALUATION**, Proceeding 2nd International Conference on Concrete Block Paving, Delft, pp 152-157.
7. Sanchez, A., 1984, **QUALITY ASSURANCE IN THE MANUFACTURE OF CONCRETE PAVING BLOCKS IN FRANCE**, Proceeding 2nd International Conference on Concrete Block Paving, Delft, pp 293-300.

8. **Sastrowiyoto, S., 1984, THE USE OF CONCRETE BLOCK PAVEMENTS IN INDONESIA, Master Thesis, Institut Teknologi Bandung (unpublished), Bandung.**
9. **SCW Working Group D3, 1984, BEHAVIOR OF TWO CONCRETE BLOCK TEST PAVEMENTS ON A POOR SUBGRADE, Proceeding 2nd International Conference on Concrete Block Paving, Delft, pp 115-128.**
10. **Shackle, 1984, THE ANALYSIS AND DESIGN OF CONCRETE BLOCK PAVEMENTS, Proceeding 2nd International Conference on Concrete Block Paving, Delft, pp 139-146.**
11. **Sharp. K.G., dan P.J., Armstrong, 1985, INTERLOCKING CONCRETE BLOCK PAVEMENTS, Special report No. 31, Australian Road Research Board.**
12. **Sukarno, 1990, TAKSIRAN PEMAKAIAN PERKERASAN CONBLOCK DI YOGYAKARTA DAN JAKARTA, Jurusan Teknik Sipil UII, Yogyakarta.**
13. **Tjokrodimulyo, K., 1996, TEKNOLOGI BETON, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.**
14. **Peraturan Beton Indonesia NI - 2, 1971.**

Tabel 1. Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" PT. Genteng Mutiara.

No.	Luas Penampang Desak (cm ²)	σ_i (kg/cm ²)
1.	311,5823	373,0456
2.	311,5823	366,5009
3.	311,5823	356,6839
4.	311,5823	350,1393
5.	311,5823	392,6796
6.	311,5823	376,3179
7.	311,5823	359,9563
8.	311,5823	386,1349
9.	311,5823	369,7733
10.	311,5823	343,5946
σ_r		367,4826

Tabel 2. Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" PT. Diamond Baru.

No.	Luas Penampang Desak (cm ²)	σ_i (kg/cm ²)
1.	298,3251	307,5973
2.	298,3251	324,6861
3.	298,3251	290,5086
4.	298,3251	299,0529
5.	298,3251	314,4328
6.	298,3251	333,2304
7.	298,3251	341,7748
8.	298,3251	304,1796
9.	298,3251	321,2683
10.	298,3251	328,1038
σ_r		316,4835

Tabel 3. Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" CV. ABC.

No.	Luas Penampang Desak (cm ²)	σ_i (kg/cm ²)
1.	283,7880	323,2506
2.	283,7880	290,9256
3.	283,7880	283,7422
4.	283,7880	294,5172
5.	283,7880	281,9464
6.	283,7880	298,1089
7.	283,7880	310,6798
8.	283,7880	319,6590
9.	283,7880	278,3547
10.	283,7880	317,8631
σ_r		299,9048

Tabel 4. Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Jujur.

No.	Luas Penampang Desak (cm ²)	σ_i (kg/cm ²)
1.	303,3889	235,2492
2.	303,3889	255,4134
3.	303,3889	240,2903
4.	303,3889	265,4955
5.	303,3889	267,1759
6.	303,3889	238,6099
7.	303,3889	243,6510
8.	303,3889	268,8562
9.	303,3889	271,9706
10.	303,3889	236,9296
σ_r		252,3642

Tabel 5. Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Agus Wibowo.

No.	Luas Penampang Desak (cm ²)	σ_i (kg/cm ²)
1.	292,9368	210,5772
2.	292,9368	215,7981
3.	292,9368	219,2787
4.	292,9368	224,4996
5.	292,9368	247,1236
6.	292,9368	250,6042
7.	292,9368	261,0461
8.	292,9368	255,8251
9.	292,9368	257,5655
10.	292,9368	259,3058
σ_r		240,1624

Tabel 6. Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Lancar Jaya.

No.	Luas Penampang Desak (cm ²)	σ_i (kg/cm ²)
1.	302,1648	253,0738
2.	302,1648	248,0123
3.	302,1648	226,0793
4.	302,1648	256,4481
5.	302,1648	215,9563
6.	302,1648	221,0178
7.	302,1648	254,7610
8.	302,1648	210,8948
9.	302,1648	242,9509
10.	302,1648	236,2022
σ_r		236,5397

Tabel 7. Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" UD. Dwi Harto.

No.	Luas Penampang Desak (cm ²)	σ_i (kg/cm ²)
1.	303,7099	251,7863
2.	303,7099	246,7506
3.	303,7099	260,1792
4.	303,7099	231,6434
5.	303,7099	241,7149
6.	303,7099	245,0720
7.	303,7099	248,4292
8.	303,7099	265,2149
9.	303,7099	268,5721
10.	303,7099	253,4649
σ_r		247,0863

Tabel 8. Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Tjitro Sunarno.

No.	Luas Penampang Desak (cm ²)	σ_i (kg/cm ²)
1.	307,8243	238,4841
2.	307,8243	210,3297
3.	307,8243	241,7964
4.	307,8243	235,1718
5.	307,8243	215,2981
6.	307,8243	240,1402
7.	307,8243	211,9859
8.	307,8243	231,8595
9.	307,8243	213,6420
10.	307,8243	218,6104
σ_r		225,7318

Tabel 9. Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Karya Barokah.

No.	Luas Penampang Desak (cm ²)	σ_i (kg/cm ²)
1.	309,5064	217,4223
2.	309,5064	210,8338
3.	309,5064	220,7166
4.	309,5064	227,3052
5.	309,5064	224,0109
6.	309,5064	230,5994
7.	309,5064	210,8338
8.	309,5064	214,1280
9.	309,5064	237,1880
10.	309,5064	250,3651
σ_r		214,3403

Tabel 10. Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Giran.

No.	Luas Penampang Desak (cm ²)	σ_i (kg/cm ²)
1.	303,2500	229,8855
2.	303,2500	259,6548
3.	303,2500	208,3854
4.	303,2500	238,1547
5.	303,2500	249,7317
6.	303,2500	211,6931
7.	303,2500	234,8470
8.	303,2500	228,2316
9.	303,2500	221,6162
10.	303,2500	241,4624
σ_r		232,3662

Tabel 11. Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah.

No.	Nama Perusahaan	σ_r (kg/cm ²)	s (kg/cm ²)	σ_k (kg/cm ²)	Mutu Beton
1.	PT. Genteng Mutiara	367,4826	15,4298	342,1778	K 325
2.	PT. Diamond Baru	316,4835	16,1927	289,9275	K 275
3.	CV. ABC	299,9048	20,7918	261,1371	K 250
4.	Jujur	252,3642	14,9054	227,9193	K 225
5.	Agus Wibowo	240,1624	20,1622	207,0964	K 200
6.	Lancar Jaya	236,5397	17,0172	208,6315	K 200
7.	UD. Dwi Harto	247,0863	17,6663	214,5866	K 200
8.	Tjitro Sunarno	225,7318	12,8544	204,6505	K 200
9.	Karya Barokah	224,3403	12,5634	203,7363	K 200
10.	Giran	232,3662	16,0205	206,0926	K 200

Tabel 12. Kuat Desak "Paving Block" Cetak Manual Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" UD. Dwi Harto.

No.	Luas Penampang Desak (cm ²)	σ_i (kg/cm ²)
1.	299,3522	136,2409
2.	299,3522	137,9439
3.	299,3522	144,7559
4.	299,3522	161,7860
5.	299,3522	139,6469
6.	299,3522	158,3800
7.	299,3522	165,1920
8.	299,3522	153,2710
9.	299,3522	141,3499
10.	299,3522	148,1619
σ_r		148,6728

Tabel 13. Kuat Desak "Paving Block" Cetak Manual Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Giran.

No.	Luas Penampang Desak (cm ²)	σ_i (kg/cm ²)
1.	297,3300	138,8821
2.	297,3300	171,4593
3.	297,3300	142,3112
4.	297,3300	164,6009
5.	297,3300	157,7426
6.	297,3300	162,8864
7.	297,3300	149,1696
8.	297,3300	178,3177
9.	297,3300	174,8885
10.	297,3300	144,0258
σ_r		158,4284

Tabel 14. Kuat Desak "Paving Block" Cetak Manual Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" di Propinsi DIY dan Propinsi Jawa Tengah.

No.	Nama Perusahaan	σ_r (kg/cm ²)	s (kg/cm ²)	σ_k (kg/cm ²)	Mutu Beton
1.	UD. Dwi Harto	148,6728	10,4380	131,5545	K 125
2.	Giran	158,4284	14,2585	135,6444	K 125

Tabel 15. Hasil Pengujian Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" PT.Genteng Mutiara dengan mesin uji desak.

No.	Beban KN	Waktu
1.	1140	4'19"
2.	1120	4'15"
3.	1090	4'09"
4.	1070	4'05"
5.	1200	4'31"
6.	1150	4'21"
7.	1100	4'11"
8.	1180	4'27"
9.	1130	4'17"
10.	1050	4'21"

Tabel 16. Hasil Pengujian Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" PT.Diamond Baru dengan mesin uji desak.

No.	Beban KN	Waktu
1.	900	3'30''
2.	950	3'41''
3.	850	3'20''
4.	875	3'25''
5.	920	3'34''
6.	975	3'46''
7.	1000	3'51''
8.	990	3'49''
9.	940	3'38''
10.	960	3'43''

Tabel 17. Hasil Pengujian Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" CV.ABC dengan mesin uji desak.

No.	Beban KN	Waktu
1.	900	3'30"
2.	810	3'12"
3.	790	3'06"
4.	820	3'14"
5.	785	3'04"
6.	830	3'16"
7.	865	3'23"
8.	890	3'28"
9.	775	3'00"
10.	885	3'27"

Tabel 18. Hasil Pengujian Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Jujur dengan mesin uji desak.

No.	Beban KN	Waktu
1.	670	2'39"
2.	760	2'57"
3.	715	2'48"
4.	790	3'06"
5.	795	3'08"
6.	710	2'47"
7.	725	2'50"
8.	800	3'10"
9.	810	3'12"
10.	705	2'46"

Tabel 19. Hasil Pengujian Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Agus Wibowo dengan mesin uji desak.

No.	Beban KN	Waktu
1.	605	2'26''
2.	620	2'29''
3.	630	2'31''
4.	645	2'34''
5.	710	2'47''
6.	720	2'49''
7.	750	2'55''
8.	735	2'52''
9.	740	2'53''
10.	745	2'54''

Tabel 20. Hasil Pengujian Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Lancar Jaya dengan mesin uji desak.

No.	Beban KN	Waktu
1.	750	2'55''
2.	735	2'52''
3.	670	2'39''
4.	660	2'37''
5.	640	2'33''
6.	655	2'36''
7.	755	2'56''
8.	725	2'50''
9.	720	2'49''
10.	700	2'45''

Tabel 21. Hasil Pengujian Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" UD.Dwi Harto dengan mesin uji desak.

No.	Beban KN	Waktu
1.	750	2'55"
2.	735	2'52"
3.	775	3'00"
4.	690	2'45"
5.	720	2'49"
6.	730	2'51"
7.	740	2'53"
8.	790	3'06"
9.	800	3'10"
10.	755	2'56"

Tabel 22. Hasil Pengujian Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Tjitro Sunarno dengan mesin uji desak.

No.	Beban KN	Waktu
1.	720	2'49"
2.	635	2'32"
3.	730	2'51"
4.	710	2'47"
5.	650	2'35"
6.	725	2'50"
7.	640	2'33"
8.	700	2'45"
9.	645	2'34"
10.	660	2'37"

Tabel 23. Hasil Pengujian Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Karya Barokah dengan mesin uji desak.

No.	Beban KN	Waktu
1.	660	2'37"
2.	640	2'33"
3.	670	2'40"
4.	690	2'43"
5.	680	2'41"
6.	700	2'45"
7.	640	2'33"
8.	650	2'35"
9.	720	2'49"
10.	760	2'57"

Tabel 24. Hasil Pengujian Kuat Desak "Paving Block" Cetak Mesin Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Giran dengan mesin uji desak.

No.	Beban KN	Waktu
1.	695	2'45''
2.	770	3'00''
3.	620	2'30''
4.	710	2'47''
5.	740	2'53''
6.	630	2'30''
7.	670	2'40''
8.	690	2'43''
9.	670	2'38''
10.	720	2'50''

Tabel 25. Hasil Pengujian Kuat Desak "Paving Block" Cetak Manual Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" UD.Dwi Harto dengan mesin uji desak.

No.	Beban KN	Waktu
1.	400	1'30"
2.	405	1'31"
3.	425	1'35"
4.	475	1'45"
5.	410	1'32"
6.	465	1'43"
7.	485	1'47"
8.	450	1'40"
9.	415	1'33"
10.	435	1'37"

Tabel 26. Hasil Pengujian Kuat Desak "Paving Block" Cetak Manual Bentuk Segi Enam Umur 28 Hari Dari Perusahaan Pembuatan "Paving Block" Giran dengan mesin uji desak.

No.	Beban KN	Waktu
1.	405	1'31"
2.	500	1'50"
3.	415	1'33"
4.	480	1'46"
5.	460	1'42"
6.	475	1'45"
7.	435	1'37"
8.	520	1'55"
9.	510	1'52"
10.	420	1'35"