

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Pendahuluan

Pada bab ini akan diuraikan hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilaksanakan. Diantaranya mencakup bahan yang digunakan, perhitungan kebutuhan bahan dalam perencanaan adukan dan kekuatan desak benda uji yang disajikan dalam tabel dan grafik, serta pembahasan dari hasil yang telah didapat dari hasil penelitian.

#### 5.2. Bahan

Bahan yang digunakan sebagai pembentuk batako tanpa pasir pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

##### 5.2.1. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Air ini berasal dari PDAM daerah Yogyakarta. Dari pengamatan yang dilakukan secara visual air tersebut tidak berwarna dan tidak berbau, sehingga memenuhi persyaratan sebagai air bersih dan dapat digunakan sebagai bahan penyusun beton. Pada penelitian ini faktor air semen (fas) yang digunakan adalah sebesar 0,38.

### 5.2.2. Semen

Semen yang digunakan adalah semen portland kelas I, merk *Holcim* dengan berat 40 kg/sak. Semen dikatakan mempunyai kualitas baik adalah jika tidak terdapat gumpalan dan mempunyai butir yang halus. Perawatan yang dilakukan selama masa penyimpanan semen adalah dengan cara semen tersebut ditutup dengan rapat menggunakan plastik. Hal ini dilakukan supaya semen tersebut tidak terjadi penggumpalan yang dapat menyebabkan terjadinya pengurangan kekuatan semen terhadap benda uji yang akan dibuat. Dari pengujian yang dilakukan dilaboratorium, diketahui berat satuan dari semen yang digunakan adalah sebesar  $1,520 \text{ kg/dm}^3$ . Langkah-langkah pelaksanaan pengujian berat satuan semen yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Tabung silinder (piknometer ukuran 500 ml) yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu ( $W_1$ ), kemudian dihitung volumenya ( $V$ ).
2. Semen kemudian dimasukkan kedalam tabung silinder dalam tiga tahap. Setiap semen mengalami kenaikan  $\frac{1}{3}$  dari ketinggian tabung silinder semen ditumbuk dengan menggunakan tongkat penumbuk agar semen menjadi padat. Setelah tabung silinder penuh, kemudian ditimbang ( $W_2$ ).
3. Hasil dari pengujian berat satuan semen seperti yang terlihat pada tabel 5.1 berikut ini, atau pada lampiran 1.

**Tabel 5.1. Hasil pengujian berat satuan semen**

Sampel	Berat tabung ( $W_1 = \text{kg}$ )	Berat tabung + semen ( $W_2 = \text{kg}$ )	Volume tabung ( $V = \text{dm}^3$ )	Berat satuan semen ( $\text{kg/dm}^3$ )
Semen	0,310	1,205	0,5888	1,5200

4. Berat satuan semen dihitung dengan rumus :

$$\text{Berat satuan semen} = \frac{W_2 - W_1}{V} = \frac{1,205 - 0,310}{0,5888} = 1,5200 \text{ kg / dm}^3$$

### 5.2.3. Agregat

Material agregat yang digunakan adalah limbah atau puing bangunan (dalam hal ini digunakan puing bangunan pasca gempa Jawa Tengah dan D.I. Yogyakarta) yang berasal dari Ds. Tarungan, Kec. Wedi, Kab. Klaten, Prop. Jawa Tengah. Untuk penelitian ini agregat dari limbah atau puing bangunan tersebut terdiri dari dua variasi butiran, yaitu :

1. Agregat A berasal dari limbah atau puing bangunan yang lolos saringan 19,00 mm dan tertahan saringan 9,60 mm.
2. Agregat B berasal dari limbah atau puing bangunan yang lolos saringan 9,60 mm dan tertahan saringan 4,80 mm.

Untuk mengetahui modulus halus butir (mhb), berat satuan maupun berat jenis dari agregat yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan penelitian di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Hasil dari pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Pengujian Modulus Halus Butir

Pengujian modulus halus butir (mhb) dari agregat ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai mhb yang dimiliki oleh agregat limbah atau puing bangunan yang akan digunakan.

Langkah-langkah pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut :

1. Ambil agregat limbah atau puing bangunan yang telah dipilih dengan ukuran tertentu sebanyak 5000 gr.
2. Siapkan set ayakan yang akan digunakan untuk penyaringan. Susunan ayakan yang dipakai adalah berdasarkan standar ASTM dengan urutan diameter lubang ayakan 38,0 mm; 19,0mm; 9,60 mm; 4,80 mm; 2,40 mm; 1,20 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; 0,15 mm dan pan.
3. Setelah ayakan tersusun dengan benar, kemudian diletakkan pada mesin penggetar ayakan.
4. Agregat yang telah disiapkan kemudian dimasukkan kedalam ayakan yang paling atas.
5. Kemudian mesin penggetar dinyalakan selama  $\pm 5$  menit.
6. Agregat yang tertinggal pada ayakan kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan dengan ketelitian sampai dengan 0,01 gr. Hasil dari penimbangan agregat yang tertinggal pada ayakan seperti terlihat pada tabel 5.2 berikut ini, atau juga dapat dilihat pada lampiran 2.

**Tabel 5.2. Hasil penimbangan agregat yang tertinggal pada ayakan**

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal komulatif (%)	Persen lolos komulatif (%)
38,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19,00	298,00	5,96	5,96	94,04
9,60	3025,00	60,50	66,46	33,54
4,80	1677,00	33,54	100,00	0,00
2,40	0,00	0,00	100,00	0,00
1,20	0,00	0,00	100,00	0,00
0,60	0,00	0,00	100,00	0,00
0,30	0,00	0,00	100,00	0,00
0,15	0,00	0,00	100,00	0,00
pan	0,00	0,00	100,00	0,00
Jumlah	5000,00	100,00	772,42	-

7. Modulus halus butir dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Modulus halus butir (mhb)} &= \frac{\text{jumlah berat tertinggal komulatif}}{100} \\ &= \frac{772,42}{100} = 7,72 \end{aligned}$$

Jadi hasil dari perhitungan modulus halus butir adalah sebesar 7,72 dan termasuk dalam jenis agregat kasar/ kerikil yang pada umumnya mempunyai modulus halus butir antara 5 sampai 8.

b. Pengujian Berat Satuan Agregat

Pengujian berat satuan agregat dilakukan terhadap masing-masing ukuran butiran agregat yang digunakan.

Langkah-langkah pelaksanaan pengujian berat satuan agregat yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Agregat yang akan diuji terlebih dipilih gradasi agregat yang telah memenuhi syarat sesuai dengan yang direncanakan, kemudian agregat tersebut dimasukkan kedalam oven dengan suhu  $\pm 110^{\circ}$  C selama 24 jam.
2. Tabung silinder (piknometer ukuran 500 ml) yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu ( $W_1$ ), kemudian dihitung volumenya ( $V$ ).
3. Agregat yang sudah dioven kemudian dimasukkan kedalam tabung silinder. Setiap agregat mencapai  $\frac{1}{3}$  dan  $\frac{2}{3}$  tinggi tabung silinder, tabung tersebut digoyang-goyangkan agar agregat menjadi padat atau pori-pori antara agregat bisa merapat. Setelah tabung silinder tersebut penuh kemudian ditimbang ( $W_2$ ).
4. Hasil dari pengujian berat satuan agregat seperti terlihat pada tabel 5.3 dibawah ini, atau seperti terlihat pada lampiran 3.

**Tabel 5.3. Hasil pengujian berat satuan agregat**

Sampel	Berat tabung (W1 = kg)	Berat tabung + agregat (W2 = kg)	Volume tabung (V = dm <sup>3</sup> )	Berat satuan agregat (kg/dm <sup>3</sup> )
Agregat A	0,310	1,157	0,5888	1,4385
Agregat B	0,310	1,172	0,5888	1,4639

5. Berat satuan agregat dihitung dengan rumus

$$\text{Berat satuan agregat A} = \frac{W2 - W1}{V} = \frac{1,157 - 0,310}{0,5888} = 1,4385 \text{ kg / dm}^3$$

$$\text{Berat satuan agregat B} = \frac{W2 - W1}{V} = \frac{1,172 - 0,310}{0,5888} = 1,4639 \text{ kg / dm}^3$$

c. Pengujian Berat Jenis Agregat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis dari agregat yang digunakan pada penelitian ini.

Langkah-langkah pelaksanaan yang dilakukan untuk mencari berat jenis agregat adalah sebagai berikut :

1. Agregat yang akan diuji terlebih dipilih gradasi agregat yang telah memenuhi syarat sesuai dengan yang direncanakan, kemudian agregat tersebut dibasahi dan didiamkan sampai agregat dalam keadaan jenuh kering muka, selanjutnya agregat yang dalam kondisi SSD tersebut ditimbang dengan berat 5000 gram.
2. Agregat dengan berat 5000 gram tadi kemudian dimasukkan kedalam keranjang untuk ditimbang didalam air.

3. Kemudian agregat tadi dimasukkan kedalam oven dengan suhu  $\pm 100^\circ \text{C}$  selama 24 jam, kemudian ditimbang untuk mengetahui berat agregat kering mutlak.
4. Hasil dari pengujian berat jenis agregat seperti terlihat pada tabel 5.4 dibawah ini, atau seperti terlihat pada lampiran 4.

**Tabel 5.4. Hasil pengujian berat jenis agregat**

Uraian	Agregat A	Agregat B	Rata-rata
Berat agregat kering mutlak ( $B_k$ ), gram	3945	4115	4030
Berat agregat kondisi jenuh kering muka ( $B_j$ ), gram	5000	5000	5000
Berat agregat dalam air ( $B_a$ ), gram	2854	2928	2891
Berat jenis curah	1.8383	1.9860	1.9122
Berat jenis jenuh kering muka	2.3299	2.4131	2.3715
Berat jenis semu	3.6159	3.4667	3.5413
Penyerapan air	26.74	21.51	24.12

5. Berat jenis agregat dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Berat jenis agregat A} = \frac{B_j}{B_j - B_a} = \frac{5}{5 - 2,854} = 2,3299 \text{ kg/dm}^3$$

$$\text{Berat jenis agregat B} = \frac{B_j}{B_j - B_a} = \frac{5}{5 - 2,928} = 2,4131 \text{ kg/dm}^3$$

$$\text{Berat jenis agregat rata-rata} = \frac{A + B}{2} = 2,3715 \text{ kg/dm}^3$$

### 5.3. Perhitungan Perencanaan Adukan

Data yang diketahui untuk perencanaan adukan adalah sebagai berikut :

- Perbandingan volume campuran semen dan agregat adalah 1 : 7
- Faktor air semen (fas) adalah 0,38
- Berat satuan semen adalah  $1,5200 \text{ kg/dm}^3 = 1,5200 \text{ t/m}^3$
- Berat satuan agregat adalah :
  - Lolos saringan 19,0 mm, tertahan 9,60 mm (A) =  $1,4385 \text{ kg/dm}^3$   
=  $1,4385 \text{ t/m}^3$
  - Lolos saringan 9,60 mm, tertahan 4,80 mm (B) =  $1,4639 \text{ kg/dm}^3$   
=  $1,4639 \text{ t/m}^3$
- Berat jenis semen adalah  $3,1500 \text{ kg/dm}^3 = 3,1500 \text{ t/m}^3$
- Berat jenis agregat adalah :
  - Agregat (A) =  $2,3299 \text{ kg/dm}^3 = 2,3299 \text{ t/m}^3$
  - Agregat (B) =  $2,4131 \text{ kg/dm}^3 = 2,4131 \text{ t/m}^3$
- Berat jenis air adalah  $1,00 \text{ kg/dm}^3 = 1,00 \text{ t/m}^3$

#### 5.3.1. Perhitungan Kebutuhan Bahan per $\text{m}^3$ Batako

Contoh perhitungan untuk variasi I (perbandingan volume antara agregat A dengan agregat B = 85 : 15)

a. Volume padat untuk masing-masing bahan :

- Volume padat semen

$$\text{vol semen} = \frac{1 \times \text{berat satuan semen}}{\text{berat jenis semen}} = \frac{1 \times 1,5200}{3,1500} = 0,4825 \text{ m}^3$$





- Volume padat agregat A

$$\text{vol agr A} = \frac{(7 \times 0,85) \times \text{berat sat agr A}}{\text{berat jenis agr A}} = \frac{5,95 \times 1,4385}{2,3299} = 3,6736 \text{ m}^3$$

- Volume padat agregat B

$$\text{vol agr B} = \frac{(7 \times 0,15) \times \text{berat sat agr B}}{\text{berat jenis agr B}} = \frac{1,05 \times 1,4639}{2,4131} = 0,6370 \text{ m}^3$$

- Volume padat air

$$\text{vol air} = \text{fas} \times \text{berat satuan semen} = 0,38 \times 1,5200 = 0,5776 \text{ m}^3$$

- Udara dalam campuran adalah 10%, untuk campuran beton untuk pemadatan yang tidak baik (*Murdock dan Brook, 1986*).

- Hasil campuran batako =  $(0,4825 + 3,6735 + 0,6370 + 0,5776) \times 1,10$   
 $= 5,9078 \text{ m}^3$

- b. Kebutuhan volume bahan untuk per  $1 \text{ m}^3$  batako :

- Volume semen

$$\text{vol semen} = \frac{1}{5,9078} = 0,169269 = 169,269 \text{ dm}^3$$

- Volume agregat A

$$\text{vol agr A} = \frac{(7 \times 0,85)}{5,9078} = 1,007148 = 1007,148 \text{ dm}^3$$

- Volume agregat B

$$\text{vol agr B} = \frac{(7 \times 0,15)}{5,9078} = 0,177732 = 177,732 \text{ dm}^3$$

- Volume air

$$\text{vol air} = \frac{0,5776}{5,9078} = 0,09770 = 97,770 \text{ dm}^3$$

c. Kebutuhan berat bahan untuk per m<sup>3</sup> batako :

- Berat semen

$$\begin{aligned} W_{\text{semen}} &= \text{vol semen} \times \text{berat sat semen} \\ &= 169,269 \times 1,5200 = 257,288 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Berat agregat A

$$\begin{aligned} W_{\text{agr A}} &= \text{vol agr A} \times \text{berat satuan agr A} \\ &= 1007,148 \times 1,4385 = 1448,783 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Berat agregat B

$$\begin{aligned} W_{\text{agr B}} &= \text{vol agr B} \times \text{berat satuan agr B} \\ &= 177,732 \times 1,4639 = 260,182 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Berat air

$$\begin{aligned} W_{\text{air}} &= \text{fas} \times \text{berat semen} \\ &= 0,38 \times 257,288 = 97,770 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berdasarkan hitungan diatas didapat total berat bahan yang dibutuhkan untuk 1 m<sup>3</sup> batako adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Tot berat bahan} &= \text{berat semen} + \text{berat agr A} + \text{berat agr B} + \text{berat air} \\ &= 257,288 + 1448,783 + 260,182 + 97,770 = 2064,023 \text{ kg} \end{aligned}$$

sehingga berat jenis batako tersebut diperkirakan sebesar 2064,023 kg/m<sup>3</sup>.

### 5.3.2. Perhitungan Kebutuhan Bahan Untuk Satu Adukan Batako

Pada penelitian ini adukan yang dibuat, digunakan untuk pembuatan lima buah benda uji batako tanpa pasir, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 cetakan} &= 37,5 \times 17,5 \times 9,5 \\ &= 6234,375 \text{ cm}^3 = 0,0062 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

*Volume 1 adukan = volume 5 cetakan*

$$= 0,0062 \times 5 = 0,031 \text{ m}^3$$

- Berat semen 1 adukan

$$W_{\text{semen}} \text{ 1 adukan} = \text{vol 1 adukan} \times \text{berat semen}$$

$$= 0,031 \times 257,288 = 7,98 \text{ kg}$$

- Berat agregat A 1 adukan

$$W_{\text{agr A}} \text{ 1 adukan} = \text{vol 1 adukan} \times \text{berat agr A}$$

$$= 0,031 \times 1448,783 = 44,91 \text{ kg}$$

- Berat agregat B 1 adukan

$$W_{\text{agr B}} \text{ 1 adukan} = \text{vol 1 adukan} \times \text{berat agr B}$$

$$= 0,031 \times 260,182 = 8,07 \text{ kg}$$

- Berat air 1 adukan

$$W_{\text{air}} \text{ 1 adukan} = \text{vol 1 adukan} \times \text{berat air}$$

$$= 0,031 \times 97,770 = 3,03 \text{ kg}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka didapat kebutuhan berat bahan yang akan digunakan dalam satu adukan yaitu semen : agregat A : agregat B : air, kebutuhan tersebut sebesar 7,98 kg; 44,91 kg; 8,07 kg; 3,03 kg.

Kebutuhan bahan untuk tiap-tiap variasi benda uji batako tanpa pasir dapat dilihat seperti pada tabel 5.5 dibawah ini.

**Tabel 5.5. Kebutuhan campuran batako tanpa pasir dalam 1 adukan**

Variasi	Persen agregat		Berat Semen (kg)	Berat agregat		Berat air (kg)
	agr A (%)	agr B (%)		agr A (kg)	agr B (kg)	
I	85	15	7.98	44.91	8.07	3.03
II	83	17	7.98	43.87	9.14	3.03
III	81	19	7.98	42.82	10.22	3.03
IV	79	21	7.98	41.78	11.30	3.03
V	77	23	7.98	40.73	12.38	3.03
VI	75	25	7.99	39.68	13.46	3.04
VII	73	27	7.99	38.64	14.54	3.04
VIII	71	29	7.99	37.59	15.62	3.04
IX	69	31	7.99	36.54	16.71	3.04
X	67	33	8.00	35.49	17.79	3.04
Total			79.86	402.05	129.24	30.35

#### 5.4. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam beberapa tahap, diantaranya adalah pengadukan, pencetakan, perawatan dan pengujian benda uji.

##### 5.4.1. Pengadukan Bahan

Pada tahap pengadukan bahan, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengadukan disiapkan terlebih dahulu supaya pengadukan yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar.

2. Untuk bahan (semen, agregat A, agregat B dan air) disiapkan sesuai dengan kebutuhan adukannya. Sebelumnya agregat yang akan digunakan dalam pengadukan disiram dahulu dengan air, kemudian agregat yang disiram tadi dijemur sebentar sampai permukaan butirannya memenuhi persyaratan *saturated surface dry* (SSD).
3. Pengadukan dilakukan secara manual yaitu dengan cara agregat A dan agregat B dicampur dan selanjutnya diaduk sampai rata, kemudian dimasukkan semen sedikit demi sedikit. Selama semen dituang dalam adonan, pengadukan tetap dilakukan sehingga agregat dan semen dapat tercampur dengan rata.
4. Setelah itu dimasukkan air sedikit demi sedikit. Pengadukan dilakukan sampai adukan tersebut menjadi homogen.

Untuk lebih jelasnya, proses pengadukan bahan pada pembuatan batako tanpa pasir dapat dilihat seperti pada gambar 5.1 berikut ini.



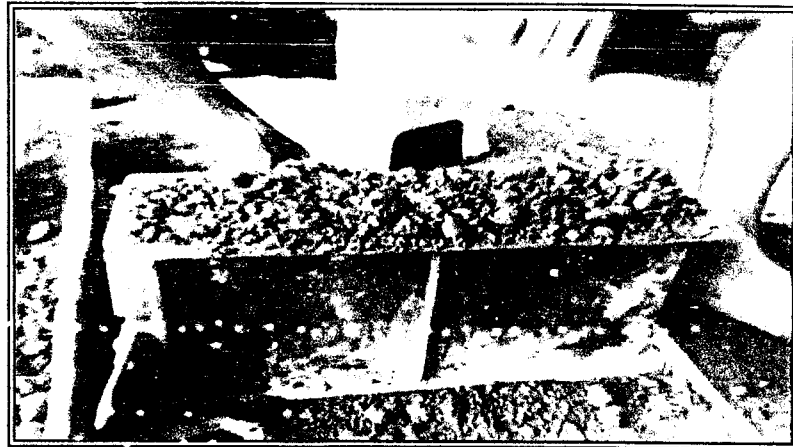
*Gambar 5.1. Proses pengadukan bahan*

#### 5.4.2. Pencetakan dan Perawatan Benda Uji

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut :

1. Cetakan yang akan digunakan diolesi dengan oli pada bagian dalamnya, hal ini dilakukan dengan maksud agar adukan batako yang dipadatkan tidak menempel pada cetakan dan hasilnya nanti mudah dibuka.
2. Setelah pengadukan selesai, cetakan yang telah diolesi oli tersebut diletakkan didekat tempat pengadukan.
3. Adukan yang telah homogen tadi dimasukkan kedalam cetakan secara bertahap. Pada saat adukan mencapai  $\frac{1}{3}$  tinggi cetakan adukan ditumbuk dengan alat penumbuk (plat penumbuk, martil dan kayu). hal ini juga dilakukan pada saat adukan mencapai  $\frac{2}{3}$  tinggi cetakan dan pada saat cetakan penuh. Setelah adukan memenuhi cetakan kemudian diratakan dengan cetok yang sebelumnya dibasahi air.
4. Cetakan yang telah terisi adukan padat kemudian dibuka dan hasilnya diangin-anginkan sampai kering ( $\pm 24$  jam). Setelah batako tersebut kering kemudian diberi tanda sesuai dengan variasi gradasinya kemudian diangkat dan ditaruh ditempat yang telah disiapkan.
5. Setelah batako diangkat dan ditaruh ditempat yang telah disediakan kemudian dilakukan perawatan pada batako tersebut. Perawatan yang dilakukan selama 28 hari yaitu dengan menyiram atau membasahi batako dengan air dua kali dalam sehari dalam waktu enam jam sekali.

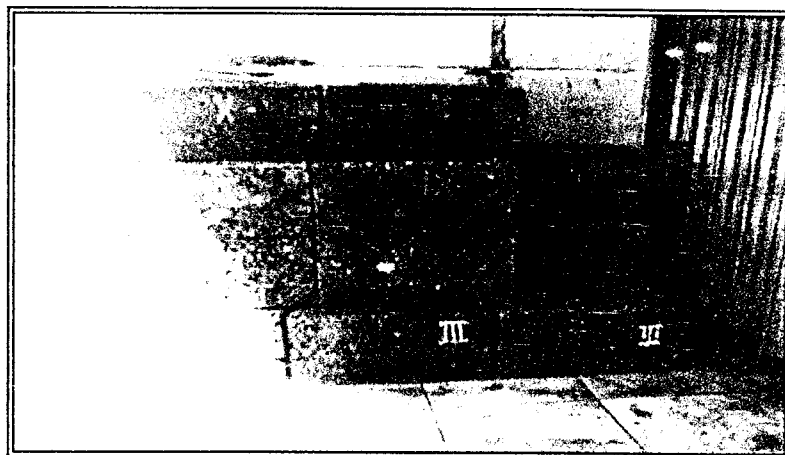
Untuk lebih jelasnya, proses pencetakan dan perawatan benda uji batako tanpa pasir dapat dilihat pada gambar berikut ini.



*Gambar 5.2. Proses pemadatan sampel*



*Gambar 5.3. Proses perataan sampel*



*Gambar 5.4. Proses perawatan sampel*



*Gambar 5.5. Proses pembasahan sampel*

#### **5.4.3. Pengujian Benda Uji**

Pengujian dilakukan hanya pada kuat desaknya saja dan pengujian dilakukan pada umur batako 28 hari. Sebelum pengujian dilakukan, benda uji batako tanpa pasir tersebut diukur dimensi, volume dan beratnya. Setelah data dari benda uji tersebut diketahui, kemudian benda uji batako tanpa pasir tersebut diletakkan didekat alat uji atau mesin desak agar mudah dalam penyiapan sebelum diuji. Setelah itu dilakukan pengujian, yaitu dengan cara sebagai berikut :

1. Benda uji diletakkan tepat berada ditengah-tengah dari blok penekan mesin desak, hal ini dilakukan agar beban desak yang diterima oleh benda uji dapat terbagi secara merata.
2. Setelah benda uji terletak tepat ditengah, kemudian pada bagian atas benda uji diberi tutup dengan balok kayu dan plat baja agar besi penekan dapat memberi beban secara merata.
3. Kemudian mesin uji desak dioperasikan atau dijalankan sampai benda uji mengalami kehancuran atau menerima beban desak yang maksimal.



Hasil pengamatan pengujian desak pada batako tanpa pasir untuk masing-masing variasi gradasi agregatnya adalah sebagai berikut :

❖ Pengujian pada variasi I

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi I (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 85 : 15) menghasilkan berat batako rata-rata sebesar 10.36 kg, sedangkan untuk kuat desak rata-rata yang dimiliki benda uji variasi I ini adalah sebesar 2.232 MPa. Untuk lebih jelasnya pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk setiap benda uji dari variasi I dapat dilihat pada tabel 5.6 dibawah ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 5.

**Tabel 5.6.1 Data Pemeriksaan Dimensi dan Berat Volume Variasi I**

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/dm <sup>3</sup> )	Kerataan Permukaan
I - 1	3,75	0,93	1,74	10,70	6,07	1,76	92
I - 2	3,75	0,91	1,71	10,30	5,58	1,77	90
I - 3	3,75	0,95	1,73	10,90	6,16	1,77	95
I - 4	3,75	0,93	1,73	9,90	6,03	1,64	90
I - 5	3,75	0,93	1,72	10,00	6,00	1,67	90
Berat volume rerata (kg/dm <sup>3</sup> )						1,72	

Contoh perhitungan →  $Volume = panjang \times lebar \times tinggi$

$$= 3,75 \times 0,93 \times 1,74 = 6,07 \text{ dm}^3$$

$$\rightarrow \text{Berat volume} = \frac{\text{berat batako}}{\text{volume batako}}$$

$$= \frac{10,70}{6,07} = 1,76 \text{ kg / dm}^3$$

**Tabel 5.6.2 Kekuatan Desak Benda Uji Variasi I**

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Beban Maks (kgf)	Kuat desak (MPa)
I - 1	37,50	9,30	348,75	10,70	9142,63	2,622
I - 2	37,50	9,10	341,25	10,30	5913,10	1,733
I - 3	37,50	9,50	356,25	10,90	11133,08	3,125
I - 4	37,50	9,30	348,75	9,90	7177,13	2,058
I - 5	37,50	9,30	348,75	10,00	5664,60	1,624
Kuat Desak Rerata (MPa)				10,36	7806,11	2,232

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji batako tanpa pasir

dalam satuan MPa adalah sebagai berikut :

$$\rightarrow \text{Luas permukaan benda uji (A)} = \text{panjang} \times \text{lebar}$$

$$= 37,5 \times 9,3 \text{ cm}^2$$

$$= 348,75 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \text{Beban maksimal (P)} = 9142,63 \text{ kg}$$

$$\rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{9142,63}{348,75}$$

$$= 26,22 \text{ kg/cm}^2 = 2,622 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami menerima beban maksimal atau kehancuran pada bagian-bagian tertentu ini disebabkan karena proses pemadatan kurang sempurna atau batako sudah tidak kuat menahan beban desak yang diberikan mesin uji. Kehancuran yang terjadi

pada batako tanpa pasir ini sebagian besar disebabkan oleh agregat yang digunakan tidak terlalu kuat menahan beban desak, karena agregat yang dipakai terdiri dari limbah atau bangunan yaitu pecahan batu bata dan plesteran.

❖ Pengujian pada variasi II

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi II (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 83 : 17) menghasilkan berat batako rata-rata sebesar 11,04 kg, sedangkan untuk kuat desak rata-rata yang dimiliki benda uji variasi II ini adalah sebesar 2,970 MPa. Untuk lebih jelasnya pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk setiap benda uji dari variasi II dapat dilihat pada tabel 5.7 dibawah ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 6.

**Tabel 5.7.1 Data Pemeriksaan Dimensi dan Berat Volume Variasi II**

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/dm <sup>3</sup> )	Kerataan Permukaan
II - 1	3,75	0,92	1,71	11,40	5,90	1,93	97
II - 2	3,75	0,94	1,75	11,40	6,17	1,85	97
II - 3	3,75	0,93	1,74	11,60	6,07	1,91	97
II - 4	3,75	0,93	1,75	11,40	6,10	1,70	94
II - 5	3,75	0,93	1,74	11,40	6,07	1,71	94
Berat volume rerata (kg/dm <sup>3</sup> )						1,82	

Contoh perhitungan →  $Volume = panjang \times lebar \times tinggi$

$$= 3,75 \times 0,92 \times 1,71 = 5,90 \text{ dm}^3$$

$$\rightarrow \text{Berat volume} = \frac{\text{berat batako}}{\text{volume batako}}$$

$$= \frac{11,40}{5,90} = 1,93 \text{ kg/dm}^3$$

**Tabel 5.7.2 Kekuatan Desak Benda Uji Variasi II**

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Beban Maks (kgf)	Kuat desak (MPa)
II - 1	37,50	9,20	345,00	11,40	12593,46	3,650
II - 2	37,50	9,40	352,50	11,40	12243,79	3,473
II - 3	37,50	9,30	348,75	11,60	10531,65	3,020
II - 4	37,50	9,30	348,75	11,40	8145,60	2,336
II - 5	37,50	9,30	348,75	11,40	8276,48	2,373
Kuat Desak Rerata (MPa)				11,04	10358,20	2,970

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji batako tanpa pasir dalam satuan MPa adalah sebagai berikut :

$$\rightarrow \text{Luas permukaan benda uji (A)} = \text{panjang} \times \text{lebar}$$

$$= 37,5 \times 9,2$$

$$= 345,00 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \text{Beban maksimal (P)} = 12593,46 \text{ kg}$$

$$\rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{12593,46}{345,00}$$

$$= 36,50 \text{ kg/cm}^2 = 3,650 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami menerima beban maksimal atau kehancuran pada bagian-bagian tertentu ini disebabkan karena proses pemadatan kurang sempurna atau batako sudah tidak kuat menahan beban desak yang diberikan mesin uji. Kehancuran yang terjadi pada batako tanpa pasir ini sebagian besar disebabkan oleh agregat yang

digunakan tidak terlalu kuat menahan beban desak, karena agregat yang dipakai terdiri dari limbah atau bangunan yaitu pecahan batu bata dan plesteran.

❖ Pengujian pada variasi III

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi III (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 81 : 19) menghasilkan berat batako rata-rata sebesar 10,64 kg, sedangkan untuk kuat desak rata-rata yang dimiliki benda uji variasi III ini adalah sebesar 2,122 MPa. Untuk lebih jelasnya pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk setiap benda uji dari variasi III dapat dilihat pada tabel 5.8 dibawah ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 7.

**Tabel 5.8.1 Data Pemeriksaan Dimensi dan Berat Volume Variasi III**

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/dm <sup>3</sup> )	Kerataan Permukaan
III - 1	3,75	0,94	1,75	10,70	6,17	1,73	90
III - 2	3,75	0,91	1,75	10,50	5,97	1,76	90
III - 3	3,75	0,93	1,74	10,70	6,07	1,76	90
III - 4	3,75	0,92	1,73	10,60	5,97	1,70	90
III - 5	3,75	0,93	1,74	10,70	6,07	1,76	94
Berat volume rerata (kg/dm <sup>3</sup> )						1,76	

Contoh perhitungan →  $Volume = panjang \times lebar \times tinggi$

$$= 3,75 \times 0,94 \times 1,75 = 6,17 \text{ dm}^3$$

$$\rightarrow \text{Berat volume} = \frac{\text{berat batako}}{\text{volume batako}}$$

$$= \frac{10,70}{6,17} = 1,73 \text{ kg/dm}^3$$

**Tabel 5.8.2 Kekuatan Desak Benda Uji Variasi III**

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Beban Maks (kgf)	Kuat desak (MPa)
III - 1	37,50	9,40	352,50	10,70	7360,35	2,088
III - 2	37,50	9,10	341,25	10,50	5341,55	1,565
III - 3	37,50	9,30	348,75	10,70	7805,33	2,238
III - 4	37,50	9,20	345,00	10,60	6705,98	1,944
III - 5	37,50	9,30	348,75	10,70	9669,88	2,773
Kuat Desak Rerata (MPa)				10,64	7376,88	2,122

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji batako tanpa pasir

dalam satuan MPa adalah sebagai berikut :

$$\rightarrow \text{Luas permukaan benda uji (A)} = \text{panjang} \times \text{lebar}$$

$$= 37,5 \times 9,4$$

$$= 352,50 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \text{Beban Maksimal (P)} = 7360,35 \text{ kg}$$

$$\rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{7360,35}{352,50}$$

$$= 20,88 \text{ kg/cm}^2 = 2,088 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami menerima beban maksimal atau kehancuran pada bagian-bagian tertentu ini disebabkan karena proses pemadatan kurang sempurna atau batako sudah tidak kuat menahan beban desak yang diberikan mesin uji. Kehancuran yang terjadi

pada batako tanpa pasir ini sebagian besar disebabkan oleh agregat yang digunakan tidak terlalu kuat menahan beban desak, karena agregat yang dipakai terdiri dari limbah atau bangunan yaitu pecahan batu bata dan plesteran.

❖ Pengujian pada variasi IV

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi IV (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 79 : 21) menghasilkan berat batako rata-rata sebesar 10,56 kg, sedangkan untuk kuat desak rata-rata yang dimiliki benda uji variasi IV ini adalah sebesar 2,011 MPa. Untuk lebih jelasnya pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk setiap benda uji dari variasi IV dapat dilihat pada tabel 5.9 dibawah ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 8.

**Tabel 5.9.1 Data Pemeriksaan Dimensi dan Berat Volume Variasi IV**

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/dm <sup>3</sup> )	Kerataan Permukaan
IV - 1	3,75	0,93	1,73	10,00	6,03	1,82	92
IV - 2	3,75	0,92	1,74	10,80	6,00	1,80	90
IV - 3	3,75	0,93	1,75	10,50	6,10	1,72	90
IV - 4	3,75	0,92	1,72	10,30	5,93	1,74	94
IV - 5	3,75	0,93	1,75	11,20	6,10	1,84	90
Berat volume rerata (kg/dm <sup>3</sup> )						1,78	

Contoh perhitungan →  $Volume = panjang \times lebar \times tinggi$

$$= 3,75 \times 0,93 \times 1,73 = 6,03 \text{ dm}^3$$

$$\rightarrow \text{Berat volume} = \frac{\text{berat batako}}{\text{volume batako}}$$

$$= \frac{10,00}{6,03} = 1,82 \text{ kg/dm}^3$$

**Tabel 5.9.2 Kekuatan Desak Benda Uji Variasi IV**

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Beban Maks (kgf)	Kuat desak (MPa)
IV - 1	37,50	9,30	348,75	10,00	8093,25	2,321
IV - 2	37,50	9,20	345,00	10,80	6111,90	1,772
IV - 3	37,50	9,30	348,75	10,50	6211,30	1,781
IV - 4	37,50	9,20	345,00	10,30	9117,52	2,643
IV - 5	37,50	9,30	348,75	11,20	5366,40	1,539
Kuat Desak Rerata (MPa)				10,56	6980,07	2,011

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji batako tanpa pasir dalam satuan MPa adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Luas permukaan benda uji (A)} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 37,5 \times 9,3 \\ &= 348,75 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\rightarrow = \text{Beban maksimal (P)} = 8093,25 \text{ kg}$$

$$\rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{8093,25}{348,75}$$

$$= 23,21 \text{ kg/cm}^2 = 2,321 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami menerima beban maksimal atau kehancuran pada bagian-bagian tertentu ini disebabkan karena proses pemadatan kurang sempurna atau batako sudah tidak kuat menahan beban desak yang diberikan mesin uji. Kehancuran yang terjadi



pada batako tanpa pasir ini sebagian besar disebabkan oleh agregat yang digunakan tidak terlalu kuat menahan beban desak, karena agregat yang dipakai terdiri dari limbah atau bangunan yaitu pecahan batu bata dan plesteran.

❖ Pengujian pada variasi V

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi V (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 77 : 23) menghasilkan berat batako rata-rata sebesar 10,58 kg, sedangkan untuk kuat desak rata-rata yang dimiliki benda uji variasi V ini adalah sebesar 2,266 MPa. Untuk lebih jelasnya pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk setiap benda uji dari variasi V dapat dilihat pada tabel 5.10 dibawah ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 9.

**Tabel 5.10.1 Data Pemeriksaan Dimensi dan Berat Volume Variasi V**

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/dm <sup>3</sup> )	Kerataan Permukaan
V - 1	3,75	0,93	1,71	10,70	5,96	1,79	94
V - 2	3,75	0,92	1,72	10,80	5,93	1,82	92
V - 3	3,75	0,93	1,75	10,50	6,10	1,74	94
V - 4	3,75	0,92	1,74	10,40	6,00	1,73	90
V - 5	3,75	0,94	1,72	10,40	6,06	1,72	90
Berat volume rerata (kg/dm <sup>3</sup> )						1,76	

Contoh perhitungan →  $Volume = panjang \times lebar \times tinggi$

$$= 3,75 \times 0,93 \times 1,71 = 5,96 \text{ dm}^3$$

$$\rightarrow \text{Berat volume} = \frac{\text{berat batako}}{\text{volume batako}}$$

$$= \frac{10,70}{5,96} = 1,79 \text{ kg/dm}^3$$

**Tabel 5.10.2 Kekuatan Desak Benda Uji Variasi V**

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Beban Maks (kgf)	Kuat desak (MPa)
V - 1	37,50	9,30	348,75	10,70	9996,28	2,866
V - 2	37,50	9,20	345,00	10,80	8941,77	2,592
V - 3	37,50	9,30	348,75	10,60	9167,73	2,629
V - 4	37,50	9,20	345,00	10,40	5838,55	1,692
V - 5	37,50	9,40	352,50	10,40	5465,80	1,551
Kuat Desak Rerata (MPa)				10,58	7882,03	2,266

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji batako tanpa pasir dalam satuan MPa adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \rightarrow \text{Luas permukaan benda uji (A)} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\
 &= 37,5 \times 9,3 \text{ cm}^2 \\
 &= 348,75 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\rightarrow \text{Beban maksimal (P)} = 9996,28 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 \rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{9996,28}{348,75} \\
 &= 28,66 \text{ kg/cm}^2 = 2,866 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami menerima beban maksimal atau kehancuran pada bagian-bagian tertentu ini disebabkan karena proses pemadatan kurang sempurna atau batako sudah tidak kuat menahan beban desak yang diberikan mesin uji. Kehancuran yang terjadi

pada batako tanpa pasir ini sebagian besar disebabkan oleh agregat yang digunakan tidak terlalu kuat menahan beban desak, karena agregat yang dipakai terdiri dari limbah atau bangunan yaitu pecahan batu bata dan plesteran.

❖ Pengujian pada variasi VI

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi VI (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 75 : 25) menghasilkan berat batako rata-rata sebesar 10,36 kg, sedangkan untuk kuat desak rata-rata yang dimiliki benda uji variasi VI ini adalah sebesar 2,533 MPa. Untuk lebih jelasnya pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk setiap benda uji dari variasi VI dapat dilihat pada tabel 5.11 dibawah ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 10.

**Tabel 5.11.1 Data Pemeriksaan Dimensi dan Berat Volume Variasi VI**

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/dm <sup>3</sup> )	Kerataan Pernukaan
VI - 1	3,75	0,94	1,74	10,50	6,13	1,71	92
VI - 2	3,75	0,94	1,75	10,90	6,17	1,77	97
VI - 3	3,75	0,94	1,75	10,50	6,17	1,70	92
VI - 4	3,75	0,94	1,75	9,80	6,17	1,59	92
VI - 5	3,75	0,92	1,74	10,10	6,00	1,68	91
Berat volume rerata (kg/dm <sup>3</sup> )						1,69	

Contoh perhitungan →  $Volume = panjang \times lebar \times tinggi$

$$= 3,75 \times 0,94 \times 1,74 = 6,13 \text{ dm}^3$$

$$\rightarrow \text{Berat volume} = \frac{\text{berat batako}}{\text{volume batako}}$$

$$= \frac{10,50}{6,13} = 1,71 \text{ kg/dm}^3$$

**Tabel 5.11.2 Kekuatan Desak Benda Uji Variasi VI**

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Beban Maks (kgf)	Kuat desak (MPa)
VI - 1	37,50	9,40	352,50	10,50	8841,34	2,508
VI - 2	37,50	9,40	352,50	10,90	10247,36	2,907
VI - 3	37,50	9,40	352,50	10,50	7255,65	2,058
VI - 4	37,50	9,40	352,50	9,80	7883,85	2,237
VI - 5	37,50	9,20	345,00	10,10	10197,14	2,956
Kuat Desak Rerata (MPa)				10,36	8885,07	2,533

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji batako tanpa pasir dalam satuan MPa adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Luas permukaan benda uji (A)} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 37,5 \times 9,4 \text{ cm}^2 \\ &= 352,50 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\rightarrow \text{Beban maksimal (P)} = 8841,34 \text{ kg}$$

$$\rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{8841,34}{352,50}$$

$$= 25,08 \text{ kg/cm}^2 = 2,508 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami menerima beban maksimal atau kehancuran pada bagian-bagian tertentu ini disebabkan karena proses pematatan kurang sempurna atau batako sudah tidak

kuat menahan beban desak yang diberikan mesin uji. Kehancuran yang terjadi pada batako tanpa pasir ini sebagian besar disebabkan oleh agregat yang digunakan tidak terlalu kuat menahan beban desak, karena agregat yang dipakai terdiri dari limbah atau bangunan yaitu pecahan batu bata dan plesteran.

❖ Pengujian pada variasi VII

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi VII (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 73 : 27) menghasilkan berat batako rata-rata sebesar 10.88 kg, sedangkan untuk kuat desak rata-rata yang dimiliki benda uji variasi VII ini adalah sebesar 2,047 MPa. Untuk lebih jelasnya pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk setiap benda uji dari variasi VII dapat dilihat pada tabel 5.12 dibawah ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 11.

**Tabel 5.12.1 Data Pemeriksaan Dimensi dan Berat Volume Variasi VII**

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/dm <sup>3</sup> )	Kerataan Permukaan
VII - 1	3,75	0,92	1,75	10,60	6,04	1,75	92
VII - 2	3,75	0,94	1,75	11,20	6,17	1,81	92
VII - 3	3,75	0,95	1,75	10,70	6,23	1,72	92
VII - 4	3,75	0,93	1,74	10,90	6,07	1,79	90
VII - 5	3,75	0,94	1,74	11,00	6,13	1,79	92
Berat volume rerata (kg/dm <sup>3</sup> )						1,77	

Contoh perhitungan →  $Volume = panjang \times lebar \times tinggi$

$$= 3,75 \times 0,92 \times 1,75 = 6,04 \text{ dm}^3$$

$$\rightarrow \text{Berat volume} = \frac{\text{berat batako}}{\text{volume batako}}$$

$$= \frac{10,60}{6,04} = 1,75 \text{ kg / dm}^3$$

**Tabel 5.12.2 Kekuatan Desak Benda Uji Variasi VII**

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Beban Maks (kgf)	Kuat desak (MPa)
VII - 1	37,50	9,20	345,00	10,60	9017,09	2,614
VII - 2	37,50	9,40	352,50	11,20	7281,83	2,066
VII - 3	37,50	9,50	356,25	10,70	5515,50	1,548
VII - 4	37,50	9,30	348,75	10,90	7089,11	2,033
VII - 5	37,50	9,40	352,50	11,00	6967,73	1,977
Kuat Desak Rerata (MPa)				10,88	7174,25	2,047

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji batako tanpa pasir dalam satuan MPa adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Luas permukaan benda uji (A)} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 37,5 \times 9,2 \text{ cm}^2 \\ &= 345,00 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\rightarrow \text{Beban maksimal (P)} = 9017,09 \text{ kg}$$

$$\rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{9017,09}{345,00}$$

$$= 20,47 \text{ kg/cm}^2 = 2,047 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami menerima beban maksimal atau kehancuran pada bagian-bagian tertentu ini disebabkan karena proses pemadatan kurang sempurna atau batako sudah tidak kuat menahan beban desak yang diberikan mesin uji. Kehancuran yang terjadi

pada batako tanpa pasir ini sebagian besar disebabkan oleh agregat yang digunakan tidak terlalu kuat menahan beban desak, karena agregat yang dipakai terdiri dari limbah atau bangunan yaitu pecahan batu bata dan plesteran.

❖ Pengujian pada variasi VIII

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi VIII (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 71 : 29) menghasilkan berat batako rata-rata sebesar 11.16 kg, sedangkan untuk kuat desak rata-rata yang dimiliki benda uji variasi VIII ini adalah sebesar 3,027 MPa. Untuk lebih jelasnya pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk setiap benda uji dari variasi VIII dapat dilihat pada tabel 5.13 dibawah ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 12.

**Tabel 5.13.1 Data Pemeriksaan Dimensi dan Berat Volume Variasi VIII**

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/dm <sup>3</sup> )	Kerataan Permukaan
VII - 1	3,75	0,93	1,70	10,20	5,93	1,72	92
VII - 2	3,75	0,92	1,73	11,30	5,97	1,89	92
VII - 3	3,75	0,95	1,72	11,30	6,13	1,84	97
VII - 4	3,75	0,94	1,74	11,90	6,17	1,94	97
VII - 5	3,75	0,94	1,72	11,10	6,03	1,83	97
Berat volume rerata (kg/dm <sup>3</sup> )						1,84	

Contoh perhitungan →  $Volume = panjang \times lebar \times tinggi$

$$= 3,75 \times 0,93 \times 1,70 = 5,93 \text{ dm}^3$$

$$\rightarrow \text{Berat volume} = \frac{\text{berat batako}}{\text{volume batako}}$$

$$= \frac{10,20}{5,93} = 1,72 \text{ kg / dm}^3$$

**Tabel 5.13.2 Kekuatan Desak Benda Uji Variasi VIII**

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Beban Maks (kgf)	Kuat desak (MPa)
VIII - 1	37,50	9,30	348,75	10,20	9067,30	2,600
VIII - 2	37,50	9,20	345,00	11,30	8715,80	2,526
VIII - 3	37,50	9,50	356,25	11,30	11534,03	3,238
VIII - 4	37,50	9,40	352,50	11,90	11689,95	3,316
VIII - 5	37,50	9,40	352,50	11,10	12180,00	3,455
Kuat Desak Rerata (MPa)				11,16	10637,42	3,027

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji batako tanpa pasir dalam satuan MPa adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Luas permukaan benda uji (A)} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 37,5 \times 9,3 \text{ cm}^2 \\ &= 348,75 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\rightarrow \text{Beban maksimal (P)} = 9067,30 \text{ kg}$$

$$\rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{9067,30}{348,75}$$

$$= 26,00 \text{ kg/cm}^2 = 2,600 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami menerima beban maksimal atau kehancuran pada bagian-bagian tertentu ini disebabkan karena proses pemadatan kurang sempurna atau batako sudah tidak kuat menahan beban desak yang diberikan mesin uji. Kehancuran yang terjadi



pada batako tanpa pasir ini sebagian besar disebabkan oleh agregat yang digunakan tidak terlalu kuat menahan beban desak, karena agregat yang dipakai terdiri dari limbah atau bangunan yaitu pecahan batu bata dan plesteran.

❖ Pengujian pada variasi IX

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi IX (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 69 : 31) menghasilkan berat batako rata-rata sebesar 11,26 kg, sedangkan untuk kuat desak rata-rata yang dimiliki benda uji variasi IX ini adalah sebesar 3,263 MPa. Untuk lebih jelasnya pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk setiap benda uji dari variasi IX dapat dilihat pada tabel 5.14 dibawah ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 13.

**Tabel 5.14.1 Data Pemeriksaan Dimensi dan Berat Volume Variasi IX**

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/dm <sup>3</sup> )	Keiataan Permukaan
IX - 1	3,75	0,94	1,75	11,50	6,17	1,86	97
IX - 2	3,75	0,94	1,75	11,30	6,17	1,83	97
IX - 3	3,75	0,92	1,71	11,00	5,90	1,86	97
IX - 4	3,75	0,93	1,72	11,00	6,00	1,83	97
IX - 5	3,75	0,93	1,74	11,50	6,07	1,89	97
Berat volume rerata (kg/dm <sup>3</sup> )						1,85	

Contoh perhitungan →  $Volume = panjang \times lebar \times tinggi$

$$= 3,75 \times 0,94 \times 1,75 = 6,17 \text{ dm}^3$$

$$\rightarrow \text{Berat volume} = \frac{\text{berat batako}}{\text{volume batako}}$$

$$= \frac{11,50}{6,17} = 1,86 \text{ kg/dm}^3$$

pada batako tanpa pasir ini sebagian besar disebabkan oleh agregat yang digunakan tidak terlalu kuat menahan beban desak, karena agregat yang dipakai terdiri dari limbah atau bangunan yaitu pecahan batu bata dan plesteran.

❖ Pengujian pada variasi X

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi X (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 67 : 33) menghasilkan berat batako rata-rata sebesar 11,50 kg, sedangkan untuk kuat desak rata-rata yang dimiliki benda uji variasi X ini adalah sebesar 3,367 MPa. Untuk lebih jelasnya pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk setiap benda uji dari variasi X dapat dilihat pada tabel 5.15 dibawah ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 14.

**Tabel 5.15.1 Data Pemeriksaan Dimensi dan Berat Volume Variasi X**

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/dm <sup>3</sup> )	Kerataan Permukaan
X - 1	3,75	0,95	1,73	11,40	6,16	1,85	97
X - 2	3,75	0,95	1,75	11,10	6,23	1,78	97
X - 3	3,75	0,94	1,75	11,50	6,17	1,86	97
X - 4	3,75	0,94	1,75	11,80	6,17	1,91	98
X - 5	3,75	0,94	1,74	12,00	6,13	1,96	98
Berat volume rerata (kg/dm <sup>3</sup> )						1,87	

Contoh perhitungan →  $Volume = panjang \times lebar \times tinggi$

$$= 3,75 \times 0,95 \times 1,73 = 6,16 \text{ dm}^3$$

$$\rightarrow \text{Berat volume} = \frac{\text{berat batako}}{\text{volume batako}}$$

$$= \frac{11,40}{6,16} = 1,85 \text{ kg/dm}^3$$

Tabel 5.15.2 Kekuatan Desak Benda Uji Variasi X

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Beban Maks (kgf)	Kuat desak (MPa)
X - 1	37,50	9,50	356,25	11,40	9895,85	2,778
X - 2	37,50	9,50	356,25	11,10	10844,62	3,044
X - 3	37,50	9,40	352,50	11,50	11912,70	3,379
X - 4	37,50	9,40	352,50	11,50	13542,80	3,842
X - 5	37,50	9,40	352,50	12,00	13368,03	3,792
Kuat Desak Rerata (MPa)				11,50	11912,80	3,367

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji batako tanpa pasir dalam satuan MPa adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Luas permukaan benda uji (A)} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 37,5 \times 9,5 \text{ cm}^2 \\ &= 356,25 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\rightarrow \text{Beban maksimal (P)} = 9895,85 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{9895,85}{356,25} \\ &= 27,78 \text{ kg/cm}^2 = 2,778 \text{ MPa} \end{aligned}$$

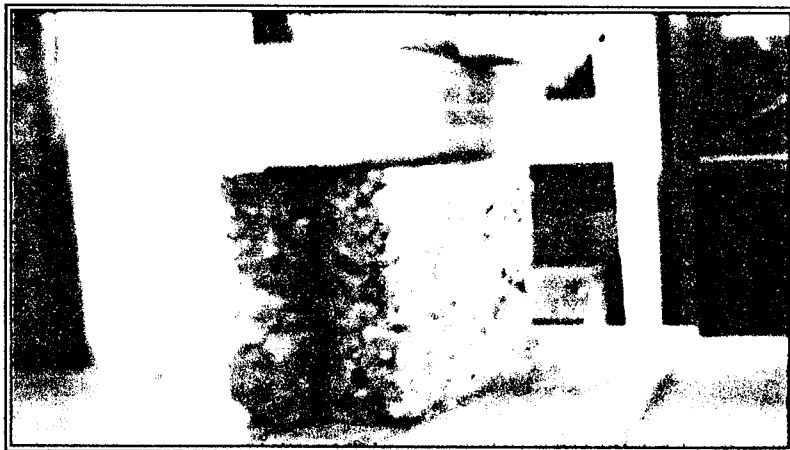
Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami menerima beban maksimal atau kehancuran pada bagian-bagian tertentu ini disebabkan karena proses pemadatan kurang sempurna atau batako sudah tidak

kuat menahan beban desak yang diberikan mesin uji. Kehancuran yang terjadi pada batako tanpa pasir ini sebagian besar disebabkan oleh agregat yang digunakan tidak terlalu kuat menahan beban desak, karena agregat yang dipakai terdiri dari limbah atau bangunan yaitu pecahan batu bata dan plesteran.

Untuk lebih jelasnya, proses pengujian sampel batako tanpa pasir dapat dilihat pada gambar berikut ini.



*Gambar 5.6. Proses pengujian sampel*



*Gambar 5.7. Proses pengujian sampel*



*Gambar 5.8. Proses pengujian sampel*



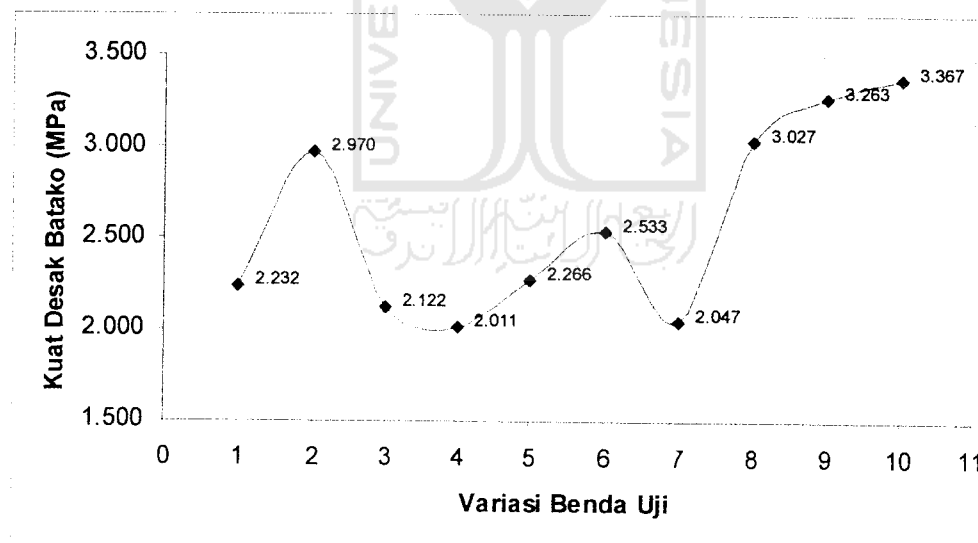
*Gambar 5.9. Proses pengujian sampel*

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui pengaruh nilai dari kekuatan desak dan berat dari benda uji batako tanpa pasir untuk setiap variasi gradasinya. Untuk lebih jelasnya besar dari nilai-nilai tersebut dapat dilihat pada tabel 5.16 berikut ini.

**Tabel 5.16. Kuat desak, berat volume dan berat rata-rata batako tanpa pasir**

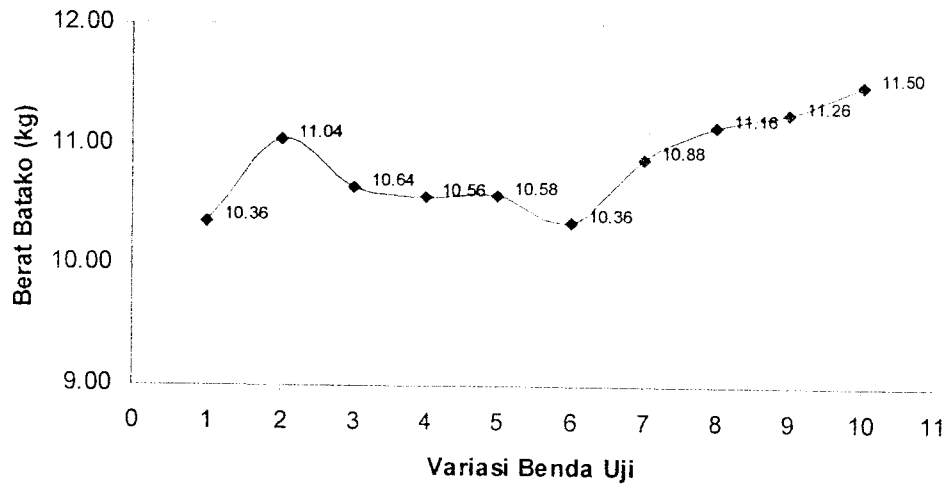
Variasi	Kuat Desak Rata-Rata (MPa)	Berat Volume Rata-Rata (kg/ dm <sup>3</sup> )	Berat Batako Rata-Rata (kg)
I	2,232	1,72	10,36
II	2,970	1,82	11,04
III	2,122	1,76	10,64
IV	2,011	1,78	10,56
V	2,266	1,76	10,58
VI	2,533	1,69	10,36
VII	2,047	1,77	10,88
VIII	3,027	1,84	11,16
IX	3,263	1,85	11,26
X	3,367	1,87	11,50

Dari tabel 5.16 diatas, dapat digambarkan grafik hubungan antara kuat desak rata-rata dengan variasi gradasi agregat batako tanpa pasir seperti yang terlihat pada gambar 5.10 berikut ini.



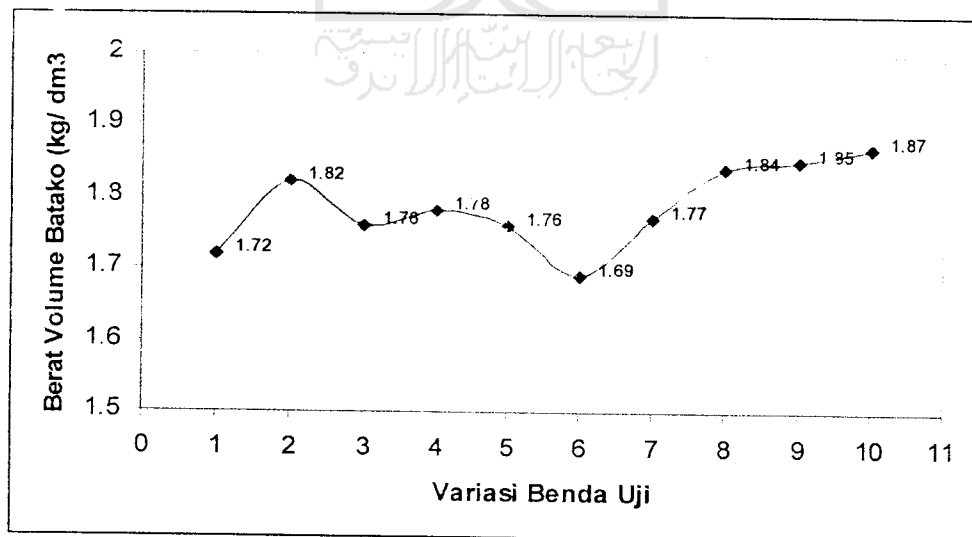
*Gambar 5.10. Grafik hubungan antara kuat desak rata-rata batako tanpa pasir dengan variasi gradasi agregatnya.*

Kemudian dari tabel 5.16 diatas juga dapat dibuat grafik hubungan antara berat rata-rata batako tanpa pasir dengan variasi gradasi agregatnya seperti yang terlihat pada gambar 5.11 dibawah ini.



Gambar 5.11. Grafik hubungan antara berat rata-rata batako tanpa pasir dengan variasi gradasi agregatnya.

Kemudian dari tabel 5.16 di atas juga dapat dibuat grafik hubungan antara berat volume rata-rata batako tanpa pasir dengan variasi gradasi agregatnya seperti yang terlihat pada gambar 5.12 dibawah ini.



Gambar 5.12. Grafik hubungan antara berat volume rata-rata batako tanpa pasir dengan variasi gradasi agregatnya.

### 5.5. Pembahasan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai kuat desak batako tanpa pasir dengan variasi gradasi agregat limbah bangunan (dalam hal ini sampel yang dipakai adalah limbah bangunan pasca gempa yang berasal dari Klaten) yang digunakan untuk campuran pembuatan batako didapat hasil sebagai berikut :

1. Pengujian batako tanpa pasir dari variasi I sampai X, hasilnya semua dapat memenuhi persyaratan Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI, 1982), yaitu mampu menahan beban desak 2,00 s/d 3,50 MPa dan termasuk dalam jenis batako A1. Batako tersebut tidak bisa memenuhi kekuatan desak 3,50 s/d 5,00 MPa (A2), 5,00 s/d 7,00 MPa (B1) dan  $> 7,00$  MPa (B2) karena bahan/ agregat yang digunakan adalah limbah atau puing bangunan (batu bata dan plesteran) yang mudah pecah/ kekerasannya lebih kecil dari batu alam, sehingga kurang kuat menahan beban desak.
2. Dari ketiga gambar grafik diatas terlihat bahwa hubungan antara kuat desak, berat volume dan berat rata-rata batako tidak linear. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain variasi gradasi agregat, berat semen, berat air, pengadukan dan pepadatan campuran serta pori/ rongga yang terbentuk pada batako.
3. Kemampuan/ kekuatan batako untuk menahan beban desak tidak terlalu dipengaruhi oleh berat volume dan berat rata-rata batako. Sebagai contoh batako pada variasi VI (agregat A 75 % dan agregat B 25 %), berat volume dan berat rata-rata batako tersebut paling rendah/ ringan tetapi kekuatannya cukup besar yaitu 2,533 MPa. batako tersebut mempunyai berat volume  $1,69 \text{ kg/dm}^3$  dan lebih kecil dari  $1,80 \text{ kg/dm}^3$  yang merupakan berat volume beton ringan. Batako tersebut termasuk kedalam beton ringan dan merupakan isolasi panas yang baik sehingga sangat baik digunakan sebagai beton



dinding karena dapat mengurangi berat struktur secara keseluruhan. Sebaliknya pada batako variasi X (agregat A 67 % dan agregat B 33 %), berat volume dan berat rata-rata batako tersebut paling besar dan kekuatan desaknya paling tinggi yaitu 3,367 MPa, batako tersebut mempunyai berat volume  $1,87 \text{ kg/dm}^3$  yang lebih besar dari berat volume beton ringan yaitu  $1,80 \text{ kg/dm}^3$ , sehingga batako tersebut tidak termasuk beton ringan.

4. Hasil pengamatan pada benda uji batako setelah dilakukan pengujian menunjukkan bahwa butiran-butiran agregat dalam campuran menjadi pecah. Hal tersebut menunjukkan bahwa ikatan semen dalam campuran sudah homogen sehingga mampu mengikat agregat dengan baik.
5. Bentuk batako dengan campuran agregat limbah atau puing bangunan ini terlihat kasar. Hal tersebut dipengaruhi oleh susunan agregat yang tidak sempurna, agregat satu dengan agregat yang lain dalam penyusunannya tidak bisa rapat dan saling mengisi secara maksimal sehingga menyebabkan terjadinya pori-pori/ rongga pada batako. Batako dengan permukaan kasar ini memiliki keuntungan yaitu dalam proses aplikasi atau pekerjaan plesteran nantinya akan lebih mudah, karena campuran semen dan pasir yang digunakan untuk plesteran akan lebih kuat dan mudah menempel pada batako tersebut.