

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan diuraikan mengenai hasil dan bahasan dari penelitian yang telah dilaksanakan. Di antaranya 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 penelitian.

5.2 Bahan

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

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 berbau, sehingga memenuhi persyaratan sebagai air bersih dan dapat digunakan sebagai bahan

susun beton. Pada penelitian ini faktor air semen (fas) yang digunakan adalah sebesar 0,33.

5.2.2 Semen

Semen yang digunakan adalah semen *portland* (PC) kelas I, dengan merk Nusantara dan berat 50 *kg/zak*. Semen dalam kualitas baik, tidak terdapat gumpalan dan berbutir halus. Perawatan yang dilakukan selama masa penyimpanan semen adalah dengan cara, semen tersebut ditutup dengan rapat menggunakan plastik. Ini dilakukan supaya pada semen tersebut tidak terjadi penggumpalan, yang dapat menyebabkan terjadinya pengurangan kekuatan semen terhadap benda uji yang akan dibuat. Dari pengujian yang dilakukan di laboratorium, diketahui berat satuan dari semen yang digunakan adalah sebesar $1,524 \text{ kg/dm}^3$. Langkah pelaksanaan pengujian berat satuan semen yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Tabung silinder yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu ($W1 = \text{kg}$), kemudian dihitung volumenya ($V = \text{dm}^3$).
2. Semen kemudian dimasukkan ke dalam tabung silinder dalam tiga tahap. Setiap semen mengalami kenaikan $1/3$ ketinggian tabung silinder, semen ditumbuk dengan menggunakan tongkat penumbuk, agar semen menjadi padat. Setelah tabung silinder penuh, kemudian ditimbang ($W2 = \text{kg}$).
3. Hasil dari pengujian berat satuan dari semen seperti yang terlihat pada tabel 5.1 berikut ini, atau seperti pada lampiran 1.

Tabel 5.1 Hasil pengujian berat satuan semen

	Berat tabung W1 (kg)	Berat tabung+semen W2 (kg)	Volume tabung V (dm ³)	Berat satuan (kg/dm ³)
Semen	11.5	19.58	5.3	1.443

4. Berat satuan dihitung dengan rumus :

$$\text{Berat satuan semen} = \frac{W2 - W1}{V} = \frac{19,58 - 11,5}{5,3} = 1,524 \text{ kg/dm}^3$$

5.2.3 Agregat

Material agregat yang digunakan adalah material batu alam (krakal) yang berasal dari daerah Bebeng (lereng selatan) gunung Merapi Yogyakarta. Untuk penelitian ini agregat batu alam yang digunakan terdiri dari dua variasi butiran yaitu :

1. agregat batu alam yang lolos saringan 19,6 mm dan tertahan saringan 9,0 mm (agregat A), dan
2. agregat batu alam yang lolos saringan 9,0 mm dan tertahan saringan 4,8 mm (agregat B).

Untuk mengetahui modulus halus butir (mhb), berat satuan maupun berat jenis dari agregat yang digunakan dalam penelitian ini, dilakukan pengujian di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Hasil dari pengujian yang telah 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 kerikil tersebut.

Langkah-langkah pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut :

1. Ambil agregat kerikil sebanyak 1000 *gr* .
2. Siapkan ayakan yang akan digunakan dalam pengujian. Susunan ayakan yang dipakai adalah berdasarkan ASTM Standar, dengan urutan diameter lubang ayakan 38 *mm* ; 19,0 *mm* ; 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 dimasukkan ke dalam ayakan teratas.
5. Kemudian mesin penggetar dinyalakan selama ± 5 menit.
6. Agregat yang tertinggal pada ayakan kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan ketelitian sampai dengan 0,01 *gr*. Hasil dari penimbangan agregat yang tertinggal pada ayakan, seperti terlihat pada tabel 5.2 berikut ini, atau dapat juga dilihat seperti pada lampiran 2.

Tabel 5.2 Hasil penimbangan agregat yang tertinggal pada ayakan

Saringan		Berat tertinggal (gr)		Berat tertinggal (%)		Berat kumulatif	
No	Diameter lubang ayakan (mm)	I	II	I	II	I	II
1	38.0	0	0	0	0	0	0
2	19.0	276	254	27.6	2.54	27.6	25.4
3	9.60	681	693	68.1	6.93	95.7	94.7
4	4.80	43	53	4.3	0.53	100	100
5	2.40	0	0	0	0	100	100
6	1.20	0	0	0	0	100	100
7	0.60	0	0	0	0	100	100
8	0.30	0	0	0	0	100	100
9	0.15	0	0	0	0	100	100
10	Pan	---	---	---	---	---	---
Jumlah						723.3	720.1

Jumlah rata-rata 721.7

7. Modulus halus butir dari agregat dihitung dengan rumus :

$$\text{MHB} = \frac{721,7}{100} \times 100\% = 7,217 \approx 7,22$$

b. Pengujian Berat Satuan

Pengujian berat satuan 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 dulu direndam dalam air selama 24 jam. Pada saat akan dilakukan pengujian, agregat diangkat dan langsung dikeringkan dengan menggunakan lap, sampai permukaan butiran agregat tidak terselimuti air. Ini dilakukan agar agregat yang akan diuji dalam keadaan SSD.

2. Tabung silinder yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu ($W1 = kg$), kemudian dihitung volumenya ($V = dm^3$).
3. Agregat yang sudah dalam keadaan SSD dimasukkan ke dalam tabung silinder dalam tiga tahap. Setiap agregat mengalami kenaikan 1/3 ketinggian tabung silinder, agregat ditumbuk dengan menggunakan tongkat penumbuk, agar agregat menjadi padat. Setelah tabung silinder penuh, kemudian ditimbang ($W2 = kg$).
4. Hasil dari pengujian berat satuan dari agregat seperti yang terlihat pada tabel 5.3 di bawah ini, atau seperti terlihat pada lampiran 3.

Tabel 5.3 Hasil pengujian berat satuan agregat

	Berat tabung $W1$ (kg)	Berat tabung+agregat $W2$ (kg)	Volume tabung V (dm^3)	Berat satuan (kg/dm^3)
Agregat A	11.5	19.15	5.3	1.443
Agregat B	11.5	19.30	5.3	1.471

5. Berat satuan dihitung dengan rumus :

$$\text{Berat satuan agr. A} = \frac{W2 - W1}{V} = \frac{19,15 - 11,5}{5,3} = 1,443 \text{ kg/dm}^3$$

$$\text{Berat satuan agr. B} = \frac{W2 - W1}{V} = \frac{19,30 - 11,5}{5,3} = 1,471 \text{ kg/dm}^3$$

c. Pengujian Berat Jenis

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

Langkah-langkah pelaksanaan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Agregat yang akan diuji, terlebih dulu direndam dalam air selama 24 jam. Pada saat akan dilakukan pengujian, agregat diangkat dan langsung dikeringkan dengan menggunakan lap, sampai permukaan butiran agregat tidak terselimuti air. Ini dilakukan agar agregat yang akan diuji dalam keadaan SSD.
2. Agregat yang telah SSD diambil, dan ditimbang sebanyak 400 gram (W) dengan menggunakan timbangan ketelitian sampai dengan 0,01 gr.
3. Menggunakan gelas ukur, diambil air sebanyak 500 mL (V_1)
4. Kemudian agregat yang sudah ditimbang, dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berisi air.
5. Hitung kenaikan volume air yang terjadi pada gelas ukur (V_2).
6. Hasil dari pengujian berat jenis agregat seperti yang terlihat pada tabel 5.4 di bawah ini atau seperti terlihat pada lampiran 4.

Tabel 5.4 Hasil pengujian berat jenis agregat

Berat agregat (W)	Benda Uji I		Benda Uji II	
	400	gram	400	Gram
Volume air (V1)	500	mL	500	mL
Volume air (V2)	668,5	mL	668,5	mL
Berat jenis (BJ)	2.374		2.374	
Berat jenis rata - rata	2.374			

7. Berat jenis dihitung dengan rumus :

$$\text{Berat jenis (Bj)} = \frac{W}{V_2 - V_1} = \frac{400}{668,5 - 500} = 2,374 \text{ gr/ml} = 2,374 \text{ kg/dm}^3$$

5.3 Perhitungan Perencanaan Adukan

Data yang diketahui dari perencanaan adukan adalah sebagai berikut :

- Perbandingan volume campuran semen dengan agregat = 1:6.
- Faktor air semen (fas) = 0,33
- Berat satuan semen = $1,524 \text{ kg/dm}^3 = 1,524 \text{ t/m}^3$
- Berat satuan agregat (kerikil) :
 - Lolos saringan 19 mm tertahan 9,6 mm (A) = $1,443 \text{ kg/dm}^3 = 1,443 \text{ t/m}^3$
 - Lolos saringan 9,6 mm tertahan 4,8 mm (B) = $1,471 \text{ kg/dm}^3 = 1,471 \text{ t/m}^3$
- Berat jenis semen = $3,150 \text{ kg/dm}^3 = 3,150 \text{ t/m}^3$
- Berat jenis agregat (kerikil) = $2,374 \text{ kg/dm}^3 = 2,374 \text{ t/m}^3$
- Berat jenis air = $1,00 \text{ kg/dm}^3 = 1,00 \text{ t/m}^3$

5.3.1 Perhitungan Kebutuhan Bahan per m^3 Beton

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 :

$$\text{Vol semen} = \frac{1 \times \text{berat satuan semen}}{\text{berat jenis semen}}$$

$$= \frac{1 \times 1,524}{3,15} = 0,484 \text{ m}^3$$



- Volume padat agregat A :

$$\begin{aligned} \text{Vol agr A} &= \frac{(6 \times 0,85) \times \text{berat satuan agregat A}}{\text{berat jenis agregat}} \\ &= \frac{5,1 \times 1,443}{2,374} = 3,099 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Volume padat agregat B :

$$\begin{aligned} \text{Vol agr B} &= \frac{(6 \times 0,15) \times \text{berat satuan agregat B}}{\text{berat jenis agregat}} \\ &= \frac{0,9 \times 1,471}{2,374} = 0,558 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Volume padat air :

$$\begin{aligned} \text{Vol air} &= \text{fas} \times \text{berat satuan semen} \\ &= 0,33 \times 1,524 = 0,503 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Udara dalam campuran = 10%, untuk campuran beton dengan pemadatan yang tidak baik (Murdock dan Brook, 1986).
- Hasil campuran beton = $(0,484 + 3,099 + 0,558 + 0,503) \times 1,10$
 $= 5,108 \text{ m}^3$

b. Kebutuhan volume bahan untuk per m^3 beton :

- Volume semen :

$$\text{Vol semen} = \frac{1}{5,108} = 0,196 \text{ m}^3 = 196 \text{ dm}^3$$

- Volume agregat A :

$$Vol\ agr\ A = \frac{(6 \times 0,85)}{5,108} = 0,998\ m^3 = 998\ dm^3$$

- Volume agregat B :

$$Vol\ agr\ B = \frac{(6 \times 0,15)}{5,108} = 0,176\ m^3 = 176\ dm^3$$

- Volume air :

$$Vol\ air = \frac{0,503}{5,108} = 0,098\ m^3 = 98\ dm^3$$

- c. Kebutuhan berat bahan untuk per m^3 beton :

- Berat semen :

$$\begin{aligned} W_{smn} &= Vol\ semen \times berat\ satuan\ semen \\ &= 196 \times 1,524 = 298,70\ kg \end{aligned}$$

- Berat agregat A :

$$\begin{aligned} W_{agrA} &= Vol\ agr\ A \times berat\ satuan\ agregat\ A \\ &= 998 \times 1,443 = 1440,11\ kg \end{aligned}$$

- Berat agregat B :

$$\begin{aligned} W_{agrB} &= Vol\ agr\ B \times berat\ satuan\ agregat\ B \\ &= 176 \times 1,471 = 258,89\ kg \end{aligned}$$

- Berat air :

$$\begin{aligned} W_{air} &= fas \times berat\ semen \\ &= 0,33 \times 298,70 = 98,57\ kg \end{aligned}$$

Berdasarkan hitungan di atas didapat total berat bahan yang dibutuhkan untuk

1 m^3 betonnya adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Total berat bahan} &= \text{berat semen} + \text{berat agr A} + \text{berat agr B} + \text{berat air} \\ &= 298,70 + 1440,11 + 258,89 + 98,57 \\ &= 2096,27 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sehingga, berat jenis dari beton tersebut diperkirakan sebesar $2096,27 \text{ kg}/m^3$.

5.3.2. Perhitungan Kebutuhan Bahan Untuk Satu Adukan

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

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 cetakan} &= 40 \times 20 \times 10 \text{ cm}^3 \\ &= 8000 \text{ cm}^3 = 0,008 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 adukan} &= \text{volume 5 cetakan} \\ &= 5 \times 0,008 = 0,04 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Berat semen 1 adukan :

$$\begin{aligned} W_{smn} \text{ 1 adukan} &= 0,04 \times 298,70 \\ &= 11,95 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Berat agregat A 1 adukan :

$$\begin{aligned} W_{agr A} \text{ 1 adukan} &= 0,04 \times 1440,11 \\ &= 57,60 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Berat agregat B 1 adukan :

$$W_{agr\ B} 1 adukan = 0,04 \times 258,89$$

$$= 10,36\ kg$$

- Berat air 1 adukan :

$$W_{air} 1 adukan = 0,04 \times 98,57$$

$$= 3,94\ kg$$

Dari hasil perhitungan di atas, maka didapat kebutuhan berat bahan yang akan digunakan dalam satu adukannya yaitu semen : agregat A : agregat B : air adalah masing-masing sebesar 11,95 kg : 57,60 kg : 10,36 kg : 3,94 kg .

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

Tabel 5.5 Kebutuhan bahan campuran batako tanpa pasir

Variasi	Persen Agr A	Persen Agr B	Berat Semen (kg)	Berat Agr A (kg)	Berat Agr B (kg)	Berat air (kg)	Modulus Halus Butir
I	85	15	11.93	57.62	10.37	3.94	6.85
II	83	17	11.93	56.25	11.74	3.94	6.83
III	81	19	11.93	54.88	13.12	3.94	6.81
IV	79	21	11.92	53.5	14.5	3.93	6.79
V	77	23	11.92	52.13	15.87	3.93	6.77
VI	75	25	11.91	50.76	17.25	3.93	6.75
VII	73	27	11.91	49.4	18.62	3.93	6.73
VIII	71	29	11.91	48.03	20	3.93	6.71
IX	69	31	11.9	46.66	21.37	3.93	6.69
X	67	33	11.9	45.29	22.74	3.93	6.67
Total			119.16	514.53	165.59	39.32	

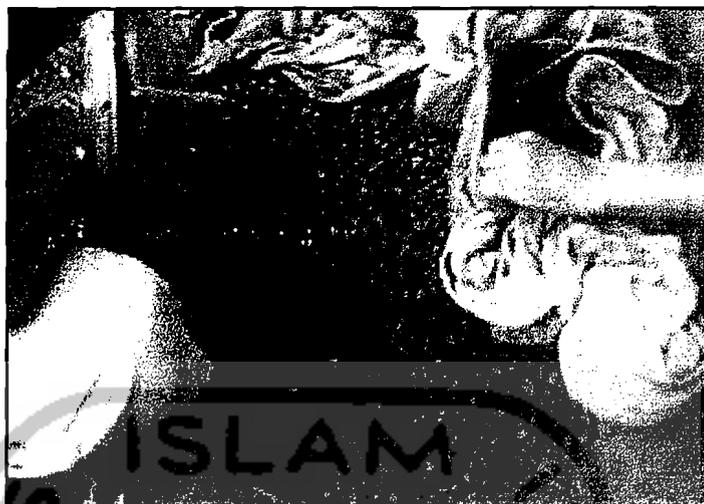
5.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam beberapa tahap, diantaranya adalah pengadukan, pencetakan 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 direndam dalam air selama 24 jam. Kemudian agregat tersebut, dikeringkan dengan menggunakan handuk, sampai permukaan butirannya kering, sehingga agregat yang digunakan dalam keadaan SSD (jenul kering muka). Proses pengeringan agregat menjadi SSD dapat dilihat seperti pada gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Proses pengeringan agregat

3. Pengadukan dilakukan secara manual, dengan cara terlebih dahulu agregat A dan B dicampur dan diaduk sampai merata. Kemudian dimasukkan semen sedikit demi sedikit, selama semen dituang, pengadukan tetap dilakukan sehingga agregat dan semen dapat tercampur secara merata. Proses pengadukan campuran agregat A dan agregat B, kemudian dituangkan semen dapat dilihat seperti pada gambar 5.2 di bawah ini.



Gambar 5.2 Pengadukan campuran agregat dan semen

4. Setelah itu baru dimasukkan air sedikit demi sedikit. Pengadukan dilakukan sampai adukan menjadi homogen. Proses penuangan air ke dalam campuran agregat dan semen seperti terlihat pada gambar 5.3 di bawah ini.



Gambar 5.3 Penuangan air pada campuran agregat dan semen

5.4.2 Pencetakan Benda Uji

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah :

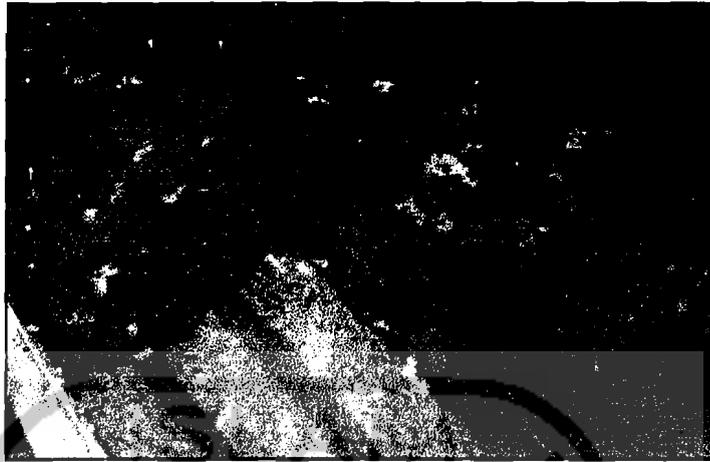
1. Cetakan yang akan digunakan terlebih dulu diolesi dengan oli pada bagian dalamnya, dengan maksud agar adukan batako tidak menempel pada cetakan, dan mudah dibuka.
2. Sebelum pengadukan dilakukan cetakan yang sudah diolesi oli tersebut, diletakkan dekat dengan tempat mengaduk.
3. Adukan yang telah homogen dimasukkan ke dalam cetakan secara bertahap. Pada saat adukan mencapai $1/3$ dari tinggi cetakan, adukan ditumbuk dengan menggunakan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali. Demikian juga pada saat adukan mencapai $2/3$ dari tinggi cetakan, adukan ditumbuk lagi sebanyak 25

kali, dan juga pada saat cetakan penuh, adukan ditumbuk sebanyak 25 kali. Setelah itu adukan yang memenuhi cetakan diratakan. Proses penumbukan campuran bahan pada cetakan dapat dilihat seperti pada gambar 5.4 di bawah ini.



Gambar 5.4 Penumbukan campuran

4. Cetakan yang berisi adukan yang padat tersebut disimpan di tempat yang sejuk.
5. Cetakan dibuka setelah 24 jam. Benda uji kemudian diberi tanda sesuai dengan variasi gradasinya.
6. Kemudian dilakukan perawatan terhadap benda uji, dengan cara memasukkan benda uji tersebut ke dalam bak air selama 28 hari (28×24 jam), seperti pada gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.5 Perawatan benda uji batako tanpa pasir

5.4.3 Pengujian Kuat Desak

Pengujian kuat desak batako tanpa pasir ini dilakukan pada saat batako tersebut berumur 28 hari (28×24 jam). Sebelum pengujian dilaksanakan, benda uji batako tanpa pasir tersebut terlebih dahulu diukur dimensi, volume dan ditimbang beratnya. Setelah data dari benda uji diketahui, kemudian benda uji batako tanpa pasir tersebut diletakkan pada mesin desak. Cara meletakkan benda uji sebelum dilaksanakan pengujian adalah sebagai berikut :

1. Benda uji di letakkan tepat berada ditengah-tengah dari blok penekan mesin desak, 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 dari benda uji ditutup dengan menggunakan plat yang berukuran sama dengan permukaan atas dari benda uji.

3. Kemudian mesin desak dijalankan sampai benda uji mengalami kehancuran akibat beban desak yang diberikan.

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

1. Pengujian pada variasi I

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi I (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 85 : 15), menghasilkan berat/bobot batako rerata sebesar 12,82 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi I ini adalah sebesar 3,067 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi I dapat dilihat seperti pada tabel 5.6 di bawah ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 5.

Tabel 5.6 Kekuatan desak benda uji variasi I

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm)	Berat (kg)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (Mpa)
I-1	40	10	400	13.2	125	3.125
I-2	39.6	9.4	372.24	13	120	3.224
I-3	39	9.2	358.8	12.5	105	2.926
I-4	40	9.7	388	13.1	118	3.041
I-5	39.4	9	354.6	12.3	107	3.017
Rerata				12.82	115	3.067

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

Benda uji I-1:

Luas permukaan benda uji (A) = *panjang* \times *lebar*

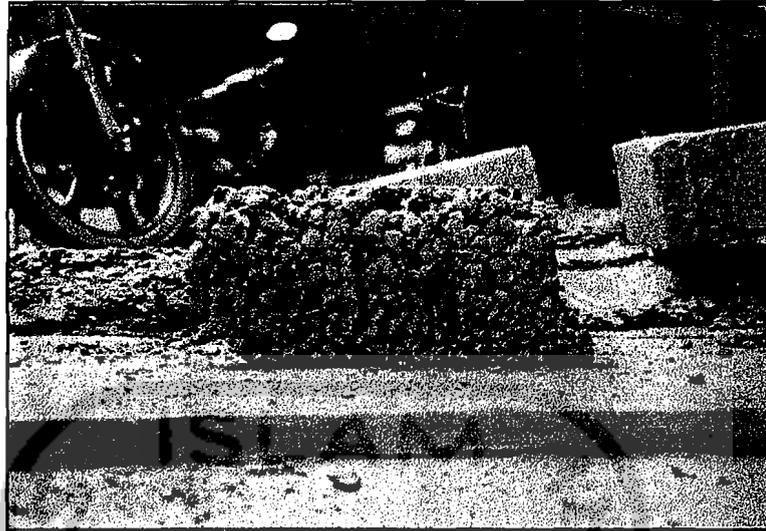
$$= 40 \times 10 \text{ cm}^2 = 400 \text{ cm}^2 = 40000 \text{ mm}^2$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 125 KN = 125000 N

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{125000}{40000} = 3,125 MPa$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi atasnya, ini disebabkan karena proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah hancur ketika dikenakan beban desak. Kehancuran yang terjadi pada benda uji adalah kehancuran pada agregat yang digunakan. Gambar 5.6 berikut ini adalah gambar benda uji batako tanpa pasir variasi I setelah menerima beban desak.



Gambar 5.6 Benda uji batako tanpa pasir variasi I
setelah menerima beban desak

2. Pengujian pada variasi II

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi II (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 83 : 17), menghasilkan berat/bobot batako rerata sebesar 13,10 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi II ini adalah sebesar 3,179 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi II dapat dilihat seperti pada tabel 5.7 berikut ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 6.

Tabel 5.7 Kekuatan desak benda uji variasi II

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm)	Berat (kg)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (Mpa)
II-1	40	9.8	392	13.4	120	3.061
II-2	39.8	9	358.2	12.9	135	3.769
II-3	40	9	360	12.5	108	3.000
II-4	40	9.6	384	13.4	110	2.865
II-5	40	10	400	13.3	128	3.200
Rerata				13.10	120.2	3.179

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

Benda uji II-1:

Luas permukaan benda uji (A) = panjang \times lebar

$$= 40 \times 9,8 \text{ cm}^2 = 392 \text{ cm}^2 = 39200 \text{ mm}^2$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 120 KN = 120000 N

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

$$f'_c = \frac{P}{A} = \frac{120000}{39200} = 3,061 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi atasnya, kehancuran ini disebabkan karena proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga benda uji mudah hancur ketika dikenakan beban desak. Kehancuran yang terjadi pada benda uji adalah kehancuran pada agregat yang digunakan.

Gambar 5.7 di bawah ini adalah gambar benda uji batako tanpa pasir variasi II setelah menerima beban desak.



Gambar 5.7 Benda uji batako tanpa pasir variasi II
setelah menerima beban desak

3. Pengujian pada variasi III

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi III (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 81 : 19), menghasilkan berat/bobot batako rerata sebesar 13,38 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi III ini adalah sebesar 3,234 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi III dapat dilihat seperti pada tabel 5.8 berikut ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 7.

Tabel 5.8 Kekuatan desak benda uji variasi III

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm)	Berat (kg)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (Mpa)
III-1	39.1	10	391	13	141	3.606
III-2	39.3	9	353.7	13.1	118	3.336
III-3	39.6	10	396	13.3	100	2.525
III-4	40	9.7	388	13.8	134	3.454
III-5	40	10	400	13.7	130	3.250
Rerata				13.38	124.6	3.234

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

Benda uji III-1:

Luas permukaan benda uji (A) = $panjang \times lebar$

$$= 39,1 \times 10 \text{ cm}^2 = 391 \text{ cm}^2 = 39100 \text{ mm}^2$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = $141 \text{ KN} = 141000 \text{ N}$

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

$$f'_c = \frac{P}{A} = \frac{141000}{39100} = 3,606 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi dan bagian atasnya, ini disebabkan karena proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah hancur ketika dikenakan beban desak. Kehancuran yang terjadi pada benda uji adalah kehancuran pada agregat yang digunakan.

Gambar 5.8 di bawah ini adalah gambar benda uji batako tanpa pasir variasi III setelah menerima beban desak.



Gambar 5.8 Benda uji batako tanpa pasir variasi III setelah menerima beban desak

4. Pengujian pada variasi IV

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi IV (persentase perbandingan agregat A : agregat B - 79 : 21), menghasilkan berat/bobot batako rerata sebesar 13,54 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi IV ini adalah sebesar 3,379 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi IV dapat dilihat seperti pada tabel 5.9 berikut ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 8.

Tabel 5.9 Kekuatan desak benda uji variasi IV

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm)	Berat (kg)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (Mpa)
IV-1	39	9.7	378.3	13.4	101	2.670
IV-2	40	10	400	13.8	145	3.625
IV-3	40	9.7	388	13.5	140	3.608
IV-4	39.9	9.7	387.03	13.3	138	3.566
IV-5	40	9.7	388	13.7	133	3.428
Rerata				13.54	131.4	3.379

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

Benda uji IV-1:

Luas permukaan benda uji (A) = *panjang* \times *lebar*

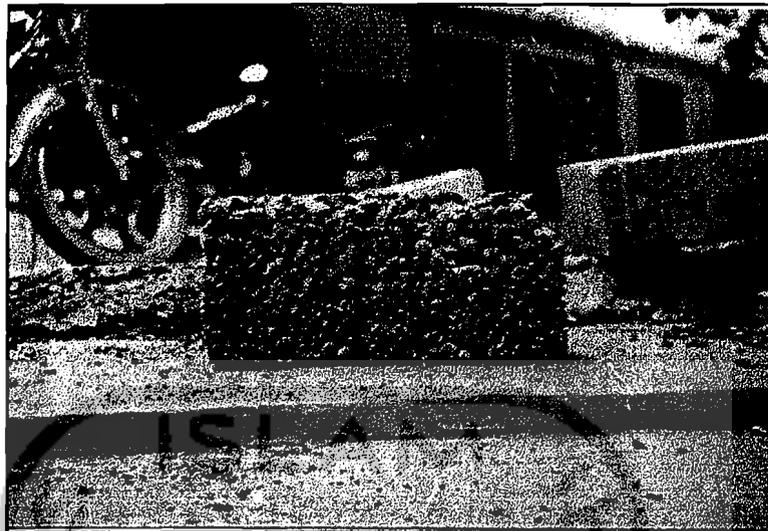
$$= 39 \times 9,7 \text{ cm}^2 = 378,3 \text{ cm}^2 = 37800 \text{ mm}^2$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 101 KN = 101000 N

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

$$f'_c = \frac{P}{A} = \frac{101000}{37830} = 2,670 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi atasnya, ini disebabkan karena proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah hancur ketika dikenakan beban desak. Kehancuran yang terjadi pada benda uji adalah kehancuran pada agregat yang digunakan. Gambar 5.9 berikut ini adalah gambar benda uji batako tanpa pasir variasi IV setelah menerima beban desak.



Gambar 5.9 Benda uji batako tanpa pasir variasi IV
setelah menerima beban desak

5. Pengujian pada variasi V

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi V (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 77 : 23), menghasilkan berat/bobot batako rerata sebesar 13,26 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi V ini adalah sebesar 3,452 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi V dapat dilihat seperti pada tabel 5.10 berikut ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 9.

Tabel 5.10 Kekuatan desak benda uji variasi V

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm)	Berat (kg)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (Mpa)
V-1	39.9	9	359.1	13	114	3.175
V-2	40	9.5	380	13.1	127	3.342
V-3	40	10	400	13.6	147	3.675
V-4	39.4	10	394	13.4	130	3.299
V-5	39.5	9.6	379.2	13.2	143	3.771
Rerata				13.26	132.2	3.452

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

Benda uji V-1:

Luas permukaan benda uji (A) = $panjang \times lebar$

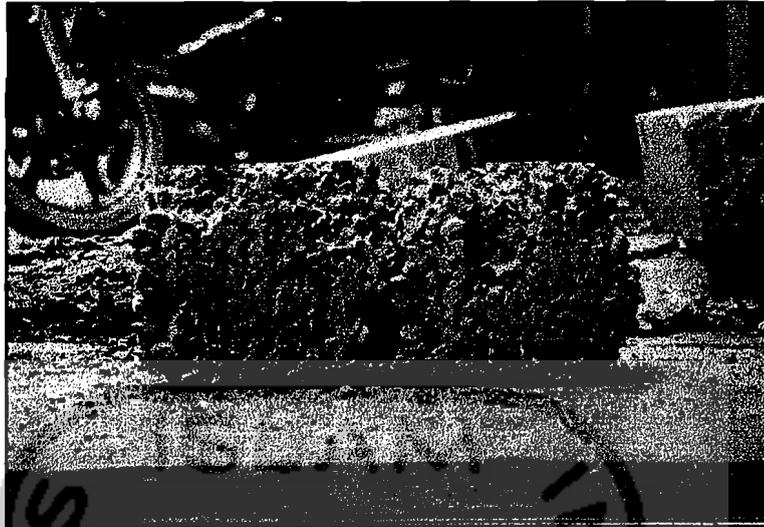
$$= 39,9 \times 9 \text{ cm}^2 = 359,1 \text{ cm}^2 = 35910 \text{ mm}^2$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = $114 \text{ KN} = 114000 \text{ N}$

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

$$f'_c = \frac{P}{A} = \frac{114000}{35910} = 3,175 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi atasnya, ini disebabkan karena proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah hancur ketika dikenakan beban desak. Kehancuran yang terjadi pada benda uji adalah kehancuran pada agregat yang digunakan. Gambar 5.10 berikut ini adalah gambar benda uji batako tanpa pasir variasi V setelah menerima beban desak.



Gambar 5.10 Benda uji batako tanpa pasir variasi V
setelah menerima beban desak

6. Pengujian pada variasi VI

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi VI (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 75 : 25), menghasilkan berat/bobot batako rerata sebesar 13,58 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi VI ini adalah sebesar 3,520 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi VI dapat dilihat seperti pada tabel 5.11 berikut ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 10.

Tabel 5.11 Kekuatan desak benda uji variasi VI

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm)	Berat (kg)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (Mpa)
VI-1	40	10	400	14	133	3.325
VI-2	39.4	9.9	390.06	13.6	131	3.358
VI-3	40	9.9	396	13	128	3.232
VI-4	40	10	400	13.5	162	4.050
VI-5	39.6	10	396	13.8	144	3.636
Rerata				13.58	139.6	3.520

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

Benda uji VI-1:

Luas permukaan benda uji (A) = $panjang \times lebar$

$$= 40 \times 10 \text{ cm}^2 = 400 \text{ cm}^2 = 40000 \text{ mm}^2$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = $133 \text{ KN} = 133000 \text{ N}$

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

$$f'_c = \frac{P}{A} = \frac{133000}{40000} = 3,325 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi atasnya, ini disebabkan karena proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah hancur ketika dikenakan beban desak. Kehancuran yang terjadi pada benda uji adalah kehancuran pada agregat yang digunakan. Gambar 5.11 berikut ini adalah gambar benda uji batako tanpa pasir variasi VI setelah menerima beban desak.



Gambar 5.11 Benda uji batako tanpa pasir variasi VI
setelah menerima beban desak

7. Pengujian pada variasi VII

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi VII (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 73 : 27), menghasilkan berat/bobot batako rerata sebesar 13,38 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi VII ini adalah sebesar 3,369 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi VII dapat dilihat seperti pada tabel 5.12 berikut ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 11.

Tabel 5.12 Kekuatan desak benda uji variasi VII

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Berat (kg)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (Mpa)
VII-1	39.8	9.8	390.04	13.4	120	3.077
VII-2	39.4	9	354.6	12.9	110	3.102
VII-3	39.6	9.1	360.36	13	125	3.469
VII-4	40	10	400	13.8	134	3.350
VII-5	40	10	400	13.8	154	3.850
Rerata				13.38	128.6	3.369

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji batako tanpa pasir dalam satuan *MPa* :

Benda uji VII-1:

Luas permukaan benda uji (*A*) = panjang × lebar

$$= 39,8 \times 9,8 \text{ cm}^2 = 390,04 \text{ cm}^2 = 30904 \text{ mm}^2$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (*P*) = 120 *KN* = 120000 *N*

Maka, kuat desak benda uji (*MPa*) adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{120000}{39004} = 3,077 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi atasnya, ini disebabkan karena proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah hancur ketika dikenakan beban desak. Kehancuran yang terjadi pada benda uji adalah kehancuran pada agregat yang digunakan. Gambar 5.12 berikut ini adalah

gambar benda uji batako tanpa pasir variasi VII setelah menerima beban desak.



Gambar 5.12 Benda uji batako tanpa pasir variasi VII
setelah menerima beban desak

8. Pengujian pada variasi VIII

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi VIII (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 71 : 29), menghasilkan berat/bobot batako rerata sebesar 13,72 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi VIII ini adalah sebesar 3,251 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi VIII dapat dilihat seperti pada tabel 5.13 berikut ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 12.

Tabel 5.13 Kekuatan desak benda uji variasi VIII

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm)	Berat (kg)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (Mpa)
VIII-1	39	10	390	13.4	135	3.462
VIII-2	39.8	9.8	390.04	13.6	120	3.077
VIII-3	40	9.8	392	13.7	129	3.291
VIII-4	40	10	400	13.9	146	3.650
VIII-5	40	10	400	14	111	2.775
Rerata				13.72	128.2	3.251

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

Benda uji VIII-1:

Luas permukaan benda uji (A) = panjang \times lebar

$$= 39 \times 10 \text{ cm}^2 = 390 \text{ cm}^2 = 39000 \text{ mm}^2$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 135 KN = 135000 N

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

$$f'_c = \frac{P}{A} = \frac{135000}{39000} = 3,462 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi atasnya, ini disebabkan karena proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah hancur ketika dikenakan beban desak. Kehancuran yang terjadi pada benda uji adalah kehancuran pada agregat yang digunakan. Gambar 5.13 berikut ini adalah

gambar benda uji batako tanpa pasir variasi VIII setelah menerima beban desak.



Gambar 5.13 Benda uji batako tanpa pasir variasi VIII setelah menerima beban desak

9. Pengujian pada variasi IX

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi IX (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 69 : 31), menghasilkan berat/bobot batako rerata sebesar 13,28 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi IX ini adalah sebesar 3,229 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi IX dapat dilihat seperti pada tabel 5.14 berikut ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 13.

Tabel 5.14 Kekuatan desak benda uji variasi IX

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm)	Berat (kg)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (Mpa)
IX-1	39	9.5	370.5	13.3	110	2.969
IX-2	39.6	9.5	376.2	13.2	116	3.083
IX-3	40	10	400	13.5	142	3.550
IX-4	40	9.7	388	13	120	3.093
IX-5	40	10	400	13.4	138	3.450
Rerata				13.28	125.2	3.229

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

Benda uji IX-1:

Luas permukaan benda uji (A) = panjang \times lebar

$$= 39 \times 9,5 \text{ cm}^2 = 370,5 \text{ cm}^2 = 37050 \text{ mm}^2$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 110 KN = 110000 N

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{110000}{37050} = 2,969 MPa$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisi atasnya, ini disebabkan karena proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah hancur ketika dikenakan beban desak. Kehancuran yang terjadi pada benda uji adalah kehancuran pada agregat yang digunakan. Gambar 5.14 berikut ini adalah gambar benda uji batako tanpa pasir variasi IX setelah menerima beban desak.



Gambar 5.14 Benda uji batako tanpa pasir variasi IX
setelah menerima beban desak

10. Pengujian pada variasi X

Benda uji batako tanpa pasir dengan variasi gradasi X (persentase perbandingan agregat A : agregat B = 67 : 33), menghasilkan berat/bobot batako rerata sebesar 13,42 kg, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki benda uji variasi X ini adalah sebesar 3,196 MPa. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap benda uji dari variasi X dapat dilihat seperti pada tabel 5.15 berikut ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 14.

Tabel 5.15 Kekuatan desak benda uji variasi X

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm)	Berat (kg)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (Mpa)
X-1	40	9.8	392	13.6	118	3.010
X-2	39.7	9.8	389.06	13.3	122	3.136
X-3	39.8	9.9	394.02	13.4	135	3.426
X-4	40	10	400	13.5	138	3.450
X-5	39.5	9.5	375.25	13.3	111	2.958
Rerata				13.42	124.8	3.196

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

Benda uji X -1:

Luas permukaan benda uji (A) = panjang \times lebar

$$= 40 \times 9,8 \text{ cm}^2 = 392 \text{ cm}^2 = 39200 \text{ mm}^2$$

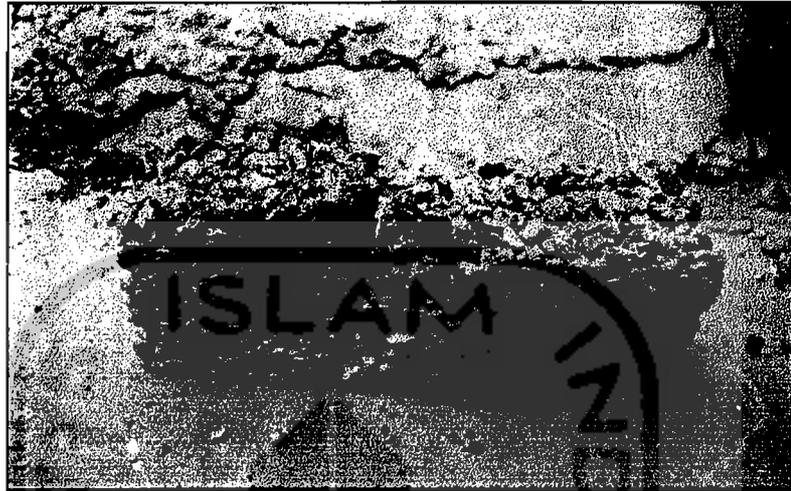
Beban maksimal yang diterima benda uji (P) = 118 KN = 118000 N

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

$$f'_c = \frac{P}{A} = \frac{118000}{39200} = 3,010 \text{ MPa}$$

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami kehancuran pada bagian sisi-sisinya, selain itu pada bagian tengahnya juga terjadi kehancuran yang menyebabkan benda uji pada variasi ini terbelah mendai dua bagian. Kehancuran ini disebabkan karena proses pemadatan yang dilakukan kurang sempurna, sehingga mudah hancur ketika dikenakan beban desak. Kehancuran yang terjadi pada benda uji adalah

kehancuran pada agregat yang digunakan. Gambar 5.15 di bawah ini adalah gambar benda uji batako tanpa pasir variasi X setelah menerima beban desak.



Gambar 5.15 Benda uji batako tanpa pasir variasi X
setelah menerima beban desak

11. Pengujian pada batako biasa (*Diamond*)

Pengujian yang dilakukan pada batako biasa (*Diamond*) ini dilakukan sama seperti pada benda uji batako tanpa pasir. Pengujian ini dilakukan sebagai pembandingan dari benda uji batako tanpa pasir yang diteliti. Batako ini menghasilkan berat/bobot batako rerata sebesar $15,54\text{ kg}$, sedangkan untuk kuat desak rerata yang dimiliki batako ini adalah sebesar $2,748\text{ MPa}$. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran dimensi, berat dan kuat desak yang dilakukan untuk tiap batako biasa (*Diamond*) dapat dilihat seperti pada tabel 5.16 berikut ini, atau dapat juga dilihat pada lampiran 15.

Tabel 5.16 Kekuatan desak batako biasa (*Diamond*)

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm)	Berat (kg)	Kuat Desak (KN)	KuatDesak (Mpa)
1	40	10	400	15.5	110	2.75
2	40	10	400	15.3	122	3.05
3	40	10	400	15.7	115	2.88
4	40	10	400	15.7	105	2.63
5	40	10	400	15.5	97	2.43
Rerata				15.54	109.8	2.748

Perhitungan untuk mendapatkan kekuatan desak benda uji batako tanpa pasir dalam satuan *MPa* :

Benda uji batako biasa (*Diamond*) 1:

Luas permukaan benda uji (*A*) = panjang \times lebar

$$= 40 \times 10 \text{ cm}^2 = 400 \text{ cm}^2 = 40000 \text{ mm}^2$$

Beban maksimal yang diterima benda uji (*P*) = 110KN = 110000 N

Maka, kuat desak benda uji (*MPa*) adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{110000}{40000} = 2,75 \text{ MPa}$$

Hasil pengujian yang dilakukan terhadap batako biasa (*Diamond*) ini menunjukkan bahwa batako tersebut setelah menerima beban desak mengalami kehancuran pada kedua bagian sisi-sisinya, selain itu juga terlihat adanya retakan. Gambar 5.16 berikut ini adalah gambar batako biasa (*Diamond*) setelah menerima beban desak.



Gambar 5.16 Batako biasa (*Diamond*) setelah menerima beban desak

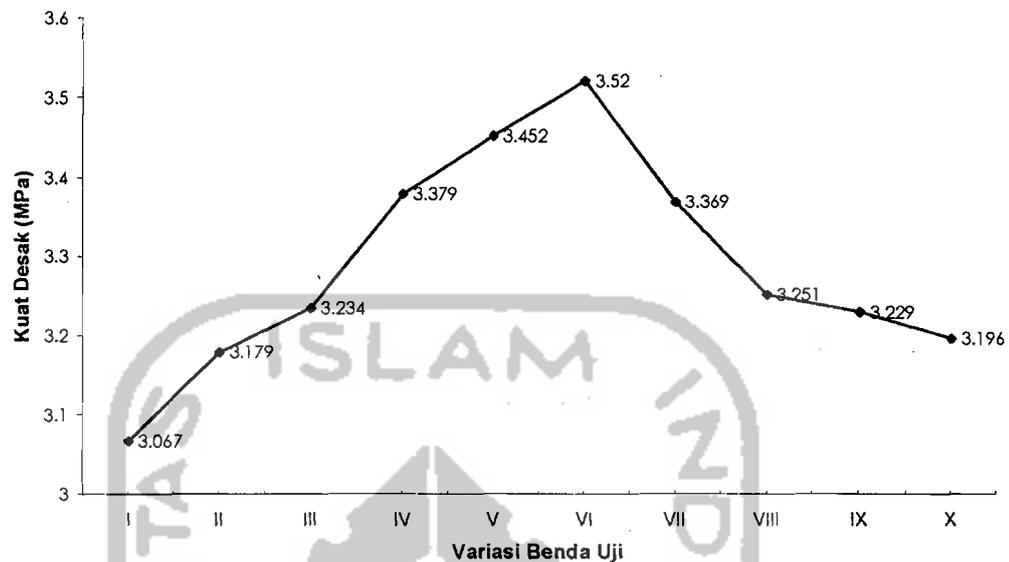
Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui nilai dari modulus halus butir, kekuatan desak dan juga berat dari benda uji batako tanpa pasir untuk setiap variasi gradasinya dan batako biasa (*Diamond*) sebagai pembandingan. Untuk lebih jelasnya, besar dari nilai-nilai tersebut seperti yang terlihat pada tabel 5.17 berikut ini.

Tabel 5.17 Nilai mhb, kuat desak rerata dan berat rerata batako tanpa pasir

Variasi	Modulus Halus Butir	Kuat Desak (Mpa)	Berat (kg)
I	6.85	3.067	12.82
II	6.83	3.179	13.10
III	6.81	3.234	13.38
IV	6.79	3.379	13.54
V	6.77	3.452	13.26
VI	6.75	3.520	13.58
VII	6.73	3.369	13.38
VIII	6.71	3.251	13.72
IX	6.69	3.229	13.28
X	6.67	3.196	13.42
Batako biasa (<i>Diamond</i>)		2.748	15.54

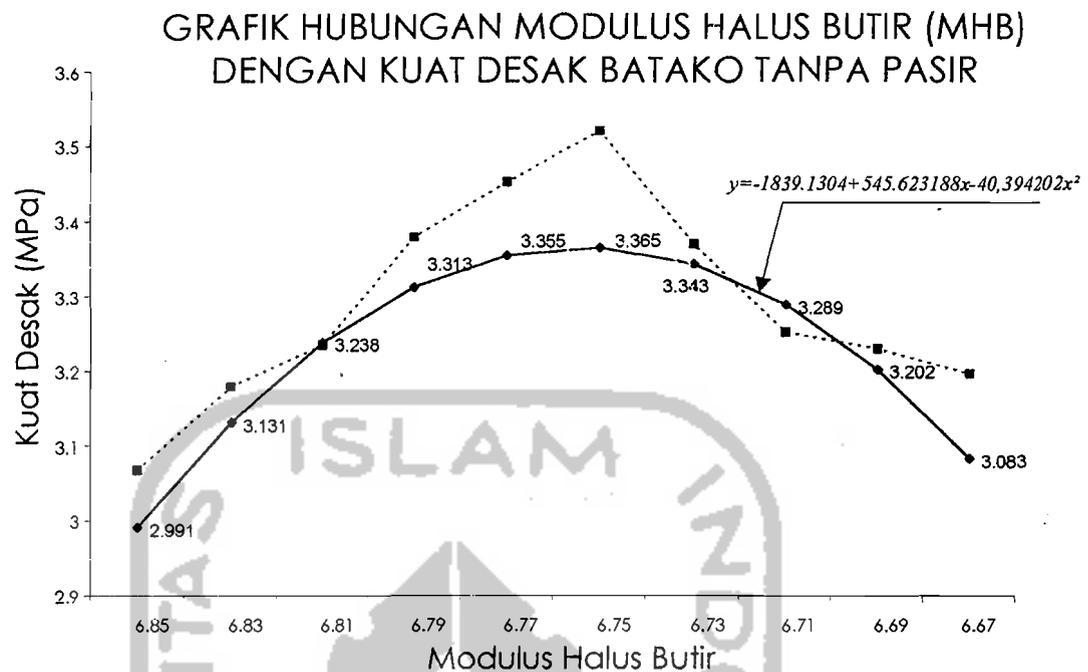
Dari tabel 5.17 di atas, dapat digambarkan grafik kuat desak rerata benda uji batako tanpa pasir seperti yang terlihat pada gambar 5.17 berikut ini.

GRAFIK KUAT DESAK RERATA BATAKO TANPA PASIR



Gambar 5.17 Grafik kuat desak rerata batako tanpa pasir untuk tiap variasi gradasi agregat batu alam

Kemudian dari tabel 5.17 di atas juga dapat dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara modulus halus butiran agregat tiap variasi dengan kuat desak yang dihasilkan oleh benda uji tiap variasi. Grafik hubungan antara modulus halus butir agregat dengan kuat desak dapat dilihat seperti pada gambar 5.18 berikut ini.



Gambar 5.18 Grafik hubungan antara modulus halus butir agregat dengan kuat desak batako tanpa pasir

5.5 Analisis Perbandingan Harga

Perbandingan harga yang dibuat adalah perbandingan antara batako tanpa pasir dengan variasi VI, yang menghasilkan kuat desak maksimum dengan batako biasa (*Diamond*). Perhitungan harga yang dibutuhkan adalah berdasarkan dari kebutuhan bahan campuran yang diperlukan untuk pembuatan satu buah batako.

5.5.1 Batako Tanpa Pasir

Bahan yang dibutuhkan sebagai campuran pada batako tanpa pasir variasi VI untuk satu adukan masing-masing adalah :

- Semen = 11,93 kg

- Agregat (A+B) = $50,76 + 17,25 = 68,01 \text{ kg}$
- Air = $3,93 \text{ kg}$

Dari kebutuhan bahan untuk satu adukan tersebut dapat dihitung berat bahan yang dibutuhkan untuk satu buah batako tanpa pasir. Berat bahan yang dibutuhkan untuk satu buah batako tanpa pasir adalah :

- Semen = $\frac{11,91}{5} = 2,382 \text{ kg}$
- Agregat (A+B) = $\frac{68,01}{5} = 13,602 \text{ kg}$, atau sama dengan volume dari satu cetakan ($0,4 \times 0,2 \times 0,1 \text{ m}^3$) = $0,008 \text{ m}^3$.
- Air = $\frac{3,93}{5} = 0,786 \text{ kg}$

Harga dari masing-masing bahan tersebut adalah sebagai berikut :

- Semen 1 zak (50 kg) = Rp. 32.500,-

Harga satu kilogram semen adalah = $\frac{\text{Rp.} 32500}{50} = \text{Rp.} 650,-$

- Agregat per m^3 = Rp. 50.000,-
- Untuk air, menggunakan air yang terdapat di laboratorium.
- Alat dan upah :

– Alat yang dipakai dalam pembuatan batako tanpa pasir ini adalah cetakan yang terbuat dari besi tempa. Harga dari cetakan tersebut adalah :

- a. Berat cetakan = 13 kg , sedangkan harga besi per kilogram adalah Rp. 10.000,-. Maka, harga besi yang digunakan sebagai cetakan adalah $\text{Rp.} 10.000 \times 13 = \text{Rp.} 130.000,-$

b. Biaya/upah pembuatan dari cetakan adalah Rp. 20.000,-

Harga dari cetakan tersebut = Rp. 130.000,- + Rp. 20.000,-

= Rp. 150.000,-

Nilai harga penyusutan alat diperkirakan = $\frac{Rp.150000}{10000 \text{ batako}}$ = Rp. 15 -

- Upah untuk pembuatan satu buah batako dengan pertimbangan efisiensi dan produktivitas kerja diperkirakan sebesar Rp. 500,-

Maka, dari kebutuhan bahan untuk satu buah batako serta harga bahan, alat dan upah diatas, dapat diperkirakan biaya produksi untuk satu buah batako tanpa pasir, yaitu sebesar :

- Semen = $2,382 \times Rp. 650,-$ = Rp. 1.548,30-
- Agregat = $0,008 \times Rp. 50.000,-$ = Rp. 400,-
- Alat (dihitung dari harga penyusutan alat) = Rp. 15-

Jumlah cetakan yang digunakan sebanyak 10 buah cetakan, maka nilai harga penyusutan alat = Rp. 15- x 10 = Rp. 150,-

- Upah = Rp. 500,-

Sehingga biaya produksi untuk satu buah batako tanpa pasir adalah :

Biaya produksi = Rp. 1.548,30- + Rp. 400,- + Rp. 150- + Rp. 500,-
= Rp. 2.598,30- \approx Rp. 2600,-

5.5.2 Batako Biasa (*Diamond*)

Batako biasa (*Diamond*) sebagai pembanding ini adalah batako biasa, yaitu batako yang terbuat dari campuran semen, pasir dan air. Batako *Diamond* ini

dibuat secara pabrikasi dengan menggunakan mesin cetak secara otomatis dan pematatannya dilakukan dengan mesin *press*. Perkiraan biaya produksi dari batako *Diamond* ini adalah :

Kebutuhan bahan :

- Semen = 1,0 kg
- Pasir = volume dari satu cetakan $(0,4 \times 0,2 \times 0,1 \text{ m}^3) = 0,008 \text{ m}^3$.

Harga dari masing-masing bahan tersebut adalah sebagai berikut :

- Semen 1 zak (50 kg) = Rp. 32.500,-

$$\text{Harga satu kilogram semen adalah} = \frac{\text{Rp.}32500}{50} = \text{Rp.}650,-$$

- Pasir per m^3 = Rp. 50.000,-
- Untuk air, menggunakan air dari sumur.
- Alat dan upah :
 - Alat yang dipakai dalam pembuatan batako *Diamond* ini adalah cetakan yang terbuat dari besi tempa. Harga dari cetakan tersebut adalah :
 - a. Berat cetakan = 13 kg, sedangkan harga besi per kilogram adalah Rp. 10.000,-. Maka, harga besi yang digunakan sebagai cetakan adalah $\text{Rp.}10.000 \times 13 = \text{Rp.}130.000,-$
 - b. Biaya/upah pembuatan dari cetakan adalah Rp. 20.000,-
 Harga dari cetakan tersebut = Rp. 130.000,- + Rp. 20.000,-
 = Rp. 150.000,-

$$\text{Nilai harga penyusutan alat diperkirakan} = \frac{\text{Rp.}150000}{10000 \text{ batako}} = \text{Rp.}15,-$$

- Upah untuk pembuatan satu buah batako diperkirakan sebesar Rp. 200,-

Maka, dari kebutuhan bahan untuk satu buah batako serta harga bahan, alat dan upah diatas, dapat diperkirakan biaya produksi untuk satu buah batako *Diamond* ini, adalah sebesar :

- Semen = $1,0 \times \text{Rp. } 650,- = \text{Rp. } 650,-$
- Agregat = $0,008 \times \text{Rp. } 50.000 = \text{Rp. } 400,-$
- Alat (dihitung dari harga penyusutan alat) = Rp. 15-
- Upah = Rp. 200,-

Sehingga diperkirakan biaya produksi yang dikeluarkan untuk pembuatan satu buah batako *Diamond* ini adalah :

$$\begin{aligned} \text{Biaya produksi batako } \textit{Diamond} &= \text{Rp. } 650,- + \text{Rp. } 400,- + \text{Rp. } 15- + \text{Rp. } 200,- \\ &= \text{Rp. } 1.265,- \approx \text{Rp. } 1.300,- \end{aligned}$$

5.6 Pembahasan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai kekuatan desak batako tanpa pasir dengan pengaruh variasi gradasi agregat batu alam yang digunakan dalam campuran adukannya ini, didapat hasil-hasil yaitu :

1. Dari gambar 5.17, dapat dilihat bahwa kuat desak ($f'c$) dari benda uji batako tanpa pasir yang maksimum adalah pada batako tanpa pasir dengan variasi VI (perbandingan antara agregat A : agregat B = 75 : 25), yang memiliki kuat desak sebesar $3,520 \text{ MPa}$. Kuat desak dari batako tanpa pasir ini memiliki kekuatan yang jauh lebih baik jika dibandingkan dengan kuat desak yang dimiliki oleh batako biasa yaitu sebesar $2,748 \text{ MPa}$.

2. Dari gambar 5.18, berdasarkan dari grafik hubungan antara modulus halus butir (mhb) dengan kuat desak benda uji batako tanpa pasir yang terbentuk, dapat dibuat *curve fitting*, yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara mhb tiap variasi benda uji dengan kuat desak yang dihasilkan oleh benda uji batako tanpa pasir. Persamaan dari *curve fitting* tersebut adalah :

$$y = -1839,1304 + 545,623188x - 40,394202x^2$$

dengan : y = kuat desak yang diperkirakan (MPa)

x = mhb agregat yang digunakan

sehingga, dari persamaan tersebut kuat desak yang dihasilkan dapat dicari jika modulus halus butir agregat diketahui.

Contoh perhitungan :

Diketahui mhb dari agregat adalah sebesar 6,75. Maka kuat desak yang diperkirakan adalah :

$$\begin{aligned} y &= -1839,1304 + 545,623188x - 40,394202x^2 \\ &= -1839,1304 + (545,623188 \times 6,75) - (40,394202 \times 6,75^2) \\ &= -1839,1304 + 3682,9565 - 1840,4608 = 3,365 \end{aligned}$$

maka, kuat desak ($f'c$) dari benda uji batako tanpa pasir yang dihasilkan dengan menggunakan agregat yang mempunyai modulus halus butir 6,75 adalah sebesar 3,365 MPa .

3. Dari tabel 5.16, dapat dilihat bahwa berat/bobot dari batako biasa adalah sebesar 15,54 kg . Berat ini berselisih sekitar 14,10% lebih berat jika

dibandingkan dengan berat/bobot benda uji batako tanpa pasir yang memiliki berat rerata sebesar 13,348 kg .

4. Berat volume yang dimiliki oleh benda uji batako tanpa pasir variasi VI adalah sebesar $1,765 \text{ kg/dm}^3$. Berat volume yang dimiliki oleh batako tanpa pasir ini lebih ringan sekitar 9,21% dibandingkan dengan berat jenis yang dimiliki batako biasa (*Diamond*) yaitu sebesar $1,944 \text{ kg/dm}^3$.
5. Hasil pengamatan pada benda uji batako tanpa pasir setelah dilakukan pengujian menunjukkan bahwa butiran-butiran agregat di dalam campuran menjadi pecah/terbelah. Ini menunjukkan bahwa ikatan semen di dalam campuran sudah homogen, sehingga mampu mengikat agregat dengan baik.
6. Untuk biaya produksi dari batako tanpa pasir ini, dari perhitungan secara kasar dapat diketahui bahwa biaya produksi batako tanpa pasir yaitu diperkirakan sebesar Rp. 2.600,-. Pada batako biasa (*Diamond*), yang digunakan sebagai pembanding untuk biaya produksinya diperkirakan adalah sebesar Rp.1.300,-. Terlihat bahwa biaya produksi dari batako tanpa pasir lebih besar dari batako biasa (*Diamond*), hal ini disebabkan karena kebutuhan semen yang lebih banyak diperlukan pada batako tanpa pasir jika dibandingkan dengan batako biasa, selain itu produktivitas kerja untuk pembuatan batako tanpa pasir yang hanya bisa menghasilkan satu buah batako per hari untuk satu cetakan yang digunakan sehingga biaya produksinya pun menjadi lebih besar. Selain itu juga dapat diperkirakan besarnya *margin* keuntungan untuk satu batako biasa (*Diamond*), yaitu adalah sebesar :

harga jual batako *Diamond* = biaya produksi + keuntungan

Rp. 1.950,- = Rp. 1.300,- + keuntungan

Maka, keuntungan diperkirakan sebesar Rp. 650,-

