

## BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

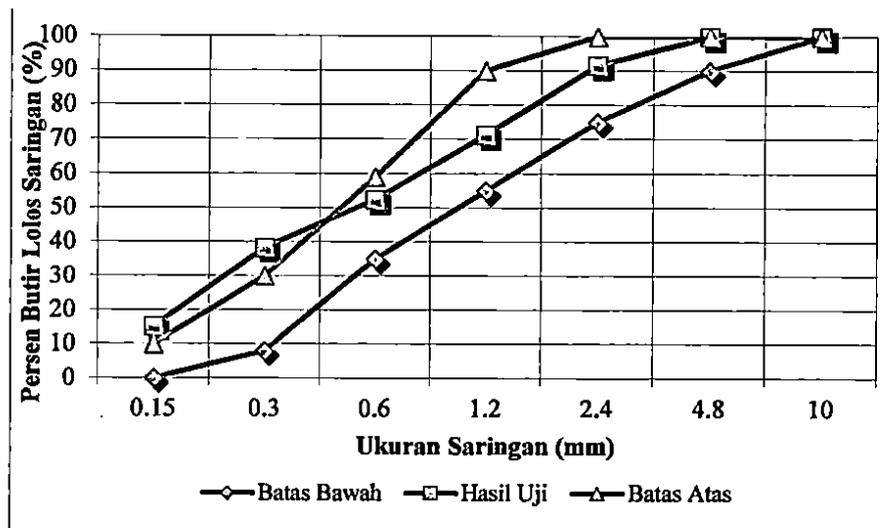
### A. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun

Pemeriksaan bahan susun *paving block* yang dilakukan di laboratorium telah mendapatkan hasil sebagai berikut :

#### 1. Hasil pemeriksaan bahan susun agregat

##### a. Gradasi agregat halus (abu batu)

Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus (abu batu) digambarkan pada gambar 4.1. Apabila hasil pemeriksaan dimasukkan pada acuan yang digunakan gradasi agregat halus pasir, maka hasilnya adalah daerah gradasi no. 2, yaitu agregat halus dengan katagori agak kasar dengan modulus halus butir sebesar 3,312%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 4.1 Gradasi Agregat Halus (abu batu)

##### b. Kadar air agregat halus (abu batu)

Kadar air rata-rata yang didapat dari hasil pemeriksaan sebesar 2,94%. Kadar air dalam pasir ini menunjukkan bahwa agregat yang dipakai merupakan agregat yang normal. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

**c. Kadar air agregat kasar**

Kadar air rata-rata yang didapat dari hasil pemeriksaan untuk agregat kasar I adalah sebesar 0,6035%, sedangkan kadar air rata-rata yang didapat dari hasil pemeriksaan untuk agregat kasar II adalah sebesar 1,388%. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3 dan Lampiran 4.

**d. Berat jenis dan penyerapan air agregat halus (abu batu)**

Dari hasil pemeriksaan, berat jenis agregat halus (abu batu) jenuh kering muka didapat sebesar 2,37. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 3,8%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5.

**e. Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar ( agregat kasar)**

Dari hasil pemeriksaan, berat jenis agregat kasar I jenuh kering muka didapat sebesar 2,514. Dan berat jenis agregat kasar II jenuh kering muka didapat sebesar 2,65. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka untuk agregat kasar I dan agregat kasar II masing-masing adalah 0,28% dan 2,47%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6 dan Lampiran 7.

**f. Berat satuan agregat halus (abu batu)**

Berat satuan pasir *SSD* didapat sebesar 1,743 gram/cm<sup>3</sup>. Berat satuan ini berfungsi untuk mengindikasikan apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Hal ini akan berpengaruh juga nantinya pada proses pengerjaan beton bila dalam jumlah besar, dan juga berpengaruh pada kuat tekan beton, dimana apabila agregatnya porous maka biasa terjadi penurunan kuat tekan pada beton. Analisis dari pemeriksaan berat satuan dapat dilihat pada Lampiran 8.

**g. Berat satuan agregat kasar ( agregat kasar)**

Dari hasil pemeriksaan didapat berat satuan agregat kasar I sebesar 1,489 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan untuk berat satuan agregat kasar II sebesar 1,6 gr/cm<sup>3</sup>. Analisis dari pemeriksaan berat satuan dapat dilihat pada Lampiran 9 dan Lampiran 10.

**h. Pemeriksaan keausan agregat kasar ( agregat kasar)**

Berdasarkan perhitungan yang diambil dari data pengujian didapat nilai ketahanan rata-rata agregat kasar I sebesar 40,48%, sedangkan untuk ketahanan rata-rata agregat kasar II sebesar 13,5%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa ketahanan agregat kasar ( agregat kasar II) terhadap durabilitas baik, karena persyaratan agregat untuk beton kelas III < 27% (Mulyono, 2005). Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 11.

**i. Kadar lumpur agregat halus (abu batu)**

Agregat yang digunakan sebaiknya memiliki kadar lumpur sekecil mungkin, karena hal tersebut akan mempengaruhi kekuatan *paving block* yang dihasilkan. Kadar lumpur rata-rata agregat halus diperoleh sebesar 7%, lebih besar dari batas yang ditetapkan untuk *paving block* normal sebesar 5% sehingga pasir harus dicuci dulu sebelum digunakan. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 12.

**j. Kadar lumpur agregat kasar**

Dari hasil pemeriksaan kadar lumpur rata-rata agregat kasar I diperoleh sebesar 2,1%, sedangkan kadar lumpur rata-rata agregat kasar II sebesar 4,79%. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 13 dan Lampiran 14.

**B. Kebutuhan Bahan Susun**

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang menggunakan perbandingan 1Pc:12Pab, Hal inilah yang menjadi acuan untuk menggunakan perbandingan tersebut pada penelitian ini. Perbandingan semen : abu batu dapat dilihat pada Tabel 4.1. Perhitungan kebutuhan bahan susun selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 14.

Tabel 4.1. Kebutuhan bahan susun *paving block* untuk 3 sampel

<b>1Pc:12Pa agregat kasar I</b>	<b>agregat kasar ( gr )</b>	<b>Air ( ml )</b>	<b>Abu Batu ( gr )</b>	<b>Semen ( gr )</b>
0%	0	356,677	5762,215	891,693
5%	247,403	356,677	5514,812	891,693
10%	494,806	356,677	5267,409	891,693
15%	742,209	356,677	5020,006	891,693
20%	989,612	356,677	4772,603	891,693
<b>1Pc:12Pa agregat kasar II</b>	<b>agregat kasar ( gr )</b>	<b>Air ( ml )</b>	<b>Abu Batu ( gr )</b>	<b>Semen ( gr )</b>
0%	0	356,677	5762,215	891,693
5%	265,846	356,677	5496,369	891,693
10%	531,692	356,677	5230,523	891,693
15%	797,538	356,677	4964,677	891,693
20%	1063,385	356,677	4698,831	891,693

Sumber : Hasil Penelitian, 2013

### C. Pengaruh agregat kasar Terhadap Kuat Tekan

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan *paving block* perbandingan 1Pc : 12Pab dengan penambahan agregat kasar I dan agregat kasar II yang bervariasi. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.2.

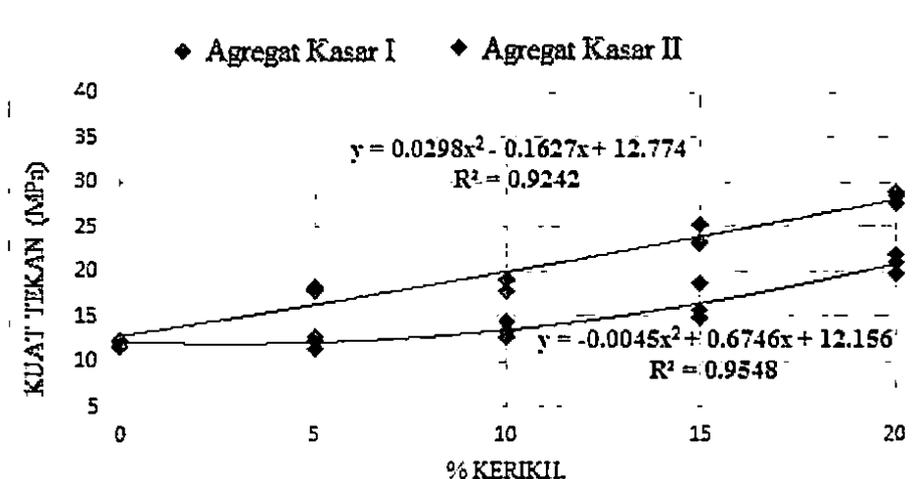
Tabel 4.2. Hasil uji kuat tekan *paving block* pada umur 28 hari

Campuran	Variasi	Nama	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Peak Force (kg)	Berat (gram)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1:12 agregat kasar I	0%	A	18.3	8.3	6	152.060	19160	2282	12.360	12.117
		B	18.3	8.3	6	152.060	19120	2192	12.335	
		D	18.3	8.3	6	152.060	18080	2147	11.660	
	5%	B	18.4	8.4	6	154.730	19520	2320	12.370	12.170
		C	18.2	8.3	6	151.200	20150	2302	12.770	
		D	18.4	8.4	6	154.730	17940	2321	11.370	
	10%	A	18.2	8.3	6	151.200	22790	2360	14.450	13.483
		C	18.2	8.3	6	151.200	19920	2370	12.630	
		E	18.4	8.4	6	154.730	21090	2269	13.370	
	15%	A	18.2	8.3	6	151.200	24720	2420	15.670	16.383
		B	18.2	8.3	6	151.200	29430	2458	18.660	
		E	18.2	8.3	6	151.200	23370	2321	14.820	
	20%	A	18.4	8.4	6	154.730	34400	2450	21.810	20.860
		B	18.2	8.3	6	151.200	33240	2435	21.070	
		C	18.2	8.3	6	151.200	31080	2459	19.700	
1:12 agregat II	0%	A	18.3	8.3	6	152.060	19160	2282	12.361	12.117
		B	18.3	8.3	6	152.060	19120	2192	12.335	
		D	18.3	8.3	6	152.060	18080	2147	11.664	
	5%	A	18.3	8.3	6	152.060	31540	2346	18.090	18.000
		C	18.3	8.3	6	152.060	30590	2368	17.770	
		D	18.2	8.3	6	151.200	32390	2350	18.140	
	10%	C	18.3	8.3	6	152.060	35480	2410	19.050	18.660
		D	18.3	8.3	6	152.060	38220	2395	17.820	
		E	18.3	8.3	6	152.060	35580	2450	19.110	
	15%	C	18.3	8.3	6	152.060	59850	2455	25.280	23.893
		D	18.2	8.3	6	151.200	58120	2413	23.130	
		E	18.2	8.3	6	151.200	61050	2444	23.270	
	20%	A	18.3	8.3	6	152.060	43730	2557	27.600	28.267
		D	18.3	8.3	6	152.060	40920	2489	28.800	
		E	18.3	8.3	6	152.060	47560	2368	28.400	

Sumber : Hasil Penelitian, 2015

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa untuk perbandingan 1Pc:12Pab dengan tambahan agregat kasar I memiliki mutu C, perbandingan 1Pc:12Pab dengan tambahan agregat kasar II memiliki mutu B. Berdasarkan SNI 03-0691-

1996, pada perbandingan 1Pc:12Pab dengan tambahan agregat kasar muda memiliki mutu C sehingga dapat digunakan untuk pejalan kaki, sedangkan pada perbandingan 1Pc:12Pab memiliki mutu B sehingga dapat digunakan untuk pelataran parkir.



Gambar 4.2. Hubungan Variasi agregat kasar I dan agregat kasar II masing-masing 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dengan Perbandingan Kuat Tekan *Paving Block* pada Perbandingan 1Pc:12Pab.

Berdasarkan gambar 4.2 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan *paving block* 1Pc:12Pab dengan tambahan agregat kasar I 20% yaitu sebesar 20,680 MPa dengan persamaan  $y = -0.0045x^2 - 0.6746x + 12.156$ . Sedangkan untuk bahwa nilai kuat tekan *paving block* 1Pc:12Pab dengan tambahan agregat kasar II 20% yaitu sebesar 28.267 MPa dengan persamaan  $y = -0,0298x^2 + 0,16727x + 12,774$ . Dengan demikian, kuat tekan *paving block* pada perbandingan 1Pc:12Pab dengan tambahan agregat kasar dapat meningkatkan kuat tekan *paving block* 1Pc:12Pab normal.

Dari Hasil kuat tekan diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan agregat kasar dapat meningkatkan kuat tekan. Kuat tekan meningkat secara linier berdasarkan besar variasi agregat kasar, semakin besar nilai variasi semakin besar agregat kasar memberikan peran dalam mencapai susunan padat *paving block*.

Pada penelitian ini, variasi campuran agregat kasar I terhadap abu batu menggunakan prosentase 0%, 5%, 10%, 15%, 20% didapat nilai kuat tekan optimal pada prosentase 20% sebesar 20,860 MPa, dan variasi campuran agregat kasar II terhadap abu batu menggunakan prosentase 0%, 5%, 10%, 15%, 20% didapat nilai kuat tekan optimal pada prosentase 20% sebesar 28,267 MPa. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa agregat kasar II lebih berperan dalam menjalankan fungsinya sebagai bahan tambah agregat kasar daripada agregat kasar I.

Akan tetapi nilai uji kuat tekan *paving block* dengan penambahan agregat kasar II tersebut masih dibawah nilai hasil uji kuat tekan *paving block* penelitian dari Muhammad (2015) dengan penambahan agregat kasar lolos saringan 1/4 tertahan no. 4 dengan hasil uji kuat tekan 31,80Mpa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan agregat kasar pada *paving block* cukup ekonomis dan dapat menambah kuat tekan *paving block* melebihi *paving block* normal, tetapi memiliki nilai kuat tekan dibawah *paving block* berbahan tambah agregat kasar berdiameter lolos saringan 1/4 tertahan no.4. Perbandingan nilai kuat tekan antara *Paving Block* berbahan tambah agregat kasar lolos saringan 1/2 tertahan saringan 3/8, dengan *Paving Block* berbahan tambah agregat kasar lolos saringan 1/4 tertahan no. 4 dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil uji kuat tekan *paving block* berbahan tambah agregat kasar lolos saringan 1/4 tertahan no. 4

1Pc:12Pab	Kuat Tekan Normal (MPa)	Kuat Tekan Maksimal (MPa)	Variasi Kuat Tekan Optimal (%)
Agregat kasar I	12,12	23,813	20
Agregat kasar II	12,12	38,643	17,2

Sumber : Muhammad, 2015

Tabel 4.4. Hasil uji kuat tekan *paving block* berbahan tambah agregat kasar lolos saringan ½ tertahan saringan 3/8

<b>1Pc:12Pab</b>	<b>Kuat Tekan Normal (MPa)</b>	<b>Kuat Tekan Maksimal (MPa)</b>	<b>Variasi Kuat Tekan Optimal (%)</b>
Agregat kasar I	12,12	20,86	20
Agregat kasar II	12,12	28,267	20

Sumber : Hasil Penelitian, 2015

#### D. Aspek Ekonomis

##### 1. Biaya produksi *Paving Block*

Daftar harga bahan susun *paving block* :

- a. Semen Holcim 1 sak (40 kg) : Rp 57.000,-
- b. Harga abu batu per-ton : Rp 70.000,-
- c. Harga agregat kasar I per-ton : Rp 110.000,-
- d. Harga agregat kasar II per-ton : Rp 150.000,-
- e. Upah pekerja (per-m<sup>2</sup> paving) : Rp 16.250,-

Hasil perhitungan untuk biaya produksi *paving block* dapat dilihat pada Tabel 4.5, Tabel 4.6, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4. Perhitungan untuk kebutuhan bahan susun dan biaya produksi *paving block* per-m<sup>2</sup> selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 15, Lampiran 16 dan Lampiran 18.

Tabel 4.5. Daftar biaya produksi *paving block* per-sampel

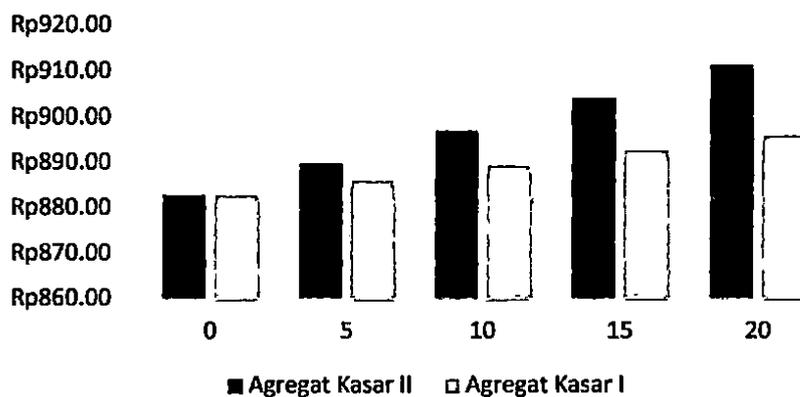
Pc:Pa	agregat kasar I	Harga per-sampel	Pc:Pa	agregat kasar II	Harga per-sampel
1:12	0%	Rp 883,01	1:12	0%	Rp 883,01
	5%	Rp 886,30		5%	Rp 890,09
	10%	Rp 889,60		10%	Rp 897,18
	15%	Rp 892,90		15%	Rp 904,27
	20%	Rp 896,20		20%	Rp 911,36

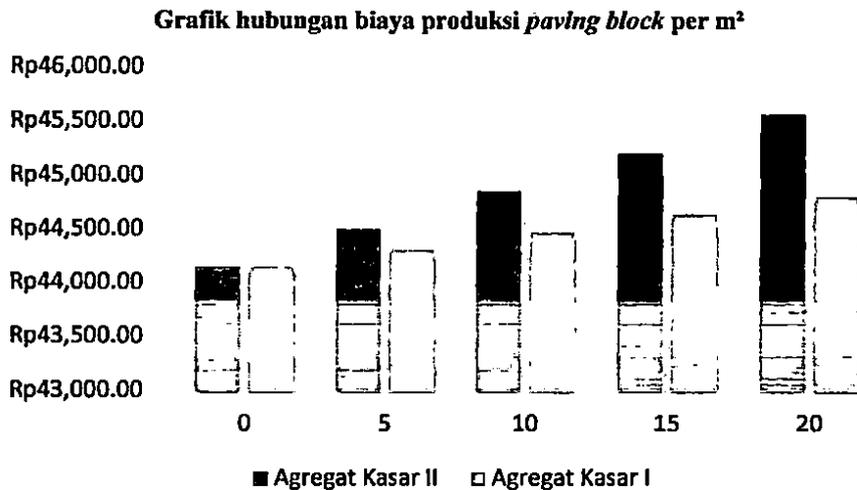
Sumber : Hasil Penelitian, 2015

Tabel 4.6. Daftar biaya produksi *paving block* per-m<sup>2</sup>

Pc:Pa	agregat kasar I	Harga per-m <sup>2</sup>	Pc:Pa	agregat kasar II	Harga per-m <sup>2</sup>
1:12	0%	Rp 44.150,28	1:12	0%	Rp 44.150,28
	5%	Rp 44.315,21		5%	Rp 44.504,74
	10%	Rp 44.480,15		10%	Rp 44.859,20
	15%	Rp 44.645,08		15%	Rp 45.213,66
	20%	Rp 44.810,02		20%	Rp 45.568,12

Sumber : Hasil Penelitian, 2015

Grafik hubungan biaya produksi *paving block* per sampelGambar 4.3. Grafik Biaya Produksi *Paving Block* Per-Sampel



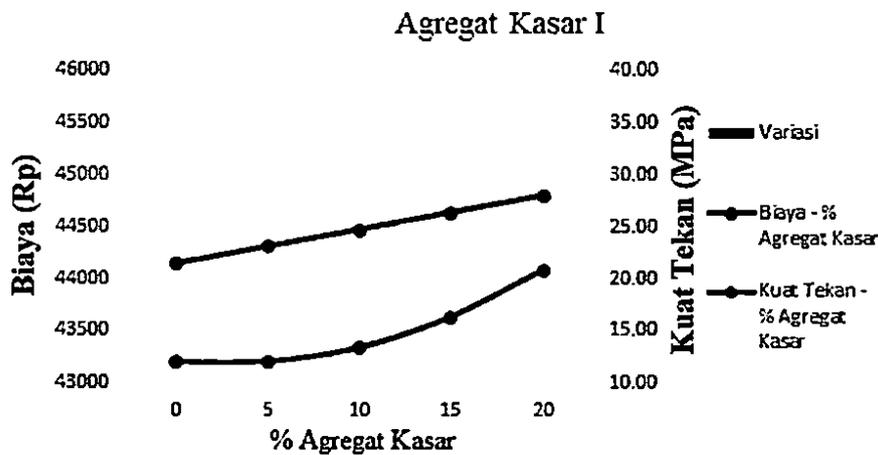
**Gambar 4.4. Grafik Biaya Produksi *Paving Block* Per-m<sup>2</sup>**

Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.4, penambahan agregat kasar II lebih mahal dibandingkan agregat kasar I. Sedangkan semakin besar penambahan agregat kasar maka semakin besar biaya produksi.

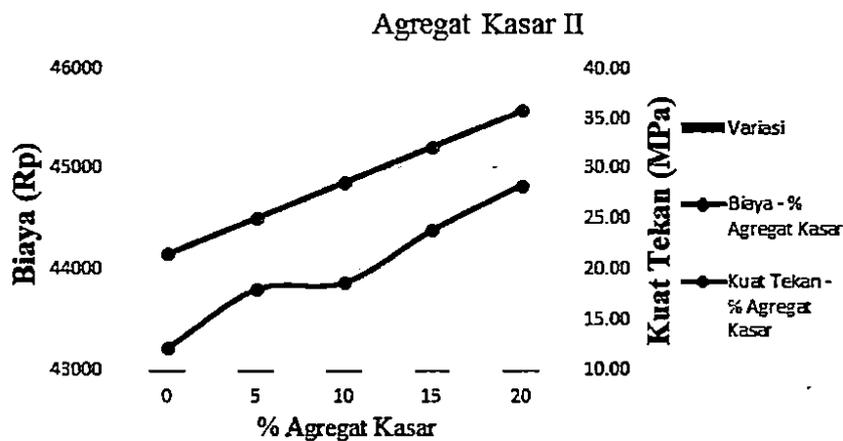
Biaya produksi *paving block* per-m<sup>2</sup> dengan penambahan agregat kasar I 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% pada perbandingan 1Pc:12Pab berturut-turut adalah Rp44.150,28; Rp44.315,21; Rp44.480,15; Rp44.645,08 dan Rp44.810,02. Biaya produksi *paving block* per-m<sup>2</sup> dengan penambahan agregat kasar II 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% pada perbandingan 1Pc:12Pab berturut-turut adalah Rp44.150,28; Rp44.504,74; Rp44.589,20; Rp45.213,66 dan Rp45,568,12.

## **2. Hubungan antara Kuat Tekan Paving Block dengan Biaya *Paving Block* terhadap % agregat kasar I dan % agregat kasar II**

Hubungan antara kuat tekan paving block dengan biaya *paving block* terhadap % agregat kasar muda dan % agregat kasar tua dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan 4.6.



Gambar 4.5. Hubungan antara Kuat Kekan *Paving Block* dengan Biaya *Paving Block* terhadap % agregat kasar I



Gambar 4.6. Hubungan antara Kuat Tekan *Paving Block* dengan Biaya *Paving Block* terhadap % agregat II

Berdasarkan Gambar 4.5 dan 4.6 dapat dilihat bahwa semakin banyak pemakaian agregat kasar pada campuran *paving block* menyebabkan semakin tinggi biaya produksi *paving block*. Pada penelitian ini penambahan agregat II kasar lolos saringan 1/2 tertahan saringan 3/8 pada *paving block* perbandingan 1Pc : 12Pab dapat menambah kuat tekan dengan hasil optimal kuat tekan

28,267Mpa. Nilai tersebut melebihi nilai uji kuat tekan *paving block* normal pada perbandingan 1Pc : 12Pab dengan hasil uji kuat tekan 12,117Mpa.

3. Perbandingan nilai Ekonomis antara *Paving Block* berbahan tambah Agregat Kasar I Agregat Kasar II dengan *Paving Block* Normal.

Tabel 4.7. Daftar biaya produksi *paving block* berbahan tambah Agregat Kasar I dan Agregat Kasar II per-sampel.

Pc:Pa	agregat kasar I	Harga per-sampel	Hasil Kuat Tekan (MPa)	Pc:Pa	agregat kasar II	Harga per-sampel	Hasil Kuat Tekan (MPa)
1:12	0%	Rp 883,01	12.117	1:12	0%	Rp 883,01	12.120
	5%	Rp 886,30	12.17		5%	Rp 890,09	18
	10%	Rp 889,60	13.483		10%	Rp 897,18	18.66
	15%	Rp 892,90	16.383		15%	Rp 904,27	23.893
	20%	Rp 896,20	20.86		20%	Rp 911,36	28.267

Sumber : Hasil Penelitian, 2015

Tabel 4.8. Daftar biaya produksi *paving block* Normal per-sampel

Abu Batu	Harga Per-Sample	Kuat Tekan (MPa)
Pc:PAb 1:6	Rp 1.237,10	42,326
Pc:PAb 1:8	Rp 1.066,94	26,696
Pc:PAb 1:10	Rp 958,67	17,764
Pc:PAb 1:12	Rp 883,70	12,120

Sumber : Listiyono, 2015

Tabel 4.9. Daftar biaya produksi *paving block* berbahan tambah Agregat Kasar I Agregat Kasar II per-m<sup>2</sup>.

Pc:Pa	agregat kasar I	Harga per-m <sup>2</sup>	Pc:Pa	agregat kasar II	Harga per-m <sup>2</sup>
1:12	0%	Rp 44.150,28	1:12	0%	Rp 44.150,28
	5%	Rp 44.315,21		5%	Rp 44.504,74
	10%	Rp 44.480,15		10%	Rp 44.859,20
	15%	Rp 44.645,08		15%	Rp 45.213,66
	20%	Rp 44.810,02		20%	Rp 45.568,12

Sumber : Hasil Penelitian, 2015

Tabel 4.10. Daftar biaya produksi *paving block* Normal per-m<sup>2</sup>

Abu Batu	Harga per-m <sup>2</sup>
Pc:PAb 1:6	Rp 61.855,00
Pc:PAb 1:8	Rp 53.347,00
Pc:PAb 1:10	Rp 47.933,50
Pc:PAb 1:12	Rp 44.185,00

Sumber : Listiyono, 2015

Pada tabel 4.5 dapat dilihat perbandingan nilai ekonomis *Paving Block* Normal dengan *Paving Block* berbahan tambah Agregat Kasar I dan Agregat Kasar II. Pada *Paving Block* Normal untuk meningkatkan nilai kuat tekan harus mengurangi nilai banding abu batu, maka pengurangan nilai banding tersebut akan berdampak pada peningkatan biaya produksi. Misalkan pada *Paving Block* perbandingan 1Pc : 12PAb Normal mempunyai nilai kuat tekan 12,12 MPa, untuk meningkatkan nilai kuat tekan tersebut maka perbandingan pada nilai banding abu batu harus diperkecil menjadi 1Pc : 8PAb.