

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pemeriksaan Bahan

Pembuatan *paving block* menggunakan empat bahan yaitu semen, pasir, air, dan serat sabut kelapa. Hasil pemeriksaan bahan sebagai berikut.

5.1.1 Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen PCC merk Holcim kemasan 40 kg. Kondisi semen terlihat baik, tertutup rapat dan tidak ada semen yang menggumpalan.

Dari pengujian didapat berat volume semen sebesar 1,241 gr/cm³, dan dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Berat Volum Semen

Uraian	Hasil
Berat tabung, gram (w1)	5199
Berat tabung + semen, gram (w2)	7231
Berat semen, gram (w3 = w2 - w1)	2032
Volume tabung, cm ³ (V)	1636,8
Berat volume semen, gram/cm ³ (w3/V)	1,241

Perhitungan berat volume semen adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Berat semen, } w_3 &= w_2 - w_1 \\ &= 7231 - 5199 \\ &= 2032 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume tabung, } V &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times (10,285)^2 \times 19,70 \\ &= 1636,8 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat volume} &= \frac{w_3}{V} \\ &= \frac{2032}{1636,8} \\ &= 1,241 \text{ gram/cm}^3\end{aligned}$$

5.1.2 Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang berasal dari gunung merapi dengan kriteria lolos saringan 4,75 mm. Pengujian yang dilakukan pada pasir tersebut meliputi analisa saringan/Modulus Halus Butir (MHB), pengujian berat volume, dan pengujian lolos saringan no. 200 (uji kadar lumpur dalam pasir)

1. Analisa Saringan/Modulus Halus Butir (MHB)

Pengujian analisa saringan/Modulus Halus Butir (MHB) ini mengacu pada SNI 03-1968-1990. Dari pengujian didapat MHB agregat halus sebesar 2,67 dan masuk pada katagori Daerah II (pasir agak Kasar), serta dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan/Modulus Halus Butir (MHB) Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Komulatif (%)
4,8	8,42	0,42	0,42	99,58
2,4	118,04	5,91	6,33	93,67
1,2	258,67	12,94	19,27	80,73
0,6	693,68	34,71	53,98	46,02
0,3	688,53	34,45	88,44	11,56
0,15	203,31	10,17	98,61	1,39
Sisa	27,73	1,39		0,00
Jumlah	1998,38		267,06	

a. Analisis Perhitungan

1) Berat tertinggal, gram (diperoleh dari pengujian)

$$2) \text{ Berat tertinggal, \%} = \frac{\text{Berat tertinggal}}{\Sigma \text{ Berat tertinggal}} \times 100\%$$

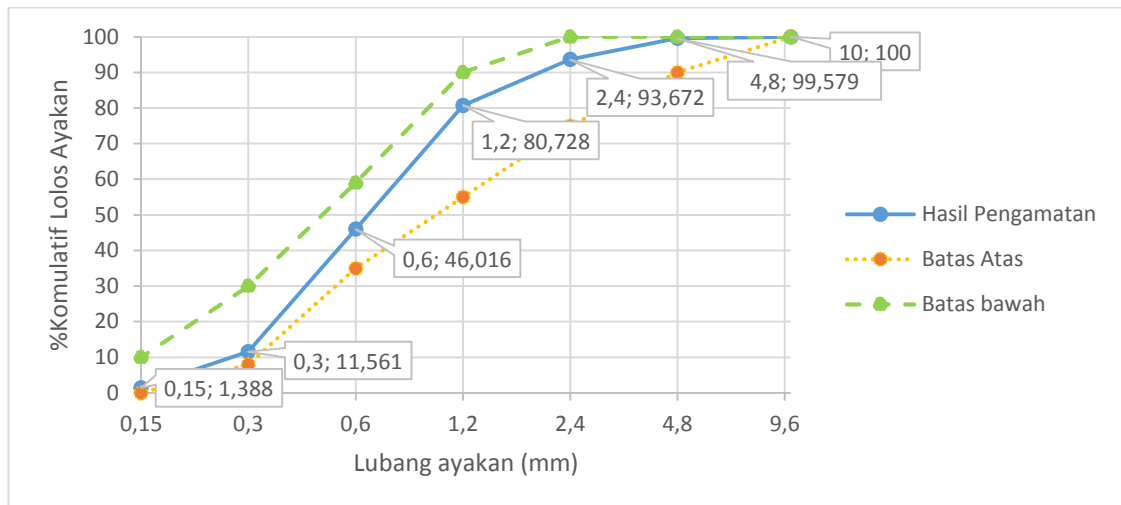
$$\text{Lubang ayakan 4,80 mm} = \frac{8,42}{1998,38} \times 100\% = 0,42 \%$$

$$\text{Lubang ayakan 2,40 mm} = \frac{118,4}{1998,38} \times 100\% = 5,91 \%$$

$$\text{Lubang ayakan 1,20 mm} = \frac{258,67}{1998,38} \times 100\% = 12,94 \%$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lubang ayakan 0,60 mm} &= \frac{693,68}{1998,38} \times 100\% = 34,71 \% \\
 \text{Lubang ayakan 0,30 mm} &= \frac{688,53}{1998,38} \times 100\% = 34,45 \% \\
 \text{Lubang ayakan 0,15 mm} &= \frac{203,31}{1998,38} \times 100\% = 10,17 \% \\
 \text{3) Berat tertinggal kumulatif (\%)} & \\
 \text{Lubang ayakan 10 mm} &= 0 \% \\
 \text{Lubang ayakan 4,80 mm} &= 0 + 0,42 = 0,42 \% \\
 \text{Lubang ayakan 2,40 mm} &= 0,42 + 5,91 = 6,33 \% \\
 \text{Lubang ayakan 1,20 mm} &= 6,33 + 12,94 = 19,27 \% \\
 \text{Lubang ayakan 0,60 mm} &= 19,27 + 34,71 = 53,98 \% \\
 \text{Lubang ayakan 0,30 mm} &= 53,98 + 34,45 = 88,44 \% \\
 \text{Lubang ayakan 0,15 mm} &= 88,44 + 10,17 = 99,61 \% \\
 \text{4) Persen lolos komulatif (\%)} & \\
 \text{Lubang ayakan 10 mm} &= 100 - 0 = 100 \% \\
 \text{Lubang ayakan 4,80 mm} &= 100 - 0,42 = 99,58 \% \\
 \text{Lubang ayakan 2,40 mm} &= 100 - 6,33 = 93,67 \% \\
 \text{Lubang ayakan 1,20 mm} &= 100 - 19,27 = 80,73 \% \\
 \text{Lubang ayakan 0,60 mm} &= 100 - 53,98 = 46,02 \% \\
 \text{Lubang ayakan 0,30 mm} &= 100 - 88,44 = 11,56 \% \\
 \text{Lubang ayakan 0,15 mm} &= 100 - 98,61 = 1,39 \% \\
 \text{5) Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\Sigma \text{ Berat Tertinggal Kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{267,06}{100} \\
 &= 2,6706
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan persen lolos komulatif didapat grafik gradasi pada Gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 Gradasi Agregat Halus Daerah II

b. Pembahasan

Berdasarkan pengujian dan analisis di atas, diperoleh nilai Modulus Halus Butir (MHB) agregat halus sebesar 2,7 dan masuk dalam kategori Daerah II (pasir agak kasar). Berdasarkan SII.0052 agregat halus normal memiliki Modulus Halus Butir (MHB) sebesar 1,5 – 3,8.

2. Pengujian Berat Volume Agregat

Dari pengujian didapat berat volume gembur agregat sebesar 1,471 gr/cm³, dan dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Volum Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung, gram (w1)	5204,5
Berat tabung + pasir, gram (w2)	7612
Berat pasir, gram (w3 = w2 - w1)	2407,5
Volume tabung, cm ³ (V)	1636,8
Berat volume pasir, gram/cm ³ (w3/V)	1,471

a. Analisis Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Berat agregat, } w_3 &= w_2 - w_1 \\ &= 7612 - 5204,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2407,5 \text{ gram} \\
 \text{Volume tabung, } V &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times (10,285)^2 \times 19,70 \\
 &= 1636,8 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume} &= \frac{w^3}{V} \\
 &= \frac{2407,5}{1636,8} \\
 &= 1,471 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

3. Pengujian Lolos Saringan No. 200 (Uji Kandungan Lumpur dalam Pasir)

Pengujian lolos saringan no. 200 (uji kandungan lumpur dalam pasir) mengacu pada SNI 03-4142-1996. Hasil pengujian lolos saringan no. 200 dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Lolos Saringan No. 200 Agregat Halus

Uraian	Hasil
Berat Agregat Kering Oven, gram (w1)	500
Berat Agregat Kering Oven setelah dicuci, gram (w2)	490,64
Berat yang Lolos Ayakan No. 200, % [(w1 – w2)/w1] x 100%	1,87

a. Analisis Perhitungan

$$\begin{aligned}
 \text{Berat yang lolos ayakan No. 200} &= \frac{w1-w2}{w1} \times 100\% \\
 &= \frac{500-490,64}{500} \times 100\% \\
 &= 1,87 \%
 \end{aligned}$$

b. Pembahasan

Dari pengujian didapat nilai kadar lumpur sebesar 1,22 %. Hasil tersebut sudah memenuhi standar SK SNI S-04-1989-F dimana kadar lumpur maksimal yang diizinkan sebesar 5 %.

5.1.3 Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang berada di Pusat Inovasi Material Vulkanik Merapi Universitas Islam Indonesia. Air tersebut bersih, tidak berwarna, dan tidak berbau sehingga layak digunakan dalam penelitian ini.

5.1.4 Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa yang digunakan merupakan bahan baku sapu sabut kelapa yang berasal dari tempat kerajinan di daerah Kulon Progo. Pada penelitian ini serat sabut kelapa dipotong dengan panjang ± 3 cm.

5.2 Perhitungan Kebutuhan Campuran

Dalam penelitian ini digunakan *paving block* dengan ukuran 20cm x 10cm x 6cm. Benda uji dibuat dengan komposisi perbandingan volum semen : pasir sebesar 1 : 6. Sedangkan penambahan serat sabut kelapa sebesar 0%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% dari berat semen. Nilai faktor pemadatan didapat antara perbandingan berat volume padat pasir dan berat volume gembur pasir hingga perbandingan berat jenis pasir dan berat volume gembur pasir.

Perhitungan faktor pemadatan adalah sebagai berikut.

$$\text{Berat volume gembur pasir} = 1,471 \text{ gram/cm}^3$$

$$\text{Berat volume padat pasir} = 1,726 \text{ gram/cm}^3$$

$$\text{Berat jenis pasir} = 2,675 \text{ gram/cm}^3$$

$$\frac{\text{berat volume padat}}{\text{berat volume gembur}} = \frac{1,726}{1,471} = 1,173$$

$$\frac{\text{berat jenis}}{\text{berat volume gembur}} = \frac{2,672}{1,471} = 1,815$$

Dari perhitungan diatas diadapat nilai faktor pemadatan antara 1,173~1,815, sehingga nilai faktor pemadatan yang digunakan sebesar 1,3 sesuai kebiasaan di pabrik *paving block*.

Perhitungan kebutuhan campuran *paving block* adalah sebagai berikut ini.

$$\text{Volume paving} = 20 \times 10 \times 6 = 1200 \text{ cm}^3$$

$$\text{Berat volume gembur pasir} = 1,471 \text{ gram/cm}^3$$

$$\text{Berat volume semen} = 1,241 \text{ gram/cm}^3$$

$$\text{Faktor pemadatan} = 1,3$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan pasir untuk 1 paving block} &= \frac{6}{7} \times \text{B.V pasir} \times V \text{ paving block} \times 1,3 \\ &= \frac{6}{7} \times 1,471 \times 1200 \times 1,3 \\ &= 1966,937 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan pasir untuk 15 paving block} &= 15 \times 1966,937 \text{ gram} \\ &= 29504,057 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan semen untuk 1 paving block} &= \frac{1}{7} \times \text{B.V semen} \times V \text{ paving block} \times 1,3 \\ &= \frac{1}{7} \times 1,241 \times 1200 \times 1,3 \\ &= 276,566 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan semen untuk 15 paving block} &= 15 \times 276,566 \text{ gram} \\ &= 4148,486 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air untuk 15 paving block} &= 0,35 \times 4148,486 \text{ gram} \\ &= 1451,97 \text{ gram} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan penambahan serat sabut kelapa variasi 1% .

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan serat sabut kelapa 1\%} &= 1,0 \% \times 4148,486 \text{ gram} \\ &= 41,486 \text{ gram} \end{aligned}$$

Kebutuhan komposisi semen, pasir dan serat sabut kelapa dalam *paving block* pada penelitian ini dapat ditampilkan pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5 Komposisi Campuran *Paving Block*

Variasi (%)	Semen (gram)	Pasir (gram)	Air (gram)	Serat sabut kelapa (gram)	Jumlah benda uji (buah)
0	4148,486	29504,057	1451,97	0	15
1	4148,486	29504,057	1451,97	41,486	15
1,5	4148,486	29504,057	1451,97	62,227	15
2	4148,486	29504,057	1451,97	82,970	15
2,5	4148,486	29504,057	1451,97	103,712	15

5.3 Kuat Tekan *Paving Block*

Pengujian dilakukan di laboratorium bahan UGM setelah umur *paving block* 28 hari pada 5 variasi penambahan sabut kelapa. Untuk masing-masing variasi

menggunakan 5 buah benda uji *paving block* yang dipotong kubus dengan sisi 6cm seperti pada Gambar 4.2. Pengujian kuat tekan *paving block* dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2 Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Hasil pengujian kuat tekan *paving block* dapat dilihat pada Tabel 5.6 sampai Tabel 5.10 berikut ini.

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi A

Sabut Kelapa	Kode	panjang (mm)	lebar (mm)	tebal (mm)	berat (gram)	beban (kN)
0,0%	A1	59,9	59,6	61,4	446,05	61,0
	A2	60,0	60,1	62,1	452,13	63,0
	A3	61,4	69,1	62,0	451,00	53,5
	A4	60,7	59,2	61,8	439,22	49,0
	A5	59,8	59,5	60,9	447,10	73,0

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi B

Sabut Kelapa	kode	panjang (mm)	lebar (mm)	tebal (mm)	berat (gram)	beban (kN)
1,0%	B1	60,8	60,5	60,3	437,79	59,0
	B2	60,4	59,7	60,8	432,27	50,0
	B4	60,7	59,9	61,5	453,47	65,0
	B5	60,6	60,5	61,2	447,78	60,5
	B6	60,9	61,0	59,1	436,22	70,5

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi C

Sabut Kelapa	kode	panjang (mm)	lebar (mm)	tebal (mm)	berat (gram)	beban (kN)
1,5%	C1	61,4	61,6	58,8	443,79	60,0
	C3	60,1	61,3	59,0	457,91	67,5
	C4	62,0	60,6	57,9	432,44	56,5
	C5	61,4	61,6	58,2	438,24	55,5
	C6	61,3	61,5	59,3	457,41	75,0

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi D

Sabut Kelapa	kode	panjang (mm)	lebar (mm)	tebal (mm)	berat (gram)	beban (kN)
2,0%	D1	61,1	62,0	60,0	474,44	81,0
	D2	61,1	60,9	60,6	470,89	71,5
	D3	60,2	60,3	60,0	454,58	55,5
	D5	61,7	61,0	59,2	463,34	55,5
	D6	61,4	62,0	60,0	461,29	51,0

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi E

Sabut Kelapa	kode	panjang (mm)	lebar (mm)	tebal (mm)	berat (gram)	beban (kN)
2,5%	E1	61,0	61,3	62,2	467,34	48,5
	E2	62,1	60,0	61,8	463,68	50,0
	E3	60,1	60,7	61,0	438,15	46,5
	E5	61,0	62,0	60,1	455,31	49,5
	E6	60,1	60,9	61,2	455,48	55,5

Sebagai contoh perhitungan kuat tekan menggunakan persamaan 3.1, diambil hasil pengujian kuat tekan pada *paving block* tipe A1 dengan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah sebesar 0% dari berat semen sebagai berikut ini.

1. Berat volume

$$\text{Panjang (p)} = 59,9 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar (l)} = 59,6 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal (t)} = 61,4 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume (v)} &= p \times l \times t \\ &= 59,9 \times 59,6 \times 61,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 219200,5 \text{ mm}^3 \\
 &= 219,20 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat} &= 446,05 \text{ gram} \\
 \text{Berat volume} &= \frac{\text{berat}}{\text{volume}} \\
 &= \frac{446,05}{219,20} \\
 &= 2,03 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

2. Kuat tekan

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang (p)} &= 59,9 \text{ mm} \\
 \text{Lebar (l)} &= 59,6 \text{ mm} \\
 \text{Luas (L)} &= p \times l \\
 &= 59,9 \times 59,6 \\
 &= 3570,04 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Maksimal (P)} &= 61 \text{ kN} \\
 &= 61000 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat tekan } (\sigma) &= \frac{P}{L} \\
 &= \frac{61000}{3570,04} \\
 &= 17,09 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Seluruh hasil perhitungan kuat tekan dan berat volume tiap variasi *paving block* ditampilkan pada Tabel 5.11 sampai Tabel 5.15 berikut ini.

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan Kuat Tekan *Paving Block* Variasi A

Sabut Kelapa	kode	luas (mm ²)	volume (cm ³)	b.volum (gr/cm ³)	kuat tekan (Mpa)
0,0%	A1	3570,04	219,20	2,03	17,09
	A2	3606,00	223,93	2,02	17,47
	A3	4242,74	263,05	1,71	12,61
	A4	3593,44	222,07	1,98	13,64
	A5	3558,10	216,69	2,06	20,52

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Kuat Tekan *Paving Block* Variasi B

Sabut Kelapa	Kode	luas (mm ²)	volume (cm ³)	b.volum (gr/cm ³)	kuat tekan (Mpa)
1,0%	B1	3678,40	221,81	1,97	16,04
	B2	3605,88	219,24	1,97	13,87
	B4	3635,93	223,61	2,03	17,88
	B5	3666,30	224,38	2,00	16,50
	B6	3714,90	219,55	1,99	18,98

Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Kuat Tekan *Paving Block* Variasi C

Sabut Kelapa	kode	luas (mm ²)	volume (cm ³)	b.volum (gr/cm ³)	kuat tekan (Mpa)
1,5%	C1	3782,24	222,40	2,00	15,86
	C3	3684,13	217,36	2,11	18,32
	C4	3757,20	217,54	1,99	15,04
	C5	3782,24	220,13	1,99	14,67
	C6	3769,95	223,56	2,05	19,89

Tabel 5.14 Hasil Perhitungan Kuat Tekan *Paving Block* Variasi D

Sabut Kelapa	kode	luas (mm ²)	volume (cm ³)	b.volum (gr/cm ³)	kuat tekan (Mpa)
2,0%	D1	3788,20	227,29	2,09	21,38
	D2	3720,99	225,49	2,09	19,22
	D3	3630,06	217,80	2,09	15,29
	D5	3763,70	222,81	2,08	14,75
	D6	3806,80	228,41	2,02	13,40

Tabel 5.15 Hasil Perhitungan Kuat Tekan *Paving Block* Variasi E

Sabut Kelapa	kode	luas (mm ²)	volume (cm ³)	b.volum (gr/cm ³)	kuat tekan (Mpa)
2,5%	E1	3739,30	232,58	2,01	12,97
	E2	3726,00	230,27	2,01	13,42
	E3	3648,07	222,53	1,97	12,75
	E5	3782,00	227,30	2,00	13,09
	E6	3660,09	224,00	2,03	15,16

Sebagai contoh perhitungan kuat tekan rata-rata menggunakan persamaan 3.2, diambil hasil pengujian kuat tekan dan berat volume pada *paving block* tipe A dengan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah sebesar 0% dari berat semen sebagai berikut ini

1. Berat volume rata-rata

$$\begin{aligned} \text{b.volume rata-rata} &= \frac{\sum \text{b.volume}}{n} \\ &= \frac{2,03+2,02+1,71+1,98+2,06}{5} \\ &= 1,96 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

2. Kuat tekan rata-rata

$$\begin{aligned} \sigma_m &= \frac{\sum \sigma}{n} \\ &= \frac{17,09+17,47+12,61+20,52}{5} \\ &= 16,26 \text{ MPa} \end{aligned}$$

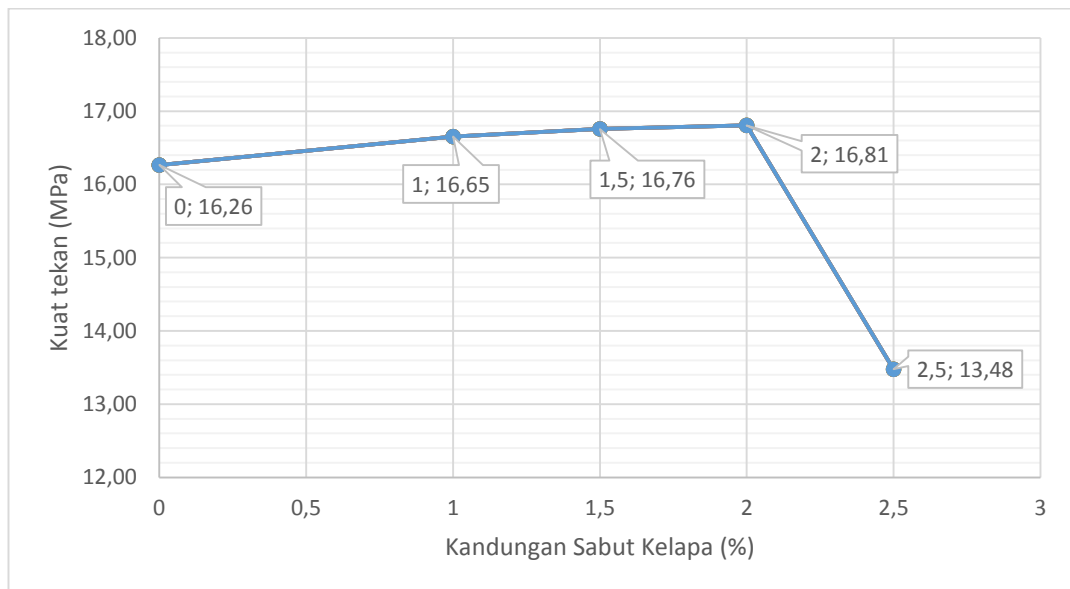
Seluruh hasil perhitungan kuat tekan rata-rata tiap variasi *paving block* dan penggolongan mutu sesuai SNI 03-0961-1996 ditampilkan pada Tabel 5.16 berikut ini.

Tabel 5.16 Kuat Tekan Rata-Rata dan Penggolongan Mutu *Paving Block* Tiap Variasi Serat Sabut Kelapa

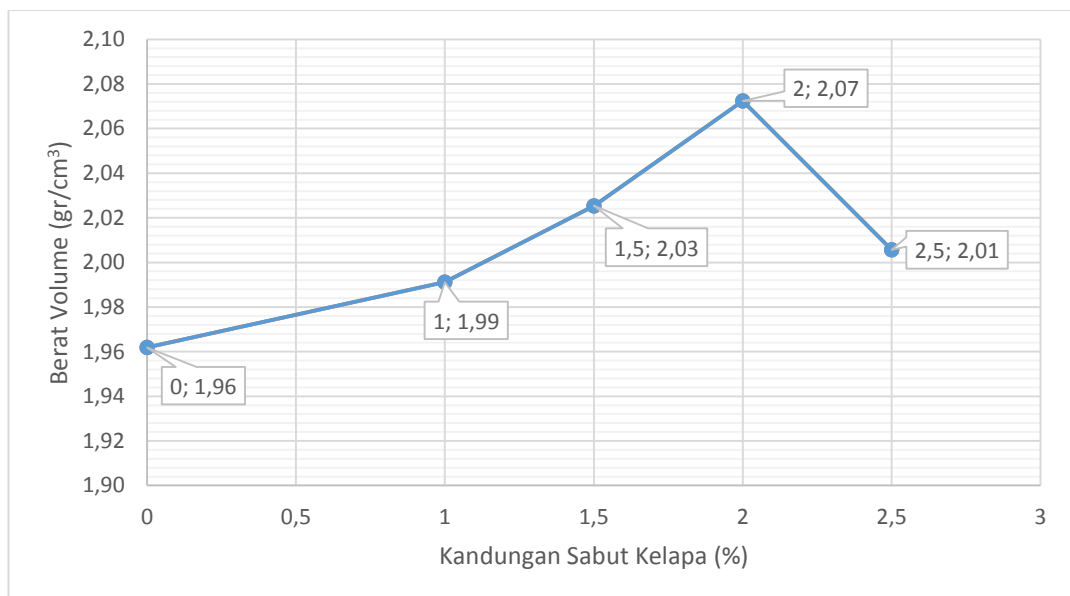
No	Variasi (%)	B.Volume Rata-Rata (gr/cm ³)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Mutu <i>Paving Block</i>	Fungsi <i>Paving Block</i>
1	0,0	1,96	16,26	C	Pejalan kaki
2	1,0	1,99	16,65	C	Pejalan kaki
3	1,5	2,03	16,76	C	Pejalan kaki
4	2,0	2,07	16,81	C	Pejalan kaki
5	2,5	2,01	13,48	D	Taman & penggunaan lain

Dari Tabel 5.16 diketahui bahwa dari segi kuat tekannya penambahan serat sabut kelapa optimum di 2,0% dan *paving block* tetap dalam mutu C (pejalan kaki) sama dengan pada penambahan serat 0%. Grafik kuat tekan rata-rata dan berat

volume rata-rata *paving block* pada masing-masing variasi penambahan serat sabut kelapa dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 berikut ini.



Gambar 5.3 Kuat Tekan *Paving Block*



Gambar 5.4 Berat Volume *Paving Block*

Dari hasil perhitungan kuat tekan *paving block* didapatkan persentase kenaikan terhadap kuat tekan *paving block* normal, dan dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut ini.

Tabel 5.17 Persentase Kenaikan Kuat Tekan

<i>Paving Block</i> serat		Kuat tekan <i>Paving block</i> normal (MPa)	kenaikan kuat tekan (%)
penambahan serat (%)	kuat tekan (MPa)		
1,0	16,65	16,26	2,39
1,5	16,76		3,04
2,0	16,81		3,33
2,5	13,48		-17,13

Berdasarkan dari rekapitulasi di atas dapat dilihat bahwa penambahan serat sabut kelapa hingga 2,0% menyebabkan kenaikan kuat tekan, dan penambahan serat sabut kelapa sebesar 2,5% menyebabkan penurunan kuat tekan pada *paving block*. Pada penambahan serat sabut kelapa hingga 2,0% terjadi kenaikan kuat tekan dikarenakan serat sabut kelapa mengisi rongga-rongga pada *paving block*, sehingga *paving block* semakin padat. Tetapi pada penambahan serat sabut kelapa sebesar 2,5%, kuat tekan *paving block* turun dikarenakan sabut kelapa melebihi rongga yang ada pada *paving block*, sehingga sabut kelapa juga menjadi agregat yang harus diikat semen. Kelebihan serat sabut kelapa juga menyebabkan kepadatan *paving block* menjadi berkurang. Hal tersebut dapat dibuktikan pada Tabel 5.16 penambahan serat sabut kelapa hingga 2,0%, berat volume *paving block* juga naik. Sedangkan penambahan lebih dari 2,0% berat volumenya turun.

Hal tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Prahara, dkk. (2015) mengenai “Analisa Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Dalam Presentase Tertentu Pada Beton Mutu Tinggi”. Penambahan serat sabut kelapa dengan persentase kandungan 1,5% menyebabkan kuat tekan beton naik, namun penambahan serat sabut kelapa yang lebih besar justru menurunkan kuat tekan beton. Hal ini dikarenakan penambahan yang lebih besar mengakibatkan sebagian volume agregat tergantikan oleh serat sabut kelapa tersebut.

5.4 Ketahanan Aus

Pengujian dilakukan di laboratorium bahan UGM setelah umur *paving block* 28 hari pada 5 variasi penambahan serat sabut kelapa. Untuk masing-masing variasi menggunakan 5 buah benda uji *paving block* yang dipotong kubus dengan sisi 6cm

seperti pada Gambar 4.2. Pengujian ketahanan aus *paving block* dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.5 Pengujian Ketahanan Aus

Hasil pengujian ketahanan aus *paving block* dapat dilihat pada Tabel 5.18 sampai Tabel 5.22 berikut ini.

Tabel 5.18 Hasil Pengujian Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi A

Sabut Kelapa	Kode	Berat Awal (gr)	Berat Setelah Aus (gr)
0,0%	A1	416,8	416,30
	A2	417,1	416,40
	A3	414,9	414,30
	A4	417,0	416,40
	A5	420,4	420,00

Tabel 5.19 Hasil Pengujian Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi B

Sabut Kelapa	Kode	Berat Awal (gr)	Berat Setelah Aus (gr)
1,0%	B1	405,2	404,60
	B2	398,2	397,60
	B4	421,3	420,70
	B5	417,8	417,40
	B6	403,1	402,60

Tabel 5.20 Hasil Pengujian Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi C

Sabut Kelapa	Kode	Berat Awal (gr)	Berat Setelah Aus (gr)
1,5%	C1	400,8	400,20
	C3	436,6	436,10
	C4	396,3	395,70
	C5	400,1	399,50
	C6	400,0	399,60

Tabel 5.21 Hasil Pengujian Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi D

Sabut Kelapa	Kode	Berat Awal (gr)	Berat Setelah Aus (gr)
2,0%	D1	438,8	438,40
	D2	426,2	425,70
	D3	423,6	423,10
	D5	420,1	419,50
	D6	429,5	428,90

Tabel 5.22 Hasil Pengujian Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi E

Sabut Kelapa	Kode	Berat Awal (gr)	Berat Setelah Aus (gr)
2,5%	E1	431,4	430,20
	E2	422,3	421,10
	E3	413,8	412,20
	E5	423,9	422,90
	E6	428,5	427,20

Sebagai contoh perhitungan keausan menggunakan persamaan 3.3, diambil hasil pengujian ketahanan aus pada *paving block* tipe A1 dengan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah sebesar 0% dari berat semen sebagai berikut ini.

Berat awal = 416,8gram

Berat setelah aus = 416,3 gram

Kehilangan berat = Berat awal – berat setelah aus

= 416,8 – 416,3

= 0,5 gram

Waktu = 5 menit

$$\text{Kehilangan berat/waktu (G)} = \frac{0,5}{5} = 0,1 \text{ gram/menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Ketahanan Aus (D)} &= 1,26G + 0,0246 \\ &= (1,26 \times 0,1) + 0,0246 \\ &= 0,1506 \text{ mm/menit} \end{aligned}$$

Seluruh hasil perhitungan ketahanan aus tiap variasi *paving block* ditampilkan pada Tabel 5.23 sampai Tabel 5.27 berikut ini.

Tabel 5.23 Hasil Perhitungan Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi A

Sabut Kelapa	Kode	kehilangan berat	keausan
0,0%	A1	0,5	0,1506
	A2	0,7	0,2010
	A3	0,6	0,1758
	A4	0,6	0,1758
	A5	0,4	0,1254

Tabel 5.24 Hasil Perhitungan Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi B

Sabut Kelapa	Kode	kehilangan berat	keausan
1,0%	B1	0,6	0,1758
	B2	0,6	0,1758
	B4	0,6	0,1758
	B5	0,4	0,1254
	B6	0,5	0,1506

Tabel 5.25 Hasil Perhitungan Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi C

Sabut Kelapa	Kode	kehilangan berat	keausan
1,5%	C1	0,6	0,1758
	C3	0,5	0,1506
	C4	0,6	0,1758
	C5	0,6	0,1758
	C6	0,4	0,1254

Tabel 5.26 Hasil Perhitungan Ketahanan Aus Paving Block Variasi D

Sabut Kelapa	Kode	kehilangan berat	Keausan
2,0%	D1	0,4	0,1254
	D2	0,5	0,1506
	D3	0,5	0,1506
	D5	0,6	0,1758
	D6	0,6	0,1758

Tabel 5.27 Hasil Perhitungan Ketahanan Aus Paving Block Variasi E

Sabut Kelapa	Kode	kehilangan berat	keausan
2,5%	E1	1,2	0,3270
	E2	1,2	0,3270
	E3	1,6	0,4278
	E5	1,0	0,2766
	E6	1,3	0,3522

Sebagai contoh perhitungan keausan rata-rata menggunakan persamaan 3.4, dan diambil hasil pengujian keausan pada *paving block* tipe A dengan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah sebesar 0% dari berat semen sebagai berikut ini

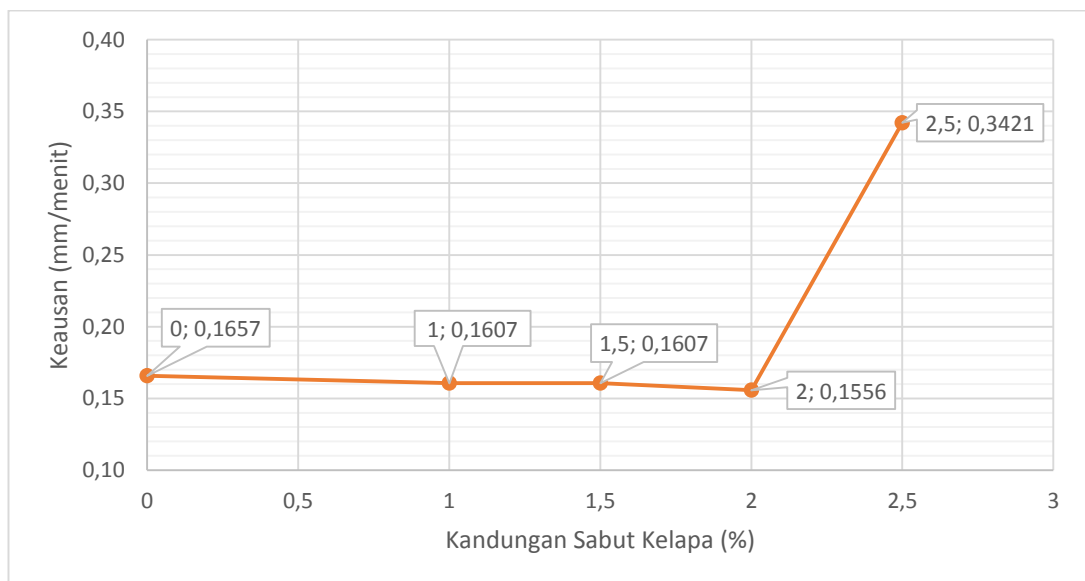
$$\begin{aligned}
 \text{Keausan rata-rata} &= \frac{\sum \text{keausan}}{n} \\
 &= \frac{0,1506+0,2010+0,1758+0,1758+0,1254}{5} \\
 &= 0,1657 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

Seluruh hasil pserhitungan keausan rata-rata tiap variasi *paving block* dan penggolongan mutu sesuai SNI 03-0961-1996 ditampilkan pada Tabel 5.28 berikut ini.

Tabel 5.28 Keausan Rata-Rata dan Penggolongan Mutu *Paving Block* Tiap Variasi Serat Sabut Kelapa

No	Variasi (%)	Keausan Rata-Rata (mm/menit)	Mutu <i>Paving Block</i>	Fungsi <i>Paving Block</i>
1	0	0,1657	D	Taman
2	1	0,1607	C	Pejalan kaki
3	1,5	0,1607	C	Pejalan kaki
4	2	0,1554	C	Pejalan kaki
5	2,5	0,3421	-	-

Dari Tabel 5.28 diketahui bahwa dari segi keausan, penambahan serat sabut kelapa optimum di 2,0% dan *paving block* tersebut meningkat dari mutu D (taman) menjadi mutu C (pejalan kaki). Grafik keausan rata-rata *paving block* pada masing-masing variasi penambahan serat sabut kelapa dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut ini.



Gambar 5.6 Keausan *Paving Block*

Dari hasil perhitungan keausan *paving block* didapatkan persentase kenaikan terhadap keausan *paving block* normal yang dapat dilihat pada Tabel 5.29 berikut ini.

Tabel 5.29 Persentase Kenaikan Keausan

<i>Paving Block</i> serat		Keausan <i>Paving Block</i> Normal (mm/menit)	Kenaikan Keausan (%)
Penambahan Serat (%)	Keausan (mm/menit)		
1,0	0,1607	0,1657	-3,04%
1,5	0,1607		-3,04%
2,0	0,1556		-6,08%
2,5	0,3421		106,44%

Berdasarkan dari rekapitulasi di atas dapat dilihat bahwa penambahan serat sabut kelapa hingga 2,0% menyebabkan kenaikan ketahanan aus, dan penambahan serat sabut kelapa sebesar 2,5% menyebabkan penurunan ketahanan aus yang sangat drastis pada *paving block*. Pada penambahan sabut kelapa hingga 2,0% terjadi kenaikan ketahanan aus dikarenakan lekatan pada *paving block* semakin baik. Lekatan yang semakin baik tersebut dikarenakan serat sabut kelapa mengisi rongga yang ada, sehingga rongga yang menyebabkan bagian agregat tidak saling menempel/melekat berkurang.

Tetapi pada penambahan sebesar 2,5%, penambahan serat sabut kelapa sudah terlalu banyak, sehingga mengganggu ikatan agregat dengan semen. Ikatan yang terganggu mengakibatkan agregat lebih mudah terlepas, sehingga terjadi penurunan ketahanan aus.

5.5 Penyerapan Air

Pengujian penyerapan air dilakukan di laboratorium bahan UGM setelah umur *paving block* 28 hari pada 5 variasi penambahan sabut kelapa. Untuk masing-masing variasi menggunakan 5 buah benda uji *paving block* yang dipotong kubus dengan sisi 6cm seperti pada Gambar 4.2.

Hasil pengujian penyerapan air *paving block* dapat dilihat pada Tabel 5.30 sampai Tabel 5.34 berikut ini.

Tabel 5.30 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* Variasi A

Sabut Kelapa	Kode	Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
0,0%	A1	416,8	455,7
	A2	417,1	454,2
	A3	414,9	458,9
	A4	417,0	461,8
	A5	420,4	458,9

Tabel 5.31 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* Variasi B

Sabut Kelapa	Kode	Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
1,0%	B1	405,2	444,4
	B2	398,2	436,0
	B4	421,3	458,4
	B5	417,8	457,3
	B6	403,1	441,8

Tabel 5.32 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* Variasi C

Sabut Kelapa	Kode	Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
1,5%	C1	400,8	437,0
	C3	436,6	472,4
	C4	396,3	436,1
	C5	400,1	439,0
	C6	400,0	439,1

Tabel 5.33 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* Variasi D

Sabut Kelapa	Kode	Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
2,0%	D1	438,8	478,7
	D2	426,2	464,9
	D3	423,6	463,7
	D5	420,1	458,9
	D6	429,5	470,3

Tabel 5.34 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* Variasi E

Sabut Kelapa	Kode	Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
2,5%	E1	431,4	479,3
	E2	422,3	464,8
	E3	413,8	458,4
	E5	423,9	465,2
	E6	428,5	471,9

Sebagai contoh perhitungan Penyerapan air menggunakan persamaan 3.5, diambil hasil pengujian penyerapan air pada *paving block* tipe A1 dengan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah sebesar 0% dari berat semen.

Berat basah = 455,7 gram

Berat kering = 416,8 gram

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan air} &= \frac{\text{berat basah} - \text{berat kering}}{\text{berat kering}} \times 100\% \\ &= \frac{455,7 - 416,8}{416,8} \times 100\% \\ &= 9,33\% \end{aligned}$$

Seluruh hasil perhitungan penyerapan air tiap variasi *paving block* ditampilkan pada Tabel 5.35 sampai Tabel 5.39 berikut ini.

Tabel 5.35 Penyerapan Air *Paving Block* Variasi A

Sabut Kelapa	Kode	Selisih Berat (gram)	Penyerapan Air (%)
0,0%	A1	38,9	9,33
	A2	37,1	8,89
	A3	44,0	10,60
	A4	44,8	10,74
	A5	38,5	9,16

Tabel 5.36 Penyerapan Air Paving Block Variasi B

Sabut Kelapa	Kode	Selisih Berat (gram)	Penyerapan Air (%)
1,0%	B1	39,2	9,67
	B2	37,8	9,49
	B4	37,1	8,81
	B5	39,5	9,45
	B6	38,7	9,60

Tabel 5.37 Penyerapan Air Paving Block Variasi C

Sabut Kelapa	Kode	Selisih Berat (gram)	Penyerapan Air (%)
1,5%	C1	36,2	9,03
	C3	35,8	8,20
	C4	39,8	10,04
	C5	38,9	9,72
	C6	39,1	9,78

Tabel 5.38 Penyerapan Air Paving Block Variasi D

Sabut Kelapa	Kode	Selisih Berat (gram)	Penyerapan Air (%)
2,0%	D1	39,9	9,09
	D2	38,7	9,08
	D3	40,1	9,47
	D5	38,8	9,24
	D6	40,8	9,50

Tabel 5.39 Penyerapan Air Paving Block Variasi E

Sabut Kelapa	Kode	Selisih Berat (gram)	Penyerapan Air (%)
2,5%	E1	47,9	11,10
	E2	42,5	10,06
	E3	44,6	10,78
	E5	41,3	9,74
	E6	43,4	10,13

Sebagai contoh perhitungan penyerapan air rata-rata menggunakan persamaan 3.6, diambil hasil pengujian penyerapan air pada *paving block* tipe A dengan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah sebesar 0% dari berat semen sebagai berikut ini

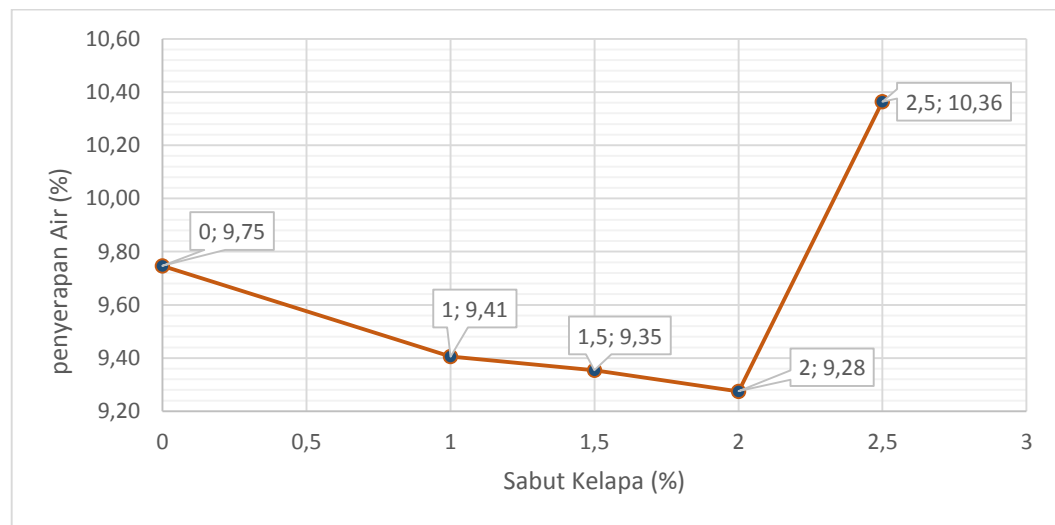
$$\begin{aligned} \text{Penyerapan air rata-rata} &= \frac{\Sigma \text{ penyerapan air}}{n} \\ &= \frac{9,33+8,89+10,6+10,74+9,16}{5} \\ &= 9,75 \% \end{aligned}$$

Rekapitulasi penyerapan air rata-rata dan penggolongan mutu berdasarkan penyerapan air sesuai SNI 03-0961-1996 ditampilkan pada Tabel 5.40 berikut ini.

Tabel 5.40 Penyerapan Air Rata-Rata dan Penggolongan Mutu *Paving Block* Tiap Variasi Serat Sabut Kelapa

No	Variasi (%)	Penyerapan Air (%)	Mutu <i>Paving Block</i>	Fungsi <i>Paving Block</i>
1	0	9,75	D	Taman & penggunaan lain
2	1	9,41	D	Taman & penggunaan lain
3	1,5	9,35	D	Taman & penggunaan lain
4	2	9,28	D	Taman & penggunaan lain
5	2,5	10,36	-	-

Dari Tabel 5.40 diketahui bahwa dari segi penyerapan air, penambahan serat sabut kelapa optimum di 2,0% dan *paving block* tersebut tetap masuk dalam mutu D (Taman & penggunaan lain) sama dengan *paving block* dengan penambahan serat 0%. Grafik penyerapan air rata-rata *paving block* pada masing-masing variasi penambahan serat sabut kelapa dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5.7 Penyerapan Air *Paving Block*

Dari hasil perhitungan penyerapan air *paving block* didapatkan persentase kenaikan terhadap penyerapan air *paving block* normal yang dapat dilihat pada Tabel 5.41 berikut ini.

Tabel 5.41 Persentase Kenaikan Penyerapan Air

<i>Paving Block</i> serat		Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Normal (%)	Kenaikan Penyerapan Air (%)
Penambahan Serat (%)	Penyerapan Air (%)		
1,0	9,41	9,75	-3,48
1,5	9,35		-4,02
2,0	9,28		-4,84
2,5	10,36		6,33

Berdasarkan dari rekapitulasi di atas dapat dilihat bahwa penambahan serat sabut kelapa hingga 2,0% menyebabkan penurunan penyerapan air, dan penambahan serat sabut kelapa sebesar 2,5% menyebabkan naiknya penyerapan air pada *paving block*. Pada penambahan sabut kelapa hingga 2,0% terjadi penurunan penyerapan air dikarenakan sabut kelapa mengisi rongga yang tadinya diisi oleh air. Terisnya rongga dapat dibuktikan dengan berat volume *paving block* yang semakin besar. Tetapi pada penambahan sebesar 2,5%, penambahan serat sabut kelapa sudah terlalu banyak, penambahan serat yang terlalu banyak menimbulkan gumpalan-gumpalan serat yang tidak tercampur dengan pasir dan semen. Sehingga

menimbulkan rongga yang kemudian terisi oleh air. Hal tersebut menyebabkan penyerapan airnya menjadi besar. Kondisi timbulnya rongga juga dapat dibuktikan pada Tabel 5.16 dengan berat volume *paving block* yang juga turun.

5.6 Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia setelah umur *paving block* 28 hari pada 5 variasi penambahan sabut kelapa. Untuk masing-masing variasi menggunakan 5 buah benda uji *paving block*. Pengujian kuat tarik belah *paving block* dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut ini.



Gambar 5.8 Pengujian Kuat Tarik Belah

Hasil pengujian kuat tarik belah *paving block* dapat dilihat pada Tabel 5.42 sampai Tabel 5.46 berikut ini.

Tabel 5.42 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah *Paving Block* Variasi A

Sabut Kelapa	Kode	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Beban (kgf)
0%	A7	101,20	61,90	2170,00
	A8	101,70	61,50	2650,00
	A9	101,00	60,70	1308,00
	A10	102,80	57,15	2190,00
	A11	102,80	60,40	1532,50

Tabel 5.43 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah *Paving Block* Variasi B

Sabut Kelapa	Kode	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Beban (kgf)
1%	B7	101,90	61,90	1834,00
	B8	101,60	59,60	2110,50
	B9	101,10	61,50	1887,00
	B10	101,20	61,30	1990,50
	B11	101,30	61,00	2492,00

Tabel 5.44 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah *Paving Block* Variasi C

Sabut Kelapa	Kode	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Beban (kgf)
1,50%	C7	101,90	59,95	2555,00
	C8	101,70	58,80	1780,00
	C9	102,20	58,65	1913,50
	C10	103,10	57,35	1792,50
	C11	102,00	58,30	2220,00

Tabel 5.45 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah *Paving Block* Variasi D

Sabut Kelapa	Kode	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Beban (kgf)
2,00%	D7	102,10	59,25	2481,00
	D8	101,30	59,75	1775,00
	D9	103,30	58,95	2350,00
	D10	102,50	57,40	2225,00
	D11	103,50	62,20	1962,50

Tabel 5.46 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah *Paving Block* Variasi E

Sabut Kelapa	Kode	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Beban (kgf)
2,50%	E7	101,00	59,65	1647,50
	E8	102,40	62,05	1415,00
	E9	103,00	60,35	1830,00
	E10	102,80	60,90	1700,00
	E11	101,40	63,85	1525,00

Sebagai contoh perhitungan kuat tarik belah menggunakan persamaan 3.7, diambil hasil pengujian kuat tarik belah pada *paving block* tipe A7 dengan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah sebesar 0% dari berat semen sebagai berikut ini.

$$\text{Lebar (l)} = 101,20 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal (t)} = 61,90 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas (S)} &= l \times t \\ &= 101,20 \times 61,90 \\ &= 6264,28 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban maksimal (P)} &= 2170 \text{ kgf} \\ &= 21287,7 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{Faktor koreksi (k)} = 0,87$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat tarik belah (T)} &= 0,637 \times k \times \frac{P}{S} \\ &= 0,637 \times 0,87 \times \frac{21287,7}{6264,28} \\ &= 1,88 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Seluruh hasil perhitungan kuat tarik belah dan kuat tarik belah rata-rata tiap variasi ditampilkan pada Tabel 5.47 sampai Tabel 5.51 berikut ini.

Tabel 5.47 Kuat Tarik Belah *Paving Block* Variasi A

Sabut Kelapa	Kode	Beban (kN)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
0,0%	A7	2170,00	1,88	1,74
	A8	2650,00	2,30	
	A9	1308,00	1,16	
	A10	2190,00	2,03	
	A11	1532,50	1,34	

Tabel 5.48 Kuat Tarik Belah *Paving Block* Variasi B

Sabut Kelapa	Kode	Beban (kN)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1,0%	B7	1834,00	1,58	1,81
	B8	2110,50	1,89	
	B9	1887,00	1,65	
	B10	1990,50	1,74	
	B11	2492,00	2,19	

Tabel 5.49 Kuat Tarik Belah *Paving Block* Variasi C

Sabut Kelapa	Kode	Beban (kN)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1,5%	C7	2555,00	2,27	1,86
	C8	1780,00	1,62	
	C9	1913,50	1,74	
	C10	1792,50	1,65	
	C11	2220,00	2,03	

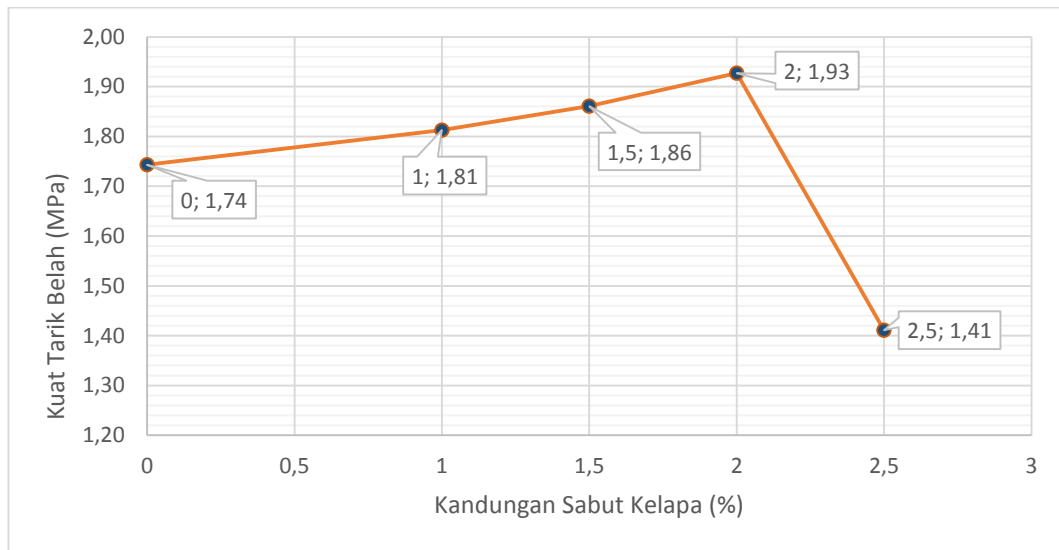
Tabel 5.50 Kuat Tarik Belah *Paving Block* Variasi D

Sabut Kelapa	Kode	Beban (kN)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
2,0%	D7	2481,00	2,23	1,93
	D8	1775,00	1,59	
	D9	2350,00	2,10	
	D10	2225,00	2,06	
	D11	1962,50	1,66	

Tabel 5.51 Kuat Tarik Belah *Paving Block* Variasi E

Sabut Kelapa	Kode	Beban (kN)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
2,5%	E7	1647,50	1,49	1,41
	E8	1415,00	1,21	
	E9	1830,00	1,60	
	E10	1700,00	1,48	
	E11	1525,00	1,28	

Grafik kuat tarik belah rata-rata *paving block* pada masing-masing variasi penambahan serat sabut kelapa dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut ini.



Gambar 5.9 Kuat Tarik Belah *Paving Block*

Dari hasil perhitungan kuat tarik belah *paving block* didapatkan persentase kenaikan terhadap kuat tarik belah *paving block* normal yang dapat dilihat pada Tabel 5.52 berikut ini.

Tabel 5.52 Persentase Kenaikan Kuat Tarik Belah

<i>Paving Block</i> serat		Kuat tarik Belah <i>Paving Block</i> Normal (MPa)	Kenaikan Kuat Tarik Belah (%)
Penambahan Serat (%)	Kuat tarik Belah (Mpa)		
1,0	1,81	1,74	3,99
1,5	1,86		6,77
2,0	1,93		10,56
2,5	1,41		-19,05

Berdasarkan dari rekapitulasi di atas dapat dilihat bahwa penambahan serat sabut kelapa hingga 2,0% menyebabkan naiknya kuat tarik belah sebesar 10,56%, dan penambahan serat sabut kelapa sebesar 2,5% menyebabkan turunnya kuat tarik belah pada *paving block*. Pada penambahan serat sabut kelapa hingga 2,0% terjadi kenaikan kuat tarik belah dikarenakan serat sabut kelapa yang mengisi rongga juga terikat oleh semen dan pasir. Sebelumnya diketahui bahwa kuat tarik serat sabut kelapa sebesar 72,0 MPa, jauh lebih besar dari kuat tarik belah *paving block* normal yang hanya 1,74 MPa. Sehingga kuat tarik serat sabut kelapa yang besar

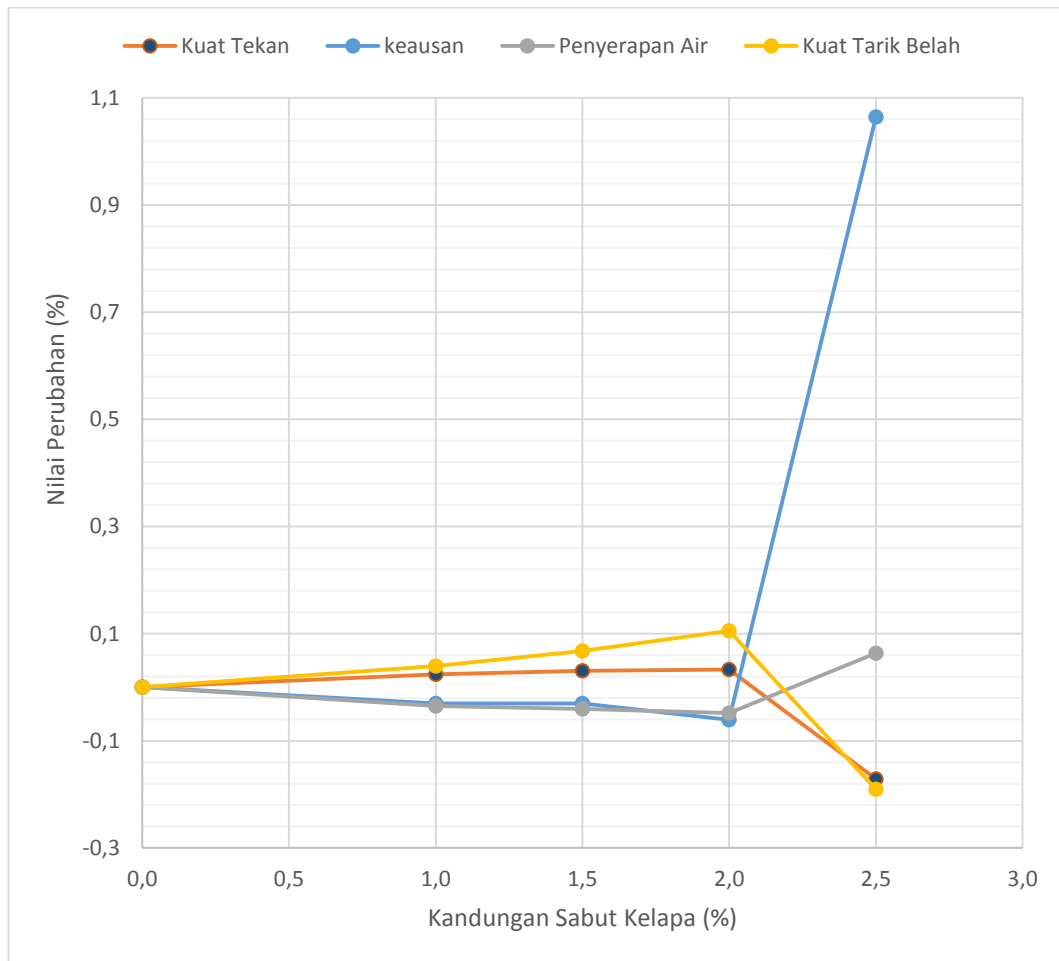
menyebabkan kuat tarik belah *paving block* juga meningkat. Tetapi pada penambahan sebesar 2,5%, penambahan serat sabut kelapa sudah terlalu banyak sehingga mengganggu ikatan antara semen dan pasir. Selain itu, juga terjadi gumpalan serat yang tidak tercampur dengan pasir dan semen. Hal tersebut menyebabkan serat sabut kelapa terlepas ketika *paving block* diuji tarik belah, dan kuat tarik belahnya turun.

5.7 Keefektifan Penambahan Serat Sabut Kelapa

Dari beberapa pengujian dapat dilihat seberapa efektif penambahan sabut kelapa pada *paving block* terhadap karakteristik yang ada. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.53 dan Gambar 5.10 berikut ini.

Tabel 5.53 Persentase Perubahan Pada Karakteristik *Paving Block*

Variasi Penambahan	Perubahan Kualitas			
	Kuat Desak	Ketahanan Aus	Penyerapan Air	Kuat Tarik Belah
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1,0%	2,4%	-3,0%	-3,5%	4,0%
1,5%	3,0%	-3,0%	-4,0%	6,8%
2,0%	3,3%	-6,1%	-4,8%	10,6%
2,5%	-17,1%	106,4%	6,3%	-19,1%



Gambar 5.10 Persentase Perubahan Pada Karakteristik *Paving Block*

Dari Gambar 5.10 dapat dilihat bahwa hingga penambahan serat 2%, nilai perubahan penyerapan air menurun yang disebabkan oleh berkurangnya rongga karena terisi serat. Berkurangnya rongga juga menyebabkan berkurangnya agregat yang tidak saling melekat, sehingga menyebabkan lekatannya semakin baik dan keausannya juga berkurang. Berkurangnya rongga juga berakibat bidang tekan yang juga bertambah, sehingga kuat tekan meningkat. Serat yang mengisi rongga juga terikat oleh semen, sehingga serat tersebut membantu menahan tarik. Perlu diingat bahwa kualitas *paving block* berbanding terbalik dengan keausan dan penyerapan air, sedangkan kuat tekan dan kuat tarik belah berbanding lurus dengan kualitas *paving block*. Oleh karena itu bisa dikatakan kualitas *paving block* meningkat di semua pengujian.

Dari Tabel 5.53 juga dapat dilihat bahwa terjadi perubahan kuat tarik belah yang bisa dikatakan cukup tinggi dibanding tiga pengujian lainnya (kuat tekan, ketahanan aus, penyerapan air) yaitu sebesar 10,6%. Hal tersebut sesuai dengan karakteristik serat sabut kelapa yang memang kuat menahan tarik. Namun pada pengujian lain tidak demikian, walaupun hingga penambahan serat sabut kelapa sebesar 2,0% tetap terjadi perubahan, namun persentase perubahannya dibawah persentase perubahan pada kuat tarik belah. Hasil tersebut membuktikan bahwa serat sabut kelapa lebih efektif untuk meningkatkan kuat tarik.