

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

Pada bab ini akan menjelaskan hasil-hasil dari pengujian yang telah dilakukan di laboratorium. Hasil penelitian ini dimulai dari pengujian karakteristik bahan hingga pengujian sampel benda uji yang dianalisis dari segi kuat tekan, penyerapan air, kuat tarik belah, dan ketahanan aus dengan variasi campuran untuk bahan material.

5.2 Pengujian Karakteristik Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini yaitu pasir yang lolos saringan 4,80 mm. Dalam pengujian karakteristik bahan yang dilakukan meliputi pengujian berat jenis, pengujian kandungan lumpur, pengujian berat isi padat dan gembur, dan pengujian analisa saringan agregat halus.

5.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Dalam penelitian ini digunakan pasir yang telah lolos saringan diameter 4,80 mm. Hasil pemeriksaan ini disajikan pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Pasir Halus

Uraian	sampel 1	sampel 2	sampel 3	rata-rata
Berat kering pasir mutlak, gram (Bk)	471	468	469	469
Berat pasir kondisi kerih jenuh muka (SSD), gram	500	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1012	1010	1009	1010
Berat piknometer berisi air, gram (B)	709	709	709	709
Berat jenis curah $Bk/(B + 500 - Bt)$	2,39	2,35	2,35	2,36

Berat jenis jenuh kering muka $500/(B + 500 - Bt)$	2,54	2,51	2,50	2,52
Berat jenis semu $Bk/(B + Bk - Bt)$	2,80	2,80	2,78	2,79
Penyerapan air $(500 - Bk)/Bk \times 100\%$ (%)	6,16	6,84	6,61	6,53

Keterangan:

500 = Berat benda uji dalam kondisi jenuh kering muka, dalam gram

Berdasarkan pengujian berat jenis diatas didapatkan berat jenis curah rerata sebesar 2,36 gram/cm³, berat jenis jenuh kering permukaan sebesar 2,52 gram/cm³, dan berat jenis semu sebesar 2,79 gram/cm³. Pada pengujian penyerapan air agregat halus persentase penyerapan air sebesar 6,53 %. Dari hasil pengujian berat jenis tersebut, angka berat jenis jenuh kering permukaan 2,52 gram/cm³. Angka tersebut memenuhi persyaratan berat jenis normal agregat halus 2,5 – 2,8.

5.2.2 Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir

Pada pengujian ini juga menggunakan pasir yang lolos saringan diameter 4,80 mm. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur dalam pasir. Kadar lumpur dalam pasir tidak boleh melampaui 5%. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kandungan Lumpur

No.	Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	rata - rata
1	berat pasir kering oven	500	500	500	500
2	Berat pasir kering oven setelah dicuci	481	476	478	478
3	Persentase lolos ayakan 200	3,8	4,8	4,4	4,33

Dari Tabel 5.3 didapatkan hasil pengujian kandungan lumpur sebesar 4,33%, angka tersebut memenuhi persyaratan persentase kandungan lumpur agregat halus yaitu < 5%.

5.2.3 Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur

Pada pengujian ini berguna untuk mengetahui berat volume pasir pada kondisi padat dan gembur. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 5.3 dan 5.4.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Pasir

No	Uraian	sampel 1	sampel 2	sampel 3	rata - rata
1	Berat Tabung (gram)	12550	11045	11267	11621
2	Berat Tabung + Agregat Kering Tungku (gram)	21040	19780	19910	20243
3	Berat Agregat (gram)	8490	8735	8643	8623
4	Volume Tabung (cm ³)	5350	5291	5310	5317
5	Berat Volume Gembur	1,59	1,65	1,63	1,62

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Pasir

No	Uraian	sampel 1	sampel 2	sampel 3	rata - rata
1	Berat Tabung (gram)	12550	11045	11267	11621
2	Berat Tabung + Agregat Kering Tungku (gram)	22190	20980	21340	21503
3	Berat Agregat (gram)	9640	9935	10073	9883
4	Volume Tabung (cm ³)	5350	5291	5310	5317
5	Berat Volume Padat	1,80	1,88	1,90	1,86

5.2.4 Pengujian Gradasi Pasir atau Modulus Halus Butir Agregat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui gradasi material dari pasir yang digunakan. Dari hasil pemeriksaan ini diperoleh data pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Pengujian Gradasi Material Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Komulatif (%)	Persen Lolos Komulatif (%)
10	0	0	0	100
4.8	0	0	0	100
2.36	77	3,87	3,87	96,13
1.18	351	17,66	21,53	78,47
0.6	423	21,28	42,81	57,19
0.3	371	18,67	61,48	38,52
0.15	390	19,62	81,10	18,90
sisia	375	18,87	100	0
jumlah	1987		310,79	

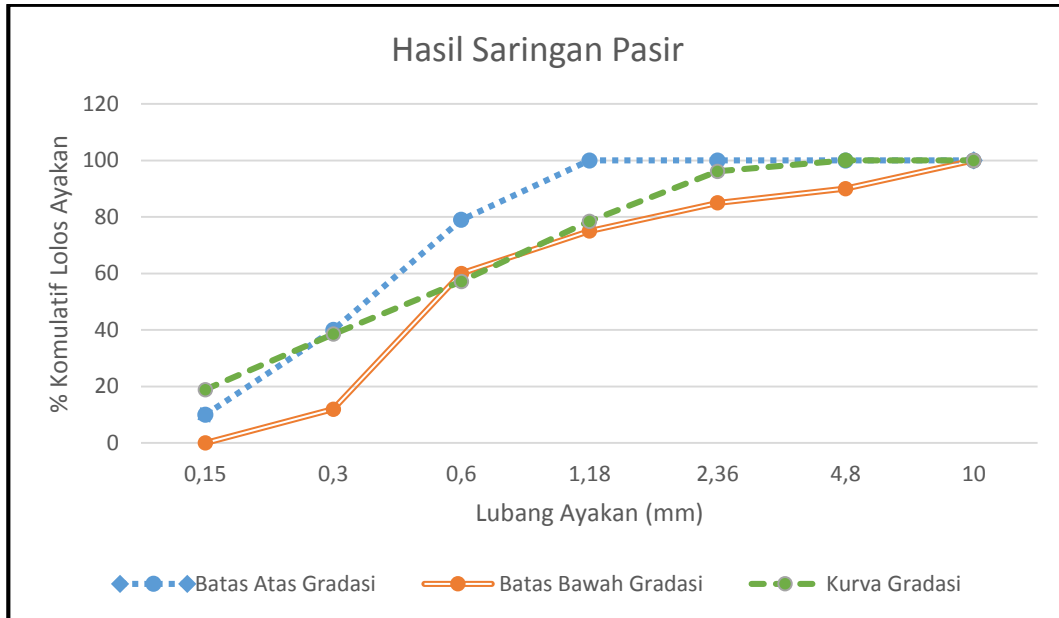
$$MHB = \frac{\text{Berat Tertinggal Komulatif}}{100}$$

$$MHB = \frac{310,79}{100} = 3,11$$

Tabel 5.6 Daerah Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir yang Lolos Ayakan				Hasil Saringan
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV	
10	100	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100	100
2.36	60-95	75-100	85-100	95-100	96,13
1.18	30-70	55-90	75-100	90-100	78,47
0.6	15-34	35-59	60-79	80-100	57,19
0.3	5-20.	20-30	12-40.	15-50	38,52
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15	18,9

Dari hasil di atas dapat digambarkan dalam bentuk grafik gradasi, pada Gambar 5.1 berikut



Gambar 5.1 Gradasi Daerah III Material Pasir Agak Halus

Hasil pengujian di atas menunjukkan nilai MHB yang didapat dari pengujian gradasi material agregat halus adalah sebesar 3,11. Angka tersebut menunjukkan agregat halus yang digunakan cukup baik untuk menghasilkan *paving block* secara optimal. Hal ini sesuai dengan syarat modulus halus butir yaitu 1,5-3,8.

Gradasi yang dihasilkan dari pengujian gradasi material agregat halus berada dalam batas yang disyaratkan pada gradasi III yaitu gradasi dengan jenis pasir agak halus. Jika gradasi agregat halus sesuai dengan persyaratan, maka agregat halus tersebut dapat digunakan sebagai material pada *paving block*. Karena agregat halus tersebut memiliki distribusi ukuran partikel yang baik, sehingga diharapkan dapat saling mengisi pori-pori yang ada.

5.3 Perhitungan Kebutuhan Campuran

Berdasarkan pemeriksaan bahan yang telah dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia pada benda uji pasir merapi mendapatkan hasil sebagai berikut:

Berat volume pasir	: 1,62 gram/cm ³
Berat volume semen	: 2,08 gram/cm ³
Kadar lumpur pasir	: 4,33 %
MHB pasir	: 3,11

Benda uji dibuat dengan campuran menggunakan perbandingan 1 pc : 3 ps, sedangkan untuk kebutuhan *silica fume* dan serat ijuk menggunakan perbandingan terhadap berat semen. Perhitungan kebutuhan bahan untuk setiap benda uji adalah sebagai berikut:

Volume 1 benda uji (<i>paving block</i>)	= 20 x 10 x 6 cm	= 1200 cm ³
Faktor pencampuran	= 1,2 x 1200	= 1440 cm ³
Kebutuhan 1 <i>paving block</i>	= 1440 x 1,62	= 2332,8 gram
Kebutuhan 12 <i>paving block</i>	= 12 x 2332,8	= 27993,6 gram
- Kebutuhan pasir	= $\frac{3}{4}$ x 27993,6	= 20995,2 gram
- Kebutuhan semen	= $\frac{1}{4}$ x 27993,6	= 6998,4 gram

Kebutuhan *silica fume* dan serat ijuk terhadap volume semen

Untuk:	5 % <i>silica fume</i>	= $\frac{5}{100}$ X 6998,4 = 349,92 gram
	3 % serat ijuk	= $\frac{3}{100}$ X 6998,4 = 209,95 gram

**Tabel 5.7 Jumlah Kebutuhan Semen, Pasir, *Silica fume*, dan Serat Ijuk
Setiap Variasi**

PC (gram)	Pasir (gram)	silica fume (gram)	serat ijuk (gram)	Variasi Panjang (cm)	Jumlah benda uji
6998,4	20995,2	349,92	209,95	2	12
6998,4	20995,3	349,93	209,95	4	12
6998,4	20995,4	349,94	209,95	6	12
6998,4	20995,5	0	0	0	12

5.4 Data Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Universitas Islam Indonesia.

5.4.1 Pengujian Kuat Tekan Kering Paving Block

Pengujian kuat desak *paving block* dilakukan pada waktu *paving block* mencapai umur 28 hari dalam keadaan kering dengan jumlah benda uji 3 buah untuk masing-masing variasi silica fume 5% dan berat serat ijuk 3% dan panjang serat ijuk 2 cm, 4 cm, dan 6 cm dan 3 buah *paving block* tanpa variasi sebagai pembanding. Hasil pengujian kuat desak *paving block* memperlihatkan bahwa kuat desak *paving block* meningkat pada variasi 1 dan 2 kemudian kuat desak *paving block* menurun pada variasi 3 seiring dengan bertambahnya panjang serat ijuk. Data hasil pengujian kuat desak dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kering *Paving Block* Variasi 1

Benda Uji	Dimensi			Berat Benda Uji (kg)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)				
1	6,63	6,07	5,13	0,413	40,24	177,1	44
2	6,59	6,19	5,22	0,419	40,79	197,2	48,34
3	6,7	6	5,1	0,432	40,2	175,8	43,73
Rata - rata						183,3	45,4

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kering *Paving Block* Variasi 2

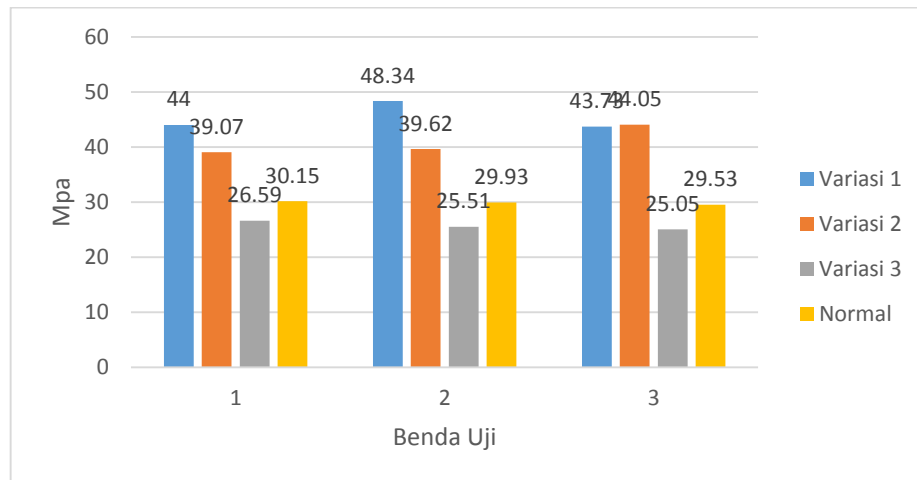
Benda Uji	Dimensi			Berat Benda Uji (kg)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)				
1	6,55	6,21	5,39	0,461	40,68	158,92	39,07
2	6,52	6,2	5,33	0,445	40,42	160,15	39,62
3	6,43	6,13	5,43	0,407	39,42	173,64	44,05
Rata - rata						164,2	40,9

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kering *Paving Block* Variasi 3

Benda Uji	Dimensi			Berat Benda Uji (kg)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)				
1	6,93	6,03	5,33	0,481	41,79	111,10	26,59
2	6,59	6,39	5,64	0,513	42,11	107,42	25,51
3	6,84	6,27	5,61	0,502	42,89	107,42	25,05
Rata - rata						108,6	25,7

Tabel 5.11 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kering *Paving Block* Normal

Benda Uji	Dimensi			Berat Benda Uji (kg)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)				
1	6,33	6,27	5,49	0,463	39,69	119,68	30,15
2	6,5	5,9	5,52	0,461	38,35	114,78	29,93
3	6,83	6,14	5,53	0,49	41,94	123,85	29,53
Rata - rata						119,4	29,9



Gambar 5.2 Grafik Kuat Tekan Kering *Paving Block*

Contoh Perhitungan :

Sebagai contoh diambil hasil pengujian *paving block* 2A sesuai dengan ketentuan SNI 03-0691-1996 pada tabel 5.8.

Panjang (p) = 6,63 cm

Lebar (l) = 6,07 cm

Tinggi (t) = 5,13cm

Luas (A) = p x l
 = 6,63 x 6,07
 = 40,24 cm²

Beban Maksimum (P) = 177,1kN
 = 18059,17 kg

Kuat Tekan (σ'_b) = $\frac{P}{A}$
 = $\frac{18059,17}{40,24}$
 = 44 Mpa

Dari ketiga hasil kuat desak *paving block* pada variasi 1 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:

Kuat desak rata-rata (σ'_{bm}) = $\frac{\sum \sigma'_b}{n}$

$$= \frac{448,51+492,74+445,77}{3}$$

$$= 45,4 \text{ Mpa}$$

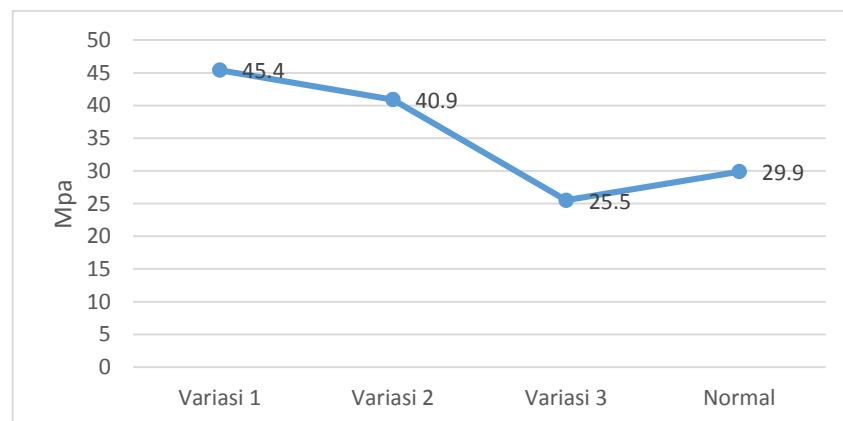
Berikut hasil rata-rata dari perhitungan kuat desak dan persentase kenaikan kuat desak dapat dilihat pada Tabel 5.8, 5.9 dan dapat dilihat pada Gambar 5.2:

Tabel 5.12 Kuat Desak Rata-rata dan Penggolongan Mutu *Paving block*

No	Variasi	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	Mutu Paving Block (SNI-03-0691-1996)	Keterangan (SNI 03-0691-1996)
1	1	45,5	A	Jalan
2	2	40,9	A	Jalan
3	3	25,7	B	Pelataran Parkir
4	normal	29,9	B	Pelataran Parkir

Tabel 5.13 Persentase Kenaikan Kuat Desak

No	Variasi	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	Perubahan Nilai Kuat Tekan (%)
1	1	45,4	51,8
2	2	40,9	37,0
3	3	25,7	-18,9
4	normal	29,9	0



Gambar 5.3 Grafik Rata-rata Kuat Tekan Kering *Paving Block*

Pembahasan:

Kuat tekan optimum terjadi pada *paving block* 2A (variasi 1 panjang serat 2 cm) dengan kuat tekan 448,51 kg/cm² dan kuat tekan terendah ada pada *paving block* 6C (variasi 3 panjang serat 6 cm) dengan kuat tekan 255,32 kg/cm². Kuat tekan rata-rata *paving block* variasi 1 meningkat sebesar 51,8%, pada variasi 2 peningkatan rata-rata kuat tekan sebesar 37% akan tetapi pada variasi 3 terjadi penurunan, penurunan kuat tekan rata-rata variasi 3 sebesar -18,9%. Penurunan kuat tekan pada variasi serat yang lebih panjang dikarenakan semakin panjang serat ijuk yang digunakan menyebabkan flokulasi (penggumpalan) pada campuran. Hal ini terjadi dikarenakan panjang serat ijuk yang melebihi aspek rasio panjang/diameter (l/d) >100 menyulitkan pada saat pencampuran, sehingga terjadi banyak menimbulkan rongga-rongga pada *paving block*. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 *paving block* variasi 1 dan 2 masuk pada mutu A yang digunakan sebagai jalan, sedangkan *paving block* variasi 3 masuk pada *paving block* mutu B yang digunakan untuk pelataran parkir.

5.4.2 Pengujian Kuat Tekan Basah Paving Block

Pengujian kuat desak *paving block* dilakukan pada waktu *paving block* mencapai umur 28 hari dalam keadaan basah setelah direndam kedalam air selama 24 jam dengan jumlah benda uji 3 buah untuk masing-masing variasi *silica fume* 5% dan berat serat ijuk 3% dan panjang serat ijuk 2 cm, 4 cm, dan 6 cm dan 3 buah *paving block* tanpa variasi sebagai pembanding. Hasil pengujian kuat desak *paving block* memperlihatkan bahwa kuat desak *paving block* meningkat pada variasi 1 dan 2 kemudian kuat desak *paving block* menurun pada variasi 3 seiring dengan bertambah panjang serat ijuk. Data hasil pengujian kuat desak dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 5.14 Hasil Pengujian Kuat Tekan Basah *Paving Block* Variasi 1

Benda Uji	Dimensi			Berat Benda Uji (kg)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)				
1	6,6	5,94	5,23	0,434	39,204	167,26	42,66
2	6,8	6,5	5,3	0,481	44,200	162,85	36,84
3	6,98	6,12	5,43	0,463	42,718	155,00	36,28
Rata - rata						161,7	38,6

Tabel 5.15 Hasil Pengujian Kuat Tekan Basah *Paving Block* Variasi 2

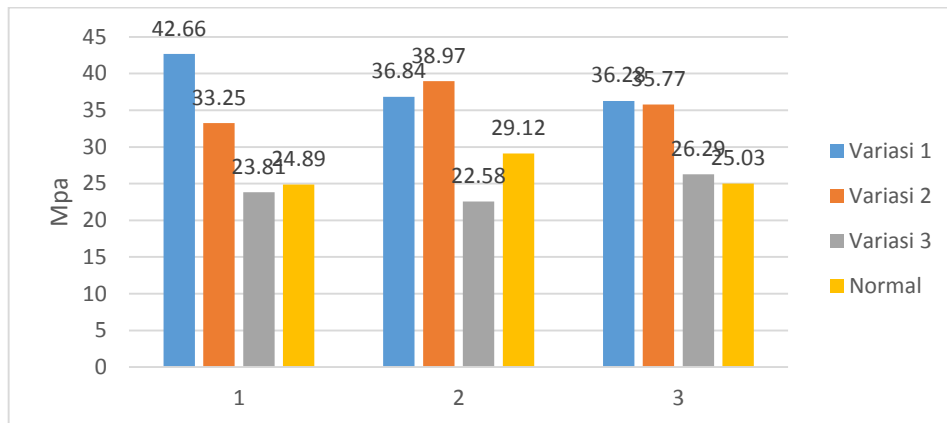
Benda Uji	Dimensi			Berat Benda Uji (kg)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)				
1	6,49	6,24	5,42	0,408	40,498	134,64	33,25
2	6,4	5,9	5,29	0,392	37,760	147,15	38,97
3	6,45	6,25	5,2	0,44	40,313	144,21	35,77
Rata - rata						142,0	36

Tabel 5.16 Hasil Pengujian Kuat Tekan Basah *Paving Block* Variasi 3

Benda Uji	Dimensi			Berat Benda Uji (kg)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)				
1	6,69	6,19	5,64	0,496	41,411	98,59	23,81
2	6,63	6,52	5,63	0,507	43,228	97,61	22,58
3	6,6	5,88	5,68	0,45	38,808	102,02	26,29
Rata - rata						99,4	24,2

Tabel 5.17 Hasil Pengujian Kuat Tekan Basah *Paving Block* Normal

Benda Uji	Dimensi			Berat Benda Uji (kg)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)				
1	6,8	6,36	5,65	0,511	43,25	107,66	24,89
2	6,54	5,82	5,43	0,433	38,06	110,85	29,12
3	6,86	6,1	5,6	0,477	41,85	104,72	25,03
Rata - rata						107,7	26,3



Gambar 5.4 Kuat Tekan Basah *Paving Block*

Contoh Perhitungan :

Sebagai contoh diambil hasil pengujian *paving block* 2A yang telah dipotong kubus sesuai dengan ketentuan pengujian SNI 03-0691-1996 pada tabel 5.14.

Panjang (p) = 6,60 cm

Lebar (l) = 5,94 cm

Tinggi (t) = 5,23 cm

Luas (A) = p x l
 = 6,60 x 5,94
 = 39,20 cm²

Beban Maksimum (P) = 167,24 kN
 = 17053,73 kg

Kuat Tekan (σ'_b) = $\frac{P}{A}$
 = $\frac{17053,73}{39,20}$
 = 42,66 Mpa

Dari ketiga hasil kuat desak *paving block* pada variasi 1 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:

$$\text{Kuat desak rata-rata } (\sigma'_{bm}) = \frac{\sum \sigma'_b}{n}$$

$$= \frac{434,90+375,57+369,87}{3}$$

$$= 38,6 \text{ Mpa}$$

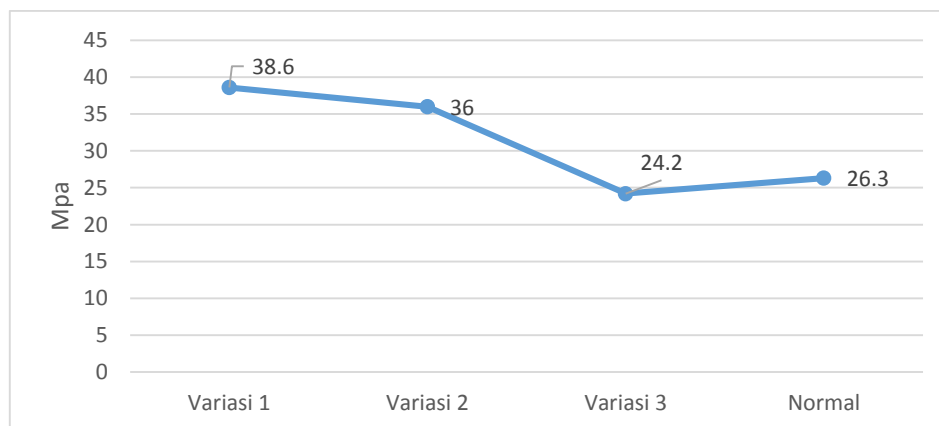
Berikut hasil rata-rata dari perhitungan kuat desak dan persentase kenaikan kuat desak dapat dilihat pada Tabel 5.14, 5.15 dan dapat dilihat pada Gambar 5.2:

Tabel 5.18 Kuat Desak Rata-rata dan Penggolongan Mutu *Paving block*

No	Variasi	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	Mutu Paving Block (SNI-03-0691-1996)	Keterangan (SNI 03-0691-1996)
1	1	38,6	A	Jalan
2	2	36	A	Jalan
3	3	24,2	B	Pelataran Parkir
4	normal	26,3	B	Pelataran Parkir

Tabel 5.19 Persentase Kenaikan Kuat Desak

No	Variasi	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	Perubahan Nilai Kuat Tekan (%)
1	1	38,6	46,5
2	2	36	36,6
3	3	24,2	-8,1
4	normal	26,3	0



Gambar 5.5 Grafik Rata-rata Kuat Tekan Basah *Paving Block*

Pembahasan:

Dari hasil penelitian didapatkan kuat tekan variasi 1 meningkat 46,5%. Kuat tekan optimum pada *paving block* 2A (variasi 1 panjang serat 2 cm) dengan kuat tekan 434,90 kg/cm². Kuat tekan *paving block* variasi 2 rata-rata sebesar 366,9

kg/cm² meningkat sebesar 36,6% dari *paving block* normal. Pada *paving block* variasi 3 didapat kuat tekan rata-rata sebesar 247 kg/cm². Kuat tekan terendah ada pada *paving block* 6B(variasi 3 panjang serat 6 cm) dengan kuat tekan 230,18 kg/cm². Berdasarkan SNI 03-0691-1996 *paving block* variasi 1 dan 2 masuk pada mutu A yang digunakan sebagai jalan, sedangkan *paving block* variasi 3 masuk pada *paving block* mutu B yang digunakan untuk pelataran parkir.

5.4.3 Pengujian Serap Air

Pengujian penyerapan air benda uji *paving block* dilakukan pada umur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Masing-masing variasi dan 3 buah *paving block* yang ada di pasaran sebagai pembanding. Sebagai contoh perhitungan diambil perhitungan daya serap air variasi penambahan *silica fume* 5 % dan serat ijuk 3 % dengan panjang serat 2 cm.

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Berat basah (Wb)} &= 2,260 \text{ kg} \\
 \text{Berat kering (Wk)} &= 2,180 \text{ kg} \\
 \text{Serapan air (\%)} &= \frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100\% \\
 &= \frac{2,260 - 2,180}{2,180} \times 100\% \\
 &= 4,147 \%
 \end{aligned}$$

Untuk nilai daya serap air rata-rata variasi penambahan *silica fume* 5 % dan serat ijuk 3 % dengan panjang serat 2 cm adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Serapan air rata-rata} &= \frac{\sum \text{Serapan air}}{n} \\
 &= \frac{4,147 + 3,372 + 3,794}{3} \\
 &= 3,771 \%
 \end{aligned}$$

Hasil dari pengujian daya serap air rata-rata *paving block* masing-masing variasi dapat dilihat pada Tabel dan Gambar berikut.

Tabel 5.20 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving block* Variasi 1

Benda Uji	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Selisih Berat (gr)	Persentase Serapan (%)	Rata-rata (%)
1	2260	2170	90	4,147	3,771
2	2207	2135	72	3,372	
3	2325	2240	85	3,795	

Tabel 5.21 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving block* Variasi 2

Benda Uji	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Selisih Berat (gr)	Persentase Serapan (%)	Rata-rata
1	2379	2258	121	5,359	5,933
2	2271	2140	131	6,121	
3	2238	2105	133	6,318	

Tabel 5.22 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving block* Variasi 3

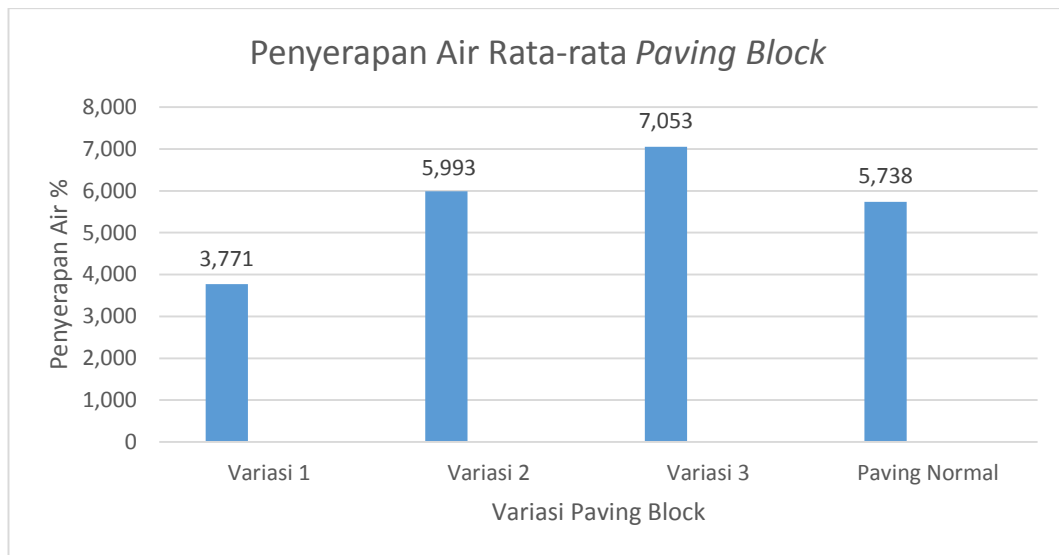
Benda Uji	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Selisih Berat (gr)	Persentase Serapan (%)	Rata-rata (%)
1	2388	2235	153	6,846	7,053
2	2302	2145	157	7,319	
3	2692	2516	176	6,995	

Tabel 5.23 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving block* Normal

Benda Uji	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Selisih Berat (gr)	Persentase Serapan (%)	Rata-rata (%)
1	2458	2320	138	5,948	5,738
2	2505	2370	135	5,696	
3	2312	2190	122	5,571	

Tabel 5.24 Daya Serap Air Rata-rata dan Penggolongan Mutu *Paving block*

No	Variasi	Penyerapan Air (%)	Mutu <i>Paving block</i> (SNI-03-0691-1996)
1	1	3,771	B
2	2	5,993	B
3	3	7,053	C
4	Normal	5,738	B



Gambar 5.6 Grafik Rata-rata Peyerapan Air *Paving Block*

Pembahasan:

Dari tabel diatas diketahui rata-rata persentase penyerapan air pada *paving block* variasi 1 sebesar 3,77%, lebih baik dari persentase penyerapan air *paving block* normal. Persentase penyerapan air variasi 2 sebesar 5,93% dan variasi 3 sebesar 7,05%. Peningkatan penyerapan air yang lebih besar pada variasi 2 dan 3 disebabkan oleh rongga-rongga udara yang lebih banyak. Rongga-rongga yang lebih banyak ini dipengaruhi oleh panjang serat ijuk. Campuran dengan serat ijuk yang aspek rasio (I/d) >100 menyebabkan flokulasi(penggumpalan) pada saat proses pencampuran, sehingga setelah dicetak *paving block* mempunyai porositas yang lebih tinggi. Semakin kecil tingkat porositas pada *paving block* maka penyerapan air akan semakin kecil. Menurut SNI 03-0681-1996 *paving block*

variasi 1 dan 2 masuk pada mutu B yang digunakan sebagai pelataran parkir sedangkan *paving block* variasi 3 masuk pada mutu C yang digunakan sebagai jalan bagai pejalan kaki.

5.4.4 Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah *paving block* dilakukan dengan jumlah benda uji 3 buah untuk masing-masing variasi silica fume 5% dan berat serat ijuk 3% dan panjang serat ijuk 2 cm, 4 cm, dan 6 cm dan 3 buah *paving block* normal sebagai pembandingan. Hasil pengujian kuat tarik belah *paving block* memperlihatkan bahwa kuat tarik *paving block* meningkat pada semua variasi, dengan rata-rata peningkatan terbesar pada variasi 2 (panjang serat 4 cm) kemudian rata-rata kuat tarik *paving block* menurun pada variasi 3 (panjang serat 6 cm) dan menurun lagi pada variasi 1 (panjang serat 2 cm). Data hasil pengujian kuat desak dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 5.25 Kuat Tarik Belah *Paving Block* Variasi 1

Benda Uji	Beban Tarik Maks (kN)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas Penampang Belah (mm ²)	Kuat Tarik Maks (Mpa)
1	35,316	101,7	52,9	5379,93	3,40
2	39,240	101,4	52,7	5343,78	3,81
3	36,788	101,6	54,2	5506,72	3,50

Tabel 5.26 Kuat Tarik Belah *Paving Block* Variasi 2

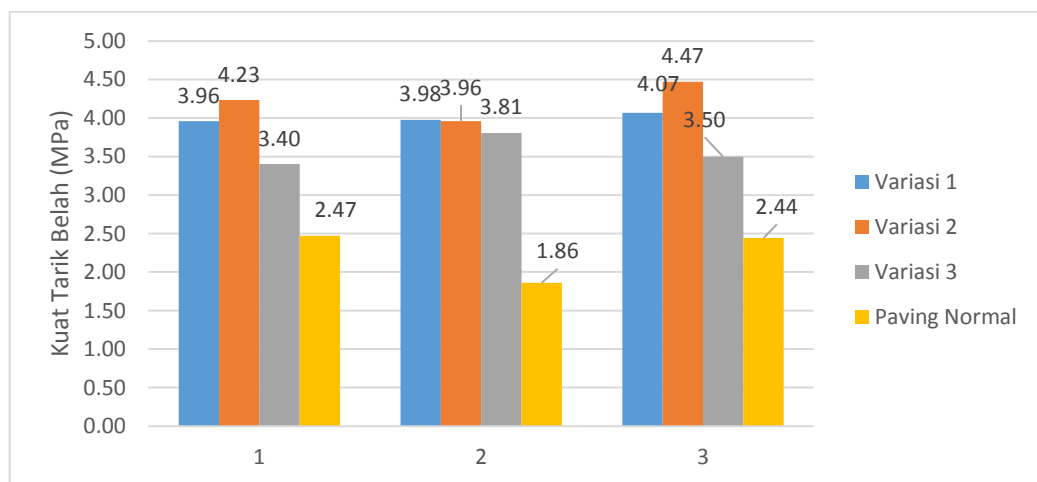
Benda Uji	Beban Tarik Maks (kN)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas Penampang Belah (mm ²)	Kuat Tarik Maks (Mpa)
1	44,636	103,3	52,4	5412,92	4,23
2	41,693	102,2	53,4	5457,48	3,96
3	47,333	102,7	54,5	5597,15	4,47

Tabel 5.27 Kuat Tarik Belah *Paving Block* Variasi 3

Benda Uji	Beban Tarik Maks (kN)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas Penampang Belah (mm ²)	Kuat Tarik Maks (Mpa)
1	41,693	103	53,5	5510,5	3,96
2	41,938	101,2	55,1	5576,12	3,98
3	42,919	101,1	55,2	5580,72	4,07

Tabel 5.28 Kuat Tarik Belah *Paving Block* Normal

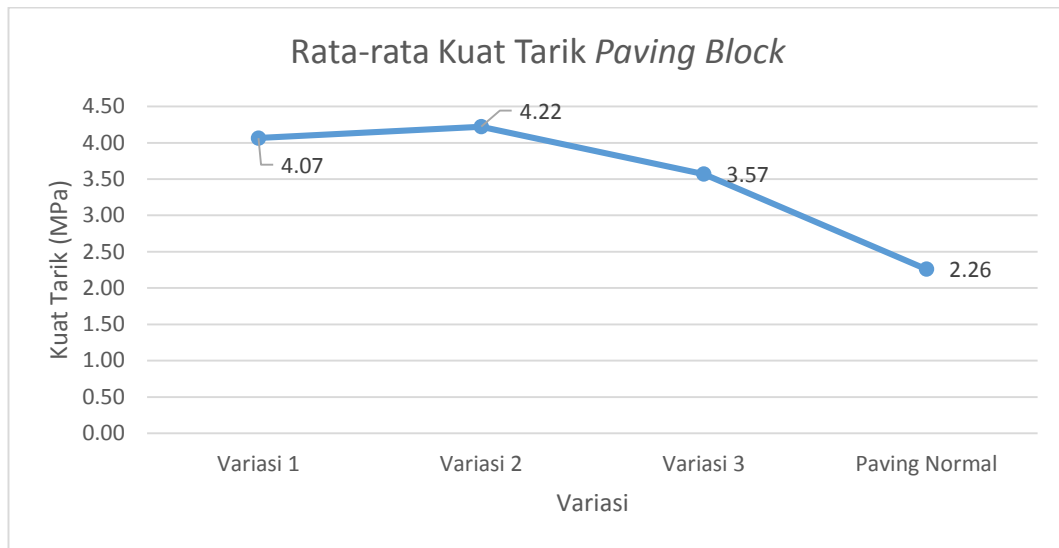
Benda Uji	Beban Tarik Maks (kN)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas Penampang Belah (mm ²)	Kuat Tarik Maks (Mpa)
1	25,977	102	54,5	5559	2,47
2	20,012	103,3	55	5681,5	1,87
3	25,506	102,1	53	5411,3	2,44



Gambar 5.7 Kuat Tarik Belah *Paving Block*

Tabel 5.29 Rata-rata Kuat Tarik dan Persentase Peningkatan Kuat Tarik

Variasi	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)	Perubahan Kuat Tarik (%)
1	4,07	79,9
2	4,22	86,8
3	3,57	58
Normal	2,26	0



Gambar 5.8 Grafik Rata-rata Kuat Tarik Paving Block

Contoh Perhitungan:

Diambil contoh perhitungan *paving block* 0.A

Lebar (l)	= 102 mm
Tebal (t)	= 54,5 mm
Luas Penampang (S)	= l x t
	= 102 x 54,5
	= 5559 mm ²
Beban tarik maksimal (P)	= 25,977 kN
Kuat tarik maksimal (T)	= 0,637 x k x (P/S)
	= 0,637 x 0,83 x (25977/559)
	= 2,47 MPa

Pembahasan:

Pada *paving block* variasi 1 kuat tarik sebesar 4,07 Mpa meningkat sebesar 79,9% dari *paving normal*. Peningkatan kuat tarik tertinggi ada pada variasi 2 dengan rata-rata kuat tarik sebesar 4,22 Mpa atau meningkat sebesar 86,8 % dari *paving block* normal. Kuat tarik tertinggi ada pada benda uji 4C(variasi 2 panjang serat 4 cm) dengan kuat tarik sebesar 4,47 Mpa. Pada variasi 3 rata-rata kuat tekan

sebesar 3,57 Mpa meningkat 58 % dari *paving block* normal. Aspek rasio (*l/d*) serat ijuk yang <50 membuat pengaruh yang kurang signifikan pada kuat tarik. Tetapi aspek rasio (*l/d*) yang >100 menyulitkan dalam pencampuran yang menyebabkan flokulasi(penggumpalan) pada campuran.

5.4.5 Pengujian Aus *Paving Block*

Hasil pengujian aus paving block dilakukan dengan mengebor permukaan paving block memakai mata bor khusus selama 15 menit setiap benda uji. Hasil dari pengujian aus dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.30 Pengujian Aus *Paving Block* Variasi 1

Sampel	Berat Sebelum Pengujian (gr)	Berat Sesudah Pengujian Selama 15 menit (gr)	Pengurangan Berat (gr)	Keausan (mm/detik)
1	148,5	142	6,5	0,0134
2	116,3	110,8	5,5	0,0114
3	125,8	120,4	5,4	0,0112

Tabel 5.31 Pengujian Aus *Paving Block* Variasi 2

Sampel	Berat Sebelum Pengujian (gr)	Berat Sesudah Pengujian Selama 15 menit (gr)	Pengurangan Berat (gr)	Keausan (mm/detik)
1	157,4	150,8	6,6	0,0136
2	139,5	134	5,5	0,0114
3	149,5	143,9	5,6	0,0116

Tabel 5.32 Pengujian Aus *Paving Block* Variasi 3

Sampel	Berat Sebelum Pengujian (gr)	Berat Sesudah Pengujian Selama 15 menit (gr)	Pengurangan Berat (gr)	Keausan (mm/detik)
1	133,2	126,6	6,6	0,0136
2	126,3	120,8	5,5	0,0114
3	136	130,3	5,7	0,0118

Tabel 5.33 Pengujian Aus *Paving Block* Normal

Sampel	Berat Sebelum Pengujian (gr)	Berat Sesudah Pengujian Selama 15 menit (gr)	Pengurangan Berat (gr)	Keausan (mm/detik)
1	131,7	125,1	6,6	0,0136
2	148,1	140,3	7,8	0,0161
3	111,1	105,3	5,8	0,0120

Contoh perhitungan

Diambil contoh perhitungan pada sampel 6A

Berat sebelum pengujian : 133,2 gr

Berat setelah diuji selama 15 menit : 126,6 gr

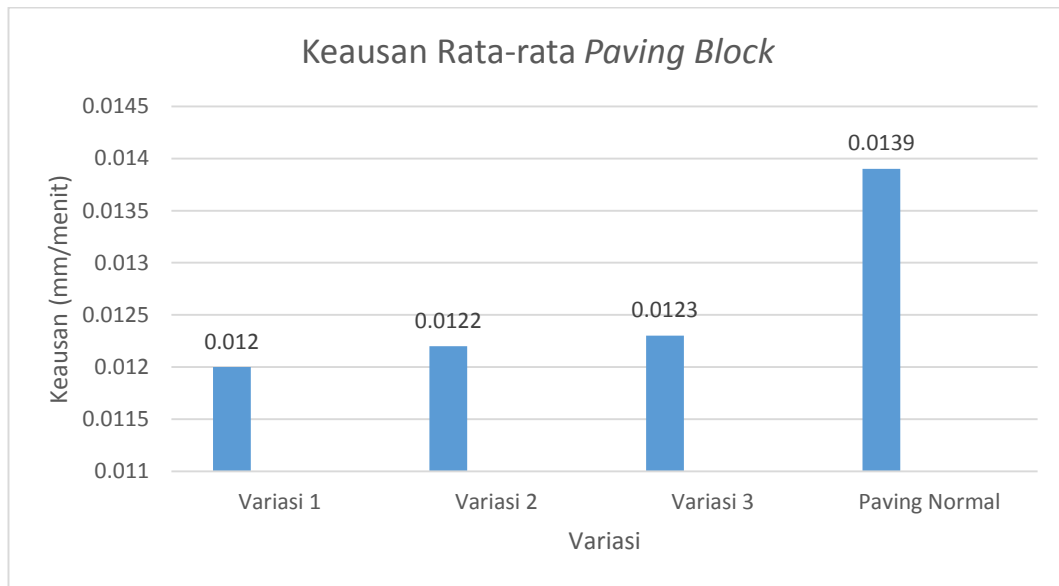
Pengurangan berat = 133,2-126,6
= 6,6 gr

Kehilangan Berat/ Lama pengausan = 6,6/15
= 0,44 gr/menit

Ketahanan aus (D) = 1,26 G x 0,0246
= 0,0136 mm/detik

Tabel 5.34 Rata-rata Keausan Pada *Paving Block*

No	Variasi	Keausan rata-rata (mm/det)	Mutu <i>Paving Block</i> (SNI 03-0691-1996)	Persentase Kenaikan Ketahanan Aus (%)
1	1	0,0120	A	16
2	2	0,0122	A	14
3	3	0,0123	A	13
4	Normal	0,0139	A	0



Gambar 5.9 Grafik Rata-rata Keausan Paving Block

Pembahasan:

Hasil dari pengujian didapatkan peningkatan ketahanan aus setiap variasi berturut-turut sebesar 16%, 14%, dan 13 % lebih baik dari paving normal. Hal ini karena partikel-partikel *silika fume* yang sangat halus mampu mengisi sela-sela pada permukaan *paving block*, sehingga permukaan *paving block* lebih padat. Penambahan serat ijuk tidak berpengaruh secara signifikan pada keausan *paving block*, karena tidak terdapat serat ijuk di permukaan *paving block*. Mengacu pada SNI 03-0691-1996 semua variasi *paving block* masuk pada kategori mutu A yang digunakan sebagai jalan.