PERPUSTAKAAN FTSP UII
TGL. TERIMA :
NO. JUDUL :
NO. INV. :
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI GRADASI AGREGAT BATU ALAM TERHADAP KUAT DESAK BATAKO TANPA PASIR

R
Ga3.54
Ang
p
1



xiii, 90 p; hal: lamp, 28

DISUSUN OLEH :

RIZKY AS NUGRAHA	98 511 213
M. FIRMANSYAH	99 511 384

• beton
• agregat beton

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2005

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI GRADASI AGREGAT BATU ALAM TERHADAP KUAT DESAK BATAKO TANPA PASIR

Diajukan Sebagai Persyaratan Memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia Yogyakarta



Disusun Oleh :

Rizky AS Nugraha : **No. Mhs : 98 511 213**

M. Firmansyah : **No. Mhs : 99 511 384**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

DR. Ir. H. Harsoyo, MSc
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 04/02 '05

Ir. H. A. Kadir Aboe, MS
Dosen Pembimbing II

Tanggal : 02/02 - 2005

HALAMAN PERSEMBAHAN

Ku persembahkan karya kecil ini untuk :

- *Papa dan Mama: Jaya Kusuma AS dan Mariana, yang telah memperjuangkan segalanya demi tercapainya cita-citaku...*
- *Adik-adikku: Yudhi Armyndharis, Pramadhan Hidayat dan Aqsa Rahardian, sumber segala inspirasi dan imajinasiku..*
- *Tresna Gusti Ayu, SSi, sang bidadari penyemangat hidupku...*

(Rizky AS Nugraha/98511213)

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalaamu'alaikum Wr. Wb,

Alhamdulillahirobbil'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 Batu Alam Terhadap Kuat Desak Batako Tanpa Pasir**, yang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar 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-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 DR. Ir. H. Harsoyo, MSc, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. H. A. Kadir Aboe, MS, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. H. Ilman Noor, MSCE, selaku dosen tamu dan penguji.
4. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
5. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

6. Yang tercinta Ayahanda dan Ibunda, atas kasih sayang yang tak terhingga, serta adik-adik kami yang telah memberikan dukungan dan do'a, sehingga Tugas Akhir ini terwujud.
7. Mas Suwarno dan Mas Darussalam, yang telah banyak membantu selama di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII Yogyakarta.
8. Seluruh Dosen, karyawan dan staf FTSP Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
9. Teman-teman sejati, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu. *Thank's a lot guys.*

Semoga semua amal kebaikan ini mendapat pahala dan balasan 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, Desember 2004

Rizky AS Nugraha & M. Firmansyah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

HALAMAN PERSEMBAHAN iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vi

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR xi

ABSTRAKSI xiii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 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 (Beton Ringan) 6

2.3 Rangkuman 10

BAB III LANDASAN TEORI 11

3.1 Pendahuluan 11

3.2 Bahan 11

3.2.1 Semen *Portland* 12

3.2.2 Agregat 14

3.2.3 Air 15

3.3 Gradasi Agregat 17

3.4 Modulus Halus Butir 19

3.5 Persiapan dan Pemeriksaan Bahan 19

3.6 Perencanaan Kebutuhan Bahan 23

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 Pelaksanaan 32

4.4.1 Persiapan 34

4.4.2 Pembuatan Benda Uji 35

4.4.3 Perawatan Benda Uji 36

4.4.4 Pengujian 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 m³ Beton 45
5.3.2 Perhitungan Kebutuhan Bahan untuk Satu Adukan 48
5.4 Pelaksanaan Penelitian 50
5.4.1 Pengadukan Bahan 50
5.4.2 Pencetakan Benda Uji 52
5.4.3 Pengujian Kuat Desak 54
5.5 Analisis Perbandingan Harga 80
5.5.1 Batako Tanpa Pasir 80
5.5.2 Batako Biasa (*Diamond*) 82
5.6 Pembahasan 84
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 88
6.1 Kesimpulan 88
6.2 Saran 89
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Variasi gradasi agregat kasar yang digunakan 3

Tabel 2.1 Kekuatan batako yang disyaratkan 6

Tabel 3.1 Jenis-jenis semen 14

Tabel 4.1 Variasi gradasi agregat 29

Tabel 4.2 Peralatan yang digunakan dalam penelitian 31

Tabel 5.1 Hasil pengujian berat satuan semen 40

Tabel 5.2 Hasil penimbangan agregat yang tertinggal di ayakan 42

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 Kekuatan desak benda uji variasi I 55

Tabel 5.7 Kekuatan desak benda uji variasi II 58

Tabel 5.8 Kekuatan desak benda uji variasi III 60

Tabel 5.9 Kekuatan desak benda uji variasi IV 62

Tabel 5.10 Kekuatan desak benda uji variasi V 64

Tabel 5.11 Kekuatan desak benda uji variasi VI 66

Tabel 5.12 Kekuatan desak benda uji variasi VII 68

Tabel 5.13 Kekuatan desak benda uji variasi VIII 70

Tabel 5.14 Kekuatan desak benda uji variasi IX 72

Tabel 5.15 Kekuatan desak benda uji variasi X 74

Tabel 5.16 Kekuatan desak batako biasa 76

Tabel 5.17 Nilai mhb, kuat desak rerata dan berat batako tanpa pasir..... 78

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 pada batako tanpa pasir 26

Gambar 4.1 Bagan alir penelitian 33

Gambar 5.1 Proses pengeringan agregat 51

Gambar 5.2 Pengadukan campuran agregat dan semen 51

Gambar 5.3 Penuangan air pada campuran agregat dan semen 52

Gambar 5.4 Penumbukan campuran 53

Gambar 5.5 Perawatan benda uji batako tanpa pasir 54

Gambar 5.6 Benda uji batako tanpa pasir variasi I setelah menerima beban desak 57

Gambar 5.7 Benda uji batako tanpa pasir variasi II setelah menerima beban desak 59

Gambar 5.8 Benda uji batako tanpa pasir variasi III setelah menerima beban desak 61

Gambar 5.9 Benda uji batako tanpa pasir variasi IV setelah menerima beban desak 63

Gambar 5.10 Benda uji batako tanpa pasir variasi V setelah menerima beban desak 65

Gambar 5.11 Benda uji batako tanpa pasir variasi VI setelah menerima beban desak 67

Gambar 5.12 Benda uji batako tanpa pasir variasi VII setelah menerima beban desak....69

Gambar 5.13 Benda uji batako tanpa pasir variasi VIII setelah menerima beban desak....71

Gambar 5.14 Benda uji batako tanpa pasir variasi IX setelah menerima beban desak....73

Gambar 5.15 Benda uji batako tanpa pasir variasi X setelah menerima beban desak....75

Gambar 5.16 Batako biasa (*Diamond*) setelah menerima beban desak....77

Gambar 5.17 Grafik kuat desak rerata batako tanpa pasir untuk tiap variasi gradasi agregat....79

Gambar 5.18 Grafik hubungan antara modulus halus butir agregat dengan kuat desak batako tanpa pasir....80

ABSTRAKSI

Batako adalah bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam suasana lembab, dengan campuran semen, pasir dan air dengan atau tanpa tambahan lainnya, 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 pengaruh iklim, variasi bentuk dan warna yang membuatnya dapat menyesuaikan diri terhadap semua gaya arsitektur yang digunakan. Namun seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, maka diperlukan peningkatan mutu dari batako sebagai salah satu bahan bangunan, sehingga akhirnya timbullah ide pembuatan dari batako tanpa pasir. Batako tanpa pasir (dengan campuran semen, agregat dan air) diyakini lebih ringan dari batako biasa (Diamond). Hal ini dikarenakan banyaknya pori yang terbentuk di antara butiran-butiran agregatnya.

Pada penelitian ini, batako tanpa pasir dibuat dengan menggunakan perbandingan semen : agregat = 1:6, fas (faktor air semen) sebesar 0,33, sedangkan dimensinya yaitu 40× 20× 10 cm. Jumlah variasi yang dibuat adalah sebanyak 10 variasi, dengan jumlah benda uji sebanyak 5 buah untuk masing-masing variasinya. Agregat batu alam yang digunakan berasal dari Bebeng, lereng selatan Gunung Merapi Yogyakarta.

Dari penelitian yang dilakukan, didapat bahwa kekuatan desak dari batako tanpa pasir yang maksimal adalah pada variasi VI (perbandingan agregat A : agregat B = 75:25) yaitu sebesar 3,520 MPa. Kuat desak ini jauh lebih baik dari kuat desak yang dimiliki oleh batako biasa (Diamond) yaitu sebesar 2,748 MPa. Selain itu, batako tanpa pasir ini juga memiliki berat volume sebesar 1,765 kg/dm^3, lebih ringan sekitar 9,21% dari batako biasa (Diamond) yang memiliki berat volume sebesar 1,944 kg/dm^3. Hubungan antara modulus halus butir (mhb) agregat dengan kuat desak yang dihasilkan oleh batako tanpa pasir ini ditunjukkan dengan persamaan $y=-1839.1304+545,623188x-40,394202x^2$, sehingga dari persamaan tersebut kuat desak yang dihasilkan dapat diperkirakan dari mhb agregat yang digunakan. Biaya produksi dari batako tanpa pasir dari perhitungan kasar diperkirakan sebesar Rp.2.600, sedangkan pada batako biasa (Diamond) biaya produksinya diperkirakan adalah Rp.1.300. Besarnya biaya produksi dari batako tanpa pasir ini dikarenakan oleh kebutuhan semen yang diperlukan pada batako tanpa pasir lebih banyak jika dibandingkan dengan batako biasa (Diamond). Selain itu juga dikarenakan produktivitas dan efisiensi kerja yang hanya mampu menghasilkan satu buah batako per hari untuk satu buah cetakan yang digunakan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan konstruksi di Indonesia dewasa ini sudah diwarnai dengan berbagai mutu bahan dan juga mutu bangunan. Peningkatan mutu dan kualitas bangunan mutlak harus dipertimbangkan. Seiring dengan bertambahnya populasi manusia yang berarti meningkat pula tuntutan kebutuhan akan tempat tinggal yang relatif murah, namun tetap memenuhi syarat-syarat teknis konstruksi. Perkembangan ilmu pengetahuan terus berupaya untuk menjawab dan memenuhi tuntutan tersebut, maka kemudian lahir ide metode pengerjaan beton tanpa pasir.

Beton tanpa pasir diyakini relatif lebih ringan jika dibandingkan dengan beton biasa, hal ini dikarenakan banyaknya pori yang terbentuk di antara agregat. Banyaknya pori yang terbentuk ini juga dapat menyebabkan air masuk ke dalam struktur, sehingga dapat menimbulkan korosi yang terjadi pada tulangan. Dengan pertimbangan di atas, maka akan sangat efisien bila beton tanpa pasir ini diaplikasikan sebagai bagian non struktural yaitu dinding bangunan, dalam hal ini sebagai batako. 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 1800 kg/m^3 dan merupakan isolasi panas yang baik. Biasanya digunakan sebagai beton

dinding, sehingga dapat mengurangi berat struktur secara keseluruhannya (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. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh jenis batako yang lebih ringan, dengan kekuatan yang tidak kurang daripada batako biasa.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui kuat desak batako tanpa pasir yang maksimum dengan variasi gradasi agregat batu alam dibandingkan dengan batako biasa (*Diamond*).
2. Mengetahui biaya produksi yang diperlukan untuk satuan batako, jika dibandingkan dengan batako biasa (*Diamond*).

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan pada penelitian ini didapatkan manfaat :

1. Menghasilkan batako yang lebih baik dari Standar Nasional Indonesia (SK SNI-S-O4-1989-F), dengan harga maksimal sama dengan batako biasa (*Diamond*).

2. Mengetahui komposisi variasi gradasi agregat 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 saja.
2. Komposisi campuran batako tanpa pasir yang digunakan adalah dengan perbandingan volume 1:6, 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 keseluruhan adalah 50 batako.

4. Material agregat yang digunakan adalah material batu alam, dalam hal ini kerikil, yang berasal dari Bebeng (lereng selatan) gunung Merapi, Yogyakarta.
5. Faktor air semen yang digunakan adalah 0,33.
6. Semen yang digunakan adalah semen *portland* kelas I, merk Nusantara, dengan berat 50 kg/zak.
7. Batako yang diuji berdimensi $40 \times 20 \times 10\,cm$.
8. Uji kuat desak batako tanpa pasir ini dilakukan pada usia batako 28 hari (28×24 jam).
9. Alat pengujian kuat desak yang digunakan adalah alat kuat desak di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Batako adalah bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam suasana lembab, dengan campuran semen, pasir dan air dengan atau tanpa tambahan lainnya. Batako sebagai bahan bangunan sudah dikenal oleh masyarakat dewasa ini, yaitu sebagai bahan untuk membangun rumah dan gedung.

Pemakaian batako jika dibandingkan dengan batu bata, dapat terlihat penghematannya dalam beberapa segi, misalnya (Frick dan Koesmartadi, 1999) :

1. Jumlah batu yang dibutuhkan untuk tiap per m^2 nya lebih sedikit, sehingga secara kuantitatif terdapat penghematan.
2. Dapat menghemat pemakaian adukan.
3. Jika kualitas batako yang dihasilkan baik, maka tembok tersebut tidak perlu diplester atau dicat, karena sisi-sisi batako tersebut sudah rata.
4. Dapat dibuat dengan menggunakan peralatan atau mesin sederhana dan tidak perlu dibakar sehingga lebih praktis pembuatannya.

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 pengaruh iklim, variasi bentuk dan warna yang membuatnya dapat

menyesuaikan diri terhadap semua gaya arsitektur yang digunakan (Dalzell-Townsend, 1972).

Kekuatan dari batako *standard* yang disyaratkan oleh Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI 1982) terlihat pada tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Kekuatan batako yang disyaratkan

Batako	Kuat tekan bruto min. (MPa)		Penyerapan air maksimum (% 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 (Beton Ringan)

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. 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 m^3 betonnya juga hanya sedikit, sehingga memungkinkan harganya akan dapat bersaing dengan bahan bangunan lain, misalnya jika beton non pasir ini dibuat sebagai pengganti bata atau batako, terutama untuk daerah yang banyak memiliki agregat kasar (Tjokrodimuljo, 1992).

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

1. dengan menggunakan agregat (kasar atau halus) ringan, dan
2. pembuatan beton tanpa menggunakan pasir.

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

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

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

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

3. Tahan api. Beton ringan mempunyai sifat yang baik sekali dalam menahan panas, sehingga sangat baik sekali 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 dengan mudah 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 sering terjadi pada beton biasa, karena itu tulangan yang dipakai perlu diberi lapisan khusus untuk mencegah terjadinya korosi.

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

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 sebagi tembok penyekat dalam suatu gedung sebagai ruangan.

Agregat yang biasa digunakan sebagai campuran pada beton tanpa pasir adalah agregat yang diameternya berkisar antara 3/8 sampai 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 berusia 28 hari, adapun agregat yang digunakan diameternya 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 adalah untuk memanfaatkan sumber daya alam yang terdapat di sekitar desa tersebut. Benda uji batako tanpa pasir dibuat menggunakan agregat kasar batu kapur, dengan gradasi agregat 1 sampai 2 *cm*, perbandingan campuran yang digunakan adalah 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:10 dan 1:12. Sedangkan faktor air semen 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 ke dalam cetakan lalu ditumbuk dengan penumbuk cetakan batako. Cetakan batako baru dibuka setelah berusia 24 jam, perawatan batako dilakukan dengan menyimpan batako di tempat yang lembab, ditutup dengan karung yang terus dijaga kelembabannya. Batako baru diuji kekuatan desaknya setelah berusia 28 hari (Hapsariputri, 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 $40 \times 20 \times 10$ *cm*, dengan perbandingan volume campuran antara semen dengan agregat 1:2, 1:4, 1:6, 1:8 dan 1:10. Agregat yang digunakan adalah agregat kerikil dan batu pecah (*split*) dari daerah Bebeng, Gunung Merapi. Pada penelitian ini, diperoleh bahwa perbandingan volume yang optimum adalah batako tanpa

pasir dengan perbandingan 1:6, yang menghasilkan kuat desak sebesar 2,6 *MPa* untuk sampel yang menggunakan batu pecah. Sedangkan untuk benda uji yang menggunakan agregat batu alam (kerikil) menghasilkan kuat desak sebesar 3,37 *MPa*. Selain itu pada perbandingan 1:6 ini, 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 di atas kekuatan batako biasa (SK SNI-S-O4-1989-F), untuk perbandingan volume campuran 1:6.
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), dan
b. perbandingan volume semen dengan agregat.

Dengan demikian, batako tanpa pasir ini merupakan suatu gumpalan butiran-butiran kerikil yang saling melekat. Butiran-butiran kerikil tersebut dapat saling melekat erat 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 sperti : kapur (CaO), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3) dan oksida besi (Fe_2O_3), yang bersifat hidrolis dengan *gypsum* sebagai bahan tambahan (PUBI, 1982). Pada semen *portland*, komponen terbesar adalah kapur, yaitu berkisar antar 60-65%. Semen *portland* dibuat dengan cara mencampur dan membakar bahan dasar semen pada suhu 1550^0 C, dan menjadi *klinker* (Tjokrodimuljo, 1992). Kemudian *klinker* tersebut digiling hingga 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 dan 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 $(3CaO.Al_2O_3)$ atau disingkat dengan simbol C_3A, bereaksi dengan air berlangsung 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 hidratasi (panas pengikatan).

  Reaksinya : $C_3A + 6H_2O \rightarrow C_3A.6H_2O$

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

- Trikalsium Silikat $(3CaO.SiO_2)$ dengan simbol C_3S, bereaksi dengan air berlangsung lambat, mula-mula pada permukaan butir semen terbentuk kalsium silikat yang berbentuk gel dan sisa CaO bereaksi dengan air membentuk $Ca(OH)_2$. Reaksi ini terus berlangsung sampai butiran semen mengalami hidrasi yang selanjutnya menyebabkan pengerasan.

  Reaksinya : $C_3S + xH_2O \rightarrow C_2S.(x-1)H_2O + Ca(OH)_2$

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

- Tetrakalsium Aluminoferit $(4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3)$ dengan simbol C_4AF, bereaksi dengan air. Reaksi yang terjadi hampir sama dengan C_3A.

  Reaksinya : $C_4AF + xH_2O \rightarrow C_3A.6H_2O + CF.(x-6)H_2O$

  C_4AF berfungsi sebagai penurun temperatur pada pembentukan *klinker*.

- Dikalsium Silikat $(2CaO.SiO_2)$ dengan simbol C_2S, bereaksi dengan air berlangsung lambat yang berfungsi membentuk kekuatan akhir dari beton.

  Reaksinya : $C_2S + xH_2O \rightarrow C_2S.xH_2O$

Jenis-jenis semen yang terdapat di Indonesia (PUBI 1982), dapat dilihat seperti 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 di 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 60-30%. Pemilihan agregat sangat penting karena akan sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortarnya.

Berdasar 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 kg/dm^3. Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya berkisar antara 2,5-2,7 kg/dm^3. Sedangkan agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0 kg/dm^3.

Berdasarkan sumbernya agregat terbagi menjadi dua, yaitu agregat alami dan agregat buatan. Agregat alami 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, seperti kerak tanur tinggi yang digunakan untuk konstruksi-konstruksi beton berat.

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

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

Pemilihan agregat yang tepat akan sangat berpengaruh. Agregat dengan permukaan yang kasar lebih dianjurkan dari pada agregat yang memiliki permukaan yang lebih halus, karena agregat dengan 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. Di dalam campuran beton, air mempunyai dua fungsi, yang pertama, untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan yang kedua, sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan percetakan (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 akan mengakibatkan pasta semen mengalir ke bawah meninggalkan agregat kasar, tetapi jika fas terlalu rendah maka pasta semen tidak cukup untuk merekatkan butir-butir agregat kasar dan mempersulit pengerjaannya sehingga beton 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/ltr.
b. Tidak boleh mengandung garam dan zat yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 1,5 gr/ltr.
c. Tidak mengandung klorid lebih dari 0,5 gr/ltr.
d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1,0 gr/ltr.

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

a. Tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan/atau baja tulangan. Sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum.
b. Apabila terdapat keragu-raguan mengenai air, dianjurkan untuk mengirimkan contoh air itu ke lembaga pemeriksaan, untuk diketahui kandungan zat-zat yang terdapat di dalam air tersebut.
c. Apabila pemeriksaan air tersebut tidak dapat dilakukan, maka dianjurkan untuk diadakan percobaan perbandingan kekuatan tekan beton dengan

memakai air itu, dan dengan memakai air suling. Air tersebut dianggap dapat dipakai jika kekuatan tekan beton yang memakai air itu pada umur 7 dan 28 hari minimal 90 % dari kekuatan tekan beton yang memakai air suling, pada umur yang sama.

d. Jumlah air yang dipakai untuk membuat adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran isi atau ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya.

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 hingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organis yang terdapat di dalam air umumnya sebagai penyebab utama terjadinya pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatan yang dilakukan cukup lama.

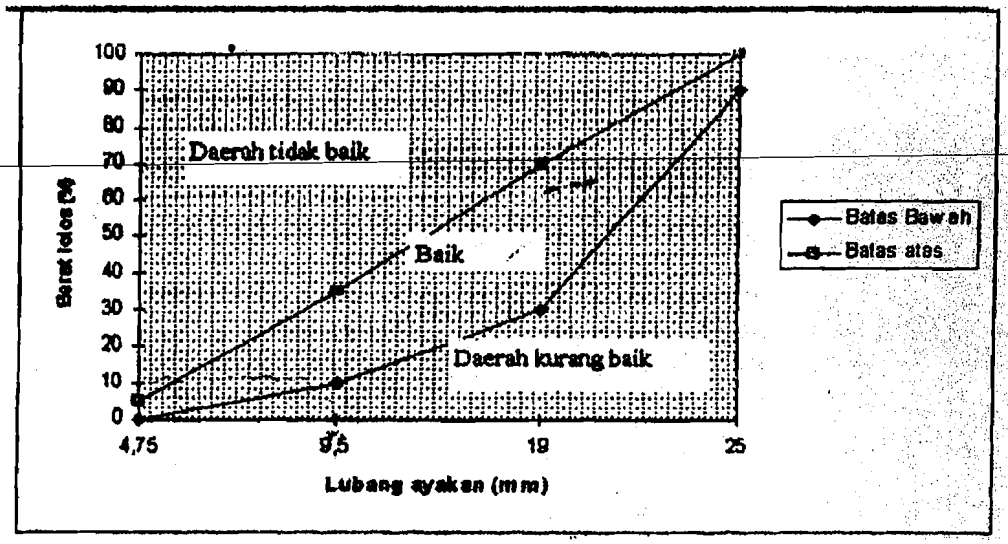
3.3 Gradasi Agregat

Gradasi adalah keragaman distribusi tiap ukuran butir (PUBI 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 di antara butiran, semakin mampat dan makin sedikit pula bahan perekat yang digunakan untuk merekatkan dan mengisi ruang di antara butiran. Selain itu,

gradasi agregat juga merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi *workabilitas.*

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, butir yang kecil mengisi rongga di dalam butir yang lebih besar. Agregat merupakan bahan yang banyak terdapat di dalam beton, semakin banyak persentase agregat yang digunakan dalam campuran maka akan semakin murah harga beton, dengan syarat, campuran tersebut masih cukup mudah dikerjakan.

Gradasi agregat dinyatakan dalam nilai persentase berat butiran yang tertinggal atau lolos saringan dalam susunan ayakan 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-batas gradasi agregat yang biasa digunakan menurut ASTM Standar C33-71a, diperlihatkan seperti pada gambar 3.1 di bawah ini (Neville,1975).



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

3.4 Modulus Halus Butir

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

Makin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa makin besar butir-butir agregatnya. 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 $(W1 = kg)$.
   - Semen kemudian dimasukkan ke dalam tabung silinder secara bertahap. Pada ketinggian 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 ke dalam tabung mencapai ketinggian 2/3. Setelah semen penuh, diratakan.

- Tabung silinder yang berisi semen ditimbang dengan timbangan. Berat tabung + semen sebagai $(W\,2 = kg)$.
- Menghitung volume tabung silinder (V) yang digunakan, dengan rumus :

  $V = \frac{1}{4}.\pi.D^2.t$ ..... (3.1)

  Dimana : D = diameter tabung silinder (dm)

  t = Tinggi tabung silinder (dm)
- Berat satuan semen adalah selisih berat tabung berisi semen $(W\,2)$ dengan berat tabung kosong $(W\,1)$, dibagi dengan volume tabung (V).

  Berat satuan semen $= \frac{W\,2 - W\,1}{V} = {kg}/{dm^3}$ ..... (3.2)

2. Penyaringan agregat

   Agregat kasar disaring dengan menggunakan ayakan yang berukuran $38\,mm$; $19\,mm$; $9{,}6\,mm$; $4{,}8\,mm$; $2{,}4\,mm$; $1{,}2\,mm$; $0{,}6\,mm$; $0{,}3\,mm$ dan $0{,}15\,mm$.
3. Perendaman agregat

   Agregat kerikil yang berasal dari Bebeng, gunung Merapi ini direndam dalam air selama 24 jam. Setelah itu, kerikil tersebut diangkat dan langsung dikeringkan dengan kain sampai permukaannya tidak terselimuti air. Ini dilakukan agar agregat dapat memperoleh kondisi *saturate surface dry* (SSD), sehingga agregat yang terpakai tidak menyerap air dalam campuran.
4. Pemeriksaan berat satuan agregat

   Pemeriksaan berat satuan agregat kerikil sama seperti yang dilakukan pada pemeriksaan berat satuan semen. Pemeriksaan berat satuan agregat kerikil

dilakukan dalam keadaan SSD. Langkah-langkah pemeriksaan berat satuan agregat adalah sebagai berikut :

- Siapkan tabung silinder, lalu ditimbang. Berat tabung silinder kosong sebagai $(W1 = kg)$.
- Agregat kasar yang telah bersih dimasukkan kedalam tabung silinder secara bertahap. Pada ketinggian 1/3 tabung silinder, agregat tersebut ditusuk-tusuk dengan tongkat penumbuk yang memiliki diameter $16\,mm$ dan panjang $60\,cm$. Demikian juga ketika agregat yang dimasukkan ke dalam tabung mencapai ketinggian 2/3. Setelah agregat penuh, diratakan.
- Tabung silinder yang berisi agregat kasar ditimbang dengan timbangan. Berat tabung + agregat sebagai $(W2 = kg)$.
- Menghitung volume tabung silinder (V) yang digunakan, dengan rumus :

  $V = \frac{1}{4}.\pi.D^2.t$ ..... (3.4)

  Dimana : D = diameter tabung silinder (dm)

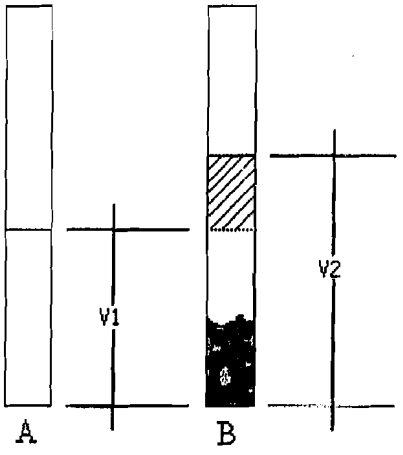
  t = Tinggi tabung silinder (dm)
- Berat satuan agregat adalah selisih berat tabung berisi agregat $(W2)$ dengan berat tabung kosong $(W1)$, dibagi dengan volume tabung (V).

  Berat satuan agregat $= \frac{W2 - W1}{V} = {kg}/{dm^3}$ ..... (3.5)

5. Pemeriksaan berat jenis agregat

   Langkah pemeriksaan berat jenis agregat adalah sebagai berikut :

- Ambil agregat kasar secukupnya dalam keadaan *saturate surface dry* (SSD), kemudian ditimbang dengan timbangan ketilitian sampai 0,01 gr sebagai $(W = kg)$.
- Ambil air secukupnya $(V1 = dm^3)$, kemudian diisikan ke dalam gelas ukur berkapasitas 1000 ml.
- Agregat yang sudah diketahui beratnya dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berisi air, yang telah diketahui volumenya. Kemudian terjadi perubahan volume air $(V2 = dm^3)$, seperti yang terlihat pada gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Perubahan volume air yang terjadi setelah dimasukkan agregat

- Berat jenis agregat kasar adalah perbandingan berat agregat (W) dengan selisih perubahan volume air $(V2 - V1)$.

$$\text{Berat jenis agregat} = \frac{W}{V2 - V1} = {}^{kg}/_{dm^3} \quad \text{.....(3.6)}$$

5. Pembuatan variasi gradasi agregat

   Pada penelitian ini, variasi gradasi agregat batu alam yang dibuat terdiri atas 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 = 1:6, dan faktor air semen (fas) sebesar 0,33.

Perhitungan perencanaan kebutuhan bahan yang akan digunakan :

1. Volume padat untuk masing-masing bahan :

   - Volume padat semen :

$$vol\ padat\ semen = \frac{1 \times berat\ satuan\ semen}{berat\ jenis\ semen} \quad \text{.....(3.7)}$$

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

$$vol\ padat\ agr\ A = \frac{(6 \times persentase\ agr\ A) \times berat\ satuan\ agregat\ A}{berat\ jenis\ agregat} \quad \text{.....(3.8)}$$

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

$$vol\ padat\ agr\ B = \frac{(6 \times persentase\ agr\ B) \times berat\ satuan\ agregat\ B}{berat\ jenis\ agregat} \quad \text{.....(3.9)}$$

   - Volume padat air :

$$vol\ padat\ air = fas \times berat\ satuan\ semen \quad \text{.....(3.10)}$$

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

$$vol\ campuran beton = (vol\ padat semen + vol\ padat agr\ A + vol\ padat\ agr\ B + vol\ padat\ air) \times 1{,}10 \quad \text{.....(3.11)}$$

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

- Volume semen :

$$vol\ semen = \frac{1}{vol\ campuran\ beton} \quad \text{.....(3.12)}$$

- Volume agregat A :

$$vol\ agr\ A = \frac{(6 \times persentase\ agr\ A)}{vol\ campuran\ beton} \quad \text{.....(3.13)}$$

- Volume agregat B :

$$vol\ agr\ B = \frac{(6 \times persentase\ agr\ B)}{vol\ campuran\ beton} \quad \text{.....(3.14)}$$

- Volume air :

$$vol\ air = \frac{fas \times berat\ jenis\ semen}{vol\ campuran\ beton} \quad \text{.....(3.15)}$$

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

- Berat semen :

$$W_{semen} = vol\ semen \times berat\ satuan semen \quad \text{.....(3.16)}$$

- Berat agregat A :

$$W_{agr\ A} = vol\ agr\ A \times berat\ satuan\ agregat\ A \quad \text{.....(3.17)}$$

- Berat agregat B :

$$W_{agr\,B} = vol\ agr\ B \times berat\ satuan\ agregat\ B \quad \text{.....(3.18)}$$

- Berat air :

$$W_{air} = fas \times berat\ semen \quad \text{.....(3.19)}$$

4. Kebutuhan berat bahan untuk satu adukan :

Volume 1 cetakan = $40 \times 20 \times 10\ cm^3$

$= 8000\ cm^3 = 0{,}008\ m^3$

Volume 1 adukan = volume 5 cetakan

$= 5 \times 0{,}008 = 0{,}04\ m^3$

- Berat semen 1 adukan :

$$W_{semen}\,1\,adukan = vol\ 1\ adukan \times berat\ semen \quad \text{.....(3.20)}$$

- Berat agregat A 1 adukan :

$$W_{agr\,A}\,1\,adukan = vol\ 1\ adukan \times berat\ agregat\ A \quad \text{.....(3.21)}$$

- Berat agregat B 1 adukan :

$$W_{agr\,B}\,1\,adukan = vol\ 1\ adukan \times berat\ agregat\ B \quad \text{.....(3.22)}$$

- Berat air 1 adukan :

$$W_{air}\,1\,adukan = vol\ 1\ adukan \times berat\ air \quad \text{.....(3.23)}$$

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 :

$$f'c = \frac{P}{A} \quad \text{.....(3.24)}$$

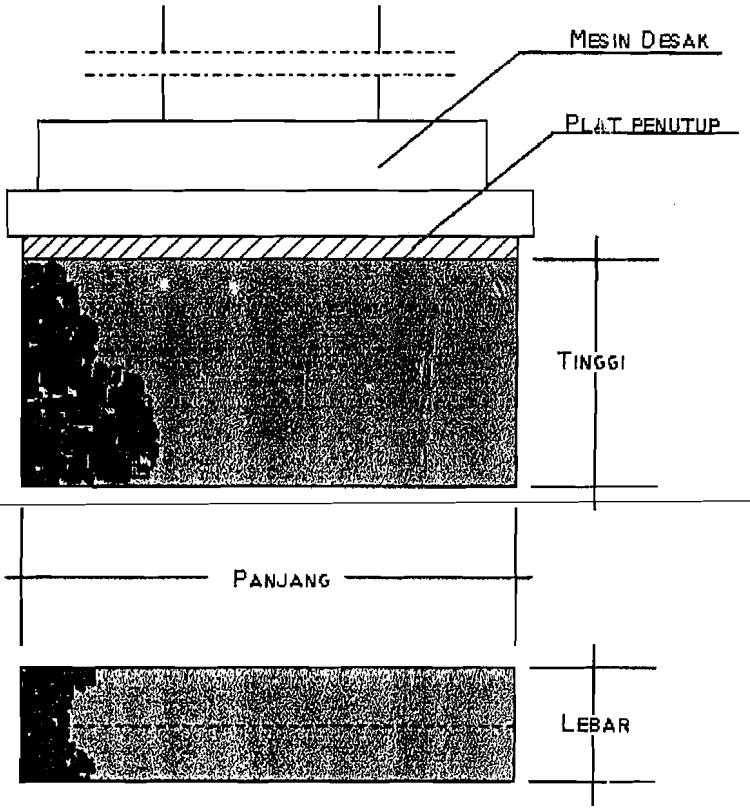
dimana :

$f'c$ = kuat desak $\left(kg/cm^2\right)$

P = beban maksimum yang diterima benda uji $\left(kg\right)$

A = luas permukaan benda uji yang menerima beban langsung $\left(panjang \times lebar = cm^2\right)$

Untuk lebih jelasnya mengenai proses pengujian yang dilakukan pada batako tanpa pasir seperti yang terlihat pada gambar 5.3 di bawah ini.



Gambar 3.3 Proses pengujian kuat desak terhadap benda uji batako tanpa pasir

Kuat desak beton sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, selain perbandingan air semen dan tingkat pemadatannya. 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 yang 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 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. Di antaranya 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 karena adanya tenaga-tenaga ahli, penelitian dijalankan lebih teliti dan kesalahan yang dibuat lebih sedikit.

Ada dua macam cara pengambilan sampel, yaitu secara *random sampling* dan non *random sampling* (Marzuki, 1977) :

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 $40 \times 20 \times 10$ *cm*, dengan memakai agregat batu alam (kerikil), semen dan air sebagai bahan campurannya.

Jumlah sampel batako tanpa pasir yang dibuat adalah sebanyak 50 buah, yang terdiri dari 10 macam variasi gradasi agregat yang berbeda dan untuk masing-masing variasinya berjumlah 5 buah sampel. Jumlah 5 buah sampel batako ini berdasarkan acuan bahwa bila dalam penelitian akan dilakukan analisis statistik (baik parametrik atau nonparametrik), maka jumlah anggota sampel

minimal 5 buah untuk setiap variabel yang akan diteliti (Roscoe, 1992). Jumlah sampel keseluruhannya (50 buah) telah dapat memenuhi kurva distribusi normal sehingga dianggap dapat mewakili keseluruhan dari populasi yang diamati. Adapun variasi gradasi agregat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat seperti pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Variasi gradasi agregat

Variasi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Persentase lolos saringan 19,0 mm dan tertahan saringan 9,60 mm	85	83	81	79	77	75	73	71	69	67
Persentase lolos saringan 9,60 mm dan tertahan saringan 4,80 mm	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 bahan lokal yang terdapat di daerah Yogyakarta. Sedangkan peralatan yang akan digunakan adalah peralatan

yang sudah 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 batu alam (kerikil) yang berasal dari daerah Bebeng, lereng selatan gunung Merapi, Yogyakarta.

2. Semen

   Semen yang digunakan adalah semen *portland* tipe I, *merk* Nusantara, dengan berat 50 kg/zak .

3. Air

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

4.3.2 Peralatan

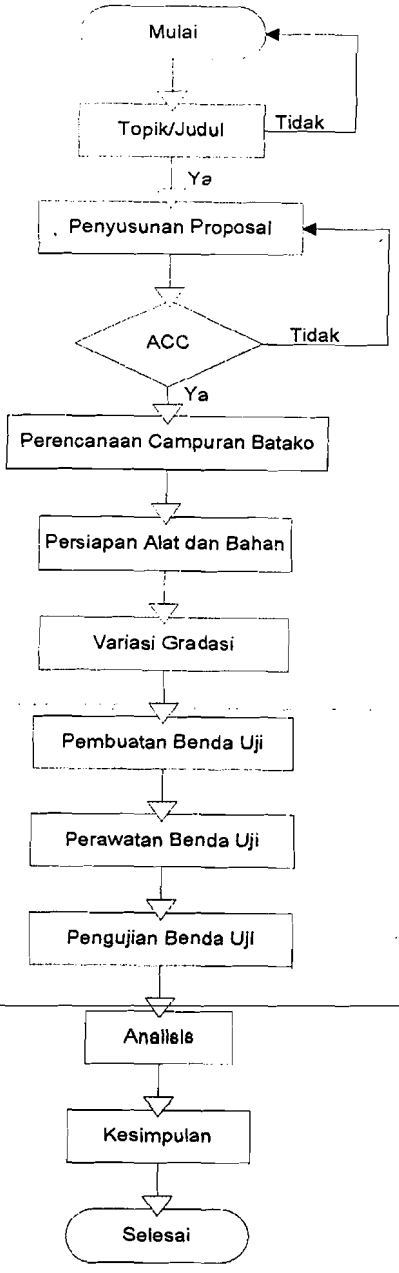
Alat yang digunakan dalam penelitian, seperti yang tertera pada tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Peralatan yang digunakan dalam penelitian

No.	Alat	Manfaat
1	Mesin uji desak (*merk Controls*)	Uji desak batako tanpa pasir
2	Cetok	Memasukkan acian beton
3	Cetakan batako	Tempat mencetak benda uji
4	Timbangan (*merk Ohaus*)	Menimbang bahan adukan beton
5	Mistar/kaliper (*merk Vernier*)	Mengukur dimensi benda uji
6	Tongkat penumbuk	Untuk memadatkan benda uji
7	Gelas ukur	Menakar air
8	Ayakan	Menyaring agregat kasar
9	Mesin penggetar ayakan (*merk MBT*)	Menggetarkan ayakan
10	Ember	Menampung agregat dan air
11	Sekop	Mengaduk agregat
12	Kolam perendam	Merendam benda uji dalam air

4.4 Pelaksanaan

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



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

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* dan 0,15 *mm*. Ini dilakukan agar dapat diketahui nilai modulus halus butir (mhb) dari agregat tersebut.
3. Perendaman agregat

   Agregat direndam dalam air selama 24 jam. Setelah itu, kerikil tersebut diangkat dan langsung dikeringkan dengan kain sampai permukaannya tidak terselimuti air. Ini dilakukan agar agregat dapat memperoleh kondisi *saturate 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 19,0 *mm* tertahan saringan 9,60 *mm* (agregat A) dan agregat yang lolos saringan 9,60 *mm* tertahan saringan 4,80 *mm* (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 dulu, agar dalam pelaksanaan nantinya tidak terjadi pencarian alat yang dapat mengakibatkan keterlambatan, sebab dalam pengadukan beton tidak boleh berhenti sampai beton masuk ke dalam cetakan.
2. Bahan material yang akan digunakan harus diperiksa terlebih dulu di laboratorium, supaya mutu beton yang direncanakan mencapai kekuatan yang maksimal.
3. Bahan-bahan yang akan digunakan harus ditakar terlebih dulu sesuai dengan perencanaan.
4. Pengadukan dilakukan secara manual, didahului dengan memasukkan kerikil dan semen *portland*, kemudian diaduk sehingga tercampur merata. Setelah itu baru air dimasukkan.
5. Setelah adukan homogen, kemudian adukan beton dimasukkan ke dalam cetakan dengan menggunakan cetok. Setelah itu dipadatkan.
6. Pemadatan dilakukan secara manual, yaitu dengan menggunakan tongkat penumbuk. Penumbukan yang dilakukan terdiri atas tiga lapisan, yaitu pada saat campuran mencapai 1/3 tinggi cetakan, 2/3 tinggi cetakan dan ketika cetakan telah penuh. Pada tiap lapisannya ditumbuk sebanyak 25 kali.
7. Setelah itu cetakan yang telah berisi adukan beton yang padat tersebut disimpan ditempat yang sejuk dan lembab.

8. Cetakan dibuka setelah benda uji berumur 24 jam, beri tanda dengan mencatat tanggal cetakan dibuka dan jenis sampel.

4.4.3 Perawatan Benda Uji

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

1. beton dibasahi terus menerus dengan air,
2. beton direndam di dalam air dengan keadaan lingkungan yang bertemperatur $23-27^{0}C$,
3. beton diselimuti dengan karung goni basah, plastik film atau kertas perawatan tahan air.

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

4.4.4 Pengujian

Pengujian dilakukan pada saat batako telah berumur 28 hari $(28\times 24\ jam)$. Cara pengujian kekuatan desak batako tanpa pasir yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mengeringkan dan membersihkan permukaan benda uji, terutama permukaan yang menempel dengan permukaan mesin uji tekan.
2. Mengukur dimensi (panjang, lebar dan tinggi) dari benda uji batako tanpa pasir dan kemudian menimbang beratnya.

3. Meletakkan benda uji tepat ditengah-tengah mesin uji dan mengaturnya, sehingga benar-benar berada ditengah blok penekan atas dan blok penekan bagian bawah.
4. Menerapkan beban pada batako beton dari nol sampai 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 hasil dari penelitian ini nantinya akan mendapatkan nilai kuat desak yang lebih baik dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Sehingga penelitian ini dapat berguna bagi masyarakat secara umum.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan

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

5.2 Bahan

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

5.2.1 Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Air ini berasal dari PDAM daerah Yogyakarta. Dari pengamatan yang dilakukan secara visual, air tersebut tidak berwarna dan berbau, sehingga memenuhi persyaratan sebagai air bersih dan dapat digunakan sebagai bahan

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

5.2.2 Semen

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

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

Tabel 5.1 Hasil pengujian berat satuan semen

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

4. Berat satuan dihitung dengan rumus :

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

5.2.3 Agregat

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

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

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

a. Pengujian Modulus Halus Butir

Pengujian modulus halus butir (mhb) dari agregat ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai mhb yang dimiliki oleh agregat kerikil tersebut.

Langkah-langkah pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut :

1. Ambil agregat kerikil sebanyak 1000 *gr* .
2. Siapkan ayakan yang akan digunakan dalam pengujian. Susunan ayakan yang dipakai adalah berdasarkan ASTM Standar, dengan urutan diameter lubang ayakan 38 *mm* ; 19,0 *mm* ; 9,60 *mm* ; 4,80 *mm* ; 2,40 *mm* ; 1,20 *mm* ; 0,60 *mm* ; 0,30 *mm* ; 0,15 *mm* dan pan.
3. Setelah ayakan tersusun dengan benar, kemudian diletakkan pada mesin penggetar ayakan.
4. Agregat yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam ayakan teratas.
5. Kemudian mesin penggetar dinyalakan selama ± 5 menit.
6. Agregat yang tertinggal pada ayakan kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan ketelitian sampai dengan 0,01 gr. Hasil dari penimbangan agregat yang tertinggal pada ayakan, seperti terlihat pada tabel 5.2 berikut ini, atau dapat juga dilihat seperti pada lampiran 2.

Tabel 5.2 Hasil penimbangan agregat yang tertinggal pada ayakan

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

Jumlah rata-rata 721.7

7. Modulus halus butir dari agregat dihitung dengan rumus :

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

b. Pengujian Berat Satuan

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

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

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

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

Tabel 5.3 Hasil pengujian berat satuan agregat

	Berat tabung W1 (kg)	Berat tabung+agregat W2 (kg)	Volume tabung V (dm³)	Berat satuan (kg/dm³)
Agregat A	11.5	19.15	5.3	1.443
Agregat B	11.5	19.30	5.3	1.471

5. Berat satuan dihitung dengan rumus :

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

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

c. Pengujian Berat Jenis

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

Langkah-langkah pelaksanaan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Agregat yang akan diuji, terlebih dulu direndam dalam air selama 24 jam. Pada saat akan dilakukan pengujian, agregat diangkat dan langsung dikeringkan dengan menggunakan lap, sampai permukaan butiran agregat tidak terselimuti air. Ini dilakukan agar agregat yang akan diuji dalam keadaan SSD.
2. Agregat yang telah SSD diambil, dan ditimbang sebanyak 400 gram (W)dengan menggunakan timbangan ketelitian sampai dengan 0,01 gr.
3. Menggunakan gelas ukur, diambil air sebanyak 500 mL $(V1)$
4. Kemudian agregat yang sudah ditimbang, dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berisi air.
5. Hitung kenaikan volume air yang terjadi pada gelas ukur $(V2)$.
6. Hasil dari pengujian berat jenis agregat seperti yang terlihat pada tabel 5.4 di bawah ini atau seperti terlihat pada lampiran 4.

Tabel 5.4 Hasil pengujian berat jenis agregat

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

7. Berat jenis dihitung dengan rumus :

$$\text{Berat jenis (Bj)} = \frac{W}{V2 - V1} = \frac{400}{668{,}5 - 500} = 2{,}374\ {}^{gr}/_{ml} = 2{,}374\ {}^{kg}/_{dm^3}$$

5.3 Perhitungan Perencanaan Adukan

Data yang diketahui dari perencanaan adukan adalah sebagai berikut :

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

5.3.1 Perhitungan Kebutuhan Bahan per m^3 Beton

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

a. Volume padat untuk masing-masing bahan :

- Volume padat semen :

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

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

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA ★ PERPUSTAKAAN ★ YOGYAKARTA

- Volume padat agregat A :

$$Vol\ agr\ A = \frac{(6 \times 0{,}85) \times berat\ satuan\ agregat\ A}{berat\ jenis\ agregat}$$

$$= \frac{5{,}1 \times 1{,}443}{2{,}374} = 3{,}099\, m^3$$

- Volume padat agregat B :

$$Vol\ agr\ B = \frac{(6 \times 0{,}15) \times berat\ satuan\ agregat\ B}{berat\ jenis\ agregat}$$

$$= \frac{0{,}9 \times 1{,}471}{2{,}374} = 0{,}558\, m^3$$

- Volume padat air :

$$Vol\ air = fas \times berat\ satuan\ semen$$

$$= 0{,}33 \times 1{,}524 = 0{,}503\, m^3$$

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

$$= 5{,}108\, m^3$$

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

- Volume semen :

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

- Volume agregat A :

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

- Volume agregat B :

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

- Volume air :

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

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

- Berat semen :

$$W_{smn} = Vol\ semen \times berat\ satuan\ semen$$

$$= 196 \times 1{,}524 = 298{,}70\ kg$$

- Berat agregat A :

$$W_{agrA} = Vol\ agr\ A \times berat\ satuan\ agregat\ A$$

$$= 998 \times 1{,}443 = 1440{,}11\ kg$$

- Berat agregat B :

$$W_{agrB} = Vol\ agr\ B \times berat\ satuan\ agregat\ B$$

$$= 176 \times 1{,}471 = 258{,}89\ kg$$

- Berat air :

$$W_{air} = fas \times berat\ semen$$

$$= 0{,}33 \times 298{,}70 = 98{,}57\ kg$$

Berdasarkan hitungan di atas didapat total berat bahan yang dibutuhkan untuk 1 m^3 betonnya adalah sebesar :

Total berat bahan = berat semen + berat agr A + berat agr B + berat air

$= 298,70 + 1440,11 + 258,89 + 98,57$

$= 2096,27\ kg$

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

5.3.2. Perhitungan Kebutuhan Bahan Untuk Satu Adukan

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

Volume 1 cetakan = $40 \times 20 \times 10 cm^3$

$= 8000\ cm^3 = 0,008\ m^3$

Volume 1 adukan = volume 5 cetakan

$= 5 \times 0,008 = 0,04\ m^3$

- Berat semen 1 adukan :

  $W_{smn}\ 1 adukan = 0,04 \times 298,70$

  $= 11,95\ kg$

- Berat agregat A 1 adukan :

  $W_{agr\ A}\ 1 adukan = 0,04 \times 1440,11$

  $= 57,60\ kg$

- Berat agregat B 1 adukan :

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

$$= 10{,}36\,kg$$

- Berat air 1 adukan :

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

$$= 3{,}94\,kg$$

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

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

Tabel 5.5 Kebutuhan bahan campuran batako tanpa pasir

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

5.4 Pelaksanaan Penelitian

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

5.4.1 Pengadukan Bahan

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

1. Alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengadukan disiapkan terlebih dahulu, supaya pengadukan yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar.
2. Untuk bahan (semen, agregat A, agregat B dan air), disiapkan sesuai dengan kebutuhan adukannya. Sebelumnya, agregat yang akan digunakan dalam pengadukan direndam dalam air selama 24 jam. Kemudian agregat tersebut, dikeringkan dengan menggunakan handuk, sampai permukaan butirannya kering, sehingga agregat yang digunakan dalam keadaan SSD (jenuh kering muka). Proses pengeringan agregat menjadi SSD dapat dilihat seperti pada gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Proses pengeringan agregat

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



Gambar 5.2 Pengadukan campuran agregat dan semen

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



Gambar 5.3 Penuangan air pada campuran agregat dan semen

5.4.2 Pencetakan Benda Uji

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah :

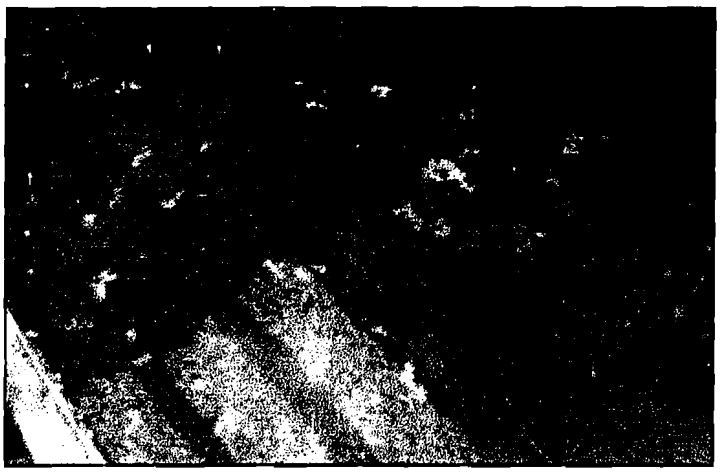
1. Cetakan yang akan digunakan terlebih dulu diolesi dengan oli pada bagian dalamnya, dengan maksud agar adukan batako tidak menempel pada cetakan, dan mudah dibuka.
2. Sebelum pengadukan dilakukan cetakan yang sudah diolesi oli tersebut, diletakkan dekat dengan tempat mengaduk.
3. Adukan yang telah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

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



Gambar 5.4 Penumbukan campuran

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



Gambar 5.5 Perawatan benda uji batako tanpa pasir

5.4.3 Pengujian Kuat Desak

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

1. Benda uji di letakkan tepat berada ditengah-tengah dari blok penekan mesin desak, ini dilakukan agar beban desak yang diterima oleh benda uji dapat terbagi secara merata.
2. Setelah benda uji terletak tepat ditengah, kemudian pada bagian atas dari benda uji ditutup dengan menggunakan plat yang berukuran sama dengan permukaan atas dari benda uji.

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

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

1. Pengujian pada variasi I

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

Tabel 5.6 Kekuatan desak benda uji variasi I

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

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

Benda uji I-1:

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

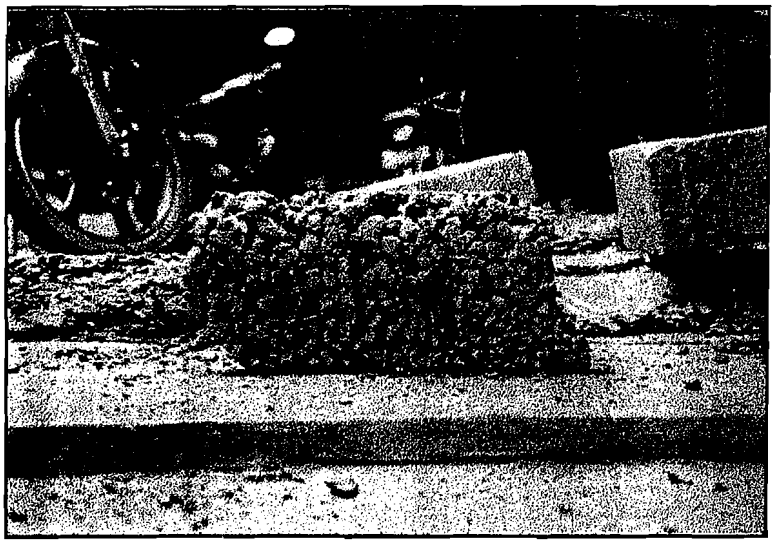
$$= 40 \times 10\ cm^2 = 400\ cm^2 = 40000\ mm^2$$

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

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

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

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



Gambar 5.6 Benda uji batako tanpa pasir variasi I

setelah menerima beban desak

2. Pengujian pada variasi II

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

Tabel 5.7 Kekuatan desak benda uji variasi II

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

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

Benda uji II-1:

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

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

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

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

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

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

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



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

3. Pengujian pada variasi III

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

Tabel 5.8 Kekuatan desak benda uji variasi III

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

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

Benda uji III-1:

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

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

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

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

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

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

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



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

4. Pengujian pada variasi IV

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

Tabel 5.9 Kekuatan desak benda uji variasi IV

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

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

Benda uji IV-1:

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

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

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

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

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

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



Gambar 5.9 Benda uji batako tanpa pasir variasi IV

setelah menerima beban desak

5. Pengujian pada variasi V

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

Tabel 5.10 Kekuatan desak benda uji variasi V

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

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

Benda uji V-1:

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

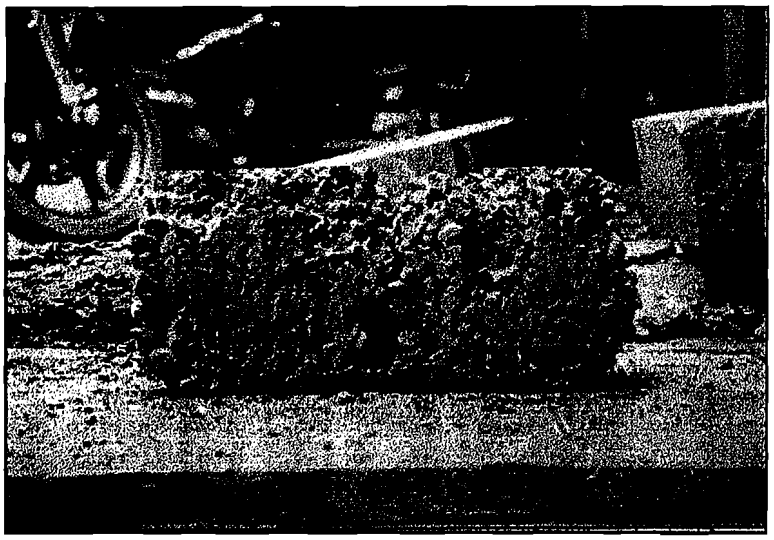
$$= 39{,}9 \times 9\ cm^2 = 359{,}1\ cm^2 = 35910\ mm^2$$

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

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

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

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



Gambar 5.10 Benda uji batako tanpa pasir variasi V

setelah menerima beban desak

6. Pengujian pada variasi VI

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

Tabel 5.11 Kekuatan desak benda uji variasi VI

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

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

Benda uji VI-1:

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

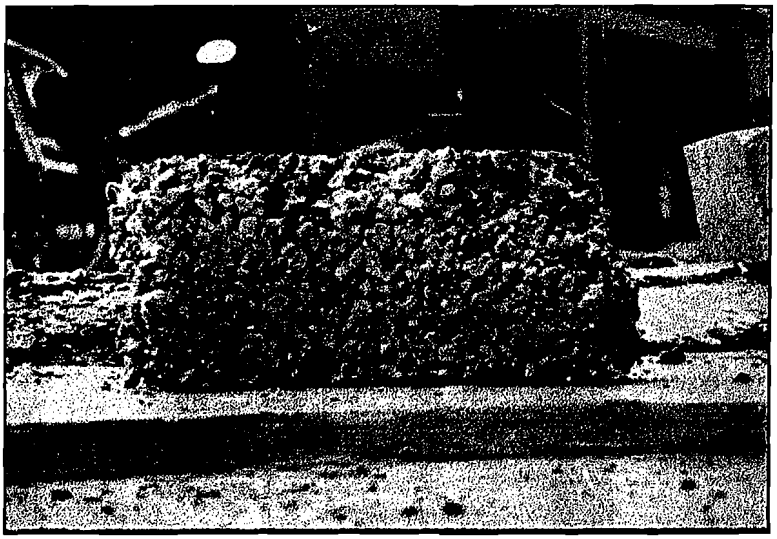
$$= 40 \times 10\ cm^2 = 400\ cm^2 = 40000\ mm^2$$

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

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{13300}{400} = 3{,}325 MPa$$

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



Gambar 5.11 Benda uji batako tanpa pasir variasi VI

setelah menerima beban desak

7. Pengujian pada variasi VII

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

Tabel 5.12 Kekuatan desak benda uji variasi VII

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

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

Benda uji VII-1:

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

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

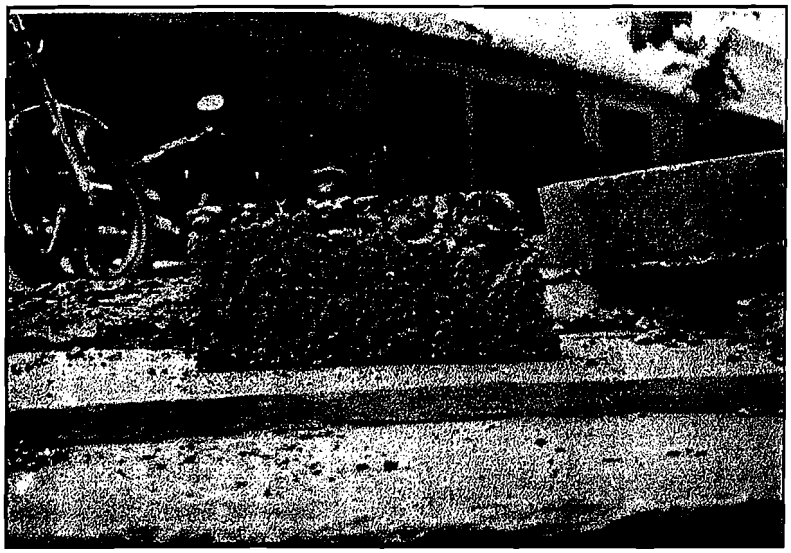
Beban maksimal yang diterima benda uji $(P) = 120\ KN = 120000\ N$

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

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

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

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



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

8. Pengujian pada variasi VIII

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

Tabel 5.13 Kekuatan desak benda uji variasi VIII

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

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

Benda uji VIII-1:

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

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

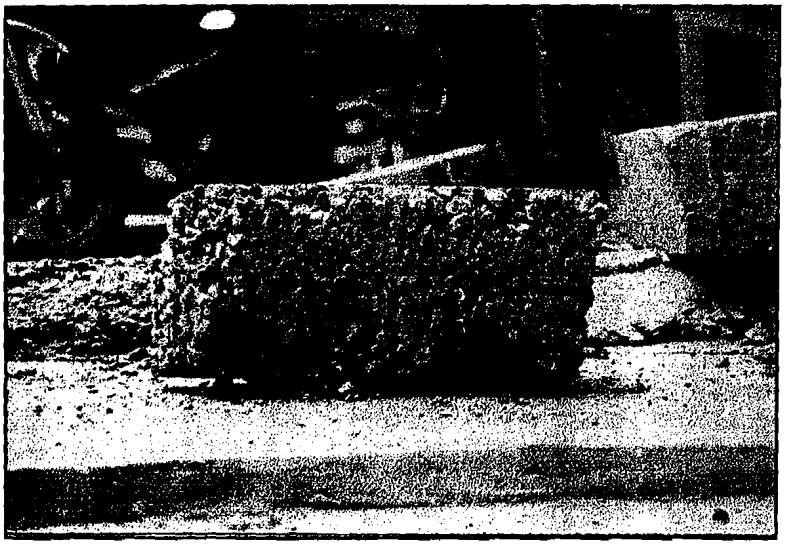
Beban maksimal yang diterima benda uji $(P) = 135\ KN = 135000\ N$

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

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

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

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



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

9. Pengujian pada variasi IX

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

Tabel 5.14 Kekuatan desak benda uji variasi IX

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

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

Benda uji IX-1:

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

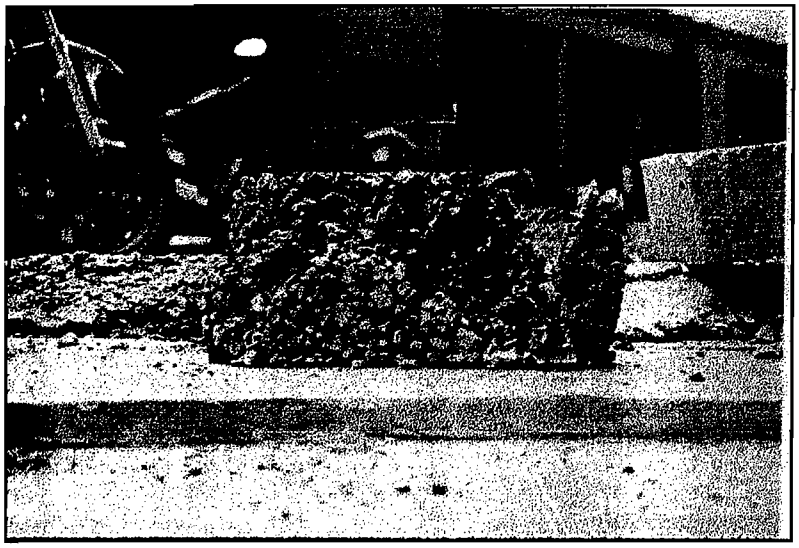
$$= 39 \times 9{,}5\ cm^2 = 370{,}5\ cm^2 = 37050\ mm^2$$

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

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

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

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



Gambar 5.14 Benda uji batako tanpa pasir variasi IX

setelah menerima beban desak

10. Pengujian pada variasi X

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

Tabel 5.15 Kekuatan desak benda uji variasi X

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

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

Benda uji X -1:

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

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

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

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

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

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

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



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

11. Pengujian pada batako biasa (*Diamond*)

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

Tabel 5.16 Kekuatan desak batako biasa (*Diamond*)

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

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

Benda uji batako biasa (*Diamond*) 1:

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

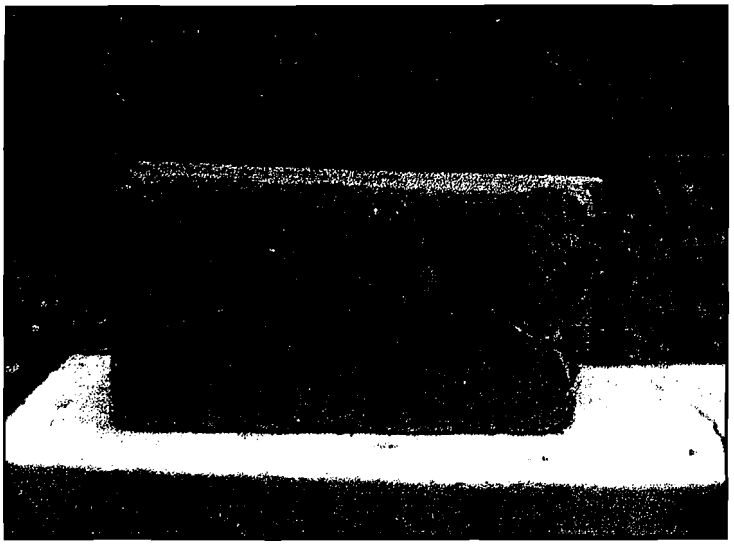
$$= 40 \times 10\ cm^2 = 400\ cm^2 = 40000\ mm^2$$

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

Maka, kuat desak benda uji (MPa) adalah :

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

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



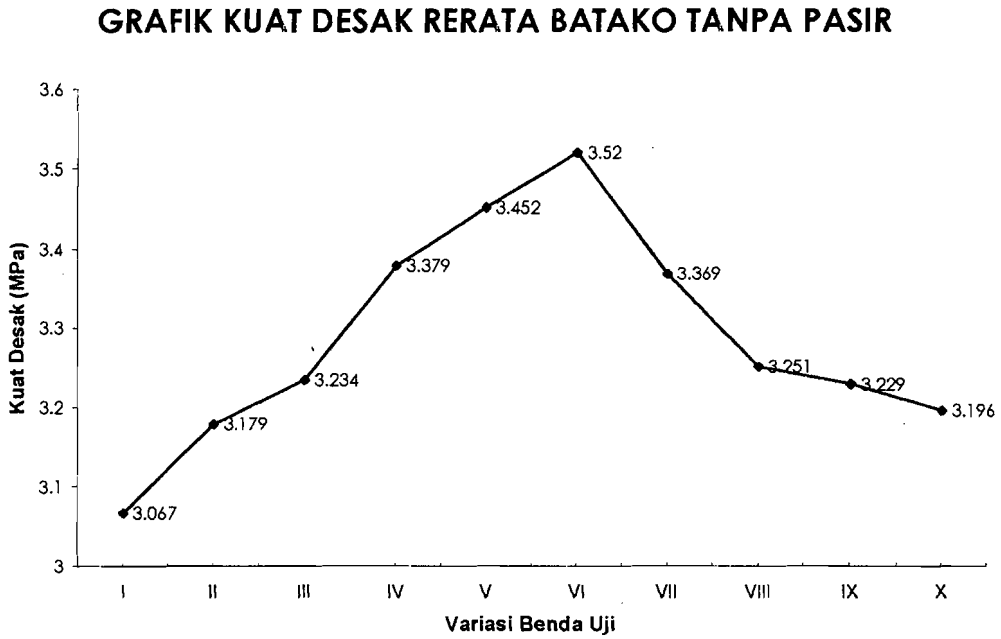
Gambar 5.16 Batako biasa (*Diamond*) setelah menerima beban desak

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

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

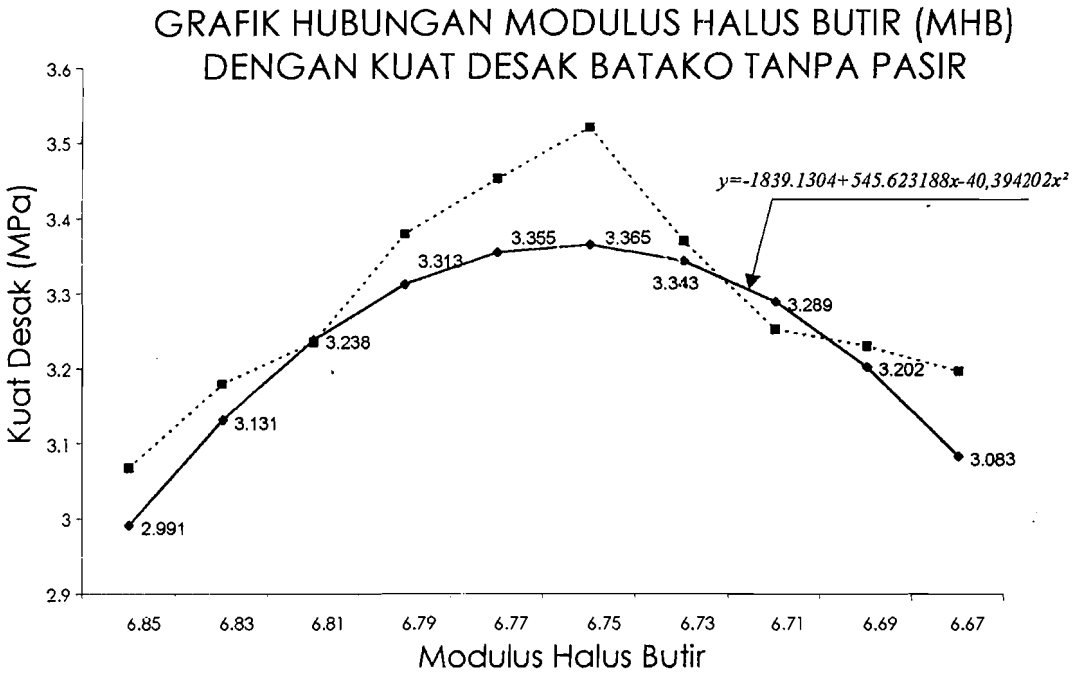
Variasi	Modulus Halus Butir	Kuat Desak (Mpa)	Berat (kg)
I	6.85	3.067	12.82
II	6.83	3.179	13.10
III	6.81	3.234	13.38
IV	6.79	3.379	13.54
V	6.77	3.452	13.26
VI	6.75	3.520	13.58
VII	6.73	3.369	13.38
VIII	6.71	3.251	13.72
IX	6.69	3.229	13.28
X	6.67	3.196	13.42
Batako biasa (*Diamond*)		2.748	15.54

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



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

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



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

5.5 Analisis Perbandingan Harga

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

5.5.1 Batako Tanpa Pasir

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

- Semen = 11,93 *kg*

- Agregat (A+B) = 50,76+17,25 = 68,01 kg
- Air = 3,93 kg

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

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

Harga dari masing-masing bahan tersebut adalah sebagai berikut :

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

  Harga satu kilogram semen adalah = $\frac{Rp.32500}{50}$ = Rp. 650,-
- Agregat per m^3 = Rp. 50.000,-
- Untuk air, menggunakan air yang terdapat di laboratorium.
- Alat dan upah :
  - Alat yang dipakai dalam pembuatan batako tanpa pasir ini adalah cetakan yang terbuat dari besi tempa. Harga dari cetakan tersebut adalah :
    a. Berat cetakan = 13 kg, sedangkan harga besi per kilogram adalah Rp. 10.000,-. Maka, harga besi yang digunakan sebagai cetakan adalah Rp. 10.000×13 = Rp.130.000,-

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

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

= Rp. 150.000,-

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

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

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

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

  Jumlah cetakan yang digunakan sebanyak 10 buah cetakan, maka nilai harga penyusutan alat = Rp. 15- x 10 = Rp. 150,-
- Upah = Rp. 500,-

Sehingga biaya produksi untuk satu buah batako tanpa pasir adalah :

Biaya produksi = Rp. 1.548,30- + Rp. 400,- + Rp. 150- + Rp. 500,-

= Rp. 2.598,30- ≈ Rp. 2600,-

5.5.2 Batako Biasa (*Diamond*)

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

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

Kebutuhan bahan :

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

Harga dari masing-masing bahan tersebut adalah sebagai berikut :

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

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

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

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

  = Rp. 150.000,-

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

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

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

- Semen = 1,0 × Rp. 650,- = Rp. 650,-
- Agregat = 0,008 × Rp. 50.000= Rp. 400,-
- Alat (dihitung dari harga penyusutan alat) = Rp. 15-
- Upah = Rp. 200,-

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

Biaya produksi batako *Diamond* = Rp. 650,- + Rp. 400,- + Rp. 15- + Rp. 200,-

= Rp. 1.265,- ≈ Rp. 1.300,-

5.6 Pembahasan

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

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

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

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

dengan : y = kuat desak yang diperkirakan (MPa)

x = mhb agregat yang digunakan

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

Contoh perhitungan :

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

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

$$= -1839{,}1304 + (545{,}623188 \times 6{,}75) - (40{,}394202 \times 6{,}75^2)$$

$$= -1839{,}1304 + 3682{,}9565 - 1840{,}4608 = 3{,}365$$

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

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

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

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

   harga jual batako *Diamond* = biaya produksi + keuntungan

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

Maka, keuntungan diperkirakan sebesar Rp. 650,-

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian "Pengaruh Variasi Gradasi Agregat Batu Alam Terhadap Kuat Desak Batako Tanpa Pasir" ini dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Batako tanpa pasir ini mempunyai bentuk permukaan yang sangat kasar, sehingga untuk proses *finishing* yang dilakukan menjadi lebih mudah.
2. Batako tanpa pasir dengan perbandingan gradasi agregat pada variasi VI menghasilkan kuat desak $(f'c)$ yang maksimal, yaitu sebesar $3{,}520\,MPa$. Kekuatan desak yang dimiliki oleh batako tanpa pasir ini termasuk dalam jenis batako A2 (kontruksi tidak memikul beban dan tidak telindung), yang memiliki kekuatan desak diatas $3{,}5\,MPa$. Kuat desak dari batako tanpa pasir ini lebih besar dari batako biasa dengan perbandingan volume yang sama, yaitu $2{,}748\ MPa$.
3. Dari grafik hubungan antara modulus halus butir (mhb) agregat dengan kuat desak (gambar 5.18), terbentuk *curve fitting* dengan persamaannya adalah $y = -1839{,}1304 + 545{,}623188x - 40{,}394202x^2$. Dari persamaan, kuat desak dapat diperkirakan jika mhb dari agregat diketahui.

4. Berat volume yang dimiliki oleh benda uji batako tanpa pasir variasi VI adalah sebesar 1,765 kg/dm^3. Berat volume yang dimiliki oleh batako tanpa pasir ini lebih ringan 9,21% dibandingkan dengan berat volume yang dimiliki batako biasa (*Diamond*) yaitu sebesar 1,944 kg/dm^3.
5. Dari hasil pengamatan terhadap benda uji batako tanpa pasir setelah dilakukan pengujian, terlihat bahwa butiran-butiran dari agregat mengalami kehancuran. Hal ini menunjukkan bahwa ikatan semen yang terjadi di dalam campuran telah homogen, sehingga mampu mengikat agregat dengan baik.
6. Untuk biaya produksi dari batako tanpa pasir ini, dari perhitungan secara kasar dapat diketahui bahwa biaya produksi batako tanpa pasir diperkirakan sebesar Rp. 2.600,- sedangkan biaya produksi untuk batako *Diamond* diperkirakan sebesar Rp. 1.300,-. Besarnya biaya produksi yang diperlukan pada batako tanpa pasir ini dikarenakan oleh semen yang dibutuhkan dalam campurannya lebih besar daripada batako biasa (*Diamond*) dan produktivitas kerja yang hanya bisa menghasilkan satu buah batako per hari untuk satu cetakan yang digunakan.

6.2 Saran

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

1. Kecermatan dan ketelitian dalam menentukan fas (faktor air semen) untuk campuran batako tanpa pasir, karena fas batako sangat kecil (*dry mix*) dan

sangat menentukan lekatan antara semen dengan agregat, dan menghindari turunnya semen.

2. Perlunya menggunakan alat mesin dalam pengerjaan campuran adukan batako, agar campuran yang dihasilkan nantinya dapat lebih homogen. Selain itu juga diperlukan adanyan mesin cetak *press* untuk menghasilkan kepadatan optimal dan seragam, dengan menggunakan mesin diharapkan lebih mengurangi terjadinya *human error*.
3. Perlunya penelitian yang lebih lanjut dan berkembang, seperti menggunakan agregat lain yang lebih kuat dari agregat Gunung Merapi Yogyakarta. Atau jika mungkin, dapat menggunakan zat aditif untuk mendapat kuat tekan yang lebih baik.
4. Perlunya dilakukan penelitian yang lebih baik lagi, sehingga dapat menghasilkan batako tanpa pasir yang memiliki harga yang mampu bersaing dengan batako konvensional.

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.
- Dalzell, R.J and G. Townsend, 1972, **Masonry Simplified Tools-Materials-Practice Volume 1 Second Edition (Revised),** American Technical Society, Chicago.
- Frick, H dan Ch. Koesmartadi, 2003, **Ilmu Bahan Bangunan (Eksploitasi, Pembuatan, Penggunana dan Pembuangan),** Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- 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.
- Hapsariputri, W.M, 2003, **Penggunaan Sumber Daya Alam Sebagai Bahan Bangunan,** Laporan Kuliah Kerja Nyata, Fakutas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Marzuki, 1977, **Metodologi Riset**, Fakultas Ekonomi UII Press, 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 Language Book Society and Pitman Publishing, London.
- Ngatidjo, 2003, **Diktat Kuliah Kimia**, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Panggarbesi, D 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.
- Sagel, R, P. Kole dan Gideon H.K, 1993, **Pedoman Pengerjaan Beton**, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Santoso, S, 2000, **SPSS Statistik Parametrik Buku Latihan**, Elex Media Komputindo, Kelompok Gramedia, Jakarta.
- Sudjana, 1984, **Metode Statistika Edisi Ke-3**, Penerbit Tarsito, Bandung.
- Sugiyono, 1999, **Statistik Untuk Penelitian**, Penerbit Alfabeta Ikatan Penerbit Indonesia, Bandung.
- Tjokrodimujo, K, 1992, **Buku Ajar Bahan Bangunan**, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, 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 Universitas Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

LAMPIRAN

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN

BERAT SATUAN SEMEN

Jenis benda uji : Semen Portland
Nama benda uji : Semen
Asal : -
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Diperiksa oleh :
1. Rizky AS Nugraha 98 511 213
2. M. Firmansyah 99 511 384
Tanggal : 25 September 2004

ALAT-ALAT

1. Tabung silinder (ø15x30) cm
2. Timbangan kapasitas 20 kg
3. Tongkat penumbuk ø 16 panjang 60 cm
4. Serok dll.

	Semen	
Berat tabung (W1)	11.5	kg
Berat tabung+agregat (W2)	19.58	kg
Volume tabung (V)	5.3	dm^3
Berat volume (kg/dm^3)	1.524	

Catatan :

Yogyakarta, November 2004
Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN

MODULUS HALUS BUTIR KERIKIL

Jenis benda uji : Agregat kasar
Nama benda uji : Kerikil
Asal : Bebeng, Yogyakarta
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Diperiksa oleh :
1. Rizky AS Nugraha 98 511 213
2. M. Firmansyah 99 511 384
Tanggal : 25 September 2004

Saringan		Berat tertinggal (gr)		Berat tertinggal (%)		Berat kumulatif	
No	Diameter lubang ayakan (mm)	I	II	I	II	I	II
1	40	0	0	0	0	0	0
2	20	276	254	27.6	2.54	27.6	25.4
3	10	681	693	68.1	6.93	95.7	94.7
4	4.75	43	53	4.3	0.53	100	100
5	2.36	0	0	0	0	100	100
6	1.18	0	0	0	0	100	100
7	0.6	0	0	0	0	100	100
8	0.3	0	0	0	0	100	100
9	0.15	0	0	0	0	100	100
10	Pan	---	---	---	---	---	---
Jumlah						723.3	720.1

Jumlah rata-rata 721.7

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{721.7}{100} \times 100\% = 7.217$$

Yogyakarta, November 2004
Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN

BERAT SATUAN AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : Agregat kasar
Nama benda uji : Kerikil
Asal : Bebeng, Yogyakarta
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Diperiksa oleh :
1. Rizky AS Nugraha 98 511 213
2. M. Firmansyah 99 511 384
Tanggal : 25 September 2004

ALAT-ALAT

1. Tabung silinder (ø15x30) cm
2. Timbangan kapasitas 20 kg
3. Tongkat penumbuk ø 16 panjang 60 cm
4. Serok /sekop, lap dll.

	Agregat A		Agregat B	
Berat tabung (W1)	11.5	kg	11.5	kg
Berat tabung+agregat (W2)	19.15	kg	19.3	kg
Volume tabung (V)	5.3	dm^3	5.3	dm^3
Berat volume (kg/dm^3)	1.443		1.471	

Catatan :

Yogyakarta, November 2004
Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN

BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : Agregat kasar
Nama benda uji : Kerikil
Asal : Bebeng, Yogyakarta
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Diperiksa oleh :
1. Rizky AS Nugraha 98 511 213
2. M. Firmansyah 99 511 384

Tanggal : 25 September 2004

ALAT-ALAT

1. Gelas ukur kapasitas 1000 mL
2. Timbangan ketelitian 0.01 gr
3. Piring, sendok, lap dll.

	Benda Uji I		Benda Uji II	
Berat agregat (W)	400	gram	400	gram
Volume air (V1)	500	mL	500	mL
Volume air (V2)	668.5	mL	668.5	mL
Berat jenis (bj)	2.374		2.374	
Berat jenis rata - rata	2.374			

Catatan :

Yogyakarta, November 2004

Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi I (satu)

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm^3)	Berat Volume (kg/dm^3)
I.1	4	1	1.96	13.2	7.84	1.684
I.2	3.96	0.94	2	13	7.44	1.746
I.3	3.9	0.92	1.9	12.5	6.82	1.834
I.4	4	0.97	1.92	13.1	7.45	1.758
I.5	3.94	0.9	1.93	12.3	6.84	1.797
		Berat Volume Rerata (kg/dm^3)				**1.764**

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi I (satu)

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (MPa)
I.1	40	10	400	125	3.125
I.2	39.6	9.4	372.24	120	3.224
I.3	39	9.2	358.8	105	2.926
I.4	40	9.7	388	118	3.041
I.5	39.4	9	354.6	107	3.017
		Kuat Desak Rerata (MPa)			**3.067**

DIPERIKSA OLEH : 1. RIZKY AS NUGRAHA 98 511 213
2. M FIRMANSYAH 99 511 384

Yogyakarta, November 2004
Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM
KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi II (dua)

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm^3)	Berat Volume (kg/dm^3)
II.1	4	0.98	2	13.4	7.84	1.709
II.2	3.98	0.9	1.94	12.9	6.95	1.856
II.3	4	0.9	1.9	12.5	6.84	1.827
II.4	4	0.96	2	13.4	7.68	1.745
II.5	4	1	1.95	13.3	7.80	1.705
		Berat Volume Rerata (kg/dm^3)				**1.769**

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi II (dua)

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (MPa)
II.1	40	9.8	392	120	3.061
II.2	39.8	9	358.2	135	3.769
II.3	40	9	360	108	3.000
II.4	40	9.6	384	110	2.865
II.5	40	10	400	128	3.200
		Kuat Desak Rerata (MPa)			**3.179**

DIPERIKSA OLEH : 1. RIZKY AS NUGRAHA 98 511 213
2. M FIRMANSYAH 99 511 384

Yogyakarta, November 2004
Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi III (tiga)

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm^3)	Berat Volume (kg/dm^3)
III.1	3.91	1	1.9	13	7.43	1.750
III.2	3.93	0.9	2	13.1	7.07	1.852
III.3	3.96	1	1.94	13.3	7.68	1.731
III.4	4	0.97	2	13.8	7.76	1.778
III.5	4	1	1.9	13.7	7.60	1.803
		Berat Volume Rerata (kg/dm^3)				**1.783**

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi III (tiga)

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (MPa)
III.1	39.1	10	391	141	3.606
III.2	39.3	9	353.7	118	3.336
III.3	39.6	10	396	100	2.525
III.4	40	9.7	388	134	3.454
III.5	40	10	400	130	3.250
		Kuat Desak Rerata (MPa)			**3.234**

DIPERIKSA OLEH : 1. RIZKY AS NUGRAHA 98 511 213
2. M FIRMANSYAH 99 511 384

Yogyakarta, November 2004
Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi IV (empat)

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm^3)	Berat Volume (kg/dm^3)
IV.1	3.9	0.97	2	13.4	7.57	1.771
IV.2	4	1	2	13.8	8.00	1.725
IV.3	4	0.97	1.97	13.5	7.64	1.766
IV.4	3.99	0.97	1.9	13.3	7.35	1.809
IV.5	4	0.97	2	13.7	7.76	1.765
		Berat Volume Rerata (kg/dm^3)				**1.767**

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi IV (empat)

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (MPa)
IV.1	39	9.7	378.3	101	2.670
IV.2	40	10	400	145	3.625
IV.3	40	9.7	388	140	3.608
IV.4	39.9	9.7	387.03	138	3.566
IV.5	40	9.7	388	133	3.428
		Kuat Desak Rerata (MPa)			**3.379**

DIPERIKSA OLEH : 1. RIZKY AS NUGRAHA 98 511 213
2. M FIRMANSYAH 99 511 384

Yogyakarta, November 2004
Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi V (lima)

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm^3)	Berat Volume (kg/dm^3)
V.1	3.99	0.9	1.95	13	7.00	1.856
V.2	4	0.95	2	13.1	7.60	1.724
V.3	4	1	1.95	13.6	7.80	1.744
V.4	3.94	1	1.92	13.4	7.56	1.771
V.5	3.95	0.96	1.9	13.2	7.20	1.832
		Berat Volume Rerata (kg/dm^3)				**1.785**

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi V (lima)

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (MPa)
V.1	39.9	9	359.1	114	3.175
V.2	40	9.5	380	127	3.342
V.3	40	10	400	147	3.675
V.4	39.4	10	394	130	3.299
V.5	39.5	9.6	379.2	143	3.771
		Kuat Desak Rerata (MPa)			**3.452**

DIPERIKSA OLEH : 1. RIZKY AS NUGRAHA 98 511 213
2. M FIRMANSYAH 99 511 384

Yogyakarta, November 2004
Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi VI (enam)

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm^3)	Berat Volume (kg/dm^3)
VI.1	4	1	2	14	8.00	1.750
VI.2	3.94	0.99	2	13.6	7.80	1.743
VI.3	4	0.9	1.95	13	7.02	1.852
VI.4	4	1	1.97	13.5	7.88	1.713
VI.5	3.96	1	1.97	13.8	7.80	1.769
		Berat Volume Rerata (kg/dm^3)				**1.765**

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi VI (enam)

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (MPa)
VI.1	40	10	400	133	3.325
VI.2	39.4	9.9	390.06	131	3.358
VI.3	40	9.9	396	128	3.232
VI.4	40	10	400	162	4.050
VI.5	39.6	10	396	144	3.636
		Kuat Desak Rerata (MPa)			**3.520**

DIPERIKSA OLEH : 1. RIZKY AS NUGRAHA 98 511 213
2. M FIRMANSYAH 99 511 384

Yogyakarta, November 2004
Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi VII (tujuh)

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm^3)	Berat Volume (kg/dm^3)
VII.1	3.98	0.98	2	13.4	7.80	1.718
VII.2	3.94	0.9	2	12.9	7.09	1.819
VII.3	3.96	0.91	1.9	13	6.85	1.899
VII.4	4	1	1.95	13.8	7.80	1.769
VII.5	4	1	2	13.8	8.00	1.725
		Berat Volume Rerata (kg/dm^3)				**1.786**

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi VII (tujuh)

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (MPa)
VII.1	39.8	9.8	390.04	120	3.077
VII.2	39.4	9	354.6	110	3.102
VII.3	39.6	9.1	360.36	125	3.469
VII.4	40	10	400	134	3.350
VII.5	40	10	400	154	3.850
		Kuat Desak Rerata (MPa)			**3.369**

DIPERIKSA OLEH : 1. RIZKY AS NUGRAHA 98 511 213
2. M FIRMANSYAH 99 511 384

Yogyakarta, November 2004
Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi VIII (delapan)

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm^3)	Berat Volume (kg/dm^3)
VIII.1	3.9	1	1.97	13.4	7.68	1.744
VIII.2	3.98	0.98	2	13.6	7.80	1.743
VIII.3	4	0.98	2	13.7	7.84	1.747
VIII.4	4	1	1.95	13.9	7.80	1.782
VIII.5	4	1	1.98	14	7.92	1.768
		Berat Volume Rerata (kg/dm^3)				**1.757**

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi VIII (delapan)

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (MPa)
VIII.1	39	10	390	135	3.462
VIII.2	39.8	9.8	390.04	120	3.077
VIII.3	40	9.8	392	129	3.291
VIII.4	40	10	400	146	3.650
VIII.5	40	10	400	111	2.775
		Kuat Desak Rerata (MPa)			**3.251**

DIPERIKSA OLEH : 1. RIZKY AS NUGRAHA 98 511 213
2. M FIRMANSYAH 99 511 384

Yogyakarta, November 2004
Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi IX (sembilan)

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm^3)	Berat Volume (kg/dm^3)
IX.1	3.9	0.95	2	13.3	7.41	1.795
IX.2	3.96	0.95	1.9	13.2	7.15	1.847
IX.3	4	1	1.96	13.5	7.84	1.722
IX.4	4	0.97	1.98	13	7.68	1.692
IX.5	4	1	1.95	13.4	7.80	1.718
		Berat Volume Rerata (kg/dm^3)				**1.755**

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi IX (sembilan)

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (MPa)
IX.1	39	9.5	370.5	110	2.969
IX.2	39.6	9.5	376.2	116	3.083
IX.3	40	10	400	142	3.550
IX.4	40	9.7	388	120	3.093
IX.5	40	10	400	138	3.450
		Kuat Desak Rerata (MPa)			**3.229**

DIPERIKSA OLEH : 1. RIZKY AS NUGRAHA 98 511 213
2. M FIRMANSYAH 99 511 384

Yogyakarta, November 2004
Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi X (sepuluh)

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm^3)	Berat Volume (kg/dm^3)
X.1	4	0.98	2	13.6	7.84	1.735
X.2	3.97	0.98	1.97	13.3	7.66	1.735
X.3	3.98	0.99	1.95	13.4	7.68	1.744
X.4	4	1	1.96	13.5	7.84	1.722
X.5	3.95	0.95	1.93	13.3	7.24	1.836
		Berat Volume Rerata (kg/dm^3)				**1.754**

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK

Jenis benda uji : Batako tanpa pasir

Variasi benda uji : Variasi X (sepuluh)

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (MPa)
X.1	40	9.8	392	118	3.010
X.2	39.7	9.8	389.06	122	3.136
X.3	39.8	9.9	394.02	135	3.426
X.4	40	10	400	138	3.450
X.5	39.5	9.5	375.25	111	2.958
		Kuat Desak Rerata (MPa)			**3.196**

DIPERIKSA OLEH : 1. RIZKY AS NUGRAHA 98 511 213
2. M FIRMANSYAH 99 511 384

Yogyakarta, November 2004
Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 89570, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN DIMENSI DAN BERAT VOLUME

Jenis benda uji : Batako Biasa (*Diamond*)

Benda Uji	Panjang (dm)	Lebar (dm)	Tinggi (dm)	Berat (kg)	Volume (dm^3)	Berat Volume (kg/dm^3)
1	4	1	2	15.5	8	1.94
2	4	1	2	15.3	8	1.92
3	4	1	2	15.7	8	1.96
4	4	1	2	15.7	8	1.96
5	4	1	2	15.5	8	1.94
		Berat Volume Rerata (kg/dm^3)				**1.944**

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK

Jenis benda uji : Batako Biasa (*Diamond*)

Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Desak (KN)	Kuat Desak (MPa)
1	40	10	400	110	2.75
2	40	10	400	122	3.05
3	40	10	400	115	2.88
4	40	10	400	105	2.63
5	40	10	400	97	2.43
		Kuat Desak Rerata (MPa)			**2.748**

DIPERIKSA OLEH : 1. RIZKY AS NUGRAHA 98 511 213
2. M FIRMANSYAH 99 511 384

Yogyakarta, Desember 2004
Mengetahui,
Laboratorium BKT FTSP UII

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Rizky As Nugraha	98 511 213	Teknik Sipil
2.	M.Firmansyah	99 511 384	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR :

Pengaruh variasi gradasi agregat batu alam terhadap kuat desak beton tanpa pasir

PERIODE KE : I (Sep 04 - Peb 05)
TAHUN : 2004 - 2005

No.	Kegiatan	Bulan Ke : SEP	OKT	NOP	DES.	JAN.	PEB.
1.	Pendaftaran						
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Penyusunan TA						
6.	Sidang - Sidang						
7.	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Harsoyo Ir.H.MSc.DR

Dosen Pembimbing II : A.Kadir Aboe,Ir.H.MS





Jogjakarta , 22-Sep-04
a.n. Dekan

Ir.H. Munadhir, MS

Catatan :

Seminar :

Sidang :

Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
1.	24/11 04	- Perlu perbaikan dalam tulisan, tata bahasa - Perlu di lengkapi lagi laporan pelaksanaan penelitian agar mudah diikuti. - Uraian bentuk pembanding secara lebih detail agar dpt digunakan utk pembanding dgn bentuk "baru" - tambahkan gambar sketsa alat yg diperlukan selama penelitian	
2	7/12 04	Perbaikan - Tabel, gambar harus di buatkan dgn urutan semua Tabel di beri nomor dan nama.	
3	13/12 04	Lengkapi daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, abstrak dan pendahuluan & daftar pustaka	
4	15/12-04	- Lengkapi, siap sidang	
4	16/12 04	- Perbaiki tulisan di sidang	