

## **TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK PADA KUAT  
DESAK KERING, KUAT DESAK BASAH, KUAT LENTUR  
DAN PENYERAPAN AIR PADA *PAVING BLOCK*  
(*THE EFFECT OF ADDITION OF PALM FIBER TO DRY  
COMPRESSIVE STRENGTH, WET COMPRESSIVE  
STRENGTH, FLEXURAL STRENGTH AND WATER  
ABSORPTION OF PAVING BLOCK*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil**



**Andi Rahmat Gunawan**

**11.511.244**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2017**

## TUGAS AKHIR

### PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK PADA KUAT DESAK KERING, KUAT DESAK BASAH, KUAT LENTUR DAN PENYERAPAN AIR PADA *PAVING BLOCK* (*THE EFFECT OF ADDITION OF PALM FIBER TO DRY COMPRESSIVE STRENGTH, WET COMPRESSIVE STRENGTH, FLEXURAL STRENGTH AND WATER ABSORPTION OF PAVING BLOCK*)



Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

diuji pada tanggal 9 Agustus 2017

oleh Dewan Penguji:

Pembimbing

Ir. Helmy Akbar Bale, M.T.

Penguji I

Prof. Ir. Sarwidi, MSCE., Ph.D. IP-U

Penguji II

Ir. Suharyatma, M.T.

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.



## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia seluruhnya merupakan hasil karya saya sendiri.

Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan Laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma kaidah dan etika penulisan karya ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian – bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi dan aturan perundang – undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 15 Februari 2017

Penulis,



Andi Rahmas Gunawan  
(11511244)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah subhanahu wa ta'ala atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya. Tak lupa shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW., keluarga, para sahabat, dan para pengikutnya, Karena keridhaan-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk pada Kuat Desak Kering, Kuat Desak Basah, Kuat Lentur dan Penyerapan Air pada Paving Block*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam – dalamnya kepada :

1. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, terima kasih atas bimbingan, nasehat dan dukungan yang diberikan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir,
2. Bapak Dr. Ir. Harsoyo, MSc, selaku dosen penguji I terima kasih atas bimbingan dan dukungannya yang diberikan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini,
3. Bapak Prof. Ir.Sarwidi. MSCE.,Ph.D.IP-U, selaku dosen penguji II terima kasih atas bimbingan dan dukungannya yang diberikan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini,
4. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta,
5. Orang tua, kakak, dan adik penulis yang telah berkorban begitu banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini,
6. Saudara-saudara Teknik Sipil angkatan 2011 yang telah mendukung penelitian Tugas Akhir, khususnya teman - teman koplak, dan

7. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan dalam penyusunan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu segala kritik dan saran dari pembaca. Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 15 Februari 2017  
Penulis,

Andi Rahmat Gunawan  
(11511244)

## DAFTAR ISI

Judul	i
Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN PENELITIAN	3
1.5 MANFAAT PENELITIAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PAVING BLOCK	5
2.1.1 Spesifikasi Paving Block	5
2.1.2 Keunggulan Paving Block	6
2.2 SYARAT MUTU PAVING BLOCK	6
2.3 HASIL PENELITIAN TERDAHULU	8
2.4 KEASLIAN PENELITIAN	10
2.5 CAMPURAN PAVING BLOCK	11

BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 UMUM	12
3.1.1 Beton Pasir	12
3.1.2 Bahan Dasar Pembuatan Mortar	12
3.1.3 Proses Pembuatan Mortar	13
3.2 MATERIAL PENYUSUN PAVING BLOCK	14
3.2.1 Semen Portland	15
3.2.2 Air	16
3.2.3 Pasir	18
3.2.3 Berat Jenis Pasir	20
3.2.5 Berat Satuan Pasir	21
3.2.6 Kadar Air Pasir	21
3.2.7 Gradasi Pasir	22
3.2.8 Serat Alami Ijuk	23
3.3 KUAT DESAK PAVING BLOCK	24
3.4 DAYA SERAP AIR	26
3.5 KUAT LENTUR PAVING BLOVK	27
BAB IV METODE PENELITIAN	30
4.1 LOKASI PENELITIAN	30
4.2 BAHAN PENELITIAN	30
4.3 PERALATAN PENELITIAN	31
4.4 PELAKSANAAN PENELITIAN	36
4.4.1 Persiapan	36
4.4.2 Proses Pembuatan Benda Uji	38
4.4.3 Proses Perawatan Benda Uji	39
4.4.4 Pengujian Kuat Desak Kering	39
4.4.5 Pengujian Kuat Desak Basah	39
4.4.6 Pengujian Kuat Lentur	40
4.4.7 Pengujian Daya Serap Air	40
4.5 BAGAN ALIR PENELITIAN	41

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	42
5.1 HASIL PENELITIAN BAHAN	42
5.2 PERHITUNGAN KEBUTUHAN CAMPURAN	42
5.3 PENGUJIAN KUAT DESAK PAVING BLOCK	43
5.3.1 Contoh Perhitungan Kuat Desak	45
5.3.2 Pembahasan Hasil Pengujian Kuat Desak	47
5.4 HASIL PENGUJIAN KUAT DESAK BASAH	48
5.4.1 Contoh Perhitungan Kuat Desak Basah	49
5.4.2 Pembahasan Hasil Pengujian Kuat Desak Basah	51
5.5 HASIL PENGUJIAN PENYERAPAN AIR	52
5.5.1 Contoh Perhitungan Daya Serap Air	53
5.5.2 Pembahasan Hasil Pengujian Daya Serap Air	55
5.6 HASIL PENGUJIAN KUAT LENTUR	56
5.6.1 Contoh Perhitungan Kuat Lentur	57
5.6.2 Pembahasan Hasil Pengujian Kuat Lentur	60
5.7 PERBANDINGAN KUAT DESAK KERING DAN KUAT DESAK BASAH <i>PAVING BLOCK</i>	58
5.8 HUBUNGAN KUAT DESAK DENGAN DAYA SERAP AIR <i>PAVING BLOCK</i>	62
5.9 HUBUNGAN BERAT VOLUME DENGAN DAYA SERAP AIR <i>PAVING BLOCK</i>	63
5.10 HUBUNGAN KUAT DESAK DENGAN BERAT VOLUME <i>PAVING         BLOCK</i> PADA KEADAAN KERING DAN BASAH	64
5.11 HUBUNGAN BERAT VOLUME DENGAN JUMLAH IJUK <i>PAVING BLOCK</i> PADA KEADAAN KERING DAN BASAH	65
5.12 HUBUNGAN ANTARA KUAT DESAK, KUAT DESAK BASAH, KUAT LENTUR DAN DAYA SERAP AIR <i>PAVING BLOCK</i>	66
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	68
6.1 KESIMPULAN	68
6.2 SARAN	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	72

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat – Sifat fisik <i>paving Block</i> (SNI 03 – 0691 – 1996 )	7
Tabel 2.2	Penelitian terdahulu	8
Tabel 3.1	Unsur – unsur dalam semen	15
Tabel 3.2	Persyaran faktor air semen (fas) terhadap jenis beton dan Lingkungan	18
Tabel 3.3	Gradasi pasir	23
Tabel 3.4	Standar daya serap air untuk <i>paving block</i>	27
Tabel 5.1	Komposisi campuran benda uji	43
Tabel 5.2	Hasil pengujian kuat desak variasi 1 dengan 0% ijuk	43
Tabel 5.3	Hasil pengujian kuat desak variasi 1 dengan 2,5% ijuk	44
Tabel 5.4	Hasil pengujian kuat desak variasi 2 dengan 5% ijuk	44
Tabel 5.5	Hasil pengujian kuat desak variasi 3 dengan 7,5% ijuk	46
Tabel 5.6	Kuat desak rata - rata <i>paving block</i>	46
Tabel 5.7	Hasil pengujian kuat desak basah variasi 1 dengan 0% ijuk	48
Tabel 5.8	Hasil pengujian kuat desak basah variasi 2 dengan 2,5% ijuk	48
Tabel 5.9	Hasil pengujian kuat desak basah variasi 3 dengan 5% ijuk	48
Tabel 5.10	Hasil pengujian kuat desak basah variasi 4 dengan 7,5% ijuk	49
Tabel 5.11	Kuat desak basah rata – rata <i>paving block</i>	50
Tabel 5.12	Hasil pengujian penyerapan air variasi 1 dengan 0% ijuk	52
Tabel 5.13	Hasil pengujian penyerapan air variasi 2 dengan 2,5% ijuk	52
Tabel 5.14	Hasil pengujian penyerapan air variasi 3 dengan 5% ijuk	53
Tabel 5.15	Hasil pengujian penyerapan air variasi 4 dengan 7,5% ijuk	53
Tabel 5.16	Daya serap air rata – rata <i>paving block</i>	54
Tabel 5.17	Hasil pengujian kuat lentur variasi 1 dengan 0% ijuk	57
Tabel 5.18	Hasil pengujian kuat lentur variasi 2 dengan 2,5% ijuk	57
Tabel 5.19	Hasil pengujian kuat lentur variasi 3 dengan 5% ijuk	58
Tabel 5.20	Hasil pengujian kuat lentur variasi 4 dengan 7,5% ijuk	58
Tabel 5.20	Kuat lentur rata – rata <i>paving block</i>	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi bentuk <i>paving block</i> (shackel, 1990)	6
Gambar 3.1	Benda uji, perletakan dan pembebanan pengujian kuat lentur	29
Gambar 4.1	(a) Mesin uji kuat desak, (b) Mesin uji kuat lentur	31
Gambar 4.2	Mesin <i>press</i> dan getar	32
Gambar 4.3	Kuas	32
Gambar 4.4	Oven	33
Gambar 4.5	Kaliper	33
Gambar 4.6	Molen	34
Gambar 4.7	Ember	34
Gambar 4.8	<i>Scrap</i>	35
Gambar 4.9	Timbangan	35
Gambar 4.10	Ayakan agregat halus	36
Gambar 4.11	Bagan alir penelitian	41
Gambar 5.1	Perletakan pembebanan pengujian kuat desak	43
Gambar 5.2	Grafik kuat desak rata - rata <i>paving block</i>	46
Gambar 5.3	Grafik persentase peningkatan kuat desak <i>paving block</i>	47
Gambar 5.4	Perletakan pembebanan pengujian kuat desak basah	49
Gambar 5.5	Grafik kuat desak basah rata - rata <i>paving block</i>	50
Gambar 5.6	Grafik persentase peningkatan kuat desak basah <i>paving block</i>	50
Gambar 5.7	Grafik daya serap air rata - rata <i>paving block</i>	54
Gambar 5.8	Grafik persentase peningkatan daya serap air <i>paving block</i>	55
Gambar 5.9	Perletakan dan pembebanan pengujian kuat lentur	57
Gambar 5.10	Grafik kuat lentur rata - rata <i>paving block</i>	59
Gambar 5.11	Grafik persentasi peningkatan kuat lentur	60
Gambar 5.12	Grafik perbandingan kuat desak dan kuat desak basah <i>paving block</i>	61
Gambar 5.13	Grafik hubungan kuat desak dengan daya serap air	62
Gambar 5.14	Grafik hubungan berat volume dengan daya serap air	63
Gambar 5.15	Grafik hubungan berat volume dengan kuat desak <i>paving block</i>	

	pada keadaan kering dan basah	64
Gambar 5.16	Grafik hubungan berat volume dengan persentase penambahan ijuk pada <i>paving block</i> pada keadaan kering	65
Gambar 5.17	Grafik hubungan berat volume dengan persentase penambahan ijuk pada <i>paving block</i> pada keadaan basah	66
Gambar 5.18	Grafik perbandingan peningkatan kuat desak, kuat desak basah, kuat lentur dan daya serap air	67
Gambar 5.19	Grafik nilai jumlah ijuk optimum kuat desak <i>paving block</i>	
Gambar 5.20	Grafik nilai jumlah ijuk optimum kuat desak basah <i>paving block</i>	
Gambar 5.21	Grafik nilai jumlah ijuk optimum kuat lentur <i>paving block</i>	
Gambar 5.22	Grafik hubungan kuat desak dengan kuat lentur <i>paving block</i>	

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pengujian modulus halus butir (MHB) / analisa saringan agregat halus
Lampiran 2	Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus
Lampiran 3	Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air semen
Lampiran 4	Pemeriksaan berat volume gembur dan berat volume padat agregat halus
Lampiran 5	Pemeriksaan berat volume gembur dan berat volume padat semen
Lampiran 6	Pemeriksaan butiran yang lolos ayakan No. 200 / uji kandungan lumpur dalam pasir
Lampiran 7	Rekapitulasi hasil pemeriksaan paving block variasi 1 dengan 0% serat ijuk
Lampiran 8	Rekapitulasi hasil pemeriksaan paving block variasi 2 dengan 2,5 % serat ijuk
Lampiran 9	Rekapitulasi hasil pemeriksaan paving block variasi 3 dengan 5% serat ijuk
Lampiran 10	Rekapitulasi hasil pemeriksaan paving block variasi 4 dengan 7,5% serat ijuk
Lampiran 11	Hasil pengujian kuat desak <i>paving block</i>
Lampiran 12	Hasil pengujian kuat desak basah <i>paving block</i>
Lampiran 13	Hasil pengujian daya serap air <i>paving block</i>
Lampiran 14	Hasil pengujian kuat lentur <i>paving block</i>
Lampiran 15	Gambar bahan, proses pembuatan, dan hasil pengujian

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$f'c$	: Mutu beton
$\sigma$	: Tenggangan kuat desak benda uji
$P$	: Beban desak ultimit
$A$	: Luas permukaan
$Wb$	: Berat basah benda uji
$Wk$	: Berat kering benda uji
$flt$	: Kuat lentur
$Fas$	: Faktor air semen
$n$	: Jumlah benda uji
$\Sigma$	: Jumlah total
PV1	: <i>Paving block</i> variasi 1
PV2	: <i>Paving block</i> variasi 2
PV3	: <i>Paving block</i> variasi 3
PV4	: <i>Paving block</i> variasi 4

## ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya dengan serat ijuk yang berasal dari pohon aren, melimpahnya serat ijuk perlu dilakukan pemanfaatan lebih lanjut sebagai bahan tambah terutama dalam lingkup infrastruktur khususnya *paving block*. Serat ijuk yang memiliki sifat kuat terhadap tarik dan tahan terhadap air diharapkan dapat meningkatkan mutu dan kualitas *paving block*. Sehingga dapat lebih baik dalam melayani beban di atasnya.

Penelitian ini lebih menekankan pada kuat desak kering, kuat desak basah, kuat lentur dan daya serap air pada *paving block* dengan bahan tambah serat ijuk. Komposisi campuran yang digunakan yaitu perbandingan volume 1pc : 6ps dengan nilai fas 0,4, sedangkan serat ijuk yang digunakan dengan panjang  $\pm 10$  cm dengan jumlah mulai dari 0%, 2,5%, 5% dan 7,5% dari berat semen dalam satu variasi. Proses pembuatan *paving block* dilakukan dengan menggunakan mesin *press* hidrolik dan getar. Pengujian dilakukan pada umur lebih dari 28 hari setelah proses pembuatan benda uji.

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan penambahan serat ijuk meningkatkan kuat desak kering, kuat desak basah dan kuat lentur serta mengurangi daya serap air pada jumlah serat ijuk 2,5%, penambahan serat ijuk 5% dan 75% terjadi penurunan mutu berdasarkan keempat indikator pengujian tersebut. Kuat desak kering dan basah tertinggi terjadi pada jumlah serat ijuk 2,5% dengan nilai rata-rata sebesar 431,160 kg/cm<sup>2</sup> dan 342,455 kg/cm<sup>2</sup> dengan peningkatan 93,57% dan 55,27% dari *paving block* normal, kuat lentur tertinggi juga terjadi pada jumlah serat ijuk 2,5% dengan nilai rata-rata sebesar 33,17 kg/cm<sup>2</sup> dan peningkatan 62,91% dari *paving block normal*, Dan daya serap air terendah terjadi juga pada jumlah serat ijuk 2,5% dengan nilai rata-rata sebesar 1,74% dan penurunan 50,24% dari *paving block* normal.

**Kata kunci** : paving block, serat ijuk, kuat desak, kuat lentur, daya serap air

## **ABSTRACT**

*Indonesia is a country that is rich in palm fibers derived from palm trees, the abundance of palm fiber need to be used more as an additional ingredient, especially in the subject of infrastructure, particularly the paving block. Palm fibers that are strong against tensile stress and resistance to water immersion is expected to improve the quality of paving blocks. So that it can better serve the load thereon.*

*This research emphasizes in dry compressive strength, wet compressive strength, flexural strength and water absorption in the paving blocks with palm fiber as additional material. The composition of the mixture used is a volume ratio of 1pc: 6ps with fas value of 0.4, while the palm fibers that are used have a length of  $\pm 10$  cm with the percentage variation of the weight of cement ranging from 0%, 2.5%, 5% and 7.5%. The process of manufacture of paving blocks is done by using a hydraulic and vibrating press machine. Tests performed at the age of more than 28 days after the fabrication of the test object.*

*The test results shows that the addition of palm fibers of 2,5% increases the dry compressive strength, wet compressive strength, and flexural strength but reduces the water absorption, while the addition of palm fibers of 5% and 7,5% decreases those four testing indicators. The highest dry compressive strength and wet compressive strength occurs in the 2,5% palm fiber percentage with an average of 431,160 kg/cm<sup>2</sup> and 342,455 kg/cm<sup>2</sup> which increased by 93,57% and 44,27% compared to normal paving block. The highest flexural strength also occurs in the 2.5% palm fiber percentage with an average value of 33.17 kg/cm<sup>2</sup> and increased by 62.91% than normal paving blocks, and low water absorption occurs also on the 2.5 % with an average value of 1.74% and 50.24% decrease of the normal paving block*

**Keywords** : paving block, palm fiber, compressive strength, flexural strength, water absorption

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Di Indonesia, beton merupakan salah satu komponen struktur yang paling sering di gunakan dalam kegiatan konstruksi. Penggunaan beton dalam sebuah konstruksi bangunan, khususnya bangunan tingkat tinggi sangatlah masif. Beton tersebut digunakan sebagai pondasi, kolom, balok dan pelat lantai dalam sebuah struktur bangunan. Dalam pelaksanaan di lapangan, beton dapat dicor langsung ke dalam cetakan bekisting atau dalam bentuk beton *precast*.

Beton merupakan suatu material yang menyerupai batu yang diperoleh dengan membuat suatu campuran dengan proporsi tertentu dari semen, pasir, krikil dan air. Kekuatan beton yang dihasilkan tergantung dari perbandingan komposisi material pembentuknya sesuai dengan yang diinginkan, sehingga dapat diupayakan berbagai cara untuk meningkatkan sifat-sifat mekanis beton, antara lain sifat mudah dikerjakan (*workability*), *placebility*, kekuatan (*strenght*), daya tahan terhadap penurunan mutu akibat pengaruh cuaca (*durabillity*), sifat dapat tembus (*permeability*), *corrosivity* dan lain-lain (Nilson,1978).

Pemanfaatan beton tidak hanya pada konstruksi bangunan saja melainkan hampir di semua pekerjaan infrastruktur, salah satunya pada pekerjaan jalan. Perkerasan jalan dibagi menjadi dua jenis yaitu perkerasan lentur (*flexible*) dan perkerasan kaku (*rigid*), contoh dari perkerasan lentur yaitu jalan aspal pada umumnya sedangkan perkerasan kaku yaitu perkerasan dengan beton, akan tetapi tidak semua perkerasan menggunakan bahan beton merupakan perkerasan kaku, seperti bata beton (*paving block*). Perkerasan menggunakan bata beton (*paving block*) termasuk dalam perkerasan lentur, dikatakan demikian sebab respon dalam melayani lalu lintas pada bata beton (*paving block*) memiliki sitem *interlocking* antar *block* bata beton, sehingga ada celah antar *block* yang memungkinkan terjadinya lendutan pada bata beton (*paving block*). Perkerasan menggunakan bata beton (*paving block*) merupakan cara alternatif sebagai pengganti aspal yang cocok untuk lalu lintas rendah dengan ketahanan yang cukup baik. Saat ini bata beton

(*Paving block*) bahkan digunakan untuk pejalan kaki, dermaga pelabuhan, jalan di area pabrik, jalan umum dan penutup permukaan halaman rumah.

Teknik produksi massal yang semakin baik sehingga produksi bata beton (*paving block*) semakin mudah didapatkan dan membuat harga bata beton (*paving block*) semakin terjangkau olah masyarakat luas. Bata beton (*paving block*) dapat digunakan di mana saja dengan persyaratan tanah dasar yang sudah dikuatkan dan dalam bentuk permukaan yang cukup rata untuk pemasangan bata beton (*paving block*). Bata beton juga dapat di bentuk untuk menghasilkan efek yang menarik baik sebagai jalan atau dicampur dengan jenis bata beton (*paving block*) lain untuk menciptakan sebuah fitur unik.

Secara struktural, bata beton (*paving block*) mempunyai kekuatan yang cukup besar terutama pada kuat desaknya, akan tetapi sebagai mana beton pada umumnya mempunyai kelemahan, yaitu kuat tarik yang rendah dan bersifat getas. Dalam penggunaan bata beton (*paving block*) lebih mengutamakan fungsinya sebagai penahan beban. Misalnya mobil yang melintas di atasnya ataupun yang lain. Tetapi melihat kondisi di lapangan, bata beton (*paving block*) tidak selalu berada pada kondisi tanah yang stabil sehingga pada saat itu bata beton mengandalkan kekuatannya sendiri dalam menahan beban, pada kondisi ini kelenturan bata beton perlu diperhatikan guna menekan jumlah kerusakan yang beruntun dan kerugian materi untuk menggantinya kembali. Untuk mengatasi kerusakan tersebut dapat dilakukan penambahan berbagai bahan yang sekiranya dapat membantu dalam meningkatkan mutu bata beton (*paving block*) baik kuat tekan maupun kuat lenturnya.

Salah satu bahan tambahan yang mudah di dapat dan ramah lingkungan adalah serat ijuk. Serat ijuk merupakan serat yang didapat dari olahan pohon aren, perlu diketahui bahwa negara Indonesia merupakan negara yang sangat kaya dengan serat ijuk oleh karena itu pemanfaatan serat ijuk perlu dikembangkan ke dalam lingkup infrastruktur khususnya pada bata beton (*paving block*). Dengan penambahan serat ijuk akan mampu memberikan kekuatan yang lebih baik berdasarkan sifat ijuk yang memiliki kuat tarik yang cukup baik, ijuk juga tahan terhadap air hujan sehingga aman digunakan pada bata beton (*paving block*) pada keadaan sering tergenang air pada saat hujan sekalipun keadaan banjir.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Dari latar belakang permasalahan tersebut memunculkan permasalahan sebagai berikut ini.

1. Berapakah peningkatan kekuatan pada bata beton (*paving block*) menggunakan bahan tambah serat ijuk serta membandingkan kuat desak bata beton (*paving block*) pada keadaan kering dan basah ?
2. Berapa besar daya serap air pada *paving block* dengan menggunakan bahan tambah serat ijuk?
3. Apakah bata beton (*paving block*) yang di berikan bahan tambah ijuk memenuhi standar mutu khususnya SNI 03-0691-1996 ?

## 1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui peningkatan kekuatan akibat penambahan bahan tambah ijuk serta membandingkan antara kuat desak kering dan basah pada *paving block*,
2. Mengetahui daya serap air pada *paving block* dengan menggunakan bahan tambah serat ijuk, dan
3. Membuat inovasi *paving block* dengan mutu tinggi berdasarkan SNI 03-0691-1996.

## 1.4 BATASAN PENELITIAN

Untuk lebih mempermudah penelitian ini, maka permasalahan akan dibatasi sebagai berikut ini.

1. Penelitian dibatasi pada pengujian kuat desak kering dan basah, lentur dan daya penyerapan air pada *paving block*.
2. Pasir yang digunakan dalam penelitian adalah pasir dari gunung merapi dengan kriteria lolos saringan berdiameter 4,8 mm.
3. Perawatan benja uji dengan perendaman atau menggenang permukaan *paving block*.
4. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah PCC Merk Holcim dalam kemasan 50 kg.
5. Bahan tambah serat ijuk yang digunakana adalah serat ijuk yang dijual

dipasaran pada umumnya dan di potong - potong dengan panjang kurang dari 10 cm.

6. Jumlah benda uji yang digunakan adalah 36 buah dengan kadar penambahan serat ijuk sebesar 0%, 2,5%, 5% dan 7,5% dari berat semen, dan setiap variasi digunakan 9 benda uji rencana dengan rincian :
  - a. 3 buah untuk pengujian kuat desak kering,
  - b. 3 buah untuk pengujian kuat lentur, dan
  - c. 3 buah untuk pengujian penyerapan air dan kuat tekan basah.
7. Campuran *paving block* yang digunakan dengan perbandingan volume 1 pc : 6 ps dan nilai fas sebesar 0,40.
8. Pencampuran dilakukan secara manual dibantu oleh mesin pencampur.
9. *Paving block* yang dibuat merupakan tipe holand dengan dimensi 20 x 10 x 6 cm.
10. *Paving block* dibuat dengan menggunakan mesin pres dan getar.
11. Uji *paving block* dilakukan pada umur lebih dari 28 hari, dilaksanakan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
12. Pembuatan *paving blok* dilakukan di Pusat Inovasi Material Universitas Islam Indonesia.
13. Pada penelitian ini tidak menguji sifat kimiawi dari serat ijuk.

## 1.5 MANFAAT PENELITIAN

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat diantaranya adalah:

1. sebagai sumbangsih kepada masyarakat untuk perkembangan ilmu pengetahuan sehingga menambah wawasan khususnya pada bahan inovasi pembuatan bata beton berserat, dan
2. sebagai salah satu rujukan bagi praktisi dan mahasiswa untuk lebih dapat memanfaatkan serat alami sebagai bahan tambah dalam pembuatan *paving block* khususnya serat ijuk.

## **BAB II TINJAUAN PUTAKA**

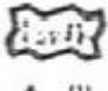

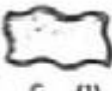
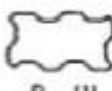



















### **2.1 PAVING BLOCK**

*Paving Block* (bata beton) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang di buat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat hidrolis atau sejenisnya air dan agregat dengan atau tanpa tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu sendiri (SNI 03-0691-1996).

#### **2.1.1 Spesifikasi *Paving Block***

*Paving block* banyak ditemui di pasaran dengan beraneka bentuk dan ketebalan. Biasanya *paving block* dibuat dengan panjang 200 s/d 250 mm, dengan lebar antara 100 s/d 112 mm dan ketebalan berkisar antara 60, 80, 100, 120 mm dan seterusnya. Pada *paving block* yang mempunya bentuk dan mutu sempurna, tidak di temui retak - retak dan cacat pada bagian sudut dan rusuknya tidak mudah tergerus dengan kekuatan tangan.

Secara umum bentuk *paving block* berbentuk segi empat (*holand*) segi enam (hexagonal) dan segitiga dengan ketebalan yang bervariasi tergantung kebutuhanya. Namun seiring berkembangnya pembangunan makan muncul bentuk-bentuk lain dari *paving block* menurut kebutuhan konsumen dan kemampuan produsen. Berikut ini pada Gambar 2.1 adalah jenis atau tipe-tipe *paving block* yang umum beredar di pasaran.

CATEGORY A						
	A (1)	B (1)	C (1)	D (1)	E (1)	F (1)
CATEGORY B						
	G (2)	H (2)	I (2)	J (2)	K (2)	L (2)
						
	M (2)	N (2)	O (2)	P (2)	Q (2)	R (1)
CATEGORY C						
	S (2)	T (2)	U (1)	V (2)		
NOTES	(1) Suitable for a variety of bonds including herringbone		(2) Suitable only for stretcher bond		 Blocks known to have had load-distribution studs or traffic tests	

Gambar 2.1 Klasifikasi Bentuk *Paving Block* (shackel, 1990)

### 2.1.2 Keunggulan dan kekurangan *Paving Block*

Keunggulan dari *paving block* di antaranya sebagai berikut ini :

1. Pelaksanaanya mudah dan tidak memerlukan alat berat serta dapat diproduksi secara masal.
2. Pemeliharannya mudah dan dapat dipasang kembali setelah dibongkar.
3. Tahan terhadap beban statis, dinamik dan kejut dan
4. Tahan terhadap tumpahan pelumas dan pemanasan oleh mesin kendaraan.
5. Sangat cocok untuk mengendalikan kecepatan kendaraan di lingkungan permukiman dan perkotaan yang padat.

Kekurangan dari *paving block* di antaranya sebagai berikut ini :

1. Pasangan *paving block* mudah bergelombang bila pondasinya tidak dipasang dengan kuat.
2. *Paving block* juga kurang cocok untuk dipasang di lahan yang dilalui kendaraan berkecepatan tinggi. Sehingga paving block hanya cocok untuk dipasang di lahan yang dilalui kendaraan berkecepatan rendah saja misalnya lingkungan permukiman dan perkotaan yang padat.

## 2.2 SYARAT MUTU *PAVING BLOCK*

Persyaratan tentang *paving block* ditetapkan dalam SNI 03 – 1691 – 1996 yang diterbitkan oleh Dewan Standarisasi Nasional (DSN). Mengacu pada peraturan tersebut, mutu *paving block* diklasifikasikan menjadi sebagai berikut ini:

### 1. Sifat Tampak

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

### 2. Bentuk dan Ukuran

Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi  $\pm 8 \%$ . Bentuk ukuran bata beton untuk lantai dapat tergantung persetujuan antara konsumen dan produsen.

### 3. Sifat fisik

Bata beton untuk lantai harus mempunyai kekuatan fisik memenuhi standar SNI *paving block* sebagaimana terlihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat – Sifat Fisik *Paving Block* (SNI 03 – 0691 – 1996)

Mutu	Kuat Tekan ( $\text{kg/cm}^2$ )		Penyerapan air rata – rata maks (%)
	Rara – rata	Min	
A	400	350	3
B	200	170	6
C	150	125	8
D	100	85	10

Berdasarkan persyaratan mutu *paving block* yang diatur dalam SNI 03 – 1091 – 1996 yang diterbitkan oleh Dewan Standarisasi Nasional (DSN). Mengacu pada peraturan tersebut, mutu *paving block* diklasifikasikan menjadi :

1. Bata beton mutu A, digunakan untuk jalan.
2. Bata beton mutu B, digunakan untuk pelataran parkir.
3. Bata beton mutu C, digunakan untuk pejalan kaki.
4. Bata beton mutu D, digunakan untuk halaman rumah

### 2.3 HASIL PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian tentang pengaruh bahan tambah pada paving block telah banyak dilakukan sebelumnya. Berbagai hasil penelitian sebelumnya telah memberikan banyak referensi bagi penelitian yang akan dilakukan ini. Beberapa uraian singkat penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti - Topik	Hasil Penelitian
1	MARZA, Andreo, (2008) – Pengaruh Ijuk Sebagai Serat Terhadap Kuat Lentur Kuat Desak dan Kuat Geser pada <i>Conblock</i> .	Penelitian yang dilakukan MARZA, Andreo bertujuan mengetahui pengaruh kuat desak, kuat lentur, dan kuat geser dari penambahan serat ijuk dalam campuran <i>conblock</i> , dalam penelitian tersebut metode komposisi campuran yang digunakan adalah metode Dreux dengan variasi persentase serat 0,1 %, 0,2 % dan 0,3 % dari berat benda uji. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa Penambahan serat ijuk membuat <i>conblock</i> menjadi liat dan mampu menahan beban yang diterima sehingga meningkatkan kuat lentur dan kuat desak dan penambahan serat tidak mempengaruhi kuat geser pada <i>conblock</i> .
2	Wiryawan Sarjono P dan Agt. Wahjono (2008) – Pengaruh Penambahan Serat Ijuk pada Kuat Tarik Campuran Semen – Pasir dan Kemungkinan Aplikasinya.	Penelitian yang dilakukan Wiryawan Sarjono P dan Agt. Wahjono bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat ijuk pada adukan semen-pasir terhadap peningkatan kuat tarik belah, desak dan <i>impact resistance</i> -nya. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa penambahan serat ijuk sebanyak (1 – 5)% pada campuran semen-pasir mampu meningkatkan: (1) kuat tarik belah, dengan peningkatan kuat tarik tertinggi

Tabel 2.2 Lanjutan

		dicapai oleh penambahan ijuk sebanyak 4% yaitu sebesar 34,81 %. (2) kuat desak, dengan peningkatan kuat desak tertinggi dicapai oleh penambahan ijuk sebanyak 4% sebesar 9,86 %. (3) ketahanan kejut.
3	Giwangkara Ricky Perdana (2012) – Studi Sifat Mekanik <i>Paving Block</i> Terbuat dari Campuran Limbah Adukan Beton dan Bahan Tambahan Serat Ijuk	Penelitian yang dilakukan Giwangkara Ricky Perdana bertujuan meningkatkan kekuatan paving block dengan bahan dasar limbah adukan beton dengan penambahan serat ijuk, serat ijuk yang digunakan sebanyak 0%, 2%, 4%, 3% dan 4% dari berat semen dengan serat ijuk di cacah secara acak. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa penambahan serat ijuk sebanyak 1% - 4% mampu meningkatkan kekuatan <i>paving block</i> dengan bahan limbah adukan beton, namun hasil kuat desak menggunakan limbah adukan beton masih cukup rendah hanya mencapai mutu D berdasarkan SNI 03-0691-1996.
4	Candra Nur Setiawan, (2012) – Pengaruh Ampas Tebu Sebagai Bahan Tambah Sebagai Kuat Desak dan Kuat Lentur serta Daya Serap Air <i>Paving Block</i>	Penelitian yang dilakukan Candra Nur Setiawan bertujuan mengetahui peningkatan kekuatan paving block akibat penambahan ampas tebu, dengan campuran yang digunakan adalah dengan perbandingan volume 1 pc : 6 ps dan nilai fas sebesar 0,35 dengan variasi abu ampas tebu sebesar 0%, 2,5%, 7,5% dan 10% dari berat semen. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa Peningkatan kuat desak terbesar pada variasi abu ampas tebu 10% dengan peningkatan sebesar 59,46 % dari kuat desak paving block normal, peningkatan kuat lentur berbanding lurus dengan penambahan variasi abu ampas tebu, dengan kuat

Tabel 2.2 Lanjutan

		lentur tertinggi pada variasi 10% yang memberikan tambahan kuat lentur sebesar 31,19 kg/cm <sup>2</sup> atau naik 22,39% dan semakin tinggi persentase variasi abu ampas tebu nilai daya serap air terus meningkat.
5	Imam Rojikin (2012) – Pengaruh Penambahan Serbuk Marmer Terhadap Kuat Tekan Kering dan Basah, Kuat Lentur dan Daya Serap Air <i>Paving Block</i>	Penelitian yang dilakukan Imam Rojikin bertujuan mengetahui peningkatan kekuatan paving block dalam keadaan kering dan basah berdasarkan penambahan serbuk marmer pada campuran <i>paving block</i> , dengan bahan tambah limbah serbuk marmer sebesar 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% dari berat semen dan perbandingan campuran yang digunakan adalah 1 pc : 6 ps dengan nilai fas 0,35. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa Kuat tekan optimum kering dan basah dicapai pada variasi limbah serbuk marmer sebesar 30% dengan peningkatan untuk kuat tekan kering sebesar 36,68% dan kuat tekan basah sebesar 19,76% dari kuat tekan <i>paving block</i> normal. Kuat lentur optimum dicapai pada variasi limbah serbuk marmer sebesar 30% dengan peningkatan 20,5% dari kuat lentur <i>paving block</i> normal dan semakin tinggi variasi limbah serbuk marmer semakin kecil pula daya serapnya.

## 2.4 KEASLIAN PENELITIAN

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya penggunaan bahan serat ijuk sudah pernah diteliti namun pada ini menggunakan metode campuran dan persentase variasi yang berbeda dari sebelumnya juga ada penambahan pengujian yaitu kuat tekan *paving block* pada keadaan basah, yang bermaksud untuk mengetahui kuat desak *paving block* apabila pada jalan yang menggunakan *paving block* terendam air dalam waktu tertentu. Pada pengujian kuat tekan basah ini *paving block* direndam didalam air selama  $\pm 24$  jam sebelum kemudian dilakukan pengujian.

## 2.5 CAMPURAN PAVING BLOCK

Penetapan proporsi campuran *paving block* ditentukan agar mendapat *paving block* dengan kekuatan yang tinggi, mudah dikerjakan dan tahan lama. Oleh karena itu harus dikerjakan dengan teori perancangan proporsi campuran *paving block*. Dalam penelitian ini rencana proporsi campuran mengacu berdasarkan pengalaman di Amerika, pembuatan *paving block* dengan ketebalan 60 mm menggunakan perbandingan semen : agregat = 1 : 6, sedangkan untuk *paving block* dengan ketebalan 80 mm, digunakan perbandingan semen : agregat = 1 : 5,5. (Brian Shackle, 1990)

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 UMUM**

Pemanfaatan teknologi beton dihubungkan dengan pemanfaatan sarana transportasi. Keuntungan dari menggunakan beton yaitu dari segi kemudahan bahan penyusun, kemudian cara pembuatan, biaya perawatan yang relatif lebih murah dibanding aspal, dan dari segi kekuatan yang dicapai relatif tinggi, maka teknologi beton tersebut dapat dimanfaatkan sebagai perkerasan jalan.

Pada perkerasan jalan yang menggunakan *paving block*, pemasangan *paving block* dilapangan harus sesuai dengan ketentuan SNI dengan tidak adanya celah - celah antar *paving block* yang mengakibatkan rusaknya struktur bagian bawah jalan tersebut. Kerusakan struktur bagian bawah diakibatkan merembesnya air melalui celah - celah antar paving block. Sehingga bila terjadi beban dinamis yang melewati jalan tersebut maka akan menyebabkan alur.

##### **3.1.1 Beton Pasir**

Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (SK SNI T-15-1991-03).

Beton pasir adalah salah satu jenis beton. Dikatakan beton pasir karena bahan yang digunakan adalah campuran semen, agregat dengan diameter  $< 5\text{mm}$ , dan air. Agregat yang  $< 2,56\text{ mm}$  mewakili agregat halus atau pasir, agregat yang  $> 2,56\text{ mm}$  mewakili agregat kasar untuk pembuatan beton pasir. Di sekitar kita banyak beton pasir yang sering dijumpai dalam bentuk *paving block*.

### 3.1.2 Bahan Dasar Pembuatan Mortar

Bahan dasar pembuatan mortar sama saja dengan bahan dasar pembuatan batu cetak (Djauharotun dalam Bambang Budiarto, 2011), yaitu sebagai berikut :

#### 1. Bahan Pengikat

##### a. Bahan Pengikat Mineral

Dalam pembuatan beton atau mortar digunakan bahan pengikat mineral anorganik, disamping itu untuk tujuan tertentu bisa dipergunakan bahan pengikat organik. Tugas bahan pengikat dalam campuran adalah sebagai perekat bahan material menjadi suatu massa yang kokoh.

##### b. Bahan Pengikat Hidrolis

Untuk bahan pengikat hidrolis umumnya dipergunakan material-material yang tergolong pozzolan, terdapat 2 jenis pozzolan yaitu pozzolan alami dan pozzolan buatan.

#### 2. Bahan Pengisi / Agregat

Bahan ini menurut besar butir dan tujuan pemakainanya, dibagi menjadi 2 golongan yaitu agregat halus dan agregat kasar.

#### 3. Air

Air merupakan senyawa yang memungkinkannya terjadinya reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan pada campuran mortar.

#### 4. Bahan tambah aditif

Tujuan dari pemakaian bahan tambah aditif dalam pembuatan mortar adalah sebagai berikut :

- a. Membuat adukan menjadi lebih mudah dikerjakan.
- b. Membuat adukan lebih tahan terhadap pengaruh cuaca.
- c. Membuat mortar lebih ringan.
- d. Membuat mortar lebih kedap air dan lebih tinggi kekuatannya pada jangka waktu pengerasan yang lebih pendek.

### 3.1.3 Proses Pembuatan Mortar

Dalam proses pembuatan mortar *paving block* sama dengan pembuatan mortar batu cetak beton pada umumnya (Djauharotun dalam Bambang Budiarto, 2011), meliputi :

1. Persiapan dan Penimbangan

Tahap ini meliputi persiapan dan penimbangan bahan susun yang akan dipakai dalam pembuatan mortar, diantaranya : semen *portland*, pasir, serat ijuk dan air.

2. Pencampuran

Pada proses pencampuran bahan susun, banyaknya air yang digunakan dalam pencampuran perlu diperhatikan, karena volume air yang digunakan sangat mempengaruhi proses pembuatan benda uji.

3. Pencetakan dan Pemadatan

Umumnya pencetakan mortar dapat dilakukan dengan cara mekanik, semi mekanik dan manual. Pencetakan secara manual dilakukan dengan menuangkan adukan kedalam cetakan, kemudian dipadatkan menggunakan alat press manual, selanjutnya permukaan diratakan dengan *scrap*.

4. Pengeringan dan Pemeliharaan

Mortar yang telah dicetak, kemudian dikeringkan pada rak pengeringan dan di angin – anginkan pada tempat yang terlindungi dari terik matahari selama 24 jam. Selanjutnya mortar di siram air untuk mempertahankan kelembaban mortar selama 3 s/d 7 hari, akan lebih baik bila dilakukan perendaman air.

## **3.2 MATERIAL PENYUSUN *PAVING BLOCK***

Bahan-bahan pokok penyusun *paving block* adalah semen, pasir dan air dalam proporsi tertentu. akan tetapi dalam tujuan tertentu proses pembuatannya memakai bahan tambahan misalnya kapur, abu sekam padi, gips dan lain-lain.

### **3.2.1 Semen Portland**

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai tambahan (PUB I-1982). Menurut SNI 15-2049-2004 semen portland mengandung unsur kalsium dan alumunium silika yang dibuat dari bahan utama *limestone* yang mengandung kalsium oksida(CaO), dan lempung yang mengandung silika dioksida (SiO<sub>2</sub>) serta alimunium oksida ( Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Semen portland mengandung unsur utama kapur, silika, alumina dan oksida besi. Unsur-

unsur tersebut kemudian berinteraksi satu sama lain selama proses peleburan. Presentase unsur kimia semen portland menurut Tjokrodimulyo (1998), dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Unsur-Unsur Dalam Semen (Tjokrodimuljo, 1998)

Oksida dalam semen	Persentase (%)
Kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO <sub>2</sub> )	17 – 25
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3-8
Oxid besi (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,5 – 6
Magnesium (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO <sub>3</sub> )	05 – 1
Soda/Potash (Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O)	0,5 – 1

Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat menjadi satu padat. Semen bila di campur dengan air membentuk adukan pasta, dicampur dengan pasir dan air akan menjadi mortar semen. Kemudian akan terjadi proses hidrasi dimana mortar akan mengeras sering bertambahnya umur mortar beton, beton dikatakan mengeras sempurna pada usia 28 hari, dikatakan demikian sebab beton pada usia 1 - 28 hari terjadi peningkatan yang signifikan dan setelah lebih dari 28 hari tetap terjadi peningkatan akan tetapi peningkatan yang terjadi sangatlah kecil.

Jenis portland semen di Indonesia menurut SNI 0013-81 di bedakan menjadi beberapa jenis diantaranya sebagai berikut ini.

- Jenis I : Semen portland untuk penggunaan umum tanpa memerlukan persyaratan khusus.
- Jenis II : Semen portland yang penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap silfat dan panas hidrasi sedang.
- Jenis III : Semen portland yang penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.

- Jenis IV : Semen portland yang penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- Jenis V : Semen portland yang penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

### 3.2.2 Air

Air yang digunakan dalam pembuatan dan rawatan beton pasir tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam zat organik dan bahan-bahan lain yang bersifat merusak beton pasir itu sendiri. Dalam hal ini sebaiknya digunakan air bersih yang dapat diminum (Istimawan, 1994).

Air dalam campuran beton diperlukan untuk reaksi semen, serta menjadi pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang digunakan dalam pembuaan beton harus bebas dari bahan-bahan merugikan seperti lumpur, tanah liat, bahan organik dan asam organik, alkali dan bahan-bahan lainnya, sedangkan persyaratan air yang digunakan untuk campuran beton adalah :

1. Tidak mengandung lumpur, minyak atau benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang merusak beton (asam dan zat organik) lebih dari 15 gram/liter. Kandungan klorida (Cl) tidak lebih dari 500 ppm dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 ppm sebagai  $SO_3$
3. Air harus bersih.
4. Derajat keasaman (pH) normal
5. Jika dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan beton yang memakai air suling, penurunan kekuatan adukan yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.
6. Semua air yang mutunya meragukan dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaian.
7. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat di atas, air tidak boleh mengandung klorida lebih dari 50 ppm.

Jumlah air akan mempengaruhi sifat mudah dikerjakan (*workability*) beton segar, kualitas beton segar dan kekuatan beton. Jumlah air ini ditentukan oleh perbandingan berat terhadap berat semen atau faktor air semen (fas) dan tingkat kemudahan pekerjaan. Nilai fas kurang dari 0,35 menyebabkan beton segar sulit untuk dikerjakan tanpa bahan tambah. Kelebihan air berdasarkan fas dari yang dibutuhkan untuk reaksi kimia dengan semen dipakai sebagai pelumas. Penambahan air dari jumlah air berdasarkan fas dengan tujuan meningkatkan kemudahan pengerjaan akan mengakibatkan kualitas beton menurun.

Hubungan antara faktor air semen (fas) dan kuat tekan beton, secara umum ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abramz (1919) sebagai berikut :

$$f'c = \frac{A}{B^{1,5x}} \quad (3.1)$$

dengan :

- $f'c$  = kuat tekan beton
- $x$  = fas (yang semula dalam proporsi volume)
- $A, B$  = konstanta

Walaupun menurut rumus tersebut, semakin rendah fas kekuatan beton semakin tinggi, tetapi karena kesulitan pemadatan bila dipakai fas sekitar 0,40 kekuatan beton menjadi lebih rendah, karena beton kurang padat akibat pemadatan yang sulit. Dengan demikian ada suatu nilai faktor air semen optimum yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum.

Persyaratan faktor air semen (fas) terhadap jenis beton dan lingkungan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Persyaratan Faktor Air Semen (fas) Terhadap Jenis Beton dan Lingkungan. (Tjokrodimuljo, 1998.)

Jenis Beton	Kondisi Lingkungan	Fas Maks
Beton Bertulang	Ringan	0,65
	Sedang	0,55
	Berat	0,45
Beton Pra Tegang	Ringan	0,65
	Sedang	0,55
	Berat	0,45
Beton Tak Bertulang	Ringan	0,70
	Sedang	0,60
	Berat	0,50

### 3.2.3 Pasir

Dalam susunan beton, agregat mempunyai volume paling besar yaitu anatra 60-80 % dari volume beton, dengan demikian sifat agregat yang dipakai sangat mempengaruhi kualitas beton. Untuk itu diperlukan data yang jelas mengenai agregat yang akan digunakan dalam campuran beton, sehingga komposisi campuran dapat direncanakan dengan tepat, sesuai dengan kualitas beton yang diinginkan (Tjokrodimuljo, 1998). Penggunaan agregat dalam adukan beton bertujuan sebagai berikut :

1. Menghemat penggunaan semen.
2. Menghasilkan kuat tekan beton yang besar.
3. Memperoleh kepadatan beton optimal dengan memanfaatkan gradasi agregat yang baik dan,
4. Menjadikan sifat dapat dikerjakan (*workability*) pada adukan beton dengan memakai gradasi agregat yang baik.

Agregat halus (pasir) adalah batuan halus yang terdiri dari butiran berukuran 0,15-5 mm yang didapat dari hasil disintegrasi batuan alam (*natural sand*). Pasir alam dan buatan menurut (Tjokrodimuljo, 199) dibedakan atas :

1. Pasir Galian

Pasir ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali. Pasir ini memiliki permukaan yang tajam, bersundut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi banyak mengandung tanah sehingga sebaiknya dicuci sebelum dipergunakan.

2. Pasir Sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, pada umumnya berbutir halus, berbentuk bulat akibat proses gesekan antar butiran, daya lekat antar butir pasir agak berkurang akibat bentuk butirannya bulat-bulat.

3. Pasir Laut

Pasir laut adalah pasir yang diambil dari tepian pantai, bentuk butirannya halus dan bulat akibat gesekan antar butirannya. Pasir ini merupakan pasir yang terjelek, karena banyak mengandung garam. Sifat garam yang menyerap kandungan air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi material bangunan, disarankan sebaiknya pasir jenis ini tidak dipakai untuk bahan bangunan, tanpa pengujian dan pengolahan lebih lanjut.

4. Pasir buatan

Pasir ini diperoleh dengan cara memecah batu dengan mesin pemecah batu. Batu besar digiling dengan mesin pemecah batu *stone crusher* hingga menjadi butiran halus berdiameter antara 0,15 – 5,00 mm.

5. Pasir abu terbang

Agregat ini merupakan hasil proses pemanasan abu terbang sampai meleleh dan mengeras lagi, sehingga membentuk butiran-butiran kecil menyerupai pasir.

Sesuai dengan SK SNI-S-04-1989-F:28 tentang Spesifikasi Agregat sebagai Bahan Bangunan, maka agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut ini :

1. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang tajam dan keras.
2. Butiran-butiran pasir harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau mudah hancur akibat pengaruh cuaca, seperti panas matahari dan hujan.
3. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat pembanding). Yang dimaksud lumpur adalah bagian dari benda uji yang lolos ayakan 0.063 mm. Apabila kandungan lebih dari 5% maka pasir harus dicuci/
4. Pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak, yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari *abrams-Harder* (dengan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat dipakai asal kuat tekan adukan pada umur 7 hari dan 28 hari adalah tidak kurang dari 95% kekuatan agregat yang sama tetapi ducuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudain dicuci dengan air hingga bersih lagi pada umur yang sama.
5. Susunan besar butir agregat halus mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 s/d 3,8 dan terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya. Apabila diayak dengan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu daerah susunan butir menurut daerah I, II, III atau IV (lihat Tabel 3. Dan Gambar 3.3) dan memenuhi syarat-syarat :
  - a. Sisa di atas ayakan 4.8 mm, minimal 2% berat.
  - b. Sisa di atas ayakan 1,2 mm, minimal 10% berat.
  - c. Sisa di atas ayakan 0,30 mm, minimal 15% berat.
5. Untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, reaksi pasir terhadap alkali harus negatif.
6. Pasir larut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk dari lembaga pengujian bahan yang diakui.
7. Agregat halus yang digunakan untuk spesi plesteran dan spesi terapan harus memenuhi persyaratan agregat untuk pasir pasangan.

### 3.2.3 Berat Jenis Pasir

Menurut Tjokrodiljo (1996) berat jenis pasir adalah rasio antara massa oadat oasis dan massa air dengan volume dan suhu yang sama. Berat jenis pasir dari agregat normal adalah 2,5 s/d 2,7, berat jenis dari agregat berat adalah lebih dari 2,8 dan berat jenis dari agregat ringan adalah kurang dari 2,0.

Menurut Tjokrodiljo (1996) agregat dapat dibedakan berdasarkan berat jenisnya yaitu :

1. Agregat normal

Agregat normal memiliki berat jenis antara 2,5 sampai 2,7. Agregat ini biasanya berasal dari granit, basalt, kuarsa dan sebagainya. Beton yang dihasilkan dengan berat jenis 2,3 dengan kuat tekan antara 15 s/d 40 MPa, beton itu disebut dengan beton normal.

2. Agregat berat

Agregat berat adalah agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 misalnya ( $\text{Fe}_3\text{SO}_2$ ) magnetic, barites ( $\text{BaS}_4$ ), atau serbuk besi.

3. Agregat ringan

Agregat ringan adalah agregat dengan berat jenis kurang dari 2,0. Beton yang dihasilkan dengan menggunakan agregat ringan mempunyai kuat tarik yang relatif rendah, modulus elastisitas, serta rayapan dan susunan lebih tinggi.

### 3.2.4 Berat Satuan Pasir

Menurut Tjokrodiljo (1998) berat satuan pasir adalah berat jenis pasir dalam satuan volume. Berat satuan dihitung berdasarkan berat agregat dalam suatu bejana dibagi volume bejana tersebut, sehingga yang dihitung adalah volume padat pasit (meliputi volume tertutup dan volume pori terbukanya). Berat satuan pasir dari agregat normal adalah 1,20 s/d 1,6 gram/cm<sup>3</sup>.

### 3.2.5 Kadar Air Pasir

Kadar air pasir dihitung berdasarkan perbandingan berat pasir dalam kondisi jenuh kering muka SSD (*saturated surface dry*) dikurangi berat pasir kondisi kering tungku. Pasir dalam kondisi jenuh kering muka(SSD) adalah pasir yang permukaannya kering. Tetapi butir - butirannya berisi air sejumlah yang dapat diserap. Dengan demikian butiran-butiran agregat pada tahap ini tidak menyerap dan juga

tidak menambah air bila dipakai dalam campuran adukan beton (Tjokrodinuljo, 2002). Tingkat kebebasan pasir menurut (Soetjipto dalam Komarudin, 2004) meliputi :

1. Pasir basah, yaitu pasir yang baru saja diambil dari sumbernya, misalnya : pasir yang langsung diambil dari sungai, laut, gunung dan lain-lain.
2. Pasir kering udara, yaitu pasir yang kandungan airnya sudah tetap sesuai dengan udara sekitarnya.
3. Pasir kering mutlak atau kering tungku (oven), yaitu pasir yang dikeringkan dalam tungku pada suhu 110° C sehingga semua airnya menguap keluar.

Menurut Soetjipto (Komarudin, 2004) kadar air pasir ditentukan dengan rumus :

$$W = \frac{(a - b)}{b} \times 100 \% \quad (3.2)$$

Dengan :

- $a$  = Berat pasir yang dihitung kadar airnya (gram)  
 $b$  = Berat pasir setelah kering tungku (gram)  
 $W$  = Kadar air (dalam %)

### 3.2.6 Gradasi Pasir

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar, sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi volume pori akan menjadi kecil, hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori antara butiran yang besar sehingga pori-porinya menjadi sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi (Tjokrodinuljo, 1998).

Agregat yang dipakai untuk campuran adukan atau mortar harus memenuhi syarat yang ditetapkan oleh SNI 03-6820-2002 dengan batasan ukuran agregat halus yang dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Gradasi Pasir (Tjokrodimuljo, 1992)

Lubang Ayakan (mm)	Persen berat butir yang lolos ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-75	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	10-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

### 3.2.7 Serat Alami Ijuk

Ijuk merupakan bahan alami yang dihasilkan oleh pangkal pelepah enau (*arengga pinata*) yaitu sejenis tumbuhan bangsa palma. Serabut ijuk biasa dipintal sebagai tali, sapu atau dijadikan atap, selain itu dalam konstruksi bangunan ijuk digunakan sebagai lapisan penyaring (filter) pada sumur resapan. Ijuk mempunyai sifat awet tidak mudah membusuk dalam keadaan terbuka (tahan terhadap cuaca) maupun tertanam dalam tanah. Serat ijuk yang bagus didapat dari pohon yang sudah tua, tetapi sebelum tandan (bakal) buah muncul (sekitar umur 4 tahun), karena saat tandan (bakal) buah muncul ijuk menjadi kecil - kecil dan jelek.

Serat ijuk yang di hasilkan pohon aren berupa helaian benang-benang tipis berwarna hitam. Serat ijuk jenis ini banyak dan mudah didapat di pasaran pada umumnya. Selain itu pula ijuk bersifat kaku, ulet, tidak mudah busuk dan sangat tahan terhadap genangan air ( termasuk air laut). Dengan dimensi diameter < 0,5 mm dan panjang relatif sehingga bisa digunakan sesuai dengan yang diinginkan. Serat ijuk ini diharapkan mampu memberi efek yang positif setelah digunakan sebagai serat dalam pembuatan beton pasir atau *paving block*, baik dari segi kuat lentur, kuat desak dan daya serap terhadap air.

Salah satu sifat alami dari serat alam yaitu hidrofilik atau mudah menyerap air, berbeda dengan polimer yang bersifat hidrofobik, yaitu sukar menyerap air. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan *treatment* dimana serat direndam dalam larutan alkali selama beberapa waktu. Pengaruh perlakuan alkali terhadap

sifat permukaan serat selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi. (Bismarck et al, 2002)

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penambahan serat ijuk pada campuran beton, khususnya *paving block*, yaitu :

1. Ketersediaan ijuk

Ijuk merupakan produk pertanian sehingga ketersediaanya di alam selalu dapat diperbaharui, yang berarti proses penyediaanya tidak merusak lingkungan. Disamping itu ijuk hanya merupakan produk sampingan dari pohon enau sehingga memiliki nilai ekonomis yang relatif rendah. Kendala yang dihadapi apabila ijuk akan dijadikan serat adalah proses pabrikasinya yang masih dikerjakan secara manual dan memakan waktu.

2. Teknik pencampuran

Dari penelitian terdahulu dapat dikatakan bahwa makin banyak jumlah serat yang ditambahkan dalam adukan beton, akan menurunkan sifat *workability* dari adukan tersebut. Di lain pihan penambahan serat dalam adukan beton akan mampu memperbaiki beberapa sifat mekanik beton.

### 3.3 KUAT DESAK *PAVING BLOCK*

Kuat desak *paving block* adalah beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji *paving block* hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Salah satu karakteristik kualitas yang harus dimiliki *paving block* adalah kekuatan desak. Kualitas *paving block* semakin baik jika memiliki kuat desak yang tinggi.

Kuat desak satu benda uji dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\sigma' b = \frac{P}{A} \quad (3.3)$$

Dengan :

$\sigma' b$  = Tegangan kuat desak benda uji

$P$  = Beban desak *ultimate*

$A$  = Luas permukaan

Sedangkan untuk menghitung kuat desak rata-rata dapat dihitung dengan rumus:

$$\sigma'bm = \frac{\Sigma\sigma'b}{n} \quad (3.4)$$

$\sigma'bm$  = Kuat desak rata-rata  
 $\Sigma\sigma'b$  = Jumlah total tegangan kuat desak  
 $n$  = Jumlah benda uji

Kuat desak paving block dipengaruhi beberapa faktor antara lain sebagai berikut.

1. Faktor air semen

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen di dalam campuran beton. Pada jumlah semen tetap, semakin besar faktor air semen, jumlah pasta semen semakin besar, seiring dengan itu nilai slump juga semakin rendah, yang berarti adukan makin encer dan mempunyai kelecakan tinggi. Hal ini terjadi karena semakin besar jumlah pasta pada jumlah semen tetap berarti air bertambah banyak dan lapisan pasta yang menyelimuti butir-butir agregat semakin tebal, sehingga butir-butir agregat semakin licin. Selain itu kenaikan faktor air semen dapat menurunkan kuat tekan beton, dengan naiknya faktor air semen berarti terjadi penambahan air pada adukan sehingga ada kelebihan air dalam pasta yang menyebabkan timbulnya pori atau rongga yang dapat memperlemah kekuatan beton.

2. Jenis semen

Dalam Pedoman Beton Indonesia (PBI) 1989 disyaratkan bahwa semen portland untuk pembuatan beton harus merupakan jenis-jenis yang memenuhi syarat-syarat SNI 0013-81 "Mutu dan uji semen" yang klasifikasinya tertera diatas pada halaman 15

3. Jumlah semen

Pada jumlah kandungan agregat yang normal, pengaruh jumlah volume agregat per kubik sebenarnya hanya kecil pengaruhnya. Jika dengan nilai faktor air

semen yang sama, beton dengan kandungan semen lebih sedikit mempunyai kekuatan lebih tinggi. Hal ini karena jumlah semen yang sedikit berarti jumlah air pun sedikit dan pastinya juga sedikit, yang berarti kandungan pori lebih sedikit dibanding dengan beton yang memiliki kandungan semen lebih banyak. Perlu diperhatikan bahwa jika faktor air semen sama dan kandungan semen lebih sedikit maka akan terjadi adukan yang kental sehingga pemadatannya lebih sulit.

#### 4. Sifat agregat

Kualitas agregat adalah hal yang perlu diperhatikan, mengingat secara umum menempati 70% - 75% dari total volume beton. Agregat tidak saja berpengaruh pada daya tahan dan kekompakan beton, pada umumnya bentuk, gradasi, kekuatan, modulus elastisitas serta interaksi kimia dan fisiknya dengan semen yang mempengaruhi retakan antara agregat dan mortar.

#### 5. Umur beton

Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton itu sendiri. Kecepatan bertambahnya umur beton tersebut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi faktor air semen semakin lambat kenaikan kekuatan beton, dan semakin tinggi suhu perawatan beton, semakin cepat kenaikan kekuatannya.

### 3.4 DAYA SERAP AIR

Bahan penyusun dalam *paving block* yang terbesar adalah agregat, dimana pada umumnya agregat yang dipakai adalah agregat halus / pasir. Oleh karena itu sifat-sifat agregat dalam menyerap air akan mempengaruhi daya serap air pada *paving block*.

Untuk mengetahui kemampuan menyerap air pada *paving block* perlu dilakukan pengujian daya serap air di laboratorium. Pelaksanaan pengujian daya serap air dimulai dengan penimbangan berat basah setelah sebelumnya dilakukan perendaman di dalam air. *Paving block* dikeringkan dalam oven pada suhu kurang lebih 105° C selama 24 jam dan kemudian ditimbang untuk mengetahui berat kering *paving block*.

Daya serapan air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Daya serap air} = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\% \quad (3.5)$$

Dengan :

$W_b$  = Berat benda uji basah

$W_k$  = Berat benda uji kering

Nilai standar daya serap air berdasarkan SNI 03-0691-1996 dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Standart Daya Serap Air Untuk *Paving Block*

Mutu	Serapan Air Rata-Rata Maksimum
A	3%
B	6%
C	8%
D	10%

Sumber : SNI 03-0691-1996

### 3.5 KUAT LENTUR PAVING BLOCK

Secara struktural *paving block* mempunyai kekuatan yang cukup terutama pada kuat tekannya, tapi sebagaimana beton biasa, *paving block* mempunyai kelemahan yaitu kuat lentur yang rendah dan bersifat getas, serta mudah retak atau hancur akibat dari fungsi *paving block* yang hanya untuk menahan kuat tekan. Oleh karena itu untuk meningkatkan kekuatan dan kualitas *paving block* dalam menahan gaya lentur dan geser dapat dilakukan dengan memerikan bahan tambah.

Kuat lentur adalah nilai tegangan tarik yang di hasilkan dari momen lentur dibagi dengan momen penampang benda uji. Kuat lentur yang harus dicapai dari individual *block* adalah minimal 60 kg/cm<sup>2</sup>. Peralatan yang digunakan harus dilengkapi dengan 2 buah tumpuan silinder dengan jarak yang dapat diatur di atas pelat sebagai tumpuan.

Pada pengujian kuat lentur ada dua parameter SNI yang berlaku di Indonesia yaitu pengukuran kuat lentur dengan sistem metode dua titik pembebanan (SNI 03-4431-1997) dan sistem metode satu titik pembebanan (SNI- 04-4145-1996).

Perhitungan kuat lentur mengacu pada SNI 03-4145-1996 dengan metode sistem satu titik pembebanan memiliki 2 parameter sebagai berikut ini :

1. Untuk benda uji dengan bidang patah ditengah :

$$flt = \frac{3PL}{2BH^2} \quad (3.6)$$

2. Untuk benda uji dengan bidang patah tidak ditengah :

$$flt = \frac{3Pc}{BH^2} \quad (3.7)$$

Dengan :

- |       |   |   |
|-------|---|---|
| $flt$ | = | Kuat lentur                                     |
| $P$   | = | Besar beban saat benda uji pecah (N)            |
| $L$   | = | Jarak tumpuan                                   |
| $B$   | = | Lebar benda uji (mm)                            |
| $H$   | = | Tebal Benda uji (mm)                            |
| $c$   | = | Jarak rata-rata bidang pecah ketumpuan terdekat |

Perhitungan kuat lentur mengacu pada SNI 03-4431-1997 dengan metode sistem dua titik pembebanan memiliki 2 parameter sebagai berikut ini:

1. Untuk benda uji dengan bidang pecah ditengah :

$$flt = \frac{PL}{BH^2} \quad (3.8)$$

2. Untuk benda uji dengan bidang patah tidak ditengah :

$$flt = \frac{3Pc}{BH^2} \quad (3.9)$$

Dengan :

$flt$  = Kuat lentur

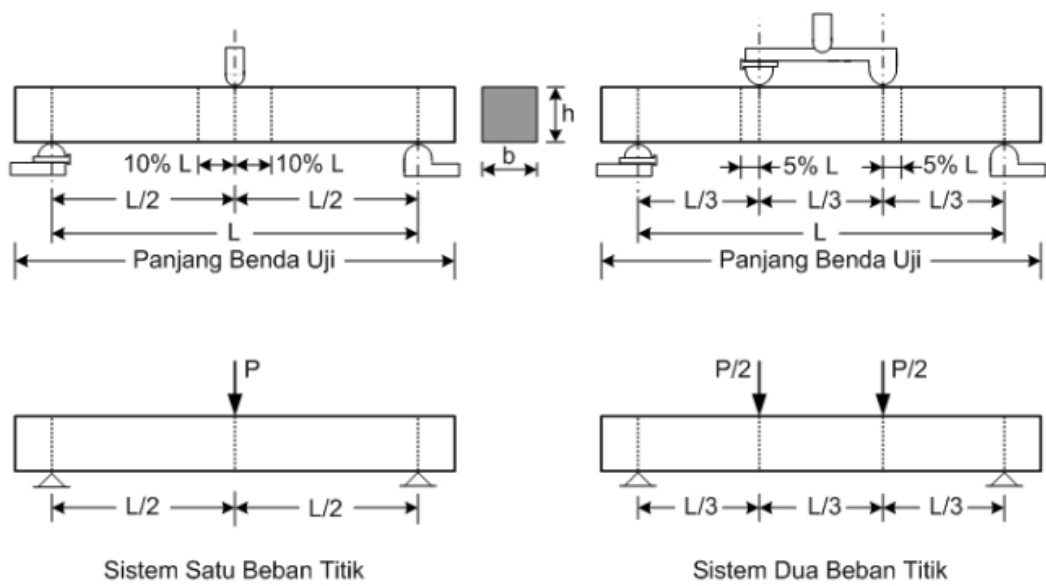
$P$  = Besar beban saat benda uji pecah (N)

$L$  = Jarak antar tumpuan

$B$  = Lebar benda uji (mm)

$H$  = Tebal Benda uji (mm)

$c$  = Jarak rata-rata bidang patah ke tumpuan terdekat



Gambar 3.1 Benda uji, Perletakan dan Pembebanan Pengujian Kuat Lentur

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

### **4.1 LOKASI PENELITIAN**

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

### **4.2 BAHAN PENELITIAN**

*Paving block* cetak mesin dengan bentuk persegiempat umur 28 hari yang ada dibuat sendiri dengan pasir vulkanik Merapi dan bahan tambah serat alam ijuk yang di jual dipasaran pada umumnya. Material paving block yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Semen *Portland*

Semen *Portland* yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen jenis I merk Holcim.

2. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

3. Pasir

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir vulkanik Merapi.

4. Serat Alami Ijuk

Serat alami ijuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat alami ijuk yang dijual dipasaran pada umumnya.

### 4.3 PERALATAN PENELITIAN

Peralatan yang dipakai selama penelitian adalah sebagai berikut :

#### 1. Mesin uji kuat desak dan lentur

Mesin uji kuat desak yang digunakan adalah *Universal Testing Machine* merk Indotest berkapasitas 60 ton. Ukuran benda uji yang dipakai adalah 100 mm x 200 mm x 60 mm. Mesin ini digunakan untuk menghitung kuat desak *paving block*.



(a)

(b)

Gambar 4.1 (a) Mesin Uji Kuat Desak, (b) Mesin Uji Kuat Lentur

#### 2. Mesin *press* dan getar

Mesin *press* dan getar adalah mesin yang di gunakan dalam mencetak benda uji. Dalam penelitian cetakan benda uji yang ukuran cetakan 200 mm x 100 mm x 60 mm.



Gambar 4.2 Mesin *Press* dan Getar

3. Kuas

Kuas digunakan untuk membersihkan ayakan sisa butiras agregat pada ayakan setelah digunakan.



Gambar 4.3 Kuas

#### 4. Oven

Oven merk Emmert buatan Jerman digunakan untuk memperoleh keadaan kering mutlak pada pasir, tumbukan batu bata dan mortar.



Gambar 4.4 Oven

#### 5. Kaliper

Kaliper merk Tricle Brand buatan Cina digunakan untuk mengukur dimensi mortar. Kaliper yang digunakan memiliki panjang 200 mm dengan tingkat ketelitian 0,05 mm.



Gambar 4.5 Kaliper

6. Molen

Molen digunakan saat pencampuran bahan-bahan penyusun mortar seperti semen pasir dan air.



Gambar 4.6 Molen

7. Ember

Ember digunakan untuk mentakar perbandingan pasir dan semen.



Gambar 4.7 Ember

8. *Scrap*

*Scarp* digunakan untuk memasukkan dan meratakan permukaan adukan pada cetakan mortar.



Gambar 4.8 *Scrap*

9. Timbangan

Timbangan merk ELE dengan kapasitas 5 kg dan tingkat ketelitian 0,1 gram digunakan untuk mengukur berat sampel kurang dari 5 kg.



Gambar 4.9 Timbangan

#### 10. Ayakan dan mesin pengguncang saringan

Ayakan digunakan untuk mengetahui gradasi pasir, ayakan yang digunakan bermerk MBT buatan Indonesia, Sedangkan mesin pengguncang saringan yang digunakan dari *pascal England Engineering*. Susunan lubang ayakan yang digunakan berturut-turun adalah : 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm dan 0,15 mm dilengkapi dengan tutup dan pan.



Gambar 4.10 Ayakan Agregat Halus

### 4.4 PELAKSANAAN PENELITIAN

Cara peneliti melaksanakan penelitian adalah dengan menggunakan metode pelaksanaan penelitian agar sistematis menurut kadidah-kaidah penelitian ilmiah, pelaksanaan penelitian meliputi persiapan, pembuatan benda uji dan pelaksanaan pengujian.

#### 4.4.1 Persiapan

Pekerjaan pertama adalah persiapan bahan pembuatan *paving block* dan perisapan alat yang akan digunakan. Persiapan bahan meliputi pemeriksaan bahan untuk campuran *paving block* difokuskan pada bahan tambahan dan agregatnya yang meliputi :

## 1. Pengujian gradasi pasir

Langkah-langkah pengujian gradasi pasir dapat dilakukan sebagai berikut :

- a. Contoh pasir diambil secukupnya menggunakan *sample splitter* untuk membagi butiran secara merata.
- b. Contoh pasir yang akan digunakan ditimbang, kemudian masukan dalam *oven* pada suhu  $\pm 110^{\circ}$  C selama 24 jam atau sampai berat pasirnya tetap.
- c. Masing-masing saringan ditimbang.
- d. Saringan disusun pada mesin pengguncang, yang paling bawah adalah pan, kemudian saringan dengan lubang terkecil dan seterusnya sampai saringan dengan lubang terbesar.
- e. Pasir dimasukan pada saringan teratas kemudian ditutup. Susunan saringan tersebut kemudian dijepit dan motor mesin pengguncang dihidupkan selama 10 menit.
- f. Kemudian susunan saringan didiamkan selama 5 menit untuk memberi waktu debu-debu agar mengendap.
- g. Saringan dibuka dan kemudian timbang berat masing-masing saringan berikut isinya.
- h. Gradasi pasir diperoleh dengan menghitung jumlah persentase kumulatif butir-butir yang lolos pada masing-masing ayakan. Nilai modulus halus butir dihitung dengan menjumlahkan persentase kumulatif tertinggal dibagi seratus.

## 2. Pemeriksaan berat jenis.

Prosedur pengujian berat jenis adalah sebagai berikut :

- a. Pasir dikeringkan dalam oven dengan suhu  $\pm 110^{\circ}$  C sampai beratnya tetap.
- b. Pasir direndam dalam air selama 24 jam.
- c. Air bekas rendaman dibuang dengan hati-hari sehingga butiran pasir tidak ikut terbang. Pasir diletakkan diatas nampai dan didinginkan sampai tercapai keadaan kering jenuh muka. Untuk pengujian kondisi jenuh kering muka dilakukan dengan memasukkan pasir pada kerucut terpancung dan dipadatkan dengan ditumbuk sebanyak 25 kali. Pada saat kerucut diangkat pasir akan runtuh tetapi masi akan membentuk pola kerucut.

- d. Pasir diatas sebanyak 500 gr (W0) dimasukkan kedalam piknometer kemudian tambahkan air + 90% penuh. Untuk mengeluarkan udara yang terjebak dalam butiran-butiran pasir, piknometer diputar dan digulingkan dengan hati-hati.
- e. Air ditambahkan sampai piknometer penuh, kemudian ditimbang (W1).
- f. Pasir dikeluarkan dari piknometer kemudian dimasukkan kedalam oven selama 2 x 24 jam dengan suhu 110° C sampai beratnya tetap (W2).
- g. Piknometer dibersihkan dan diisi dengan air hingga penuh, kemudian ditimbang (W3).
- h. Berat jenis pasir adalah perbandingan antara berat pasir kering pada nampan dengan berat piknometer berisi air ditambah berat pasir dalam keadaan jenuh kering muka dan dikurangi berat piknometer berisi pasir + air.

#### 4.4.2 Proses Pembuatan Benda Uji

Proses pembuatan atau pencetakan benda uji dilakukan dengan mesin pres dan getar. Mesin yang digunakan adalah mesin dengan sistem hidrolik dilengkapi sistem vibrator yang biasa digunakan untuk proses produksi *paving block*. Bersamaan pada saat pemadatan dilakukan penggetaran sehingga agregat dapat saling mengisi celah atau rongga yang ada pada cetakan. Dengan demikian diharapkan dapat memberi hasil yang sempurna pada proses pembuatan benda uji dan memperkecil terjadinya *human error*.

Berikut ini adalah langkah-langkah pencetakan atau proses pembuatan *paving block* dengan menggunakan mesin pres getar :

1. Mesin diatur pada posisi cetakan membuka sehingga campuran bisa dimasukkan ke dalam cetakan.
2. Campuran dimasukkan ke dalam cetakan.
3. Sistem getar pada mesin dinyalakan sekitar 5 detik.
4. Isi cetakan yang turun akibat penggetaran dipenuhi kembali dengan campuran untuk bagian kepala *paving block*.
5. Tuas pengepresan ditekan sehingga bagian stempel turun dan melakukan proses pemadatan bersamaan dengan sistem getar dijalankan.
6. Tuas ditekan untuk mengangkat kedua bagian cetakan.

#### **4.4.3 Proses Perawatan Benda Uji**

Perawatan benda uji dilakukan setelah satu hari dari proses pencetakan. Pada umur 1 hari atau benda uji sudah cukup keras untuk dilakukan perendaman selama 21 hari, setelah itu benda uji dijaga kelembababnya hingga mencapai umur 28 hari.

#### **4.4.4 Pengujian Kuat Desak Kering**

Setelah umur benda uji mencapai 28 hari pengujian kuat desak dapat dilakukan untuk mengetahui kuat desak maksimum pada benda uji. Langkah-langkah pengujian yang dilakukan berdasarkan ` adalah sebagai berikut :

1. Benda uji yang telah diangin-anginkan selama satu hari dibersihkan permukaanya dari kotoran yang menempel.
2. Benda uji ditimbang menggunakan timbangan dengan tingkat ketelitian 0,5 gram.
3. Dimensi benda uji diukur dengan menggunakan kaliper atau jangka sorong.
4. Benda uji diletakkan tepat ditengah alat uji.
5. Mesin dinyalakan dengan pemberian beban terus meningkat.
6. Pembebanan dilakukan sampai bebanya turun dan dicatat beban maksimum yang dapat ditahan benda uji.

#### **4.4.5 Pengujian Kuat Desak Basah**

Setelah umur benda uji mencapai 28 hari pengujian kuat desak basah dapat dilakukan untuk mengetahui kuat desak maksimum pada benda uji dalam keadaan basah. Langkah-langkah pengujian yang dilakukan berdasarkan SNI 03-10691-1996 adalah sebagai berikut :

1. Benda uji yang telah diangin-anginkan selama satu hari dibersihkan permukaanya dari kotoran yang menempel.
2. Benda uji di rendam dengan air pada Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Universitas Islam Indonesia selama  $\pm 24$  jam.
3. Benda uji diangkat dan di diamkan beberapa saat hingga pada kondisi jenuh muka.
4. Benda uji ditimbang menggunakan timbangan dengan tingkat ketelitian 0,5 gram.

5. Dimensi benda uji diukur dengan menggunakan kaliper atau jangka sorong.
6. Benda uji diletakkan tepat ditengah alat uji.
7. Mesin dinyalakan dengan pemberian beban terus meningkat.
8. Pembebanan dilakukan sampai bebanya turun dan dicatat beban maksimum yang dapat ditahan benda uji.

#### **4.4.6 Pengujian Kuat Lentur**

Berdasarkan SNI 03-4154-1996 pengujian kuat lentur beton dengan satu beban terpusat, langkah-langkah pengujian kuat lentur *paving block* adalah sebagai berikut :

1. Benda uji yang telah diangin-anginkan selama satu hari dibersihkan dari kotoran yang menempel.
2. Benda uji ditimbang menggunakan timbangan dengan tingkat ketelitian 0,5 gram.
3. Dimensi benda uji di ukur dengan kaliper atau jangka sorong.
4. Jarak silinder tumpuan diatur 2 cm dari bagian luar sisi panjang *paving block*.
5. Benda uji diletakan diatas tumpuan.
6. Mesin dihidupkan dengan beban P yang bertumpu pada bagian tengah *paving block*.
7. Pembebanan terus meningkat sampai pada batas benda uji dapat menahan lentur yang ditandai dengan pembebanan yang menurun pada mesin penguji, dan catat beban maksimumnya.

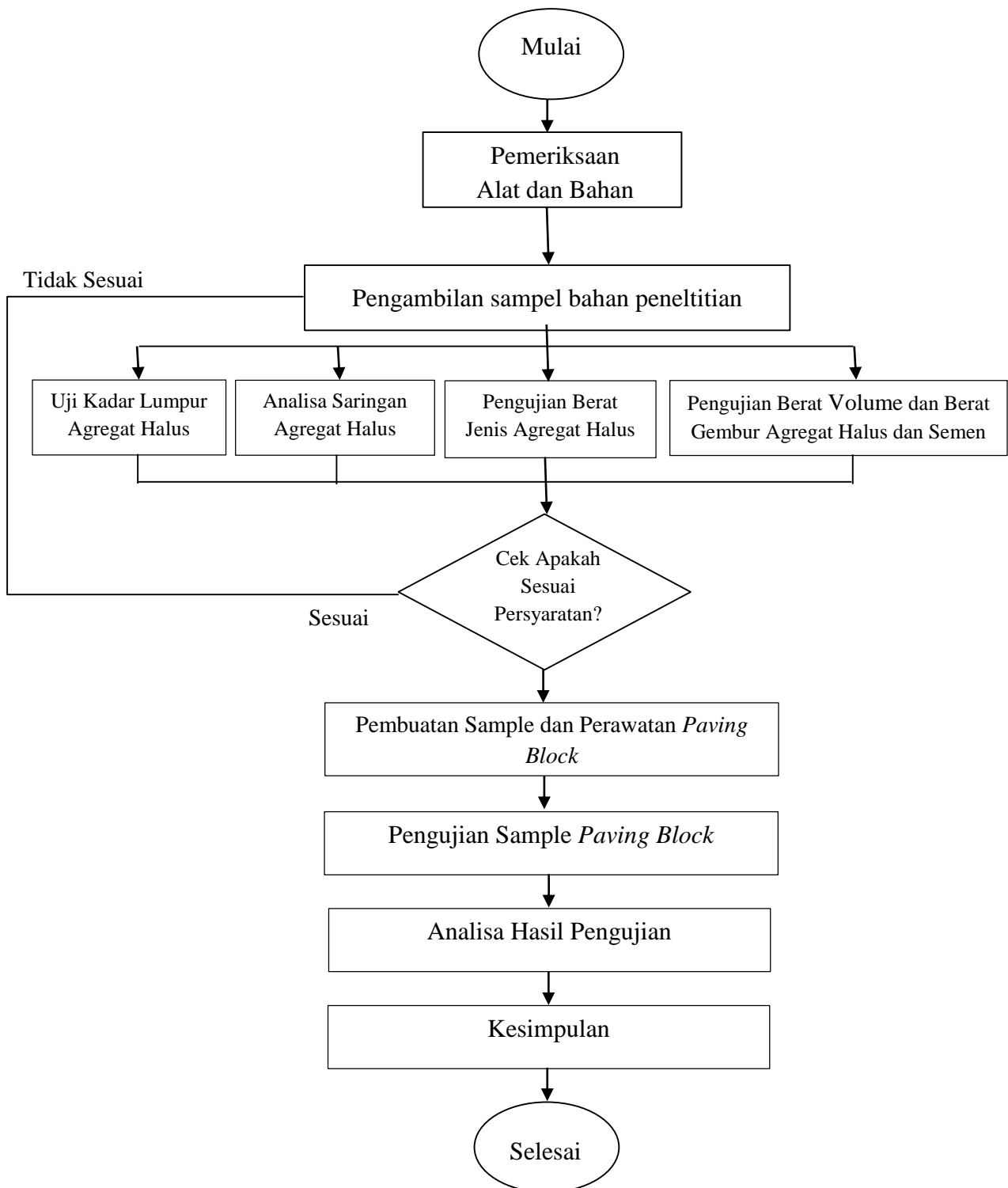
#### **4.4.7 Pengujian Daya Serap Air**

Pengujian daya serap air bertujuan mengetahui besarnya kemampuan *paving block* untuk menyerap air melalui pori-porinya. Pengujian daya serapan air mengacu pada SNI 03-0691-1996 langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Benda uji direndam dalam air hingga kondisi jenuh selama 24 jam, kemudian ditimbang beratnya dalam keadaan basah dengan menggunakan timbangan dengan tingkat ketelitian 0,5 gram.
2. Keringkan dalam oven dengan suhu  $\pm 110^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.
3. Benda uji ditimbang dalam keadaan kering oven.

#### 4.5 BAGAN ALIR PENELITIAN

Untuk mempermudah dan memeperjelas proses penelitian di buat bagan alir penelitian sebagai berikut ini :



Gambar 4.11 Bagan Alir Penelitian

## **BAB V**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 HASIL PENELITIAN BAHAN**

Berdasarkan pemeriksaan bahan yang telah dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia pada bahan penelitian pasir merapi mendapatkan hasil sebagai berikut :

Berat volume gembur pasir = 1,474 gram/cm<sup>3</sup>

Berat volume gembur semen = 1,058 gram/cm<sup>3</sup>

Gradasi pasir = Daerah II / pasir agak kasar

MHB = 2,616 / butiran pasir sedang

#### **5.2 PERHITUNGAN KEBUTUHAN CAMPURAN**

Perbandingan volume semen : pasir sebesar 1 : 6 dan nilai fas yang digunakan adalah 0,4 dan variasi penambahan serat ijuk sebesar 0%, 2,5%, 5 % dan 7,5 % dari berat semen. Perhitungan kebutuhan bahan untuk setiap variasi benda uji sesuai dengan keadaan dilapangan adalah sebagai berikut ini :

Berat volume gembur pasir = 1,474 gram/cm<sup>3</sup>

Berat volume gembur semen = 1,058 gram/cm<sup>3</sup>

Volume wadah = 5870,814 cm<sup>3</sup>

Berat pasir yang digunakan tiap variasi :

$$\begin{aligned} \text{Volume wadah} \times \text{BV gembur pasir} \times 6 &= 5870,814 \text{ cm}^3 \times 1,474 \text{ gr/cm}^3 \times 6 \\ &= 519 19,42 \text{ gram} \\ &= 51,92 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat semen yang digunakan tiap variasi :

$$\begin{aligned} \text{Volume wadah} \times \text{BV gembur semen} \times 1 &= 5870,814 \text{ cm}^3 \times 1,058 \text{ gr/cm}^3 \times 1 \\ &= 6211,075 \text{ gram} \\ &= 6,21 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 5.1 Komposisi Campuran Benda Uji

Variasi (%)	Pc (kg)	Ps (kg)	Serat Ijuk (gram)	Jumlah Sampel yang di Uji
0	6,21	51,92	0	9
2,5	6,21	51,92	155,28	9
5	6,21	51,92	310,55	9
7,5	6,21	51,92	465,83	9

Dengan : pc = semen

Ps = pasir

### 5.3 PENGUJIAN KUAT DESAK *PAVING BLOCK*

Berdasarkan pengujian kuat desak *paving block* setelah mencapai umur lebih dari 28 hari, didapatkan hasil kuat desak yang berbeda pada setiap variasinya. Pada pembahasan ini digunakan hasil kuat desak rata-rata dari setiap variasi penambahan serat ijuk untuk dibandingkan. Hasil pengujian kuat desak *paving block* dapat dilihat pada Tabel 5.2 hingga Tabel 5.5.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat Desak Variasi 1 dengan 0% Ijuk

Kode	Dimensi			Berat (gram)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Berat Volume (t/m <sup>3</sup> )
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)					
PV1C	20,13	9,91	6,15	2218	163,81	316,80	197,14	1,81
PV1D	20,20	10,13	5,83	2290	163,68	388,40	241,89	1,92
PV1G	20,20	10,10	6,12	2285	155,45	349,70	229,31	1,82
Rata –Rata							222,78	1,85

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Kuat Desak Variasi 2 dengan 2,5% Ijuk

Kode	Dimensi			Berat (gram)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Berat Volume (t/m <sup>3</sup> )
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)					
PV2A	20,30	10,17	6,35	2597	154,90	676,00	444,87	1,98
PV2B	20,47	10,33	6,14	2669	152,69	669,00	446,64	2,06
PV2C	20,40	10,25	6,30	2617	155,00	611,20	401,97	1,99
Rata – Rata							431,16	2,01

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Kuat Desak Variasi 3 dengan 5% Ijuk

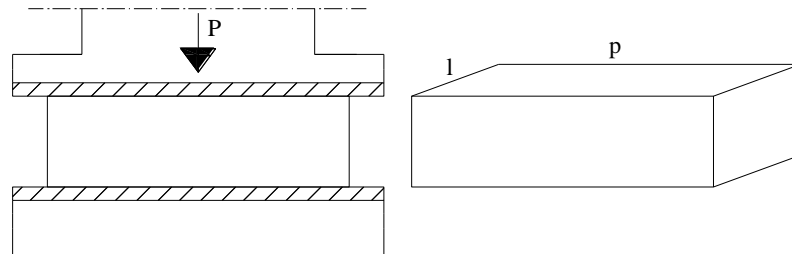
Kode	Dimensi			Berat (gram)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Berat Volume (t/m <sup>3</sup> )
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)					
PV3D	20,30	10,17	6,79	2510	156,35	364,30	237,51	1,79
PV3E	20,20	10,16	6,38	2340	162,16	318,20	200,03	1,79
PV3I	20,44	10,22	6,66	2470	154,64	339,00	223,47	1,78
Rata – Rata							220,34	1,78

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kuat Desak Variasi 4 dengan 7,5% Ijuk

Kode	Dimensi			Berat (gram)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Berat Volume (t/m <sup>3</sup> )
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)					
PV4B	20,36	10,30	6,34	2174	175,11	227,50	132,43	1,64
PV4E	20,30	10,38	5,88	2260	162,92	288,40	180,45	1,82
PV4G	22,20	10,22	5,55	2144	163,89	219,40	136,47	1,70
rata-rata							149,78	1,72

### 5.3.1 Contoh Perhitungan Kuat Desak

Sebagai contoh diambil hasil pengujian *paving block* pada variasi 2 dengan penambahan serat ijuk sebesar 2,5% pada sampel PV2A.



Gambar 5.1 Perletakan Pembebanan Pengujian Kuat Desak

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang (A)} &= p \times l = 18,44 \times 8,4 \\ &= 154,9 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Beban Maksimum (P)} = 676 \text{ kN} = 68909,276 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Desak } (\sigma) &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{68909,276}{154,9} \\ &= 444,87 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

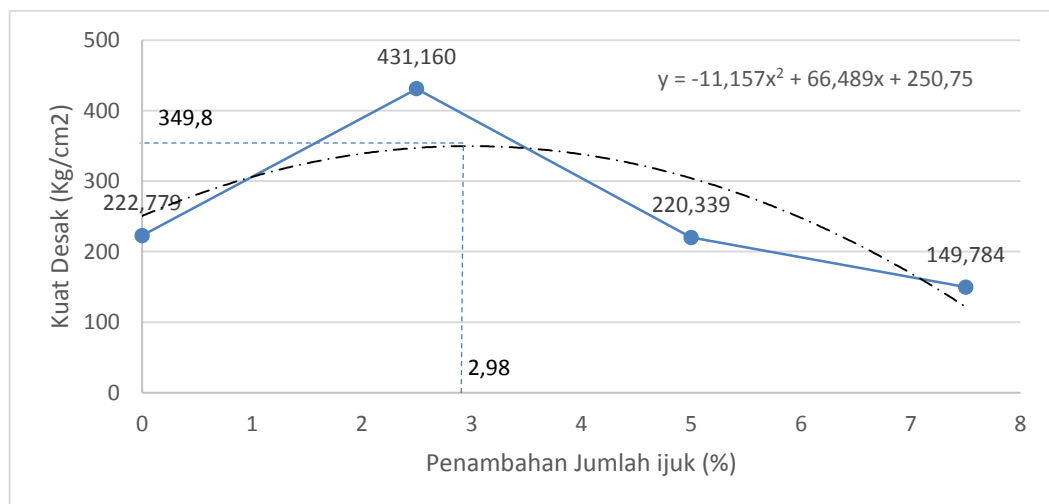
Dari keempat hasil kuat desak *paving block* pada variasi 2 dengan penambahan serat ijuk sebanyak 2,5% dijumlahkan kemudian dibagi jumlah benda uji untuk mendapatkan kuat desak rata – rata pada setiap variasi. Untuk kuat desak rata – rata dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{rata-rata}} &= \frac{\sum \sigma}{n} = \frac{444,87 + 446,64 + 401,97}{3} \\ &= \frac{1293,4}{3} \\ &= 431,16 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Hasil kuat desak rata-rata pada masing-masing variasi penambahan serat ijuk dan penggolongan mutunya berdasarkan kuat desak dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Gambar 5.2.

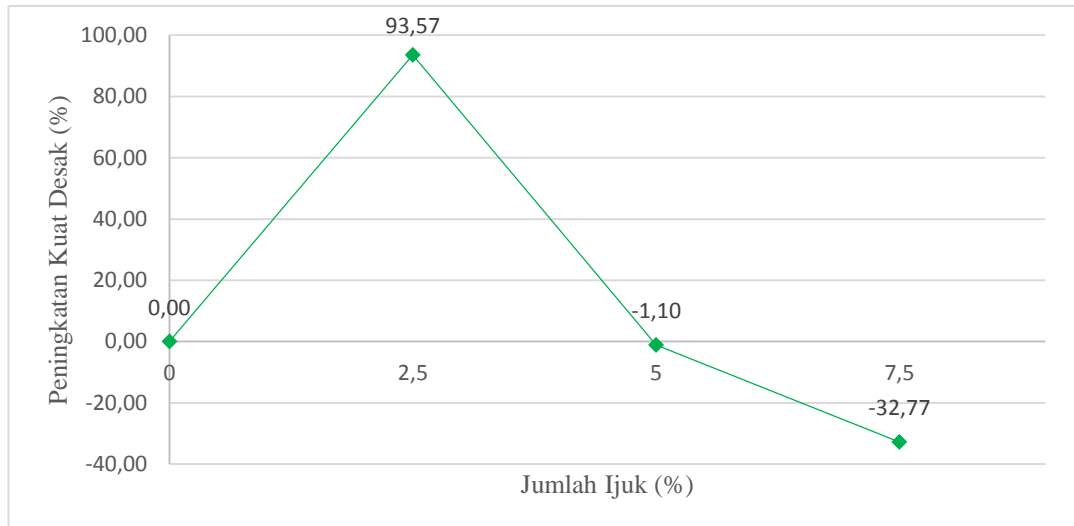
Tabel 5.6 Kuat Desak Rata-Rata *Paving Block*

Variasi	Jumlah ijuk (%)	Kuat Desak Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Berdasarkan (SNI-03-1691-1996)	
			Mutu Paving	Perutukan
PV1	0	222,78	B	Pelataran Parkir
PV2	2,5	431,16	A	Jalan
PV3	5	220,34	B	Pelataran Parkir
PV4	7,5	149,78	C	Pejalan Kaki



Gambar 5.2 Grafik Kuat Desak Rata-Rata *Paving Block*

Kenaikan kuat desak *paving block* dengan bahan tambah ijuk dibandingkan dengan nilai kuat desak *paving block* normal (tanpa serat ijuk) terlihat meningkat 93,57% pada jumlah ijuk 2,5% kemudian mengalami penurunan sebesar -1,10% dan -32,77% pada jumlah ijuk 5% dan 7,5%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik persentase peningkatan kuat desak pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik Persentase Peningkatan Kuat Desak *Paving Block*

### 5.3.2 Pembahasan Pengujian Kuat Desak

Berdasarkan hasil pengujian kuat desak *paving block*, penambahan serat ijuk dalam campuran dapat meningkatkan nilai kuat desak sampai pada jumlah ijuk optimum. Dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan Gambar 5.3 kuat desak tertinggi terjadi pada variasi 2 dengan jumlah ijuk 2,5% sebesar 431,160 kg/cm<sup>2</sup> dan peningkatan 93,57% dari kuat desak *paving block* normal (tanpa serat ijuk). Penambahan jumlah ijuk sebanyak 5% dan 7,5% mengalami penurunan kuat desak bahkan lebih rendah dibanding dengan kuat desak *paving block* normal (tanpa serat ijuk), hal ini terjadi disebabkan penambahan serat ijuk yang teralu banyak dalam campuran akan menggumpal dan sulit untuk tercampur secara merata sehingga timbul banyaknya pori *paving block* yang mempengaruhi tingkat kepadatan.

Berdasarkan hasil pengujian kuat desak tertinggi yang terjadi pada *paving block* dengan jumlah ijuk 2,5% tergolong sebagai *paving block* dengan mutu A ditinjau dari nilai kuat desaknya sebesar 431,160 kg/cm<sup>2</sup> yang peruntukannya sebagai jalan. Penambahan jumlah ijuk sebesar 5% dan 7,5% mengalami penurunan dan menurut SNI 03-0691-1996 tentang *paving block* tergolong sebagai *paving block* dengan mutu B dan C ditinjau dari nilai kuat desaknya yang peruntukannya sebagai pelataran parkir dan pejalan kaki.

#### 5.4 HASIL PENGUJIAN KUAT DESAK BASAH

Berdasarkan pengujian kuat desak basah *paving block* setelah mencapai umur lebih dari 28 hari, didapatkan hasil kuat desak basah yang berbeda pada setiap variasinya. Pada pembahasan ini digunakan hasil kuat desak rata-rata dari setiap variasi penambahan serat ijuk untuk dibandingkan. Hasil pengujian kuat desak *paving block* dapat dilihat pada Tabel 5.7 hingga Tabel 5.10 sebagai berikut :

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kuat Desak Basah Variasi 1 dengan 0% Ijuk

Kode	Dimensi			Berat (gram)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Berat Volume (t/m <sup>3</sup> )
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)					
PV1F	20,27	10,20	5,59	2145	159,77	272,50	173,87	1,86
PV1H	20,35	10,18	5,77	2279	158,37	381,10	245,30	1,91
PV1I	20,30	10,27	5,91	2270	154,33	367,10	242,48	1,84
Kuat Desak Rata – rata							220,55	1,87

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Kuat Desak Basah Variasi 2 dengan 2,5% Ijuk

Kode	Dimensi			Berat (gram)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Berat Volume (t/m <sup>3</sup> )
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)					
PV2G	20,25	10,14	6,69	2633	154,79	530,80	349,56	1,92
PV2H	20,30	10,24	6,86	2650	155,44	511,40	335,38	1,86
PV2I	20,25	10,25	6,63	2681	156,20	524,70	342,43	1,95
Kuat Desak Rata – rata							342,45	1,91

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Kuat Desak Basah Variasi 3 dengan 5% Ijuk

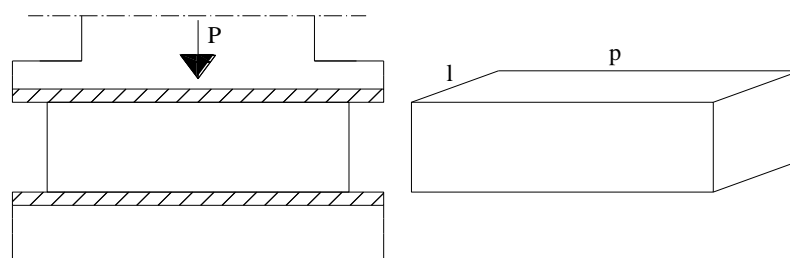
Kode	Dimensi			Berat (gram)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Berat Volume (t/m <sup>3</sup> )
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)					
PV3F	20,22	10,13	6,17	2158	151,29	191,10	128,76	1,71
PV3H	20,21	10,29	7,25	2563	182,37	141,40	79,04	1,70
PV3B	20,32	10,25	7,05	2416	190,32	167,30	89,61	1,65
Kuat Desak Rata – rata							99,14	1,68

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Kuat Desak Basah Variasi 4 dengan 7,5% Ijuk

Kode	Dimensi			Berat (gram)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Berat Volume (t/m <sup>3</sup> )
	Panjang g (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)					
PV4H	20,16	10,10	6,14	2086	166,28	142,00	87,05	1,67
PV4F	20,50	10,32	5,72	2011	162,96	155,50	97,27	1,66
PV4D	20,27	10,26	5,75	2111	169,74	171,20	102,81	1,77
Kuat Desak Rata – rata							95,71	1,70

#### 5.4.1 Contoh Perhitungan Kuat Desak Basah

Sebagai contoh diambil hasil pengujian *paving block* pada variasi 1 dengan penambahan serat ijuk sebesar 0% pada sampel PV1H



Gambar 5.4 Perletakan pembebanan pengujian kuat desak basah

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang (A)} &= p \times l = 18,33 \times 8,64 \\ &= 158,37 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Beban Maksimum (P)} = 381,10 \text{ kN} = 38848,11 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Desak } (\sigma) &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{38848,11}{158,37} \\ &= 245,30 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

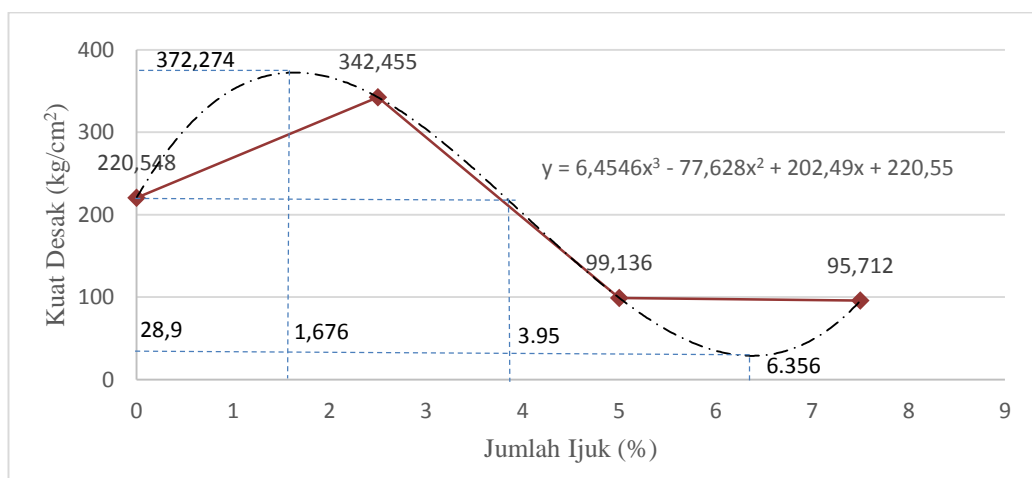
Dari keempat hasil kuat desak *paving block* pada variasi 2 dengan penambahan serat ijuk sebanyak 2,5% dijumlahkan kemudian dibagi jumlah benda uji untuk mendapatkan kuat desak rata – rata pada setiap variasi. Untuk kuat desak rata – rata dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{rata-rata}} &= \frac{\sum \sigma}{n} = \frac{245,30+173,87+242,48}{3} \\ &= \frac{661,64}{3} \\ &= 220,55 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Hasil kuat desak rata-rata pada masing-masing variasi penambahan serat ijuk dan penggolongan mutunya berdasarkan kuat desak dapat dilihat pada Tabel 5.11 dan Gambar 5.5 sebagai berikut :

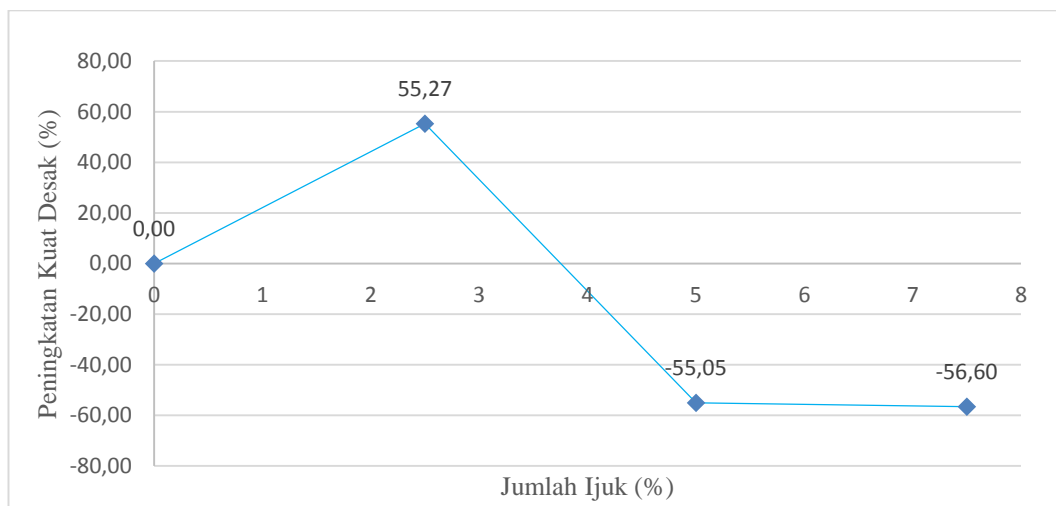
Tabel 5.11 Kuat Desak Basah Rata-Rata *Paving Block*

Variasi	Jumlah ijuk (%)	Kuat Desak Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Berdasarkan (SNI-03-1691-1996)	
			Mutu Paving	Perutukan
PV1	0	220,55	B	Pelataran Parkir
PV2	2,5	342,45	B	Pelataran Parkir
PV3	5	99,14	D	Halaman Rumah
PV4	7,5	95,71	D	Halaman Rumah



Gambar 5.5 Grafik Kuat Desak Basah Rata-Rata *Paving Block*

Kenaikan kuat desak basah *paving block* dengan bahan tambah ijuk dibandingkan dengan nilai kuat desak basah *paving block* normal (tanpa penambahan serat ijuk) terlihat meningkat 55,27% pada jumlah ijuk 2,5% kemudian mengalami penurunan sebesar -55,05% dan -56,60% pada jumlah ijuk 5% dan 7,5%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik persentase peningkatan kuat desak basah *paving block* pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Grafik Persentase Peningkatan Kuat Desak Basah *Paving Block*

#### 5.4.2 Pembahasan Hasil Pengujian Kuat Desak Basah

Berdasarkan hasil pengujian kuat desak basah *paving block*, penambahan serat ijuk dalam campuran dapat meningkatkan nilai kuat desak basah sampai pada jumlah ijuk optimum. Dapat dilihat pada Gambar 5.5 dan Gambar 5.6 kuat desak basah tertinggi terjadi pada variasi 2 dengan jumlah ijuk 2,5% sebesar 342,455 kg/cm<sup>2</sup> dan peningkatan 55,27% dari nilai kuat desak basah *paving block* normal (tanpa serat ijuk). Penambahan jumlah ijuk sebanyak 5% dan 7,5% mengalami penurunan kuat desak basah bahkan lebih rendah dibanding dengan kuat desak basah *paving block* normal (tanpa serat ijuk), hal ini terjadi disebabkan penambahan serat ijuk yang terlalu banyak dalam campuran dapat menimbulkan banyak pori karena ijuk akan menggumpal dan mempengaruhi kepadatan pada *paving block*.

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 kuat desak bash tertinggi yang terjadi pada *paving block* dengan jumlah ijuk 2,5% tergolong sebagai *paving block* dengan mutu B ditinjau dari nilai kuat desaknya sebesar 342,455 kg/cm<sup>2</sup> yang peruntukannya sebagai pelataran parkir. Penambahan jumlah ijuk sebesar 5% dan 7,5% mengalami penurunan dan menurut SNI 03-0691-1996 tergolong sebagai *paving block* dengan mutu D ditinjau dari nilai kuat desaknya yang peruntukannya sebagai halaman rumah dan taman.

### 5.5 HASIL PENGUJIAN PENYERAPAN AIR *PAVING BLOCK*

Berdasarkan pengujian penyerapan air *paving block* setelah mencapai umur lebih dari 28 hari, didapatkan hasil penyerapan air yang berbeda pada setiap variasinya. Pada pembahasan ini digunakan penyerapan air rata-rata dari setiap variasi penambahan serat ijuk untuk dibandingkan. Hasil penyerapan air *paving block* dapat dilihat pada Tabel 5.12 hingga Tabel 5.15 sebagai berikut :

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Penyerapan Air Variasi 1 dengan Ijuk 0%

Kode	Berat (gram)	Berat Basah (gram)	Penyerapan air (%)
PV1F	2145	2228,7	3,90
PV1H	2279	2344	2,85
PV1I	2270	2355	3,74
Penyerapan Air Rata-Rata			3,50

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Penyerapan Air Variasi 2 dengan Ijuk 2,5%

Kode	Berat (gram)	Berat Basah (gram)	Penyerapan air (%)
PV2G	2633	2670	1,41
PV2H	2650	2709,7	2,25
PV2I	2681	2723	1,57
Penyerapan Air Rata-Rata			1,74

Tabel 5.14 Hasil Pengujian Penyerapan Air Variasi 3 dengan Ijuk 5%

Kode	Berat (gram)	Berat Basah (gram)	Penyerapan air (%)
PV3F	2158	2304	6,77
PV3H	2563	2705	5,54
PV3B	2416	2533	4,84
Penyerapan Air Rata-Rata			5,72

Tabel 5.15 Hasil Pengujian Penyerapan Air Variasi 4 dengan Ijuk 7,5%

Kode	Berat (gram)	Berat Basah (gram)	Penyerapan air (%)
PV4H	2086	2217	6,28
PV4F	2011	2244	11,59
PV4D	2111	2299	8,91
Penyerapan Air Rata-Rata			8,92

### 5.5.1 Contoh Perhitungan Penyerapan Air

Sebagai contoh diambil hasil pengujian *paving block* pada variasi 2 dengan penambahan serat ijuk sebesar 2,5% pada sampel PV2G.

$$\text{Berat kering (} W_k \text{)} = 2633 \text{ gram}$$

$$\text{Berat basah (} W_b \text{)} = 2670 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya serap air} &= \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\% \\ &= \frac{2670 - 2633}{2633} \times 100\% \\ &= 1,41\% \end{aligned}$$

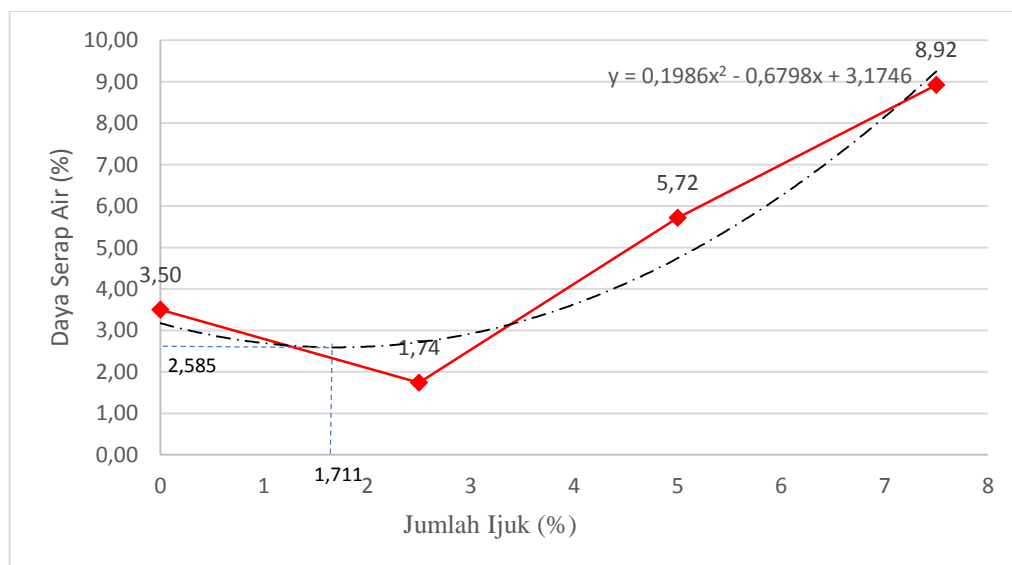
Dari ketiga hasil penyerapan air *paving block* pada variasi 2 dengan penambahan serat ijuk sebanyak 2,5% dijumlahkan kemudian dibagi jumlah benda uji untuk mendapatkan daya serap air rata-rata pada setiap variasi. Untuk penyerapan air rata-rata dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Daya serap air rata-rata} &= \frac{\sum \text{Daya serap air}}{n} \\
 &= \frac{1,41+2,25+1,57}{3} \\
 &= 1,74 \%
 \end{aligned}$$

Hasil daya serap air rata-rata pada masing-masing variasi dan penggolongan mutunya berdasarkan daya serap air dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan Gambar 5.7 sebagai berikut :

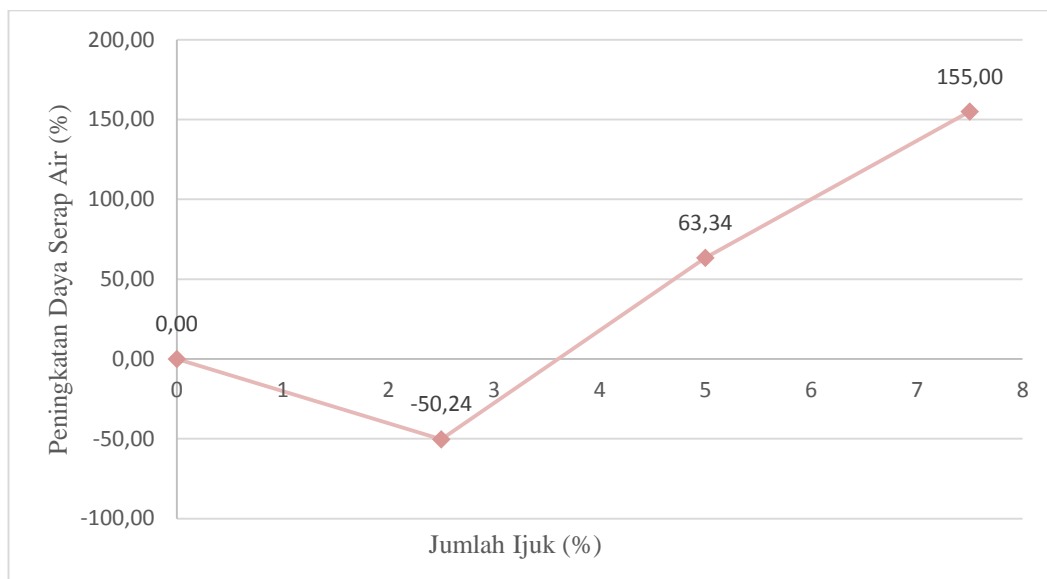
Tabel 5.16 Daya Serap Air Rata-Rata *Paving Block*

Variasi	Jumlah ijuk (%)	Penyerapan Air Rata-Rata (%)	Berdasarkan (SNI-03-1691-1996)	
			Mutu Paving	Peruntukan
PV1	0	3,50	B	Pelataran Parkir
PV2	2,5	1,74	A	Jalan
PV3	5	5,72	B	Pelataran Parkir
PV4	7,5	8,92	D	Halaman Rumah



Gambar 5.7 Grafik Daya Serap Air Rata-Rata *Paving Block*

Kenaikan daya serap air *paving block* dengan bahan tambah ijuk dibandingkan dengan daya serap air *paving block* normal (tanpa penambahan serat ijuk) terlihat menurun 50,24% pada jumlah ijuk 2,5% kemudian mengalami kenaikan sebesar 63,34% dan 155% pada jumlah ijuk 5% dan 7,5%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik persentase peningkatan daya serap air *paving block* pada Gambar 5.8



Gambar 5.8 Grafik Persentase Peningkatan Daya Serap Air *Paving Block*

### 5.5.2 Pembahasan Hasil Pengujian Daya Serap Air

Semakin kecil daya serap air *paving block* maka semakin baik kualitas ataupun mutu suatu *paving block*. Berdasarkan hasil pengujian daya serap air yang telah dilakukan, penambahan serat ijuk dapat memperkecil penyerapan air *paving block* sampai pada jumlah ijuk optimum, sehingga penambahan ijuk melebihi jumlah optimum akan meningkatkan daya serap air pada *paving block*.

Berdasarkan hasil pengujian penyerapan air yang terjadi pada *paving block* normal (tanpa serat ijuk) sebesar 3,5% sehingga menurut SNI 03-0691-1996 tergolong *paving block* mutu B ditinjau dari nilai daya serap airnya, yang kegunaannya sebagai pelataran parkir, namun penambahan serat ijuk sebesar 2,5% menurunkan daya serap air hingga 50,24% dari daya serap air *paving block* normal (tanpa serat ijuk) yaitu sebesar 1,74% yang tergolong *paving block* mutu A ditinjau

dari nilai daya serap airnya, yang kegunaannya sebagai jalan. Penambahan jumlah ijuk sebesar 5% dan 7,5% meningkatkan daya serap air yang dapat menurunkan mutu *paving block*. Hal ini disebabkan terlalu banyak penambahan serat ijuk pada campuran *paving block* menyebabkan serat ijuk menggumpal dan menimbulkan banyaknya pori yang mempengaruhi kepadatan sehingga meningkatnya penyerapan air pada *paving block*.

## 5.6 PENGUJIAN KUAT LENTUR PAVING BLOCK

Berdasarkan pengujian kuat lentur satu beban terpusat pada *paving block* setelah mencapai umur lebih dari 28 hari, didapatkan hasil kuat lentur yang berbeda pada setiap variasinya. Pada pembahasan ini digunakan kuat lentur rata-rata dari setiap variasi jumlah serat ijuk untuk dibandingkan. Hasil kuat lentur *paving block* dapat dilihat pada Tabel 5.17 hingga Tabel 5.20 sebagai berikut :

Tabel 5.17 Hasil Pengujian Kuat Lentur Variasi 1 dengan Ijuk 0%

Kode	Berat (gram)	L (cm)	c (cm)	b (cm)	h (cm)	Beban Maks (kgf)	Flt (kg/cm <sup>2</sup> )
PV1A	2252	16,33	7,67	10,07	5,82	312,50	21,07
PV1B	2273	16,36	7,58	10,35	5,84	330,00	21,26
PV1E	2285	16,13	0,00	10,10	6,19	300,00	18,76
Flt Rata-Rata							20,36

Tabel 5.18 Hasil Pengujian Kuat Lentur Variasi 2 dengan Ijuk 2,5%

Kode	Berat (gram)	L (cm)	c (cm)	b (cm)	h (cm)	Beban Maks (kgf)	Flt (kg/cm <sup>2</sup> )
PV2D	2559	16,25	6,83	10,07	6,29	605,00	31,11
PV2F	2755	16,27	6,54	10,20	6,01	710,00	37,78
PV2E	2647	16,31	6,96	10,09	6,26	580,00	30,62
Flt Rata-Rata							33,17

Tabel 5.19 Hasil Pengujian Kuat Lentur Variasi 3 dengan Ijuk 5%

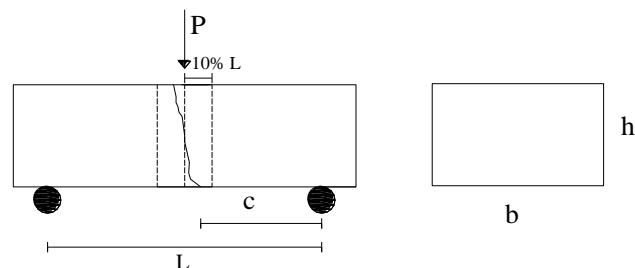
	Berat (gram)	L (cm)	c (cm)	b (cm)	h (cm)	Beban Maks (kgf)	Flt (kg/cm <sup>2</sup> )
PV3A	2326	16,43	6,62	10,32	6,76	400,00	16,84
PV3C	2305	16,37	7,89	10,13	6,26	375,00	22,35
PV3G	2395	16,25	6,53	10,52	6,94	365,00	14,11
Flt Rata-Rata							17,76

Tabel 5.20 Hasil Pengujian Kuat Lentur Variasi 4 dengan Ijuk 7,5%

Kode	Berat (gram)	L (cm)	c (cm)	b (cm)	h (cm)	Beban Maks (kgf)	Flt (kg/cm <sup>2</sup> )
PV4A	2080	16,22	6,71	10,12	6,44	320,00	15,35
PV4H	2086	16,16	7,68	10,03	6,12	175,00	10,73
PV4I	2104	16,18	6,49	10,10	6,02	185,00	9,85
Flt Rata-Rata							11,98

### 5.6.1 Contoh Perhitungan Kuat Lentur

Sebagai contoh diambil hasil pengujian *paving block* pada variasi 3 dengan penambahan serat ijuk sebesar 5% pada sampel PV3A.



Gambar 5.9 Perletakan dan pembebanan pengujian kuat lentur

Dimana :

Panjang bentang antar tumpuan ( $L$ ) = 16,43 cm

Jarak patahan ke tumpuan terdekat ( $c$ ) = 6,62 cm

Lebar bidang patah ( $b$ ) = 10,32 cm

Tinggi bidang patah ( $h$ ) = 6,76 cm

Beban maksimum ( $p$ ) = 400 kgf

Pengujian kuat lentur menggunakan metode satu beban terpusat, dan akibat benda uji PV3A patah tidak tepat dibawah bagian tarik beton, dan jarak antara titik patah dan titik beban kurang dari 10% dari jarak titik perletakan, maka kuat lentur *paving block* dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Flt &= \frac{3.P.c}{b.h^2} = \frac{3.400.6,62}{10,32.6,76^2} \\ &= \frac{7944}{471,599} \\ &= 16,845 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

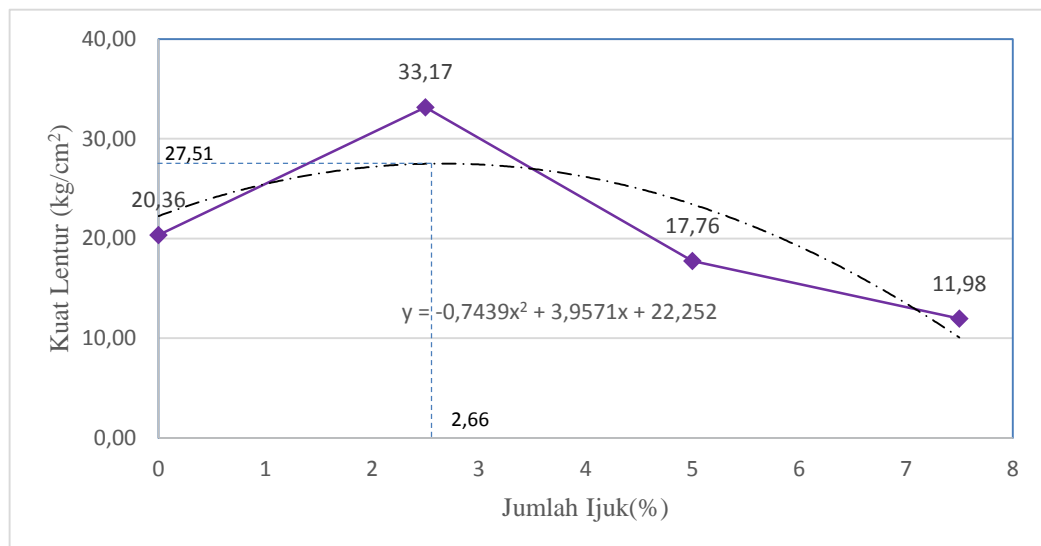
Dari ketiga hasil kuat lentur *paving block* pada variasi 3 dengan penambahan serat ijuk sebanyak 5% dijumlahkan kemudian dibagi jumlah benda uji untuk mendapatkan kuat lentur rata-rata pada setiap variasi. Untuk kuat lentur rata-rata dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} Flt \text{ rata-rata} &= \frac{\sum Flt}{n} \\ &= \frac{16,84+22,35+14,11}{3} \\ &= 17,76 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Hasil kuat lentur rata-rata pada masing-masing variasi berdasarkan kuat lentur dapat dilihat pada Tabel 5.21 dan Gambar 5.10 sebagai berikut :

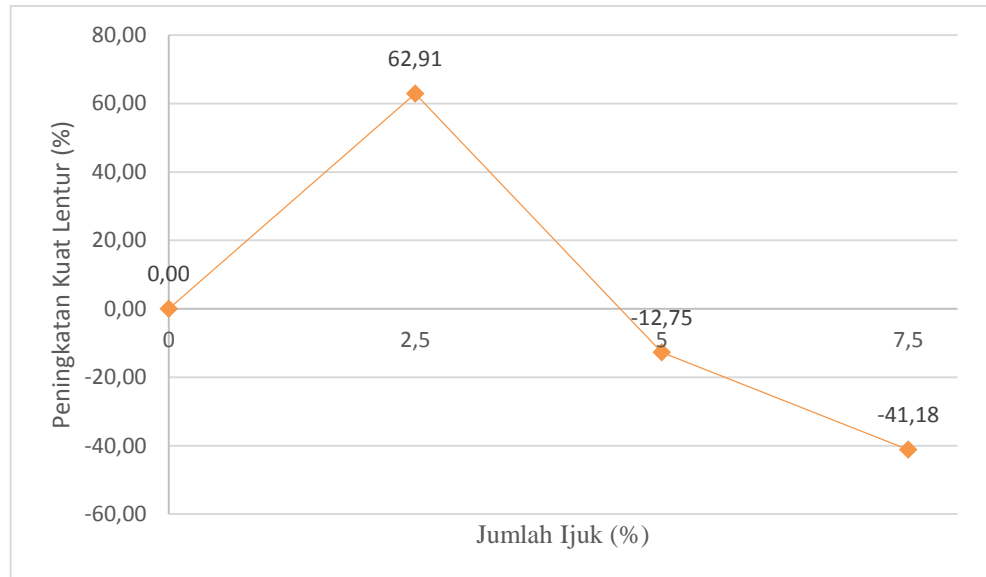
Tabel 5.21 Kuat Lentur Rata-Rata *Paving Block*

Variasi	Jumlah Ijuk (%)	Kuat lentur rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Peningkatan (%)
PV1	0	20,36	0,00
PV2	2,5	33,17	62,91
PV3	5	17,76	-12,75
PV4	7,5	11,98	-41,18



Gambar 5.10 Grafik Kuat Lentur Rata-Rata *Paving Block*

Kenaikan kuat lentur *paving block* dengan bahan tambah ijuk dibandingkan dengan nilai kuat lentur *paving block* normal (tanpa penambahan serat ijuk) terlihat meningkat 62,91% pada jumlah ijuk 2,5% kemudian mengalami penurunan sebesar 12,72% dan 41,18% pada jumlah ijuk 5% dan 7,5%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik persentase peningkatan kuat lentur *paving block* pada Gambar 5.11



Gambar 5.11 Grafik Persentase Peningkatan Kuat Lentur

### 5.6.2 Pembahasan Hasil Pengujian Kuat Lentur

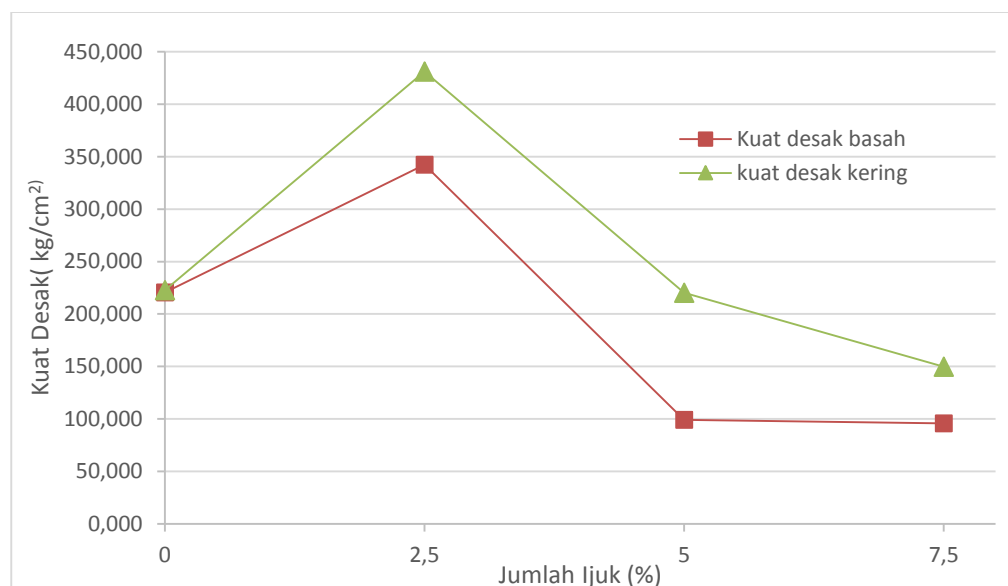
Berdasarkan hasil dari pengujian kuat lentur pada *paving block* yang telah dilakukan, didapat hasil yang dapat dilihat pada grafik Gambar 5.10 dan Gambar 5.11, penggunaan serat ijuk sebagai bahan tambah dapat meningkatkan kuat lentur *paving block* sampai pada jumlah ijuk optimum. Pada penelitian ini nilai kuat lentur tertinggi didapat pada jumlah ijuk 2,5% sebesar 33,17 kg/cm<sup>2</sup> dengan peningkatan 62,91% dari *paving block* normal (tanpa serat ijuk). Penambahan jumlah ijuk sebesar 5% dan 7,5% mengalami penurunan kuat lentur bahkan lebih rendah dari *paving block* normal (tanpa serat ijuk).

Peningkatan kuat lentur yang terjadi disebabkan serat ijuk dalam *paving block* berfungsi sebagai penahan gaya tarik, akan tetapi penambahan serat ijuk melebihi jumlah optimum akan mempengaruhi kepadatan karena ijuk akan menggumpal dan akan timbul banyaknya pori pada *paving block*, sehingga walaupun fungsi serat ijuk sebagai penahan gaya tarik dalam hal ini akan menurunkan kekuatan yang membuat *paving block* menjadi lebih lemah dan rapuh dari *paving block* normal (tanpa serat ijuk).

## 5.7 PERBANDINGAN KUAT DESAK KERING DAN KUAT DESAK BASAH

Berdasarkan hasil pengujian kuat desak dan kuat desak basah *paving block*, terjadi penurunan nilai kuat desak basah pada tiap variasinya, penurunan kekuatan yang terjadi pada *paving block* dengan bahan tambah ijuk lebih besar dibanding dengan *paving block* normal (tanpa serat ijuk). Namun berdasarkan pengujian daya serap air, *paving block* dengan penambahan serat ijuk memiliki daya serap air yang lebih rendah dibanding *paving block* normal (tanpa serat ijuk) pada penambahan jumlah ijuk tertentu, dengan rendahnya daya serap air *paving block* maka memungkinkan *paving block* untuk lebih cepat kering dan mencapai kuat desak maksimumnya.

Walau terjadi penurunan, peningkatan kuat desak basah *paving block* dengan bahan tambah ijuk dibanding dengan *paving block* normal (tanpa serat ijuk) cukup tinggi. Sehingga penambahan serat ijuk mampu meningkatkan kuat desak kering maupun basah pada *paving block*. Dan kuat desak kering maupun basah tertinggi terjadi pada variasi 2 dengan jumlah ijuk 2,5% dengan peningkatan 93,57% dan 55,27% dibanding *paving block* normal (tanpa serat ijuk). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut.

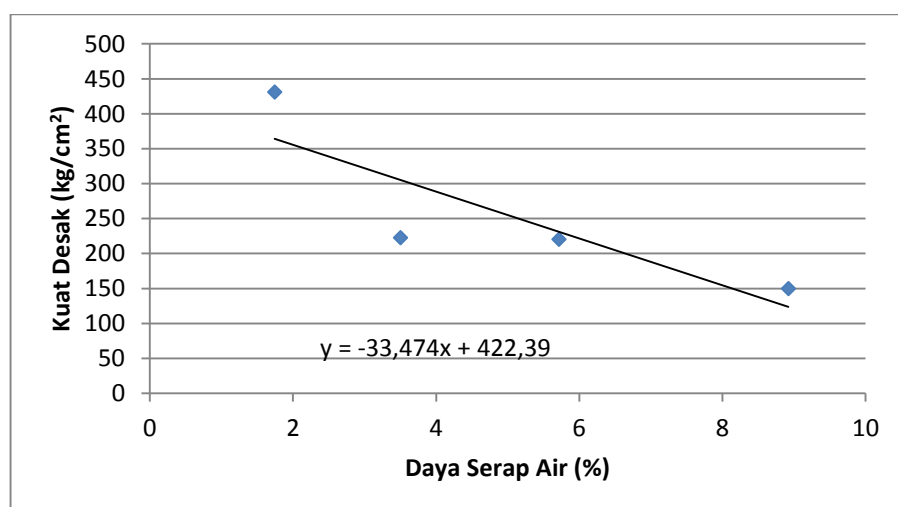


Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Kuat Desak Kering dan Basah *Paving Block*

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.12 di atas dapat dilihat bahwa ternyata rendaman air pada *paving block* dengan bahan tambah ijuk sangat berpengaruh pada kuat desaknya, penurunan kuat desak yang terjadi pada *paving block* dengan bahan tambah ijuk lebih besar dibanding dengan *paving block* normal (tanpa serat ijuk). Perendaman *paving block* dalam waktu  $\pm 24$  jam memungkinkan air meresap kedalam *paving block* dan mempengaruhi adhesi ijuk dengan semen dan pasir, hal ini dapat dilihat dari nilai kuat desaknya yang menurun saat basah setelah perendaman dan kondisi keruntuhan yang terjadi pada *paving block* dengan bahan tambah ijuk.

### 5.8 HUBUNGAN KUAT DESAK DENGAN DAYA SERAP AIR PAVING BLOCK

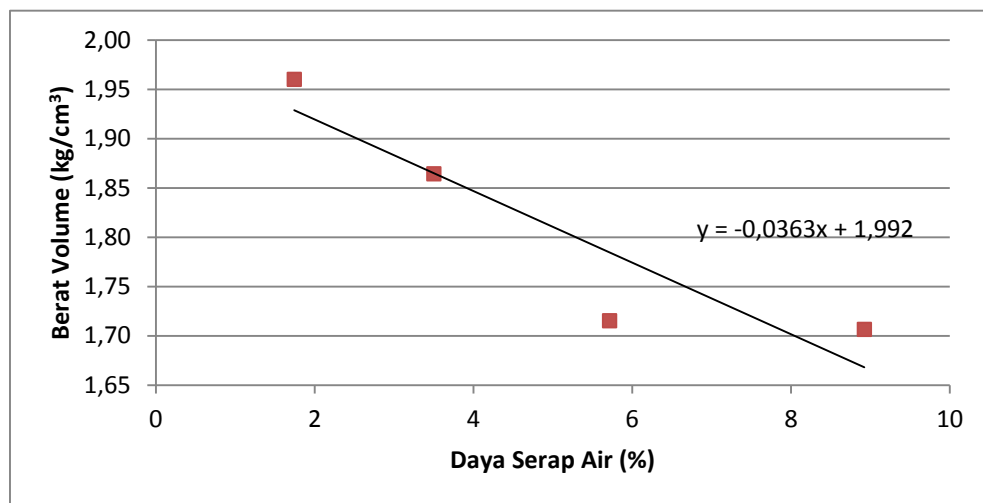
Berdasarkan hasil pengujian kuat desak dan daya serap air *paving block* di dapatkan hubungan antara 2 parameter pengujian tersebut bahwa semakin besar daya serap air pada *paving block* maka kuat desaknya mengalami penurunan. Hal ini disebabkan *paving block* dengan daya serap air yang tinggi cenderung memiliki pori yang lebih banyak dibanding dengan *paving block* dengan daya serap air yang rendah, dengan banyaknya pori pada *paving block* maka akan menurunkan nilai kuat desak pada *paving block*. Grafik perbandingan kuat desak dan daya serap air untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada gambar 5.13.



Grafik 5.13 Grafik Hubungan Kuat Desak dengan Daya Serap Air

## 5.9 HUBUNGAN BERAT VOLUME DENGAN DAYA SERAP AIR *PAVING BLOCK*

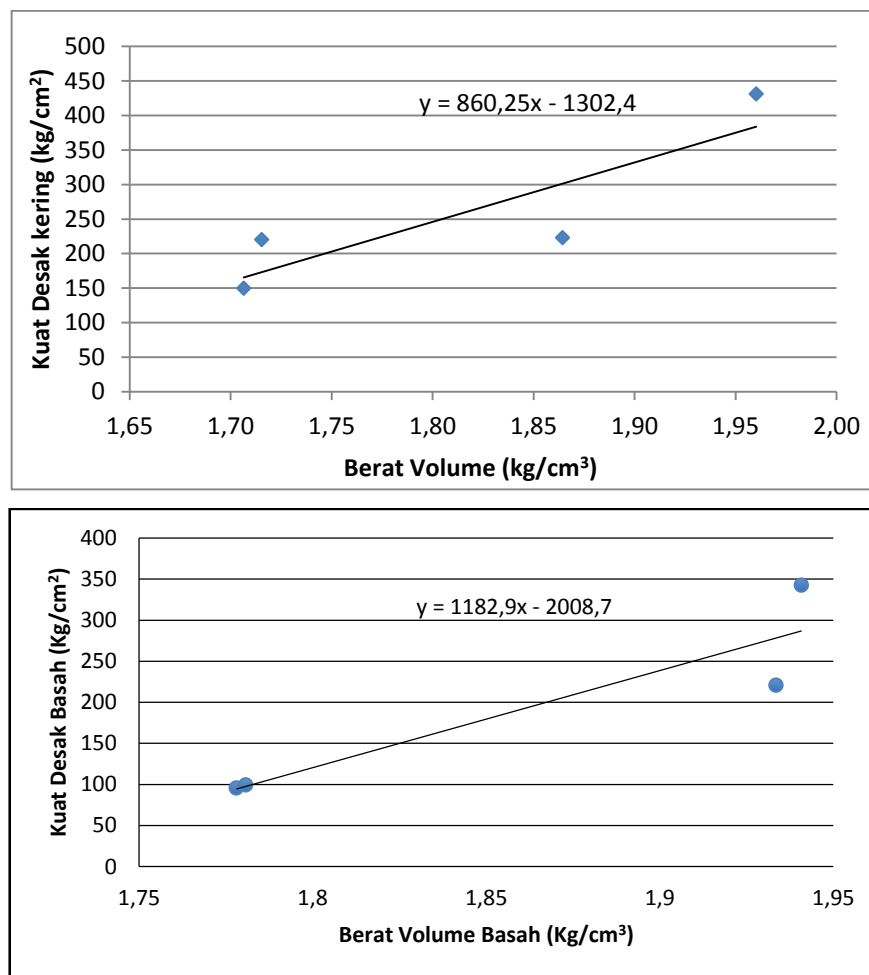
Berdasarkan hasil pengujian daya serap air dan berat volume *paving block*, didapat hubungan antara berat volume dan daya serap air pada *paving block*, bahwa semakin besar berat volume *paving block*, maka daya serap air yang terjadi akan semakin rendah. Hal ini disebabkan bahwa berat volume merupakan nilai yang didapat dari berat *paving block* di bagi dengan volume *paving block*, dengan volume yang sama bisa didapatkan berat yang berbeda - beda. Sehingga, *paving block* dengan berat volume yang besar cenderung memiliki berat dan kepadatan yang lebih dibanding dengan *paving block* dengan berat volume kecil. Maka *paving block* dengan berat volume yang besar memiliki daya serap air yang rendah. Grafik hubungan antara berat volume dan daya serap air lebih jelasnya dapat di lihat pada Gambar 5.14.



Grafik 5.14 Grafik Hubungan Berat Volume dengan Daya Serap Air

### 5.10 HUBUNGAN KUAT DESAK DENGAN BERAT VOLUME *PAVING BLOCK* PADA KEADAAN KERING DAN BASAH

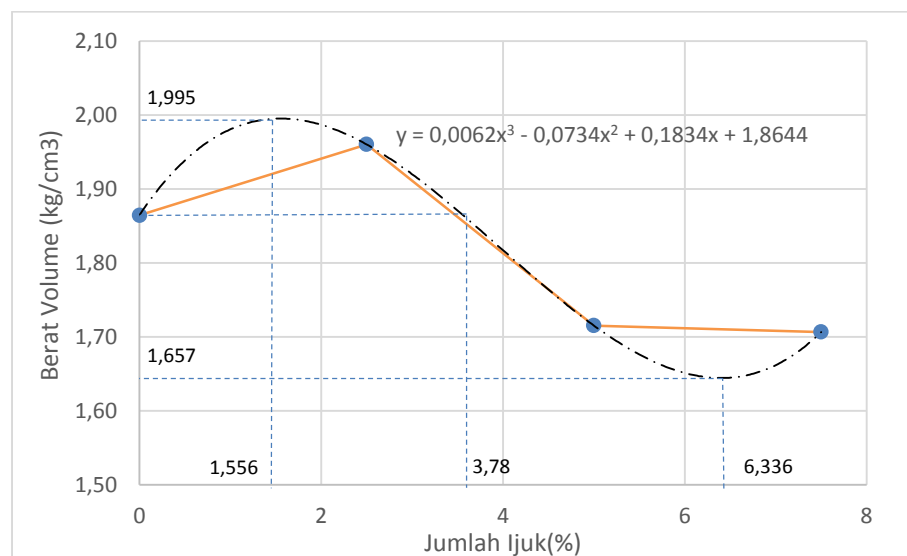
Berdasarkan hasil pengujian kuat desak dan berat volume *paving block* pada keadaan kering dan basah, didapat hubungan antara keduanya bahwa semakin besar berat volume *paving block* maka kuat desaknya semakin besar, hal ini berlaku pada keadaan kering maupun basah. Hal ini disebabkan karena semakin besar berat volume sebuah *paving block* cenderung memiliki kepadatan yang relatif rapat sehingga semakin padat *paving block* akan memiliki kuat desak yang semakin besar. Grafik hubungan kuat desak dengan berat volume *paving block* pada keadaan kering dan basah dapat dilihat pada Gambar 5.15.



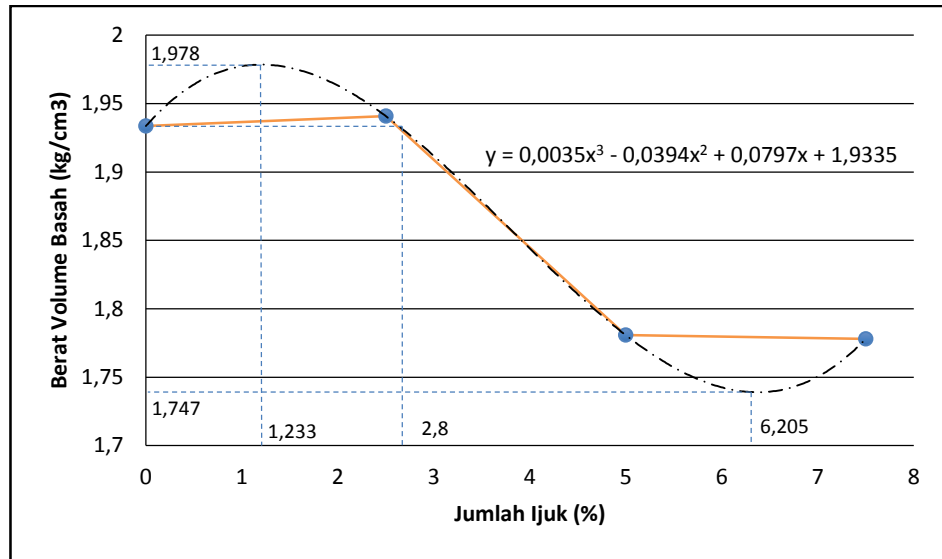
Grafik 5.15 Grafik Hubungan Berat Volume dengan Kuat Desak *Paving Block* pada Keadaan Kering dan Basah

### 5.11 HUBUNGAN BERAT VOLUME DENGAN JUMLAH IJUK *PAVING BLOCK* PADA KEADAAN KERING DAN BASAH

Berdasarkan hasil berat volume *paving block* yang telah diperoleh, didapat hubungan antara berat volume *paving block* dengan persentase jumlah penambahan ijuk. Pada Gambar 5.15 diketahui bahwa semakin besar berat volume *paving block* maka kekuatanyapun semakin bertambah, sehingga hubungan yang terjadi pada berat volume dengan persentase penambahan ijuk sama dengan hubungan kuat desak dengan persentase penambahan ijuk. Dapat dilihat pada Gambar 5.15 bahwa berat volume bertambah seiring bertambahnya jumlah ijuk sampai pada kadar tertentu, artinya terjadi kadar optimum dimana berat volume yang terjadi mencapai berat volume maksimum. Hal ini di sebabkan ijuk dapat tercampur dengan baik pada penambahan kadar tertentu, artinya kerapatan antar butiran tercampur secara maksimal sehingga kepadatan dari *paving block* akan maksimal pula. Akan tetapi penambahan ijuk yang berlebih akan menurunkan tingkat kepadatan *paving block* karena berlebihnya ijuk dapat menghalangi ikatan semen – pasir sehingga akan timbul banyak pori yang membuat *paving block* menjadi lebih ringan dan rapuh. Hal tersebut terjadi pada *paving block* pada keadaan kering maupun basah. Grafik hubungan berat volume dengan jumlah ijuk pada keadaan kering dan basah dapat dilihat pada Gambar 5.16 dan Gambar 5.17



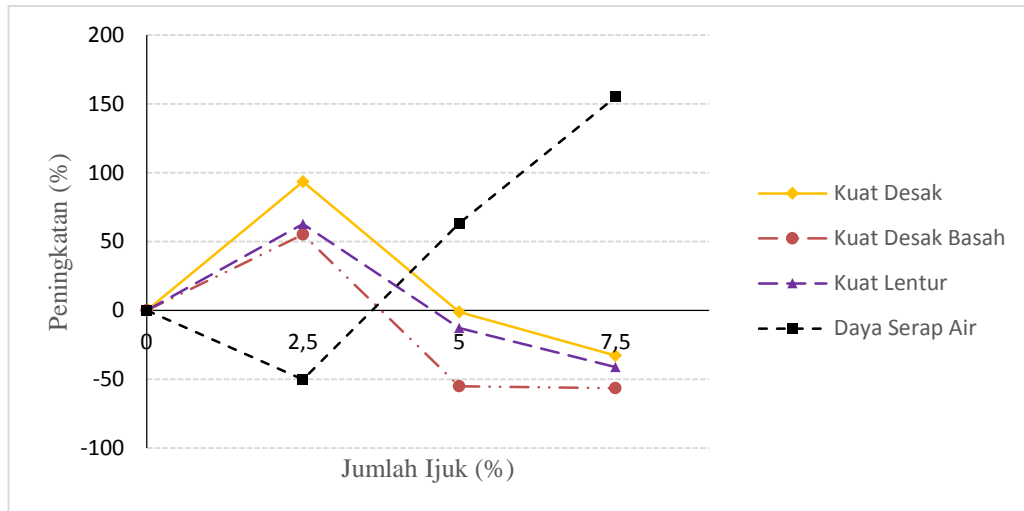
Grafik 5.16 Grafik Hubungan Berat Volume dengan Persentase Penambahan Ijuk pada *Paving Block* pada Keadaan Kering



Grafik 5.17 Grafik Hubungan Berat Volume dengan Persentase Penambahan Ijuk pada *Paving Block* pada Keadaan Basah

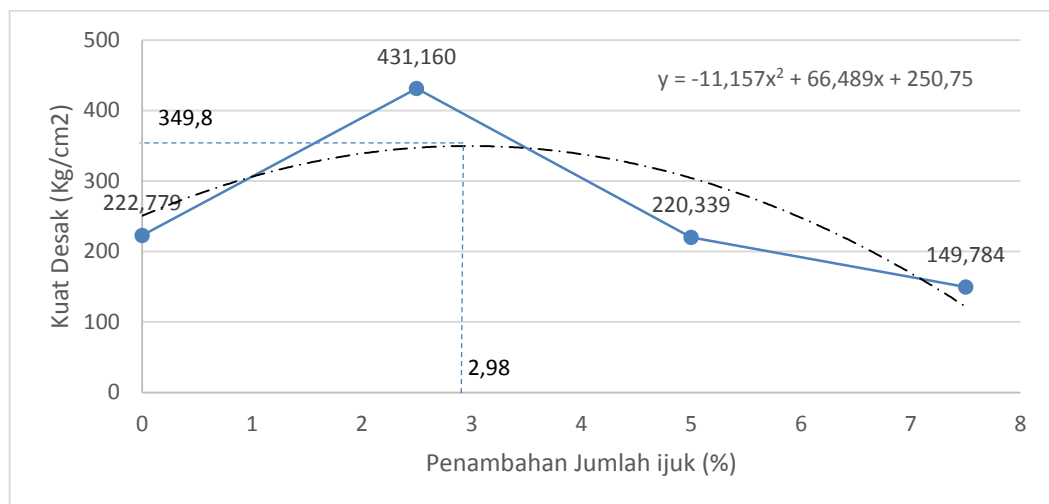
## 5.12 HUBUNGAN ANTARA KUAT DESAK, KUAT DESAK BASAH, KUAT LENTUR DAN DAYA SERAP AIR *PAVING BLOCK*

Dari pembahasan hasil pengujian - pengujian yang telah dilakukan penambahan serat ijuk pada *paving block* mampu meningkatkan mutu keempat indikator pengujian dalam penelitian ini yaitu kuat desak, kuat desak basah, kuat lentur dan daya serap air pada *paving block*. Semakin tinggi nilai kuat desak dan lentur *paving block* maka daya serap air *paving block* akan semakin kecil. Hal ini disebabkan *paving block* yang mempunyai kuat desak dan lentur yang tinggi memiliki tingkat kepadatan atau kerapatan yang tinggi pula, pori - pori *paving block* terisi oleh agregat - agregat yang dilekatkan oleh semen. Pada penelitian pori-pori *paving block* juga terisi dengan baik pada jumlah ijuk sebesar 2,5%, penambahan jumlah ijuk lebih dari 2,5% akan menurunkan kekuatan dan meningkatkan daya serap air pada *paving block*. Grafik peningkatan kekuatan *paving block* dengan bahan tambah ijuk dibanding dengan *paving block* normal (tanpa serat ijuk) dapat dilihat pada Gambar 5.18.



Gambar 5.18 Grafik Perbandingan Peningkatan Kuat Desak, Kuat Desak Basah, Kuat Lentur dan Daya Serap Air

Bila ditinjau pada grafik kuat desak dan kuat lentur pada pola persamaan polinomial maka akan didapat nilai  $x$  optimum, dimana pada  $x$  optimum akan didapat nilai  $y$  maksimum. Sehingga dalam merencanakan campuran dapat langsung menentukan persentase ijuk yang akan digunakan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.18 hingga Gambar 5.20 berikut.

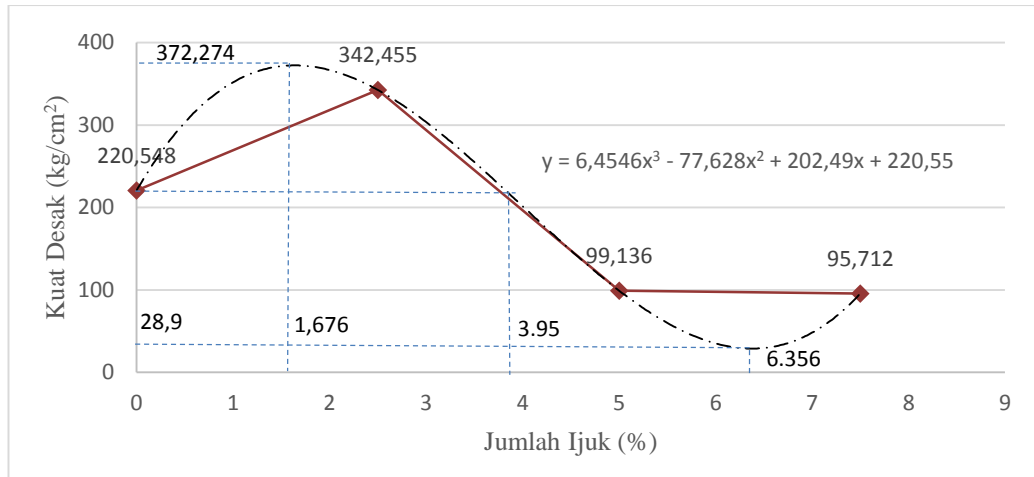


Gambar 5.18 Grafik Nilai Jumlah Ijuk Optimum Kuat Desak *Paving Block*

Dari persamaan garis polinomial pada grafik diatas,  $y = -11,157x^2 + 66,489x + 250,7$  nilai  $x$  optimum dapat dicari dengan cara diturunkan satu kali. Sehingga hasilnya sebagai berikut.

$$y = f(x), \quad y = -11,157x^2 + 66,489x + 250,7$$

$$\frac{dy}{dx} = 0, \quad -22,314x + 66,489 = 0, \quad x = \frac{-66,489}{-22,314} = 2,98$$



Gambar 5.19 Grafik Nilai Jumlah Ijuk Optimum Kuat Desak Basah *Paving Block*

Dari persamaan garis polinomial pada grafik diatas,  $y = 6,4546x^3 - 77,628x^2 + 202,49x + 220,55$  nilai  $x$  optimum dan minimum dapat dicari dengan cara diturunkan satu kali kemudian menggunakan rumus  $abc$  dan nilai  $x > 3,95$  adalah nilai yang harus dihindari sebagai campuran, karena hasil kekuatannya akan turun di bawah *paving block* normal. Untuk lebih jelas perhitungannya sebagai berikut.

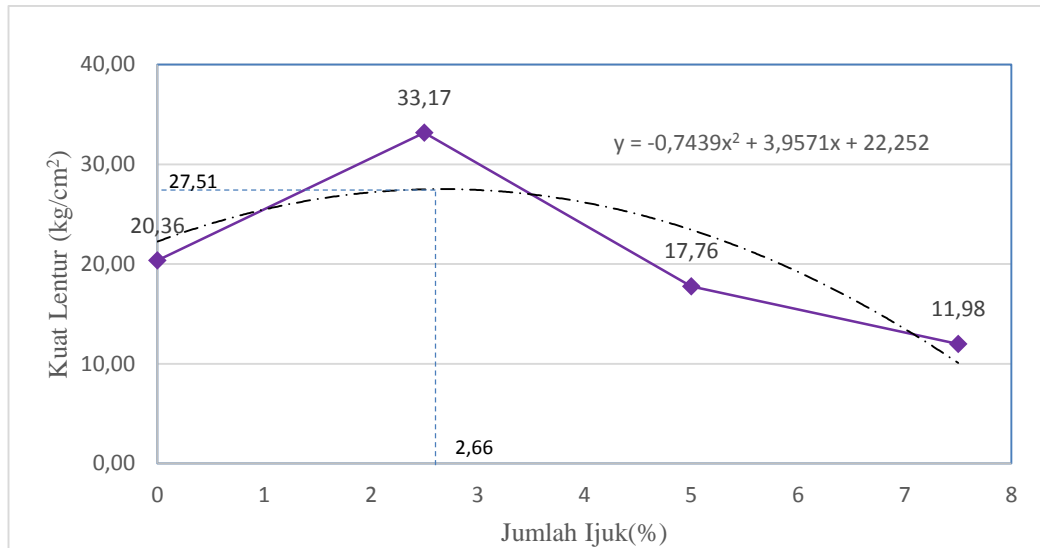
$$y = f(x), \quad y = 6,4546x^3 - 77,628x^2 + 202,49x + 220,55$$

$$\frac{dy}{dx} = 0, \quad 19,368x^2 - 155,256x + 202,49 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = 0$$

$$x_1 = \frac{-(-155,256) - \sqrt{(-155,256)^2 - 4.19,368.202,49}}{2.19,368} = 1,676$$

$$x_2 = \frac{-(-155,256) + \sqrt{(-155,256)^2 - 4.19,368.202,49}}{2.19,368} = 6,356$$



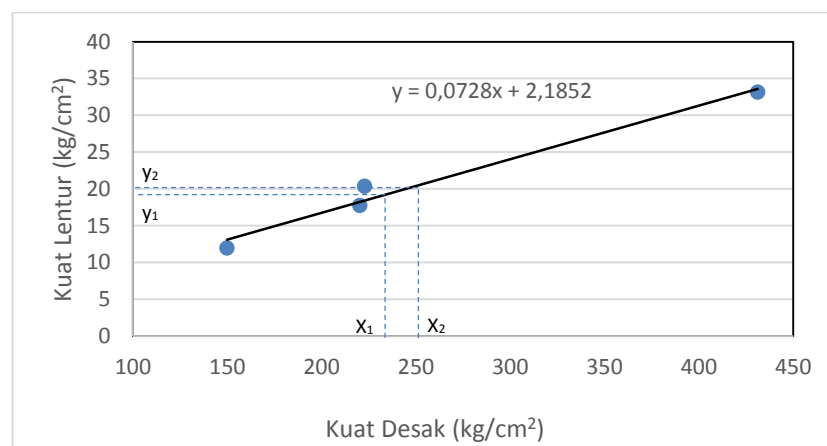
Gambar 5.20 Grafik Nilai Jumlah Ijuk Optimum Kuat Lentur *Paving Block*

Dari persamaan garis polinomial pada grafik diatas,  $y = -0,7439x^2 + 3,9571x + 22,252$ , nilai  $x$  optimum dapat dicari dengan cara diturunkan satu kali. Sehingga hasilnya sebagai berikut.

$$y = f(x), \quad y = -0,7439x^2 + 3,9571x + 22,252$$

$$\frac{dy}{dx} = 0, \quad -1,488x + 3,9571 = 0, \quad x = \frac{-3,957}{-1,488} = 2,66$$

Berdasarkan grafik hubungan antara persentase jumlah ijuk dengan kuat desak dan kuat lentur *paving block*, maka didapat grafik hubungan antara kuat desak dan kuat lentur *paving block* dengan persamaan garis linier  $y = 0,0728x + 2,1852$ . Dimana semakin tinggi kuat desak *paving block*, maka kuat lenturnya semakin tinggi pula. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.21 berikut.



Gambar 5.21 Grafik Hubungan Kuat Desak dengan Kuat Lentur *Paving Block*

Dari grafik hubungan kuat desak dengan kuat lentur pada gambar 5.20, dapat dihitung kenaikan kuat lentur berdasarkan nilai kuat desak dengan persamaan  $f(x_1) = f(x_2)$ . Untuk lebih jelasnya adalah sebagai berikut.

$$f(x) = 0,0728x + 2,1852.$$

$$f(x_1) = f(x_2),$$

$$bx_1 + c = bx_2 + c$$

$$b(x_2 - x_1) = 0$$

$$y = b(x_2 - x_1)$$

di coba dengan peningkatan kuat desak per 10 kg/cm<sup>2</sup>

$$y = 0,0728 ( 250 - 240)$$

$$y = 0,728$$

Nilai y yang diperoleh sebesar 0,728, artinya setiap peningkatan 10 kg/cm<sup>2</sup> kuat desak maka, nilai kuat lentur meningkat sebesar 0,728 kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan SNI 03-1726-2002 nilai kuat lentur beton secara teoritis dapat dicari dengan persamaan  $f_r = 0,70 \sqrt{f'_c}$ , sehingga dapat dilihat perbedaan antara kuat lentur teoritis dan praktis pada Tabel 5.22 berikut.

Tabel 5.22 Hubungan Kuat Desak dengan Kuat Lentur *Paving Block*

Kode	Kuat Desak		Kuat Lentur		Kuat Lentur Teoritis (Mpa)	% Kuat Lentur dengan Kuat Desak (%)
	Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa		
PV1	222,78	21,84	20,36	2,00	3,27	9,14
PV2	431,16	42,27	33,17	3,25	4,55	7,69
PV3	220,34	21,60	17,76	1,74	3,25	8,06
PV4	149,78	14,68	11,98	1,17	2,68	8,00
	Rata - rata					8,22

Pada grafik Gambar 5.21 dan Tabel 5.22 di atas menunjukkan bahwa kenaikan kuat desak beton diikuti dengan peningkatan kuat lentur. Nilai kuat lentur *paving block* rata - rata yang terjadi sebesar 8,22% dari nilai kuat desaknya, ini mendekati teori bahwa kuat lentur beton normal bersikisar 10 - 15% dari kuat desaknya.

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

### **6.1 KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh penggunaan serat ijuk sebagai bahan tambah pada *paving block* yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Pada penelitian ini peningkatan kuat desak kering, kuat desak basah dan kuat lentur tertinggi terjadi pada penambahan ijuk sebanyak 2,5% dengan peningkatan kekuatan kuat desak kering sebesar 93,57%, kuat desak basah 55,27%, dan kuat lentur 62,91% dari kekuatan *paving block* normal (tanpa serat ijuk). Pada pengujian kuat desak basah *paving block* terjadi penurunan kekuatan sebesar 38,3% dari kuat desak kering, akan tetapi dengan daya serap air yang rendah sebesar 1,74 % memungkinkan *paving block* lebih cepat kering dan mencapai kuat desak maksimum pada keadaan kering.
2. Pada penelitian ini daya serap air terendah terjadi pada penambahan serat ijuk sebanyak 2,5% dengan penurunan daya serap air sebesar 50,24% dari daya serap air *paving block* normal (tanpa serat ijuk). Penambahan ijuk sebesar 5% dan 7,5% mengalami peningkatan daya serap air sebesar 63,34% dan 155% dari daya serap *paving block* normal (tanpa serat ijuk). Semakin rendah penyerapan air *paving block* maka kualitas *paving block* tersebut akan semakin baik dan sebaliknya.
3. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan penambahan ijuk pada campuran *paving block* mampu meningkatkan mutu dan kualitas *paving block*. Penambahan serat ijuk sebesar 2,5%, 5% dan 7,5% semua tergolong memenuhi standar mutu SNI 03-0691-1996 di tinjau dari nilai kuat desak dan daya serap airnya. Pada penelitian ini mutu dan kualitas terbaik didapat pada jumlah ijuk sebanyak 2,5% dengan kuat desak dan daya serap air yang terjadi sebesar 431,160 kg/cm<sup>2</sup> dan 1,74%. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 mutu dari *paving block* tersebut termasuk dalam *paving block* dengan mutu A di tinjau dari nilai kuat desak dan daya serap airnya yang peruntukannya sebagai jalan.

## 6.2 SARAN

Ditinjau dari penelitian yang telah dilakukan maka saran yang dapat diberikan sebagai berikut ini :

1. Perlu dilakukan pengujian ketahanan aus pada paving block sesuai persyaratan yang telah ditetapkan SNI 03-1691-1996 tentang mutu *paving block* berdasarkan ketahanan ausnya.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh penambahan serat ijuk pada *paving block* dengan ketebalan 8 cm menggunakan metode yang sama dengan penelitian ini sehingga bisa dibandingkan hasilnya.
3. Perlu dilakukan perubahan dan penambahan variasi jumlah ijuk agar dapat mencari pasti jumlah optimum yang diperlukan.
4. Serat ijuk hendaknya dipotong lebih pendek sebesar panjang ruas terpendek *paving block* tipe *Holland* agar mendapatkan hasil yang maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional., 1996, *Bata Beton (paving block) (SNI 03-0691-1996)*, Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional., 1996, *Metode Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Balok Uji Sederhana Yang Dibebani Terpusat Langsung (SNI-03-4145-1996)*, Badan Standarisasi Nasional.
- Duff A. Abramz., 1919, *Effect of Fineness of Cement on Plasticity and Strength of Concrete*, New York, USA.
- Candra Nur Setiawan., 2012, *Pengaruh Ampas Tebu Sebagai Bahan Tambah Pada Kuat Desak dan Kuat Lentur Serta Daya Serap Air Paving Block*, Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.
- Giwangkara Ricky Perdana., 2012, *Studi Sifat Mekanik Paving Block Terbuat Dari Campuran Limbah Adukan Beton dan Bahan Tambahan Serat Ijuk*, Tugas Akhir. Universitas Indonesia.
- Imam Rojikin., 2012, *Pengaruh Penambahan Serbuk Marmer Terhadap Kuat Tekan Kering Dan Basah Kuat Lentur dan Daya Serap Air Paving Block*, Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.
- Istimawan Dipohusodo., 1994, *Struktur Beton Bertulang, Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03*, Departemen Pekerjaan Umum RI PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta 1994.
- Marza Andreo., 2008, *Pengaruh Ijuk Sebagai Serat Terhadap Kuat Lentur Kuat Desak Dan Kuat Geser Conblock*, Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.
- Nilson H Arthur., 1978, *Design Of Prestressed Concrete*, New York, USA.
- Program Studi Teknik Sipil., 2015, *Pedoman Tugas Akhir*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Program Studi Teknik Sipil., 2010, *Panduan Praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Brian Shackle., 1990, *Design and Construction of Interlocking Concrete Block Pavements*, New York, USA.

Tjokrodinuljo K., 1992, *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.

Wirawan Sarjono dan Agt Wahjono., 2008, *Pengaruh Serat Ijuk Pada Kuat Tarik Campuran Semen – Pasir dan Kemungkinan Aplikasinya*, Jurnal Tugas Akhir. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya.