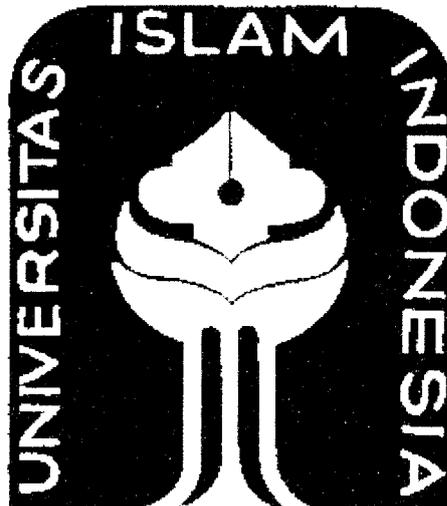


PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HASILAN/BELI	
TGL. TERIMA :	3 - 12 - 2007
NO. JUDUL :	2647
NO. INV. :	5120002647001
NO. INDIK. :	002647

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI GRADASI AGREGAT LIMBAH
ATAU PUNG BANGUNAN TERHADAP KUAT
DESAK BATAKO TANPA PASIR**

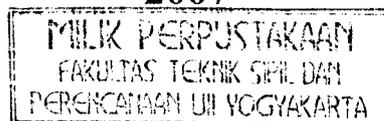


Disusun oleh :

Anton Ari Wibowo
No. Mhs : 02 511 179

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2007



LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
PENGARUH VARIASI GRADASI AGREGAT LIMBAH
ATAU PUNG BANGUNAN TERHADAP KUAT
DESAK BATAKO TANPA PASIR

Diajukan Sebagai Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 (S1)
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

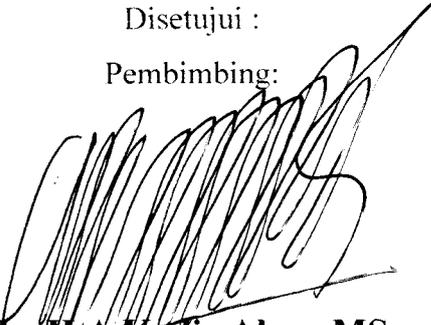
Disusun oleh :

Anton Ari Wibowo
No. Mhs : 02 511 179

2

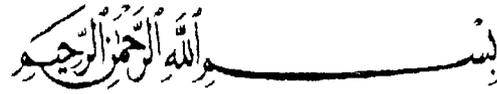
Disetujui :

Pembimbing:


Ir. H. A. Kadir Aboe, MS

Tanggal: ..17/11/2007
108

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb,

Allhamdulillahirobbil'aalamiin, dengan segala Rahmat dan Hidayah Allah SWT. serta Shalawat dan Salam kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga dapat diselesaikan Tugas Akhir dengan judul **Pengaruh Variasi Gradasi Agregat Limbah Atau Puing Bangunan Terhadap Kuat Desak Batako Tanpa Pasir**, yang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 (S1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini, tentunya tidak lepas dari hambatan dan rintangan, akan tetapi atas bantuan, petunjuk, bimbingan serta masukan yang berharga dari berbagai pihak, akhirnya berbagai hal tersebut dapat teratasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini perkenankanlah penyusun menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. A Kadir Aboe, MS, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS, selaku dosen tamu dan penguji.
3. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT, selaku dosen tamu dan penguji.
4. Bapak DR. Ir. Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
6. Bapak Ir. H. Suharyatma, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

7. Yang tercinta almarhum dan almarhumah orang tua saya, serta kakak-kakakku yang telah memberikan dukungan dan doa, sehingga Tugas Akhir ini dapat terwujud.
8. Mas Suwarno dan Mas Darussalam, yang telah banyak membantu selama di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
9. Seluruh Dosen, Karyawan dan Staff Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
10. Teman-temanku yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

semoga semua amal kebaikan ini mendapatkan pahala dan batasan yang setimpal dari Allah SWT. Amin.

Sebagai manusia yang tidak lepas dari kekurangan, disadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Untuk itu, jika dalam penyusunan kata maupun isinya banyak dijumpai kesalahan, maka sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Akhirul kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penyusun sendiri khususnya dan pada umumnya bagi siapa saja yang dapat memanfaatkannya.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 15 Juli 2007

Anton Ari Wibowo

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
ABSTRAKSI	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan Masaiah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pendahuluan	5
2.2. Batako Tanpa Pasir.....	6
2.3. Rangkuman	10
BAB III. LANDASAN TEORI	11
3.1. Pendahuluan	11
3.2. Bahan	11
3.2.1. Semen Portland	11
3.2.2. Agregat	14
3.2.3. Air	15

3.3.	Gradasi Agregat	17
3.4.	Modulus Halus Butir	18
3.5.	Persiapan dan Pemeriksaan Bahan	19
3.6.	Perencanaan Kebutuhan Bahan	22
3.7.	Kuat Desak	25
BAB IV.	METODOLOGI PENELITIAN	28
4.1.	Pendahuluan	28
4.2.	Sampling	28
4.3.	Bahan dan Peralatan	30
4.3.1.	Bahan	31
4.3.2.	Peralatan	31
4.4.	Felaksanaan	32
4.4.1.	Persiapan	34
4.4.2.	Pembuatan Benda Uji	35
4.4.3.	Perawatan Benda Uji	36
4.4.4.	Pengujian Benda Uji	36
4.5.	Analisis	37
4.6.	Kesimpulan	37
BAB V.	HASIL DAN PEMBAHASAN	38
5.1.	Pendahuluan	38
5.2.	Bahan	38
5.2.1.	Air	38
5.2.2.	Semen	39
5.2.3.	Agregat	40
5.3.	Perhitungan Perencanaan Adukan	45
5.3.1.	Perhitungan Kebutuhan Bahan Per m ³ Beton	45
5.3.2.	Perhitungan Kebutuhan Bahan Untuk Satu Adukan	47

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Variasi gradasi agregat kasar	3
Tabel 2.1.	Kekuatan batako yang disyaratkan	6
Tabel 3.1.	Jenis-jenis semen	13
Tabel 4.1.	Variasi gradasi agregat	30
Tabel 4.2.	Peralatan yang digunakan dalam penelitian	31
Tabel 5.1.	Hasil pengujian berat satuan semen	39
Tabel 5.2.	Hasil penimbangan agregat yang tertinggal diayakan	41
Tabel 5.3.	Hasil pengujian berat satuan agregat	43
Tabel 5.4.	Hasil pengujian berat jenis agregat	44
Tabel 5.5.	Kebutuhan bahan campuran batako tanpa pasir	49
Tabel 5.6.1	Data pemeriksaan dimensi dan berat volume variasi I	54
Tabel 5.6.2.	Kekuatan desak benda uji variasi I.....	55
Tabel 5.7.1	Data pemeriksaan dimensi dan berat volume variasi II	56
Tabel 5.7.2.	Kekuatan desak benda uji variasi II	57
Tabel 5.8.1	Data pemeriksaan dimensi dan berat volume variasi III	58
Tabel 5.8.2.	Kekuatan desak benda uji variasi III	59
Tabel 5.9.1	Data pemeriksaan dimensi dan berat volume variasi IV	60
Tabel 5.9.2.	Kekuatan desak benda uji variasi IV.....	61
Tabel 5.10.1	Data pemeriksaan dimensi dan berat volume variasi V	62
Tabel 5.10.2	Kekuatan desak benda uji variasi V	63
Tabel 5.11.1	Data pemeriksaan dimensi dan berat volume variasi VI	64
Tabel 5.11.2	Kekuatan desak benda uji variasi VI.....	65

Tabel 5.12.1	Data pemeriksaan dimensi dan berat volume variasi VII	66
Tabel 5.12.2	Kekuatan desak benda uji variasi VII.....	67
Tabel 5.13.1	Data pemeriksaan dimensi dan berat volume variasi VIII	68
Tabel 5.13.2	Kekuatan desak benda uji variasi VIII	69
Tabel 5.14.1	Data pemeriksaan dimensi dan berat volume variasi IX	70
Tabel 5.14.2	Kekuatan desak benda uji variasi IX.....	71
Tabel 5.15.1	Data pemeriksaan dimensi dan berat volume variasi X	72
Tabel 5.15.2	Kekuatan desak benda uji variasi X	73
Tabel 5.16.	Kuat desak, berat volume, berat rata-rata batako tanpa pasir	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.	Grafik batas-batas gradasi agregat kasar	18
Gambar 3.2.	Perubahan volume air setelah dimasukkan agregat	22
Gambar 3.3.	Proses Pengujian kuat desak benda uji batako	26
Gambar 4.1.	Bagan alir penelitian	33
Gambar 5.1.	Proses pengadukan bahan	50
Gambar 5.2.	Proses pemadatan sampel	52
Gambar 5.3.	Proses perataan sampel	52
Gambar 5.4.	Proses perawatan sampel	52
Gambar 5.5.	Proses pembasahan sampel	53
Gambar 5.6.	Proses pengujian sampel	74
Gambar 5.7.	Proses pengujian sampel	74
Gambar 5.8.	Proses pengujian sampel	75
Gambar 5.9.	Proses pengujian sampel	75
Gambar 5.10.	Grafik hubungan antara kuat desak rata-rata batako tanpa pasir dengan variasi gradasi agregatnya	76
Gambar 5.11.	Grafik hubungan antara berat rata-rata batako tanpa pasir dengan variasi gradasinya	77
Gambar 5.12.	Grafik hubungan antara berat volume rata-rata batako tanpa pasir dengan variasi gradasinya	77

ABSTRAKSI

Batako adalah bata yang dibuat dengan cara mencetak dan memelihara dalam suasana lembab, dengan campuran semen, pasir dan air yang digunakan sebagai bahan untuk membangun rumah atau gedung. Batako mempunyai kaitan dengan perencanaan bangunan yang hemat, mudah dikerjakan dan cepat dalam pendirian bangunan. Selain itu, batako juga memiliki keunggulan dalam hal kedap suara, ketahanan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh iklim, variasi bentuk dan warna membuatnya dapat menyesuaikan terhadap semua gaya arsitektur yang digunakan. Namun seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, maka diperlukan peningkatan mutu dari batako sebagai salah satu bahan bangunan sehingga timbullah ide pembuatan batako tanpa pasir. Agregat yang digunakan dalam pembuatan batako tanpa pasir ini adalah limbah atau puing bangunan. Batako tanpa pasir (dengan campuran semen, agregat dan air) diyakini memiliki berat lebih ringan dibandingkan dengan batako biasa, hal ini dikarenakan banyaknya pori-pori/ rongga yang terbentuk diantara butiran agregatnya.

Pada penelitian, ini batako tanpa pasir dibuat dengan menggunakan perbandingan semen dengan agregat saja yaitu 1 : 7, fas yang digunakan sebesar 0,38 dan dimensi batako 37,5 x 17,5 x 9,5 cm. Jumlah variasi yang dibuat adalah sebanyak 10 variasi dengan jumlah benda uji 5 buah untuk masing-masing variasinya. Agregat yang digunakan adalah limbah puing bangunan (limbah bangunan pasca gempa) yang diambil dari Ds. Tarungan, Kec. Wedi, Kab. Klaten, Prop. Jawa Tengah.

Dari penelitian yang dilakukan, didapat bahwa batako/ beton ringan dengan kekuatan desak yang cukup baik terdapat pada variasi VI dengan kuat desak sebesar 2,533 MPa dan berat volumenya 1,67 kg/dm³. Kuat desak ini dapat memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Peraturan Umum Bahan Bangunan (PUBI, 1982) dan termasuk jenis batako A1 yaitu dengan kekuatan 2,00 s/d 3,50 MPa.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan konstruksi di Indonesia dewasa ini sudah diwarnai dengan berbagai mutu bahan dan juga mutu bangunan. Seiring dengan bertambahnya populasi manusia berarti meningkat pula tuntutan kebutuhan akan tempat tinggal yang relatif murah, namun tetap memenuhi syarat-syarat teknis konstruksi. Dalam kehidupan sehari-hari banyak dijumpai limbah atau puing bangunan yang sudah tidak terpakai, oleh karena itu akan sangat bermanfaat apabila puing atau limbah bangunan tersebut digunakan sebagai agregat dalam pembuatan batako atau beton tanpa pasir.

Beton atau batako tanpa pasir diyakini relatif lebih ringan jika dibandingkan dengan beton biasa, hal ini dikarenakan banyaknya pori yang terbentuk diantara agregat. Banyaknya pori yang terbentuk ini juga dapat menyebabkan air masuk kedalam struktur, sehingga dapat menimbulkan korosi pada besi tulangan. Dengan pertimbangan diatas, maka akan sangat efisien bila beton tanpa pasir ini diaplikasikan sebagai bagian non struktural yaitu dinding bangunan, dalam hal ini sebagai batako. Pembuatan batako ini menggunakan campuran agregat dari limbah atau puing bangunan yang tujuannya untuk memperoleh batako yang ringan dengan kuat desak yang tidak kalah dari batako biasa. Berat sendiri batako yang relatif ringan ini akan dapat mengoptimalkan kemampuan balok dan kolom dalam menahan beban.

Beton ringan adalah beton yang berat volumenya kurang dari $1,80 \text{ kg/dm}^3$ dan merupakan isolasi panas yang baik. Biasanya digunakan sebagai beton dinding, sehingga dapat mengurangi berat struktur secara keseluruhan (Tjokrodinuljo, 1992).

1.5. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuan, maka penelitian ini dibatasi dengan batasan-batasan :

1. Penelitian dibatasi hanya pada penelitian kuat desak beton saja.
2. komposisi campuran batako tanpa pasir yang digunakan adalah dengan perbandingan volume 1 : 7, untuk masing-masing semen dan agregatnya. Mengingat pada penelitian sebelumnya dapat menghasilkan kuat desak yang optimum dan juga batako yang lebih ringan.
3. Variasi gradasi agregat yang digunakan untuk batako tanpa pasir ini seperti yang terlihat pada tabel 1.1 berikut ini :

Tabel 1.1. Variasi gradasi agregat kasar yang digunakan

Variasi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Persentase lolos saringan 19,0 mm dan tertahan saringan 9,60 mm (A)	85	83	81	79	77	75	73	71	69	67
Persentase lolos saringan 9,60 mm dan tertahan saringan 4,80 mm (B)	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
Jumlah benda uji	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Dengan jumlah benda uji 5 batako untuk setiap variasi, sehingga jumlah benda uji secara keseluruhan adalah 50 batako.

4. Material agregat yang digunakan adalah material limbah bangunan pasca gempa yang berasal dari Ds. Tarungan, Kec. Wedi, Kab. Klaten.
5. Faktor air semen (fas) yang digunakan adalah 0,38.
6. Semen yang digunakan adalah semen portland kelas I, merk *Holcim*, dengan berat 40 kg/sak.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan konstruksi di Indonesia dewasa ini sudah diwarnai dengan berbagai mutu bahan dan juga mutu bangunan. Seiring dengan bertambahnya populasi manusia berarti meningkat pula tuntutan kebutuhan akan tempat tinggal yang relatif murah, namun tetap memenuhi syarat-syarat teknis konstruksi. Dalam kehidupan sehari-hari banyak dijumpai limbah atau puing bangunan yang sudah tidak terpakai, oleh karena itu akan sangat bermanfaat apabila puing atau limbah bangunan tersebut digunakan sebagai agregat dalam pembuatan batako atau beton tanpa pasir.

Beton atau batako tanpa pasir diyakini relatif lebih ringan jika dibandingkan dengan beton biasa, hal ini dikarenakan banyaknya pori yang terbentuk diantara agregat. Banyaknya pori yang terbentuk ini juga dapat menyebabkan air masuk kedalam struktur, sehingga dapat menimbulkan korosi pada besi tulangan. Dengan pertimbangan diatas, maka akan sangat efisien bila beton tanpa pasir ini diaplikasikan sebagai bagian non struktural yaitu dinding bangunan, dalam hal ini sebagai batako. Pembuatan batako ini menggunakan campuran agregat dari limbah atau puing bangunan yang tujuannya untuk memperoleh batako yang ringan dengan kuat desak yang tidak kalah dari batako biasa. Berat sendiri batako yang relatif ringan ini akan dapat mengoptimalkan kemampuan balok dan kolom dalam menahan beban.

Beton ringan adalah beton yang berat volumenya kurang dari $1,80 \text{ kg/dm}^3$ dan merupakan isolasi panas yang baik. Biasanya digunakan sebagai beton dinding, sehingga dapat mengurangi berat struktur secara keseluruhan (Tjokrodimuljo, 1992).

1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini, batako yang dibuat bukanlah seperti yang biasa dibuat selama ini (batako yang terbuat dari campuran semen, pasir dan air), akan tetapi terbuat dari campuran semen, agregat dan air, sehingga dapat menjadikan bobot batako lebih ringan daripada batako biasa. Agregat yang digunakan dalam pembuatan batako ini adalah limbah atau puing bangunan.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah :

1. Untuk memperoleh batako yang lebih ringan dan kekuatan desaknya tidak kalah dengan batako biasa.
2. Mengetahui kuat desak batako tanpa pasir yang maksimum dengan variasi gradasi agregat limbah bangunan pasca gempa.
3. Memanfaatkan limbah bangunan yang sudah tidak terpakai untuk dijadikan batako, sehingga bisa dimanfaatkan untuk membuat dinding suatu bangunan.

1.4. Manfaat Penelitian

Diharapkan pada penelitian ini didapatkan manfaat :

1. Menghasilkan batako yang lebih baik dari Standar Nasional Indonesia (SK SNI-S-04-1989-F) maupun Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI, 1982).
2. Mengetahui komposisi variasi gradasi agregat limbah atau puing bangunan yang paling baik untuk dapat menghasilkan kuat desak batako tanpa pasir yang optimal.

1.5. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuan, maka penelitian ini dibatasi dengan batasan-batasan :

1. Penelitian dibatasi hanya pada penelitian kuat desak beton saja.
2. komposisi campuran batako tanpa pasir yang digunakan adalah dengan perbandingan volume 1 : 7, untuk masing-masing semen dan agregatnya. Mengingat pada penelitian sebelumnya dapat menghasilkan kuat desak yang optimum dan juga batako yang lebih ringan.
3. Variasi gradasi agregat yang digunakan untuk batako tanpa pasir ini seperti yang terlihat pada tabel 1.1 berikut ini :

Tabel 1.1. Variasi gradasi agregat kasar yang digunakan

Variasi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Persentase lolos saringan 19,0 mm dan tertahan saringan 9,60 mm (A)	85	83	81	79	77	75	73	71	69	67
Persentase lolos saringan 9,60 mm dan tertahan saringan 4,80 mm (B)	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
Jumlah benda uji	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Dengan jumlah benda uji 5 batako untuk setiap variasi, sehingga jumlah benda uji secara keseluruhan adalah 50 batako.

4. Material agregat yang digunakan adalah material limbah bangunan pasca gempa yang berasal dari Ds. Tarungan, Kec. Wedi, Kab. Klaten.
5. Faktor air semen (fas) yang digunakan adalah 0,38.
6. Semen yang digunakan adalah semen portland kelas I, merk *Holcim*, dengan berat 40 kg/sak.

Kekuatan dari batako standar yang disyaratkan oleh Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI, 1982) terlihat pada tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2.1. Kekuatan batako yang disyaratkan

Batako	Kuat tekan brutto min (MPa)		Penyerapan air maks (% berat)
	Rata-rata	Masing-masing	
A1	2,0	1,7	-
A2	3,5	3,0	-
B1	5,0	4,5	3,5
B2	7,0	6,5	2,5

Sumber : Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia, 1982

2.2. Batako Tanpa Pasir

Salah satu jenis beton ringan adalah beton non pasir, yaitu beton yang dibuat dari campuran agregat, semen dan air tanpa menggunakan pasir. Agregat yang digunakan sebagai bahannya dapat berupa kerikil alami, batu pecah, batu apung ataupun dengan tanah bakar yang dibuat berongga dan beton limbah bangunan. Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap kekuatan desaknya, tampak bahwa kuat desak beton non pasir sangat dipengaruhi oleh jenis dan gradasi agregat yang digunakan, faktor air semen (fas) dan nilai perbandingan volume antara semen dengan agregatnya. Selain itu, kebutuhan semen per m³ betonnya hanya sedikit, sehingga memungkinkan harganya akan dapat bersaing dengan bahan bangunan lain, misalnya jika beton non pasir ini dibuat sebagai pengganti batu bata atau batako standar, terutama untuk daerah yang banyak memiliki agregat kasar (Tjokrodinuljo, 1992).

Pembuatan beton ringan dapat dibagi menjadi dua cara (*Neville, 1975*), yaitu :

1. Dengan menggunakan agregat ringan (kasar atau halus).
2. Pembuatan beton tanpa menggunakan pasir.

Agregat yang digunakan untuk membentuk beton ringan biasanya adalah berupa lelehan tepung abu bakar yang mengeras, batu tulis, tanah liat yang diregangkan, sisa bara yang berbusa, batu apung dan limbah bangunan.

Berat jenis beton dengan agregat ringan yang kering udara sangat bervariasi, tergantung pada pemilihan agregatnya. Secara kasar beton ringan menurut berat jenisnya dapat dibagi menjadi tiga (*Neville, 1975*), yaitu :

1. Beton ringan dengan berat jenis antara 0,30 sampai 0,80 gr/cm³, yang biasanya dipakai sebagai bahan isolasi.
2. Beton ringan dengan berat jenis antara 0,80 sampai 1,40 gr/cm³, yang biasanya dipakai untuk struktur ringan.
3. Beton ringan dengan berat jenis antara 1,40 sampai 2,00 gr/cm³, yang biasanya dipakai untuk struktur sedang.

Beton ringan biasanya mempunyai sifat-sifat antara lain (*Gambhir, 1986*), sebagai berikut :

1. Ringan, berat jenis beton biasanya sekitar 2300 kg/m³, sedangkan beton ringan mempunyai berat jenis dari 300 sampai 1200 kg/m³. Beton yang sangat ringan biasanya baik untuk bahan isolasi.
2. Tidak menghantarkan panas. Beton ringan mempunyai nilai isolasi sebesar 3 sampai 6 kali bata dan sekitar 10 kali beton biasa.

3. Tahan api. Beton ringan mempunyai sifat yang baik sekali dalam menahan panas, sehingga sangat baik jika dipakai untuk melindungi bagian struktur dari pengaruh api.
4. Mudah dikerjakan, sehingga perbaikan setempat juga mudah untuk dilakukan tanpa merusak bagian lain yang tidak diperbaiki. Selain itu beton ringan juga dapat digergaji, dipotong, dibor atau dipaku.
5. Keawetan. Beton ringan biasanya bersifat tidak kedap air, maka beton jenis ini tidak bisa mencegah terjadinya korosi pada tulangan yang biasanya terjadi pada beton biasa.

Penempatan beton ringan dalam suatu pengerjaan konstruksi bangunan dapat ditunjukkan (*Gambhir, 1986*), antara lain :

1. Dinding isolasi pada gedung, terutama pada bangunan pabrik.
2. Sebagai beton cor pada struktur komposit antar pelat lantai.
3. Apabila mempunyai kuat tekan yang besar, dapat digunakan untuk menahan beban, dalam hal ini sebagai dinding tembok struktural.
4. Dibuat panel-panel beton bertulang sebagai tembok penyekat dalam suatu gedung sebagai ruangan.

Agregat yang biasa digunakan sebagai campuran pada beton tanpa pasir adalah agregat yang diameternya berkisar antara $\frac{3}{8}$ sampai $\frac{3}{4}$ inci. Setelah diuji, didapat bahwa beton tanpa pasir dengan bentuk silinder memiliki kekuatan desak sebesar 300 *psi* pada usia 7 hari dan 600 *psi* pada saat beton usia 28 hari, adapun agregat yang digunakan diameternya $\frac{3}{4}$ inci (*Moss, 1988*).

Penelitian mengenai batako tanpa pasir yang dilakukan oleh jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta bekerja sama dengan masyarakat di salah satu wilayah KKN. Maksud dari penelitian itu adalah untuk memanfaatkan sumber daya alam yang terdapat disekitar desa tersebut. Benda uji batako tanpa pasir dibuat dengan menggunakan agregat kasar yaitu batu kapur, dengan gradasi agregat 1 sampai 2 cm, perbandingan campuran yang digunakan adalah 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:10, 1:12, sedangkan faktor air semen (fas) yang digunakan sesuai dengan kebutuhan. Campuran bahan batako diaduk sampai rata, kemudian ditambah air sesuai dengan kebutuhan. Campuran pasta batako yang telah homogen langsung dimasukkan kedalam cetakan lalu ditumbuk dengan penumbuk cetakan batako. Cetakan batako baru boleh dibuka setelah beton berusia 24 jam, perawatan batako dilakukan dengan menyimpan batako ditempat yang lembab, ditutup dengan karung dan terus dijaga kelembabannya. Batako baru diuji kuat desaknya setelah berusia 28 hari (*Hapsari Putri, 2003*).

Penelitian tentang batako tanpa pasir yang dilakukan oleh Desmar dan Danang dengan judul "Kuat Desak Batako Tanpa Pasir Dengan Menggunakan Agregat Batu Alam dan Batu Pecah (*split*)". Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Benda uji batako tanpa pasir yang digunakan berdimensi 40 x 20 x 10 cm, dengan perbandingan volume campuran antara semen dengan agregat 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:10. Agregat yang digunakan adalah agregat kerikil dan batu pecah dari daerah Bebeng, Lereng Gunung Merapi. Pada penelitian ini diperoleh bahwa perbandingan volume yang optimum adalah batako

tanpa pasir dengan perbandingan 1:6, yang menghasilkan kuat desak sebesar 2,60 MPa untuk sampel yang menggunakan batu pecah. Sedangkan untuk benda uji yang menggunakan agregat batu alam menghasilkan kuat desak sebesar 3,37 MPa. Selain itu pada perbandingan 1:6 juga menghasilkan berat yang lebih ringan dari batako biasa (*Desmar dan Danang, 2004*).

2.3. Rangkuman

Berdasarkan dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan diatas, diperoleh kesimpulan sementara, bahwa batako tanpa pasir memiliki kelebihan daripada batako biasa, antara lain :

1. Memiliki kekuatan desak lebih besar daripada batako biasa untuk perbandingan volume campuran tertentu.
2. Memiliki berat lebih ringan dari batako biasa.
3. Mudah dibuat, karena bahan campuran yang digunakan hanya berupa semen dan agregat saja.

Berdasarkan kelebihan-kelebihan itulah yang mendasari untuk dilanjutkannya penelitian tentang batako tanpa pasir ini.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Pendahuluan

Untuk mengetahui secara teoritis tentang batako tanpa pasir yang menjadi obyek pada penelitian ini, maka dalam bab ini akan dikemukakan teori-teori yang berkenaan dengan batako tanpa pasir tersebut.

3.2. Bahan

Komposisi pembentuk batako tanpa pasir ini terdiri dari tiga komponen yaitu semen, agregat dan air, sehingga menghasilkan perbandingan komposisi yang lebih sederhana jika dibandingkan dengan batako biasa, yaitu :

- a. Perbandingan berat air dengan semen biasanya disebut sebagai faktor air semen (fas).
- b. Perbandingan volume agregat dengan semen.

Dengan demikian, batako tanpa pasir ini merupakan suatu gumpalan butiran limbah bangunan pasca gempa yang saling merekat. Butiran-butiran tersebut dapat melekat dan menjadi satu kesatuan yang utuh karena diikat oleh pasta semen.

3.2.1. Semen Portland

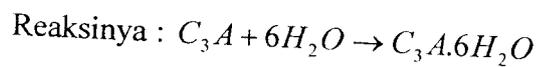
Semen adalah bahan hidrolis berbentuk serbuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang mengandung unsur-unsur kimia seperti kapur (CaO), silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃) dan oksida besi (Fe₂O₃), yang bersifat

hidrolis dengan gypsum sebagai bahan tambahan (PUBI, 1982). Pada semen portland, komponen terbesar adalah kapur, yaitu berkisar antara 60% - 65 %. Semen portland dibuat dengan cara mencampur dan membakar bahan dasar semen pada suhu 1550° C, dan menjadi klinker (*Tjokrodimuljo, 1992*). Kemudian klinker tersebut digiling ingá halus dan kemudian ditambahkan gypsum (CaSO_4).

Dalam beton semen berfungsi sebagai bahan pengikat/ perekat (apabila diberi air) untuk mempersatukan bahan agregat halus dan kasar menjadi satu ikatan yang kompak, dalam arti menjadi satu kesatuan yang padat. Selain itu juga dapat berfungsi sebagai pengisi ruang atau pori yang terjadi antara agregat.

Reaksi kimia antara semen portland dengan air menghasilkan senyawa-senyawa yang disertai dengan pelepasan panas. Senyawa-senyawa yang dihasilkan pada reaksi kimia tersebut (*Ngatidjo, 2003*) adalah :

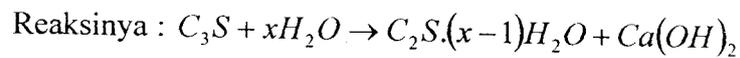
- Trikalsium Aluminat (C_3A), bereaksi dengan air berlangsung dengan sangat cepat membentuk kalsium aluminat hidrat serta pelepasan panas yang besar, sehingga akan menimbulkan massa yang kaku/ keras. Proses reaksi ini dikenal sebagai proses pengikatan semen, dan panasnya disebut sebagai panas hidrasi (panas pengikatan).



Ikatan oksida C_3A dalam semen berguna untuk memulai proses pengerasan beton.

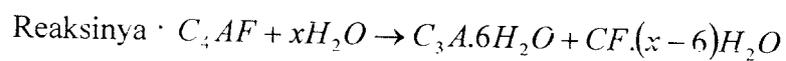
- Trikalsium Silikat (C_3S), bereaksi dengan air berlangsung dengan lambat, mula-mula pada permukaan butiran semen terbentuk kalsium silikat yang

berbentuk gel dan sisa CaO bereaksi dengan air membentuk Ca(OH)_2 . Reaksi ini akan terus berlangsung sampai butiran semen mengalami hidrasi yang selanjutnya mengalami pengerasan.



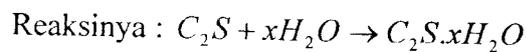
Ikatan oksida C_3S berfungsi sebagai pengatur atau pembentuk kekuatan awal dari beton.

- Tetrakalsium Aluminoforit (C_4AF), bereaksi dengan air, reaksi ini terjadi hampir sama dengan C_3A .



C_4AF berfungsi sebagai penurun temperatur pada pembentukan klinker.

- Dikalsium Silikat (C_2S), bereaksi dengan air berlangsung lambat dan berfungsi membentuk kekuatan akhir pada beton.



Jenis-jenis semen yang terdapat di Indonesia (PUBI, 1982), dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut ini :

Tabel 3.1. Jenis-jenis semen

Jenis I	- untuk penggunaan umum - tidak memerlukan syarat-syarat khusus
Jenis II	- mempunyai ketahanan terhadap sulfat - panas hidrasinya sedang
Jenis III	- mempunyai kekuatan awal tinggi
Jenis IV	- panas hidrasinya rendah
Jenis V	- sangat tahan terhadap sulfat

Sumber : persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI, 1982)

3.2.2. Agregat

Agregat adalah butiran partikel mineral yang digunakan bersama-sama dengan semen untuk membentuk beton. Agregat batuan pada beton memiliki porsi terbesar, yaitu 60% - 80%. Pemilihan agregat sangat penting karena akan sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortarnya.

Berdasarkan berat jenisnya, agregat dibedakan menjadi tiga, yaitu agregat berat, agregat normal dan agregat ringan. Agregat berat adalah agregat yang berat jenisnya lebih dari $2,8 \text{ kg/dm}^3$. Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara $2,5 - 2,7 \text{ kg/dm}^3$. Agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari $2,0 \text{ kg/dm}^3$.

Berdasarkan sumbernya, agregat dibagi menjadi dua, yaitu agregat alami dan agregat buatan. Agregat alami adalah agregat yang diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami degradasi secara alami atau dengan menggunakan mesin pemecah batu. Agregat buatan adalah agregat yang dengan sengaja dibuat dengan spesifikasi tertentu seperti kerak tanur tinggi yang digunakan untuk konstruksi beton berat/ mutu tinggi.

Berdasarkan gradasi ukuran agregatnya terbagi menjadi dua macam, yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus adalah agregat yang berukuran kurang dari 4,8 mm, agregat ini biasanya disebut dengan pasir yang biasa diperoleh disungai, tanah galian atau bisa juga diperoleh dari hasil pemecahan batu. Agregat kasar adalah agregat yang berukuran lebih besar dari 4,8 mm, agregat ini biasa disebut dengan kerikil, batu pecah (*split*).

Agregat yang akan digunakan dalam campuran haruslah memenuhi kondisi *saturated surface dry* (SSD), yaitu agregat dalam keadaan jenuh kering muka sehingga agregat tersebut tidak akan menambah maupun mengurangi air dari pastinya (Tjokrodimuljo, 1992).

Pemilihan agregat yang tepat akan sangat berpengaruh terhadap campuran beton. Agregat dengan permukaan yang kasar lebih dianjurkan daripada agregat yang memiliki permukaan yang lebih halus, karena permukaan yang kasar dapat meningkatkan rekatan yang terjadi antara agregat dan semen.

3.2.3. Air

Air merupakan bahan dasar yang sangat penting dalam pembuatan beton. Didalam campuran beton, air mempunyai dua fungsi, yang pertama adalah untuk memungkinkan reaksi kimia yang akan menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, fungsi yang kedua adalah sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan dalam pencetakan atau pembuatan sampel (Murdock dan Brook, 1986).

Faktor air semen (fas) merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan desak beton, selain jumlah semen dan jenis agregat kasar yang digunakan. Jika fas terlalu tinggi maka akan mengakibatkan pasta semen mengalir kebawah meninggalkan agregat kasar, tetapi jika fas terlalu rendah maka pasta semen tidak cukup untuk merekatkan butir-butir agregat kasar dan mempersulit pengerjaannya sehingga tidak dapat dipadatkan dengan baik.

Air yang digunakan harus memenuhi persyaratan kualitas air (Tjokrodimuljo, 1992), yaitu :

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang) lebih dari 2 gr/liter.
- b. Tidak boleh mengandung garam dan zat yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 1,5 gr/liter.
- c. Tidak mengandung klorid lebih dari 0,5 gr/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1,0 gr/liter.

Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI, 1971), persyaratan kualitas air yang dapat digunakan adalah :

- a. Tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, bahan bahan organis dan bahan-bahan lain yang dapat merusak beton atau baja tulangan. Sebaiknya dalam pemakaian air digunakan air yang benar-benar bersih.
- b. Apabila masih ragu dalam menggunakan air, dianjurkan untuk meneliti air tersebut untuk diketahui kandungan zat-zat yang terdapat dalam air tersebut.
- c. Apabila pemeriksaan air tersebut tidak dilakukan, maka dianjurkan diadakan percobaan perbandingan kekuatan tekan beton dengan memakai tersebut dengan yang menggunakan air bersih. Air tersebut dianggap dapat dipakai jika kekuatan tekan beton yang memakai air tersebut pada umur 7 hari dan 28 hari minimal 90% dari kekuatan tekan beton yang memakai air bersih yang percobaannya dilakukan pada umur beton yang sama.
- d. Jumlah air yang dipakai untuk membuat adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran isi atau ukuran berat dan harus dilakukan dengan ukuran yang tepat.

Air untuk perawatan umumnya harus memenuhi syarat-syarat yang lebih tinggi dari air untuk pembuatan beton. Misalkan untuk perawatan selanjutnya keasaman air tersebut tidak boleh memiliki *pH* kurang dari 7 dan tidak boleh mengandung kapur (Sagel, Kole, Kusuma, 1993). Dapat juga dipakai air seperti yang dipakai pada proses pengadukan, tetapi harus tidak menimbulkan noda atau endapan yang dapat merusak warna permukaan sehingga tidak bagus untuk dilihat. Besi dan zat organis yang terdapat didalam air umumnya sebagai penyebab utama terjadinya pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatan yang dilakukan cukup lama.

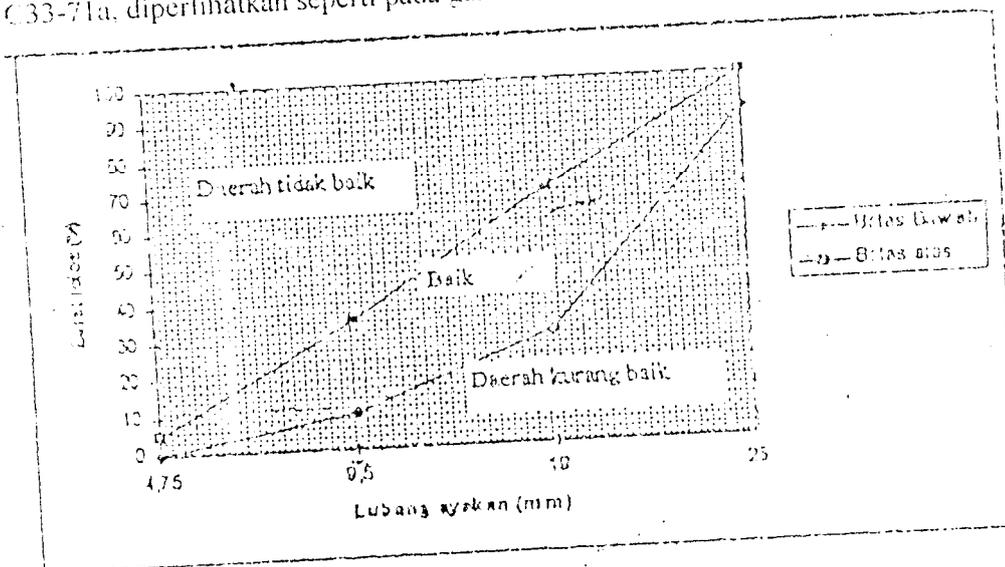
3.3. Gradasi Agregat

Gradasi adalah keragaman distribusi tiap ukuran butir (PURI, 1982). Tingkat gradasi mempengaruhi jumlah volume pori yang terjadi dan juga dapat mempengaruhi jumlah kebutuhan perekat (semen) yang dipakai. Semakin bervariasi ukuran butir agregat yang digunakan, maka akan semakin kecil pori diantara butiran, semakin rapat/ mampat dan semakin sedikit pula bahan perekat yang digunakan untuk merekatkan dan mengisi ruang diantara butiran. Selain itu, gradasi agregat juga merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi *workabilitas* atau kemudahan pengerjaannya.

Pada beton, biasanya terdapat sekitar 60% - 80% volume agregat. Agregat yang memiliki gradasi yang baik adalah yang menghasilkan angka pori yang rendah, yaitu butir-butir antar agregatnya saling mengisi rongga didalam butir yang lebih besar. Agregat merupakan bahan yang banyak terdapat didalam beton,

semakin banyak persentase agregat yang digunakan dalam campuran maka akan semakin murah harga beton, dengan syarat campuran tersebut masih cukup mudah dikerjakan dan kekuatannya memenuhi syarat.

Gradasi agregat dinyatakan dalam nilai persentase berat butiran yang tertinggal atau lolos saringan dalam susunan ayakan dengan ukuran tertentu (76 mm; 38 mm; 19 mm; 9,6 mm; 4,8 mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm dan 0,15 mm). Batas gradasi agregat yang biasa digunakan menurut ASTM Standar C33-71a, diperlihatkan seperti pada gambar 3.1 dibawah ini (Neville, 1975) :



Gambar 3.1 Grafik Batas-batas Gradasi Agregat Kasar
Sumber: ASTM Standar C33-71a

3.4. Modulus Halus Butir

Modulus butir halus (*fineness modulus*) adalah suatu indeks yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat (Tjokrodinuljo, 1992). Modulus halus butir (mhb) ini didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dan butir-butir agregat yang tertinggal diatas set ayakan dan kemudian dibagi seratus.

Makin besar nilai modulus halus butir menunjukkan bahwa semakin besar butir-butir agregat. Pada umumnya pasir mempunyai modulus halus butir antara 1,5 sampai 3,8. Adapun untuk kerikil memiliki modulus halus butir antara 5 sampai 8.

3.5. Persiapan dan Pemeriksaan Bahan

1. Pemeriksaan Berat Satuan Semen

Pemeriksaan berat satuan semen dilakukan untuk mengetahui nilai dari berat satuan yang dimiliki oleh semen yang digunakan. Langkah-langkah pemeriksaan berat satuan semen adalah sebagai berikut :

- Siapkan tabung silinder, lalu ditimbang. Berat tabung silinder kosong sebagai (W1).
- Semen kemudian dimasukkan kedalam tabung silinder secara bertahap. Pada ketinggian $\frac{1}{3}$ tabung silinder, semen tersebut ditusuk-tusuk dengan tongkat penumbuk yang memiliki diameter 16 mm dan panjang 60 cm. Demikian juga ketika semen yang dimasukkan kedalam tabung mencapai ketinggian $\frac{2}{3}$, setelah semen penuh kemudian diratakan.
- Tabung silinder yang berisi semen ditimbang dengan timbangan. Berat tabung + semen sebagai (W2).
- Menghitung volume tabung silinder (V) yang digunakan, dengan

$$\text{rumus } V = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot t \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana : D = diameter tabung silinder

t = tinggi tabung silinder

- Berat satuan semen adalah selisih berat tabung berisi semen (W_2) dengan berat tabung kosong (W_1), dibagi volume tabung (V).

$$\text{Berat satuan semen} = \frac{W_2 - W_1}{V} = \dots\dots\dots (3.2)$$

2. Penyaringan Agregat

Agregat kasar disaring menggunakan ayakan yang berukuran 38 mm; 19 mm; 9,6 mm; 4,8 mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,15 mm; pan.

3. Perendaman Agregat

Agregat limbah bangunan pasca gempa yang berasal dari Ds. Tarungan, Kec. Wedi. Kab. Klaten ini direndam dalam air selama 24 jam. Setelah itu, agregat tersebut diangkat dan langsung dikeringkan dengan kain sampai permukaannya tidak diselimuti air. Ini dilakukan agar agregat dapat memperoleh kondisi *saturated surface dry* (SSD), sehingga agregat yang terpakai tidak menyerap air dalam campuran.

4. Pemeriksaan Berat Satuan Agregat

Pemeriksaan berat satuan agregat sama seperti yang dilakukan pada pemeriksaan berat satuan semen. Pemeriksaan berat satuan agregat dilakukan dalam keadaan SSD. Langkah-langkah pemeriksaan berat satuan agregat adalah sebagai berikut :

- Siapkan tabung silinder, lalu ditimbang. Berat tabung silinder kosong sebagai (W_1).
- Agregat kasar yang telah bersih dimasukkan kedalam tabung silinder secara bertahap. Pada ketinggian $\frac{1}{3}$ tabung silinder, agregat tersebut ditusuk-tusuk dengan tongkat penumbuk yang memiliki

diameter 16 mm dan panjang 60 cm. Demikian juga agregat yang dimasukkan kedalam tabung mencapai ketinggian $\frac{2}{3}$. Setelah agregat penuh, kemudian diratakan.

- Tabung silinder yang berisi agregat kasar ditimbang dengan timbangan. Berat tabung + agregat sebagai (W2).
- Menghitung volume tabung silinder (V) yang digunakan, dengan

$$\text{rumus } V = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot t \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana : D = diameter tabung silinder

t = tinggi tabung silinder

- Berat satuan semen adalah selisih berat tabung berisi semen (W2) dengan berat tabung kosong (W1), dibagi volume tabung (V).

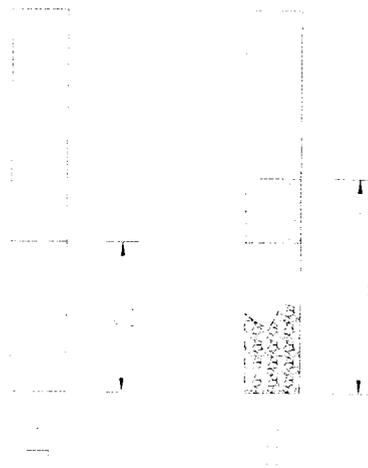
$$\text{Beras satuan semen} = \frac{W_2 - W_1}{V} = \dots\dots\dots (3.4)$$

5. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Langkah-langkah pemeriksaan berat jenis agregat adalah sebagai berikut :

- Ambil agregat kasar secukupnya dalam keadaan *saturated surface dry* (SSD), kemudian ditimbang dengan timbangan ketelitian sampai 0.01 gr sebagai (W).
- Ambil air secukupnya (V1), kemudian disisihkan kedalam gelas ukur berkapasitas 1000 ml.
- Agregat yang sudah diketahui beratnya dimasukkan kedalam gelas ukur yang berisi air yang telah diketahui volumenya. Kemudian

terjadi perubahan volume air (V_2), seperti yang terlihat pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2. Berat jenis agregat dengan cara selisih perubahan volume air

- Berat jenis agregat adalah perbandingan berat agregat (W) dengan selisih perubahan volume air ($V_2 - V_1$).

$$\text{Berat jenis agregat} = \frac{W}{V_2 - V_1} = \dots\dots\dots (3.5)$$

6. Pembuatan Variasi Gradasi Agregat

Pada penelitian ini, variasi gradasi agregat limbah beton pasca gempa yang dibuat terdiri dari 10 macam variasi gradasi agregat.

3.6. Perencanaan Kebutuhan Bahan

Pada penelitian ini, campuran yang digunakan pada batako tanpa pasir adalah dengan perbandingan volume semen : agregat yaitu 1 : 7, dan faktor air semen (fas) sebesar 0,38.

Perhitungan perencanaan kebutuhan bahan yang akan digunakan :

1. Volume padat untuk masing-masing bahan

- Volume padat semen

$$Volume\ padat\ semen = \frac{1 \times \text{berat satuan semen}}{\text{berat jenis semen}} \dots\dots\dots (3.6)$$

- Volume padat agregat yang lolos saringan 19,0 mm dan tertahan saringan 9,60 mm (agregat A)

$$Vol\ pdt\ agr\ A = \frac{(6 \times \text{persentase agr A}) \times \text{brt satuan agr A}}{\text{brt jenis agr A}} \dots (3.7)$$

- Volume padat agregat yang lolos saringan 9,60 mm dan tertahan saringan 4,80 mm (agregat B)

$$Vol\ pdt\ agr\ B = \frac{(5 \times \text{persentase agr B}) \times \text{brt satuan agr B}}{\text{brt jenis agr B}} \dots (3.8)$$

- Volume padat air

$$Volume\ padat\ air = f_{as} \times \text{berat satuan semen} \dots\dots\dots (3.9)$$

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

- Volume campuran beton

$$Vol\ camp\ beton = (\text{vol padat semen} + \text{vol padat agr A} + \text{vol padat agr B} + \text{vol padat air}) \times 1,10 \dots (3.10)$$

2. Kebutuhan volume bahan untuk per m³ beton

- Volume semen

$$Volume\ semen = \frac{1}{\text{volume campuran beton}} \dots\dots\dots (3.11)$$

- Volume agregat A

$$Volume\ agr\ A = \frac{6 \times persentase\ agr\ A}{volume\ campuran\ beton} \dots\dots\dots (3.12)$$

- Volume agregat B

$$Volume\ agr\ B = \frac{6 \times persentase\ agr\ B}{volume\ campuran\ beton} \dots\dots\dots (3.13)$$

- Volume air

$$Volume\ air = \frac{fas \times berat\ jenis\ semen}{volume\ campuran\ beton} \dots\dots\dots (3.14)$$

3. Kebutuhan berat bahan untuk per m³ beton

- Berat semen

$$W_{semen} = volume\ semen \times berat\ satuan\ semen \dots\dots\dots (3.15)$$

- Berat agregat A

$$W_{agr\ A} = volume\ agr\ A \times berat\ satuan\ agr\ A \dots\dots\dots (3.16)$$

- Berat agregat B

$$W_{agr\ B} = volume\ agr\ B \times berat\ satuan\ agr\ B \dots\dots\dots (3.17)$$

- Berat air

$$W_{air} = fas \times berat\ semen \dots\dots\dots (3.18)$$

4. Kebutuhan berat bahan untuk satu adukan beton

$$\begin{aligned} Volume\ 1\ cetakan &= 37,5 \times 17,5 \times 9,5\ cm^3 \\ &= 6234,38\ cm^3 \\ &= 0,0062\ m^3 \end{aligned}$$

Volume 1 adukan = volume 5 cetakan

$$= 5 \times 0,0062$$

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

- Berat semen 1 adukan

$$W_{\text{semen 1 adukan}} = \text{volume 1 adukan} \times \text{berat semen} \dots\dots\dots (3.19)$$

- Berat agregat A 1 adukan

$$W_{\text{agr A 1 adukan}} = \text{volume 1 adukan} \times \text{berat agr A} \dots\dots\dots (3.20)$$

- Berat agregat B 1 adukan

$$W_{\text{agr B 1 adukan}} = \text{volume 1 adukan} \times \text{berat agr B} \dots\dots\dots (3.21)$$

- Berat air 1 adukan

$$W_{\text{air 1 adukan}} = \text{volume 1 adukan} \times \text{berat air} \dots\dots\dots (3.22)$$

3.7. Kuat Desak

Kuat desak adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu.

Perhitungan kekuatan desak dengan menggunakan rumus :

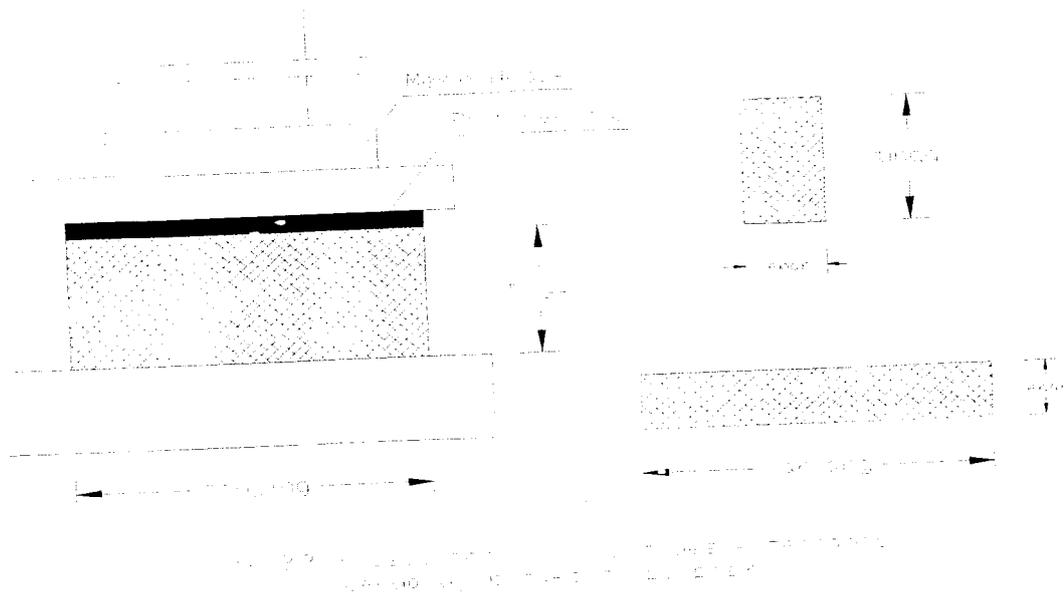
$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3.23)$$

dimana : $f'c$ = kuat desak

P = beban maksimum yang diterima benda uji

A = luas permukaan benda uji yang menerima beban langsung

Untuk lebih jelasnya mengenai proses pengujian yang dilakukan pada batako tanpa pasir seperti yang terlihat pada gambar 3.3 berikut ini.



Kuat desak beton sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, selain perbandingan air semen dan tingkat pematatannya. Faktor-faktor tersebut antara lain (Murdock dan Brook, 1986) :

a. Jenis semen dan kualitasnya

Jenis semen dan kualitasnya sangat mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton.

b. Jenis dan lekuk-lekuk bentuk bidang permukaan agregat

Penggunaan agregat dengan permukaan yang berpori dan kasar akan menghasilkan beton dengan kekuatan desak yang lebih besar daripada penggunaan agregat yang memiliki permukaan halus.

c. Efisiensi dan perawatan

Pengeringan dan perawatan yang dihentikan sebelum waktunya akan menyebabkan beton kehilangan kekuatan sampai dengan 40%, sehingga perawatan beton adalah hal yang sangat penting/ vital pada pekerjaan lapangan dan pada pembuatan benda uji.

d. Faktor usia

Pada keadaan normal, kekuatan beton bertambah sesuai dengan umurnya, tetapi penambahan kekuatan yang sangat nampak perkembangannya adalah pada rentang usia 0 – 28 hari. Pengerasan terus berlangsung secara lambat sampai beberapa tahun.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Pendahuluan

Metodologi penelitian adalah urutan atau tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan penelitian yang diajukan dalam penulisan tugas akhir. Hasil akhir dari suatu penelitian sangat ditentukan oleh rangkaian metode yang digunakan pada penelitian tersebut. Penelitian dapat berjalan dengan sistematis, lancar dan mencapai tujuan yang diinginkan, tidak terlepas dari metodologi penelitian yang disesuaikan dengan prosedur, alat dan jenis penelitian.

Berikut ini akan diuraikan mengenai metodologi yang digunakan pada penelitian ini. Diantaranya adalah *sampling* (cara pengambilan sampel), bahan dan peralatan, prosedur pelaksanaan, analisis serta kesimpulan.

4.2. Sampling

Sampling adalah cara pengumpulan data yang dilakukan dalam suatu penelitian, dengan cara mencatat/ menyelidiki sebagian dari obyek, gejala atau peristiwa. Sebagian individu yang diselidiki itu disebut sebagai sampel. Sedangkan hasil yang diperoleh ialah nilai karakteristik perkiraan (*estimate value*) yaitu taksiran tentang keadaan populasi.

Beberapa keuntungan dari penggunaan metode *sampling* adalah :

1. Dapat menghemat biaya, waktu dan tenaga.

2. Dapat memperoleh hasil yang lebih baik kerana adanya tenaga-tenaga ahli, penelitian dijalankan dengan lebih teliti dan kesalahan yang dibuat lebih sedikit.

Ada dua macam cara pengambilan sampel (*Marzuki, 1977*), yaitu :

1. Random Sampling

Pengambilan sampel secara sembarang, yaitu cara pengambilan elemen-elemen dari suatu populasi secara acak sehingga setiap elemen mendapat kesempatan yang sama untuk menjadi sampel.

2. Non Random Sampling

Cara pengambilan sampel yang bersifat subyektif, jadi tidak semua elemen/individu dalam populasi mendapat peluang yang sama untuk menjadi sampel. Teknik pengambilan sampel ini baik dilakukan untuk penelitian terhadap populasi yang homogen.

Pada penelitian batako tanpa pasir ini, sampel yang dibuat memiliki dimensi 37,5 x 17,5 x 9,5 cm, dengan memakai agregat limbah bangunan pasca gempa, semen dan air sebagai bahan campurannya.

Jumlah sampel batako tanpa pasir yang dibuat adalah sebanyak 50 buah batako, yang terdiri dari 10 macam variasi gradasi agregat yang berbeda dan untuk masing-masing variasinya berjumlah 5 buah sampel batako. Jumlah 5 buah sampel batako ini berdasarkan acuan bahwa bila dalam penelitian akan dilakukan analisis statistik (baik parametrik ataupun non parametrik), maka jumlah sampel minimal 5 buah sampel untuk setiap variabel yang akan diteliti (*Roscoe, 1992*). Jumlah sampel keseluruhannya (50 buah sampel) telah dapat memenuhi kurva distribusi

normal sehingga dianggap dapat mewakili keseluruhan dari populasi yang diamati. Adapun variasi agregat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat seperti pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1. Variasi gradasi agregat kasar yang digunakan

Variasi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Persentase lolos saringan 19,0 mm dan tertahan saringan 9,60 mm (A)	85	83	81	79	77	75	73	71	69	67
Persentase lolos saringan 9,60 mm dan tertahan saringan 4,80 mm (B)	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
Jumlah benda uji	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Variasi gradasi agregat yang dipakai sebagai campuran dalam pembuatan sampel batako tanpa pasir ini diambil berdasarkan dari gambar 3.1, yaitu grafik Batas-batas Gradasi Agregat Kasar menurut ASTM Standar C33-71a. Diusahakan, dalam penentuan persentase agregat kasar yang lolos saringan masih berada pada daerah yang baik, sehingga benda uji batako tanpa pasir yang diuji dapat menghasilkan kuat desak yang maksimum.

4.3. Bahan dan Peralatan

Selain semen, bahan yang digunakan merupakan limbah bangunan pasca gempa yang berasal dari Ds. Tarungan, Kec. Wedi, Kab. Klaten. Sedangkan peralatan yang akan digunakan adalah peralatan yang tersedia di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

4.3.1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah bangunan pasca gempa yang berasal dari Ds. Tarungan, Kec. Wedi, Kab. Klaten.

2. Semen

Semen yang digunakan adalah semen portland tipe I, merk *Holcim*, dengan berat 40 kg/sak.

3. Air

Air yang digunakan berasal dari PAM yang terdapat di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

4.3.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini seperti yang tertera pada tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2. Peralatan yang digunakan dalam penelitian

No.	Alat	Manfaat
1	Mesin Uji Desak	Menguji sampel (batako tanpa pasir)
2	Cetok	Memasukkan adukan beton kedalam cetakan
3	Cetakan Batako	Tempat mencetak benda uji
4	Timbangan (merk <i>Ohaus</i>)	Menimbang bahan adukan beton
5	Mistar	Mengukur dimensi benda uji
6	Tongkat Penumbuk	Untuk memadatkan benda uji
7	Belas Ukur	Untuk mengukur penggunaan air
8	Ayakan	Menyaring agregat kasar
9	Mesin Penggetar Ayakan	Menggetarkan ayakan
10	Ember	Menampung agregat dan air
11	Sekop	Untuk mengaduk agregat
12	Kolam Perendam	Tempat merendam benda uji didalam air

4.4. Pelaksanaan

Pelaksanaan yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, diantaranya adalah tahap persiapan, pembuatan sampel, perawatan, pengujian, analisis serta kesimpulan dan saran. Untuk lebih jelasnya, bagan alir dari pelaksanaan penelitian dapat dilihat seperti pada gambar 4.1 berikut ini.

4.4.1. Persiapan

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap persiapan ini meliputi :

1. Pemeriksaan berat satuan semen.
2. Penyaringan agregat

Agregat kasar disaring dengan menggunakan ayakan (standar ASTM) yang berukuran 38 mm; 19 mm; 9,6 mm; 4,8 mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; pan. Ini dilakukan agar dapat diketahui nilai modulus halus butir (mhb) dari agregat tersebut.

3. Perendaman agregat

Agregat direndam didalam air selama 24 jam, setelah itu agregat tersebut diangkat dan langsung dikeringkan dengan kain sampai permukaannya tidak terselimuti air. Ini dilakukan agar agregat memperoleh kondisi *saturated surface dry* (SSD), sehingga agregat yang terpakai tidak menyerap air dalam campuran.

4. Pemeriksaan berat satuan agregat.
5. Pemeriksaan berat jenis agregat.
6. Pembuatan variasi gradasi agregat

Agregat yang telah disaring sebelumnya, kemudian dipisahkan hanya untuk diambil agregat yang lolos saringan 19 mm dan tertahan saringan 9,6 mm (untuk agregat A), agregat yang lolos saringan 9,6 mm dan tertahan saringan 4,8 mm (untuk agregat B). Setelah itu, masing-masing agregat ditimbang sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan untuk tiap-tiap variasi yang telah ditentukan.

4.4.2. Pembuatan Benda Uji

Pada pembuatan sampel, langkah-langkah yang dilakukan adalah :

1. Bahan dan alat yang akan digunakan disiapkan terlebih dahulu, agar dalam pelaksanaan nantinya tidak terjadi pencarian alat yang dapat mengakibatkan keterlambatan, sebab dalam pengadukan beton tidak boleh berhenti sampai beton tidak boleh berhenti sampai beton masuk kedalam cetakan.
2. Bahan material yang akan digunakan harus diperiksa terlebih dahulu di laboratorium supaya mutu beton yang direncanakan mencapai kekuatan yang maksimal.
3. Bahan yang akan digunakan harus ditakar terlebih dahulu sesuai dengan perencanaan.
4. Pengadukan dilakukan secara manual, didahului dengan memasukkan agregat dan semen portland, kemudian diaduk sampai tercampur secara merata, setelah itu baru dimasukin/ dicampur dengan air.
5. Setelah adukan homogen/ tercampur, kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan dengan menggunakan cetok, setelah itu dipadatkan.
6. Pemasadatan dilakukan secara manual, yaitu dilakukan dengan menggunakan tongkat penumbuk. Penumbukan yang dilakukan terdiri atas tiga lapisan, yaitu pada saat campuran mencapai $\frac{1}{3}$ tinggi cetakan, $\frac{2}{3}$ tinggi cetakan dan ketika cetakan telah penuh. Pada setiap lapisannya ditumbuk sebanyak 25 kali tumbukan.
7. Setelah itu cetakan yang telah berisi adukan yang padat tersebut disimpan ditempat yang sejuk dan lembab.
8. Cetakan dibuka setelah benda uji berumur 24 jam, kemudian diberi tanda catatan tanggal dibukanya cetakan dan jenis/ variasi sampel.

4.4.3. Perawatan Benda Uji

Untuk memperoleh hasil pengujian yang sesuai dengan yang diharapkan, maka diperlukan perawatan yang maksimal terhadap benda uji. Perawatan benda uji meliputi beberapa cara, antara lain :

1. Beton dibasahi dengan air rata-rata setiap enam jam sekali.
2. Beton direndam dalam air dengan keadaan lingkungan yang bertemperatur $23^{\circ} - 27^{\circ} \text{ C}$.
3. Beton diselimuti dengan karung goni dengan keadaan basah, plastik film atau kertas perawatan yang tahan terhadap air.

Pada penelitian ini perawatan yang diterapkan terhadap benda uji adalah dengan merendam benda uji didalam air sampai batako berusia 28 hari (28 x 24 jam)

4.4.4. Pengujian Benda Uji

Pengujian ini dilakukan pada saat batako telah berumur 28 hari. Cara pengujian kekuatan desak batako tanpa pasir ini dilakukan sebagai berikut :

1. Mengeringkan dan membersihkan benda uji, terutama permukaan yang menempel dengan permukaan mesin uji tekan.
2. Mengukur dimensi (panjang, lebar dan tinggi) dari benda uji batako tanpa pasir, kemudian menimbang beratnya.
3. Meletakkan benda uji tepat ditengah-tengah mesin uji dan mengatur posisinya dengan tepat sehingga benar-benar berada ditengah blok penekan atas dan blok penekan bawah pada mesin uji.
4. Menerapkan beban pada batako dengan pembebanan mulai dari nilai nol sampai nilai yang maksimum.

4.5. Analisis

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan analisis secara statistik. Data dari hasil pengujian akan disajikan dalam dua bentuk, yaitu dengan tabel dan grafik.

Penyajian data secara statistik ini dapat menganalisis serangkaian data secara teratur, singkat dan mudah dimengerti, selain itu juga dapat memberikan gambaran yang tepat dalam pengambilan suatu kesimpulan.

4.6. Kesimpulan

Diharapkan dari hasil kesimpulan ini nantinya akan mendapatkan nilai kuat desak yang lebih baik dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Selain itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan batako yang lebih ringan dari batako biasa yang nantinya akan diaplikasikan sebagai beton penyusun dinding yang bisa mengurangi beban yang ada pada struktur, sehingga penelitian ini dapat berguna bagi masyarakat secara umum.

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 (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 ± 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 :

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

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 (W1), 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 (W2).
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 ³)	Berat satuan agregat (kg/dm ³)
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 $\pm 100^{\circ}$ 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 (Bk), gram	3945	4115	4030
Berat agregat kondisi jenuh kering muka (Bj), gram	5000	5000	5000
Berat agregat dalam air (Ba), 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 :

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

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

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

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 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 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 m³ 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 m³ 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/m³.

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.



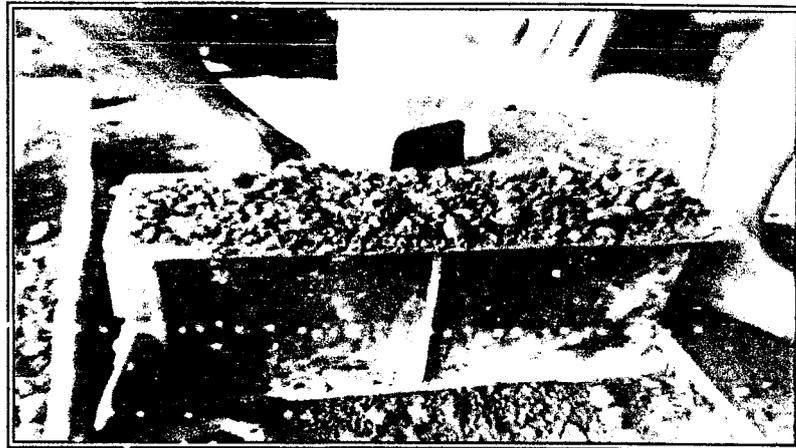
Gambar 5.1. Proses pengadukan bahan

5.4.2. Pencetakan dan Perawatan Benda Uji

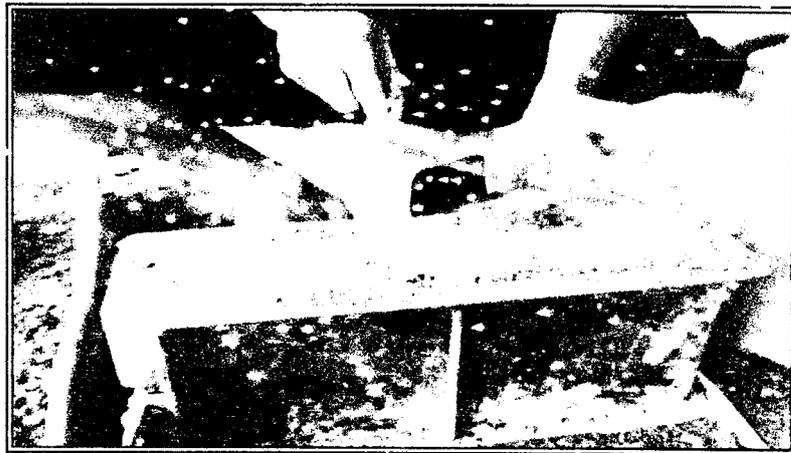
Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut :

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.

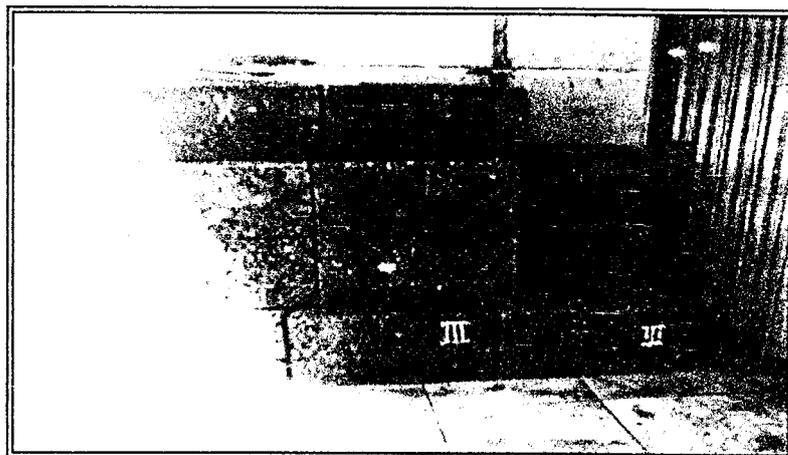
Untuk lebih jelasnya, proses pencetakan dan perawatan benda uji batako tanpa pasir dapat dilihat pada gambar berikut ini.



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 ³)	Berat Volume (kg/dm ³)	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 ³)						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 ²)	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 :

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

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

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{9142,63}{348,75} \\ &= 26,22 \text{ kg/cm}^2 = 2,622 \text{ MPa} \end{aligned}$$

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 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 ³)	Berat Volume (kg/dm ³)	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 ³)						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 ²)	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 :

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

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

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{12593,46}{345,00} \\ &= 36,50 \text{ kg/cm}^2 = 3,650 \text{ MPa} \end{aligned}$$

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 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 ³)	Berat Volume (kg/dm ³)	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 ³)						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 ²)	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 ³)	Berat Volume (kg/dm ³)	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 ³)						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 ²)	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 :

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

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

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{8093,25}{348,75} \\ &= 23,21 \text{ kg/cm}^2 = 2,321 \text{ MPa} \end{aligned}$$

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 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 ³)	Berat Volume (kg/dm ³)	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	10,60	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 ³)						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 ²)	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 ³)	Berat Volume (kg/dm ³)	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 ³)						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 ²)	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 :

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

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

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{8841,34}{352,50} \\ &= 25,08 \text{ kg/cm}^2 = 2,508 \text{ MPa} \end{aligned}$$

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 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 ³)	Berat Volume (kg/dm ³)	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 ³)						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 ²)	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 :

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

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

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{9017,09}{345,00} \\ &= 20,47 \text{ kg/cm}^2 = 2,047 \text{ MPa} \end{aligned}$$

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 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 ³)	Berat Volume (kg/dm ³)	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 ³)						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 ²)	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 :

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

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

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Kuat desak batako (f'c)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{9067,30}{348,75} \\ &= 26,00 \text{ kg/cm}^2 = 2,600 \text{ MPa} \end{aligned}$$

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 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 ³)	Berat Volume (kg/dm ³)	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 ³)						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 ³)	Berat Volume (kg/dm ³)	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 ³)						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 ²)	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 :

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

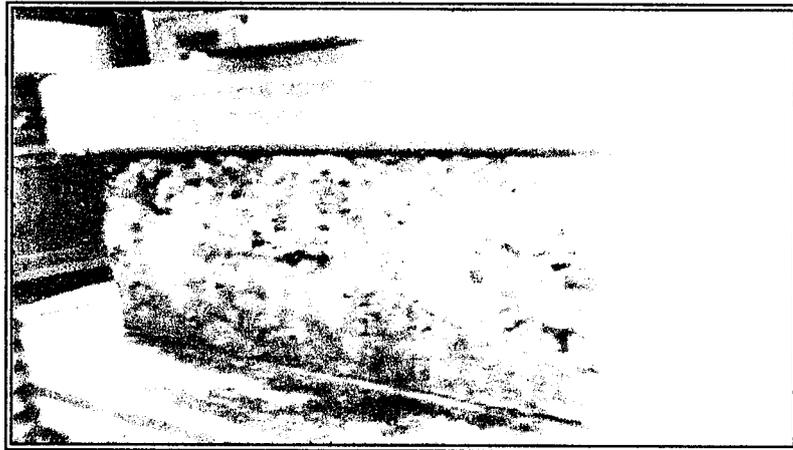
$$\rightarrow \text{Beban maksimal (P)} = 9895,85 \text{ kg}$$

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

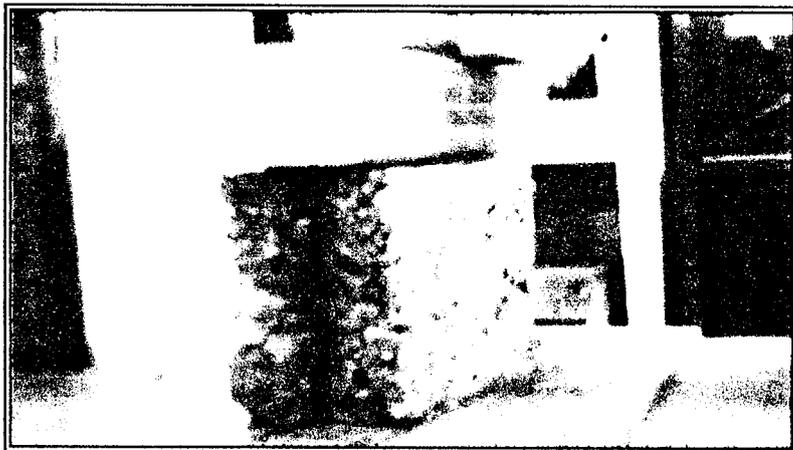
Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah pengujian menunjukkan bahwa benda uji batako tanpa pasir mengalami menerima beban maksimal atau kehancuran pada bagian-bagian tertentu ini disebabkan karena proses pemadatan kurang sempurna atau batako sudah tidak

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.



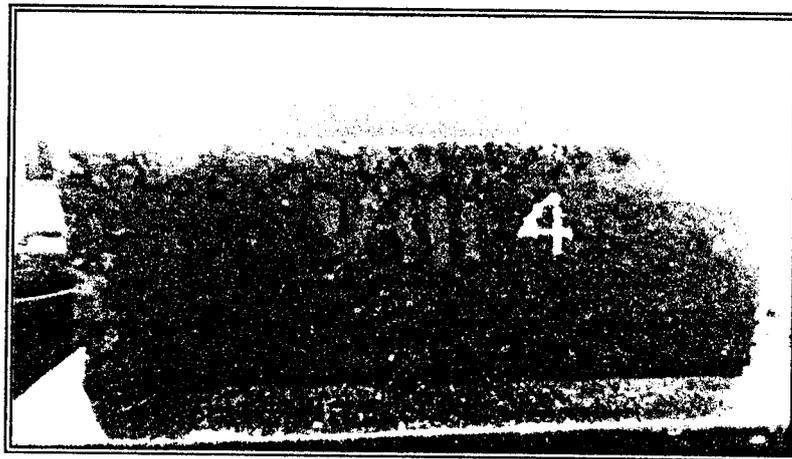
Gambar 5.6. Proses pengujian sampel



Gambar 5.7. Proses pengujian sampel



Gambar 5.8. Proses pengujian sampel



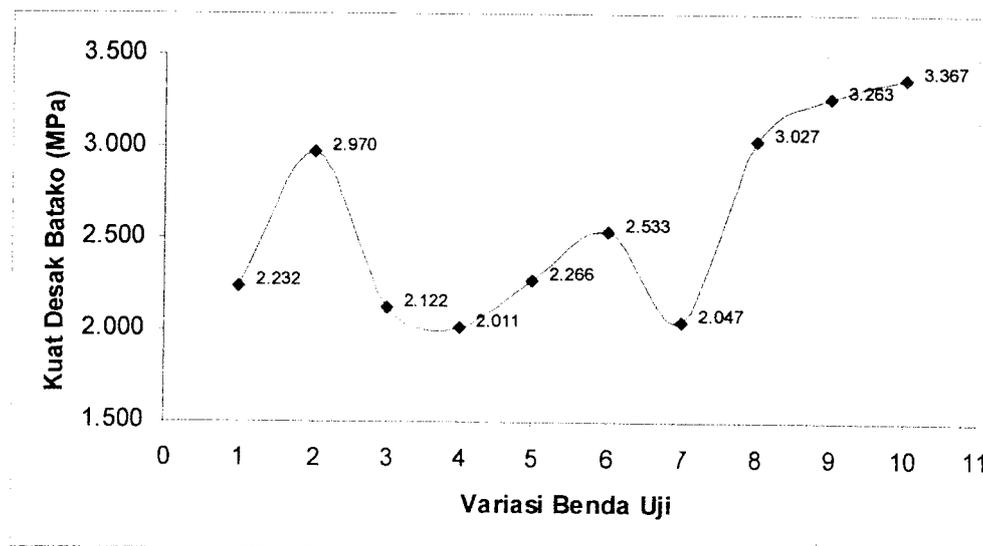
Gambar 5.9. Proses pengujian sampel

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

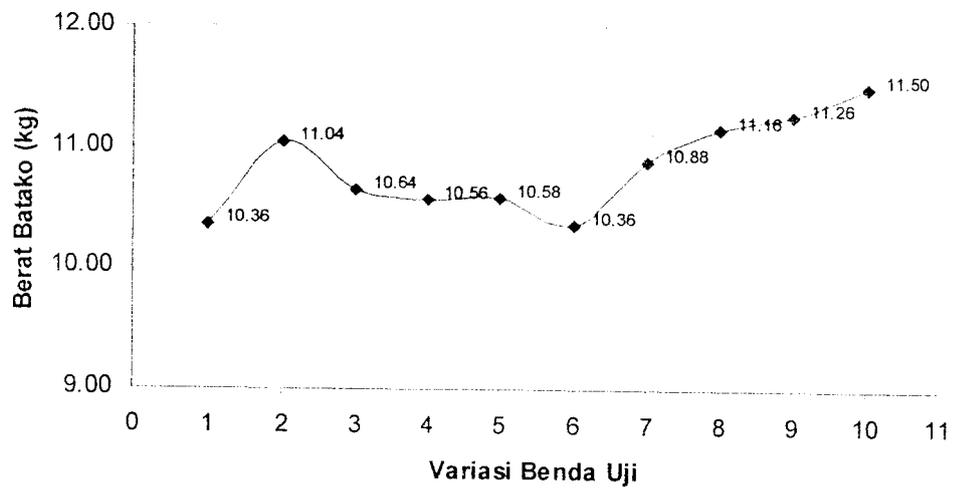
Variasi	Kuat Desak Rata-Rata (MPa)	Berat Volume Rata-Rata (kg/ dm ³)	Berat Batako Rata-Rata (kg)
I	2,232	1,72	10,36
II	2,970	1,82	11,04
III	2,122	1,76	10,64
IV	2,011	1,78	10,56
V	2,266	1,76	10,58
VI	2,533	1,69	10,36
VII	2,047	1,77	10,88
VIII	3,027	1,84	11,16
IX	3,263	1,85	11,26
X	3,367	1,87	11,50

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.



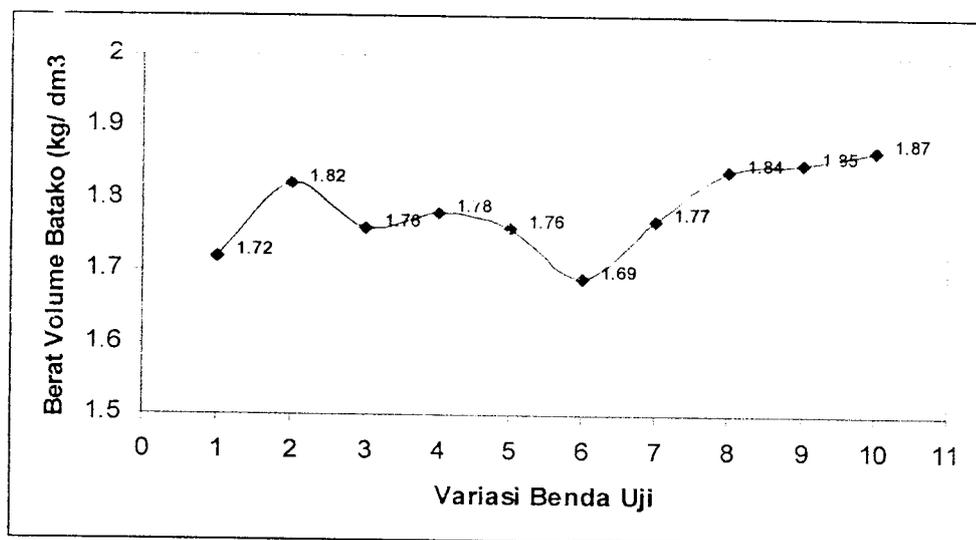
Gambar 5.10. Grafik hubungan antara kuat desak rata-rata batako tanpa pasir dengan variasi gradasi agregatnya.

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.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari penelitian "Pengaruh Variasi Gradasi Agregat Limbah atau Puing Bangunan Terhadap Kuat Desak Batako Tanpa Pasir" dengan perbandingan volume 1 : 7, faktor air semen (fas) 0,38 dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Batako dengan variasi I sampai X yang dibuat menggunakan campuran semen dan agregat limbah/ puing bangunan, menurut Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI, 1982) termasuk dalam jenis batako A1, yaitu mampu menahan beban desak antara 2,00 s/d 3,50 MPa.
2. Hubungan kuat desak, berat volume dan berat rata-rata batako antar variasi benda uji tidak linear. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain variasi gradasi agregat, berat semen, berat air, pengadukan dan pemadatan campuran serta pori/ rongga yang terbentuk pada batako.
3. Pada batako dengan variasi VI (agregat A 75 % dan agregat B 25 %) menghasilkan berat rata-rata batako paling ringan yaitu 10,36 kg dan kuat desak yang cukup besar yaitu 2,533 MPa. Batako ini mempunyai berat volume 1,69 kg/dm³ lebih kecil dari berat volume beton ringan yaitu 1,80 kg/dm³ , sehingga batako ini termasuk jenis batako/ beton ringan yang dalam aplikasinya nanti digunakan sebagai beton penyusun dinding yang dapat mengurangi beban pada struktur.

4. Hasil pengamatan pada benda uji batako setelah dilakukan pengujian menunjukkan bahwa butiran-butiran agregat dalam campuran pecah. Hal tersebut menunjukkan bahwa ikatan semen dalam campuran sudah homogen sehingga mampu mengikat agregat dengan baik.
5. Bentuk batako dengan campuran semen dan agregat limbah atau puing bangunan ini terlihat kasar. 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.

6.2. Saran

Ada beberapa hal yang perlu dikemukakan sebagai wacana dan bahan pertimbangan bagi pembaca dan acuan untuk penelitian selanjutnya, sehingga hasil yang didapat nantinya akan menjadi lebih baik. Hal-hal tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kecermatan dan ketelitian dalam menentukan faktor air semen (fas) untuk campuran batako tanpa pasir, karena fas batako pada umumnya kecil dan sangat menentukan lekatan antara semen dengan agregat serta dapat menghindari penurunan atau terpisahnya semen dari agregat.
2. Perlunya menggunakan alat mekanik atau mesin dalam pengerjaan campuran adukan batako agar campuran yang dihasilkan nantinya dapat

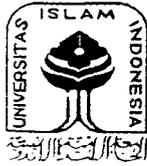
lebih homogen. Selain itu juga diperlukan adanya mesin cetak batako untuk menghasilkan batako dengan kepadatan yang maksimal dan seragam, dengan menggunakan mesin cetak ini diharapkan lebih mengurangi terjadinya *human error*.

3. Perlunya penelitian yang lebih lanjut dan berkembang, seperti menggunakan agregat lain yang lebih kuat atau jika mungkin dapat menggunakan zat additif untuk membantu mendapatkan kuat desak yang lebih baik.
4. Perlunya dilakukan penelitian yang lebih baik lagi sehingga dapat menghasilkan batako tanpa pasir yang memiliki kekuatan desak yang lebih baik serta berat batako yang ringan dari penelitian sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 1971, **Peraturan Beton Bertulang Indonesia NI-2**, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- _____, 1982, **Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- *Frick, H dan Ch.Koesmartadi*, 2003, **Ilmu Bahan Bangunan (Eksploitasi, Pembuatan, Penggunaan dan Pembuangan)**, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- *Dalzell, R. J and G. Townsend*, 1972, **Masonry Simplified Tools-Materials-Practice Volume I Second Edition (Revised)**. American Technical Society, Chicago.
- *Gambhir, M. L.* 1986, **Concrete of Technology**, Mc Graw Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- *Hadi, S.* 2002, **Metodologi Research Jilid 3**, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- *Hapsari Putri W. M.* 2003, **Penggunaan Sumber Daya Alam Sebagai Bahan Bangunan**, Laporan Kuliah Kerja Nyata, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- *Desmar P dan Danang B. N.* 2004, **Kuat Desak Beton Non Pasir Dengan Menggunakan Agregat Batu Alam dan Batu Pecah**, Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- *Rizki A. S dan M. Firmansyah*, 2005, **Pengaruh Variasi Gradasi Agregat Batu Alam Terhadap Kuat Desak Batako Tanpa Pasir**, Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

- *Moss J. K.*, 1988. **Beton Non Pasir Sebagai Beton Ringan**, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- *Murdock L. J dan K. M Brooks.*, 1986. **Bahan dan Praktek Beton**, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- *Neville A. M.*, 1975, **Properties of Concrete Second Edition**, The English Lenguage Books Society and Pitman Publishing, London.
- *Sugel R. P. Kole dan Gideon H. K.*, 1993, **Pedoman Pengerjaan Beton**, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- *Tjokrodimuljo K.*, 1992, **Buku Ajar Bahan Bangunan**, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- *Tjokrodimuljo K.*, 1992. **Teknologi Beton**, Penerbit Nafiri, Yogyakarta.
- *Tjokrodimuljo K.*, 2000. **Beton Non Pasir**, Kursus Singkat Teknologi Bahan Lokal dan Aplikasinya di Bidang Teknik Sipil, Pusat Antar Unuversitas Ilmu Teknik, Unuversitas Gadjah Mada, Yogyakarta.



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
 BERAT SATUAN SEMEN**

Jenis Benda Uji : Semen portland
 Nama Benda Uji : Semen merk Holcim
 Asal : -
 Keperluan : Penelitian tugas akhir

ALAT-ALAT :

1. Tabung silinder ukuran 500 ml
2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gr
3. Tongkat penumbuk panjang 50 cm
4. Serok, dli

Sampel	Berat tabung (W1 = kg)	Berat tabung + semen (W2 = kg)	Volume tabung (V = dm ³)	Berat satuan semen (kg/dm ³)
Semen	0,310	1,205	0,5888	1,5200

$$\text{Berat satuan semen} = \frac{W2 - W1}{V} = \frac{1,205 - 0,310}{0,5888} = 1,5200 \text{ kg/dm}^3$$

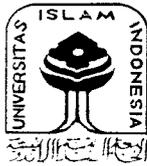
Disyahkan :

Lenis
 LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL
 DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Yogyakarta, 9 April 2007

Dikerjakan oleh :

Anton Ari Wibowo



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN
MODULUS HALUS BUTIR (MHB)

Jenis Benda Uji : Agregat kasar
 Nama Benda Uji : Gradasi agregat limbah bangunan
 Asal : Ds. Tarungan, Kec. Wedi, Kab. Klaten, Prop. Jawa Tengah
 Keperluan : Penelitian tugas akhir

ALAT-ALAT :

1. Set ayakan
2. Mesin penggetar ayakan
3. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gr
4. Ember
5. Serok, dll

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen lolos kumulatif (%)
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	-

$$\text{Modulus halus butir (mhb)} = \frac{\text{jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100} = \frac{772,42}{100} = 7,72$$

Disahkan :


 FAKULTAS TEKNIK SIPIL
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Yogyakarta, 9 April 2007

Dikerjakan oleh :

Anton Ari Wibowo



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
BERAT SATUAN AGREGAT KASAR**

Jenis Benda Uji : Agregat kasar
 Nama Benda Uji : Gradasi agregat limbah bangunan
 Asal : Ds. Tarungan, Kec. Wedi, Kab. Klaten, Prop. Jawa Tengah
 Keperluan : Penelitian tugas akhir

ALAT-ALAT :

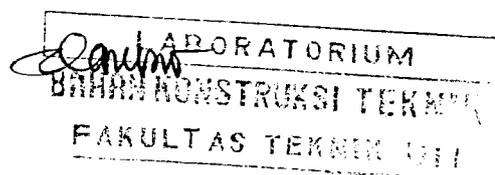
1. Oven
2. Tabung silinder ukuran 500 ml
3. Tongkat perumbuk panjang 60 cm
4. Serok, dll

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

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

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

Disyahkan :



Yogyakarta, 10 April 2007

Dikerjakan oleh :

Anton Ari Wibowo



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis Benda Uji : Agregat kasar
 Nama Benda Uji : Gradasi agregat limbah bangunan
 Asal : Ds. Tarungan, Kec. Wedi, Kab. Klaten, Prop. Jawa Tengah
 Keperluan : Penelitian tugas akhir

ALAT-ALAT :

1. Oven
2. Timbangan
3. Ember
4. Serok, dll

Uraian	Agregat A	Agregat B	Rata-rata
Berat kerikil kering mutiak (Bk), gram	3945	4115	4030
Berat kerikil jenuh kering muka (Bj), gram	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air (Ba), gram	2854	2928	2891
Berat jenis curah $\rightarrow Bk/(Bj - Ba)$	1.8383	1.9860	1.9122
Berat jenis jenuh kering muka $\rightarrow Bj/(Bj - Ba)$	2.3299	2.4131	2.3715
Berat jenis semu $\rightarrow Bk/(Bk - Ba)$	3.6159	3.4667	3.5413
Penyerapan air $\rightarrow (Bj - Bk)/ Bk \times 100\%$	26.74	21.51	24.12

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

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

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

Disyahkan :

Yogyakarta, 10 April 2007

Dikerjakan oleh :

Anton Ari Wibowo
 LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Anton Ari Wibowo



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi I

Benda uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm ³)	Berat volume (kg/dm ³)	Kerataan permukaan (%)
I - 1	3,75	0,93	1,74	10,7	6,07	1,76	92
I - 2	3,75	0,91	1,71	10,3	5,58	1,77	90
I - 3	3,75	0,95	1,73	10,9	6,16	1,77	95
I - 4	3,75	0,93	1,73	9,9	6,03	1,64	90
I - 5	3,75	0,93	1,72	10,0	6,00	1,67	90
Berat Volume Rerata (kg/dm ³)						1,72	

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BATAKO

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi I

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	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

Disyahkan :


 LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UJI

Yogyakarta, 4 Juni 2007

Dikerjakan oleh :

Anton Ari Wibowo



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi II

Benda uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm ³)	Berat volume (kg/dm ³)	Kerataan permukaan (%)
II - 1	3,75	0,92	1,71	11,4	5,90	1,93	97
II - 2	3,75	0,94	1,75	11,4	6,17	1,85	97
II - 3	3,75	0,93	1,74	11,6	6,07	1,91	97
II - 4	3,75	0,93	1,75	10,4	6,10	1,70	94
II - 5	3,75	0,93	1,74	10,4	6,07	1,71	94
Berat Volume Rerata (kg/dm ³)						1,82	

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BATAKO

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi II

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	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	10,40	8145,60	2,336
II - 5	37,50	9,30	348,75	10,40	8276,48	2,373
Kuat Desak Rerata (MPa)				11,04	10358,20	2,970

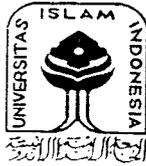
Disyahkan :

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Yogyakarta, 4 Juni 2007

Dikerjakan oleh :

Anton Ari Wibowo



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi III

Benda uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm ³)	Berat volume (kg/dm ³)	Kerataan permukaan (%)
III - 1	3,75	0,94	1,75	10,7	6,17	1,73	90
III - 2	3,75	0,91	1,75	10,5	5,97	1,76	90
III - 3	3,75	0,93	1,74	10,7	6,07	1,76	90
III - 4	3,75	0,92	1,73	10,6	5,97	1,77	90
III - 5	3,75	0,93	1,74	10,7	6,07	1,76	94
Berat Volume Rerata (kg/dm ³)						1,76	

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BATAKO

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi III

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	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	7376,62	2,122

Disyahkan :

Yogyakarta, 4 Juni 2007

Dikerjakan oleh :

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Anton Ari Wibowo



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi IV

Benda uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm ³)	Berat volume (kg/dm ³)	Kerataan permukaan (%)
IV - 1	3,75	0,93	1,73	10,0	6,03	1,82	92
IV - 2	3,75	0,92	1,74	10,8	6,00	1,80	90
IV - 3	3,75	0,93	1,75	10,5	6,10	1,72	90
IV - 4	3,75	0,92	1,72	10,3	5,93	1,74	94
IV - 5	3,75	0,93	1,75	11,2	6,10	1,84	90
Berat Volume Rerata (kg/dm ³)						1,78	

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BATAKO

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi IV

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Berat (kg)	Beban Maks (kgf)	Kuat Desak (MPa)
IV - 1	37.50	9.30	348.75	11.00	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	10.20	5366.40	1.539
Kuat Desak Rerata (MPa)				10.56	6980.07	2.011

Disyahkan :

Yogyakarta, 5 Juni 2007

Dikerjakan oleh :

LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UJI

Anton Ari Wibowo



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi V

Benda uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm ³)	Berat volume (kg/dm ³)	Kerataan permukaan (%)
V - 1	3,75	0,93	1,71	10,7	5,96	1,79	94
V - 2	3,75	0,92	1,72	10,8	5,93	1,82	92
V - 3	3,75	0,93	1,75	10,6	6,10	1,74	94
V - 4	3,75	0,92	1,74	10,4	6,00	1,73	90
V - 5	3,75	0,94	1,72	10,4	6,06	1,72	90
Berat Volume Rerata (kg/dm ³)						1,76	

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BATAKO

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi V

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	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

Disyahkan :

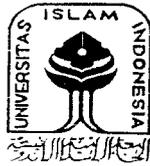
LABORATORIUM

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UJI

Yogyakarta, 5 Juni 2007

Dikerjakan oleh :

Anton Ari Wibowo



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir
Variasi Benda Uji : Variasi VI

Benda uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm ³)	Berat volume (kg/dm ³)	Kerataan permukaan (%)
VI - 1	3,75	0,94	1,74	10,5	6,13	1,71	92
VI - 2	3,75	0,94	1,75	10,9	6,17	1,77	97
VI - 3	3,75	0,94	1,75	10,5	6,17	1,70	92
VI - 4	3,75	0,94	1,75	9,8	6,17	1,59	92
VI - 5	3,75	0,92	1,74	10,1	6,00	1,68	97
Berat Volume Rerata (kg/dm ³)						1,69	

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BATAKO

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir
Variasi Benda Uji : Variasi VI

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	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

Disyahkan :

Yogyakarta, 5 Juni 2007

Dikerjakan oleh :

Anton Ari Wibowo
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Anton Ari Wibowo



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi VII

Benda uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm ³)	Berat volume (kg/dm ³)	Kerataan permukaan (%)
VII - 1	3,75	0,92	1,75	10,6	6,04	1,75	92
VII - 2	3,75	0,94	1,75	11,2	6,17	1,81	92
VII - 3	3,75	0,95	1,75	10,7	6,23	1,72	90
VII - 4	3,75	0,93	1,74	10,9	6,07	1,79	92
VII - 5	3,75	0,94	1,74	11,0	6,13	1,79	92
Berat Volume Rerata (kg/dm ³)						1,77	

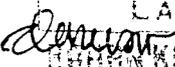
DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BATAKO

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi VII

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	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

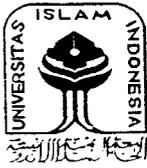
Disyahkan :


 LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

Yogyakarta, 6 Juni 2007

Dikerjakan oleh :

Anton Ari Wibowo



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi VIII

Benda uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm ³)	Berat volume (kg/dm ³)	Kerataan permukaan (%)
VIII - 1	3,75	0,93	1,70	10,2	5,93	1,72	92
VIII - 2	3,75	0,92	1,73	11,3	5,97	1,39	92
VIII - 3	3,75	0,95	1,72	11,3	6,13	1,84	97
VIII - 4	3,75	0,94	1,74	11,9	6,17	1,94	97
VIII - 5	3,75	0,94	1,72	11,1	6,03	1,82	97
Berat Volume Rerata (kg/dm ³)						1,84	

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BATAKO

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi VIII

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	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

Yogyakarta, 6 Juni 2007

Dikerjakan oleh :

Disyahkan :

LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

Anton Ari Wibowo



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir
 Variasi Benda Uji : Variasi IX

Benda uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Voiume (dm ³)	Berat volume (kg/dm ³)	Kerataan permukaan (%)
IX - 1	3,75	0,94	1,75	11,5	6,17	1,86	97
IX - 2	3,75	0,94	1,75	11,3	6,17	1,83	97
IX - 3	3,75	0,92	1,71	11,0	5,90	1,86	97
IX - 4	3,75	0,93	1,72	11,0	6,00	1,83	97
IX - 5	3,75	0,93	1,74	11,5	6,07	1,89	97
Berat Voiume Rerata (kg/dm ³)						1,85	

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BATAKO

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir
 Variasi Benda Uji : Variasi IX

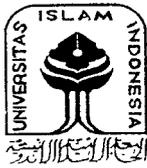
Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Berat (kg)	Beban Maks (kgf)	Kuat Desak (MPa)
IX - 1	37,50	9,40	352,50	11,50	11043,98	3,133
IX - 2	37,50	9,40	352,50	11,30	11734,50	3,329
IX - 3	37,50	9,20	345,00	11,00	10442,55	3,027
IX - 4	37,50	9,30	348,75	11,00	12046,35	3,454
IX - 5	37,50	9,30	348,75	11,50	11755,71	3,371
Kuat Desak Rerata (MPa)				11,26	11404,62	3,263

Yogyakarta, 6 Juni 2007
 Dikerjakan oleh :

Disyahkan :

LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Anton Ari Wibowo



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Teip. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi X

Benda uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm ³)	Berat volume (kg/dm ³)	Kerataan permukaan (%)
X - 1	3,75	0,95	1,73	11,4	6,16	1,85	97
X - 2	3,75	0,95	1,75	11,1	6,23	1,78	97
X - 3	3,75	0,94	1,75	11,5	6,17	1,86	97
X - 4	3,75	0,94	1,75	11,8	6,17	1,91	98
X - 5	3,75	0,94	1,74	12,0	6,13	1,93	98
Berat Volume Rerata (kg/dm ³)						1,87	

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BATAKO

Jenis Benda Uji : Batako tanpa pasir

Variasi Benda Uji : Variasi X

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	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

Disyahkan :

Yogyakarta, 6 Juni 2007

Dikerjakan oleh :

Anton Ari Wibowo



UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA ANTON ARI WIBOWO	NO. MHS. 02511179	BIDANG STUDI TEKNIK SIPIL
---	-----------------------------	-------------------------------------

PERIODE KE : 3 (Maret 2007 - Ags 2007)

No.	Kegiatan	BULAN KE:					
		MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS
1	Pendaftaran	█					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	█					
3	Pembuatan Proposal		█				
4	Seminar Proposal		█	█			
5	Konsultasi Penyusunan TA		█	█	█	█	
6	Sidang-Sidang				█	█	█
7	Pendadaran					█	█

Dosen Pembimbing I : A KADIR ABOE, Ir. MS. H.
Dosen Pembimbing II: A KADIR ABOE, Ir. MS. H.

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Variasi Gradasi Agregat Limbah Puing Bangunan terhadap Kuat Desak Batako Tanpa Pasir



3/9/2007

Dr. H. Faisol AM, MS. H

Catatan:

Semir.ar :
Sidang :
Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

O	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANGGAL
1		Walaupun tidak di dokumentasi, tetapi Konsultasi ber- jalan kontinu.	
	15/6-07	- Pembahasan di pembantu / di perijelas	
	20/6-07	Pembahasan	
	24/6-07	- pembantu pembahasan dan kesimpulannya - sidang	
	24/07-07	- Abstract, Laporan Verbal Pembahasan & Kesimpulan - Dipembantu - Pmendukung	
	11/08-07	- Ace pembantu sudah mendukung - Jilid	