

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian Bahan

Setiap bahan yang akan digunakan dalam proses pencampuran telah dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia bahan atau benda yang akan diuji yaitu kerikil besar, kerikil kecil, semen, abu batu dan sekam padi untuk menentukan berat volumenya dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*). Dapat dilihat pada Tabel 5.1 berat volume bahan, yang telah diuji dalam keadaan SSD di bawah ini.

Tabel 5.1 Hasil Berat Volume Bahan

Sampel	BV Semen (gr/cm ³)	BV Abu batu (gr/cm ³)	BV Kerikil kecil (gr/cm ³)	BV Kerikil besar (gr/cm ³)	BV Sekam Padi (gr/cm ³)
1	1,0666	1,0239	1,3919	1,2750	0,1561
2	1,0603	1,0521	1,3910	1,2197	0,1496
3	1,0575	1,0783	1,3951	1,1854	0,1431
Rata - rata	1,0615	1,0514	1,3927	1,2267	0,1496

Analisis Perhitungan berat bahan, berat volume dan volume wadah :

a. Berat Bahan

Untuk pengujian analisis berat volume, diperlukan minimal 3 sampel dari masing-masing bahan yang akan digunakan untuk data berat bahan. Berat masing-masing bahan dalam satu kaleng takaran dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Berat Bahan

Sampel	Semen (gr)	Abu batu (gr)	Kerikil 1,4 cm (gr)	Kerikil 4 cm (gr)	Sekam padi (gr)
1	4919	4722	6419	5880	720
2	4890	4852	6415	5625	690
3	4877	4973	6434	5467	660
rata - rata	4895,333333	4849	6422,666667	5657,333333	690

b. Volume wadah/kaleng Takaran

$$V \text{ tabung} = \pi \times r^2 \times t$$

$$V \text{ tabung} = 3,14 \times 9,225^2 \times 17,25$$

$$= 4611,813 \text{ cm}^3$$

**Gambar 5.1 Kaleng Takaran Berat Bahan**

c. Berat Volume

$$\begin{aligned}
 1) \text{ BV semen} &= \frac{a}{b} \\
 &= \frac{4895,333}{4611,813} \\
 &= 1,0615 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ BV abu batu} &= \frac{a}{b} \\
 &= \frac{4849}{4611,813} \\
 &= 1,0514 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ BV kerikil besar} &= \frac{a}{b} \\
 &= \frac{5657,333}{4611,813} \\
 &= 1,2267 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4) \text{ BV kerikil kecil} &= \frac{a}{b} \\
 &= \frac{6422,667}{4611,813} \\
 &= 1,3927 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5) \text{ BV sekam padi} &= \frac{a}{b} \\
 &= \frac{690}{4611,813} \\
 &= 0,1496 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

5.2 Perhitungan Kebutuhan Campuran serta Variasi Tiap Agregat

Dalam melakukan penelitian ini dibutuhkan perhitungan kebutuhan campuran yang telah diatur dalam tiap variasinya yang berbeda-beda, Tabel perhitungan campuran dapat dilihat dalam Tabel 5.3 dan 5.4 di bawah ini.

Tabel 5.3 Hasil Perbandingan Campuran pada Kerikil Besar

No	Kode	Semen	Abu batu	Kerikil (4 cm)	Sekam Padi	Jumlah perbandingan	Sampel
1	B32	1	2	3	2	8	9
2	B33	1	2	3	3	9	9
3	B34	1	2	3	4	10	9
4	B35	1	2	3	5	11	9
5	B36	1	2	3	6	12	9
6	B42	1	2	4	2	9	9
7	B43	1	2	4	3	10	9
8	B45	1	2	4	5	12	9
9	B46	1	2	4	6	13	9

Tabel 5.4 Hasil Perbandingan Campuran pada Kerikil kecil

No	Kode	Semen	Abu batu	Kerikil (1,4 cm)	Sekam Padi	Jumlah perbandingan	Sampel
1	K32	1	2	3	2	8	9
2	K33	1	2	3	3	9	9
3	K34	1	2	3	4	10	9
4	K35	1	2	3	5	11	9
5	K36	1	2	3	6	12	9
6	K42	1	2	4	2	9	9
7	K43	1	2	4	3	10	9
8	K45	1	2	4	5	12	9
9	K46	1	2	4	6	13	9

Analisis perhitungan campuran kerikil besar dan kerikil kecil hingga kebutuhan masing masing bahan:

- a. Kebutuhan semen untuk 1 *paving*

$$= \frac{1}{8} \times V_{paving} \times BV \text{ semen}$$

$$= \frac{1}{8} \times 1200 \times 1,0615$$

$$= 159,221 \text{ gram}$$
- b. Kebutuhan semen untuk 9 *paving*

$$= 9 \times 159,221$$

$$= 1.432,989 \text{ gram}$$

- c. Kebutuhan abu batu untuk 1 *paving* $= \frac{2}{8} \times V_{paving} \times BV_{abu\ batu}$
 $= \frac{2}{8} \times 1200 \times 1,0514$
 $= 315,429 \text{ gram}$
- d. Kebutuhan abu batu untuk 9 *paving* $= 9 \times 315,429$
 $= 2.838,862 \text{ gram}$
- e. Kebutuhan kr. besar untuk 1 *paving* $= \frac{3}{8} \times V_{paving} \times BV_{kerikil\ besar}$
 $= \frac{3}{8} \times 1200 \times 1,2267$
 $= 552,017 \text{ gram}$
- f. Kebutuhan kr. besar untuk 9 *paving* $= 9 \times 552,017$
 $= 4.968,154 \text{ gram}$
- g. Kebutuhan kr. kecil untuk 1 *paving* $= \frac{3}{8} \times V_{paving} \times BV_{kerikil\ kecil}$
 $= \frac{3}{8} \times 1200 \times 1,3927$
 $= 626,694 \text{ gram}$
- h. Kebutuhan kr. kecil untuk 9 *paving* $= 9 \times 626,694$
 $= 5640,254 \text{ gram}$
- i. Kebutuhan sekam padi untuk 1 *paving* $= \frac{2}{8} \times V_{paving} \times BV_{kerikil\ kecil}$
 $= \frac{2}{8} \times 1200 \times 0,1496$
 $= 44,884 \text{ gram}$
- j. Kebutuhan sekam padi untuk 9 *paving* $= 9 \times 44,884$
 $= 403,962 \text{ gram}$

Dari data di atas dapat diketahui kebutuhan bahan *porous paving block* campuran tiap variasinya dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan 5.6 berikut ini.

Tabel 5.5 Komposisi Campuran *Porous Paving Block* dengan Kerikil Besar

No	Variasi Campuran	Semen (kg)	Abu Batu (kg)	Kerikil Besar (kg)	Sekam Padi (kg)	Jumlah Sampel
1	1 : 2 : 3 : 2	1,433	2,839	4,968	0,40396258	9
2	1 : 2 : 3 : 3	1,274	2,523	4,416	0,53861677	9
3	1 : 2 : 3 : 4	1,146	2,271	3,975	0,64634012	9
4	1 : 2 : 3 : 5	1,042	2,065	3,613	0,73447741	9
5	1 : 2 : 3 : 6	0,955	1,893	3,312	0,80792515	9
6	1 : 2 : 4 : 2	1,274	2,523	5,888	0,35907785	9
7	1 : 2 : 4 : 3	1,146	2,271	5,299	0,48475509	9
8	1 : 2 : 4 : 5	0,955	1,893	4,416	0,67327096	9
9	1 : 2 : 4 : 6	0,882	1,747	4,076	0,74577706	9

Tabel 5. 6 Komposisi Campuran *Porous Paving Block* dengan Kerikil Kecil

No	Variasi Campuran	Semen (kg)	Abu Batu (kg)	Kerikil Kecil (kg)	Sekam Padi (kg)	Jumlah Sampel
1	1 : 2 : 3 : 2	1,433	2,839	5,640	0,40396258	9
2	1 : 2 : 3 : 3	1,274	2,523	5,014	0,53861677	9
3	1 : 2 : 3 : 4	1,146	2,271	4,512	0,64634012	9
4	1 : 2 : 3 : 5	1,042	2,065	4,102	0,73447741	9
5	1 : 2 : 3 : 6	0,955	1,893	3,760	0,80792515	9
6	1 : 2 : 4 : 2	1,274	2,523	6,685	0,35907785	9
7	1 : 2 : 4 : 3	1,146	2,271	6,016	0,48475509	9
8	1 : 2 : 4 : 5	0,955	1,893	5,014	0,67327096	9
9	1 : 2 : 4 : 6	0,882	1,747	4,628	0,74577706	9

5.3 Pengujian Kuat Desak *Porous Paving Block*

Pada pengujian kuat desak yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi UII ini menggunakan 3 sampel dari 18 variasi yang terdiri dari 9 variasi dengan kerikil besar dan 9 variasi dengan kerikil kecil yang nantinya akan ada 54 sampel yang diuji kuat desak. Hasil dari pengujian kuat desak dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan 5.8 berikut ini.

Tabel 5.7 Hasil Kuat Desak pada Variasi Campuran Kerikil Besar

Kode Sampel	No. Sampel	Beban Maks. (N)	A (mm ²)	Kuat desak (MPa)	Kuat desak rata-rata (MPa)
B32	1	450000	21188,54	21,24	19,95
	2	400000	21041,29	19,01	
	3	420000	21433,39	19,60	
B33	1	352000	21341,77	16,49	16,77
	2	310000	21053,46	14,72	
	3	405000	21221,40	19,08	
B34	1	270000	21265,49	12,70	15,12
	2	268000	22116,74	12,12	
	3	460000	22387,51	20,55	
B35	1	229000	20981,43	10,91	12,35
	2	300000	21343,39	14,06	
	3	250000	20712,91	12,07	
B36	1	225000	20685,64	10,88	10,28
	2	200000	20753,46	9,64	
	3	215000	20841,96	10,32	
B42	1	368000	20712,90	17,77	16,08
	2	330000	20651,65	15,98	
	3	305000	21032,94	14,50	
B43	1	375000	20690,78	18,12	17,92
	2	345000	21029,58	16,41	
	3	400000	20811,17	19,22	

Lanjutan Tabel 5.7 Hasil Kuat Desak pada Variasi Campuran Kerikil Besar

Kode Sampel	No. Sampel	Beban Maks. (N)	A (mm ²)	Kuat desak (MPa)	Kuat desak rata-rata (MPa)
B45	1	260000	20920,32	12,43	11,35
	2	237000	20726,30	11,43	
	3	213000	20892,39	10,20	
B46	1	312000	20489,55	15,23	14,22
	2	250000	20190,30	12,38	
	3	310000	20604,36	15,05	

Tabel 5.8 Hasil Kuat Desak pada Variasi Campuran Kerikil Kecil

Kode Sampel	No. Sampel	Beban Maks. (N)	A (mm ²)	Kuat desak (MPa)	Kuat desak rata-rata (MPa)
K32	1	585000	22171,02	26,39	26,78
	2	625000	21790,43	28,68	
	3	540000	21370,81	25,27	
K33	1	340000	21245,25	16,00	16,34
	2	352000	22003,32	16,00	
	3	375000	22049,99	17,01	
K34	1	290000	20741,48	13,98	14,15
	2	265000	20767,18	12,76	
	3	328000	20892,60	15,70	
K35	1	159000	20814,60	7,64	7,26
	2	146000	20418,50	7,15	
	3	145000	20704,72	7,00	
K36	1	170000	20331,00	8,36	8,03
	2	151000	20314,40	7,43	
	3	168000	20267,54	8,29	

Lanjutan Tabel 5.8 Hasil Kuat Desak pada Variasi Campuran Kerikil Kecil

Kode Sampel	No. Sampel	Beban Maks. (N)	A (mm ²)	Kuat desak (MPa)	Kuat desak rata-rata (MPa)
K42	1	298000	20749,91	14,36	13,67
	2	295000	20981,76	14,06	
	3	267000	21224,87	12,58	
K43	1	258000	21183,28	12,18	11,58
	2	250000	21255,77	11,76	
	3	231000	21362,04	10,81	
K45	1	116000	20818,19	5,57	5,19
	2	91000	20909,92	4,35	
	3	117000	20689,11	5,66	
K46	1	172000	20640,82	8,33	8,46
	2	173000	20435,61	8,47	
	3	175000	20391,86	8,58	

Sebagai contoh perhitungan di atas, maka perlu dilakukan penjabaran perhitungan kuat desak pada *porous paving block* dengan campuran sekam padi. Diambil satu contoh penjabaran dari variasi kerikil besar dengan perbandingan campuran 1 : 2 : 3 : 2 (B32) sampel 1.

$$\text{Panjang} = 203,8 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 103,9 \text{ mm}$$

$$\text{Luas} = 21188,54 \text{ mm}^2$$

$$\text{Beban Maks.} = 450000 \text{ N}$$

$$f'c = \frac{\text{beban maks.}}{\text{Luas}}$$

$$= \frac{450000}{21188,54}$$

$$= 21,24 \text{ MPa}$$

Perhitungan di atas adalah contoh dari sampel 1 variasi 1 : 2 : 3 : 2 dengan agregat kerikil besar. Sampel 2 dan 3 dihitung sama dengan perhitungan di atas, kuat desak sampel 1, 2, dan 3 di dapat rata ratanya adalah 19,95 MPa dan masuk ke dalam mutu B, berikut ini merupakan hasil rata-rata setiap variasi campuran *porous paving block* dan golongan mutunya yang telah ditentukan dalam SNI – 03 – 0961 - 1996 *paving block* dalam Tabel 5.9 berikut.

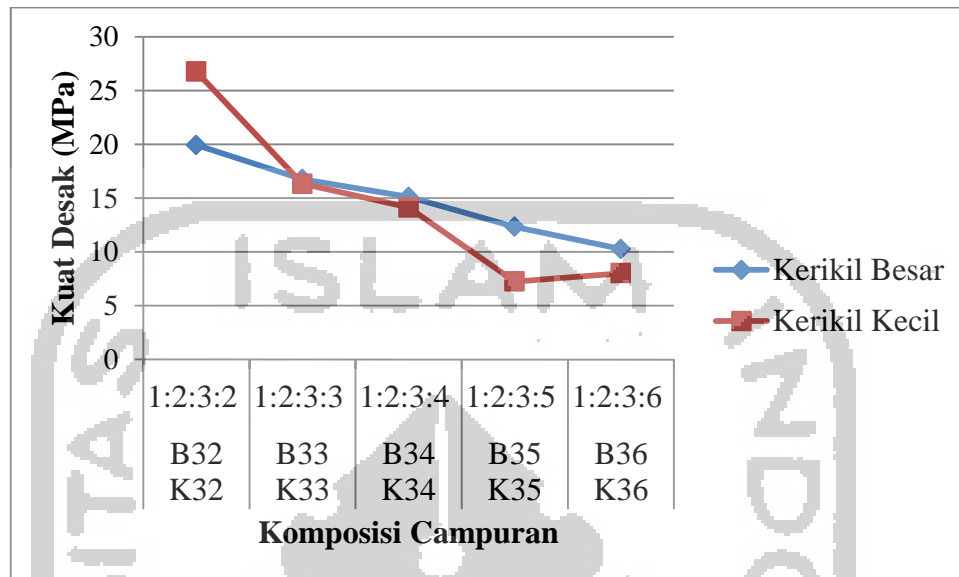
Tabel 5.9 Penggolongan Mutu *Paving Block* Berdasarkan Nilai Kuat Desak

No.	Kode Sampel	Agregat	Kuat Desak Rata-Rata (MPa)	Mutu <i>Paving Block</i>	Fungsi <i>Paving Block</i>	Hasil
1	B32	kerikil besar	19,95	B	Peralatan parkir	diterima
2	B33	kerikil besar	16,77	C	Pejalan kaki	diterima
3	B34	kerikil besar	15,12	C	Pejalan kaki	diterima
4	B35	kerikil besar	12,35	D	Untuk taman	diterima
5	B36	kerikil besar	10,28	D	Untuk taman	diterima
6	B42	kerikil besar	16,08	C	Peralatan parkir	diterima
7	B43	kerikil besar	17,92	B	Peralatan parkir	diterima
8	B45	kerikil besar	11,35	D	Untuk taman	diterima
9	B46	kerikil besar	14,22	C	Pejalan kaki	diterima
10	K32	kerikil kecil	26,78	B	Peralatan parkir	diterima
11	K33	kerikil kecil	16,34	C	Pejalan kaki	diterima
12	K34	kerikil kecil	14,15	C	Pejalan kaki	diterima

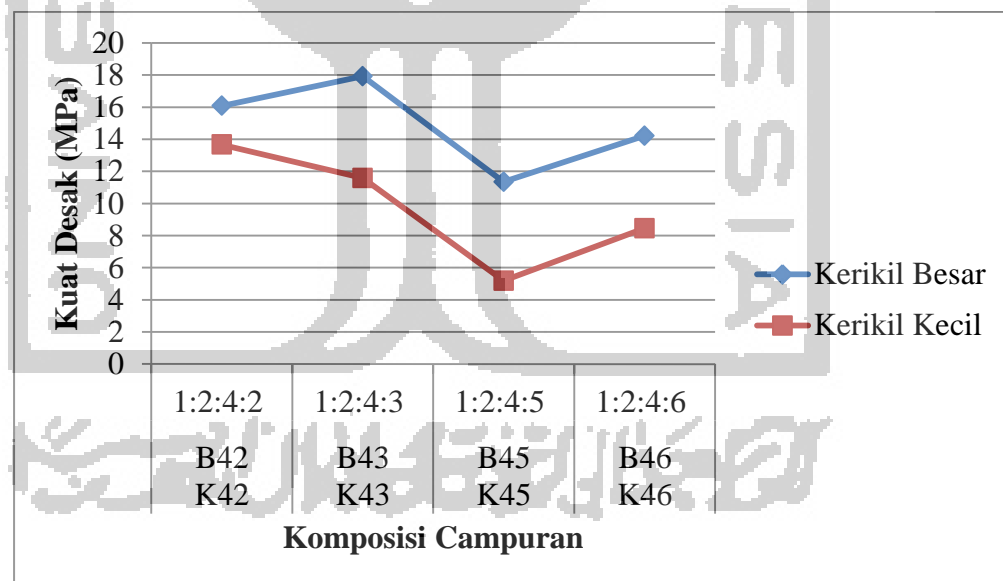
Lanjutan Tabel 5.9 Penggolongan Mutu *Paving Block* Berdasarkan Nilai Kuat Desak

No.	Kode Sampel	Agregat	Kuat Desak Rata-Rata (MPa)	Mutu <i>Paving Block</i>	Fungsi <i>Paving Block</i>	Hasil
13	K35	kerikil kecil	7,26	-	-	Tidak diterima
14	K36	kerikil kecil	8,03	-	-	Tidak diterima
15	K42	kerikil kecil	13,67	C	Pejalan kaki	diterima
16	K43	kerikil kecil	11,58	D	Untuk taman	diterima
17	K45	kerikil kecil	5,19	-	-	Tidak diterima
18	K46	kerikil kecil	8,46	-	-	Tidak diterima

Hasil pengujian kuat desak dibuat grafik agar dapat membedakan tinggi nilai kuat desak rata-rata *porous paving block* dengan agregat kerikil besar dan *porous paving block* dengan agregat kecil setiap variasi campuran seperti Gambar di bawah ini.



Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Kuat Desak Rata-Rata *Porous Paving Block* dengan Proporsi 3 Kerikil



Gambar 5.3 Grafik Perbandingan Kuat Desak Rata-Rata *Porous Paving Block* dengan Proporsi 4 Kerikil

Dari Gambar 5.2 dan 5.3 di atas dapat diambil kesimpulan, nilai rata-rata kuat desak *porous paving block* menurun seiring bertambahnya sekam padi dan agregat

kasar baik kerikil besar maupun kecil. Dari data perhitungan kuat desak pada Tabel 5.9 didapat kuat desak tertinggi pada komposisi campuran yang menggunakan kerikil kecil pada variasi K32, yaitu sebesar 26,78 MPa. Sedangkan untuk perhitungan kuat desak terendah pada komposisi campuran yang sama yaitu menggunakan kerikil kecil pada variasi K45, yaitu sebesar 5,19 MPa. Penurunan kuat desak menurun ketika ditambah agregat kasar dan campuran sekam padi baik kerikil besar maupun kecil. Penurunan kuat desak pada campuran sekam padi dan kerikil besar secara berturut-turut yaitu 3,18 MPa, 2,77 MPa, 2,07 MPa, dan 6,56 MPa. Sedangkan penurunan kuat desak pada campuran sekam padi dan kerikil kecil berturut-turut, yaitu 10,44 MPa, 6,88 MPa, 2,08 MPa dan 6,39 MPa. Dari penurunan di atas maka dapat disimpulkan bahwa semakin bertambah kerikil baik besar dan kecil serta sekam padi menurunkan kuat desak dari *porous paving block* tersebut. Dengan banyaknya kerikil dan sekam padi yang masuk dalam komposisi campuran sehingga membuat *paving block* berrongga, semakin banyak rongga semakin rendah kuat desak, dikarenakan *porous paving block* tidak padat dan pasta semen tidak mengisi keseluruhan dari paving tersebut.

Dari Tabel 5.9 juga dapat disimpulkan bahwa komposisi campuran *porous paving block* dengan kerikil besar dan sekam padi lebih efektif dipakai karena semua variasi komposisi campurannya masuk ke dalam mutu SNI – 03 – 0961 – 1996 tentang *paving block*, sedangkan komposisi campuran *porous paving block* dengan kerikil kecil memiliki kekuatan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan campuran kerikil besar tetapi lebih banyak tidak masuk ke dalam mutu SNI – 03 – 0961 – 1996 tentang paving blok.

5.4 Pengujian Keausan *Porous Paving Block*

Pada pengujian ini diambil 54 sampel yang telah berumur lebih dari 28 hari, 3 sampel di ambil tiap variasi komposisi campuran *porous paving block*. Pengujian ini menggunakan alat penguji keausan yang terdapat di Laboratorium Bahan Bangunan

UGM. Hasil dari pengujian keausan *porous paving block* dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan 5.11 berikut ini.

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Keausan pada *Porous Paving Block* dengan Kerikil Besar

Kode Sampel	No.	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)	Waktu (menit)	Ketahanan Aus (mm/menit)	Rata-Rata Ketahanan Aus (mm/menit)
B32	1	2427,1	2426,1	5	0,2766	0,2262
	2	2456,7	2455,9	5	0,2262	
	3	2468,3	2467,7	5	0,1758	
B33	1	2371	2369,6	5	0,3774	0,2598
	2	2319	2318,4	5	0,1758	
	3	2347,6	2346,8	5	0,2262	
B34	1	2190,3	2188,6	5	0,453	0,3102
	2	2271,1	2270,3	5	0,2262	
	3	2238	2237,1	5	0,2514	
B35	1	2222,1	2220,2	5	0,5034	0,5454
	2	2255,5	2253,3	5	0,579	
	3	2274,3	2272,2	5	0,5538	
B36	1	2007,5	2006,4	5	0,3018	0,453
	2	2015	2013,3	5	0,453	
	3	2021,4	2019,1	5	0,6042	
B42	1	2275,9	2274,7	5	0,327	0,3438
	2	2361,1	2360,1	5	0,2766	
	3	2310,7	2309,1	5	0,4278	
B43	1	2389,6	2388,6	5	0,2766	0,2514
	2	2251	2250	5	0,2766	
	3	2358	2357,3	5	0,201	
B45	1	2051,3	2049,5	5	0,4782	0,327
	2	2074,9	2074,1	5	0,2262	
	3	2087,3	2086,3	5	0,2766	

Lanjutan Tabel 5.10 Hasil Pengujian Keausan pada *Porous Paving Block* dengan Kerikil Besar

B46	1	2132,3	2131,3	5	0,2766	0,3102
	2	2271,5	2270	5	0,4026	
	3	2189	2188,1	5	0,2514	

Tabel 5.11 Hasil Pengujian Keausan pada *Porous Paving Block* dengan Kerikil Kecil

Kode Sampel	No.	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)	Waktu (menit)	Ketahanan Aus (mm/menit)	Rata-Rata Ketahanan Aus (mm/menit)
K32	1	2470,4	2469,6	5	0,2262	0,2262
	2	2577,2	2576,4	5	0,2262	
	3	2512,6	2511,8	5	0,2262	
K33	1	2376,6	2375,2	5	0,3774	0,3186
	2	2373,8	2372,6	5	0,327	
	3	2380	2379,1	5	0,2514	
K34	1	2254	2251,4	5	0,6798	0,61092
	2	2240,08	2238,6	5	0,39756	
	3	2448	2445,1	5	0,7554	
K35	1	1988,8	1984,3	5	1,1586	1,1082
	2	2053,2	2049,5	5	0,957	
	3	2022,4	2017,7	5	1,209	
K36	1	2006,1	2003,7	5	0,6294	0,6462
	2	2093,1	2091,4	5	0,453	
	3	2068,4	2065,1	5	0,8562	
K42	1	2480,3	2479,2	5	0,3018	0,411
	2	2462,2	2460,7	5	0,4026	
	3	2456,3	2454,3	5	0,5286	
K43	1	2371,4	2370,1	5	0,3522	0,4362
	2	2382,2	2379,9	5	0,6042	
	3	2377	2375,7	5	0,3522	

Lanjutan Tabel 5.11 Hasil Pengujian Keausan pada *Porous Paving Block* dengan Kerikil Kecil

K45	1	2065,8	2063,8	5	0,5286	1,1586
	2	2000,3	1992,3	5	2,0406	
	3	2024,3	2020,8	5	0,9066	
K46	1	2048,9	2045,9	5	0,7806	0,6294
	2	2044,1	2042,3	5	0,4782	
	3	2037,5	2035,1	5	0,6294	

Berdasarkan hasil keausan pada Tabel 5.11 dan 5.12 didapat hasil rata-rata ketahanan aus untuk tiap variasi komposisi campuran *porous paving block*, maka setiap variasinya dapat digolongkan berdasarkan mutu yang ada di SNI- 03 – 0961 – 1996 sesuai dengan Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.12 Penggolongan Mutu *Paving Block* Berdasarkan Nilai Keausan

No.	Kode Sampel	Keausan rata - rata (MPa)	Mutu <i>Paving Block</i>	Fungsi <i>Paving Block</i>	Hasil
1	B32	0,2262	D	Taman	diterima
2	B33	0,2598	-	-	Tidak diterima
3	B34	0,3102	-	-	Tidak diterima
4	B35	0,5454	-	-	Tidak diterima
5	B36	0,453	-	-	Tidak diterima
6	B42	0,3438	-	-	Tidak diterima
7	B43	0,2514	-	-	Tidak diterima
8	B45	0,327	-	-	Tidak diterima
9	B46	0,3102	-	-	Tidak diterima
10	K32	0,2262	D	Taman	diterima
11	K33	0,3186	-	-	Tidak diterima
12	K34	0,61092	-	-	Tidak diterima
13	K35	1,1082	-	-	Tidak diterima
14	K36	0,6462	-	-	Tidak diterima
15	K42	0,4111	-	-	Tidak diterima
16	K43	0,4362	-	-	Tidak diterima
17	K45	1,1586	-	-	Tidak diterima
18	K46	0,6294	-	-	Tidak diterima

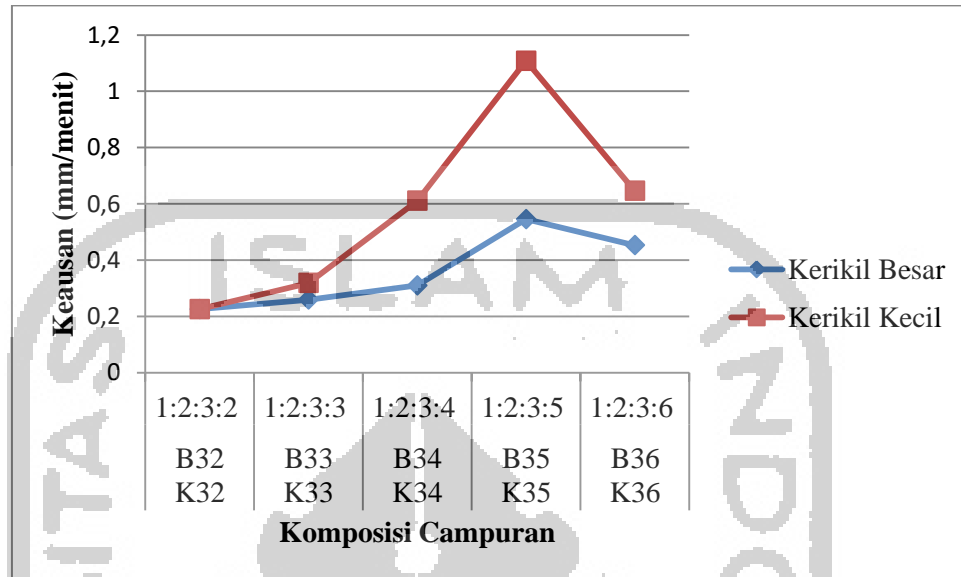
Sebagai contoh perhitungan keausan diambil contoh 1 sampel pada variasi B3:2 dengan campuran kerikil besar 3 dan sekam padi 2, berikut ini perhitungan atau penjabaran perhitungan keausan.

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Awal} &= 2427,1 \text{ gram} \\
 \text{Berat Akhir} &= 2426,1 \text{ gram} \\
 \text{Waktu} &= 5 \text{ menit} \\
 \text{Kehilangan Berat} &= \text{Berat awal} - \text{Berat akhir} \\
 &= 2427,1 - 2426,1 \\
 &= 1 \text{ gram} \\
 \text{Kehilangan berat/waktu (F)} &= \frac{\text{Kehilangan Berat}}{\text{Waktu}} \\
 &= \frac{1}{5} \\
 &= 0,2 \text{ gram/menit} \\
 \text{Keausan} &= 1,26 (F) + 0,0246 \\
 &= (1,26 \times 0,2) + 0,0246 \\
 &= 0,2766 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

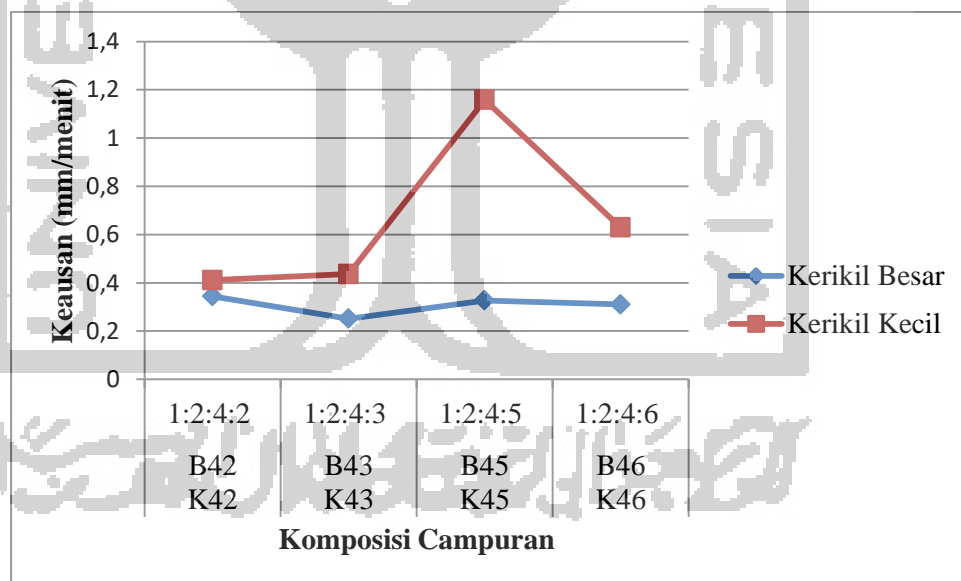
Perhitungan keausan sampel 2 dan 3 sama seperti cara perhitungannya dengan sampel 1 di atas, keausan rata rata di dapat dari penjumlahan sampel 1, 2, dan 3 kemudian dibagi jumlah sampel yang ada. Berikut ini perhitungan rata – rata keausan sampel 1 pada variasi campuran 1:2:3:2 dengan ukuran agregat kerikil besar.

$$\begin{aligned}
 \text{Keausan rata-rata} &= \frac{0,2766+0,2262+0,1758}{3} \\
 &= 0,2262 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian keausan rata-rata yang dapat dilihat pada Tabel 5.12 dapat dibuat grafik perbandingan dengan variasi komposisi campuran *paving block porous* dengan sekam padi baik dengan kerikil besar maupun kerikil kecil, seperti pada Gambar 5.4 dan 5.5 berikut ini.



Gambar 5.4 Grafik Nilai Rata–Rata Keausan *Porous Paving Block* dengan Proporsi 3 Kerikil



Gambar 5.5 Grafik Nilai Rata–Rata Keausan *Porous Paving Block* dengan Proporsi 4 Kerikil

Berdasarkan Gambar 5.4 dan 5.5 di atas, didapat nilai rata – rata keausan tertinggi pada variasi campuran K45 dengan menggunakan campuran kerikil kecil sebesar 1,1586 mm/menit, sedangkan nilai rata-rata keausan terendah pada variasi campuran 3:2 baik dengan menggunakan campuran kerikil besar maupun kerikil kecil sebesar 0,2262 mm/menit. Semakin tinggi nilai keausan pada suatu perkerasan paving blok maka semakin rendah mutu paving sesuai dalam SNI – 03 – 0961 – 1996 tentang paving blok. Seiring bertambahnya campuran dengan menggunakan sekam padi semakin tinggi pula nilai rata-rata keausan pada *porous paving block*. Peningkatan nilai rata-rata keausan seiring bertambahnya campuran dengan sekam padi berturut-turut pada variasi campuran dengan menggunakan kerikil besar sebesar 0,0336 mm/menit, 0,2352 mm/menit, dan 0,0756 mm/menit. Sedangkan peningkatan nilai rata-rata keausan pada variasi campuran yang menggunakan kerikil kecil sebesar 0,0924 mm/menit, 0,4973 mm/menit dan 0,0252 mm/menit. Meskipun dalam tabel di atas terdapat nilai rata-rata yang mengalami penurunan jika terjadi penambahan bahan sekam padi tetapi lebih dominan yang mengalami peningkatan akibat penambahan sekam padi. Semakin banyak penambahan bahan sekam padi pada paving blok membuat paving rentan rusak dan mudah pecah. Hal ini di buktikan setelah melakukan pengujian keausan semakin banyak sekam padi semakin tinggi nilai keausan, semakin tinggi nilai keausan semakin rendah mutu paving tersebut.

Pada variasi 1:2:3:6 dan 1:2:4:6 memiliki nilai rata-rata keausan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan variasi 1:2:3:5 dan 1:2:4:5 hal ini dikarenakan variasi 1:2:3:6 dan 1:2:4:6 melalui proses pemadatan manual dan pencampuran yang baik, dengan pemadatan dan pencampuran yang baik maka kerikil akan mengendap dibawah cetakan bersamaan dengan sekam padi sehingga permukaan menjadi lebih kasar. Sehingga pada saat pengujian keausan dengan mesin gerigi paving tersebut tidak mudah terkikis, maka variasi tersebut memiliki nilai keausan yang kecil dan masuk dalam mutu SNI, tidak seperti variasi 1:2:3:5 dan 1:2:4:5.

5.5 Pengujian Permeabilitas *Porous Paving Block*

Pada pengujian permeabilitas ini menggunakan 54 sampel *porous paving block* dengan campuran sekam padi baik dari kerikil kecil maupun besar. Jadi 3 sampel tiap variasi komposisi campuran. Pengujian ini dilakukan di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi Universitas Islam Indonesia. Hasil dari pengujian permeabilitas dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan 5.14 berikut ini.

Tabel 5.13 Hasil Uji Permeabilitas *Porous Paving Block* dengan Kerikil Besar

Kode Sampel	No.	Waktu Jenuh (menit)	Volume Air yang Lolos (cm ³)	Luas Permukaan (cm ²)	Koefisien Permeabilitas (cm/detik)	Koefisien Permeabilitas Rata-rata (cm/detik)
B32	1	30	471	202,74	0,00129	0,001193
	2	30	444	201,30	0,00123	
	3	30	392	205,15	0,00106	
B33	1	30	538	204,21	0,00146	0,001397
	2	30	511	201,40	0,00141	
	3	30	482	203,04	0,00132	
B34	1	30	973	203,48	0,00266	0,002330
	2	30	818	211,85	0,00215	
	3	30	845	214,51	0,00219	
B35	1	30	1010	200,70	0,00280	0,002959
	2	30	1147	204,25	0,00312	
	3	30	1056	198,06	0,00296	
B36	1	30	1239	197,79	0,00348	0,003285
	2	30	1188	198,47	0,00333	
	3	30	1094	199,33	0,00305	
B42	1	30	589	198,06	0,00165	0,001759
	2	30	677	197,45	0,00190	
	3	30	623	201,18	0,00172	
B43	1	30	721	197,84	0,00202	0,001862
	2	30	601	201,16	0,00166	
	3	30	681	199,01	0,00190	

Lanjutan Tabel 5.13 Hasil Uji Permeabilitas *Porous Paving Block* dengan Kerikil Besar

Kode Sampel	No.	Waktu Jenuh (menit)	Volume Air yang Lolos (cm ³)	Luas Permukaan (cm ²)	Koefisien Permeabilitas (cm/detik)	Koefisien Permeabilitas Rata-rata (cm/detik)
B45	1	30	2075	200,09	0,00576	0,005591
	2	30	2041	198,18	0,00572	
	3	30	1903	199,83	0,00529	
B46	1	30	2252	195,88	0,00639	0,006450
	2	30	2319	192,96	0,00668	
	3	30	2229	197,01	0,00629	

Tabel 5.14 Hasil Uji Permeabilitas *Porous Paving Block* dengan Kerikil Kecil

Kode Sampel	No.	Waktu Jenuh (menit)	Volume Air yang Lolos (cm ³)	Luas Permukaan (cm ²)	Koefisien Permeabilitas (cm/detik)	Koefisien Permeabilitas Rata-rata (cm/detik)
K32	1	30	345	212,35	0,000903	0,00075
	2	30	215	208,62	0,000573	
	3	30	289	204,52	0,000785	
K33	1	30	508	203,28	0,001388	0,00120
	2	30	427	210,71	0,001126	
	3	30	414	211,18	0,001089	
K34	1	30	808	198,37	0,002263	0,00223
	2	30	731	198,59	0,002045	
	3	30	853	199,83	0,002371	
K35	1	30	1010	199,06	0,002819	0,00256
	2	30	813	195,17	0,002314	
	3	30	905	197,98	0,002540	
K36	1	30	932	194,31	0,002665	0,00259
	2	30	869	194,16	0,002487	
	3	30	911	193,70	0,002613	
K42	1	30	349	198,43	0,000977	0,00069
	2	30	212	200,69	0,000587	
	3	30	189	203,07	0,000517	

Lanjutan Tabel 5.14 Hasil Uji Permeabilitas *Porous Paving Block* dengan Kerikil Kecil

Kode Sampel	No	Waktu Jenuh (menit)	Volume Air yang Lolos (cm ³)	Luas Permukaan (cm ²)	Koefisien Permeabilitas (cm/detik)	Koefisien Permeabilitas Rata-rata (cm/detik)
K43	1	30	613	202,67	0,001680	0,00156
	2	30	581	203,37	0,001587	
	3	30	525	204,42	0,001427	
K45	1	30	1826	199,09	0,005095	0,00507
	2	30	1796	200,00	0,004989	
	3	30	1822	197,82	0,005117	
K46	1	30	1929	197,38	0,005430	0,00527
	2	30	1873	195,34	0,005327	
	3	30	1771	194,92	0,005048	

Sebagai contoh penjabaran dari perhitungan di atas diambil sampel 1 pada variasi 1:2:3:2 dengan campuran agregat kerikil besar.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu jenuh (T)} &= 30 \text{ menit} \\
 &= 30 \times 60 \text{ detik} \\
 &= 1800 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\text{Luas Permukaan (A)} = 202,74 \text{ cm}^2$$

$$\text{Volume air lolos (V)} = 589 \text{ cm}^3$$

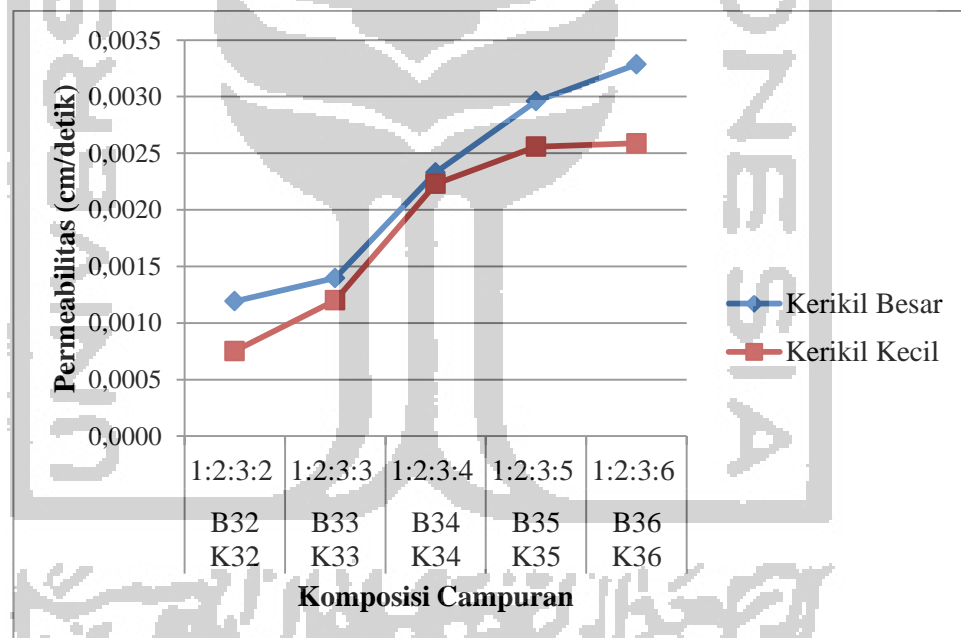
$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien permeabilitas} &= \frac{V}{A \cdot T} \\
 &= \frac{589}{202,74 \cdot 1800} \\
 &= 0,00161 \text{ cm/detik}
 \end{aligned}$$

Penjabaran perhitungan dari sampel 2 dan 3 sama seperti penjabaran perhitungan sampel 1 di atas. Nilai rata-rata koefisien permeabilitas di ambil dari nilai

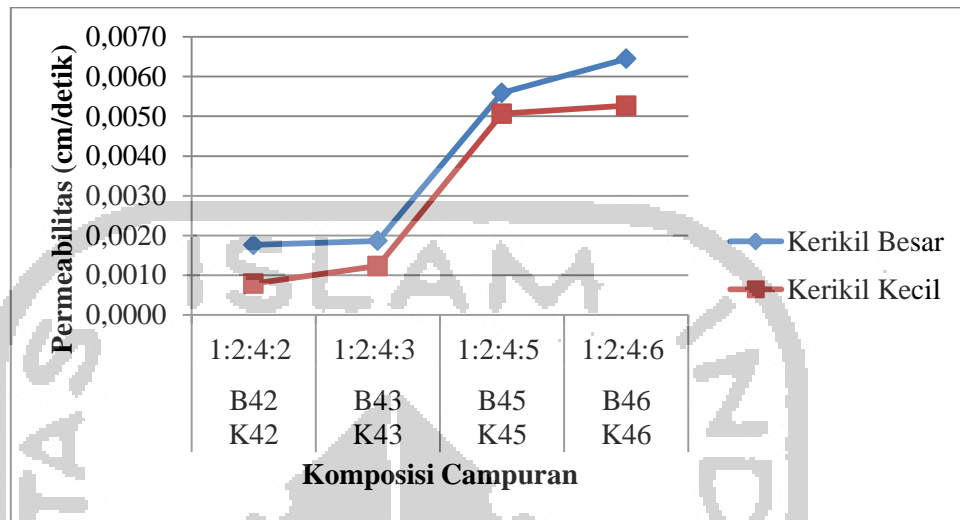
sampel 1,2, dan 3 dari tiap variasi. Berikut perhitungan rata-rata koefisien permeabilitas dari variasi campuran 1:2:3:2 dengan agregat kerikil besar.

$$\begin{aligned} \text{Koefisien permeabilitas rata-rata} &= \frac{0,00161+0,00094+0,00105}{3} \\ &= 0,001203 \text{ cm/detik} \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian permeabilitas di atas maka dapat dibuat grafik berdasarkan nilai koefisien rata-rata permeabilitas yang didapat dari 3 sampel tiap variasi komposisi campuran yang berbeda, baik campuran yang menggunakan kerikil besar maupun kerikil kecil, grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.6 dan 5.7 berikut.



Gambar 5.6 Hasil Rata-Rata Koefisien Permeabilitas pada *Porous Paving Block* dengan Proporsi 3 Kerikil



Gambar 5.7 Hasil Rata-Rata Koefisien Permeabilitas pada *Porous Paving Block* dengan Proporsi 4 Kerikil

Berdasarkan Gambar 5.6 dan 5.7 di atas, didapat hasil koefisien permeabilitas rata-rata tertinggi pada komposisi campuran B46 yaitu sebesar 0,00645 cm/detik, sedangkan nilai koefisien permeabilitas rata-rata terendah pada kerikil kecil komposisi campuran K32 sebesar 0,00075 cm/detik. Jika dilihat pada Gambar 5.6 dan 5.7 koefisien permeabilitas meningkat seiring bertambahnya komposisi campuran kerikil dan sekam padi, hal ini dikarenakan semakin banyak kerikil dan campuran sekam padi maka semakin banyak rongga pada *porous paving block* sehingga tingkat koefisien permeabilitas tinggi atau kemampuan menyerap air tinggi. Air yang ada pada akrilik bisa dengan cepat menyerap paving lewat rongga rongga yang ada pada *paving block* tersebut yang kemudian ditampung pada ember dan ditimbang berat airnya.

Nilai permeabilitas pengujian di atas, memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai permeabilitas pada penelitian Ajamu, dkk. Nilai koefisien permeabilitas rata-rata tertinggi pada Ajamu, dkk yaitu $3,12 \times 10^{-3}$ cm/detik pada komposisi campuran yang menggunakan kerikil kecil dan yang paling besar ada pada campuran kerikil besar yaitu sebesar $3,89 \times 10^{-3}$ cm/detik.

5.6 Pengujian Penyerapan Air *Porous Paving Block*

Pengujian ini menggunakan sampel yang dipakai pada pengujian permeabilitas, setelah uji permeabilitas yang membuat paving tersebut terendam dan jenuh kemudian ditimbang dan dimasukan ke oven. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII. Hasil pengujian penyerapan air dapat dilihat pada Tabel 5.15 dan 5.16 berikut.

Tabel 5.15 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Porous Paving Block* dengan Kerikil Besar

Kode Sampel	No. Sampel	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Persentase Penyerapan Air (%)	Persentase Penyerapan Air Rata-rata (%)
B32	1	2652	2528	4,905	5,086
	2	2673	2588	3,284	
	3	2666	2490	7,068	
B33	1	2565	2463	4,141	7,015
	2	2516	2288	9,965	
	3	2543	2378	6,939	
B34	1	2545	2351	8,252	10,355
	2	2492	2266	9,974	
	3	2487	2204	12,840	
B35	1	2408	2241	7,452	10,208
	2	2373	2104	12,785	
	3	2349	2128	10,385	
B36	1	2274	2089	8,856	9,008
	2	2263	2068	9,429	
	3	2302	2117	8,739	

Lanjutan Tabel 5.15 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Porous Paving Block* dengan Kerikil Besar

Kode Sampel	No. Sampel	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Persentase Penyerapan Air (%)	Persentase Penyerapan Air Rata-rata (%)
B42	1	2540	2437	4,227	5,599
	2	2439	2329	4,723	
	3	2391	2217	7,848	
B43	1	2493	2346	6,266	6,486
	2	2399	2238	7,194	
	3	2456	2317	5,999	
B45	1	2269	2075	9,349	8,708
	2	2328	2149	8,329	
	3	2183	2013	8,445	
B46	1	2420	2193	10,351	9,354
	2	2483	2284	8,713	
	3	2459	2256	8,998	

Tabel 5.16 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Porous Paving Block* dengan Kerikil Kecil

Kode Sampel	No. Sampel	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Persentase Penyerapan Air (%)	Persentase Penyerapan Air Rata-rata (%)
K32	1	2748	2632	4,407	4,666
	2	2669	2563	4,136	
	3	2648	2511	5,456	
K33	1	2555	2414	5,841	6,880
	2	2576	2382	8,144	
	3	2612	2449	6,656	
K34	1	2532	2324	8,950	8,682
	2	2514	2319	8,409	
	3	2552	2348	8,688	

Lanjutan Tabel 5.16 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Porous Paving* Block dengan Kerikil Kecil

Kode Sampel	No. Sampel	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Persentase Penyerapan Air (%)	Persentase Penyerapan Air Rata-rata (%)
K35	1	2286	2097	9,013	8,963
	2	2276	2088	9,004	
	3	2258	2074	8,872	
K36	1	2308	2103	9,748	9,568
	2	2367	2166	9,280	
	3	2312	2108	9,677	
K42	1	2578	2403	7,283	7,583
	2	2587	2371	9,110	
	3	2543	2391	6,357	
K43	1	2572	2407	6,855	7,326
	2	2584	2375	8,800	
	3	2539	2388	6,323	
K45	1	2305	2091	10,234	9,202
	2	2292	2102	9,039	
	3	2249	2076	8,333	
K46	1	2408	2228	8,079	9,540
	2	2416	2220	8,829	
	3	2394	2143	11,713	

Dari perhitungan di atas diambil satu contoh sampel penjabaran perhitungan uji penyerapan air, sampel yang dipakai merupakan variasi campuran B32 sampel nomor 1 dengan kerikil besar.

$$\text{Berat Basah [X]} = 2652 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Kering [Y]} = 2528 \text{ gram}$$

$$\text{Penyerapan Air (\%)} = \frac{X - Y}{Y} \times 100\%$$

$$= \frac{2652 - 2528}{2528} \times 100\%$$

$$= 4,905 \%$$

Penjabaran perhitungan penyerapan air pada sampel 1 variasi 1:2:3:2 pada campuran kerikil besar sama dengan sampel 2 dan 3, sehingga dicari rata-rata dari 3 sampel yang hasilnya berbeda beda.

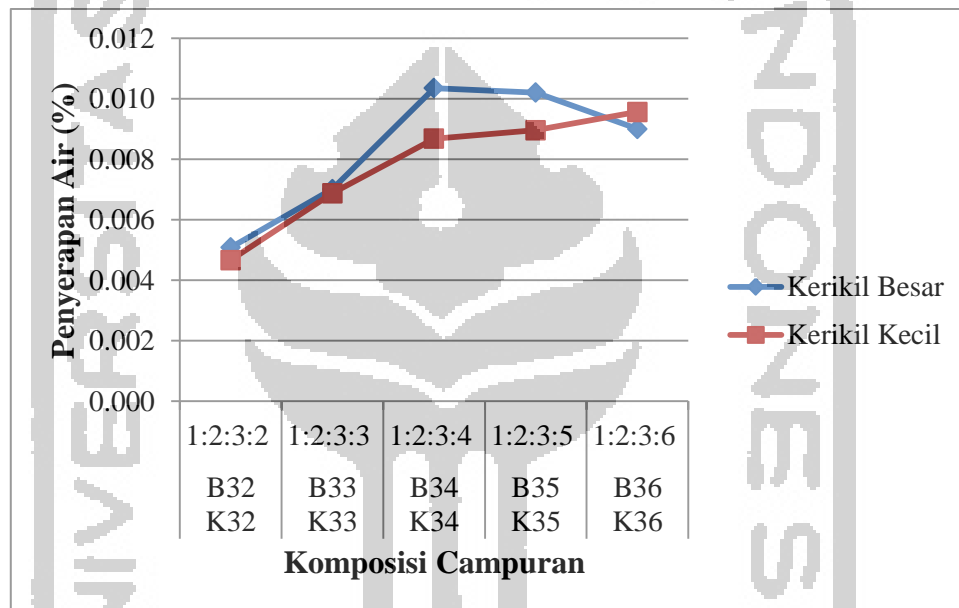
$$\begin{aligned} \text{Penyerapan air rata-rata} &= \frac{4,905+3,284+7,068}{3} \\ &= 5,086 \% \end{aligned}$$

Setelah masing masing variasi campuran *porous paving block* mendapatkan penyerapan air rata rata, maka dapat ditentukan jenis mutunya untuk tiap variasi campurannya sesuai dalam SNI – 03 – 0961 – 1996 sesuai dengan Tabel 5.17 berikut.

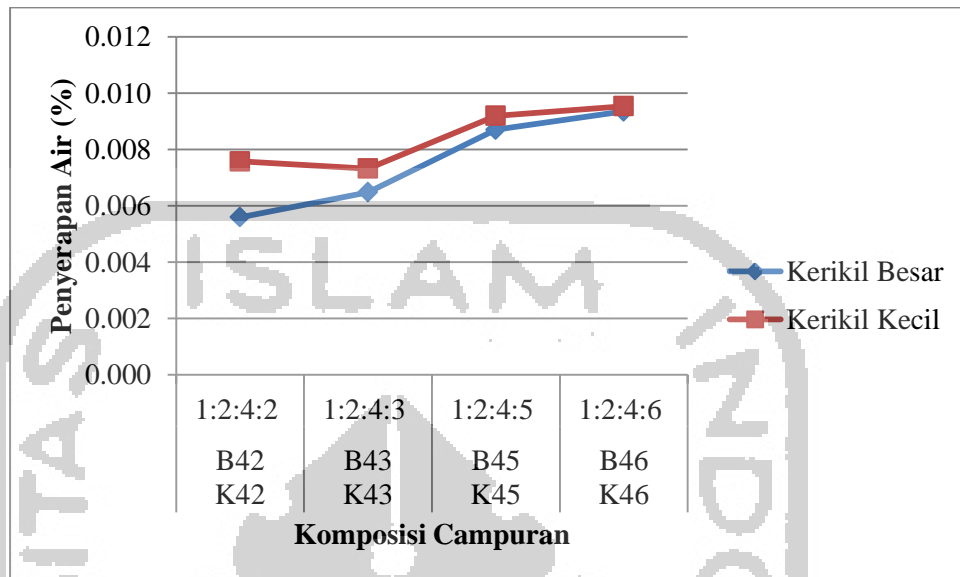
Tabel 5.17 Penggolongan Mutu *Porous Paving Block* Berdasarkan Penyerapan Air Rata-Rata

No.	Kode Sampel	Penyerapan Air rata - rata (%)	Mutu <i>Paving Block</i>	Fungsi <i>Paving Block</i>	Hasil
1	B32	5,086	B	Peralatan Parkir	diterima
2	B33	7,015	C	Pejalan Kaki	diterima
3	B34	10,355	-	-	Tidak diterima
4	B35	10,208	-	-	Tidak diterima
5	B36	9,008	D	Untuk Taman	diterima
6	B42	5,599	B	Peralatan Parkir	diterima
7	B43	6,486	C	Pejalan Kaki	diterima
8	B45	8,708	D	Untuk Taman	diterima
9	B46	9,354	D	Untuk Taman	diterima
10	K32	4,666	B	Peralatan Parkir	diterima
11	K33	6,880	C	Pejalan Kaki	diterima
12	K34	8,682	D	Untuk Taman	diterima
13	K35	8,963	D	Untuk Taman	diterima
14	K36	9,568	D	Untuk Taman	diterima
15	K42	7,583	B	Peralatan Parkir	diterima
16	K43	7,326	C	Pejalan Kaki	diterima
17	K45	9,202	D	Untuk Taman	diterima
18	K46	9,540	D	Untuk Taman	diterima

Hasil pengujian penyerapan air yang sudah digolongkan dan ditentukan mutunya berdasarkan nilai penyerapan air rata-rata tiap variasi campuran sesuai dengan SNI – 03 – 0961 – 1996 tentang *paving block*. Dari Tabel 5.17 dapat dibuat grafik berdasarkan nilai penyerapan air rata-rata baik itu campuran dengan kerikil besar maupun kecil, dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan 5.9 berikut.



Gambar 5.8 Grafik Hasil Pengujian Penyerapan Air Rata-Rata pada *Porous Paving Block* dengan Proporsi 3 Kerikil



Gambar 5.9 Grafik Hasil Pengujian Penyerapan Air Rata-Rata pada *Porous Paving Block* dengan Proporsi 3 Kerikil

Berdasarkan Gambar 5.8 dan 5.9 di atas, didapat nilai tertinggi penyerapan air rata-rata sebesar 10,355 % komposisi campuran B34 dengan kerikil besar, tidak masuk ke dalam mutu SNI dikarenakan nilainya lebih besar dari 10 %. Sedangkan nilai terendah penyerapan air rata-rata sebesar 4,666 % komposisi campuran K32 dengan kerikil kecil, masuk ke dalam mutu B yang digunakan untuk peralatan parkir. Semakin banyak kandungan sekam padi pada komposisi campuran dalam *porous paving block* cenderung semakin meningkat nilai penyerapan air rata-rata. Hal ini dikarenakan pertambahan sekam padi pada komposisi campuran *paving block* menyebabkan banyak rongga rongga yang meningkatkan tingginya nilai penyerapan air pada *porous paving block*. Semakin tinggi nilai penyerapan air rata-rata semakin rendah mutu *porous paving block*, semakin rendah nilai penyerapan air maka semakin tinggi kuat desaknya, karena rongga-rongga pada *porous paving block* membuatnya rapuh dan rentan rusak.

Pada Gambar 5.8 dan 5.9 di atas perbandingan nilai penyerapan air rata-rata antara kerikil besar dan kerikil kecil cenderung lebih tinggi nilai penyerapan air rata-rata pada komposisi campuran yang menggunakan kerikil kecil, Tetapi nilai terendah penyerapan air rata-rata terdapat pada komposisi campuran K32 dengan kerikil kecil, hal ini dikarenakan kerikil kecil lebih sedikit rongga-rongga yang ada *porous paving block* kerikil kecil mengisi rongga yang ada. Berbeda dengan kerikil besar yang justru membuat rongga makin lebar sehingga nilai tertinggi pada Gambar 5.8 dan 5.9 ada pada campuran yang menggunakan kerikil besar.

5.7 Perhitungan Harga Pokok Produksi *Porous Paving Block*

Dari hasil pengujian-pengujian *porous paving block* di atas telah memenuhi syarat SNI – 03 – 0961 – 1996 tentang paving blok. Sehingga dilakukan perhitungan harga pokok produksi *paving block*. Berikut ini adalah analisis perhitungan harga pokok produksi *porous paving block*.

1. Menghitung Biaya Alat

a. Alat Utama

- 1) Cetakan *paving block* @1 bh = Rp 200.000,-
(harga di atas didapat dari UD Anggoro, sudah dengan ongkos kirim)
- 2) Umur alat = 1 tahun
- 3) Nilai sisa alat = Rp. 0,-
- 4) Jumlah hari kerja = 300 hari/tahun
- 5) Penyusutan = $\frac{200.000 - 0}{300}$
= Rp. 666,6,- /hari

b. Alat bantu

- 1) Ember @4 bh = Rp 40.000,-
- 2) Cetok @2 bh = Rp 20.000,-

3) Cetok perata @1 bh	= Rp 20.000,-
4) Cangkul sekop @2 bh	= Rp 55.000,-
5) Palu kayu @1 bh	= Rp 20.000,-
6) Selang air 15 m @1 bh	= Rp 90.000,-
7) Cangkul @1 bh	= Rp 50.000,-
(keterangan harga alat di atas didapat dari TB Mas Erwin 2)	
8) Harga total alat bantu	= Rp 295.000.-
9) Umur alat	= 1 tahun
10) Nilai sisa alat	= Rp 0,-
11) Jumlah hari kerja	= 300 hari
12) Penyusutan	= $\frac{295.000 - 0}{300}$
	= Rp 983,-/hari

c. Papan alas

1) Total pengerasan <i>paving</i>	= 1 hari
2) Kebutuhan <i>paving block</i> /hari	= 200 <i>paving</i>
3) Kebutuhan papan	= 66 papan
4) Harga satuan papan	= Rp. 10.000,-
(harga di atas didapat dari Toko Kayu Pak Tur)	
5) Harga total papan	= Rp. 660.000,-
6) Umur papan	= 6 bulan
7) Nilai sisa	= Rp 0,-
8) Jumlah hari kerja per 6 bulan	= 150 hari
9) Penyusutan papan per hari	= $\frac{660.000 - 0}{150}$
	= Rp. 4.400,-/hari

2. Menghitung biaya perawatan alat

a. Membersihkan alat	= Rp 0,-
----------------------	----------

3. Menghitung biaya material

Berat masing-masing material untuk menghasilkan 1 buah *porous paving block* pada variasi B32 adalah sebagai berikut.

Semen	= 159,211 gram
Abu Batu	= 315,429 gram
Kerikil Besar	= 552,017 gram
Sekam padi	= 44,884 gram
Total Berat	= 1071,552 gram

a. Kebutuhan material pada 1 *porous paving block* variasi 1 : 2 : 3 : 2

$$1 \text{ PC} : 2 \text{ AB} : 3 \text{ Kr.B} : 2 \text{ SP} = 1071,552 \text{ gram}$$

$$1 \text{ PC} : 2 \text{ AB} : 4 \text{ Kr.K} : 2 \text{ SP} = 1146,23 \text{ gram}$$

$$\text{Kebutuhan material 1 paving} = 0,00107 \text{ m}^3$$

$$\text{Kebutuhan material 200 paving} = 0,2143 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kebutuhan semen (PC) per hari} &= \frac{\text{Berat Semen}}{\text{kebutuhan 1 paving}} \times 0,2143 \text{ m}^3 \\ &= \frac{0,00016}{0,00107} \times 0,2143 \text{ m}^3 \\ &= 0,0318 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Berat kebutuhan semen per hari} = \text{BV semen} \times \text{Volume semen}$$

$$= 1,061 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \times 31.884,307 \text{ cm}^3$$

$$= 33.801,996 \text{ gram}$$

$$= 33,801 \text{ kg} : 40 \text{ kg}$$

$$= 0,845 \text{ zak}$$

$$\text{Harga semen per zak} = \text{Rp } 42.000,-$$

(harga semen di atas didapat dari TB Mas Erwin)

$$\begin{aligned} \text{Biaya semen per hari} &= 0,845 \times \text{Rp } 42.000,- \\ &= \text{Rp } 35.490,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Kebutuhan abu batu per hari} &= \frac{\text{Berat Abu Batu}}{\text{Kebutuhan 1 Paving}} \times 0,2143 \text{ m}^3 \\ &= \frac{0,00031}{0,00107} \times 0,2143 \text{ m}^3 \\ &= 0,0631 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Harga abu batu per m}^3 = \text{Rp } 125.000,-$$

(harga abu batu diatas didapat dari Bapak Marjiono di daerah Cangkringan,Sleman)

$$\begin{aligned} \text{Biaya abu batu per hari} &= 0,0631 \times \text{Rp } 125.000,- \\ &= \text{Rp } 7.886,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Kebutuhan kerikil besar per hari} &= \frac{\text{berat kerikil besar}}{\text{kebutuhan 1 paving}} \times 0,2143 \text{ m}^3 \\ &= \frac{0,00055}{0,00107} \times 0,2143 \text{ m}^3 \\ &= 0,1104 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Harga kerikil besar per m}^3 = \text{Rp } 135.000,-$$

(harga kerikil di atas didapat dari Reihan Stone Crusher, Depo Selo Alit)

$$\begin{aligned} \text{Biaya kerikil besar per hari} &= 0,1104 \times \text{Rp } 135.000,- \\ &= \text{Rp } 14.904,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. Kebutuhan sekam padi per hari} &= \frac{\text{berat sekam padi}}{\text{kebutuhan 1 paving}} \times 0,2143 \text{ m}^3 \\ &= \frac{0,00000448}{0,00107} \times 0,2143 \text{ m}^3 \\ &= 0,00897 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Harga sekam padi per m}^3 = \text{Rp } 7.500,-$$

(harga sekam padi didapat dari petani di wilayah Cangkringan, Sleman. 4m³

= Rp 30.000,- sudah dengan ongkos kirim ke Pusat Inovasi UII)

(Keterangan harga sekam padi di atas sudah dengan ongkos kirim)

$$\text{Biaya sekam padi per hari} = 0,00897 \times \text{Rp } 7.500,-$$

- = Rp 67,327,-
- f. Total biaya material = Rp 58.347,-/hari

4. Menghitung biaya bangunan

- a. Harga beli bangunan = Rp 7.500.000,-
 (keterangan harga bangunan diatas di dapat dari luasan bangunan 25 m² yang dipakai untuk produksi *paving block* dikalikan dengan harga bangunan Rp 300.000 per m², keterangan denah dapati dilihat di lampiran 10)
- b. Umur bangunan = 5 tahun
- c. Nilai sisa bangunan = Rp 0,-
- d. Jumlah hari kerja = 300 hari/tahun
- e. Penyusutan = $\frac{7.500.000 - 0}{5 \times 300}$
 = Rp 5.000,-/hari

5. Menghitung biaya upah tenaga kerja

- a. Jumlah pekerja = 2 orang
- b. Upah pekerja = Rp 55.000,-/hari
 (harga di atas didapat dari *interview* dengan pekerja)
- c. Total upah pekerja = Rp 55.000 × 2
 = Rp 110.000,-/hari

6. Menghitung biaya konsumsi

- a. Uang makan = Rp 20.000,-/hari
- b. Total uang makan = Rp 20.000,- × 2
 = Rp 40.000,-/hari

7. Menghitung biaya operasional

- a. Listrik dan air perbulan = Rp 250.000.-/bulan (dalam 1 bulan terdapat 25 hari kerja)

(harga di atas didapat dari *interview* dengan pengusaha *paving block*)

- b. Listrik dan air perhari = $\frac{250.000}{25}$
= Rp 10.000,-

8. Menghitung biaya THR

- a. Jumlah pegawai = 2 orang

- b. THR per pegawai = Rp 250.000,-/tahun

(harga THR di atas didapat dari *interview* ke pengusaha UD. Bu Debyo)

- c. Total THR = Rp 250.000,- × 2
= Rp 500.000,-/tahun

- d. Tabungan THR = $\frac{\text{Rp } 500.000,-}{300}$
= Rp 1.667,-/hari

9. Rekapitulasi pengeluaran per hari

- a. Biaya alat utama = Rp 666,6,-
b. Biaya alat bantu = Rp 983,-
c. Biaya papan = Rp 4.400,-
d. Biaya material = Rp 58.347,-
e. Biaya bangunan = Rp 5.000,-
f. Biaya upah tenaga kerja = Rp 110.000,-
g. Biaya konsumsi = Rp 40.000,-
h. Biaya operasional = Rp 10.000,-
i. Biaya tunjangan hari raya = Rp 1.667,-
j. Total pengeluaran per hari = Rp 230.999,-

10. Menghitung harga pokok produksi lapangan

- a. Produksi *paving* per hari = 200 *paving*/hari
- b. Total biaya pengeluaran = Rp 230.999,-
- HPP lapangan = $\frac{\text{Rp.230.999}}{200}$
- = Rp 1.155,-
- Margin perusahaan 20% = Rp 231,-
- PPN 10% = Rp 115,-
- Harga dasar *paving* = Rp 1.501,-/buah
- Harga jual *paving* = Rp 1.800,-/buah

11. Menghitung penghasilan produksi per hari

- a. Produksi *paving* per hari = 200 *paving*/hari
- b. Harga jual *paving block* = Rp 1.800,-/buah
- c. Total Pemasukan = $200 \times \text{Rp } 1.800,-$
- = Rp 360.000,-/hari

12. Menghitung keuntungan per *paving block*

- a. Persentase keuntungan per buah = $\frac{\text{Rp } 1.800 - \text{Rp } 1.501}{\text{Rp } 1.800} \times 100\%$
- = 16,583 %
- b. Keuntungan per hari = Total pemasukan – (harga pokok \times 200)
- = Rp 360.000 – (Rp 1.501 \times 200)
- = Rp 59.701,-/hari
- c. Keuntungan per bulan
- Jumlah hari kerja = 25 hari/bulan
- Keuntungan per bulan = $25 \times \text{Rp } 59.701,-$
- = Rp 1.492.534,-/bulan
- d. Keuntungan per tahun
- Jumlah hari kerja = 300 hari/bulan

$$\begin{aligned}\text{Keuntungan per tahun} &= 300 \times \text{Rp } 59.701,- \\ &= \text{Rp } 17.910.409,-/\text{tahun}\end{aligned}$$

Perhitungan harga pokok produksi di atas merupakan penjabaran perhitungan dari komposisi campuran 1:2:3:2 dengan campuran kerikil besar. Setelah melakukan survei lapangan yang dilakukan di wilayah Sleman, Yogyakarta didapat harga *paving block* tertinggi sebesar Rp 1.700,- per buah. Perhitungan dan penjabaran di atas sama dengan komposisi campuran lainnya baik dengan kerikil besar maupun dengan kerikil kecil. Berikut adalah harga pokok produksi *paving block* tiap kode variasinya.

1. Komposisi B32 = Rp 1.501,-/buah
2. Komposisi B33 = Rp 1.459,- /buah
3. Komposisi B34 = Rp 1.426,- /buah
4. Komposisi B35 = Rp 1.398,- /buah
5. Komposisi B36 = Rp 1.375,- /buah
6. Komposisi B42 = Rp 1.488,- /buah
7. Komposisi B43 = Rp 1.452,- /buah
8. Komposisi B45 = Rp 1.397,- /buah
9. Komposisi B46 = Rp 1.376,-/buah
10. Komposisi K32 = Rp 1.478,-/buah
11. Komposisi K33 = Rp 1.438,- /buah
12. Komposisi K34 = Rp 1.407,- /buah
13. Komposisi K35 = Rp 1.381,- /buah
14. Komposisi K36 = Rp 1.360,- /buah
15. Komposisi K42 = Rp 1.460,- /buah
16. Komposisi K43 = Rp 1.426,- /buah
17. Komposisi K45 = Rp 1.376,- /buah
18. Komposisi K46 = Rp 1.356,-/buah

Setelah dilakukan beberapa pengujian di atas rata-rata *porous paving block* dengan campuran sekam padi masuk ke dalam mutu D. Dari data produksi pokok tiap

variasi di atas didapat nilai harga produksi terendah yaitu pada komposisi campuran K46 dengan kerikil kecil sebesar Rp 1.356,-/buah. Serta nilai harga dasar tertinggi yaitu pada komposisi campuran B32 dengan kerikil besar. Jika dilihat dari sisi kualitas tertinggi terdapat pada komposisi campuran K32 dengan kerikil kecil meskipun harga dasar tidak paling rendah tetapi kualitasnya bagus dan *paving block* tersebut masuk ke dalam mutu B dalam uji kuat desak dan penyerapan air. Tetapi jika dilihat dari sisi keuntungan maka komposisi campuran K46 dengan kerikil kecil, memiliki keuntungan tertinggi karena memiliki harga pokok produksi yang paling rendah.

5.8 Pembahasan

Setelah dilakukan analisis dari aspek teknis, maka hasilnya ada beberapa campuran yang tidak masuk spesifikasi *paving* dengan mutu rencana D. seperti pada campuran K35, K36, K45, dan K46 pada uji kuat desak tidak memenuhi mutu D. Pada pengujian keausan semua tidak memenuhi mutu D kecuali komposisi campuran B32 dan K32, pada pengujian penyerapan air hanya 2 komposisi campuran yang tidak memenuhi mutu D yaitu komposisi campuran B34 dan B35 dari pengujian penyerapan air dapat dilihat bahwa dalam pengujian ini hampir seluruh komposisi memenuhi mutu spesifikasi paving yang ada ini dikarenakan sifat sekam padi yang cepat meloloskan air kedalam tanah. Dalam pengujian permeabilitas dapat dilihat nilai permeabilitas pada masing-masing komposisi juga cukup tinggi, angka permeabilitas pada penelitian ini berkisar $7,5 \times 10^{-4}$ sampai $6,45 \times 10^{-3}$ cm/detik. Selain itu *porous paving block* juga sangat ramah lingkungan, karena menggunakan limbah sekam padi yang ada pada alam serta *porous paving block* dapat meloloskan air hujan ke tanah dengan cepat. Rekapitulasi mutu *porous paving block* dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut.

Tabel 5.18 Rekapitulasi Mutu dan Biaya *Porous Paving Block*

Kode Sampel	Nilai Kuat Desak (MPa)	Nilai Keausan (mm/menit)	Persentase Penyerapan Air (%)	Nilai Koefisien Permabilitas (cm/dt)	Harga Jual
B32	19,95	0,2262	5,086	0,001193	Rp 1.800,-
B33	16,77	0,2598	7,015	0,001397	Rp 1.800,-
B34	15,12	0,3102	10,355	0,002330	Rp 1.800,-
B35	12,35	0,5454	10,208	0,002959	Rp 1.800,-
B36	10,28	0,453	9,008	0,003285	Rp 1.800,-
B42	16,08	0,3438	5,599	0,001759	Rp 1.800,-
B43	17,92	0,2514	6,486	0,001862	Rp 1.800,-
B45	11,35	0,327	8,708	0,005591	Rp 1.800,-
B46	14,22	0,3102	9,354	0,006450	Rp 1.800,-
K32	26,78	0,2262	4,666	0,00075	Rp 1.800,-
K33	16,34	0,3186	6,880	0,00120	Rp 1.800,-
K34	14,15	0,61092	8,682	0,00223	Rp 1.800,-
K35	7,26	1,1082	8,963	0,00256	Rp 1.800,-
K36	8,03	0,6462	9,568	0,00259	Rp 1.800,-
K42	13,67	0,4111	7,583	0,00078	Rp 1.800,-
K43	11,58	0,4362	7,326	0,00123	Rp 1.800,-
K45	5,19	1,1586	9,202	0,00507	Rp 1.800,-
K46	8,46	0,6294	9,540	0,00527	Rp 1.800,-

Dilihat dari segi produksi (waktu) pembuatan *porous paving block* dengan penggunaan material Merapi serta bahan tambah sekam padi menghasilkan sekitar 200 *paving* per hari dengan jumlah pekerja 2 orang. Hal ini dikarenakan metode yang digunakan dalam pencetakan adalah metode manual, jadi rentan ada *human error* dan hasilnya tidak bisa konsisten dalam hariannya bisa melebihi dari 200 *paving* dan terkadang kurang dari itu. Untuk kelas usaha jumlah produksi tersebut sangat sedikit,

karena dari hasil survei di UD. Bu Debyo 1 orang pekerjanya mampu memproduksi kurang lebih 400 *paving* sehari.

Dilihat dari segi aspek ekonomi harga terendah *porous paving block* komposisi campuran K46 yaitu Rp 1.346,- per buah. Harga tersebut dapat dikatakan sebagai harga optimal, karena merupakan harga terendah yang diharapkan dapat bersaing di pasaran *paving block* di Kabupaten Sleman. *Porous paving block* komposisi K32 merupakan komposisi campuran yang paling optimal jika dilihat dari hasil uji dan keuntungan, komposisi campuran tersebut masuk ke dalam mutu B dalam uji kuat desak, dalam uji keausan komposisi tersebut masuk ke dalam mutu D dan pada uji penyerapan air komposisi tersebut masuk ke dalam mutu B. Harga produksi dari komposisi campuran K32 yaitu Rp 1.478 per buah, maka keuntungan yang didapatkan hanya Rp 1.610.313,- per bulan. Jumlah keuntungan tersebut masih tergolong kecil untuk usaha *porous paving block*. Untuk menambah keuntungan, maka pengusaha harus menaikkan harga jual *porous paving block* per buah, karena dengan metode manual sangat sulit dilakukan untuk menambah jumlah produksi *porous paving block* per harinya.

Peneliti melakukan survei untuk mengetahui apakah harga jual *porous paving block* dapat bersaing di pasaran atau tidak, peneliti melakukan survei ke beberapa pengusahaan *paving block* sejenis di Kabupaten Sleman, untuk membandingkan harga jual *porous paving block* dan harga jual *paving block* sejenis yang berada di Kabupaten Sleman. Jika harga jual *porous paving block* tinggi akan semakin sulit untuk bersaing di pasaran. Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan pada lima tempat, yaitu TB Marga Jaya, PT Diamond, Industri Genteng Mutiara, UD Bu Debyo dan TB Subur, harga jual rata-rata *paving* sejenis di Kabupaten Sleman adalah Rp 1.493,- per buah, sehingga harga jual *porous paving block* dengan bahan tambah sekam padi yang dicetak secara manual tidak dapat bersaing di pasaran, dari segi ekonomi dapat diambil kesimpulan bahwa *porous paving block* dengan bahan tambah sekam padi tidak layak bersaing di pasaran, karena kurang menguntungkan pengusaha *porous paving block*.

Terdapat cara lain agar *porous paving block* tetap dapat bersaing di pasaran, yaitu meningkatkan jumlah produksinya dari 200 *paving* per hari menjadi 400 *paving* per hari setiap pekerjaanya (berdasarkan survei di UD.Bu Debyo pengusaha *paving block* dengan pengerjaan secara manual), serta mengganti dengan bahan tambah lainnya yang relatif lebih murah dari bahan baku *paving block* yang tidak mengurangi mutunya dan menurunkan harga produksinya.

Semakin banyak sekam padi pada komposisi campuran maka harga jual semakin murah dan semakin berongga atau *porous*, sehingga nilai kuat desak dan keuasannya kecil, dan persentase penyerapan air dan permeabilitasnya tinggi.

Tingginya nilai permeabilitas pada *porous paving block* dengan bahan tambah sekam padi memungkinkan tergerusnya tanah dasar di bawah *porous paving block*, maka dari itu diperlukan *design* pengerjaan *porous paving block* di lapangan dengan mempertimbangkan jumlah drainase, kemiringan, serta lingkungan sekitar pengerjaan *porous paving block*.