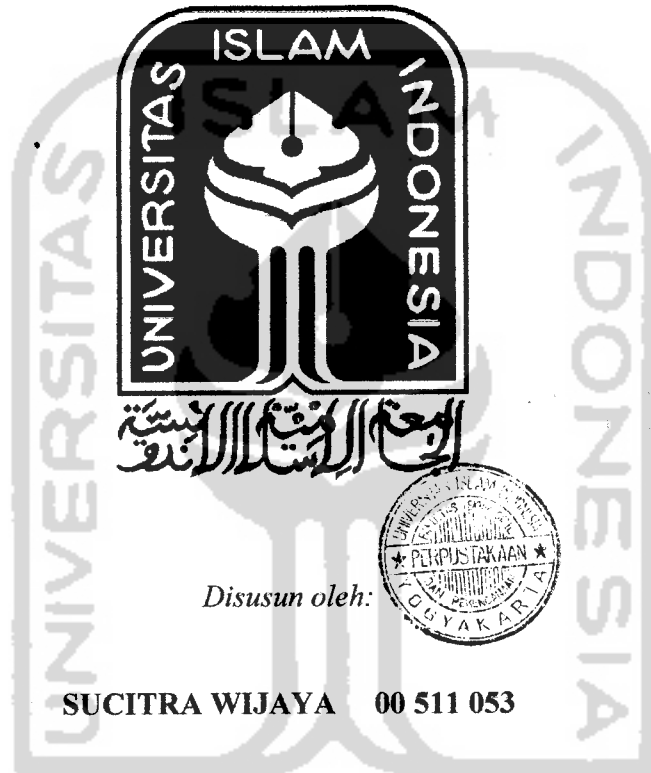


TUGAS AKHIR

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HABIS/BELI	
TGL. TERIMA :	06-12-2007
NO. JUDUL :	2735
NO. INV. :	512-0002735001
NO. INDIK. :	002735

**SIFAT MEKANIS PAVING BLOCK BAHAN BAKU PASIR
DENGAN PENAMBAHAN ZAT ADITIF ROCK**



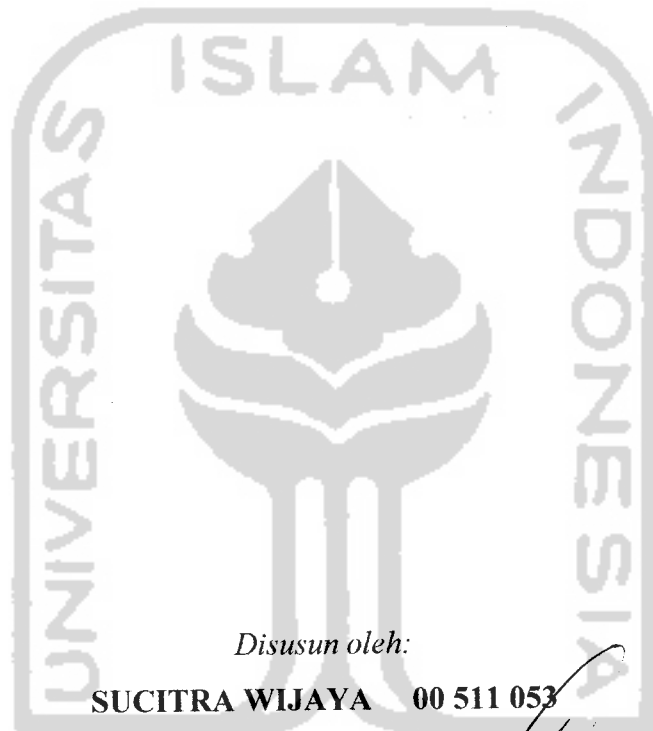
**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

2007

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



Disusun oleh:

SUCITRA WIJAYA 00 511 053

Disetujui/
Pembimbing:

Ir. H. A. Kadir Aboc, MS

Tanggal:

09/07-2007

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Sifat Mekanis *Paving Block* Bahan Baku Pasir Dengan Penambahan zat aditif *Rock*” ini. Salawat beriring salam saya sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia ke zaman berpengetahuan dan teknologi ini.

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

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

1. Bapak 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. A Kadir Aboe, MS, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.

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 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum	4
2.2 Hasil-hasil Penelitian Yang Pernah Dilakukan	5
2.3 Persyaratan Kualitas <i>Paving Block</i>	6

BAB III	LANDASAN TEORI	9
	3.1 Pendahuluan	9
	3.2 Material Penyusun <i>Paving Block</i>	10
	3.2.1 Semen Portland	11
	3.2.2 Agregat Halus (Pasir)	13
	3.2.3 Air.....	14
	3.2.4 Zat Aditif <i>Rock</i>	14
	3.3 Perencanaan Adukan Campuran <i>Paving Block</i>	15
	3.3.1 Pengolahan <i>Paving Block</i>	16
	3.3.2 Kuat Desak <i>Paving Block</i>	18
	3.3.3 Kuat Lentur <i>Paving Block</i>	19
BAB IV	METODE PENELITIAN	25
	4.1 Benda Uji.....	25
	4.2 Bahan-bahan.....	25
	4.3 Komposisi Campuran.....	26
	4.4 Alat-alat.....	27
	4.5 Pemeriksaan Bahan Campuran <i>Paving Block</i>	28
	4.5.1 Analisis Gradasi Pasir (Modulus Halus Butir).....	28
	4.5.2 Pemeriksaan Kandungan Lumpur Pada Pasir	30
	4.6 Pengujian Kuat Desak <i>Paving Block</i>	31
	4.7 Pengujian Kuat Lentur	32
	4.8 Prosedur Penelitian.....	32

BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	35
	5.1 Umum.....	35
	5.2 Hasil Pengujian Benda Uji	35
	5.2.1 Hasil Pengujian Kuat Desak <i>Paving Block</i>	35
	5.2.2 Hasil Pengujian Kuat Lentur <i>Paving Block</i>	49
	5.3 Pembahasan Hasil Penelitian	63
	5.3.1 Pembahasan Hasil Uji Statistik	67
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	69
	6.1 Kesimpulan.....	69
	6.2 Saran.....	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hasil Pengujian Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Beberapa Perbandingan	6
Tabel 2.2	Persyaratan Kekuatan Yang Ada Dari Beberapa Negara	7
Tabel 3.1	Unsur-Unsur Penyusun Utama Semen	13
Tabel 4.1	Variasi Komposisi Campuran Masing-Masing Benda Uji	26
Tabel 4.2	Alat-Alat Yang Digunakan	27
Tabel 4.3	Hasil Analisis Gradasi Pasir	29
Tabel 5.1	Hasil Uji Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode A (0%)	37
Tabel 5.2	Hasil Uji Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode B (1,5%)	39
Tabel 5.3	Hasil Uji Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode C (3%)	41
Tabel 5.4	Hasil Uji Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode D (4,5%)	43
Tabel 5.5	Hasil Uji Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode E (6%)	45
Tabel 5.6	Hasil Uji Kuat Desak <i>Paving Block</i> Dengan Kode F (7,5%)	47
Tabel 5.7	Hasil Uji Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode G (0%)	49
Tabel 5.8	Hasil Uji Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode H (1,5%)	52
Tabel 5.9	Hasil Uji Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode I (3%)	54
Tabel 5.10	Hasil Uji Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode J (4,5%)	57
Tabel 5.11	Hasil Uji Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode K (6%)	59
Tabel 5.12	Hasil Uji Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Dengan Kode L (7,5%)	61
Tabel 5.13	Nilai Kuat Desak Rerata Dan Berat Rerata <i>Paving Block</i> Tiap Variasi	64

Tabel 5.14 Nilai Kuat Desak Rerata Dan Berat Rerata *Paving Block* Tiap

Variasi

65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Uji Desak	19
Gambar 3.2	Uji Lentur Patah Tengah	20
Gambar 3.3	Uji lentur Patah Tidak Di Tengah	22
Gambar 3.4	Pengujian Kuat Lentur <i>PavingBlock</i>	24
Gambar 4.1	Bagan Alir Prosedur Penelitian	34
Gambar 5.1	Benda Uji <i>Paving Block</i> Kode A Setelah Menerima Beban Desak	38
Gambar 5.2	Benda Uji <i>Paving Block</i> Kode B Setelah Menerima Beban Desak	40
Gambar 5.3	Benda Uji <i>Paving Block</i> Kode C Setelah Menerima Beban Desak	42
Gambar 5.4	Benda Uji <i>Paving Block</i> Kode D Setelah Menerima Beban Desak	44
Gambar 5.5	Benda Uji <i>Paving Block</i> Kode E Setelah Menerima Beban Desak	46
Gambar 5.6	Benda Uji <i>Paving Block</i> Kode F Setelah Menerima Beban Desak	48
Gambar 5.7	Benda Uji <i>Paving Block</i> Kode G Setelah Menerima Beban Lentur	51
Gambar 5.8	Benda Uji <i>Paving Block</i> Kode H Setelah Menerima Beban Lentur	53
Gambar 5.9	Benda Uji <i>Paving Block</i> Kode I Setelah Menerima Beban Lentur	56
Gambar 5.10	Benda Uji <i>Paving Block</i> Kode J Setelah Menerima Beban Lentur	58
Gambar 5.11	Benda Uji <i>Paving Block</i> Kode K Setelah Menerima Beban Lentur	60
Gambar 5.12	Benda Uji <i>Paving Block</i> Kode L Setelah Menerima Beban Lentur	63
Gambar 5.13	Grafik Kuat Desak Rerata <i>Paving Block</i> Untuk Tiap Variasi	64
Gambar 5.14	Grafik Kuat Lentur Rerata <i>Paving Block</i> Untuk Tiap Variasi	65

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I : Data Sementara Pengujian Desak
- Lampiran II : Data Sementara Pengujian Lentur
- Lampiran III : Data Hasil Uji Kandungan Lumpur
- Lampiran IV : Data Hasil Uji Modulus Halus Butir
- Lampiran V : Data Out Put SPSS
- Lampiran VI : Brosur Zat Aditif Rock
- Lampiran VII : Kartu Peserta Dan Catatan konsultasi Tugas Akhir



ABSTRAKSI

Paving block adalah bahan perkerasan jalan yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam suasana lembab, dengan campuran semen, pasir dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya, yang digunakan pada perkerasan jalan. Paving block mempunyai kaitan dengan perencanaan perkerasan yang hemat, mudah dikerjakan dan cepat dalam pelaksanaannya. Selain itu paving block juga memiliki keunggulan dalam hal keindahan, ketahanan terhadap kerusakan yang diakibatkan pengaruh iklim, apabila terjadi hujan air dapat langsung menyerap ketanah melalui celah-celah paving block sehingga bisa menghindari terjadinya genangan, variasi bentuk dan warna yang membuatnya dapat menyesuaikan diri terhadap semua gaya arsitektur yang digunakan. Namun seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, maka diperlukan peningkatan mutu dari paving block sebagai salah satu bahan bangunan, sehingga akhirnya timbullah ide pembuatan paving block dengan penambahan zat aditif rock. Penambahan zat aditif rock pada campuran pembuatan paving block diharapkan dapat menambah kekuatan dari paving block biasa. Hal ini dikarenakan butiran antar agregat dapat merekat dengan baik setelah zat aditif tersebut bereaksi dengan semen dan dapat mengikat antar butir-butir agregat sehingga dapat menambah kekuatannya.

Pada penelitian ini, paving block dengan penambahan zat aditif rock dibuat dengan menggunakan perbandingan semen dan agregat (pasir) 1: 7, dengan dimensi 20 x 10 x 7 cm. Jumlah variasi yang dibuat adalah sebanyak 6 variasi, dengan jumlah benda uji sebanyak 5 buah untuk masing-masing variasinya. Agregat pasir yang digunakan berasal dari kaliurang Yogyakarta.

Dari penelitian yang dilakukan, didapat bahwa kekuatan desak dan lentur dari paving block dengan bahan tambah zat aditif rock yang optimum adalah pada variasi IV dengan variasi zat aditif rock sebesar 4,5% yaitu masing-masing sebesar 20,557 MPa dan 3,170 MPa. Kuat desak dan kuat lentur ini jauh lebih baik dari kekuatan yang dimiliki oleh paving block biasa yaitu masing-masing sebesar 17,570 MPa dan 3,103 MPa.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan konstruksi di Indonesia dewasa ini sudah diwarnai dengan berbagai mutu bahan dan juga mutu bangunan. Peningkatan mutu dan kualitas bangunan mutlak harus dipertimbangkan. Seiring dengan bertambahnya populasi manusia yang berarti meningkat pula tuntutan kebutuhan akan bahan-bahan bangunan yang relatif murah, namun tetap memenuhi syarat-syarat teknis konstruksi, seperti halnya industri *paving block*. Untuk ini, para pengusaha *paving block* harus mampu membuat suatu produk *paving block* yang bisa memenuhi standar mutu dengan biaya murah dan mudah dalam proses pembuatan.

Paving block merupakan produk bahan konstruksi yang ramah lingkungan, yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai perkerasan jalan, trotoar, *carport* dan lain-lain. Untuk mendapatkan mutu *paving block* yang baik diperlukan suatu material yang memenuhi syarat, juga dicari alternatif bahan pengganti bahan susunnya tanpa mengurangi mutu yang dihasilkan. Dalam penelitian ini akan digunakan zat aditif *rock* yang dapat digunakan sebagai alternatif bahan tambah pada *paving block*.

1.2 Rumusan Masalah

Paving block merupakan salah satu jenis perkerasan alternatif yang sering digunakan sebagai pengganti perkerasan aspal, disini *paving block* di tuntut untuk

memiliki kekuatan yang sangat baik, baik kuat tekan dan kelenturannya, Dalam penelitian ini, penambahan zat aditif *rock* pada campuran pembuatan *paving block* diharapkan dapat menambah kekuatan *paving block* tersebut, baik kuat desak dan kuat lentur dari *paving block* biasa yang tidak menggunakan zat aditif .

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan zat aditif *rock* yang bisa digunakan terhadap kuat desak dan kuat lentur *paving block*.
2. Mengetahui kegunaan penambahan zat aditif *rock* pada *paving block* jika di bandingkan dengan *paving block* biasa.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini didapatkan manfaat:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan zat aditif *rock* pada kuat desak dan kuat lentur *paving block*.
2. Diharapkan dapat menambah pengetahuan yang bermanfaat bagi pembaca mengenai penggunaan zat aditif *rock* pada *paving block*.

1.5 Batasan Masalah

Agar kegiatan penelitian ini menjadi terarah dan jelas, maka pembahasan penelitian ini dibatasi dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Penelitian dibatasi hanya pada penelitian kuat desak dan kuat lentur saja,
2. Agregat halus digunakan pasir dari kaliurang, sleman, jogjakarta,
3. Jumlah benda uji yang digunakan 60 buah dengan variasi penambahan zat aditif *rock* sebesar 0%, 1,5%, 3%, 4,5%, 6% dan 7,5% dari berat semen, dengan masing masing variasi 10 benda uji,
4. Bahan ikat dari semen merk holcim,
5. Uji kuat desak dan lentur *paving block* dilakukan pada umur 28 hari, dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII,
6. Zat aditif *rock* yang digunakan berasal, dari CV. ASCOTAMA REKAGRAHA, sragen,
7. *Paving block* dibuat dengan perbandingan campuran 1 pc : 7 pasir, berbentuk balok dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 7 cm.
8. Air berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII.

Namun *paving block* juga mempunyai keterbatasan terutama untuk lalu lintas cepat 70 km/jam. Lintasan ban pada kecepatan tersebut cenderung menghisap pasir pengisi celah-celah *paving block* apalagi dalam keadaan hujan. *Paving block* mempunyai kaitannya dengan perencanaan perkerasan yang hemat, karena biaya pemeliharannya yang rendah, jalan dengan perkerasan *paving block* lebih ekonomis dalam jangka panjangnya terutama bila ditinjau dari *life cycle cost*.

2.2 Hasil-hasil penelitian yang pernah dilakukan

Dari beberapa penelitian yang berkaitan dalam kegiatan penelitian ini, seperti penelitian yang dilakukan oleh Andry Yulianto dan Yudi menyimpulkan bahwa campuran abu ampas tebu pada *paving block* berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 8 cm dapat mengurangi komposisi semen sebanyak 5%, 10% dan 15% mengalami penurunan masing-masing sebesar 14,02%, 6,46%, dan 2,65% dibanding kuat desak *paving block* tanpa abu ampas tebu dan pada pengganti semen sebanyak 20% mengalami peningkatan kuat desak sebesar 3,26% yaitu dari 355,524 kg/cm² menjadi 367,130 kg/cm². Hal ini dikarenakan abu ampas tebu pengganti semen sebanyak 20% yang telah menjadi perekat setelah bereaksi dari kapur bebas sisa dari sisa hidrasi semen dapat mengikat agregat serta mengisi rongga-rongga butiran-butiran agregat, sehingga menghasilkan *paving block* yang pasif dan padat. (Andry dan Yudi, 2001)

Penelitian lain yang berkaitan dengan hal ini adalah penelitian Ibnu dan Sugi, yang mendapatkan kesimpulan bahwa *paving block* dengan bentuk persegi

panjang dan komposisi campuran 1 : 3 : 2,5 menghasilkan kuat desak *paving block* tertinggi dibanding komposisi 1 : 3 : 3,5 hal ini dapat dilihat pada label 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Hasil kuat desak *paving block* dengan beberapa perbandingan

No	Bentuk <i>Paving Block</i>	Perbandingan 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)

2.3 Persyaratan kualitas *paving block*

Dari survai persyaratan kualitas dari beberapa negara belum ada keseragaman mengenai persyaratan kualitas *paving block*. Ada yang hanya mensyaratkan kuat tekannya, ada yang mensyaratkan kuat lenturnya saja, dan ada yang mensyaratkan indek keausannya, serta ada yang berupa kombinasi dari beberapa persyaratan tersebut diatas, kecuali persyaratan kekuatan, persyaratan lainnya mengenai toleransi ukuran pada umumnya sama. Dibawah ini dapat dilihat beberapa persyaratan yang ada dari beberapa negara

Tabel 2.2 Persyaratan kekuatan yang ada dari beberapa negara

no	Negara	Kuat tekan	Kuat lentur	Index abrasi
1	Amerika ASTM C936-1982	550 kg/cm ² rata-rata 5 buah		
2	Inggris BS 6717:part 1 1986	490 kg/cm ² rata-rata 16 buah		
3	Netherland		59 kg/cm ² Karakteristik (15 buah)	
4	Australia CMAA 1986	450 kg/cm ² Karakteristik (5 buah)		1,5 angka terendah dari 35 buah

(Hananto BS, PT Conblock Indonesia, Jakarta.)

Kuat tekan dibagi menjadi beberapa kategori berikut:

- o Untuk trotoar, taman, plaza, dan lalu lintas ringan:

Minimum K 350, tebal 60 mm

- o Untuk lalu lintas sedang sampai berat:

Minimum K 450, tebal 100 mm.

- o Untuk *container yard*:

Minimum K450, tebal 100 mm

- o kuat lentur (*flexural strenght*) untuk lalu lintas sedang dan berat:

Minimum 60 Kg/cm²

- o Index abrasi

Untuk trotoar : Minimum 2,0

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pendahuluan

Paving block menggunakan susunan bahan pembuatannya sama seperti beton yaitu semen, agregat dan air, selain itu cara pengujian kuat desak dan kuat lentur maupun cara pemeliharanya sama dengan beton yang secara luas sebagai bahan bangunan yang diperoleh dengan cara mencampurkan semen *portland* dan agregat serta air dengan perbandingan tertentu. Namun jika dilihat dari cara pembuatannya, agregat yang dipakai, faktor air semen yang berpengaruh pada nilai *slump* beton berbeda. Dari perbedaan yang ada maka pada *paving block* diperlukan perlakuan khusus yaitu dalam pembuatan, perawatan dan umur pemakaian dari beton pada umumnya.

Peningkatan kemampuan atau mutu beton yang sejalan dengan pengurangan fas yang dipergunakan berlaku juga pada beton struktur lainnya. Usaha lain adalah dengan pemanfaatan fenomena bahwa semakin padat mortar beton atau semakin kecil pori-pori yang ada semakin tinggi mutu beton yang dihasilkan. Pada mortar beton, semen dan air yang berupa pasta mengikat agregat halus yang masih menyisakan rongga atau pori-pori yang tidak dapat terisi oleh butiran semen. Ruang yang tidak ditempati butiran semen merupakan rongga yang berisi udara dan air yang saling berhubungan yang disebut kapiler. Kapiler yang terbentuk akan tetap tinggal ketika beton telah mengeras akibatnya akan dapat

berpengaruh terhadap turunnya kekuatan beton (Antono, A., 1993). Terbentuknya kapiler ini dapat diantisipasi dengan penggunaan bahan tambah pozzolan. Bahan tambah ini merupakan bahan khusus yang ditambahkan dalam mortar sebagai pengisi dan pada umumnya berupa bubuk mineral aktif (Murdock dan Brook, 1986).

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 lebih murah dibanding 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 maka akan menghasilkan *paving block* yang bervariasi kuat desaknya. Pada umumnya *paving block* mempunyai karakteristik kuat desak sebesar 300 kg/cm² kecuali untuk lalu lintas berat, dimana standar kekuatannya adalah 450 kg/cm² (Pino Iskandar, 1984).

3.2 Material Penyusun *paving block*

Bahan-bahan penyusun *paving block* dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu bahan pasif dan aktif. Kelompok pasif yaitu pasir (agregat), sedangkan kelompok aktif yaitu semen dan air. Kelompok pasif disebut pengisi sedangkan kelompok aktif disebut pengikat atau perekat karena berfungsi

merekatkan butiran-butiran agregat agar terjadi suatu massa yang padat dan kompak.

3.2.1 Semen *Portland*

Semen adalah bahan hidrolis yang berbentuk serbuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker* yang mengandung kapur, silika dan alumina. Semen *portland* dibuat dengan cara mencampur dan membakar bahan dasar semen pada suhu 1550°C dan menjadi *klinker* (Kardiyono Tjoekrodumuljo, 1995). Semen merupakan unsur terpenting dalam pembuatan beton karena semen berfungsi sebagai bahan pengikat untuk mempersatukan bahan agregat halus dan kasar menjadi satu masa yang kompak dalam arti menjadi satu dan padat. Semen akan berfungsi sebagai pengikat apabila diberi air, sehingga semen termasuk bahan aktif hidrolis. Reaksi kimia antara semen *portland* dengan air menghasilkan senyawa-senyawa yang disertai pelepasan panas. Kondisi ini mengandung resiko yang besar terhadap penyusutan beton dan kecenderungan retak pada beton. Reaksi air dengan semen dibedakan menjadi dua yaitu periode pengikatan dan periode pengerasan. Pengikatan merupakan peralihan dari keadaan plastis ke keadaan keras, sedangkan pengerasan adalah penambahan kekuatan setelah pengikatan selesai. Dikehendaki pengikat semen berlangsung lambat, sehingga memudahkan untuk dikerjakan (Kardiyono Tjoekrodumuljo, 1995). Ketika semen dicampur dengan air, timbul reaksi kimia antar unsur-unsur penyusun semen dengan air. Reaksi ini menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan.

Semen *portland* di indonesia menurut SII 0013-81 dibagi menjadi lima jenis antara lain :

1. Jenis I : semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus,
2. Jenis II : semen *portland* yang penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang,
3. Jenis III : semen *portland* yang penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi,
4. Jenis IV : semen *portland* yang penggunaannya menuntut panas hidrasi yang rendah,
5. Jenis V : semen *portland* yang penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap *sulfat*.

Jenis semen yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis I.

Unsur penyusun utama semen tersebut adalah seperti tercantum dalam label 3.1 berikut ini;

Tabel 3.1 Unsur–Unsur Penyusun Utama Semen

Nama unsur	Symbol	komposisi kimia
Tricalcium silikat	C ₃ S	3CaO SiO ₂
Dicalcium silikat	C ₂ S	2CaO SiO ₂
Trikalsium silikat	C ₃ A	3CaOAl ₂ O ₃
Tetrakalsium aluminoferrite	C ₄ AF	4CaO Al ₂ O ₃ Fe ₃ O ₃

(Sumber : Teknologi Beton Kardiyono Tjokrodinuljo, 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. Walau sebagai pengisi akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian yang penting dalam pembuatan mortar atau beton (Kardiyono Tjokrodinuljo, 1995). Agregat halus mempunyai ukuran butiran antara 0,15-5mm. Agregat halus atau pasir dapat berupa pasir alam atau debu dan hasil pecahan batu yang dihasilkan oleh alat *stone crusher*. Agregat halus atau pasir menentukan kemudahan pengerjaan (*workability*), kekuatan (*strenght*) dan tingkat keawetan (*durability*).

3.2.3 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Di dalam campuran beton, air mempunyai dua buah fungsi. yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pegikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan kedua sebagai pelicin campuran kerikil, pasir, dan semen agar mudah dikerjakan dan dipadatkan (Murdock dan Brook, 1991). Air merupakan bahan dasar penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan untuk bahan pelumas dengan 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 diberikan untuk garam-garam terlarut, tetapi apabila air jernih tidak terasa asam dan payau, maka air dapat digunakan (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995).

3.2.4 Zat Aditif *Rock*

Zat aditif *rock* adalah suatu aditif pengeras serba guna yang merupakan campuran dari unsur unsur non-organik dengan prosentase yang diinginkan untuk meningkatkan efek ikatan semen. Zat aditif ini memiliki fungsi hampir sama dengan semen yaitu sebagai bahan ikat yang mampu mengikat antar butiran sehingga akan memberikan kekuatan yang optimal. Tetapi aditif ini juga memiliki perbedaan dengan semen yaitu dalam proses pengerasan, pengerasan pada aditif

ini berlangsung sangat cepat tergantung berapa banyak dalam pemakaiannya. Aditif ini juga dapat di aplikasikan pada fasilitas transportasi seperti untuk memperbaiki stabilitas tanah lempung yang jelek untuk perkerasan tanpa menggunakan semen dan bisa juga di aplikasikan pada fasilitas irigasi. Keuntungan lain dalam menggunakan zat aditif ini adalah sebagai berikut:

1. Bisa digunakan pada agregat lain seperti pasir laut tanpa dicuci terlebih dahulu.
2. Gampang dalam pelaksanaannya.
3. Bisa digunakan untuk perkerasan pada daerah rawa atau payau.
5. Memperbaiki pondasi di dasar laut.
4. Mencegah keretakan

(sumber: PT ROCK TECHNO INDONESIA)

3.3 Perancangan Campuran Adukan *Paving Block*

Cara perancangan campuran proporsi adukan *paving block* tergantung pada jumlah komposisi adukan *paving block* yang dikehendaki. Untuk memperoleh campuran adukan *paving block* yang optimum harus tepat dalam pemilihan dan perancangannya. Pada campuran *paving block* biasanya direncanakan untuk memberikan kekuatan desak pada umur 28 hari setelah pencetakan *paving block*, karena dapat memberikan keuntungan yang cukup dalam karakteristik *paving block* itu sendiri. Penelitian ini digunakan komposisi dengan perbandingan 1 pc : 7 pasir terdiri dari semen *portland*, pasir dan air

sebagai pereaksi serta *zat aditif rock* sebagai bahan tambah, Dalam penelitian ini diambil perbandingan 1 pc : 7 pasir, karna ingin mengetahui kekuatan pada perbandingan tersebut, dan juga pada perbandingan itu belum pernah diteliti sebelumnya. Variasi prosentase *zat aditif rock* yang digunakan dalam campuran pembuatan *paving block* diambil berdasarkan variasi yang kita inginkan. Dalam penelitian ini saya mencoba dengan variasi prosentasi campuran 0%, 1,5%, 3%, 4,5%, 6%, dan 7,5%. Masing-masing variasi mewakili 10 buah *paving block*.

3.3 1 Pengolahan *Paving Block*

Beberapa langkah yang diperlukan dalam pembuatan atau pengolahan adukan *paving block* adalah sebagai berikut ini:

1. pengadukan bahan susun *paving block*, merupakan proses pencampuran bahan dasar *paving block* dalam perbandingan yang baik dan telah ditentukan sesuai dengan takaran, hingga terjadi persamaan yang merata melalui cara pengadukan manual maupun dengan menggunakan peralatan pencampur mekanis seperti *molen pan mixer*.
2. penuangan adukan *paving block*, campuran bahan susun dituangkan kedalam acuan (*formwork*) dan diratakan agar seluruh bagian acuan terisi padat agar diperoleh detail yang baik pada setiap sudut konstruksinya. Dalam pembuatan *paving block* kondisi material setelah dicampur dengan semen dan air tidak boleh encer maka harus dalam keadaan lembab, kondisi ini bertujuan supaya bila saat dicetak *paving block* tersebut tidak hancur saat dilepas dari cetakan.

3. pemadatan adukan *paving block*, prinsip pemadatan adukan adalah usaha agar diperoleh *paving block* padat, tidak berongga yang dapat membantu reaksi-reaksi antar unsur-unsur didalamnya dengan memberikan beban tekanan melalui pemukul. Pada dasarnya pemadatan dengan cara pemukulan digunakan pada adukan yang lebih kering. Sehingga menghasilkan kuat desak tinggi, kedap air, detail yang baik pada sudut kontraksi disertai pengurangan penyusutan dan memungkinkan penggunaan campuran yang kurang *workability-nya* pada proporsi campuran tertentu.

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

1. menutupi permukaan *paving block* dengan *hessian* (kain/karung goni basah)
2. menutupi permukaan *paving block* dengan jerami basah,
3. penyiraman atau penyemprotan atau dengan memberikan percikan air sejara periodik,
4. manggenangi permukaan *paving block* dengan cara merendamnya. Pada penelitian ini perawatan *paving block* dengan cara merendam dalam bak berisi air, hal ini dimaksudkan untuk:

1. menghindarkan timbulnya retak-retak pada permukaan beton akibat terlalu cepatnya kehilangan air pada saat *paving block* ini masih berada dalam keadaan plastis,
2. menjamin tercapainya kekuatan tekan yang disyaratkan, dimana tergantung pada :
 - a. Jumlah air yang mengisi rongga-rongga antar butir agregat dan mengelilingi butir-butir semen.
 - b. Jumlah semen yang terhidrasi.

3.3.2 Kuat Desak *Paving Block*

Nilai kuat desak *paving block* didapat melalui pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan pada benda uji *paving block* hingga hancur. Laju kenaikan kekuatan *paving block* mula-mula cepat, makin lama laju kenaikan *paving block* makin lambat. sebagai standar kekuatan *paving block* dipakai kuat desak beton umur 28 hari. Kuat desak *paving block* dapat dihitung dengan cara membagi beban *ultimit* yang dicapai dengan luas permukaan dari bagian yang tertekan. Disamping itu kuat desak *paving block* juga dipengaruhi oleh hal sebagai berikut:

1. Sifat-sifat dari bahan pembentuknya,
2. Perbandingan dari bahan-bahannya,
3. Cara pengadukan dan penuangannya, dan
4. Umur *paving block*.

Kuat desak *paving block* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$f_c \text{ paving} = P/A$$

Dimana, $f_c \text{ paving}$ = kuat desak *paving block* (MPa)

P = Beban desak ultimit (kg)

A = Luas permukaan (cm²)

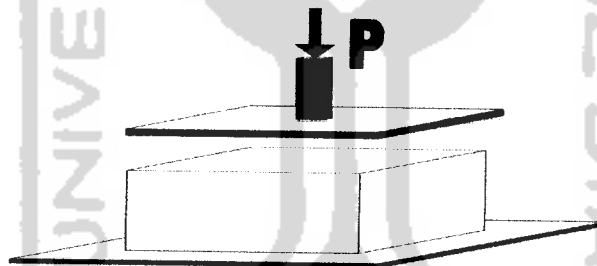
Sedangkan kuat desak rata-rata dihitung pada umur 28 hari dengan rumus :

$$f_{cr} = \Sigma (f_c / n)$$

Dimana: f_{cr} = Kuat desak *paving block* rata-rata (MPa)

f_c = Kuat desak (MPa)

n = Jumlah benda uji. (buah)



Gambar 3.1 Uji Desak

3.3.3 Kuat lentur *Paving Block*

Lentur murni adalah suatu lenturan yang berhubungan dengan sebuah balok dibawah suatu momen lentur (“*bending moment*”) konstan, yang berarti bahwa suatu momen gaya lintang sama dengan nol. Parameter kuat lentur dihitung menurut SNI 03-2823-1992 dengan menggunakan rumus berikut ini

1. Untuk benda uji dengan bidang pecah di tengah,

$$\sigma_p = \frac{3PL}{2bd^2}$$

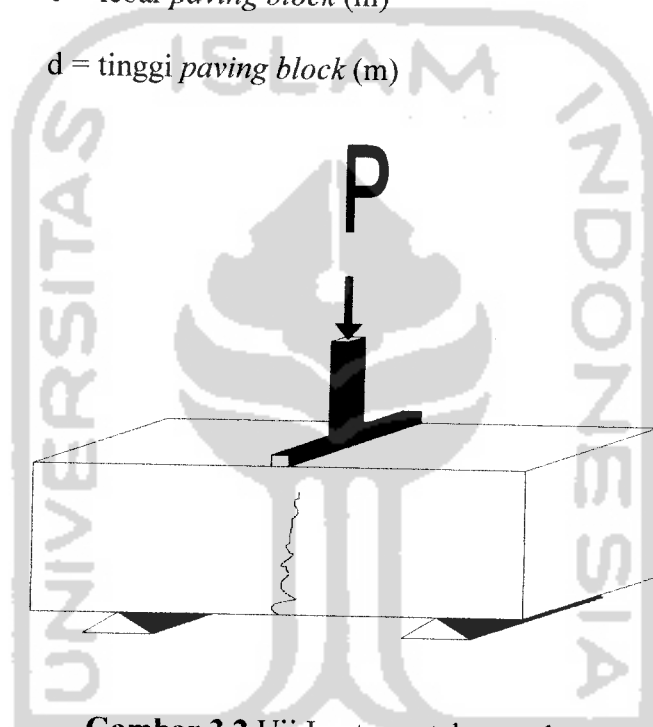
Dimana, σ_p = kuat lentur *paving block* (KPa)

P = beban maksimum saat pecah (KN)

L = jarak antar kedua tumpuan (m)

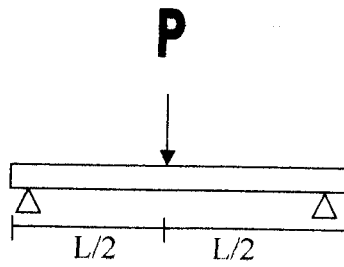
b = lebar *paving block* (m)

d = tinggi *paving block* (m)



Gambar 3.2 Uji Lentur patah tengah

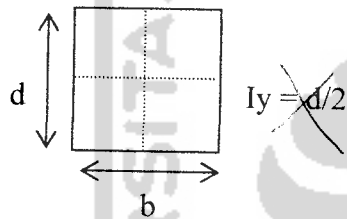
Dimana turunan dari rumus diatas adalah sebagai berikut:



$$\sum M_b = 0$$

$$R_a \cdot L/2$$

$$M_b = P/2 \cdot L/2$$



$$\begin{aligned} \delta_{\text{lentur}} &= \frac{P}{2} \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{d}{2} \\ &= \frac{1}{12} \cdot b \cdot d^3 \\ &= \frac{\frac{1}{8} \cdot P \cdot L}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot d^2} = \frac{12 \cdot P \cdot L}{8 \cdot b \cdot d^2} \\ &= \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot d^2} \end{aligned}$$

2. Untuk benda uji dengan bidang pecah tidak di tengah,

$$\sigma_p = \frac{3Pc}{bd^2}$$

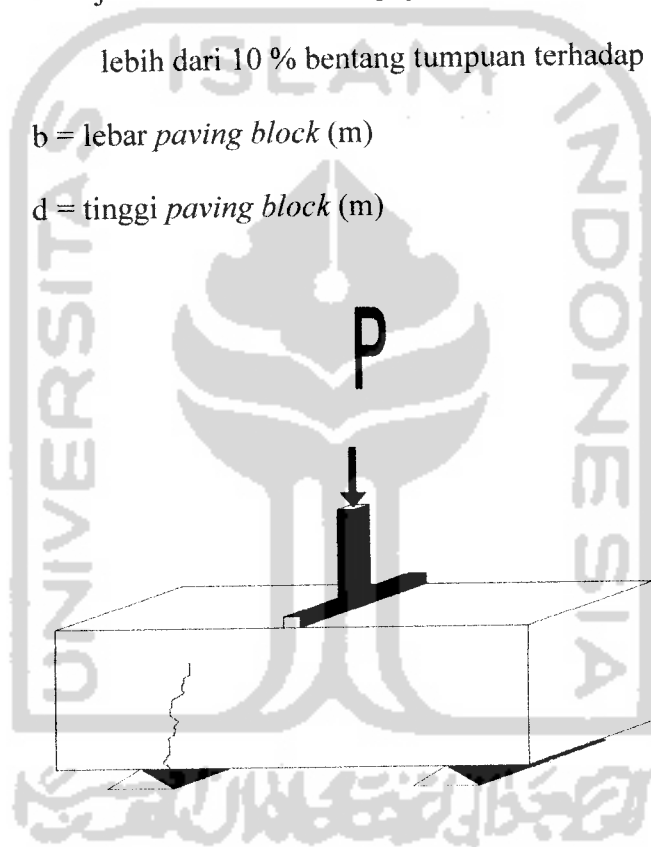
Dimana, σ_p = kuat lentur *paving block* (KPa)

P = beban maksimum saat pecah (kN)

c = jarak rata-rata bidang pecah ke tumpuan terdekat tidak lebih dari 10 % bentang tumpuan terhadap titik tengah.

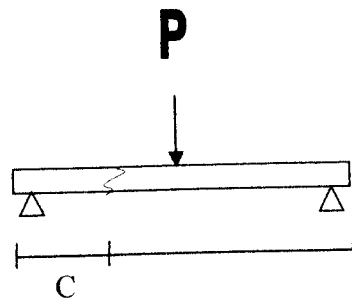
b = lebar *paving block* (m)

d = tinggi *paving block* (m)



Gambar 3.3 Uji Lentur patah tidak di tengah

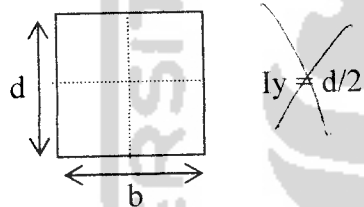
Dimana penurunan rumus diatas adalah sebagai berikut:



$$\sum M_b = 0$$

$$R_a \cdot C$$

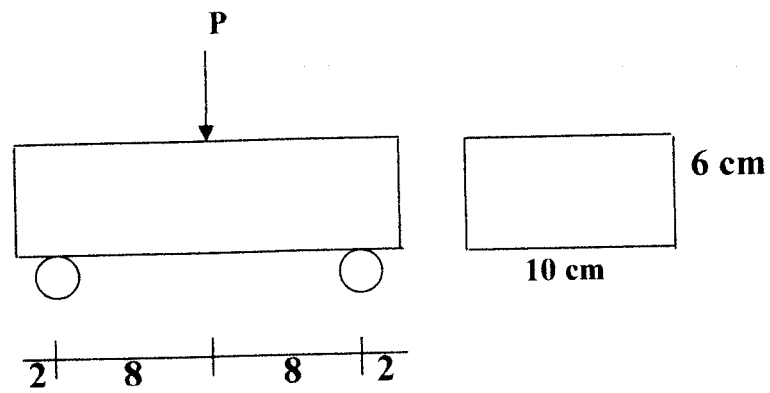
$$M_b = P/2 \cdot C$$



$$\delta_{\text{lentur}} = \frac{\frac{P}{2} \cdot C \cdot \frac{d}{2}}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot d^3}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \cdot P \cdot C}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot d^2} = \frac{12 \cdot P \cdot C}{4 \cdot b \cdot d^2}$$

$$= \frac{3 \cdot P \cdot C}{b \cdot d^2}$$



Gambar 3.4 Pengujian kuat lentur *paving block*



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Benda Uji

Benda uji menggunakan *paving block* dengan dimensi 20 cm x 10cm x 7 cm. Jumlah benda uji 60 buah dengan rincian 6 variasi prosentase zat aditif *rock*.

4.2 Bahan-bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen yang digunakan adalah semen *portland* jenis I merk Holcim.
2. Agregat halus yang digunakan berupa pasir alam dari Kaliurang, Sleman, Jogjakarta dengan diameter max 5 mm.
3. Air yang digunakan adalah air yang diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta. Pengamatan dilakukan secara *visual*, yaitu jernih dan tidak berbau.
4. Bahan tambah, memakai zat Aditif *Rock* berupa cairan berasal dari CV. ASCOTAMA REKAGRAHA Sragen.

4.3 Komposisi Campuran

Pada penelitian ini dipakai komposisi campuran adukan *paving block* dengan variasi pada tabel 4.1 berikut ini :

Tabel 4.1 Variasi komposisi campuran masing-masing benda uji

bahan variasi	Semen (kg)	Pasir (kg)	Air (ml)	Zat aditif (ml)	Fas	Jumlah (Buah)
0 %	4	28	1500	0	0,37	10
1,5%	4	28	1440	60	0,36	10
3%	4	28	1380	120	0,345	10
4,5%	4	28	1320	180	0,33	10
6%	4	28	1260	240	0,315	10
7,5%	4	28	1200	300	0,3	10

Perbandingan antara semen dan agregat (pasir) yaitu 1:7. Untuk mendapatkan komposisi semen dan agregat (pasir) seperti yang tercantum pada tabel diatas saya melakukan dengan cara *trial and error* sebanyak 3 kali sampai saya menemukan perbandingan komposisi yang dikehendaki dengan cara membuat beberapa sample *paving block* dengan demikian kita akan mengetahui berapa besar komposisi antara semen dan agregat (pasir) yang akan digunakan untuk satu buah *paving block* tanpa mengabaikan rencana perbandingan awal yaitu 1:7. Dalam menentukan jumlah air, pembuatan *paving block* jumlah air di

sesuaikan dan tidak boleh terlalu banyak harus dalam keadaan lembab hal ini bertujuan agar memudahkan dalam pencetakan *paving block*.

4.4 Alat - alat

Berbagai alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti ditampilkan dalam tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Alat-alat yang digunakan

No.	alat	kegunaan
1	Mesin <i>siever</i>	Pengayak mekanik
2	Ayakan	Menyaring agregat
3	Timbangan	Menimbang bahan
4	Gelas ukur	Menakar air
5	Ember	Menampung agregat
6	cangkul	Mengaduk agregat
7	Sekop kecil	Memasukkan adukan ke dalam cetakan
8	Cetakan <i>paving block</i>	Tempat mencetak benda uji
9	Kapiler	Pengukur benda uji
10	Mesin uji desak	Uji desak beton
11	Mesin uji lentur	Uji lentur beton
12	Papan multi plek	Tempat <i>paving block</i> setelah dicetak

4.5 Pemeriksaan Bahan Campuran *Paving Block*

Pemeriksaan bahan untuk *paving block* pada umumnya dilakukan pada agregatnya, agregat yang ada di alam ini tidak serba sama, data-data agregat tentunya berlainan. Dari dasar di atas, pemeriksaan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Modulus halus butir (MHB) pasir,
2. Kandungan Lumpur

4.5.1 Analisis Gradasi Pasir (Modulus Halus Butir)

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

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

Adapun hasil pemeriksaan analisis gradasi dapat dilihat pada tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Hasil analisis gradasi pasir

Lubang ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	0
20,00	0	0	0	0
10,00	0	0	0	100
4,75	42	2,1	2,1	97,9
2,36	191	9,55	11,65	88,35
1,18	228	11,4	23,05	76,95
0,6	802	40,1	63,15	36,85
0,3	512	25,6	88,15	11,85
0,15	173	8,65	96,8	3,2
Sisa	52	2,6	-	-
Jumlah	2000	100	284,9	-

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{\% \text{Komulatif} \cdot \text{Berat Tertinggal}}{100}$$

$$= \frac{289}{100}$$

$$= 2,849$$

Modulus halus butir (*fineness modulus*) ialah suatu indek yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Modulus halus butir (*mhb*) ini didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal diatas suatu set ayakan dan kemudian dibagi seratus. Makin besar nilai modulus halus butir menunjukkan bahwa makin besar butir-butir agregat.

Butir-butir agregat mempengaruhi kekuatan *paving block* karena makin besar modulus halus maka kebutuhan pasta semen akan semakin kecil. Pada umumnya agregat halus mempunyai modulus halus butir antara 1,5 sampai 3,8. Dari hasil pemeriksaan yang terlihat pada tabel 4.3 diatas diperoleh modulus halus butir 2,849. Hal ini disebabkan karena pada distribusi ukuran pasir disetiap ayakan pada saat penelitian. Jika semakin kecil ukuran ayakan, semakin banyak pasir yang tertahan pada setiap ayakannya. Maka menghasilkan *Mhb* yang kecil sehingga dapat dikatakan pasir halus. Demikian pula sebaliknya, bila jika semakin besar ukuran ayakan, semakin sedikit pasir yang tertahan pada setiap ayakannya, maka menghasilkan *Mhb* yang besar. Dengan nilai *Mhb* sebesar 2,849 maka banyak pasir yang tertahan pada ukuran ayakan pertengahan.

4.5.2 Pemeriksaan Kandungan Lumpur Pada Pasir

Tujuan dari pemeriksaan kadar lumpur adalah untuk mengetahui besarnya kandungan lumpur dalam pasir yang akan digunakan sebagai campuran adukan

paving block, pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Cara pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir adalah sebagai berikut:

1. siapkan pasir secukupnya untuk di oven selama ± 36 jam dengan suhu 105°C ,
2. pasir diambil kemudian ditimbang sebanyak 500 gram dan dimasukkan kedalam gelas ukur,
3. gelas ukur diisi air sampai penuh,
4. gelas ukur ditutup rapat dan dikocok sampai air menjadi keruh,
5. biarkan selama 1 menit kemudian air dibuang secara perlahan-lahan dan jangan sampai pasirnya ikut terbang,
6. mengulang pekerjaan pada tahap 3, 4, dan 5 hingga airnya menjadi jernih,
7. pindahkan pasir dari gelas ukur ke dalam piring kemudian dimasukkan kedalam oven dengan temperatur 105°C selama ± 36 jam, dan
8. pasir dikeluarkan, biarkan sampai dingin dan ditimbang.

Dari hasil pemeriksaan kandungan lumpur pada pasir asal Kaliurang, Sleman, Jogjakarta, yang akan dilakukan dilaboratorium, didapatkan kandungan lumpur sebesar 1%, berarti agregat yang akan digunakan sudah memenuhi syarat pasir untuk pekerjaan beton baik menurut PBI-1997. Jadi dalam penelitian ini agregat tidak perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

4.6 Pengujian Kuat Desak *Paving Block*

Pengujian kuat 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 kuat desak tertinggi (f_c) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban desak selama percobaan. Pengujian kuat desak dari masing-masing variasi tersebut dicatat dan dibuat suatu nilai rerata baru kemudian dibuat tabel dan grafik.

4.7 Pengujian Kuat Lentur

Benda uji yang dipakai adalah sebuah *paving block* yang memiliki dimensi 20 x 10 x 7 (cm). Balok diletakan diatas dua tumpuan. Diantara dua tumpuan tersebut dikenakan beban ditengah sehingga balok terbagi menjadi 2 bagian yang sama panjang. Beban dinaikkan dengan kecepatan 2000 N/menit. Beban maksimum yang terjadi digunakan sebagai dasar perhitungan kuat lenturnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur maksimum dari *paving block*.

4.8 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

1. Tahap perumusan masalah

Tahap ini meliputi perumusan terhadap topik penelitian, termasuk perumusan tujuan, serta pembatasan terhadap permasalahan.

2. Tahap perumusan teori

Pada tahap ini dilakukan pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

3. Tahap pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian disesuaikan dengan jenis penelitian dari hasil yang akan didapat. Pada penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII yang meliputi

- a. pemeriksaan bahan campuran beton,
- b. pembuatan campuran beton,
- c. pencetakan benda uji,
- d. perawatan benda uji,
- e. pengujian benda uji.

Yang selanjutnya ditampilkan dalam bentuk *flow chart* pada gambar 4.5

4. Tahap hasil dan pembahasan

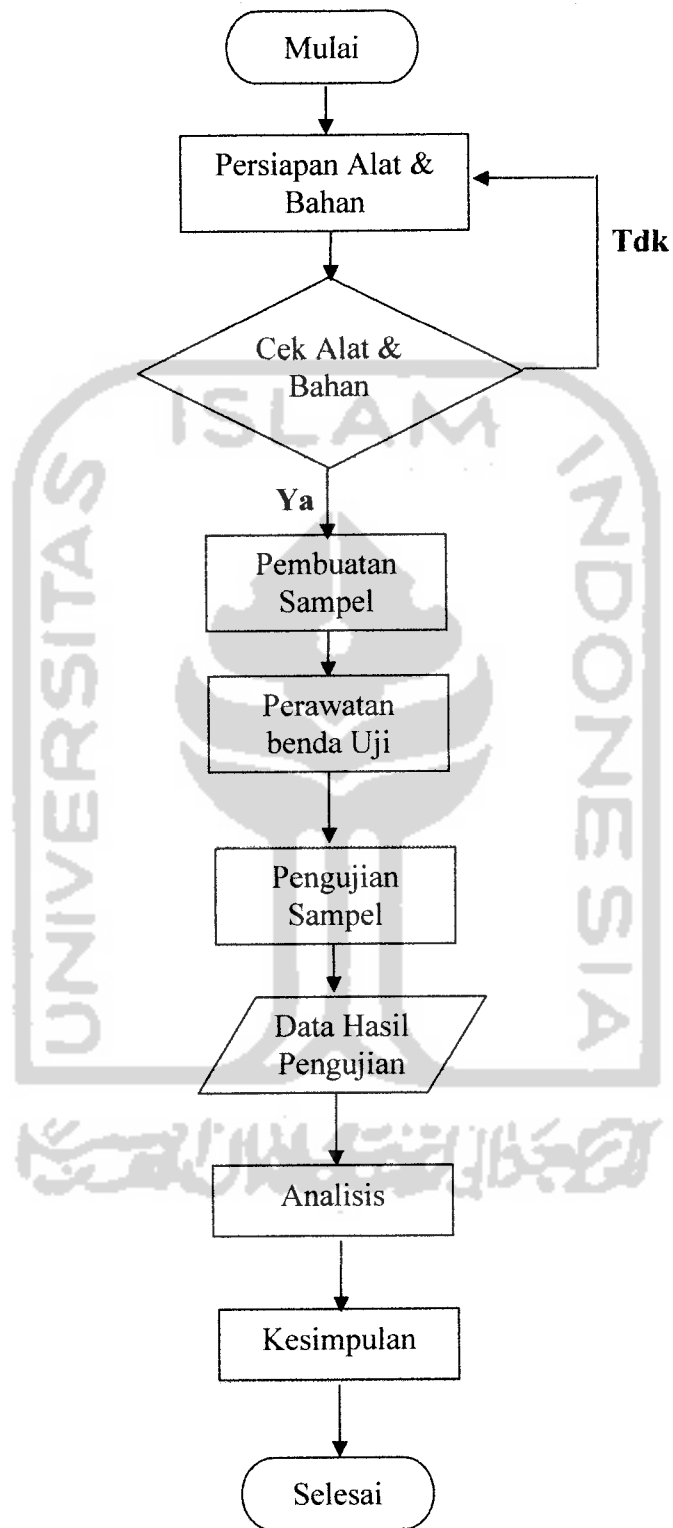
Hasil uji laboratorium tersebut dicatat, kemudian dilakukan pembahasan terhadap hasil laboratorium tersebut.

5. Tahap penarikan kesimpulan

Dari hasil laboratorium dapat diambil kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab permasalahan.

Prosedur penelitian ditampilkan dalam bentuk *flow chart* seperti pada gambar 4.1 berikut ini:

Gambar 4.1 Bagan alir prosedur penelitian



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Pada bab ini dilakukan pembahasan atau pengolahan data yang diperoleh setelah dilakukan pengujian benda uji di laboratorium. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari untuk tiap-tiap benda uji dengan variasi zat aditif *rock* yang telah direncanakan yaitu, 0%, 1,5%, 3%, 4,5%, 6%, 7,5%. Untuk menghindari kekeliruan maka setiap benda uji diberi identitas atau kode. Kode untuk uji desak dengan variasi zat aditif *rock* 0%=A, 1,5%=B, 3%=C, 4,5%=D, 6%=E, 7,5%=F. Untuk uji lentur dengan variasi zat aditif *rock* 0%=G, 1,5%=H, 3%=I, 4,5%=J, 6%=K, 7,5%=L.

5.2 Hasil Pengujian Benda Uji

5.2.1 Hasil Pengujian Kuat Desak *paving block*

Pengujian kuat desak *paving block* ini dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari (28 x 24 jam). Sebelum pengujian dilakukan, benda uji *paving block* tersebut terlebih dahulu diukur, dimensinya dan kemudian ditimbang beratnya. Setelah data dari benda uji diketahui, kemudian benda uji *paving block* tersebut diletakan pada mesin desak. Cara meletakan benda uji sebelum dilaksanakan pengujian adalah sebagai berikut:

1. Benda uji diletakan tepat berada ditengah–tengah dari *block* penekan mesin desak.
2. Setelah benda uji terletak tepat ditengah, kemudian pada bagian atas dari benda uji ditutup dengan menggunakan plat *triplek* yang berukuran sama dengan permukaan atas dari benda uji. Ini dilakukan agar beban desak yang diterima oleh benda uji dapat terbagi secara merata.
3. Kemudian mesin desak dijalankan sampai benda uji mengalami kehancuran akibat beban desak yang diberikan. Benda uji ini mempunyai ukuran panjang = 20 cm, lebar = 10 cm, tinggi = 7 cm.

Hasil pengamatan pengujian desak yang dilakukan pada benda uji *paving block* adalah sebagai berikut:

1. Pengujian pada kode A variasi 0 %

Benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 0% menghasilkan berat/bobot *paving block* rerata sebesar 3,093 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi zat aditif *rock* 0% ini adalah sebesar 19,343 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi zat aditif *rock* 0% dapat dilihat pada tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.1 Hasil uji kuat desak *paving block* dengan kode A (0%)

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Beban Max (KN)	Kuat Desak (MPa)
A1	18,8	8,8	165,44	320,2	19,354
A2	18,8	8,8	165,44	322	19,342
A3	18,8	8,8	165,44	320,1	19,348
A4	18,8	8,8	165,44	309,3	18,695
A5	18,8	8,8	165,44	330,5	19,977
Rerata				320,42	19,343

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji *paving block* dalam satuan *MPa* :

Benda uji kode A:

Luas permukaan benda uji (A) = panjang x lebar

$$= 18,8 \times 8,8 = 165,44 \text{ cm}^2$$

$$= 16544 \text{ mm}^2$$

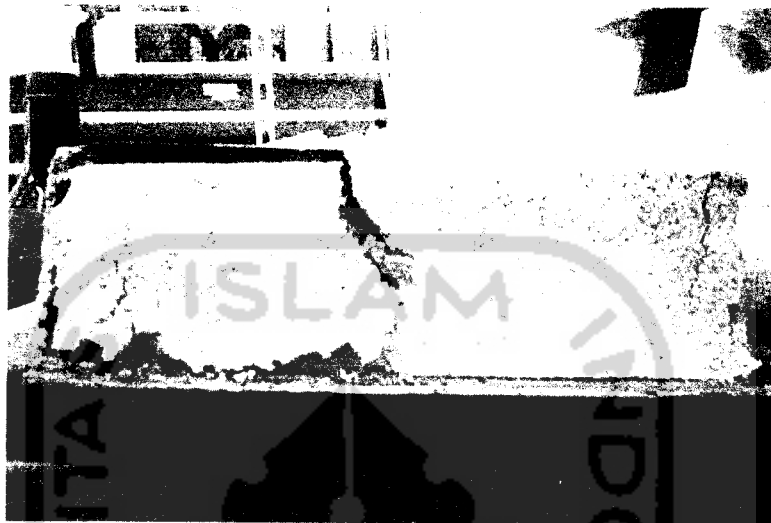
Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 320,2 KN = 320200 N

Maka, kuat desak benda uji (*MPa*) adalah:

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{320200}{16544} = 19,354 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 0% setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi sampingnya, ini disebabkan karena proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah

hancur ketika dikenakan beban desak. Gambar 5.1 berikut ini adalah gambar benda uji *paving block* variasi 0% setelah menerima beban desak.



Gambar 5.1 Benda uji *paving block* kode A setelah menerima beban desak

2. Pengujian pada kode B variasi 1,5%

Benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 1,5% menghasilkan berat/bobot *paving block* rerata sebesar 3,074 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi zat aditif *rock* 1,5% ini adalah sebesar 19,419 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi zat aditif *rock* 1,5% dapat dilihat pada tabel 5.2 dibawah ini.

Tabel 5.2 Hasil uji kuat desak *paving block* dengan kode B (1,5%)

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Beban Max (KN)	Kuat Desak (MPa)
B1	18,8	8,8	165,44	342,2	20,684
B2	18,8	8,8	165,44	326,6	19,741
B3	18,8	8,8	165,44	311,5	18,828
B4	18,8	8,8	165,44	280,3	16,942
B5	18,8	8,8	165,44	345,8	20,901
Rerata				320,28	19,419

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji *paving block* dalam satuan *MPa* :

Benda uji kode B:

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan benda uji (A)} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 18,8 \times 8,8 = 165,44 \text{ cm}^2 = 16544 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

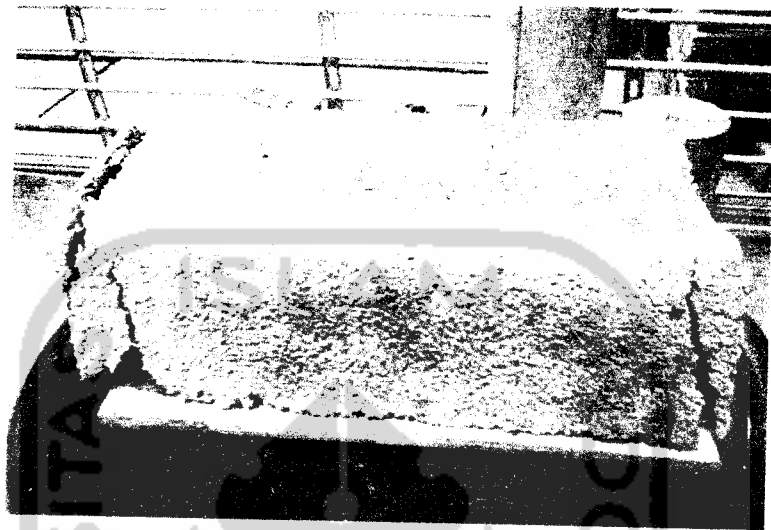
Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 342,2 KN = 342200 N

Maka, kuat desak benda uji (*MPa*) adalah:

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{342200}{16544} = 20,684 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 1,5% setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi sampingnya, ini disebabkan kerana proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah

hancur ketika dikenakan beban desak. Gambar 5.2 berikut ini adalah gambar benda uji *paving block* variasi 1,5% setelah menerima beban desak.



Gambar 5.2 Benda uji *paving block* kode B setelah menerima beban desak

3. Pengujian pada kode C variasi 3%

Benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 3% menghasilkan berat/bobot *paving block* rerata sebesar 3,089 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi zat aditif *rock* 1,5% ini adalah sebesar 19,573 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi zat aditif *rock* 3% dapat dilihat pada tabel 5.3 dibawah ini.

Tabel 5.3 Hasil uji kuat desak *paving block* dengan kode C (3%)

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Beban Max (KN)	Kuat Desak (MPa)
C1	18,8	8,8	165,44	306,2	18,508
C2	18,8	8,8	165,44	330,7	19,989
C3	18,8	8,8	165,44	322,5	19,493
C4	18,8	8,8	165,44	335,3	20,267
C5	18,8	8,8	165,44	324,4	19,608
Rerata				323,82	19,573

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji *paving block* dalam satuan *MPa* :

Benda uji kode C:

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan benda uji (A)} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 18,8 \times 8,8 = 165,44 \text{ cm}^2 \\ &= 16544 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 306,2 KN = 306200 N

Maka, kuat desak benda uji (*MPa*) adalah:

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{306200}{16544} = 18,508 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 3% setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi sampingnya, ini disebabkan karena proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah

hancur ketika dikenakan beban desak. Gambar 5.3 berikut ini adalah gambar benda uji *paving block* variasi 3% setelah menerima beban desak.



Gambar 5.3 Benda uji *paving block* kode C setelah menerima beban desak

4. Pengujian pada kode D variasi 4,5%

Benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 4,5% menghasilkan berat/bobot *paving block* rerata sebesar 3,092 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi zat aditif *rock* 4,5% ini adalah sebesar 20,557 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi zat aditif *rock* 4,5% dapat dilihat pada tabel 5.4 dibawah ini.

Tabel 5.4 Hasil uji kuat desak *paving block* dengan kode D (4,5%)

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Beban Max (KN)	Kuat Desak (MPa)
D1	18,8	8,8	165,44	357,1	21,584
D2	18,8	8,8	165,44	304,3	18,393
D3	18,8	8,8	165,44	321,8	19,451
D4	18,8	8,8	165,44	341,8	20,660
D5	18,8	8,8	165,44	375,5	22,697
Rerata				340,1	20,557

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji *paving block* dalam satuan *MPa* :

Benda uji kode D:

Luas permukaan benda uji (A) = panjang x lebar

$$= 18,8 \times 8,8 = 165,44 \text{ cm}^2$$

$$= 16544 \text{ mm}^2$$

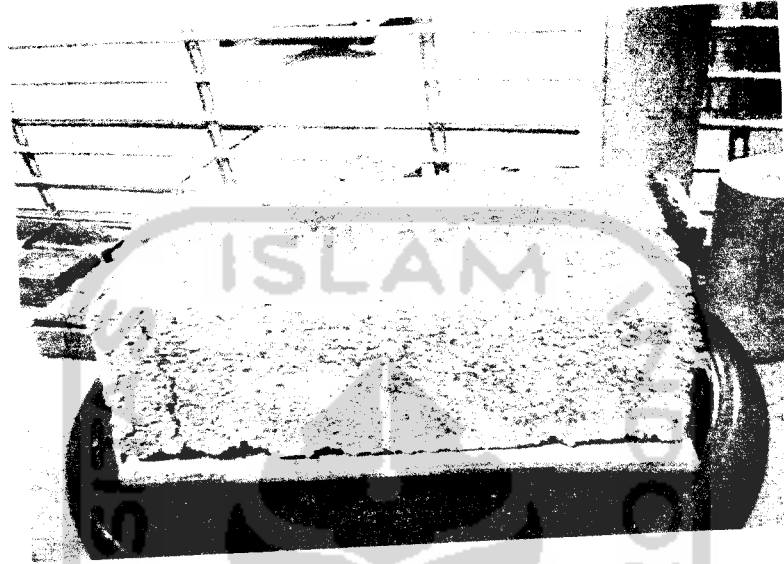
Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 357,1 KN = 357100 N

Maka, kuat desak benda uji (*MPa*) adalah:

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{357100}{16544} = 21,584 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 4,5% setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi sampingnya, ini disebabkan kerana proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah

hancur ketika dikenakan beban desak. Gambar 5.4 berikut ini adalah gambar benda uji *paving block* variasi 4,5% setelah menerima beban desak.



Gambar 5.4 Benda uji *paving block* kode E setelah menerima beban desak

5. Pengujian pada kode E variasi 6%

Benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 6% menghasilkan berat/bobot *paving block* rerata sebesar 3,087 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi zat aditif *rock* 6% ini adalah sebesar 20,276 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi zat aditif *rock* 6% dapat dilihat pada tabel 5.5 dibawah ini.



Tabel 5.5 Hasil uji kuat desak *paving block* dengan kode E (6%)

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Beban Max (KN)	Kuat Desak (MPa)
E1	18,8	8,8	165,44	286,5	17,317
E2	18,8	8,8	165,44	323,8	19,572
E3	18,8	8,8	165,44	344,9	20,847
E4	18,8	8,8	165,44	360,3	21,778
E5	18,8	8,8	165,44	361,8	21,868
Rerata				335,46	20,276

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji *paving block* dalam satuan MPa :

Benda uji kode E:

$$\begin{aligned}\text{Luas permukaan benda uji (A)} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 18,8 \times 8,8 = 165,44 \text{ cm}^2 \\ &= 16544 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 286,5 KN = 286500 N

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah:

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{286500}{16544} = 17,317 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 6% setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi sampingnya, ini disebabkan karena proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah

hancur ketika dikenakan beban desak. Gambar 5.5 berikut ini adalah gambar benda uji *paving block* variasi 6% setelah menerima beban desak.



Gambar 5.5 Benda uji *paving block* kode E setelah menerima beban desak

6. Pengujian pada kode F variasi 7,5%

Benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 7,5% menghasilkan berat/bobot *paving block* rerata sebesar 3,036 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi zat aditif *rock* 7,5% ini adalah sebesar 18,883 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi zat aditif *rock* 7,5% dapat dilihat pada tabel 5.6 dibawah ini.

Tabel 5.6 Hasil uji kuat desak *paving block* dengan kode F (7,5%)

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Beban Max (KN)	Kuat Desak (MPa)
F1	18,8	8,8	165,44	289,9	17,522
F2	18,8	8,8	165,44	320,9	19,396
F3	18,8	8,8	165,44	317,5	19,191
F4	18,8	8,8	165,44	326,7	19,747
F5	18,8	8,8	165,44	307,1	18,562
Rerata				312,42	18,883

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji *paving block* dalam satuan *MPa* :

Benda uji kode F:

Luas permukaan benda uji (A) = panjang x lebar

$$= 18,8 \times 8,8 = 165,44 \text{ cm}^2$$

$$= 16544 \text{ mm}^2$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 289,9 KN = 289900 N

Maka, kuat desak benda uji (*MPa*) adalah:

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{289900}{16544} = 17,522 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock 7,5%* setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi sampingnya, ini disebabkan kerana proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah

hancur ketika dikenakan beban desak. Gambar 5.6 berikut ini adalah gambar benda uji *paving block* variasi 7,5% setelah menerima beban desak.



Gambar 5.6 Benda uji *paving block* kode F setelah menerima beban desak

5.2.2 Hasil Pengujian Kuat Lentur *Paving Block*

Benda uji untuk uji lentur sama dengan benda uji untuk desak yaitu berupa *paving block* dengan ukuran panjang = 20 cm, lebar = 10 cm, tinggi = 7 cm. Hasil pengujian kuat lentur *paving block* ditampilkan pada tabel 5.7 sampai dengan tabel 5.12 di bawah ini.

1. Pengujian pada kode G variasi 0%

Benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 0% menghasilkan berat/bobot *paving block* rerata sebesar 3,093 kg, sedangkan untuk kuat lentur rerata yang dimiliki benda uji variasi zat aditif *rock* 0% ini adalah sebesar 3,103 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi dan kuat lentur yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi zat aditif *rock* 0% dapat dilihat pada tabel 5.7 dibawah ini.

Tabel 5.7 Hasil uji kuat lentur *paving block* dengan kode G (0%)

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Beban Max (kgf)	Kuat Lentur (MPa)
G1	20	10	7	610,30	2,931
G2	20	10	7	705,70	3,389
G3	20	10	7	578,50	2,773
G4	20	10	7	647,40	3,109
G5	20	10	7	689,80	3,313
Rerata				646,34	3,103

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan lentur benda uji *paving block* dalam satuan *MPa* :

Benda uji kode G:

Panjang benda uji = 20 cm

$$= 20 - 2 - 2 = 16 \text{ cm}$$

$$= 0,16 \text{ m}$$

Lebar benda uji = 10 cm

$$= 0,1 \text{ m}$$

Tinggi benda uji = 7 cm

$$= 0,07 \text{ m}$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 610,30 kgf

$$= 5,985 \text{ kN}$$

Maka, kuat lentur benda uji (*MPa*) adalah:

$$\sigma_p = \frac{3PL}{2bd^2} = \frac{3 \times 5,985 \times 0,16}{2 \times 0,1 \times 0,07^2} = 2931,428 \text{ KPa}$$

$$= 2,931 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 0% setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji mengalami keretakan pada bagian tengahnya, Gambar 5.7 berikut ini adalah gambar benda uji *paving block* variasi 0% setelah menerima beban.



Gambar 5.7 Benda uji *paving block* kode G setelah menerima beban Lentur

2. Pengujian pada kode H variasi 1,5%

Benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 1,5% menghasilkan berat/bobot *paving block* rerata sebesar 3,074 kg, sedangkan untuk kuat lentur rerata yang dimiliki benda uji variasi zat aditif *rock* 1,5% ini adalah sebesar 3,105 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi dan kuat lentur yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi zat aditif *rock* 1,5% dapat dilihat pada tabel 5.8 dibawah ini.

Tabel 5.8 Hasil uji kuat lentur *paving block* dengan kode H (1,5%)

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Beban Max (kgf)	Kuat Lentur (MPa)
H1	20	10	7	642,10	3,084
H2	20	10	7	620,90	2,990
H3	20	10	7	578,50	2,778
H4	20	10	7	684,50	3,288
H5	20	10	7	705,70	3,389
Rerata				646,34	3,105

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan lentur benda uji *paving block* dalam satuan *MPa* :

Benda uji kode H:

Panjang benda uji = 20 cm

$$= 20 - 2 - 2 = 16 \text{ cm}$$

$$= 0,16 \text{ m}$$

Lebar benda uji = 10 cm

$$= 0,1 \text{ m}$$

Tinggi benda uji = 7 cm

$$= 0,07 \text{ m}$$

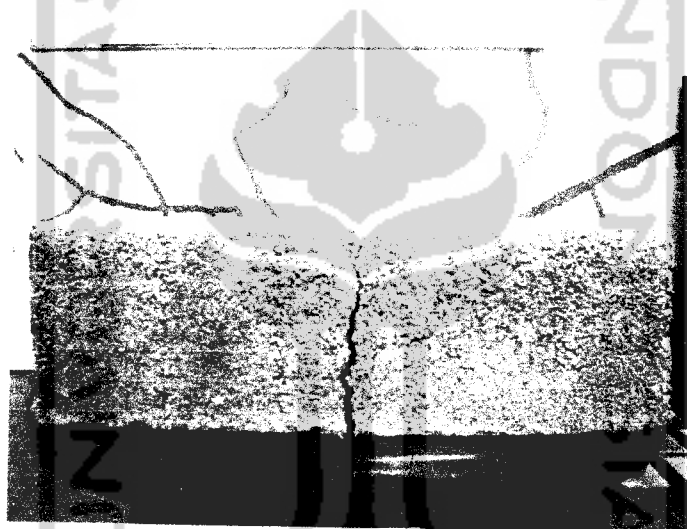
Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 642,10 kgf

$$= 6,297 \text{ kN}$$

Maka, kuat lentur benda uji (MPa) adalah:

$$\sigma_p = \frac{3PL}{2bd^2} = \frac{3 \times 6,297 \times 0,16}{2 \times 0,1 \times 0,07^2} = 3084,183 \text{ KPa}$$
$$= 3,084 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 1,5% setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji mengalami keretakan pada bagian tengahnya, Gambar 5.8 berikut ini adalah gambar benda uji *paving block* variasi 1,5% setelah menerima beban.



Gambar 5.8 Benda uji *paving block* kode H setelah menerima beban

3. Pengujian pada kode I variasi 3%

Benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 3% menghasilkan berat/bobot *paving block* rerata sebesar 3,089 kg, sedangkan untuk kuat lentur rerata yang dimiliki benda uji variasi zat aditif *rock* 3% ini adalah sebesar 3,150 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi dan kuat lentur yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi zat aditif *rock* 3% dapat dilihat pada tabel 5.9 dibawah ini.

Tabel 5.9 Hasil uji kuat lentur *paving block* dengan kode I (3%)

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Beban Max (kgf)	Kuat Lentur (MPa)
I1	20	10	7	620,90	2,982
I2	20	10	7	652,70	3,135
I3	20	10	7	642,10	3,084
I4	20	10	7	631,50	3,033
I5	20	10	7	732,20	3,517
Rerata				655,88	3,150

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan lentur benda uji *paving block* dalam satuan MPa :

Benda uji kode I:

Panjang benda uji = 20 cm

$$= 20 - 2 - 2 = 16 \text{ cm}$$

$$= 0,16 \text{ m}$$

Lebar benda uji = 10 cm

$$= 0,1 \text{ m}$$

Tinggi benda uji = 7 cm

$$= 0,07 \text{ m}$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 620,90 kgf

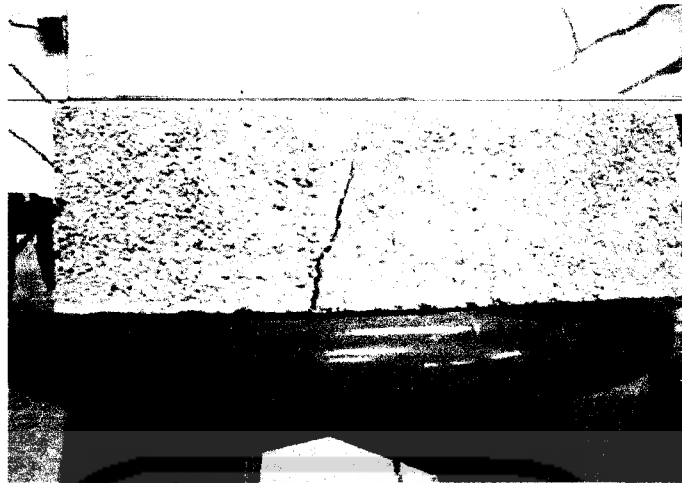
$$= 6,089 \text{ kN}$$

Maka, kuat lentur benda uji (MPa) adalah:

$$\sigma_p = \frac{3PL}{2bd^2} = \frac{3 \times 6,089 \times 0,16}{2 \times 0,1 \times 0,07^2} = 2982,367 \text{ KPa}$$

$$= 2,982 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 3% setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji mengalami keretakan pada bagian tengahnya, Gambar 5.9 berikut ini adalah gambar benda uji *paving block* variasi 3% setelah menerima beban.



Gambar 5.9 Benda uji *paving block* kode I setelah menerima beban

4. Pengujian pada kode J variasi 4,5%

Benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 4,5% menghasilkan berat/bobot *paving block* rerata sebesar 3,092 kg, sedangkan untuk kuat lentur rerata yang dimiliki benda uji variasi zat aditif *rock* 4,5% ini adalah sebesar 3,170 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi dan kuat lentur yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi zat aditif *rock* 4,5% dapat dilihat pada tabel 5.10 dibawah ini.

Tabel 5.10 Hasil uji kuat lentur *paving block* dengan kode J (4,5%)

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Beban Max (kgf)	Kuat Lentur (MPa)
J1	20	10	7	642,10	3,084
J2	20	10	7	652,70	3,135
J3	20	10	7	700,40	3,364
J4	20	10	7	562,60	2,702
J5	20	10	7	742,80	3,568
Rerata				660,12	3,170

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan lentur benda uji *paving block* dalam satuan *MPa* :

Benda uji kode J:

Panjang benda uji = 20 cm

$$= 20 - 2 - 2 = 16 \text{ cm}$$

$$= 0,16 \text{ m}$$

Lebar benda uji = 10 cm

$$= 0,1 \text{ m}$$

Tinggi benda uji = 7 cm

$$= 0,07 \text{ m}$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 642,10 kgf

$$= 6,297 \text{ kN}$$

Maka, kuat lentur benda uji (*Mpa*) adalah:

$$\sigma_p = \frac{3PL}{2bd^2} = \frac{3 \times 6,297 \times 0,16}{2 \times 0,1 \times 0,07^2} = 3084,244 \text{ KPa}$$
$$= 3,084 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 4,5% setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji mengalami keretakan pada bagian tengahnya, Gambar 5.10 berikut ini adalah gambar benda uji *paving block* variasi 4,5% setelah menerima beban.



Gambar 5.10 Benda uji *paving block* kode J setelah menerima beban

5. Pengujian pada kode K variasi 6%

Benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 6% menghasilkan berat/bobot *paving block* rerata sebesar 3,087 kg, sedangkan untuk kuat lentur rerata yang dimiliki benda uji variasi zat aditif *rock* 6% ini adalah sebesar 3,078 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi dan kuat lentur yang

dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi zat aditif *rock* 6% dapat dilihat pada tabel 5.11 dibawah ini.

Tabel 5.11 Hasil uji kuat lentur *paving block* dengan kode K (6%)

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Beban Max (kgf)	Kuat Lentur (MPa)
K1	20	10	7	610,30	2,931
K2	20	10	7	668,60	3,211
K3	20	10	7	652,70	3,135
K4	20	10	7	658	3,160
K5	20	10	7	615,60	2,956
Rerata				641,04	3,078

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan lentur benda uji *paving block* dalam satuan *MPa* :

Benda uji kode K:

Panjang benda uji = 20 cm

$$= 20 - 2 - 2 = 16 \text{ cm}$$

$$= 0,16 \text{ m}$$

Lebar benda uji = 10 cm

$$= 0,1 \text{ m}$$

Tinggi benda uji = 7 cm
= 0,07 m

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 610,30 kgf
= 5,985 kN

Maka, kuat lentur benda uji (MPa) adalah:

$$\sigma_p = \frac{3PL}{2bd^2} = \frac{3 \times 5,985 \times 0,16}{2 \times 0,1 \times 0,07^2} = 2931,428 \text{ Kpa}$$
$$= 2,931 \text{ Mpa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 6% setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji mengalami keretakan pada bagian tengahnya, Gambar 5.11 berikut ini adalah gambar benda uji *paving block* variasi 6% setelah menerima beban.



Gambar 5.11 Benda uji *paving block* kode K setelah menerima beban

6. Pengujian pada kode L variasi 7,5%

Benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 7,5% menghasilkan berat/bobot *paving block* rerata sebesar 3,036 kg, sedangkan untuk kuat lentur rerata yang dimiliki benda uji variasi zat aditif *rock* 7,5% ini adalah sebesar 2,849 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi dan kuat lentur yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi zat aditif *rock* 7,5% dapat dilihat pada tabel 5.12 dibawah ini.

Tabel 5.12 Hasil uji kuat lentur *paving block* dengan kode L (7,5%)

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Beban Max (kgf)	Kuat Lentur (MPa)
L1	20	10	7	473,20	2,28
L2	20	10	7	679,20	3,262
L3	20	10	7	573,20	2,753
L4	20	10	7	620,90	2,982
L5	20	10	7	520,20	2,498
Rerata				573,34	2,755

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan lentur benda uji *paving block* dalam satuan MPa :

Benda uji kode L:

Panjang benda uji = 20 cm

$$= 20 - 2 - 2 = 16 \text{ cm}$$

$$= 0,16 \text{ m}$$

Lebar benda uji = 10 cm

$$= 0,1 \text{ m}$$

Tinggi benda uji = 7 cm

$$= 0,07 \text{ m}$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 473,20 kgf

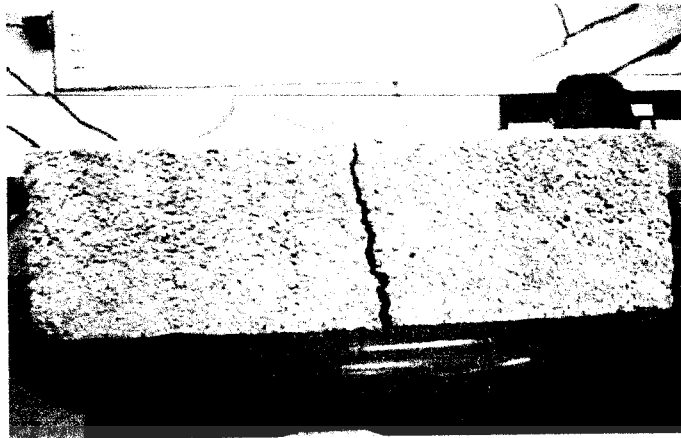
$$= 4,655 \text{ kN}$$

Maka, kuat lentur benda uji (MPa) adalah:

$$\sigma_p = \frac{3PL}{2bd^2} = \frac{3 \times 4,655 \times 0,16}{2 \times 0,1 \times 0,07^2} = 2280 \text{ KPa}$$

$$= 2,28 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji *paving block* dengan variasi zat aditif *rock* 7,5% setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji mengalami keretakan pada bagian tengahnya, Gambar 5.12 berikut ini adalah gambar benda uji *paving block* variasi 7,5% setelah menerima beban.



Gambar 5.12 Benda uji *paving block* kode L setelah menerima beban

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui nilai kekuatan desak, kuat lentur dan juga berat dari benda uji *paving block* untuk setiap variasi dan *paving block* dengan variasi 0% sebagai pembandingan. Untuk lebih jelasnya, besar dari nilai-nilai tersebut seperti yang terlihat pada tabel 5.13 untuk kuat desak dan tabel 5.14 untuk kuat lentur pada pembahasan hasil penelitian dibawah ini.

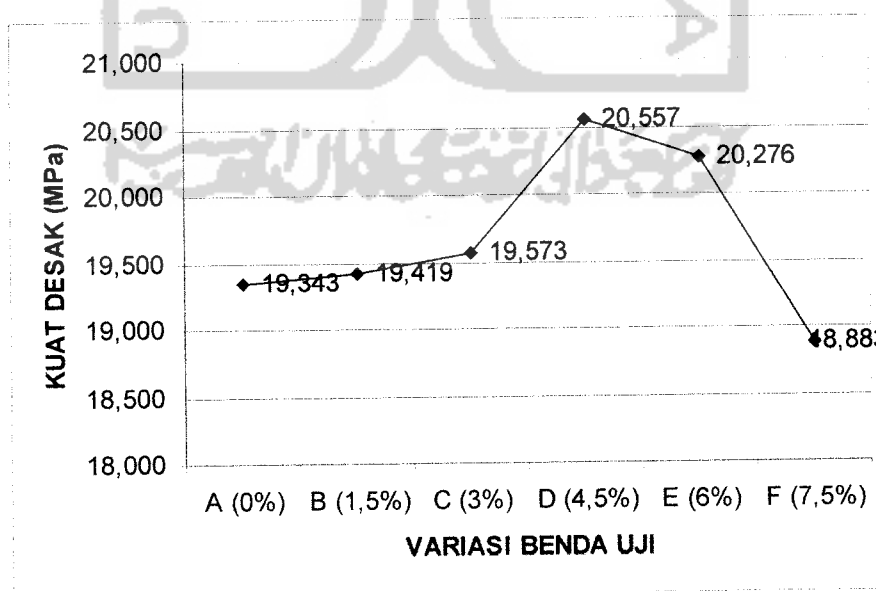
5.3 Pembahasan Hasil Penelitian

Untuk lebih memudahkan dalam hal pembahasan, hasil penelitian uji desak dan uji lentur *paving block* dengan berbagai variasi, ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar sebagai berikut.

Tabel 5.13 Nilai kuat desak rerata dan berat rerata *paving block* tiap variasi

KODE	ROCK (%)	KUAT DESAK (MPA)	BERAT (KG)
A	0%	19,343	3,093
B	1,5%	19,419	3,074
C	3%	19,573	3,089
D	4,5%	20,557	3,092
E	6%	20,276	3,087
F	7,5%	18,883	3,036

Dari tabel 5.13 di atas dapat digambarkan grafik kuat desak rerata benda uji *paving block* pada tiap variasi zat aditif *rock* seperti yang terlihat pada gambar 5.13 berikut ini.

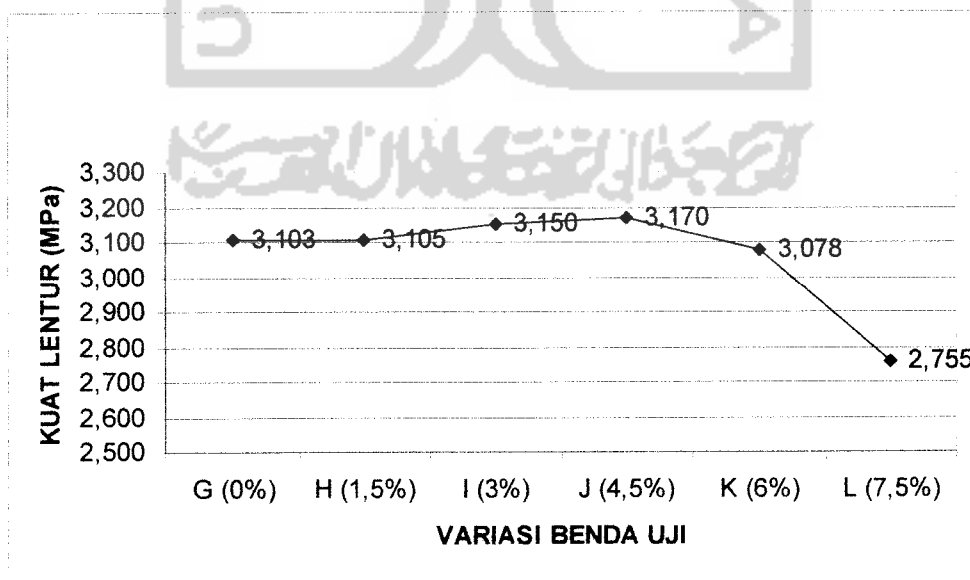


Gambar 5.13 Grafik kuat desak rerata *paving block* untuk tiap variasi

Tabel 5.13 Nilai kuat desak rerata dan berat rerata *paving block* tiap variasi

KODE	ROCK (%)	KUAT LENTUR (MPA)	BERAT (KG)
G	0%	3,103	3,093
H	1,5%	3,105	3,074
I	3%	3,150	3,089
J	4,5%	3,170	3,092
K	6%	3,078	3,087
L	7,5%	2,755	3,036

Dari tabel 5.14 di atas dapat digambarkan grafik kuat lentur rerata benda uji *paving block* pada tiap variasi zat aditif *rock* seperti yang terlihat pada gambar 5.14 berikut ini.



Gambar 5.14 Grafik kuat lentur rerata *paving block* untuk tiap variasi

Dari Gambar di atas dapat disimpulkan bahwa kuat desak dan kuat lentur *paving block* meningkat dan maksimum pada variasi zat aditif sebesar 4,5% yaitu sebesar 20,557 MPa untuk kuat desak dan 3,170 MPa untuk kuat lentur.

Kuat desak dan kuat lentur *paving block* optimum terjadi pada variasi zat aditif 4,5% sebesar 20,557 MPa dan 3,170 MPa, peningkatan ini terjadi karena pada variasi 4,5% proses pengerasan antar butir agregat sudah berjalan tidak terlalu cepat maupun terlalu lambat seiring dengan waktu dilakukannya pencetakan benda uji sehingga pengerasan berlangsung setelah benda uji dicetak. Sedangkan pada variasi 1,5% dan 3% proses pengerasan berlangsung sangat lambat dikarenakan pada variasi tersebut zat aditif *rock* pada *paving block* komposisinya masih sedikit sehingga belum menunjukkan kekuatan yang berarti. Sedangkan pada variasi 6% dan 7,5% untuk kuat desak maupun kuat lentur, *paving block* sudah mengalami penurunan, itu di karenakan zat aditif yang digunakan melebihi batas penggunaannya karena zat tersebut bereaksi (proses pengerasan dan pengikatan antar butir agregat) terlalu cepat sebelum benda uji dicetak. Sehingga bila benda uji di tumbuk dalam cetakan maka proses pengerasan dan pengikatan antar butir agregat akan terganggu sehingga lekatan antar butir agregat nya akan saling terpisah dan akan mengakibatkan kekuatan dari *paving block* itu sendiri akan menurun atau melemah.

Penurunan kekuatan terjadi pada variasi 7,5% di titik 18,883 MPa untuk kuat desak, sedangkan untuk kuat lentur penurunan kekuatan minimum juga terjadi pada variasi 7,5%, yaitu sebesar 2,755 Mpa. Penurunan kekuatannya

kekuatannya terjadi karena ikatan antar butir agregat tidak maksimal. Hal ini disebabkan karena proses pengerasan yang terlalu dini sehingga kekuatan lekatan antar butir agregat akan berkurang saat di tumbuk dalam cetakan *paving block*.

Pada penelitian ini penggunaan zat aditif *rock* pada *paving block* dengan variasi 4,5% mencapai kuat desak maksimum sebesar 20,557 MPa, dimana untuk *paving block* tanpa menggunakan zat aditif *rock* kuat desak nya 19,343 MPa. Hal ini berarti penggunaan zat aditif *rock* pada variasi 4,5% terjadi peningkatan kuat desak sebesar 6,276 %, sedangkan Pada kuat lentur maksimum penggunaan zat aditif *rock* pada *paving block* dengan variasi 4,5% terjadi peningkatan 2,159% dari 3,103 MPa pada *paving block* tanpa menggunakan zat aditif *rock* menjadi 3,170 MPa setelah menggunakan zat aditif *rock*. Peningkatan kuat desak dan kuat lentur *paving block* ini terjadi karena pada variasi 4,5% proses pengerasan dan perekatan antar butiran agregat-agregat nya terjadi setelah benda uji dicetak.

5.3.1 Pembahasan Hasil Uji Statistik

Pengujian statistik dilakukan dengan menggunakan program SPSS dimana tujuan pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kenaikan kuat desak dan kuat lentur apakah signifikan dalam memprediksi nilai variabel dependen. Dimana dapat dilihat dengan penerimaan dan penolakan hipotesis dimana:

H_0 = Koefisien tidak signifikan

H_a = Koefisien adalah signifikan

Ketentuannya adalah, H_0 diterima jika nilai signifikan hitung lebih besar dari 0,05 dan menolak H_0 jika nilai signifikan hitung lebih kecil dari 0,05, maka

kesimpulan dari analisis saya yang bisa diambil adalah menerima H_0 yang berarti koefisien konstanta adalah tidak signifikan secara statistik. Tabel hitungan uji statistik dapat dilihat pada lampiran.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Zat aditif *rock* dapat digunakan sebagai campuran bahan susun *paving block*. Penggunaan zat aditif *rock* sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving block* sebanyak 4,5% mengalami peningkatan kuat desak dan kuat lentur pada *paving block* berbentuk empat persegi panjang dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 7 cm, sebesar 6,276% yaitu dari 19,343 MPa pada *paving block* tanpa menggunakan zat aditif *rock* menjadi 20,557 MPa. Sedangkan untuk kuat lentur, mengalami peningkatan sebesar 2,159% yaitu dari 3,103 MPa pada *paving block* tanpa menggunakan zat aditif *rock* menjadi 3,170 MPa. Hal ini disebabkan zat aditif *rock* telah menjadi perekat dan dapat mengikat antara butiran agregat setelah *paving block* di cetak sehingga menghasilkan *paving block* yang pasif dan padat.
2. Kuat desak *paving block* berbentuk empat persegi panjang dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 7 cm dan dengan campuran zat aditif *rock* sebanyak 7,5% mengalami penurunan kekuatan sebesar 2,43%, dari 19,343 MPa tanpa menggunakan zat aditif *rock* menjadi 18,883 MPa setelah menggunakan zat aditif *rock*. Sedangkan untuk kuat lentur dengan campuran zat aditif *rock* sebanyak 6% dan 7,5% mengalami penurunan masing-masing

sebesar 0,81% dan 12,63% dari 3,103 *MPa* tanpa menggunakan zat aditif *rock* menjadi 3,078 *MPa* untuk variasi 6% dan 2,755 *MPa* untuk variasi 7,5%. Hal ini disebabkan penggunaan campuran zat aditif *rock* pada batas tersebut tidak dapat lagi mengikat karena sebelum adukan dicetak, pengerasan sudah berlangsung cepat sehingga apabila adukan *paving block* ditumbuk dalam cetakan maka ikatan antar butiran akan mengalami perubahan kekuatan sehingga dapat menurunkan kekuatan *paving block* itu sendiri.

3. Sehingga apabila dilihat dari segi kekuatan maka penggunaan zat aditif *rock* optimum pada variasi 4,5%, namun kenaikan tersebut tidak signifikan.

6.2 Saran

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

1. Dicoba untuk pengujian kuat desak maupun kuat lentur pada umur 3 hari 7 hari dan 14 hari.
2. Lakukan pengujian terhadap tingkat keausan permukaan *paving block*.
3. Pelaksanaan pengadukan bahan campuran untuk membuat benda uji dan pencetakan benda uji dilakukan dengan mesin.

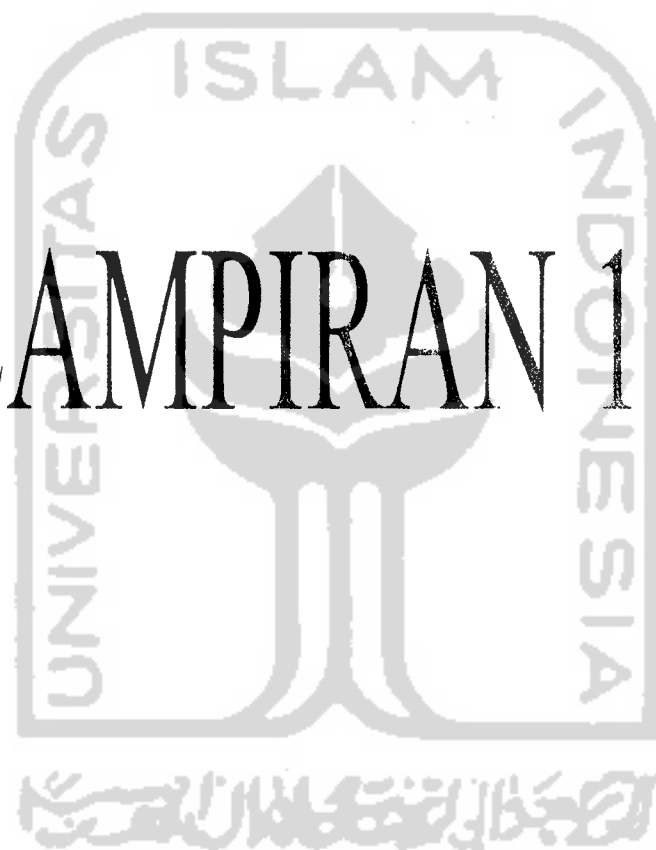
DAFTAR PUSTAKA

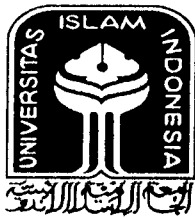
1. Agus Prasetya dan Greget Anggraito 2005, **PERILAKU MEKANIK PAVING BLOCK DENGAN VARIASI ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN**, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Andry Yulantoro, 2002, **PENGARUH ABU AMPAS TEBU HASIL PEMBAKARAN ULANG TERHADAP KUAT DESAK BETON PAVING BLOCK**, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
3. Hananto BS, 1989, **INTERLOCKING CONCRETE BLOCK SEBAGAI ALTERNATIF PERKERASAN DAN PENERAPANNYA**, PT Conblock Indonesia, Jakarta.
4. Ibnu dan Soegi, 2000, **PENGARUH BENTUK PAVING BLOCK TERHADAP KUAT DESAK DAN DAYA SERAP AIR**, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
5. Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995, **TEKNOLOGI BETON**, Buku Ajar Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
6. Murdock, L.J., dan Brook, K.M., (diterjemahkan oleh Ir. Stefanus Hendarko), 1986, **BAHAN DAN PRAKTEK BETON**, Edisi keempat Penerbit Erlangga, Jakarta
7. Pino Iskandar, 1984, **CONCRETE BLOCK PAVING IN INDONESIA**, PT Conblock Indonesia, Jakarta.

8. PBI, 1971, **PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA**, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
9. Syahri Alhusin, MS, 2002 **APLIKASI STATISTIK PRAKTIS DENGAN SPSS.10 FOR WINDOWS**, Cetakan Pertama Penerbit J&J Learning.
10. -----SK-SNI-M-08-1991-03, **Beton Memakai Beban Titik di Tengah**, 1990.



LAMPIRAN 1





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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK PAVING BLOCK

NO. /Ka.Ops./LBKT/ /2007

Nama Penguji : Sucitra Wijaya

Tanggal Pengujian : 22 – 02 – 2007

Umur : 28 hari

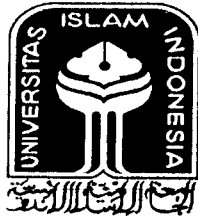
Jumlah : 5 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : A

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Berat (kg)	Beban Max (KN)
A1	19,4	9,4	182,36	3,138	320,2
A2	19,4	9,4	182,36	3,112	322
A3	19,4	9,4	182,36	3,097	320,1
A4	19,4	9,4	182,36	3,114	309,3
A5	19,4	9,4	182,36	3,133	330,5

Mengetahui



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK PAVING BLOCK

NO. /Ka.Ops./LBKT/ /2007

Nama Penguji : Sucitra Wijaya

Tanggal Pengujian : 22 – 02 – 2007

Umur : 28 hari

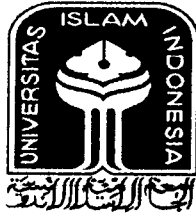
Jumlah : 5 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : B

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Berat (kg)	Beban Max (KN)
B1	19,4	9,4	182,36	3,122	342,2
B2	19,4	9,4	182,36	3,129	326,6
B3	19,4	9,4	182,36	3,094	311,5
B4	19,4	9,4	182,36	3,093	280,3
B5	19,4	9,4	182,36	3,154	345,8

Mengetahui



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK PAVING BLOCK

NO. /Ka.Ops./LBKT/ /2007

Nama Penguji : Sucitra Wijaya

Tanggal Pengujian : 22 – 02 – 2007

Umur : 28 hari

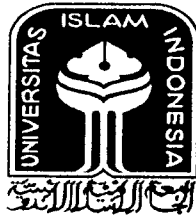
Jumlah : 5 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : C

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Berat (kg)	Beban Max (KN)
C1	19,4	9,4	182,36	3,072	306,2
C2	19,4	9,4	182,36	3,060	330,7
C3	19,4	9,4	182,36	3,101	322,5
C4	19,4	9,4	182,36	3,163	335,3
C5	19,4	9,4	182,36	3,068	324,4

Mengetahui



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK PAVING BLOCK

NO. /Ka.Ops./LBKT/ /2007

Nama Penguji : Sucitra Wijaya

Tanggal Pengujian : 22 - 02 - 2007

Umur : 28 hari

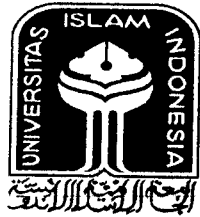
Jumlah : 5 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : D

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Berat (kg)	Beban Max (KN)
D1	19,4	9,4	182,36	3,036	357,1
D2	19,4	9,4	182,36	3,115	304,3
D3	19,4	9,4	182,36	3,131	321,8
D4	19,4	9,4	182,36	3,085	341,8
D5	19,4	9,4	182,36	3,090	375,5

Mengetahui



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Jln. Kaliurang Km. 14,4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK PAVING BLOCK
NO. /Ka.Ops./LBKT/ /2007

Nama Penguji : Sucitra Wijaya

Tanggal Pengujian : 22 - 02 - 2007

Umur : 28 hari

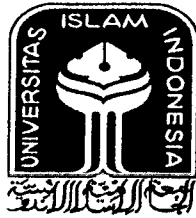
Jumlah : 5 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : E

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Berat (kg)	Beban Max (KN)
E1	19,4	9,4	182,36	3,038	286,5
E2	19,4	9,4	182,36	3,072	323,8
E3	19,4	9,4	182,36	3,100	344,9
E4	19,4	9,4	182,36	3,155	360,3
E5	19,4	9,4	182,36	3,120	361,8

Mengetahui



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Jln. Kaliurang Km. 14,4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK PAVING BLOCK
NO. /Ka.Ops./LBKT/ /2007

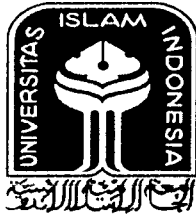
Nama Penguji : Sucitra Wijaya Tanggal Pengujian : 22 – 02 – 2007
Umur : 28 hari
Jumlah : 5 benda uji
Keperluan : Tugas Akhir Kode : F

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Berat (kg)	Beban Max (KN)
F1	19,4	9,4	182,36	3,049	289,9
F2	19,4	9,4	182,36	3,083	320,9
F3	19,4	9,4	182,36	3,065	317,5
F4	19,4	9,4	182,36	3,067	326,7
F5	19,4	9,4	182,36	3,083	307,1

Mengetahui

LAMPIRAN 2





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Jln. Kaliurang Km. 14,4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN LENTUR PAVING BLOCK

NO. /Ka.Ops./LBKT/ /2007

Nama Penguji : Sucitra Wijaya

Tanggal Pengujian : 22 – 02 – 2007

Umur : 28 hari

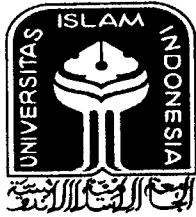
Jumlah : 5 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : G

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Beban Max (kgf)
G1	20	10	7	3,080	610,30
G2	20	10	7	3,084	705,70
G3	20	10	7	3,058	578,50
G4	20	10	7	3,075	647,40
G5	20	10	7	3,052	689,80

Mengetahui



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Jln. Kaliurang Km. 14,4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN LENTUR *PAVING BLOCK*
NO. /Ka.Ops./LBKT/ /2007

Nama Penguji : Sucitra Wijaya

Tanggal Pengujian : 22 – 02 – 2007

Umur : 28 hari

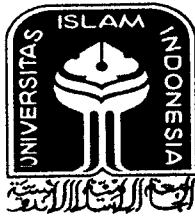
Jumlah : 5 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : H

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Beban Max (kgf)
H1	20	10	7	3,073	642,10
H2	20	10	7	3,035	620,90
H3	20	10	7	2,997	578,50
H4	20	10	7	3,009	684,50
H5	20	10	7	3,040	705,70

Mengetahui



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Jln. Kaliurang Km. 14,4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN LENTUR *PAVING BLOCK*
NO. /Ka.Ops./LBKT/ /2007

Nama Penguji : Sucitra Wijaya

Tanggal Pengujian : 22 – 02 – 2007

Umur : 28 hari

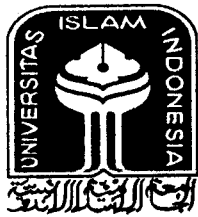
Jumlah : 5 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : J

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Beban Max (kgf)
J1	20	10	7	3,060	642,10
J2	20	10	7	3,102	652,70
J3	20	10	7	3,118	700,40
J4	20	10	7	3,072	562,60
J5	20	10	7	3,116	742,80

Mengetahui



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Jln. Kaliurang Km. 14,4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN LENTUR PAVING BLOCK
NO. /Ka.Ops./LBKT/ /2007

Nama Penguji : Sucitra Wijaya

Tanggal Pengujian : 22 – 02 – 2007

Umur : 28 hari

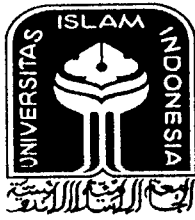
Jumlah : 5 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : K

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Beban Max (kgf)
K1	20	10	7	3,019	610,30
K2	20	10	7	3,050	668,60
K3	20	10	7	3,124	652,70
K4	20	10	7	3,063	658
K5	20	10	7	3,136	615,60

Mengetahui



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Jln. Kaliurang Km. 14,4 tlp : 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN LENTUR PAVING BLOCK
NO. /Ka.Ops./LBKT/ /2007

Nama Penguji : Sucitra Wijaya

Tanggal Pengujian : 22 – 02 – 2007

Umur : 28 hari

Jumlah : 5 benda uji

Keperluan : Tugas Akhir

Kode : L

Kode	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Beban Max (kgf)
L1	20	10	7	3,008	473,20
L2	20	10	7	3,050	679,20
L3	20	10	7	2,995	573,20
L4	20	10	7	2,979	620,90
L5	20	10	7	2,985	520,20

Mengetahui

LAMPIRAN 3





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO. 200

(UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR)

ngirim :
terima tanggal :
egat asal : Sleman, Kaliurang
perluan : TUGAS AKHIR

Ukuran butir maksimum	Berat minimum	Keterangan
Sampai 4.80 mm	500 gram	Pasir
9.60 mm	1000 gram	Kerikil
19.20 mm	1500 gram	Kerikil
38.00 mm	2500 gram	Kerikil

	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
Berat agregat kering oven (W_1), gram	500	500	500
Berat ag. kering oven setelah di cuci (W_2), gram	493	497	495
Berat yang lewat ayakan no. 200, persen $\{ (W_1 - W_2) / W_1 \} \times 100 \%$	1.4%	0.6	1%.

nurut Persyaratan umum Bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI-1982) berat bagian yang rat ayakan no. 200 (0.075 mm) :

- Untuk pasir maksimum 5 % (lima persen)
- Untuk kerikil maksimum 1 % (satu persen)

Di syahkan

.....

Yogyakarta,

Dikerjakan oleh :

SUCITRA WIJAYA
.....

LAMPIRAN 4





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) /ANALISA SARINGAN

AGREGAT HALUS

ma sample: Pasir Peneliti : 1 SUCITRA WIJAYA (00511053)
al : Sleman, Kaliurana. 2 _____

Ukuran ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat tertinggal Kumulatif (%)	Persen lolos Kumulatif (%)
40.00				
20.00				
10.00	0	0	0	100
4.80	42	2,1	2,1	97,9
2.40	196	9,55	11,65	88,35
1.20	228	11,4	23,05	76,95
0.60	802	40,1	63,15	36,85
0.30	512	25,6	88,75	11,25
0.15	173	8,65	97,4	2,6
Sisa	52	2,6	-	97,4
Jumlah	2000	100	100	-

dulus halus butir = $\frac{284,9}{100} = 2,849$

GRADASI PASIR

Ukuran ayakan (mm)	Persen butir agregat yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.80	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2.40	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1.20	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0.60	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0.30	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0.15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

- Daerah I : Pasir kasar
- Daerah II : Pasir agak kasar
- Daerah III : Pasir agak halus
- Daerah IV : Pasir halus

Di syahkan
.....

Yogyakarta, _____
Dikerjakan oleh :
SUCITRA WIJAYA
.....



LAMPIRAN 5

OUT PUT DESAK

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ROCK	2.250	1.9365	4
DESAK	19.72300	.564173	4

Correlations

		ROCK	DESAK
Pearson Correlation	ROCK	1.000	.869
	DESAK	.869	1.000
Sig. (1-tailed)	ROCK	.	.066
	DESAK	.066	.
N	ROCK	4	4
	DESAK	4	4

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	DESAK ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: ROCK

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.869 ^a	.755	.632	1.1751

a. Predictors: (Constant), DESAK

b. Dependent Variable: ROCK

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	8.488	1	8.488	6.148	.131 ^a
	Residual	2.762	2	1.381		
	Total	11.250	3			

a. Predictors: (Constant), DESAK

b. Dependent Variable: ROCK

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-56.555	23.724		-2.384	.140
	DESAK	2.982	1.203	.869	2.479	.131

a. Dependent Variable: ROCK

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	1.117	4.737	2.250	1.6821	4
Std. Predicted Value	-.674	1.478	.000	1.000	4
Standard Error of Predicted Value	.6146	1.1623	.8033	.2452	4
Adjusted Predicted Value	1.261	15.469	4.987	6.9932	4
Residual	-1.117	1.197	.000	.9594	4
Std. Residual	-.951	1.019	.000	.816	4
Stud. Residual	-1.371	1.195	-.310	1.219	4
Deleted Residual	-10.969	1.648	-2.737	5.6748	4
Stud. Deleted Residual	-3.952	1.582	-1.002	2.394	4
Mahal. Distance	.071	2.185	.750	.970	4
Cook's Distance	.007	42.629	10.853	21.185	4
Centered Leverage Value	.024	.728	.250	.323	4

a. Dependent Variable: ROCK

OUT PUT LENTUR

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ROCK2	2.250	1.9365	4
LENTUR	3.13200	.033357	4

Correlations

		ROCK2	LENTUR
Pearson Correlation	ROCK2	1.000	.952
	LENTUR	.952	1.000
Sig. (1-tailed)	ROCK2	.	.024
	LENTUR	.024	.
N	ROCK2	4	4
	LENTUR	4	4

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LENTUR ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: ROCK2

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.952 ^a	.906	.860	.7253

a. Predictors: (Constant), LENTUR

b. Dependent Variable: ROCK2

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	10.198	1	10.198	19.384	.048 ^a
	Residual	1.052	2	.526		
	Total	11.250	3			

a. Predictors: (Constant), LENTUR

b. Dependent Variable: ROCK2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-170.864	39.322		-4.345	.049
	LENTUR	55.273	12.554	.952	4.403	.048

a. Dependent Variable: ROCK2

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	.647	4.350	2.250	1.8437	4
Std. Predicted Value	-.869	1.139	.000	1.000	4
Standard Error of Predicted Value	.4273	.5993	.5092	.0707	4
Adjusted Predicted Value	.104	4.029	2.202	1.8194	4
Residual	-.647	.742	.000	.5922	4
Std. Residual	-.892	1.023	.000	.816	4
Stud. Residual	-1.264	1.404	.022	1.137	4
Deleted Residual	-1.299	1.396	.048	1.1535	4
Stud. Deleted Residual	-1.994	8.170	1.534	4.527	4
Mahal. Distance	.291	1.298	.750	.416	4
Cook's Distance	.046	.868	.466	.431	4
Centered Leverage Value	.097	.433	.250	.139	4

a. Dependent Variable: ROCK2



INTRODUCTION

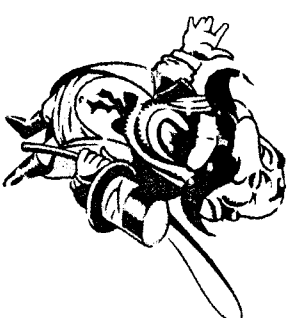
Concern Point in Soil Foundation

Difficulties in treatment of weak foundation, as well as in salvage of local materials (especially soil and sand), wasted materials to construction materials.

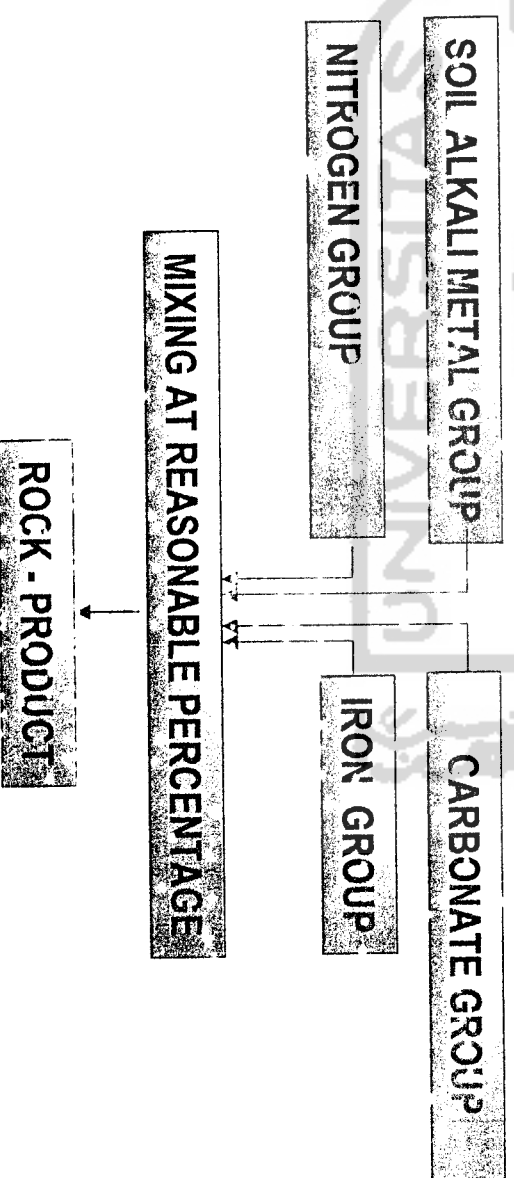
Complicated techniques are required for construction since most of constructions on soil foundation in plains and offshore areas meet natural base consisting of weak soil layers.

High construction cost in aggregate stone treatment since the rare materials and complex construction.

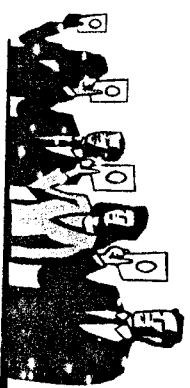
INTRODUCTION



Rock is a multi-purpose hardening additive which is mixed from inorganic elements used to chemically treat organic substances, to increase the condense effect of cement.

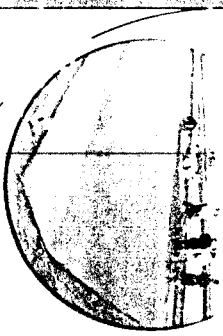


ADVANTAGES



- No Aggregate Stone Needed
- Can be mixed with sea sand without washing
- Simple construction method
- Ultimate solution for swamp area
- Crack prevention
- Definitely decrease the material cost

APPLICATION



• **Transport facilities**

(Treatment of weak soil, surface pavement of rural roads)

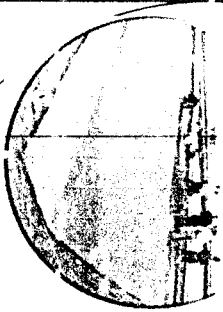


• **Irrigation facilities, construction at the edge of sea**

(Improving foundation in seabed and irrigation facility, consolidating the base of fishery raising ponds)



APPLICATION



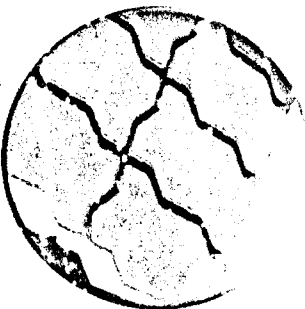
Construction materials & facilities

(Yard, stadium, fire resisting materials, floor tiles, brick for pavement of parks)



Environmental treatment

(Can be mixed with coal ash to make brick)



COMPARISON

SPECIFICATION FOR ROCK & AGGREGATE ROAD (KALIMANTAN)

NO	WORK ITEM	DIMENSION	SPECIFICATION
A. ROCK			
1	Subgrade		Compacted
2	Base Course (Class B)	thickness = 25 cm	Selected soil (existing road soil) + cement 8 % of soil weight
3	Base Course (Class A)	thickness = 15 cm	Selected soil + cement 8% of soil weight + rock 2 % of cement weight
4	Curing	cover by vinyl	Cover by vinyl four hour, protection from raining
B. AGGREGATE ROAD			
1	Subgrade		Compacted
2	Base Course (Class B)	thickness = 25 cm	Sand gravel and compaction
3	Base Course (Class A)	thickness = 15 cm	Crushed stone 5/7 and compaction

COMPARISON

COMPARISON ROCK AND AGGREGATE ROAD

(KALIMANTAN)

Alternative	Pavement Type	Thickness (m)	Unit Price/M3 (Rp.)	Unit Price/M2 (Rp.)	Quantity		Total Price/M2 (Rp.)	Layer Structure
					(M ²)	(M ³)		
I	SOIL CEMENT 8% + ROCK 2%	0.4	-	1,968.60	1.00	0.25	1,968.60	Soil cement 8% + additive rock 2% (Thk = 150 mm)
	a) Subgrade	Completed	0.0	64,359.43	1.00	0.25	64,359.43	Subgrade
	b) Soil cement 8%	Soil cement	0.25	480,035.76	1.00	0.15	72,005.36	Soil cement 8% (Thk = 250 mm)
	c) Soil cement 8% + additive rock 2%	Soil cement	0.15	-	1,500.00	0.15	1,500.00	Soil cement 8% + additive rock 2% (Thk = 250 mm)
	d) Curbing	Coast Vinyl	0.025	-	-	-	-	-
	Total						136,833.39	
II	CONCRETE	0.8	-	1,968.60	1.00	0.25	1,968.60	Crushed stone (Thk = 150 mm)
	a) Subgrade	Completed	0.0	136,931.78	1.00	0.25	136,931.78	Subgrade
	b) Base Course (Class B)	Sand Gravel	0.25	595,727.13	1.00	0.15	89,359.07	Base Course (Class B) (Thk = 250 mm)
	c) Base Course (Class A)	Crushed stone	0.15	-	89,359.07	0.15	89,359.07	Base Course (Class A)
	Total						226,290.85	

COMPARISON

COMPARISON PRICE

Calculation based : 1 m² road

Material	5 cm			10 cm			15 cm		
	Qty	Price/unit (Rp.)	Total Price (Rp.)	Qty	Price/unit (Rp.)	Total Price (Rp.)	Qty	Price/unit (Rp.)	Total Price (Rp.)
Soil/sand*	0,15 m ³	20.000,00	3.000,00	0,30 m ³	20.000,00	6.000,00	0,45 m ³	20.000,00	9.000,00
Cement**	22,50 kg	25.000,00	11.250,00	45,00 kg	25.000,00	22.500,00	67,50 kg	25.000,00	33.750,00
Rock***	0,45 L	64.400,00	28.980,00	0,90 L	64.400,00	57.960,00	1,35 L	64.400,00	86.940,00
Total			14.410,00			28.820,00			43.230,00

Note :

- * : 1 m³ soil/sand = 1500 kg soil/sand
- soil/sand price depends on location
- ** : - cement quantity is 10 % from soil/sand
- *** : - Rock quantity is 2% from cement
- Rock price is USD 7/liter (1 USD = 9.200 IDR)

RESEARCH RESULT

COMPRESSION TEST*

	Soil stabilized by LIME (soaking test)	VALUE	Soil stabilized by CEMENT (dry test)	VALUE	Sand stabilized by CEMENT (dry test)	VALUE
Strength	Soil + 10% lime	2.10	Soil + 8% cement	12.18	Sand + 8% cement	8.61
	Soil + 10% lime + 2 % Rock	2.94	Soil + 8% cement+ 2 % Rock	13.92	Sand + 8% cement+ 2 % Rock	13.12
	Soil + 10% lime + 4 % Rock	2.33	Soil + 8% cement + 4 % Rock	12.12	Sand + 8% cement + 4 % Rock	12.49
	Soil + 10% lime	374.33	Soil + 8% cement	1762.33	Sand + 8% cement	2160.00
	Soil + 10% lime + 2 % Rock	435.00	Soil + 8% cement+ 2 % Rock	1989.00	Sand + 8% cement+ 2 % Rock	2452.60
Elastic modular	Soil + 10% lime+ 4 % Rock	403.00	Soil + 8% cement + 4 % Rock	1943.00	Sand + 8% cement+ 4 % Rock	2425.60
	Soil + 10% lime	3.18	Soil + 8% cement	31.85	Sand + 8% cement	198.25
	Soil + 10% lime+ 2 % Rock	3.99	Soil + 8% cement+ 2 % Rock	107.60	Sand + 8% cement+ 2 % Rock	220.50
CE%:	Soil + 10% lime+ 4 % Rock	3.22	Soil + 8% cement+ 4 % Rock	99.75	Sand + 8% cement+ 4 % Rock	206.40

* (2001) - Ministry of Transport (Research for Transportation Science and Technology, VIETNAM)

RESEARCH RESULT

Experiment result with clay*

- Effective with hardened clay by 10% of lime + 2% of Rock
- Effective with hardened clay by 10% of lime and 5% of cement + 2% of Rock
- Effect increase fast when materials is at saturated condition:
 - R_m increases to 40%
 - Edh increases to 16%
 - CBR increases to 25%
- Stability ratio of compressed intensity increased 1.3 times

* Sample location : Thanh Tri, Vietnam

RESuLT

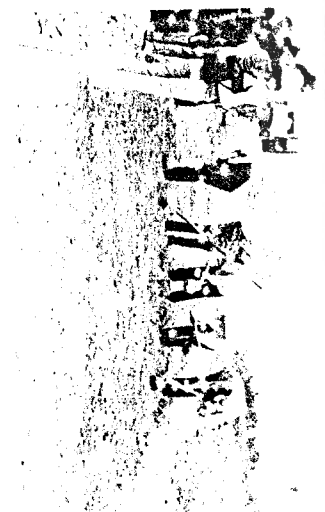
Experiment result with sand*

- Effective with hardened sand by 8% of cement plus 2% of Rock
- Effect increases fast when materials is at saturated condition:
 - Rn increases to 23.6%
 - Edh increases to 13.5%
 - CBR increases to 11.2%

* Sample location : Red river, Vietnam

RES RESULT

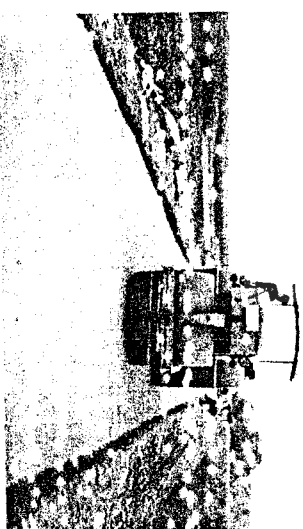
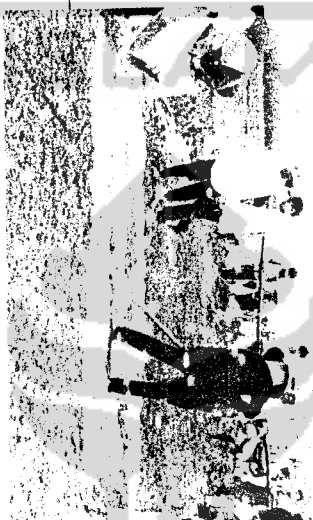
ROCK for village and farm road*



* Documentation in Trusmi, TPI, Wason

RES RESULT

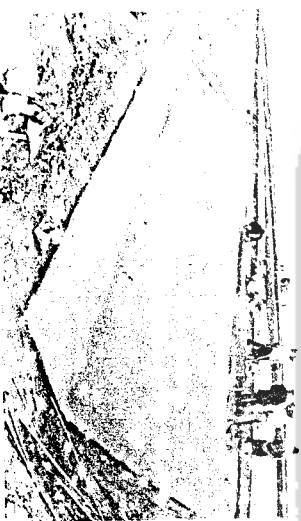
ROCK for village and farm road*



* Documentation in Thanh Tri, Vietnam

RESEARCH RESULT

ROCK for prawn hatchery*



* Documentation in Red River, Vietnam

RESEARCH

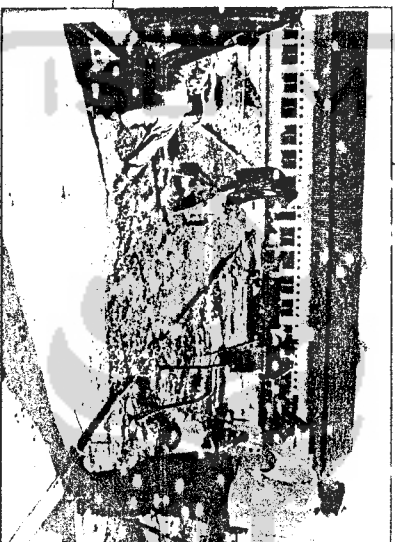
ROCK for village facilities, such as road and irrigation *



*Documentation in Korea

REES Result

ROCK for building facilities, such parking lot and entrance road*



*Documentation in Panakalpinang, Indonesia's

COMPARISON

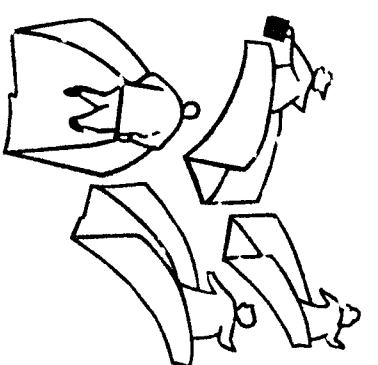
Simple Methods



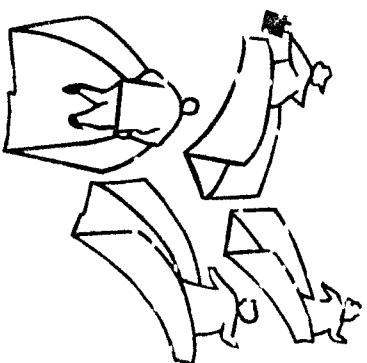
* : best comparison is 50 % sand + 50% soil

** : water percentage (20%) is total amount of the last mixture water content

Addition water is the difference between 20% and the original soil/sand water content



CONCRESSION



Road strength

Road Type	Road Strength	Depth (cm)	Layer
Province Road	25 ton	40 - 45	- 20 cm of foundation - 20 cm soil/sand + rock for surface
District Road	15 ton	20 - 25	1 layer only
Environment Road	7 ton	15	1 layer only
Rural	< 7 ton	15	Soil/sand + cement + rock

* : 50 % soil + 50% sand

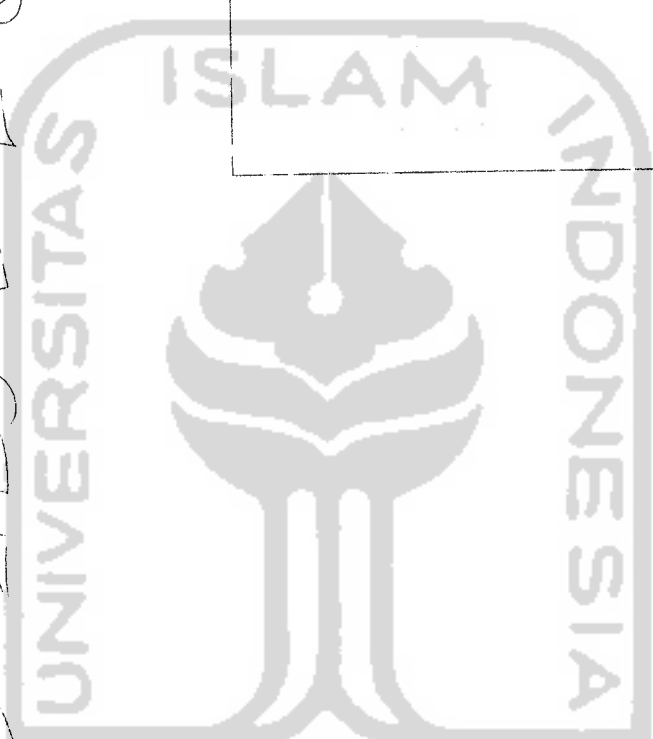
- can use any soil/sand, including not wash sea sand

CONCRETE FORMULA

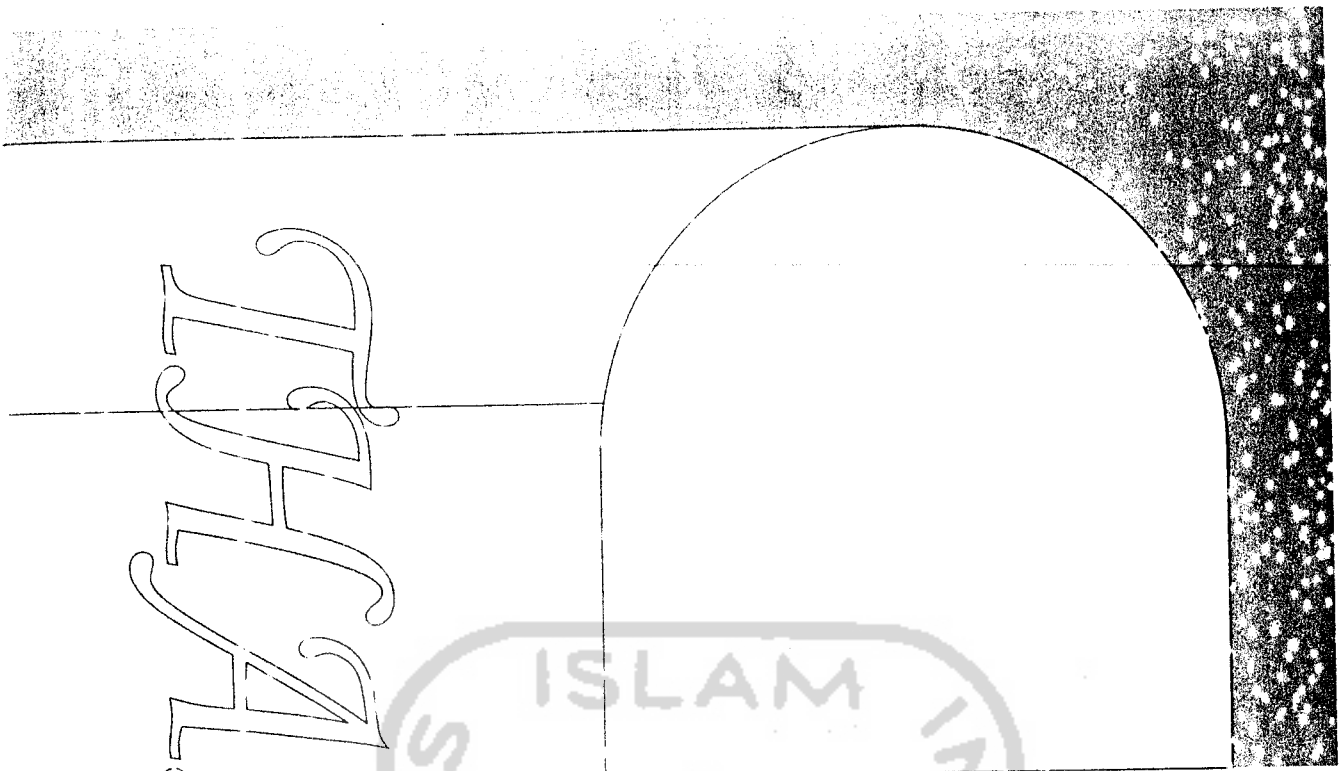
	Normal (Aggregate)	Normal (Soil/Cement)	Rock Formula
Raw material (base on 100 kg of soil)			
- soil / sand (kg)	100	100	100
- cement (kg)	30	15 - 25	10
- aggregate stone (kg)	various	-	-
- rock additive (l)	-	-	0.2
Sea Sand type	-	Must be washed	NO Wash needed
Technical issue *			
- Rn	± 100	100	140
- Edh	± 100	100	116
- CRR	± 100	100	123
Price comparison (Kalimantan price in Rupiah)	222.000,00	various	140.000,00
Level of construction difficulty	very complicated	complicated	simple
Using after construction	7 - 10 days	5 - 7 days	24 hours

* Technical issue described that Rock Formula can increase soft cement performance at the less resources and in a

• **PT. ROCK TECHNO INDONESIA**
Construction, Trading, Manufacturing



PT. ROCK TECHNO INDONESIA





KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
PER	Sucitra Wijaya	00 511 053	Teknik Sipil
TAF	JUDUL TUGAS AKHIR		
	Mekanis Paving Block Dengan Pasir Dengan Penambahan Zat Aditive Rock		

PERIODE KE	: II (Des.06- Mei.07)
TAHUN	: 2006 - 2007
	Sampai Akhir Mei 2007

Sucitra Wijaya

Kegiatan	Bulan Ke :					
	Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei.
Pendaftaran	■					
Penentuan Dosen Pembimbing	■					
Pembimbing Pembuatan Proposal		■				
Pembimbing Seminar Proposal		■	■			
Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
Sidang - Sidang					■	■
Pendadaran						■

sen Pembimbing I : A Kadir Aboe, Ir, H, MS

sen Pembimbing II : A Kadir Aboe, Ir, H, MS



Jogjakarta ,20-Dec-06
 a.n. Dekan



Handwritten signature

H. Faisol AM, MS

tan

ar

g

ndaran

atatan	:	
minar	:	
lang	:	
ndadaran	:	

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE	: II (Des.06- Mei.07)
TAHUN	: 2006 - 2007
Sampai Akhir Mei 2007	

NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
Sucitra Wijaya	00 511 053	Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR		
Mekanis Paving Block Dengan Pasir Dengan Penambahan Zat Aditive Rock		

Dosen Pembimbing I : A Kadir Aboe, Ir, H, MS
 Dosen Pembimbing II : A Kadir Aboe, Ir, H, MS



Jogjakarta , 20-Dec-06
 a.n. Dekan



Faisol AM
 Ir. H. Faisol AM, MS

Catatan	:	
Seminar	:	
Sidang	:	
Pendadaran	:	

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANGGAL
1	10/03-2007	- pmbniti - pembaharuan	
2	13/03-2007	- pmbniti - Rock ?	
3	20/03-2007	- Rock ? - pmbniti pembaharuan	
4	22/03-07	- pmbniti sidang	
5	15/06-07	- Ace pembaitan sidang sidang pendirian	