

BAB V

METODA PENELITIAN

5.1 Umum

Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji berbentuk *pavingblock* bata dengan ukuran $20 \times 10 \times 6 \text{ cm}^3$. Variasi komposisi direncanakan sebanyak 10 variasi dengan jumlah benda uji sebanyak 20 buah. Sejumlah 15 benda uji untuk pengujian kuat desak *pavingblock* masing-masing 5 benda uji untuk umur 7, 14 dan 28 hari serta 5 benda uji untuk pengujian daya serap air pada *pavingblock*.

Pelaksanaan penelitian ini secara garis besar dibagi menjadi 6 tahap seperti tercantum dibawah ini.

- a. Observasi dan survey.
- b. Pemeriksaan bahan susun.
- c. Perencanaan variasi komposisi bahan susun.
- d. Pembuatan benda uji *pavingblock* dilaksanakan di Merapi *Conblock*, Jl. Kaliurang km. 7,5 Dayu, Yogyakarta.
- e. Pelaksanaan pengujian yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang km. 14,5, Yogyakarta.

- f. Data yang didapat dari pengujian dianalisis mengenai pengaruh variasi komposisi limbah padat industri tekstil terhadap kuat desak dan daya serap air guna mengetahui komposisi optimum bahan susun. Data-data pengaruh variasi tersebut juga dianalisis tingkat ekonomisnya agar diketahui penghematan biaya bahan baku *pavingblock*.

5.2 Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang akan digunakan harus dipersiapkan lebih dahulu agar pelaksanaan penelitian dapat berjalan dengan lancar.

5.2.1 Bahan Susun

Bahan susun yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Semen yang dipakai dalam penelitian ini semen adalah semen *portland cement* tipe I merk Semen Nusantara kemasan 50 kg/sak.
2. Pasir, berasal dari sungai Krasak, Yogyakarta. Selama penyimpanan diletakkan pada udara terbuka dan dalam kondisi kering.
3. Limbah padat industri tekstil (*sludge*) berasal dari pabrik tekstil PT. JOGJATEX, Yogyakarta. Limbah padat diambil dari tumpukan limbah di samping Instalasi Pengolahan Limbah (IPAL) pada area pabrik tekstil PT. JOGJATEX dalam keadaan kering. Selama penyimpanan diletakkan pada udara terbuka dan dalam kondisi kering. *Sludge* tersebut ditumbuk dan dipakai ukuran butiran lolos saringan # 4,75mm.
4. Air berasal dari sumur bor Merapi *Conblock*, Jl. Kaliurang km. 7,5 Dayu – Yogyakarta.

5.2.2 Peralatan

Peralatan yang dimaksud di sini adalah peralatan yang digunakan untuk persiapan, pembuatan dan pengujian benda uji, adalah sebagai berikut ini.

1. Timbangan Besar dan Kecil.

Timbangan besar dan kecil dengan ketelitian 0,1gram, berfungsi untuk menimbang tabung silinder baja, bahan susun dan benda uji *pavingblock*.

2. Saringan.

Saringan merupakan alat yang berfungsi untuk menyaring butiran bahan susun agregat halus (pasir) dan *sludge* dengan ukuran saringan # 4,75mm, 2,36mm, 1,18mm, 0,6mm, 0,30mm dan 0,15mm.

3. Gelas Ukur.

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume air pada pemeriksaan berat jenis agregat halus dan *sludge*.

4. Oven.

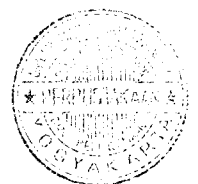
Oven adalah alat pengering bahan susun pada pemeriksaan modulus halus butir dan pengering benda uji *pavingblock* pada pengujian daya serap air.

5. Tabung Silinder.

Tabung silinder yaitu tabung dengan ukuran diameter 10cm dan tinggi 20cm, dipakai untuk mengukur berat volume agregat halus dan limbah.

6. Talam Baja

Talam baja adalah tempat atau wadah untuk mencampur bahan susun *pavingblock* dalam kondisi kering maupun setelah dicampur dengan air.



7. Sekop dan Cetok.

Sekop dan cetok berfungsi untuk mengaduk dan memindahkan adukan ke dalam cetakan.

8. Cetakan *Pavingblock*.

Cetakan *pavingblock* berbentuk bata berukuran $20 \times 10 \times 6 \text{ cm}^3$ yang terbuat dari baja.

9. Penumbuk Adukan.

Penumbuk adukan digunakan untuk menumbuk adukan dalam cetakan *pavingblock* agar memadat. Penumbuk adukan terbuat dari plat baja.

10. Alas Benda Uji.

Alas benda uji digunakan untuk menaruh *pavingblock* yang baru dicetak. Alas benda uji terbuat dari tegel yang tidak terpakai dengan maksud agar benda uji yang baru dibuat tidak retak atau patah akibat tidak lurusnya alas.

11. Kaliper atau Jangka Sorong.

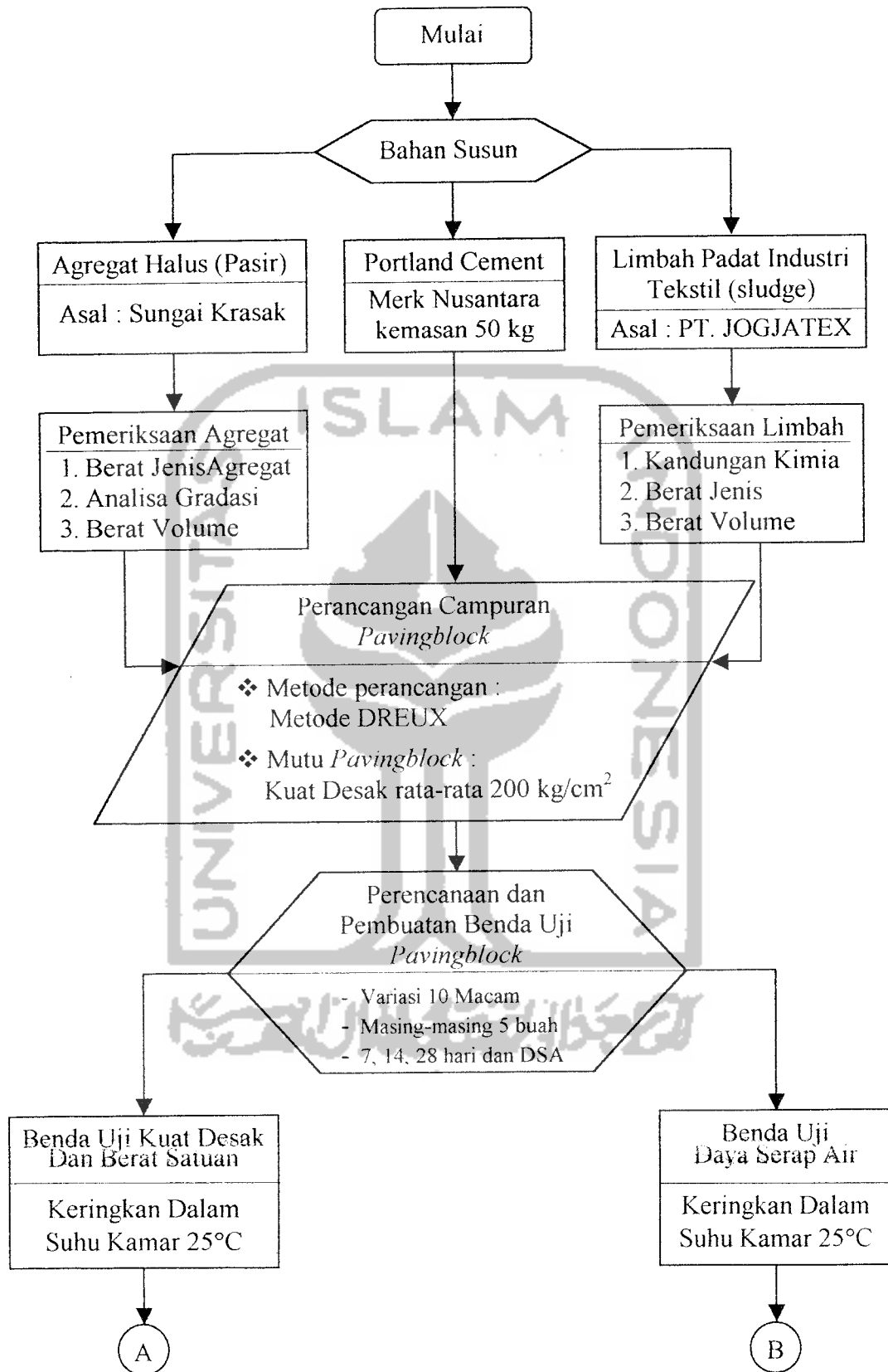
Kaliper atau jangka sorong adalah alat ukur dimensi dengan ketelitian 0,05mm yang berfungsi untuk mengukur benda uji.

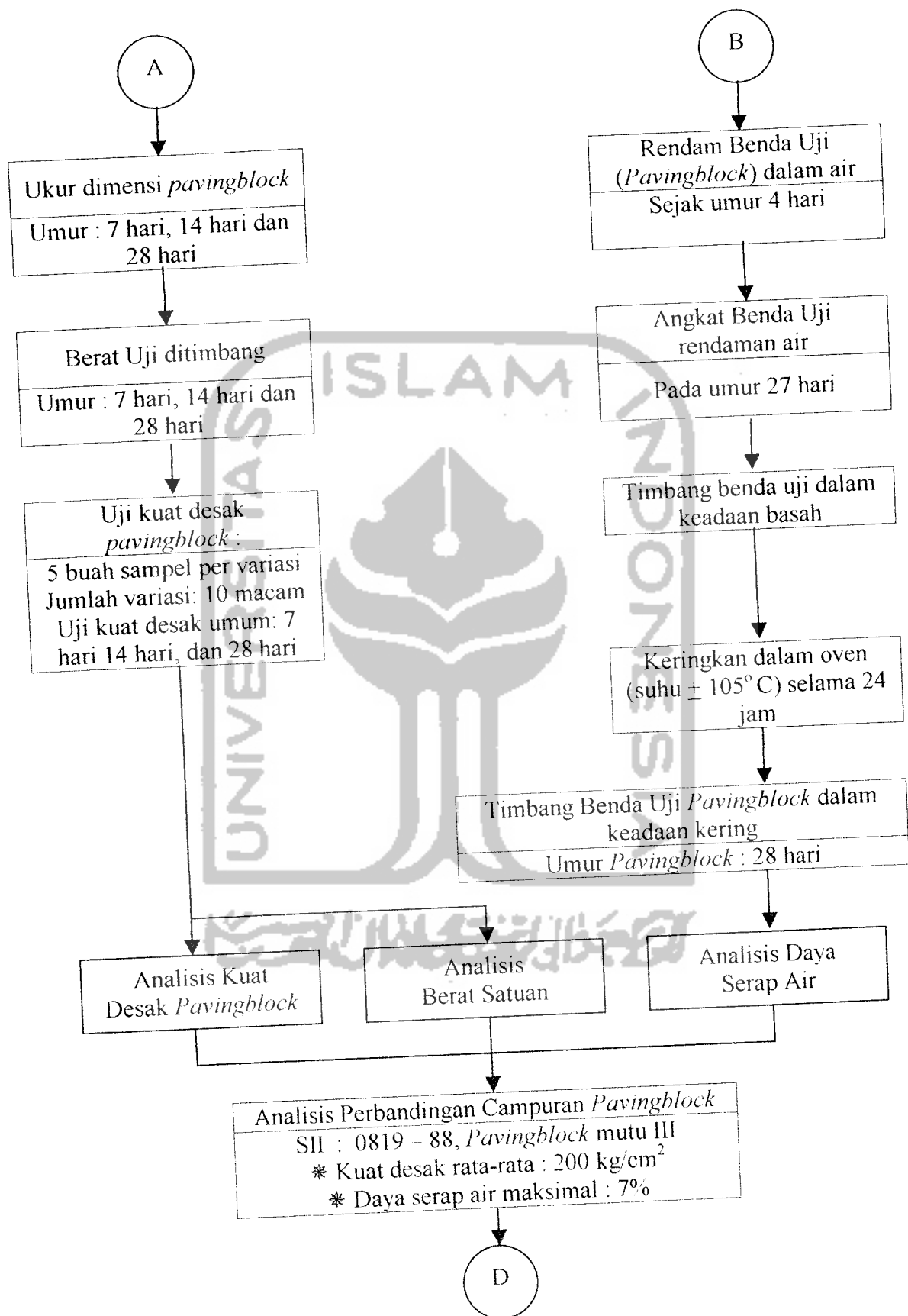
12. Alat Uji Desak.

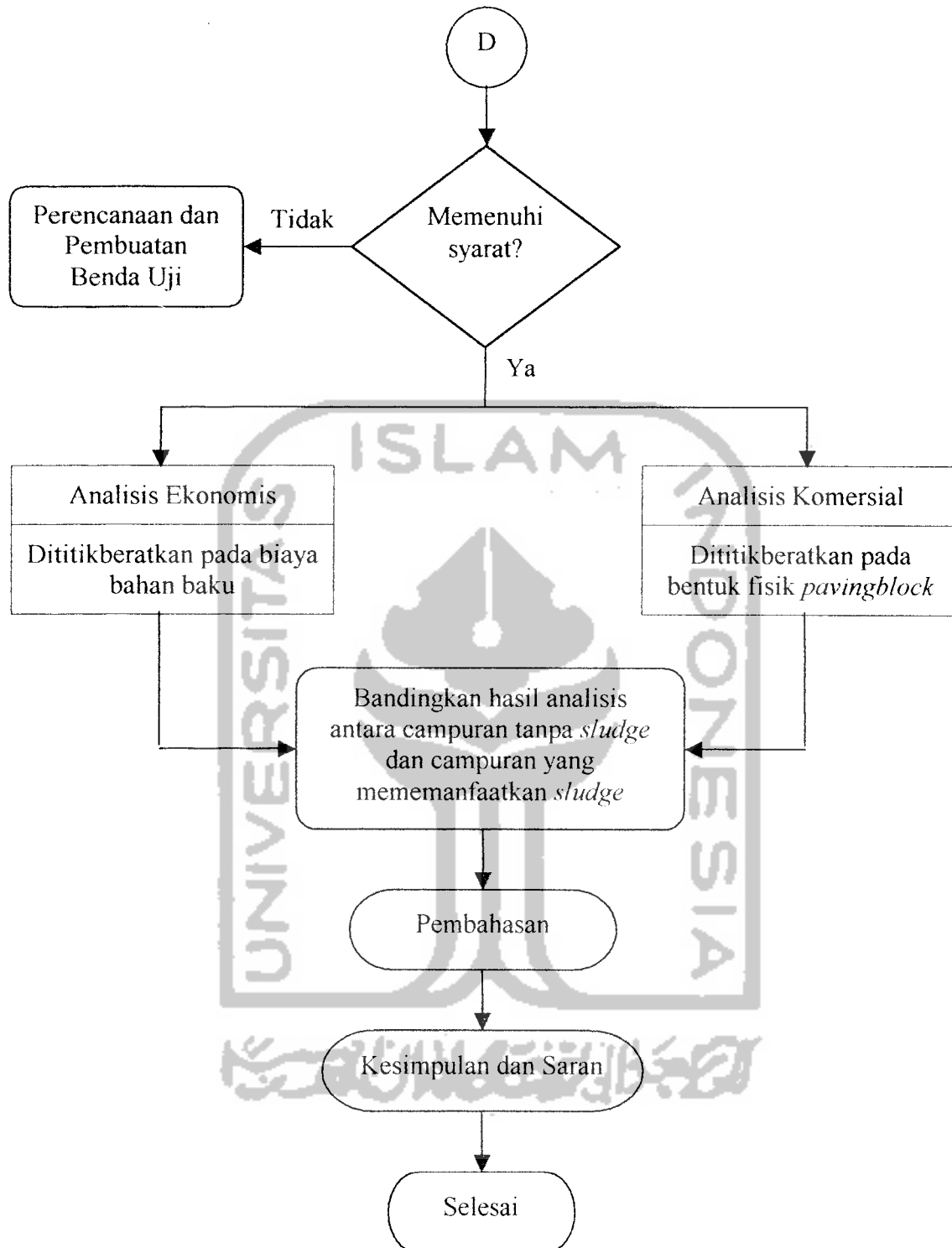
Alat uji desak digunakan merk *Control – Milano – Italia* dengan kapasitas 30 ton. Alat ini digunakan untuk pengujian kuat desak *pavingblock*.

5.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertahap dengan tahapan sesuai dengan gambar 5.1 pada lembar berikut ini.







Gambar 5.1 Bagan Alir Tahapan Penelitian Pemanfaatan Limbah Padat Industri Tekstil (Sludge) pada Pavingblock

5.4 Pelaksanaan Penelitian

5.4.1 Observasi dan Survey

Pengamatan dan peninjauan di lapangan dilakukan sebagai langkah awal dari penelitian keseluruhan yaitu pengamatan dan peninjauan pada beberapa perusahaan (produsen) yang memproduksi *pavingblock* dan pabrik tekstil khususnya pabrik tekstil PT. JOGJATEX.

Hasil observasi dan survey yang telah dilakukan adalah yang berkenaan dengan sebagai berikut ini.

1. *Pavingblock* yang paling sering dipesan konsumen adalah *pavingblock* bentuk bata berukuran $20 \times 10 \times 6 \text{ cm}^3$, mutu kelas III (kuat desak $170 - 200 \text{ kg/cm}^2$).
2. Untuk mendapatkan *sludge* dari pabrik tekstil khususnya pada pabrik tekstil PT. JOGJATEX, hanya diperlukan biaya pengangkutan dari lokasi pabrik ke lokasi pembuatan *pavingblock* yaitu sebesar Rp 45.000,- per rit truk ukuran $4,5 \text{ m}^2$ untuk jarak $\pm 8 \text{ km}$ (biaya angkut Rp 10.000,-/ m^3).
3. Harga bahan susun *pavingblock* pada saat penulisan adalah sebagai berikut :
 - a. Semen Nusantara kemasan 50 kg : Rp 21.000,- / sak
 - b. Pasir Krasak : Rp 24.000,- / m^3

5.4.2 Pemeriksaan Bahan Susun

5.4.2.1 Berat Jenis Agregat Halus (Pasir)

Berat jenis agregat ialah rasio antara massa padat agregat dengan massa air pada volume yang sama dan bersuhu sama. Pada pelaksanaan pemeriksaan berat jenis pasir dilaksanakan dengan urutan langkah sebagai berikut ini.

1. Menyiapkan agregat halus (Pasir) dan timbangan dengan ketelitian 0,1 gr.
2. Timbang pasir dengan berat = a gram.
3. Gelas ukur diisi air sebesar = b ml.
4. Gelas ukur diisi air dan pasir sebesar = c ml.
5. Dihitung volume pasir = $c - b = d$ ml.
6. Dihitung berat jenis pasir = a / b

Adapun hasil pemeriksaan berat jenis pasir di laboratorium adalah seperti tercantum dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus (Pasir)

Uraian	Benda Uji I	Benda Uji II
Pasir	400 gr	400 gr
Gelas ukur + air	500 ml	500 ml
Gelas ukur + air + pasir	647 gr	653 gr
Berat jenis (Bj)	$\frac{400}{147} = 2,72 \text{ gr/cm}^3$	$\frac{400}{153} = 2,61 \text{ gr/cm}^3$
Berat jenis rata-rata (Bj rat)	2,67 gr/cm^3	

5.4.2.2 Berat Jenis Limbah Padat Industri Tekstil (*Sludge*)

Limbah padat tekstil yang digunakan dalam penelitian ini dikeringkan dengan oven selama 24 jam, ditumbuk dan disaring dengan saringan ukuran # 4,75mm.

Pemeriksaan berat jenis limbah dilaksanakan sebagai berikut.

1. *Picnometer* dibersihkan bagian luar dan dalamnya, kemudian ditimbang beserta tutupnya = W_1 gram.
2. Masukkan sampel limbah yang akan diperiksa ke dalam *picnometer*, kemudian pada bagian luarnya dibersihkan lalu ditimbang beserta tutupnya = W_2 gram.
3. Masukkan air ke dalam *picnometer* sampai sepertiga dari isinya.

4. Tambahkan air ke dalam *picnometer* sampai penuh dan ditutup. Bagian luar *picnometer* dikeringkan dengan kain kering.
5. *Picnometer* berisi limbah dan air ditimbang = W_3 gram.
6. Kosongkan *picnometer* kemudian diisi air sampai penuh kemudian ditutup, bagian luarnya dikeringkan dan ditimbang = W_4 gram.
7. Berat jenis *sludge* dihitung sesuai dengan perhitungan pada tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis *Sludge*

No	Macam Berat		Jumlah Berat (gram)
1	Berat <i>picnometer</i> kosong	W_1	34,21 gr
2	Berat <i>picnometer</i> + <i>sludge</i> kering	W_2	45,12 gr
3	Berat <i>picno</i> + <i>sludge</i> + air	W_3	90,53 gr
4	Berat <i>picnometer</i> + air	W_4	84,65 gr
5	Berat <i>sludge</i>	$W_t = W_2 - W_1$	10,91 gr
		$A = W_t + W_4$	95,56 gr
6	Volume <i>sludge</i>	$A - W_3$	5,03 gr
7	Berat jenis <i>sludge</i>	$g_s = \frac{W_t}{A - W_3}$	2,169 gr/cc

5.4.2.3 Analisis Gradasi Pasir (Modulus Halus Butir)

Analisis gradasi pasir mempunyai tujuan untuk menentukan gradasi dari agregat yang akan dipakai untuk perancangan campuran *pavingblock*, sehingga dapat ditentukan pada daerah gradasi tertentu di dalam ketentuan persyaratan gradasi yang dikehendaki. Adapun cara pelaksanaan analisis gradasi pasir adalah sebagai berikut :

1. menyiapkan agregat halus (pasir) yang akan diperiksa dalam keadaan kering dengan mengeringkan dalam *oven* pada suhu 105° C sampai beratnya tetap dengan lama pengeringan selama 24 jam.

2. ayakan bersusunan # 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,6 mm, 0,3 mm dan 0,15 mm, dipasang pada mesin pengayak, dan masukkan pasir yang sudah kering *oven* ke dalam ayakan, kemudian mesin dijalankan ± 5 menit,
3. mesin pengayak dimatikan dan ayakan dilepas kemudian agregat yang tertinggal pada ayakan tersebut dipindah ke dalam wadah yang telah disediakan, dan
4. agregat dalam wadah tersebut kemudian ditimbang.

Dari hasil pengayakan didapatkan data hasil penimbangan untuk dihitung modulus halus butir (*Fineness Modulus*) yaitu suatu indeks yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Adapun hasil pemeriksaan analisis gradasi adalah sebagai berikut di bawah ini.

Tabel 5.3 Hasil Analisis Gradasi Agregat Halus (Pasir)

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Komulatif (%)
4,75	0	0	0
2,36	149	7,45	7,45
1,18	397	19,85	27,30
0,60	589	29,45	56,75
0,30	429	21,45	78,20
0,15	278	13,90	92,10
Sisa	158	7,90	-
Jumlah	2.000	100	261,80
$\text{Modulus Halus Butir (mhb)} = \frac{261,80}{100} = 2,6180$			

5.4.2.4 Berat Volume

Urutan pelaksanaan pemeriksaan berat volume pasir dan *sludge* berdasarkan panduan praktikum Bahan Konstruksi Teknik adalah sebagai berikut :

1. cetakan dihitung volume (V) dan ditimbang beratnya (W_1),

2. masukkan bahan yang akan diperiksa ke dalam cetakan, dalam tiga lapis sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dalam tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata. Pada pemadatan tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan,
3. ratakan permukaan bahan yang akan diperiksa tadi dengan mistar perata,
4. bahan tersebut ditimbang beserta wadahnya (W_2),
5. hitung berat bahan yang diperiksa $W_3 = W_2 - W_1$,
6. hitung berat volume bahan yang diperiksa tersebut $BV = \frac{W_3}{V}$

Hasil pemeriksaan berat volume pasir dan *sludge* adalah seperti terurai di bawah ini.

Tabel 5.4 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Pasir

Uraian	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat cetakan silinder (W_1)	3.213 gram	3.217 gram
Berat cetakan silinder + pasir (W_2)	5.754 gram	5.780 gram
Tinggi cetakan (t)	19.920 cm	19.943 cm
Diameter cetakan (d)	10.015 cm	10.045 cm
Volume silinder (V) = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	1.569.21 cm ³	1.580.45 cm ³
Berat volume pasir = $\frac{W_2 - W_1}{V}$	1,6193 kg/m ³	1,6217 kg/m ³
Berat Volume Pasir Rata-Rata	1,6205 kg/m ³	

Tabel 5.5 Hasil Pemeriksaan Berat Volume *Sludge*

Uraian	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat cetakan silinder (W_1)	3.209 gram	3.208 gram
Berat cetakan silinder + <i>sludge</i> (W_2)	4.864 gram	4.869 gram
Tinggi cetakan (t)	19.980 cm	19.960 cm
Diameter cetakan (d)	10.008 cm	10.010 cm
Volume silinder (V) = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	1.571.73 cm ³	1.570.79 cm ³
Berat volume <i>sludge</i> = $\frac{W_2 - W_1}{V}$	1,0530 kg/m ³	1,0574 kg/m ³
Berat Volume <i>Sludge</i> Rata-Rata	1,0552 kg/m ³	

5.4.3 Perancangan Campuran *Pavingblock*

Agar mendapatkan kekuatan sesuai dengan yang dikehendaki, maka campuran *pavingblock* harus terlebih dahulu dirancang. Perancangan campuran *pavingblock* juga bertujuan untuk memperoleh komposisi material secara tepat, baik proporsi semen, agregat halus (pasir) dan air dengan kuat desak yang diharapkan.

Dalam penelitian ini digunakan perancangan memakai metode *Dreux*. Menurut metode *Dreux*, adukan harus memenuhi kriteria kuat desaknya tidak kurang dari yang direncanakan, mudah dikerjakan, tahan lama (awet) dan murah (ekonomis). Adapun perancangan campuran *pavingblock* berdasarkan metode *Dreux* adalah seperti terurai berikut ini.

Data-data dari bahan yang digunakan untuk perencanaan campuran *pavingblock* adalah sebagai berikut dibawah ini.

- a. Mutu *pavingblock* $f_c = 20 \text{ MPa} = 200 \text{ kg/cm}^2$.
- b. Ukuran butir maksimum = 4,75 mm.
- c. Berat jenis pasir = 2,67 kg/cm^3 .
- d. Berat jenis semen = 3,15 kg/cm^3 .
- e. Kekuatan semen = 500 kg/cm^2 .
- f. Nilai slump diharapkan = 0 cm.

Adapun langkah-langkah perencanaan campuran *pavingblock* dengan data di atas adalah sebagai berikut :

1. Menentukan berat semen dalam 1 m^3 *pavingblock*

Jumlah benda uji $n = 5$ buah $\rightarrow k = 1,45$ (lihat tabel 3.3)

Dari tabel 3.2 standar deviasi $\rightarrow Sd = 50 \text{ kg/cm}^2$

Maka S_d terkoreksi = $S_d \times k = 50 \times 1,45 = 71,5 \text{ kg/cm}^2$

$$f'_{cr} = f'_c + 1,64 \cdot S_d$$

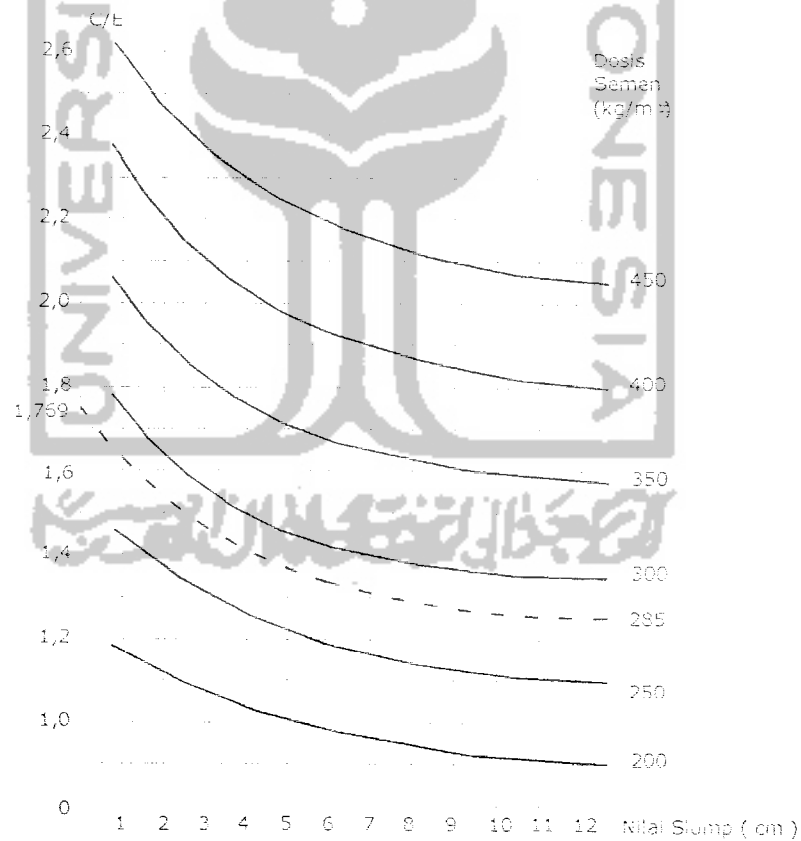
$$= 200 + 1,64 \cdot 71,5 = 317,26 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = G \cdot f'_{ce} (C/E - 0,5)$$

$$\frac{C}{E} = \frac{f'_{cr}}{G \cdot f'_{ce}} + 0,5 = \frac{317,26}{0,5 \cdot 500} + 0,5 = 1,769$$

Jumlah semen C = 285 kg (lihat gambar 5.1 di bawah ini)

Jumlah air E = $285 \cdot 1,769 = 161,1$ liter.



D (mm)	5	10	16	25	40	63	100
Koreksi E 1%	15	9	4	0	-4	-8	-12

Gambar 5.2 Kurva Dosis Semen dan Hasil Perhitungan

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton, Lab. Struktur dan Bahan, FTSP-ITB-1993

2. Menentukan kurva patokan

X_a , merupakan absis yang dinyatakan dengan besarnya diameter agregat terbesar, dengan ketentuan sebagai berikut :

Jika diameter (D) = 25 mm, maka $X_a = \frac{1}{2} D$ ($4,75/2 = 2,375$ mm) dan jika diameter (D) ≥ 25 mm, maka X_a diambil tengah-tengah antara $\phi = 5$ mm dan $\phi = D$ mm.

X_a diambil sama dengan $\frac{1}{2} D$ ($4,75/2 = 2,375$ mm)

Y_a , merupakan ordinat dalam satuan %

$$Y = 50 - D - K - K_s$$

Dimana $K = 3,8$ (diambil dari tabel 3.5 setelah diinterpolasi)

$$M_{hb} = 2,618 \rightarrow M_{hb} \approx 2,5 \text{ maka}$$

$$\begin{aligned} K_s &= (6 \times M_{hb}) - 15 \\ &= (6 \times 2,61) - 15 \\ &= 0,66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_a &= 50 - \sqrt{4,75} + 3,75 + 0,66 \\ &= 52,28 \% \end{aligned}$$

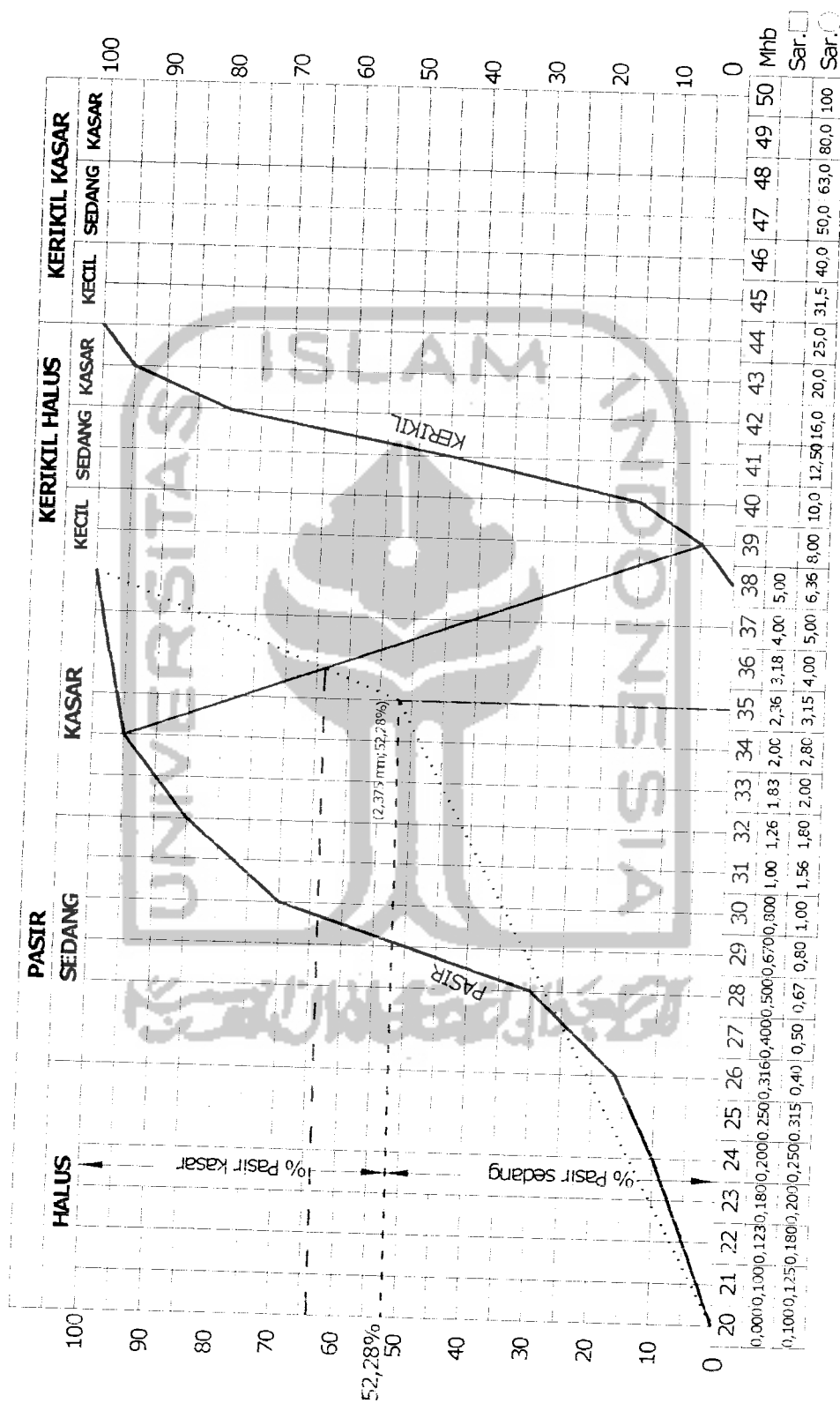
Didapat koordinat titik patah A (2,375 ; 52,28 %) dan kurva dapat digambarkan seperti terlihat dalam gambar 5.3 pada lembar berikut ini.

3. Menentukan perbandingan butiran halus

Butiran berasal dari pasir alam yang tidak diolah, maka didapat :

- pasir sedang = 64 %

- pasir kasar = 36 %



Gambar 5.3 Analisis Granulometri (Saringan) dari Butiran Agregat

4. Menentukan koefisien kekompakan

Untuk menentukan koefisien kekompakan (γ) didasarkan pada kekentalan campuran *pavingblock*, pemadatan dan macam butiran yang dipakai.

Dari tabel 3.5 didapat koefisien kekompakan $\gamma = 0,780$.

Nilai-nilai pada tabel ini berdasarkan jumlah semen 350 kg/m^3 , sehingga bila jumlah semen $C \neq 350 \text{ kg/m}^3$ maka nilai γ yang terdapat pada tabel 3.6 harus

dikoreksi sebesar $\delta = (C - 350) / 5000 = (255 - 350) / 5000 = -0,019$

Maka $\rightarrow \gamma_k = \gamma + \delta = 0,780 + (-0,019) = 0,761$

5. Menentukan berat semen, pasir dan air tiap 1 m^3 *pavingblock*.

$\gamma_k = 0,761$ berarti volume absolut bahan butiran ditambah volume absolut semen adalah = 761 liter per m^3 campuran *pavingblock*.

Volume absolut semen = $285 \text{ kg/m}^3 = 285/3,15 = 90,48$ liter per- m^3 *pavingblock*.

Volume absolut pasir (pasir sedang dan kasar) = $(761 - 90,48)$
= 670,52 liter per m^3 *pavingblock*.

Volume absolut pasir sedang = $64 \% \times 670,48 = 429,10$ liter per m^3 *pavingblock*.

Volume absolut pasir kasar = $36 \% \times 670,48 = 241,38$ liter per m^3 *pavingblock*.

Maka komposisi perbandingan campuran *pavingblock* berdasarkan volume absolut adalah :

PC : Pasir = $90,48 : 670,48 \approx 1 : 7,5$

PC : pasir sedang : pasir kasar = $90,48 : 429,10 : 241,38$

$\approx 1 : 4,75 : 2,75$

Komposisi campuran *pavingblock* per m^3 dalam berat masing-masing bahan adalah sebagai berikut :

- a. Semen : C = 285 kg/m³.
- b. Air : E = 161,10 liter/m³
- c. Pasir sedang : Ps = 429,10 • 2,67 = 1.145,70 kg/m³
- d. Pasir kasar : Pk = 241,38 • 2,67 = 644,50 kg/m³

5.4.4 Perencanaan Variasi Komposisi Campuran *Pavingblock*

Untuk mengetahui pengaruh komposisi limbah padat industri tekstil pada *pavingblock*, maka jumlah limbah padat industri tekstil dalam campuran dibuat bervariasi dengan pengganti semen sebesar 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % (variasi jumlah *sludge* bertingkat 5%), sedang variasi pengganti pasir sebesar 10 %, 20 %, 30 %, 40 % dan 50 % (variasi jumlah *sludge* bertingkat 10%).

Agar lebih tepat dan akurat dalam penelitian, komposisi variasi dibuat dengan perbandingan berat. Perbandingan variasi komposisi bahan susun direncanakan seperti tercantum dalam tabel 5.6 berikut ini.

Tabel 5.6 Variasi Komposisi Bahan Susun Benda Uji *Pavingblock*

Kode Variasi	Perbandingan Bahan Susun Benda Uji <i>Pavingblock</i> (%)							
	Semen		Pasir Sedang		Pasir Kasar		Air	
	PC	<i>Sludge</i>	Pasir	<i>Sludge</i>	Pasir	<i>Sludge</i>		
I	A	100	0	100	0	100	0	100
	B	95	5	100	0	100	0	100
	C	90	10	100	0	100	0	100
	D	85	15	100	0	100	0	100
	E	80	20	100	0	100	0	100
II	A	100	0	90	10	90	10	100
	B	100	0	80	20	80	20	100
	C	100	0	70	30	70	30	100
	D	100	0	60	40	60	40	100
	E	100	0	50	50	50	50	100

Tabel 5.7 Variasi Komposisi Jumlah Benda Uji *Pavingblock*

Kode Variasi	Jumlah Benda Uji <i>Pavingblock</i> untuk Pengujian (Buah)				Daya Serap Air	Jumlah Benda Uji <i>Pavingblock</i> per Variasi (Buah)
	Kuat Desak Umur					
	7 Hari	14 Hari	28 Hari			
I	A	5	5	5	5	20
	B	5	5	5	5	20
	C	5	5	5	5	20
	D	5	5	5	5	20
	E	5	5	5	5	20
II	A	5	5	5	5	20
	B	5	5	5	5	20
	C	5	5	5	5	20
	D	5	5	5	5	20
	E	5	5	5	5	20
Total	50	50	50	50	200	

Karena variasi IA sebagai pembanding variasi lainnya maka acuan komposisi berat adalah komposisi berat variasi IA dengan kebutuhan berat seperti terurai berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{Volume } \textit{pavingblock} \quad V &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &= 0,2 \times 0,1 \times 0,06 = 0,0012 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan susun per unit *pavingblock* variasi IA adalah sebagai berikut :

- Semen = $285 \times 0,0012 = 0,3420 \text{ kg}$.
- Air = $161,10 \times 0,0012 = 193 \text{ ml}$.
- Pasir Sedang = $1.145,70 \times 0,0012 = 1,3748 \text{ kg}$.
- Pasir Kasar = $644,50 \times 0,0012 = 0,7734 \text{ kg}$.

Untuk lebih lengkapnya kebutuhan bahan susun benda uji *pavingblock* dapat dilihat pada tabel 5.8 lembar berikut ini.

Tabel 5.8 Kebutuhan Bahan Susun Benda Uji Pavingblock

Kode Variasi	Kebutuhan Bahan Susun per Unit Pavingblock						Jumlah Benda Uji per Variasi (Buah)	Kebutuhan Bahan per Variasi (kg)								
	Semen (kg)		Pasir Sedang (kg)		Pasir Kasar (kg)			Air (ml)		Semen (kg)		Pasir Sedang (kg)		Pasir Kasar (kg)		Air (liter)
	PC	Sludge	Pasir	Sludge	Pasir	Sludge		Air (ml)	PC	Sludge	Pasir	Sludge	Pasir	Sludge		
															Pasir	Sludge
I	A	0.3420	0	1.3748	0	0.7734	0	193	20	6.8400	0	27.4960	0	15.4680	0	3.8600
	B	0.3249	0.0171	1.3748	0	0.7734	0	193	20	6.4980	0.3420	27.4960	0	15.4680	0	3.8600
	C	0.3078	0.0342	1.3748	0	0.7734	0	193	20	6.1560	0.6840	27.4960	0	15.4680	0	3.8600
	D	0.2907	0.0513	1.3748	0	0.7734	0	193	20	5.8140	1.0260	27.4960	0	15.4680	0	3.8600
	E	0.2736	0.0684	1.3748	0	0.7734	0	193	20	5.4720	1.3680	27.4960	0	15.4680	0	3.8600
II	A	0.3420	0	1.2373	0.1375	0.6961	0.0773	193	20	6.8400	0	24.7464	2.7496	13.9212	1.5468	3.8600
	B	0.3420	0	1.0998	0.2750	0.6187	0.1547	193	20	6.8400	0	21.9968	5.4992	12.3744	3.0936	3.8600
	C	0.3420	0	0.9624	0.4124	0.5414	0.2320	193	20	6.8400	0	19.2472	8.2488	10.8276	4.6404	3.8600
	D	0.3420	0	0.8249	0.5499	0.4640	0.3094	193	20	6.8400	0	16.4976	10.9984	9.2808	6.1872	3.8600
	E	0.3420	0	0.6874	0.6874	0.3867	0.3867	193	20	6.8400	0	13.7480	13.7480	7.7340	7.7340	3.8600
Sub Jumlah	3.2490	0.1710	11.6858	2.0622	6.5759	1.1601	1930	200	64.9800	3.4200	233.7160	41.2440	131.4780	23.2020	34.7400	
Jumlah Total Kebutuhan Semen (kg)																64.9800
Jumlah Total Kebutuhan Sludge (kg)																67.8660
Jumlah Total Kebutuhan Pasir Sedang (kg)																233.7160
Jumlah Total Kebutuhan Pasir Kasar (kg)																131.4780
Jumlah Total Kebutuhan Air (Liter)																34.7400

5.4.5 Pembuatan Benda Uji

5.4.5.1 Proses Pembuatan Benda Uji

Benda uji *pavingblock* berbentuk bata ukuran $10 \times 20 \times 6 \text{ cm}^3$. Pembuatan benda uji *pavingblock* dilaksanakan di Merapi *Conblock*, Jl. Kaliurang km 7,5 Dayu, Yogyakarta. Agar pembuatan benda uji lancar, sebelumnya perlu dilakukan persiapan yang meliputi :

- a. bahan susun ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan kebutuhan,
- b. alat pembuat *pavingblock* dipersiapkan, dan
- c. persiapan pencatatan pembuatan benda uji.

Langkah-langkah pembuatan benda uji pada penelitian ini adalah seperti diuraikan di bawah ini.

1. Bahan susun yang sudah disiapkan ditimbang beratnya sesuai dengan variasinya, kemudian dimasukkan ke dalam talam baja dan diaduk dalam kondisi kering dengan cetok sampai adukan homogen.
2. Adukan ditambahkan air, kemudian diaduk lagi sampai rata.
3. Adukan dimasukkan dalam cetakan sedikit demi sedikit sampai cetakan penuh. Setelah penuh adukan dipadatkan menggunakan plat baja dengan cara ditumbuk hingga padat (± 10 kali tumbukan).
4. Cara melepaskan adukan dari cetakan *pavingblock* yaitu alas dari cetakan diberi alas tegel, kemudian cetakan dibalik dan ditekan hingga adukan yang sudah berbentuk *pavingblock* keluar. Maksud digunakannya alas cetakan oleh tegel tersebut selain berfungsi sebagai alas *pavingblock* juga untuk menghindarkan agar tidak terjadi retak pada *pavingblock* akibat tidak lurusnya alas.

5.4.5.2 Perawatan Benda Uji

Setelah adukan berbentuk *pavingblock* dikeluarkan dari cetakan, kemudian dilakukan perawatan. Perawatan *pavingblock* adalah suatu pekerjaan menjaga agar permukaan *pavingblock* segar selalu lembab, sejak adukan dipadatkan sampai *pavingblock* dianggap cukup keras.

Kelembaban permukaan *pavingblock* harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dengan pasir) berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, akan terjadi *pavingblock* yang kurang kuat, dan juga timbul retak-retak. Selain itu, kelembaban permukaan tadi juga menambah *pavingblock* lebih tahan cuaca dan lebih kedap air. Pada penelitian ini dilakukan perawatan *pavingblock* dengan cara sebagai berikut :

- a. setelah pencetakan *pavingblock* segar ditaruh di dalam ruangan yang lembab,
- b. setelah umur 3 hari dibuat, benda uji diselimuti dengan karung basah, dan
- c. menyirami permukaan benda uji *pavingblock* dengan air.

5.4.6 Pelaksanaan Pengujian

5.4.6.1 Pengujian Kuat Desak *Pavingblock*

Nilai kuat desak *pavingblock* didapat melalui pengujian yang menggunakan mesin uji desak merk *Control – Milano – Italia* dengan kapasitas 30 ton dengan cara memberi beban desak bertingkat dengan kecepatan peningkatan pada beban tertentu atas benda uji hingga hancur. Sebagai standar kekuatan *pavingblock* dipakai kuat desak *pavingblock* variasi IA umur 28 hari.

Langkah-langkah pengujian kuat desak *pavingblock* adalah seperti terurai di bawah ini.

1. Benda uji yang telah memenuhi umur pengujian, kemudian diambil dan diletakkan pada mesin desak secara sentris,
2. Mesin dihidupkan dengan penambahan beban yang konstan sebesar 2–4 kg/cm².
3. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan dilakukan pencatatan beban maksimum yang terjadi.

5.4.6.2 Pengujian Daya Serap Air

Pelaksanaan pengujian daya serap air dilakukan setelah *pavingblock* mengalami rawatan. Banyaknya benda uji sejumlah 5 buah untuk masing-masing variasi dan diambil nilai rata-rata.

Tahapan pelaksanaannya ialah sebagai berikut :

1. Setelah pencetakan *pavingblock* didiamkan selama 3 x 24 jam.
2. Pada hari ke 4 benda uji direndam hingga umur 27 hari.
3. Setelah perendaman benda uji tersebut ditimbang guna diketahui berat basahnya (Wb) dan dikeringkan di dalam oven selama 24 jam pada suhu 105°C.
4. Tepat pada hari ke 28 benda uji tersebut dikeluarkan dari oven dan ditimbang guna mengetahui berat keringnya (Wk).

Setelah diketahui berat basah dan berat kering benda uji dilakukan penghitungan daya serap air.

5.4.6.3 Pemeriksaan Berat Satuan

Pengujian berat satuan *pavingblock* dilakukan dengan pengujian pada semua benda uji *pavingblock*. Pemeriksaan berat satuan dilakukan dengan menimbang berat benda uji dan menghitung volumenya dengan mengukur ke tiga sisinya. Setelah diketahui berat dan volume benda uji *pavingblock*, dilakukan penghitungan berat satuan.

