

TUGAS AKHIR

PENELITIAN

**PENGARUH VARIASI CAMPURAN SEMEN MERAH  
(BATU BATA) TERHADAP KUAT TEKAN  
MORTAR SEMEN**



Oleh :

Nama : Dadang Nugraha

No. Mhs : 89 310 133

Nirm : 89 0051013114120126

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
1996

TUGAS AKHIR  
PENELITIAN

**PENGARUH VARIASI CAMPURAN SEMEN MERAH  
(BATU BATA) TERHADAP KUAT TEKAN  
MORTAR SEMEN**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia  
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh  
derajat Sarjana Teknik Sipil

Oleh :

Nama : Dadang Nugraha  
No. Mhs : 89 310 133  
Nirm : 89 0051013114120126

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
1996

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENELITIAN

**PENGARUH VARIASI CAMPURAN SEMEN MERAH  
(BATU BATA) TERHADAP KUAT TEKAN  
MORTAR SEMEN**

Nama : Dadang Nugraha  
No. Mhs : 89 310 133  
Nirm : 89 0051013114120126

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Moch. Teguh, MSCE

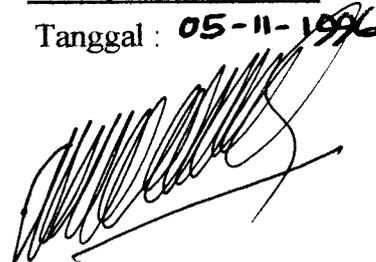
\_\_\_\_\_  
Dosen Pembimbing I

Ir. A. Kadir Aboe, MS

\_\_\_\_\_  
Dosen Pembimbing II



\_\_\_\_\_  
Tanggal : 05-11-1996



\_\_\_\_\_  
Tanggal : 05/11/96

## MOTTO

“ Orang-orang yang beriman dan berlaku lurus (istiqomah) tidak akan pernah merasa takut atau cemas di dalam hidup “

(Q.S. Al Ahqaf : 13)

“ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan ”

(Q.S. Al Insyiraah : 6)

“ Dan Tuhanmu memberikan karunia-Nya kepadamu, lalu (hati) kamu puas “

(Q.S. Adh Dhuhaa : 5)

## PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

- Apih dan Emih
- Kakak sekeluarga
- Keponakan Ayu dan Putri
  - Phitasary

## PRAKATA

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Alhamdulillah robbil 'alamin

Puji syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Pengasih, atas segala karunia yang telah dilimpahkan kepada penyusun, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini merupakan penelitian laboratorium dengan judul *Pengaruh Variasi Semen Merah (Batu Bata) Terhadap Kuat Tekan Mortar Semen*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini tidak lupa diucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ir. Susastrawan, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
2. Ir. Bambang Sulistiono, MSCE, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil,
3. Ir. Moch. Teguh, MSCE, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah banyak memberi pengarahan,

4. Ir. A. Kadir Aboe, MS, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberi bimbingan dan pengarahan hingga selesainya Tugas Akhir ini,
5. Ir. Ilman Noor, MSCE, selaku Kepala Bagian beserta para karyawan Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia,
6. Salam Ta'zim dan bakti saya sampaikan kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta,
7. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang banyak memberikan dorongan baik moril maupun materil.

Disadari walaupun telah berusaha semaksimal mungkin untuk dapat tersusunnya laporan Tugas Akhir ini dengan baik, tetapi karena keterbatasan waktu dan ilmu, sehingga laporan ini jauh dari sempurna. Oleh sebab itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi sempurnanya laporan ini.

Akhir kata, mohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kesalahan baik selama dalam penelitian maupun bimbingan. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dan keikhlasan kepada pihak yang telah membantu hingga selesainya laporan Tugas Akhir ini dengan imbalan pahala yang setimpal, Amin

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta,      September 1996

Penulis,

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
ABSTRAKSI .....	xi
BAB I      PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
BAB II     TINJAUN PUSTAKA .....	6
2.1 Pengertian Umum .....	6

	2.2 Bahan-susun Mortar .....	9
	2.3 Slump .....	21
	2.4 Rencana Campuran .....	21
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
	3.1 Umum .....	23
	3.2 Alat dan Bahan .....	24
	3.3. Perencanaan Campuran Mortar .....	26
	3.4 Pembuatan Benda Uji .....	31
	3.5 Pelaksanaan Pengujian .....	32
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
	4.1 Hasil Penelitian .....	35
	4.2 Pembahasan .....	50
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>71</b>
	5.1 Kesimpulan .....	71
	5.2 Saran-saran .....	72
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>73</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Komposisi Campuran Yang Diteliti .....	4
Tabel 3.1 Berat Satuan Bahan-susun .....	28
Tabel 3.2 Perbandingan Berat Bahan-susun .....	30
Tabel 4.1 Nilai Slump dan Volume Air dengan Semen Merah .....	35
Tabel 4.2 Serapan Air rata-rata Mortar Uji .....	37
Tabel 4.3 Berat Jenis rata-rata Mortar Uji .....	40
Tabel 4.4 Kuat Tekan rata-rata Mortar Uji Suhu Oven .....	43
Tabel 4.5 Kuat Tekan rata-rata Mortar Uji Suhu Kamar .....	47
Tabel 4.6 Peraturan Kuat Tekan Tras dan Semen Merah .....	66

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Grafik gabungan serapan air pada mortar .....	39
Gambar 4.2 Grafik gabungan berat jenis pada mortar .....	42
Gambar 4.3 Grafik gabungan kuat tekan pada mortar uji suhu oven .....	46
Gambar 4.4 Grafik gabungan kuat tekan pada mortar uji suhu kamar .....	49
Gambar 4.5 Grafik serapan air dengan semen merah dari Ngampon Sleman .....	50
Gambar 4.6 Grafik serapan air dengan semen merah dari Kasihan Bantul .....	50
Gambar 4.7 Grafik serapan air dengan semen merah dari Banguntapan Sleman .....	50
Gambar 4.8 Grafik gabungan serapan air dengan nilai banding pasir 3 .....	52
Gambar 4.9 Grafik gabungan serapan air dengan nilai banding pasir 4 .....	53

Gambar 4.10 Grafik berat jenis dengan semen merah dari Ngampon Sleman .....	55
Gambar 4.11 Grafik berat jenis dengan semen merah dari Kasihan Bantul .....	56
Gambar 4.12 Grafik berat jenis dengan semen merah dari Banguntapan Sleman .....	56
Gambar 4.13 Grafik gabungan berat jenis dengan nilai banding pasir 3 .....	57
Gambar 4.14 Grafik gabungan berat jenis dengan nilai banding pasir 4 .....	58
Gambar 4.15 Grafik Kuat tekan suhu oven dan suhu kamar dengan semen merah dari Ngampon Sleman .....	60
Gambar 4.16 Grafik Kuat tekan suhu oven dan suhu kamar dengan semen merah dari Kasihan Bantul .....	61
Gambar 4.17 Grafik Kuat tekan suhu oven dan suhu kamar dengan semen merah dari Banguntapan Sleman .....	61
Gambar 4.18 Grafik gabungan kuat tekan dengan nilai banding pasir 3 untuk suhu oven .....	62
Gambar 4.19 Grafik gabungan kuat tekan dengan nilai banding pasir 3 untuk suhu kamar .....	63
Gambar 4.20 Grafik gabungan kuat tekan dengan nilai banding pasir 4 untuk suhu oven .....	64

Gambar 4.21 Grafik gabungan kuat tekan dengan

nilai banding pasir 4 untuk suhu kamar ..... 65

## ABSTRAKSI

Kebutuhan akan material meningkat dari akibat pesatnya pembangunan, maka diperlukan bahan material yang banyak dengan harga murah.

Di Indonesia khususnya di desa-desa banyak terdapat pabrik batu bata yang dikerjakan dengan cara tradisional. Kegagalan produksi dalam pembuatan batu bata sekitar 20% sampai dengan 30%.

Mortar sebagai salah satu unsur dalam konstruksi bangunan yang dihasilkan dari campuran antar air, pasir dan bahan-ikat. Dalam praktek di lapangan, mortar semen sering kali ditambah dengan bahan pengisi berupa kapur atau tras.

Didalam penelitian ini dilakukan pengujian mortar terhadap variasi campuran semen merah (dari pecahan batu bata) dengan bahan-ikat semen portland, pasir dan air. Semen merah ini berfungsi sebagai bahan pengisi pori-pori untuk menambah karakteristik kohesif dari mortar.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam masa pembangunan seperti sekarang ini, khususnya di Indonesia, kuantitas bangunan yang berdiri dari tahun ke tahun semakin meningkat. Hal ini terjadi seiring dengan kebutuhan masyarakat akan sarana fisik terus meningkat.

Dengan meningkatnya pembangunan sarana fisik itu, pemakaian material sebagai bahan bangunan meningkat pula, sehingga diperlukan adanya bahan bangunan yang murah, mudah pengolahannya dan mudah didapat.

Salah satu masalah yang berpengaruh dalam mendirikan suatu bangunan adalah masalah finansial yang erat kaitannya dengan harga bangunan. Setiap pengusaha dalam menjalankan usahanya tentu menerapkan prinsip ekonomi, demikian pula dengan usaha di bidang konstruksi bangunan. Dengan memanfaatkan biaya yang murah (tanpa mengesampingkan persyaratan yang berlaku) untuk mendapatkan bangunan yang kuat, aman, nyaman dan awet dalam penggunaannya.

Salah satu usahanya adalah menekan harga bangunan yaitu dengan cara memanfaatkan bahan bangunan lokal yang harganya relatif lebih murah dan mudah didapat, tetapi mutunya tidak kalah dari bahan impor.

Di Indonesia banyak sekali terdapat perusahaan pembuatan batu bata, baik itu yang pengolahannya dilakukan dengan mesin, maupun dengan cara sederhana yang diusahakan oleh rakyat. Di mana-mana dapat dikatakan pembuatan batu bata telah diusahakan oleh rakyat di pedesaan, sehingga merupakan pula suatu industri di pedesaan atau *home Industry*. Sementara ini, karena tenaga manusia di Indonesia sangat murah, maka harga batu bata hasil dari *home industry* dalam pasarannya lebih murah daripada kalau pengolahannya dilakukan dengan mesin. Selain itu tiap kali memproduksi batu bata, *home industry* umumnya mengalami kegagalan karena rusak, retak atau pecah yang jumlahnya berkisar antara 20% sampai 30% dari setiap produksinya. Batu bata yang tidak layak jual karena cacat, retak, tidak utuh dan pecah, dengan tambahan pekerjaan ditumbuk atau digiling sampai halus, sehingga menjadi semen merah yang diharapkan dapat dipakai sebagai material bahan bangunan yang murah.

Dengan demikian pecahan batu bata yang sebelumnya merupakan sisa bahan yang tidak berguna dan mengganggu

lingkungan sekitar produksi, karena tidak dapat di daur ulang, akan menjadi bahan bangunan yang dapat diandalkan. Oleh karena itu penelitian tentang pengaruh variasi campuran semen merah (pecahan batu bata) terhadap kuat tekan mortar semen ini dilakukan.

### **1.2 Tujuan penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemakaian semen merah dari pecahan batu bata pada mortar semen agar tercapai komposisi campuran ideal antara semen portland, pasir dan semen merah, sehingga mendapatkan kuat tekan yang diharapkan.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah pemanfaatan pecahan-pecahan batu bata yang tidak layak jual dan tidak terpakai sehingga dapat digunakan sebagai material bahan bangunan.

Mortar semen merah ini digunakan untuk fondasi batu kali dan spesi dinding rumah bagian dalam.

Diharapkan dengan pemanfaatan pecahan-pecahan batu bata itu dapat menghasilkan pendapatan tambahan bagi rakyat pedesaan.

### **1.4 Batasan Masalah**

Untuk mendapatkan penelitian yang sempurna, macam dan jenis penelitian akan dibatasi pada permasalahan sebagai berikut ini.

1. Pengujian serapan air mortar uji pada waktu pengikatan umur 14 hari.
2. Pengujian berat satuan pada mortar uji.
3. Pengujian kuat tekan pada mortar uji.
4. Benda uji yang dipakai ukurannya  $70 \times 70 \times 70 \text{ mm}^3$ .
5. Setiap variasi komposisi akan dibuat 6 benda uji, dengan jumlah variasi 24 macam.
6. Benda uji dibagi 2 bagian, yakni 3 buah untuk suhu oven dan 3 buah untuk suhu kamar.
7. Penggunaan semen merah sebagai tambahan pada mortar semen dibatasi dengan perbandingan volume 0 s/d 3 dengan interval 1.
8. Variasi komposisi berdasarkan perbandingan volume yang diteliti tertera dalam tabel 1.1, agar didapat komposisi yang tepat didalam pelaksanaan penelitian, akan dikonversi ke perbandingan berat.

Tabel 1.1 Komposisi campuran yang diteliti

ADUKAN KE	PERBANDINGAN BAHAN CAMPURAN		
	SEMEN PORTLAND	PASIR	SEMEN MERAH
1	1	3	0
2	1	3	1
3	1	3	2
4	1	3	3
5	1	4	0
6	1	4	1
7	1	4	2
8	1	4	3

keterangan tabel :

- a) campuran dengan perbandingan 1 semen portland , 3 pasir dan 1. 2 , 3 semen merah direncanakan untuk fondasi batu kali.
  - b) campuran dengan perbandingan 1 semen portland, 4 pasir dan 1, 2, 3 semen merah direncanakan untuk spesi dinding rumah bagian dalam.
9. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada mortar umur 14 hari,
10. Nilai slump pada adukan mortar ditetapkan 3cm sampai 5cm untuk setiap variasi adukan mortar,
11. Ukuran bahan yang dipakai adalah sebagai berikut ini.
- a) agregat yang digunakan lolos saringan  $\varnothing 4,75$  mm dan tertahan pada saringan  $\varnothing 2,5$  mm,
  - b) semen merah lolos saringan  $\varnothing 2,5$  mm dan tertahan pada saringan  $\varnothing 2,1$  mm.
12. Tempat asal bahan adalah sebagai berikut ini.
- a) semen merah tingkat III berasal dari pabrik batu bata Gamping Sleman, pabrik batu bata Kasihan Bantul dan pabrik batu bata Banguntapan Bantul,
  - b) pasir berasal dari sungai Krasak Yogyakarta,
  - c) air dari Perusahaan Air Minum, Yogyakarta,
- 13 Pengujian dilakukan di Laboratorium BKT Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Umum

Mortar adalah campuran yang terdiri dari bahan ikat, pasir dengan atau tanpa pozolan dan air dengan komposisi tertentu. Istilah lain dari mortar adalah mortel, adukan, spesi atau perekat. Bahan ikat yang biasa digunakan pada mortar dapat berupa tanah liat, kapur dan semen portland. Ada beberapa macam mortar sesuai dengan bahan ikat yang digunakan, yaitu mortar semen, mortar kapur, mortar tras, mortar lumpur, mortar semen kapur dan mortar semen tras (Wijoyo dkk,1977).

Mortar lumpur adalah mortar yang dibuat dari campuran tanah liat atau lumpur, pasir dan air. Ketiga bahan-susun tersebut bila dicampur sampai rata akan mempunyai kelecakan (*konsistensi*) yang cukup baik. Dalam penggunaannya pasir harus diberikan secara tepat untuk mendapatkan adukan yang baik. Apabila terlalu sedikit pasir yang digunakan, akan menghasilkan mortar yang retak-retak setelah mengering sebagai akibat besarnya susut pengeringan. Sebaliknya bila terlalu

banyak pasir berakibat adukan kurang lekat. Mortar jenis ini umumnya dipakai sebagai spesi tembok atau bahan tungku api di desa-desa.

Mortar kapur adalah mortar yang tersusun atas campuran kapur, pasir dan air. Mortar kapur pada umumnya digunakan sebagai plester dan perekat (spesi) pada pembuatan dinding dari pasangan bata. Pada proses pengerasan kapur mengalami penyusutan, sehingga jumlah pasir yang dipakai dapat mencapai 2 sampai 3 kali volume kapur. Proses pengikatan dan pengerasan mortar kapur ini lebih lambat daripada mortar semen. Untuk mendapatkan kekuatan yang cukup tinggi pada mortar kapur ini, pasir yang dipergunakan harus pasir kasar dengan gradasi baik. Pasir dengan modulus halus butir 2 sampai 3 sangat cocok untuk mortar yang terbuat dari kapur gemuk (*fat lime*), sedangkan pasir dengan modulus halus butir 1,5 sampai 2,5 cocok digunakan bersama-sama dengan kapur hidrolis (Sing, 1992)

Mortar tras adalah mortar yang tersusun atas campuran kapur, tras (pozolan), pasir dan air. Mortar tras terdiri dari 2 jenis, yaitu mortar tras lunak dan mortar tras keras. Mortar tras lunak yaitu bila terjadi kelebihan dari trasnya, dapat bekerja sebagai pasir. Tetapi sebaliknya, kelebihan kapurnya dapat merusak karena pengikatannya dapat mengakibatkan pecah-pecah pada tembok, tampak buruk dan lambat laun dapat menjadi rusak. Mortar tras keras menghasilkan bahan lekat yang kuat, hidrolis serta kedap air dan bersifat menyusut besar. Mortar tras keras tidak baik untuk suatu pekerjaan dalam udara terbuka, tetapi sangat baik untuk

pekerjaan kedap air, misalnya untuk reservoir, gudang bawah tanah, bak air hujan dan sebagainya.

Mortar semen adalah mortar yang tersusun atas campuran semen portland, pasir dan air dengan komposisi tertentu. Mortar semen lebih kuat daripada ketiga jenis mortar di atas (mortar lumpur, mortar kapur dan mortar tras). Oleh karena itu lebih disukai untuk digunakan. Umumnya mortar semen ini digunakan sebagai plesteran dinding, bahan pelapis dan perekat (spesi) pasangan batu bata, spesi batu kali, plesteran pemasangan tegel dan lain sebagainya. Pada industri bahan bangunan, mortar semen biasanya digunakan sebagai bahan untuk membuat tegel, batako, looster, paving block, buis beton dan sebagainya.

Mortar semen akan memberikan kuat tekan yang baik atau tinggi jika memakai pasir kasar dan bersih (tidak mengandung lumpur) serta bergradasi baik. Pemakaian air yang berlebihan akan menyebabkan pemisahan butir (*segregasi*) pada semen dan pasir, yang berakibat membesarnya penyusutan dan mengurangi daya rekat (*adhesiveness*). Dengan demikian akan mempengaruhi pula daya tahannya terhadap penetrasi air hujan dan kekuatan batasnya (*ultimate Strength*).

Komposisi bahan susun mortar semen, umumnya menggunakan perbandingan volume semen dan pasir yang berkisar 1:2 sampai dengan 1:6 disesuaikan dengan pemakaiannya. Idealnya mortar semen dengan perbandingan 1:2 dan 1:3 digunakan untuk plester pada dinding bagian luar atau untuk lapis kedap air. Sedangkan untuk spesi tembok dan fondasi dipakai mortar dengan

perbandingan 1:4 sampai dengan 1:6. Namun pada pelaksanaan di lapangan sering digunakan perbandingan 1:8 untuk spesi ini.

Kuat tekan mortar semen akan kurang baik apabila terdapat rongga (pori-pori) yang tak terisi oleh butiran semen maupun pasta semen (*gel*). Pori-pori berisi udara (*air voids*) dan berisi air (*water filled space*) ini bisa saling berhubungan dan akan membentuk kapiler setelah mortar mengering. Hal ini mengakibatkan mortar yang terbentuk akan bersifat tembus air (*porous*) yang besar, daya ikat berkurang dan mudah terjadi (*slip*) antar butir-butir pasir yang dapat mengakibatkan kuat tekan mortar berkurang. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu diberi bahan tambah berbentuk tepung seperti kapur mentah, kapur padam, tras dan tepung batu bata. Dalam hal ini yang digunakan sebagai bahan tambah atau bahan pengisi adalah semen merah (tepung batu bata). Batu bata ini berasal dari tiga tempat perusahaan pabrik batu bata di Yogyakarta dan sekitarnya. Dengan penambahan semen merah ini dapat menambah sifat mudah dikerjakan (*workability*) dan keawetan atau tahan lama (*durability*) serta mengurangi pemakaian jumlah semen portland.

Sifat yang penting dari mortar adalah kuat tekan yang dapat menentukan atau berhubungan dengan kualitas mortar. Sebagaimana yang telah diuraikan di atas, kualitas mortar ini sangat bergantung pada kualitas bahan penyusunnya. Oleh karena itu bahan susun mortar yang akan digunakan harus memenuhi syarat-syarat yang berlaku atau yang telah ditentukan dalam peraturan.

## 2.2 Bahan Susun Mortar

Bahan susun mortar adalah material tertentu yang dicampur untuk membentuk mortar. Umumnya bahan susun mortar terdiri atas bahan ikat, agregat halus (pasir) dan air. Secara umum kualitas bahan susun mortar sama dengan yang digunakan pada beton. Karena itu bahan susun yang digunakan harus dipilih dari bahan-bahan yang berkualitas baik.

### 2.2.1 Semen Portland

Semen portland dibuat dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah bahan pengatur waktu ikat (umumnya menggunakan *gips*).

Klinker semen portland dibuat dari batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ), tanah liat dan bahan dasar berkadar besi. Bagian utama dari klinker ini adalah:

- |                                |                                                                |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. Dikalsium Silikat           | $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$                               |
| 2. Trikalsium Silikat          | $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$                               |
| 3. Trikalsium Aluminat         | $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$                      |
| 4. Tetra kalsium Aluminatferit | $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$ |

Bahan-bahan klinker tersebut digilas dalam kilang peluru (*kogelmolens*) sampai halus dengan disertai penambahan beberapa persen *gips* ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), akhirnya terbentuklah semen portland (DPU,1990).

Unsur Trikalsium Silikat ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) dan Dikalsium Silikat ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) merupakan bagian yang dominan dalam membentuk sifat semen. Kandungan

kedua unsur ini mencapai 70% sampai 80% dari semennya. Namun demikian unsur Trikalsium Aluminat ( $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ) adalah yang pertama melakukan pengikatan dan pengerasan bila terjadi kontak dengan air. Reaksi antara air dan unsur Trikalsium Aluminat ( $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ini berlangsung sangat cepat dan hanya dalam waktu 24 jam memberikan kontribusi terhadap kekuatan semen.

Unsur Trikalsium Aluminat ( $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ) sangat berpengaruh pada panas hidrasi tertinggi selama pengerasan awal maupun pengerasan berikutnya yang berlangsung panjang. Kelemahan dari unsur ini adalah apabila kandungannya dalam semen melebihi 10% mengakibatkan semen kurang tahan terhadap sulfat ( $\text{SO}_4$ ). Sulfat yang terkandung dalam air atau tanah apabila bereaksi dengan Trikalsium Aluminat ( $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ) mengakibatkan semennya mengembang, sehingga mortar yang terbentuk akan menjadi retak-retak. Oleh karena itu kadar Trikalsium Aluminat ( $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dalam semen dibatasi 5% saja. Selanjutnya penambahan kekuatan semen ditentukan oleh Trikalsium Silikat ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) dan Dikalsium Silikat ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ). Trikalsium Silikat ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) memberikan tambahan umur hingga 14 hari dan reaksinya dengan air menimbulkan panas. Untuk kelangsungan reaksi kimia, unsur Trikalsium Silikat ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) membutuhkan air sebanyak 24% beratnya dan unsur Dikalsium Silikat ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) memerlukan 21%. Akan tetapi Kalsium Hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) yang dilepaskan oleh unsur Trikalsium Silikat ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) pada proses hidrasi mencapai tiga kali lebih besar daripada yang dilepaskan oleh unsur Dikalsium Silikat ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ). Karena itu semen yang prosentase kandungan Trikalsium

Silikat ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ )-nya lebih tinggi dari Dikalsium Silikat ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ), akan menghasilkan proses pengerasan yang cepat pada pembentukan kekuatan awalnya. Hal ini disertai pula dengan panas hidrasi yang tinggi. Demikian pula sebaliknya bila kandungan Dikalsium Silikat ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) lebih tinggi. Namun kandungan Dikalsium Silikat ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) yang lebih tinggi akan menghasilkan ketahanan terhadap serangan kimia yang lebih baik.

Unsur Dikalsium Silikat ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) akan memberikan pengaruh kekerasan terhadap semen pada umur 14 hari sampai 28 hari. Dengan kata lain unsur Dikalsium Silikat ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) ini memberikan kekuatan akhir pada proses pengerasan semen. Dapat dikatakan bahwa waktu ikat awal semen ditentukan oleh unsur Trikalsium Aluminat ( $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ), sedangkan waktu ikat akhir (*final setting time*) ditentukan oleh Dikalsium Silikat ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ). Semen dengan kadar Trikalsium Aluminat ( $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ) yang rendah akan menghasilkan awal yang rendah tetapi kekuatan ultimitnya tinggi.

Dalam proses pembuatan semen dikenal dua cara yang dipakai yaitu proses kering dan proses basah. Pada proses kering bahan-bahan penyusun dihancurkan, dikeringkan, lalu dimasukkan gilingan yang dilengkapi bola penggiling hingga menjadi serbuk untuk dibakar dalam kondisi kering. Pada proses basah, bahan-bahan dihancurkan baru digiling dalam gilingan pencuci sampai bentuknya seperti bubur, yang selanjutnya menuju tanki bubur bahan. Dari waktu ke waktu secara rutin contoh bubur ini diambil dari tanki tersebut untuk diuji dan dikoreksi terhadap komposisi kimia di dalamnya dengan merubah kandungan kapur dan

tanah liat. Selanjutnya bubur bahan dipompa ke dapur pembakaran yang kemudian melebur, semen lebur ini selanjutnya menuju tempat pendingin. Akhirnya semen yang telah beku digiling dengan bola penggiling hingga mencapai kehalusan yang dikehendaki, disertai penambahan bahan untuk memperlambat pengerasan (*retarder*), yang biasanya digunakan *gips*. Proses bahan ini banyak diterapkan dinegara kita.

Semen dan air saling bereaksi mengalami hidrasi yang menghasilkan hidrasi-semen. Proses ini berlangsung sangat cepat. Dengan adanya penambahan beberapa persen *gips* yang bersifat menghambat pengikatan semen dan air, maka akhirnya beton/mortar dapat diangkut dan dikerjakan sebelum pembentukan ikatan berakhir. Kecepatan waktu ikat dipengaruhi oleh kehalusan semen, temperatur dan faktor air semen. Faktor air semen yang rendah (kadar air sedikit) menyebabkan air diantara bagian-bagian semen sedikit, sehingga jarak antar butir semen pendek. Akibatnya massa semen menunjukkan lebih berkaitan, karena kekuatan awal lebih dipengaruhi dan akhirnya batuan semen mencapai kepadatan tinggi.

Semen dapat mengikat air 40% dari beratnya dengan kata lain air sebanyak 0,4 kali berat semen cukup untuk membentuk seluruh semen berhidrasi. Air berlebih akan tinggal dalam pori-pori (Tjokrodimulyo, 1995).

Semen yang biasa digunakan untuk pekerjaan konstruksi normal disebut semen portland normal atau tipe 1 di Amerika Serikat. Di Indonesia semen jenis ini dibedakan atas lima macam menurut kehalusan butir dan kuat desaknya, yaitu S-325, S-400, S-475, S-550 dan S-S.

Syarat-syarat semen yang harus dipenuhi oleh semen portland adalah kehalusan butir, sifat lokal bentuk dan kuat desak adukan. Berdasarkan peraturan, paling sedikit 78% dari berat semen harus lolos lubang ayakan nomer 200 ( $\pm 0,09$  mm). Semen yang berbutir halus akan cepat bereaksi dengan air dan dapat mengembangkan kekuatan, walaupun tidak mempengaruhi kekuatan ultimitnya (*ultimate strength*). Namun perlu diketahui semen yang berbutir terlalu halus akan menyebabkan penyusutan yang besar dan akan menimbulkan retak susut pada mortar. Sifat kekal bentuk pada semen diperlukan untuk menjamin supaya mortar tidak mudah retak, tidak berubah bentuk serta tidak mudah pecah (hancur).

### **2.2.2 Pasir**

Pasir (agregat halus) dalam beton ataupun mortar, berfungsi sebagai bahan pengisi atau bahan yang diikat, dengan kata lain pasir dalam adukan tidak mengalami reaksi kimia. Umumnya pasir yang langsung digali dari dasar sungai cocok untuk digunakan. Pasir ini terbentuk ketika batu-batu terbawa arus sungai dari dari sumber air ke muara sungai. Akibat tergulung dan terkikis (pelapukan/erosi), akhirnya membentuk butir-butir halus. Butiran yang kasar (kerikil) diendapkan di hulu sungai, sedangkan yang halus diendapkan di muara sungai. Selain itu dapat pula digunakan pasir yang berasal dari hasil pemecah ~~Batu~~ (*stone crusher*) yang lolos saringan  $\varnothing 4,75$  mm dan tertahan lubang ayakan  $\varnothing 0,25$  mm. Walaupun pasir hanya berfungsi sebagai bahan pengisi, akan tetapi sangat

berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar. Pemakaian pasir dalam mortar dimaksudkan untuk:

1. menghasilkan kekuatan mortar yang cukup besar,
2. mengurangi susut pengerasan,
3. menghasilkan susunan pampat pada mortar,
4. mengontrol *workability* adukan,
5. mengurangi jumlah penggunaan semen portland.

Pasir yang digunakan untuk mortar, hendaknya memenuhi syarat-syarat sebagaimana dalam peraturan yang berlaku, diantara dijelaskan di bawah ini.

1. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan memenuhi syarat berikut ini.
  - a. sisa di atas ayakan  $\varnothing 4$  mm, minimum 2% berat,
  - b. sisa di atas ayakan  $\varnothing 1$  mm, minimum 10% berat,
  - c. sisa di atas ayakan  $\varnothing 0,25$  mm,  $\pm 80\%$ -95% berat.
2. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam, kuat, keras dan bersifat kekal bentuk yakni tidak pecah (hancur) oleh pengaruh cuaca, seperti panas matahari dan hujan serta bergradasi baik. Sifat kuat dan keras guna menghasilkan mortar yang keras dan mempunyai kuat desak yang cukup tinggi. Bentuk yang tajam diperlukan sebagai kaitan yang baik agar tidak mudah terjadi *slip*. Namun bentuk tajam juga dapat menimbulkan gesekan yang besar, sehingga mengurangi *mobilitas* dan sifat mudah dikerjakan (*workability*), tetapi masalah ini dapat diatasi dengan penambahan air. Gradasi pasir yang digunakan

harus baik, artinya mempunyai variasi butir yang beragam, supaya volume rongga berkurang dan menghemat semen portland. Gradasi pasir yang baik dapat menghasilkan mortar yang pampat(padat) dan mempunyai kekuatan yang besar.

3. Pasir tidak mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat kering. Lumpur yang dimaksud adalah bagian yang dapat melalui ayakan  $\varnothing 0,063$  mm, apabila kadar lumpur lebih dari 5% harus dicuci. Lumpur dalam pasir dapat menghalangi ikatan butir pasir dengan pasta semen. Bahan organik yang terkandung dalam pasir tidak boleh terlalu banyak, karena bahan tersebut akan bereaksi dengan senyawa-senyawa dari semen portland yang dapat berakibat berkurangnya kualitas adukan ataupun mortar yang terbentuk.
4. Pasir tidak boleh mengandung silika aktif yang terdapat dalam opaline, chalcodonic cherts, phylites, rhyolites, tuff rhyolites, andhesite, tuff andhesite, batu gamping silika dan sebagainya. Zat-zat ini akan bereaksi dengan alkali dalam semen (reaksi alkali-agregat). Reaksi diawali dengan serangan mineral-mineral silika dalam agregat oleh alkalin hidroksida yang ada dalam semen. Reaksi ini akan membentuk *gel* alkali silika yang menyelimuti butiran-butiran pasir. Butiran-butiran tersebut dikelilingi pasta semen, dengan adanya pemuaian maka terjadilah tegangan internal yang dapat mengakibatkan retakan atau pecahnya pasta semen. Pemuaian ini disebabkan oleh hasil reaksi alkali silika itu sendiri dan ditambah dengan tekanan hidrolis melalui proses osmosis.

Pasir laut tidak boleh dipakai, kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan yang diakui.

### 2.2.3 Air

Pengikatan dan pengerasan mortar terjadi berdasarkan reaksi kimia antara semen dan air selang beberapa waktu. Supaya reaksi kimia tersebut dapat berlangsung dengan baik, maka alat yang dipakai harus memenuhi persyaratan sebagaimana telah diatur dalam peraturan yang berlaku di Indonesia.

Air pada campuran mortar berfungsi sebagai media untuk mengaktifkan pada reaksi semen, pasir dan semen merah agar dapat saling menyatu. Air juga berfungsi sebagai pelumas antara butir-butir pasir yang berpengaruh pada sifat yang mudah dikerjakan (*workability*) adukan mortar, kekuatan susut dan keawetan. Reaksi kimia antara air dengan semen akan membentuk *gel* yang selanjutnya akan mengikat butir-butir pasir dan semen merah. Dalam pemakaiannya air harus diberikan secara tepat, jika terlalu sedikit maka adukan mortar akan sulit untuk dikerjakan, sebaliknya jika berlebihan dapat menyebabkan *segregasi* dan mengurangi daya ikat. Selain itu kelebihan air akan bergerak kepermukaan adukan bersama-sama semen dan dapat membentuk lapisan tipis (*laitance*). Lapisan ini akan mengurangi ikatan antar lapisan mortar dan merupakan bidang sambung yang lemah. Akibatnya mortar yang terbentuk akan mempunyai kuat tekan yang lemah.

Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi syarat pula sebagai bahan campuran mortar, tetapi tidak berarti air pencampur mortar harus

memenuhi standar air minum. Secara umum air yang dapat dipakai untuk bahan pencampur mortar ialah air yang bila dipakai akan menghasilkan mortar dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan mortar yang memakai air suling. Kekuatan mortar dan daya tahannya berkurang jika air mengandung kotoran, sehingga berpengaruh pada mortar di antara lamanya waktu ikatan awal adukan mortar serta kekuatan mortarnya setelah mengeras. Air yang mengandung kotoran akan mengurangi kekuatan dan daya tahan mortar. Adanya butir melayang (lumpur) dalam air yang terlalu banyak ini dapat diendapkan dahulu sebelum dipakai.

Adanya garam-garam yang terkandung dalam air dapat memperlambat ikatan awal sehingga kekuatan awalnya juga rendah. Dalam pemakaian air untuk mortar harus memenuhi syarat berikut ini (Kusuma, 1993).

- a. tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter,
- b. tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton atau mortar (asam, zat organik) lebih dari 15 gram/liter,
- c. tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0.5 gram/liter,
- d. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Air juga digunakan untuk rawatan mortar. Metoda rawatannya adalah dengan merendam mortar dalam air. Rawatan mortar ini dapat juga memakai adukan, tetapi harus tidak menimbulkan noda atau endapan yang dapat merusak warna permukaan sehingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organik dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika rawatan cukup lama.

#### 2.2.4 Semen Merah

Semen merah berasal dari batu bata yang digiling atau ditumbuk halus. Berdasarkan susunan kimia, semen merah bereaksi asam, sebab terdiri dari oksida-oksida asam seperti  $\text{SiO}_2$  dan alumina. Semen merah bila dicampur kapur dan air akan mengeras, karena bahan tersebut mengandung silika amorf di dalam mineral-mineralnya yang membentuk senyawa kalsium hidro silikat, menjadi bersifat hidrolis. Hal ini karena semen merah termasuk bahan tras buatan, sehingga mempunyai sifat sama dengan sifat tras.

Dalam penelitian ini pemakaian semen merah dimaksudkan berfungsi sebagai bahan pengisi pada mortar semen, sehingga diharapkan akan mengurangi terjadinya *slip* antar butir pasir. Selain itu dapat meningkatkan sifat mudah dikerjakan (*workability*) adukan, keawetan mortar, menambah daya lekat (*adhesiveness*) dan mengurangi jumlah pemakaian semen mortar. Bila digunakan pada konstruksi bangunan air, campuran daripada semen portland dan semen merah ini akan mengakibatkan kekuatan yang lebih tinggi serta keseragaman yang merata dibandingkan hanya dengan memakai semen portland saja (Wijoyo, 1977).

Batu bata merupakan unsur bangunan yang dibuat dari tanah liat, dicetak dalam bentuk balok-balok, setelah dibakar menjadi keras. Tanah liat yang bisa digunakan untuk pembuatan batu bata bahan asalnya adalah dari tanah porselin yang dalam alam telah tercampur dengan tepung pasir kwarsa dan tepung okid-besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan tepung kapur ( $\text{CaCO}_3$ ). Ciri-ciri banyaknya kadar okid-besi atau kapur

dapat diketahui setelah tanah liat dibakar. Jika setelah dibakar warnanya menjadi merah coklat berarti kadar oksida-besi lebih banyak dari kapurnya. Sebaliknya kadar kapur lebih banyak warna tanahnya setelah dibakar menjadi kuning agak merah (Wijoyo, 1977). Pencetakan batu bata di Indonesia dengan cara tradisional dan mekanis. Cara tradisional dilakukan oleh orang pedesaan dengan menggunakan bahan dasar lempung (tanah liat) yang mengandung silika sebesar 50% sampai dengan 70%, sekam padi yang berfungsi sebagai alas batu merah supaya tidak melekat pada tanah dan permukaan batu merah akan cukup kasar, kotoran binatang yang berfungsi untuk melunakkan tanah dan membantu proses pembakaran dengan memberi panas yang lebih tinggi di dalam batu bata dan air yang berfungsi untuk melunakkan dan merendam tanah. Pencetakan batu bata umumnya dikerjakan pada musim kemarau dan di tempat yang tidak terlindung dari terik matahari, maksudnya batu bata yang telah dicetak secara langsung disirami oleh matahari, dengan demikian batu bata itu cepat kering. Sesudah kekerasan cukup keras (mengijinkan) maka dapat ditumpuk dalam susunan batu bata. Susunan batu bata diberi perlindungan terhadap sinar matahari dan hujan, pengeringan ini memerlukan waktu selama 2 hari sampai dengan 7 hari menurut kelembaban udara dan angin. Setelah tersusun seperti gunung diberi celah-celah lubang untuk memasukkan bahan bakar. Sebelum batu bata dibakar, pada susunan ini bagian luarnya dilapisi lempung agar tidak menimbulkan kebakaran pada dapur pembakaran. Pada umumnya kerusakan atau kegagalan pada proses pembakaran dengan cara tradisional berkisar 20% sampai dengan 30%. Cara mekanis biasa

dilakukan oleh perusahaan batu bata besar dengan bahan dasar lempung (tanah liat) yang penggaliannya dilakukan dengan mesin keruk pada tempat dengan sifat-sifat yang cocok, diambil dari beberapa tempat. Pencetakan batu bata dilakukan dengan mesin yang membentuk lubang-lubang di bagian luarnya, sehingga tidak memerlukan sekam padi. Pembakaran dilakukan di dalam dapur khusus dengan suhu  $1000^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam, memerlukan waktu pemanasan dan pendinginan selama 48 jam. Kerusakan atau kegagalan pada proses pembakaran dengan cara mekanis ini hampir tidak ada.

### **2.3 Slump**

Slump adalah nilai yang menunjukkan derajat konsistensi atau kelecakan suatu adukan beton, dalam hal ini mortar, konsistensi adukan ini dapat diperiksa dengan pengujian slump yang menggunakan corong/kerucut Abrams dengan ukuran tinggi 30 cm, diameter 10 cm dan diameter bawah 20 cm.

Pengujian slump merupakan pengujian yang praktis dan sederhana guna mempertahankan uniformitas yang dapat diterima terhadap konsistensi mortar yang dihasilkan di lapangan.

Didalam prakteknya, untuk mendapatkan slump yang sama pada setiap campuran akan membutuhkan pekerjaan yang sangat berbeda. Ini merupakan sumber kerugian dari pengujian slump.

## 2.4 Rencana Campuran

Rencana campuran bertujuan untuk menentukan jumlah/bagian dari semen, pasir dan semen merah. Pada penelitian ini digunakan perbandingan volume yang di transformasikan ke dalam perbandingan berat. Hal ini agar dapat diperoleh suatu bahan yang lebih teliti.

Pembuatan mortar dengan berdasarkan pada nilai slump belum bisa dihitung dengan tepat seberapa jumlah air yang dibutuhkan, karena pemakaian semen merah sebagai bahan campur juga berpengaruh pada serapan air adukannya. Karena itu penambahan air yang dibutuhkan pada penelitian ini dilakukan dengan cara coba-coba sampai didapatkan adukan yang sesuai dengan nilai slump yang direncanakan.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Umum

Penelitian yang dilaksanakan adalah studi laboratorium dengan mengambil kasus di lapangan, yaitu suatu mortar semen dengan bahan pengisi semen merah. Penelitian ini dilakukan dengan benda uji mortar berbentuk kubus dengan ukuran 7 cm x 7 cm x 7 cm sebanyak enam buah sampel untuk setiap variasi, dengan dua perlakuan suhu pada saat pengeringan. Tiga buah sampel pada suhu kamar ( $\pm 25^{\circ}C$ ) dan tiga buah sampel pada suhu oven ( $\pm 60^{\circ}C$ ). Masing-masing sampel akan diuji pada umur 14 hari.

Pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap. Tahap pertama yaitu proses pembuatan benda uji dan tahap kedua yaitu proses pengujian benda uji, semuanya dilaksanakan di laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dari data yang didapat dari pengujian, dibuat analisa grafis mengenai pengaruh variasi campuran semen merah terhadap serapan air, berat jenis dan kuat tekan.

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan harus dipersiapkan lebih dahulu agar dalam pelaksanaan penelitian dapat berjalan dengan lancar.

#### 1. Alat-alat

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

##### a. Timbangan kecil.

Timbangan ini berfungsi untuk menimbang tabung silinder baja, bahan susun mortar dan mortar dalam bentuk benda uji.

##### b. Talam dan cetok.

Talam baja adalah tempat untuk mencampur bahan susun mortar dalam kondisi kering maupun setelah dicampur dengan air. Cetok berfungsi untuk mengaduk dan memindahkan adukan kedalam cetakan.

##### c. Cetakan Mortar.

Cetakan benda uji berukuran 7cm x 7cm x 7cm yang terdiri dari 3 komponen, yaitu plat baja, cetakan baja dan alat penumbuk dari baja.

##### d. Kaliper atau jangka sorong.

Yaitu alat ukur dengan ketelitian 0,05 mm, untuk mengukur benda uji.

##### e. Saringan

Yaitu alat untuk menyaring butiran bahan susun mortar dengan diameter ukuran  $\varnothing 4,75$  mm,  $\varnothing 2,5$  mm dan  $\varnothing 0,21$  mm.

f. Gelas ukur.

Gelas ukur dengan kapasitas 1000 ml, digunakan untuk mengukur kebutuhan air didalam adukan mortar.

g. Oven.

yaitu alat pengeringan benda uji mortar dengan suhu optimum  $\pm 60^{\circ}C$ .

h. Tabung silinder

Yaitu tabung dengan ukuran diameter  $\varnothing 15$  cm dan tinggi 30 cm, dipakai untuk mengukur berat satuan setiap bahan susun.

i. Alat uji desak

Yaitu alat pengujian desak atau *universal testing machine*, merk shimadzu dengan kapasitas 30 ton.

2. Bahan susun

a. Semen merah

Semen merah berasal dari pabrik batu bata desa Ngampon kecamatan Banguntapan kabupaten Bantul, desa Pasean kecamatan Gamping kabupaten Sleman dan desa Sobongan kecamatan Kasihan kabupaten Bantul. Selama penyimpanan ditempatkan pada suhu kamar ( $\pm 25^{\circ}C$ ) dan dalam kondisi baik. Ukuran butiran yang digunakan adalah lolos saringan  $\varnothing 0,25$  mm dan tertahan pada saringan  $\varnothing 0,21$  mm.

b. Semen portland

Tipe I dengan merk Nusantara diproduksi pabrik semen Gresik berat 50 kg kondisi baik.

c. Pasir

Pasir berasal dari sungai Krasak, Yogyakarta. Selama penyimpanan diletakkan pada udara terbuka dan dalam kondisi kering. Untuk pasir dipakai ukuran butiran lolos saringan  $\varnothing$  4,75 mm dan tertahan pada saringan  $\varnothing$  2,5 mm.

d. Air

Air yang dipakai berasal dari Perusahaan Air Minum, Yogyakarta.

### 3.3 Perencanaan Campuran Mortar

Perencanaan campuran mortar adalah untuk menentukan jumlah masing-masing bahan yang akan digunakan dalam adukan mortar. Untuk mengetahui pengaruh komposisi semen merah pada kekuatan mortar semen, maka jumlah semen merah dalam campuran dibuat bervariasi. Hal ini dilakukan dengan perbandingan komposisi volume yang berlainan pada setiap variasi, seperti terdapat pada tabel 1.1.

Menurut Departemen pekerjaan Umum dan Tenaga (dahulu *Burgerlijken Openbare Werken*) di Indonesia perbandingan campuran adukan disesuaikan dengan jenis bagian bangunan. Untuk fondasi batu kali campuran adukan digunakan perbandingan 1 semen portland dan 3 pasir dan untuk spesi dinding rumah campuran adukan digunakan perbandingan 1 semen portland dan 4 pasir. Berdasarkan pernyataan di atas penelitian ini mencoba mengaplikasikan campuran adukan tersebut dengan penambahan semen merah sebagai bahan pengisi. Diharapkan dengan variasi campuran semen merah dapat diambil campuran yang tepat dan menghasilkan kuat tekan yang paling baik.

Perbandingan tersebut akan ditransformasikan menjadi perbandingan berat. Proses transformasi dalam menentukan komposisi agar sebanding, terlebih dahulu dicari berat satuan/berat volume masing-masing bahan campuran. Dari perbandingan berat, akhirnya dapat dihitung berat masing-masing bahan penyusun adukan yang diperlukan.

### 3.3.1 Berat Satuan (Berat Volume)

Berat satuan atau berat volume adalah perbandingan berat bahan dengan volume bahan. Prosedur untuk mendapatkan angka/nilai berat satuan ini dapat dilakukan dengan mempergunakan alat cetak silinder beton dengan diameter  $\varnothing 15$  cm dan tinggi 30 cm.

Prosedur dalam mencari nilai berat satuan tersebut adalah seperti berikut ini. Mula-mula alat cetak silinder beton dalam keadaan kosong ditimbang beratnya ( $W_1$ ). Bahan yang akan dicari berat satuannya dimasukkan/diisikan kedalam silinder tersebut dan dipadatkan. Apabila pemadatan telah selesai, maka silinder beserta isinya ditimbang beratnya ( $W_2$ ). Hasil penimbangan ini ( $W_2$ ) dikurangi berat silinder kosong ( $W_1$ ), lalu dibagi volume silinder, maka didapat harga berat satuan atau dengan persamaan (3.1) berikut ini.

$$\text{Berat satuan} = \frac{W_2 - W_1}{V} \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan:

$W_1$  = berat silinder kosong,

$W_2$  = berat silinder isi,

$V$  = berat silinder.

Dari hasil pengukuran pendahuluan yang dilakukan dilaboratorium, didapat data bahan seperti berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \times L = \frac{1}{4} \pi \times 15^2 \times 30 \\ &= 5301,4376 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Berat silinder ( $W_1$ ) = 10867,5 gr.

Berat silinder + semen merah ke-1 ( $W_2$ ) = 16200 gr.

Berat silinder + semen merah ke-2 ( $W_2$ ) = 17935 gr.

Berat silinder + semen merah ke-3 ( $W_2$ ) = 19586 gr.

Berat silinder + pasir ( $W_2$ ) = 19586 gr.

Berat silinder + semen ( $W_2$ ) = 17935 gr.

Dengan memasukkan data tersebut ke persamaan (3.1) didapat berat-satuan masing-masing bahan susunan mortar yang diteliti, seperti terdapat dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Berat Satuan Bahan-susun

Bahan Susun	Berat satuan ( gr/cm <sup>3</sup> )
Semen Portland	1,3331
Pasir	1,6444
Semen Merah Ngampon	1,0059
Semen Merah Kasihan	1,0096
Semen Merah Banguntapan	0,9870

Nilai berat satuan ini selanjutnya digunakan sebagai dasar hitungan untuk mendapatkan nilai perbandingan berat yang ditransformasikan dari nilai perbandingan volume (Tabel 1.1).

### 3.3.2 Perbandingan Berat

Perbandingan berat merupakan hasil transformasi dari nilai perbandingan volume (Tabel 1.1). Angka perbandingan berat didapat dengan cara membandingkannya terhadap berat satuan semen, yakni mengalikan nilai banding volume dengan satuannya lalu dibagi berat satuan semen atau dengan persamaan (3.2).

$$Z = \frac{x \cdot \text{berat} - \text{satuan } y}{\text{berat} - \text{satuan semen}} \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan :

Z = nilai banding perbandingan berat.

x = nilai/angka banding.

y = bahan material.

sebagai contoh, untuk perbandingan 1 : 3 : 3 (Tabel 1.1) maka didapatkan.

$$Z_{\text{semen}} = \frac{x \cdot \text{berat} - \text{satuan semen}}{\text{berat} - \text{satuan semen}} = \frac{1 \times 1,3333}{1,3333} = 1$$

$$Z_{\text{semen merah}} = \frac{3 \times 1,0059}{1,3333} = 2,26$$

$$Z_{\text{pasir}} = \frac{3 \times 1,6444}{1,3333} = 3,7$$

Dengan cara yang sama didapat perbandingan berat bahan campuran yang diteliti pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2.a Perbandingan Berat Bahan Susun dengan Semen Merah Gamping

Perbandingan berat campuran bahan			
Variasi	Semen Portland	Pasir	Semen merah Ngampon
1	1	3,70	0
2	1	3,70	0,75
3	1	3,70	1,51
4	1	3,70	2,26
5	1	4,93	0
6	1	4,93	0,75
7	1	4,93	1,51
8	1	4,93	2,26

Tabel 3.2.b Perbandingan Berat Bahan Susun dengan Semen Merah Kasihan

Perbandingan berat campuran bahan			
Variasi	Semen Portland	Pasir	Semen merah Kasihan
1	1	3,70	0
2	1	3,70	0,76
3	1	3,70	1,52
4	1	3,70	2,27
5	1	4,93	0
6	1	4,93	0,76
7	1	4,93	1,52
8	1	4,93	2,27

Tabel 3.2.c Perbandingan Berat Bahan Susun dengan Semen Merah Banguntapan

Perbandingan berat campuran bahan			
Variasi	Semen Portland	Pasir	Semen merah Kasihan
1	1	3.70	0
2	1	3.70	0.76
3	1	3.70	1.52
4	1	3.70	2.27
5	1	4.93	0
6	1	4.93	0.76
7	1	4.93	1.52
8	1	4.93	2.27

diaduk sampai rata. Adukan yang sudah rata, dimasukkan kedalam cetakan hingga penuh, kemudian dipadatkan menggunakan plat baja dengan cara ditumbuk hingga padat.

### **3.4.3 Rawatan**

Benda uji dalam cetakan sebelum dikeluarkan, terlebih dahulu diberi tanda. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya saling tertukar antar benda uji yang satu dengan yang lainnya.

Rawatan dilakukan dengan merendam benda uji dalam air yang memenuhi persyaratan yang berlaku untuk pembuatan adukan.

Dua hari menjelang pengujian, benda uji dikeluarkan dari rendaman. Pada penelitian ini menggunakan 6 buah sampel untuk setiap variasi perbandingan campuran. Rawatan benda uji ini dilakukan dengan 2 (dua) perlakuan suhu, yakni suhu oven dan suhu kamar.

## **4.5 Pelaksanaan Pengujian**

Pengujian baru dapat dilakukan bila benda uji telah mencapai umur pengujian yang direncanakan.

### **4.5.1 Pengujian Terhadap Serapan Air Pada Waktu Pengikatan Umur 14 Hari**

Setelah benda uji jadi, kemudian didiamkan selama  $2 \times 24$  jam. Pada hari ke 2 benda uji direndam hingga umur 12 hari. Pada pelaksanaan uji serapan ini dipakai 3 buah benda uji yang masing-masing diberi tanda 1, 2 dan 3 untuk setiap variasi. Setelah perendaman benda uji tersebut ditimbang ( $W_1$ ) dan dikeringkan didalam oven ( $\pm 60^\circ C$ ) selama 24 jam kemudian didinginkan dalam desikator

selama 24 jam. Tepat pada umur ke 14 hari benda uji dikeluarkan dari desikator dan ditimbang untuk mengetahui berat keringnya ( $W_2$ ). Berat air yang diserap adalah selisih berat basah ( $W_1$ ) dengan berat kering ( $W_2$ ). Nilai serapan air mortar uji pada waktu pengikatan umur 14 hari merupakan prosentase perbandingan antara air yang diserap dengan berat benda uji dalam keadaan kering yang dapat dihitung dengan persamaan (3.3).

$$\text{Serapan air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

dengan :

$W_1$  = berat awal (sebelum dioven)

$W_2$  = berat akhir (setelah dioven)

### 3.5.2 Pengujian Terhadap Berat Satuan

Pada pelaksanaan uji berat satuan, dipakai 3 buah benda uji yang masing-masing diberi tanda 4, 5 dan 6 untuk setiap variasinya. Pada umur ke 12 hari diangkat dari perendaman kemudian dikeringkan pada suhu kamar ( $\pm 25^{\circ}C$ ) selama 48 jam. Tepat pada umur 14 hari benda uji ditimbang ( $W$ ) dan diukur untuk mengetahui volumenya ( $V$ ). Kemudian berat satuan dapat dihitung dengan persamaan (3.4).

$$\text{Berat satuan mortar} = \frac{\text{Berat mortar}}{\text{Volume mortar}} \quad \text{kg/cm}^3 \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

### 3.5.3. Pengujian Terhadap Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah benda uji, diuji serapan air dan berat satuannya. Sehingga didalam pengujian kuat tekan tersebut ada 2 macam perlakuan benda uji pada saat pengeringan, yaitu pengeringan dengan oven dan pengeringan dengan suhu kamar. Dari 2 macam keadaan benda uji itu akan diambil nilai perbandingan kuat tekannya. Untuk mencari nilai kuat tekan dapat dihitung dengan persamaan (3.5).

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ kg/cm}^2$$

.....(3.5)

dengan :

$$\sigma = \text{kuat tekan (kg/cm}^2\text{)}$$

$$F = \text{gaya tekan (kg)}$$

$$A = \text{luas bidang tertekan (cm}^2\text{)}$$

### **3.4 Pembuatan benda uji**

Pembuatan benda uji mortar semen dengan campuran semen merah pada penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap-tahap yang dimaksud diuraikan seperti berikut ini.

#### **3.4.1 Persiapan**

Pada tahap segala keperluan dalam penelitian ini harus siap. Sebelum memulai proses pembuatan benda uji, terlebih dahulu dilakukan perhitungan bahan campuran yang akan dipakai. Hasil perhitungan ini digunakan untuk menghitung jumlah total bahan-bahan yang diperlukan.

Pasir dan semen merah terlebih dahulu disaring dengan saringan yang sesuai dengan diameter lobang yang dikehendaki. Pasir yang digunakan adalah pasir yang lolos saringan  $\varnothing 4,75$ .

Dari setiap variasi komposisi mortar dibuat 6 buah benda uji dengan ukuran masing-masing 7cm x 7cm x 7cm sebanyak 3 buah benda uji ditinjau serapan air serta kuat tekan dengan pengeringan oven ( $\pm 60^{\circ}C$ ) selama 24 jam dan 3 buah benda uji lainnya ditinjau berat jenis serta kuat tekan pada suhu kamar ( $\pm 25^{\circ}C$ ).

#### **3.4.2 Proses Pembuatan Benda Uji**

Bahan-bahan yang telah disiapkan ditimbang beratnya sesuai dengan kebutuhan bahan susun untuk 6 buah benda uji pada setiap variasinya. Kemudian bahan tersebut dimasukkan kedalam talam baja dan diaduk dalam keadaan kering dengan cetok sampai adukan homogen. Tambahkan air sedikit demi sedikit dan

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian Pengaruh Campuran Semen Merah Terhadap Kuat Tekan Mortar Semen akan disajikan dalam tabel-tabel dan selanjutnya dibuatkan grafik-grafik yang akan lebih menjelaskan hasil.

##### 4.1.1 Uji Keleccakan (*slump test*)

Pengujian slump dilaksanakan pada saat pembuatan adukan mortar. Pengujian ini disertai dengan pencatatan jumlah air yang ditambahkan untuk nilai slump yang dikehendaki.

Hasil pengujian nilai slump dan penambahan air yang dibutuhkan pada adukan mortar dapat dilihat pada tabel 4.1. di bawah ini.

Tabel 4.1 a Nilai Slump dan Volume Air dengan Semen Merah Gamping Sleman

Kode	Campuran	Slump (Cm)	Air (lt)
A0	1:3:0	3,5	1,70
A1	1:3:1	4,3	2,12
A2	1:3:2	4,1	2,52
A3	1:3:3	3,1	3,12
B0	1:4:0	3,1	1,70
B1	1:4:1	4,3	2,20
B2	1:4:2	3,5	2,50
B3	1:4:3	4,1	3,32

Tabel 4.1.b Nilai Slump dan Volume air dengan Semen Merah Kasihan Bantul

Kode	Campuran	Slump (Cm)	Air (Lt)
C0	1:3:0	3,5	1,70
C1	1:3:1	3,2	2,12
C2	1:3:2	3,3	2,52
C3	1:3:3	4,2	3,12
D0	1:4:0	3,1	1,70
D1	1:4:1	4,1	2,20
D2	1:4:2	3,8	2,50
D3	1:4:3	4,3	3,32

Tabel 4.1.c Nilai Slump dan Volume air dengan Semen Merah Banguntapan  
Bantul

Kode	Campuran	Slump (Cm)	Air (Lt)
E0	1:3:0	3,5	1,70
E1	1:3:1	3,5	2,12
E2	1:3:2	4,2	2,52
E3	1:3:3	4,0	2,52
F0	1:4:0	3,1	1,70
F1	1:4:1	4,3	2,20
F2	1:4:2	4,3	2,50
F3	1:4:3	4,4	3,32

Dari tabel tersebut tampak bahwa jumlah air yang sama belum tentu nilai slump-nya sama. Suhu udara, hembusan angin dan cara pengadukan dapat mengakibatkan terjadinya penguapan air dalam adukan, sehingga mempengaruhi jumlah air yang diperlukan serta besarnya nilai slump.

#### 4.1.2 Serapan Air Mortar Uji Pada Waktu Pengikatan Umur 14 Hari

Pengujian mortar terhadap serapan air dilakukan dengan menimbang berat basah dan berat kering oven. Hasil penimbangan ini dihitung dengan

menggunakan rumus (3.3). Hasil uji serapan air dapat dilihat pada tabel 4.2 serta grafik 4.1. berikut ini.

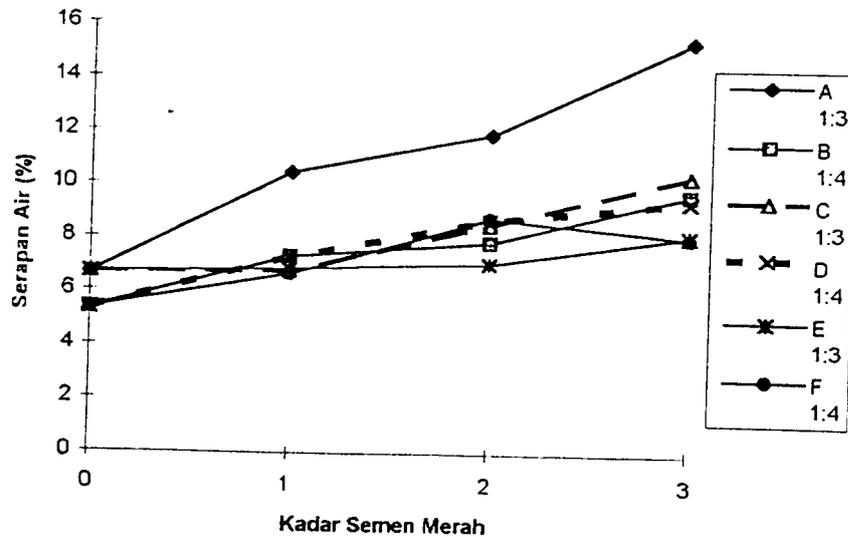
Tabel 4.2 Serapan air rata-rata mortar uji pada waktu pengikatan umur 14 hari

Kode	Variasi	Slump (cm)	Berat Awal (W1) (gr)	Berat Akhir (W2) (gr)	W1-W2 x 100%	Serapan Air Rata-rata
					W2	
A0	A01	3,5	734,7	687,3	6,90%	6,66%
	A02	3,5	744,6	699,2	6,49%	
	A03	3,5	728,9	683,8	6,60%	
A1	A11	4,3	713,7	646,2	10,45%	10,44%
	A12	4,3	723,5	655,5	10,37%	
	A13	4,3	710,6	643,0	10,51%	
A2	A21	4,1	723,6	648,2	11,63%	11,88%
	A22	4,1	701,0	624,5	12,25%	
	A23	4,1	705,9	631,6	11,76%	
A3	A31	4,1	657,4	571,7	14,99%	15,38%
	A32	4,1	672,5	586,9	14,59%	
	A33	4,1	677,8	581,5	16,56%	
B0	B01	3,1	741,3	703,2	5,42%	5,32%
	B02	3,1	757,0	718,3	5,39%	
	B03	3,1	756,7	719,6	5,16%	
B1	B11	4,3	712,0	662,0	7,55%	7,32%
	B12	4,3	717,7	666,4	7,70%	
	B13	4,3	718,0	672,8	6,72%	
B2	B21	3,5	706,6	652,7	8,26%	7,89%
	B22	3,5	704,4	653,0	7,87%	
	B23	3,5	721,0	670,4	7,55%	
B3	B31	4,1	684,0	626,9	9,11%	9,69%
	B32	4,1	663,7	608,0	9,16%	
	B33	4,1	675,8	609,9	10,81%	
C0	C01	3,5	734,7	687,3	6,90%	6,66%
	C02	3,5	744,6	699,2	6,49%	
	C03	3,5	728,9	683,8	6,60%	
C1	C11	3,2	727,0	679,2	7,04%	6,76%
	C12	3,2	739,6	694,5	6,49%	
	C13	3,2	740,2	693,5	6,73%	
C2	C21	3,3	702,3	647,3	8,50%	8,54%
	C22	3,3	708,9	652,6	8,63%	
	C23	3,3	704,8	649,6	8,50%	
C3	C31	4,2	691,2	626,9	10,26%	10,40%
	C32	4,2	690,0	625,7	10,28%	
	C33	4,2	691,3	624,6	10,68%	
D0	D01	3,1	741,3	703,2	5,42%	5,32%
	D02	3,1	757,0	718,3	5,39%	
	D03	3,1	756,7	719,6	5,16%	

Serapan air mortar uji pada waktu pengikatan umur 14 hari (sambungan Tabel 4.2)

Kode	Variasi	Slump (cm)	Berat Awal (W1) (gr)	Berat Akhir (W2) (gr)	$\frac{W1-W2}{W2} \times 100\%$	Serapan Air Rata-rata (%)
D1	D11	4,1	735,4	685,5	7,28%	7,30%
	D12	4,1	744,8	695,5	7,09%	
	D13	4,1	748,4	695,9	7,54%	
D2	D21	3,8	710,8	653,9	8,70%	8,71%
	D22	3,8	716,7	660,5	8,51%	
	D23	3,8	712,8	654,4	8,92%	
D3	D31	4,3	711,3	652,0	9,10%	9,46%
	D32	4,3	715,0	652,0	9,66%	
	D33	4,3	717,5	654,5	9,63%	
E0	E01	3,5	744,7	683,3	8,99%	8,95%
	E02	3,5	754,6	694,3	8,69%	
	E03	3,5	738,9	676,8	9,18%	
E1	E11	3,5	742,8	702,0	5,81%	6,02%
	E12	3,5	725,1	686,8	5,58%	
	E13	3,5	731,1	685,4	6,67%	
E2	E21	4,2	728,7	681,2	6,97%	7,09%
	E22	4,2	726,1	679,5	6,86%	
	E23	4,2	724,0	673,8	7,45%	
E3	E31	4,0	710,7	656,4	8,27%	8,16%
	E32	4,0	720,5	667,2	7,99%	
	E33	4,0	709,5	655,6	8,22%	
F0	F01	3,1	741,3	703,2	5,42%	5,32%
	F02	3,1	757,0	718,3	5,39%	
	F03	3,1	756,7	719,6	5,16%	
F1	F11	4,3	730,1	684,1	6,72%	6,65%
	F12	4,3	735,7	689,3	6,73%	
	F13	4,3	757,0	710,8	6,50%	
F2	F21	4,3	736,7	679,8	8,37%	8,77%
	F22	4,3	716,7	658,8	8,79%	
	F23	4,3	716,5	656,4	9,16%	
F3	F31	4,4	715,8	668,6	7,06%	8,10%
	F32	4,4	714,7	662,8	7,83%	
	F33	4,4	703,7	643,2	9,41%	

Untuk mengetahui pengaruh semen merah pada serapan air dari Tabel 4.2 hasil pengujian diatas dan untuk mempermudah analisa, dibuat grafik yang dapat menampilkan keseluruhan campuran bahan-susun mortar.



Gambar 4.1 Grafik gabungan serapan air mortar uji pada waktu pengikatan

keterangan gambar 4.1:

- A 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Gamping Sleman.
- B 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Gamping Sleman.
- C 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Kasihan Bantul.
- D 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Kasihan Bantul.
- E 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Banguntapan Bantul.
- F 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Banguntapan Bantul.

### 4.1.3 Berat Satuan

Berat satuan mortar didapat dengan melakukan pengukuran dan penimbangan berat benda uji. Benda uji yang dipakai adalah benda uji kering dengan suhu kamar pada umur 14 hari.

Setelah penimbangan dan pengukuran benda uji tersebut, kemudian dihitung berat satuannya dengan menggunakan rumus (3.6). Hasil perhitungan berat satuannya mortar dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Berat satuan rata-rata mortar uji

Kode	Variasi	Volume (V) (cm <sup>3</sup> )	Berat (W) (gr)	$\frac{W}{V}$ (kg/cm <sup>3</sup> )	Rata-rata (kg/cm <sup>3</sup> )
A0	A04	358,86	729,2	2,03	2,05
	A05	355,86	734,4	2,06	
	A06	358,41	735,0	2,05	
A1	A14	358,89	698,3	1,95	1,94
	A15	362,97	705,8	1,94	
	A16	361,92	702,8	1,94	
A2	A24	356,88	675,7	1,89	1,89
	A25	363,97	687,7	1,89	
	A26	365,50	693,9	1,90	
A3	A34	351,35	640,7	1,82	1,82
	A35	354,88	641,0	1,81	
	A36	348,90	638,4	1,83	
B0	B04	361,96	742,4	2,05	2,07
	B05	354,38	742,4	2,09	
	B06	361,45	747,0	2,07	
B1	B14	347,32	699,0	2,01	2,00
	B15	345,94	695,0	2,01	
	B16	354,39	703,0	1,98	
B2	B24	361,96	692,9	1,91	1,91
	B25	362,42	689,5	1,90	
	B26	358,32	689,0	1,92	
B3	B34	346,43	639,1	1,84	1,83
	B35	348,40	640,4	1,84	
	B36	354,87	646,4	1,82	
C0	C04	358,86	729,2	2,03	2,05
	C05	355,86	734,4	2,06	

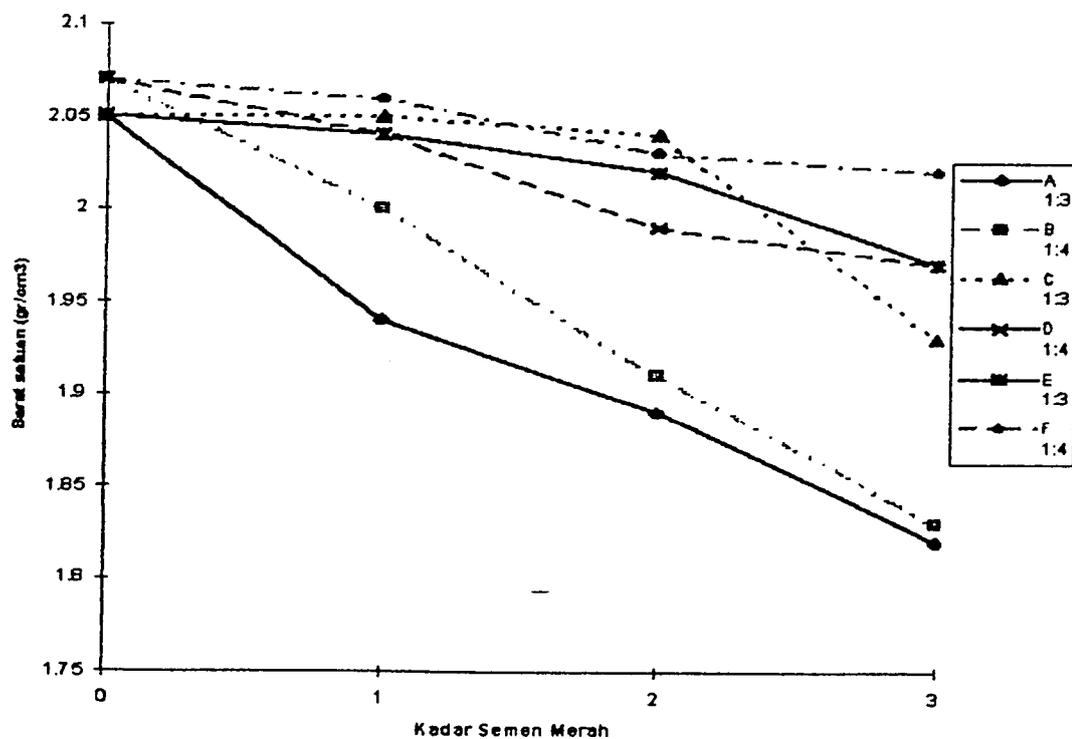
Berat satuan rata-rata mortar uji (lanjutan Tabel 4.3)

Kode	Variasi	Volume (V) (cm <sup>3</sup> )	Berat (W) (gr)	$\frac{W}{V}$ (kg/cm <sup>3</sup> )	Rata-rata (kg/cm <sup>3</sup> )
	C06	358,41	735,0	2,05	
C1	C14	353,37	733,8	2,08	2,05
	C15	347,36	716,0	2,06	
	C16	360,88	729,2	2,02	
C2	C24	350,90	713,8	2,03	2,04
	C25	345,45	703,0	2,04	
	C26	350,38	715,0	2,04	
C3	C34	350,89	666,3	1,90	1,95
	C35	341,52	680,0	1,99	
	C36	351,88	690,0	1,96	
D0	D04	361,96	742,4	2,05	2,07
	D05	354,38	742,4	2,09	
	D06	361,45	747,0	2,07	
D1	D14	344,96	708,4	2,05	2,04
	D15	346,87	707,8	2,04	
	D16	360,42	726,7	2,02	
D2	D24	349,81	690,0	1,97	1,99
	D25	350,26	695,7	1,99	
	D26	353,38	707,5	2,00	
D3	D34	348,37	685,0	1,97	1,97
	D35	346,89	686,5	1,98	
	D36	358,38	704,2	1,96	
E0	E04	358,86	729,2	2,03	2,05
	E05	355,86	734,4	2,06	
	E06	358,41	735,0	2,05	
E1	E14	352,39	718,0	2,04	2,04
	E15	344,93	714,5	2,07	
	E16	356,90	719,3	2,02	
E2	E24	356,32	717,3	2,01	2,02
	E25	363,97	730,0	2,01	
	E26	351,28	714,7	2,03	
E3	E34	352,82	697,3	1,98	1,97
	E35	352,38	690,3	1,96	
	E36	343,90	678,0	1,97	
F0	F04	361,96	742,4	2,05	2,07
	F05	354,38	742,4	2,09	
	F06	361,45	747,0	2,07	
F1	F14	349,91	717,0	2,04	2,06
	F15	347,59	712,3	2,05	

Berat satuan rata-rata mortar uji (lanjutan Tabel 4.3)

Kode	Variasi	Volume (V) (cm <sup>3</sup> )	Berat (W) (gr)	$\frac{W}{V}$ (kg/cm <sup>3</sup> )	Rata-rata (kg/cm <sup>3</sup> )
	F16	351,37	731,8	2,08	
F2	F24	345,39	685,1	1,98	2,03
	F25	343,88	709,5	2,06	
	F26	344,45	703,6	2,04	
F3	F34	350,80	707,7	2,02	2,02
	F35	353,34	719,0	2,03	
	F36	354,88	717,3	2,02	

Untuk mengetahui pengaruh semen merah pada berat satuan dari Tabel 4.3 hasil pengujian di atas dan untuk mempermudah analisa, dibuat grafik yang dapat menampilkan keseluruhan campuran bahan-susun mortar.



Gambar 4.2 Grafik gabungan berat satuan pada mortar uji

keterangan gambar 4.2:

- A 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Gamping Sleman.
- B 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Gamping Sleman.
- C 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Kasihan Bantul.
- D 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Kasihan Bantul.
- E 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Banguntapan Bantul.
- F 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Banguntapan Bantul.

#### 4.1.4. Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan dengan memakai alat kuat uji beton.

Pelaksanaan pengujian ini dilaksanakan setelah pengukuran benda uji.

Hasil pengujian kuat tekan mortar semen dengan campuran semen merah yang bervariasi tertera pada tabel berikut ini.

Tabel 4.4. Kuat Tekan rata-rata Mortar Uji Suhu Oven

Kode	Variasi	Luas Bidang (A) (cm <sup>2</sup> )	Gaya tekan (P)	$\frac{P}{A}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
A0	A01	50,13	5800	115,70	119,22
	A02	49,84	5950	119,38	
	A03	49,56	6075	122,58	
A1	A11	50,20	3900	77,69	97,86
	A12	50,13	5650	112,71	
	A13	49,42	5100	103,20	
A2	A21	50,48	4225	83,70	79,62
	A22	50,69	3350	66,09	
	A23	50,41	4490	89,07	
A3	A31	49,49	2580	52,13	54,05
	A32	50,13	2700	53,86	

Kuat Tekan rata-rata Mortar Uji Suhu Oven (lanjutan Tabel 4.4)

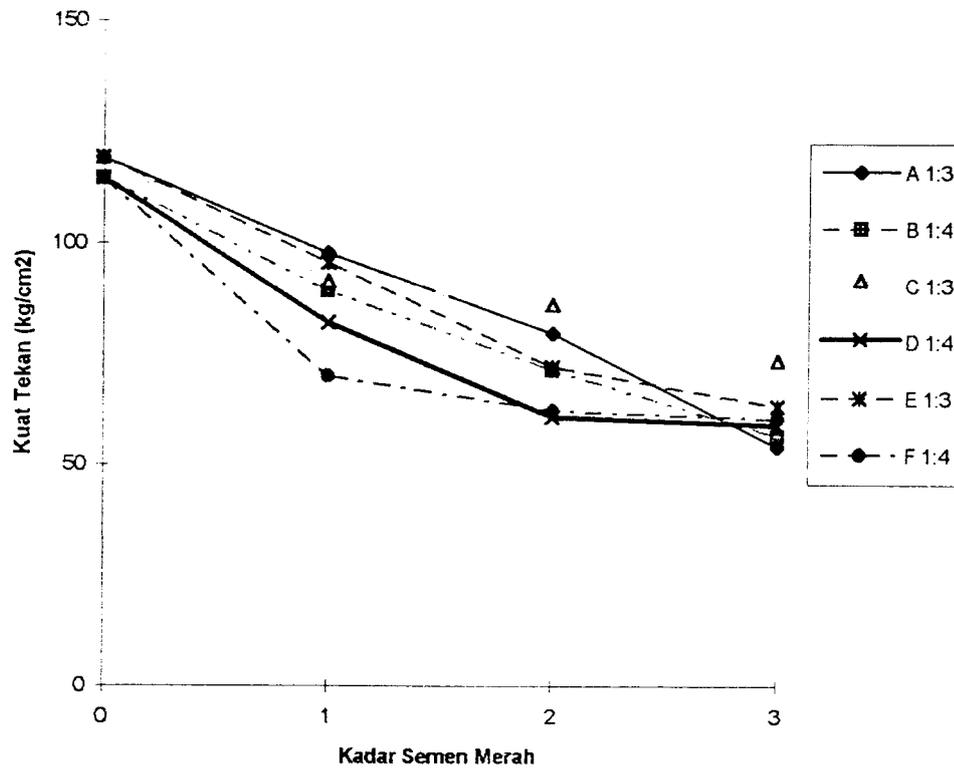
Kode	Variasi	Luas Bidang (A) (cm <sup>2</sup> )	Gaya tekan (P)	$\frac{P}{A}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
	A33	49,49	2780	56,17	
B0	B01	50,06	5420	108,27	114,66
	B02	50,12	5575	111,23	
	B03	50,41	6275	124,48	
B1	B11	49,14	4425	90,05	89,22
	B12	49,00	4700	95,92	
	B13	49,21	4020	81,69	
B2	B21	48,49	3450	71,15	71,24
	B22	49,42	3570	72,24	
	B23	50,48	3550	70,32	
B3	B31	43,05	2710	62,95	56,41
	B32	48,37	2500	51,68	
	B33	49,63	2710	54,60	
C0	C01	50,13	5800	115,70	119,22
	C02	49,84	5950	119,38	
	C03	49,56	6075	122,58	
C1	C11	49,28	4460	90,50	91,46
	C12	49,27	5240	106,35	
	C13	49,14	3810	77,53	
C2	C21	49,28	3180	64,53	86,06
	C22	48,02	5420	112,87	
	C23	48,16	3890	80,77	
C3	C31	48,09	3470	72,16	73,53
	C32	48,37	3570	73,81	
	C33	48,65	3630	74,61	
D0	D01	50,06	5420	108,27	114,66
	D02	50,12	5575	111,23	
	D03	50,41	6275	124,48	
D1	D11	49,28	3690	74,88	82,02
	D12	49,35	4500	91,19	
	D13	49,63	3970	79,99	
D2	D21	48,72	2620	53,78	60,79
	D22	48,86	3190	65,29	
	D23	49,28	3120	63,31	
D3	D31	49,20	2860	58,13	58,79
	D32	49,77	2630	52,84	
	D33	49,84	3260	65,41	
E0	E01	50,13	5800	115,70	119,22
	E02	49,84	5950	119,38	

Kuat Tekan rata-rata Mortar Uji Suhu Oven (lanjutan Tabel 4.4)

Kode	Variasi	Luas Bidang (A) (cm <sup>2</sup> )	Gaya tekan (P)	$\frac{P}{A}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
	E03	49,56	6075	122,58	
E1	E11	49,00	4700	95,92	95,58
	E12	49,14	4810	97,88	
	E13	49,07	4560	92,93	
E2	E21	49,21	3130	63,60	72,07
	E22	49,56	3760	75,87	
	E23	49,00	3760	76,73	
E3	E31	49,42	2440	49,37	63,26
	E32	49,84	3120	62,60	
	E33	49,35	3840	77,81	
F0	F01	50,06	5420	108,27	114,66
	F02	50,12	5575	111,23	
	F03	50,41	6275	124,48	
F1	F11	48,86	3310	67,74	70,03
	F12	49,42	3460	70,01	
	F13	49,63	3590	72,34	
F2	F21	49,91	2980	59,71	62,15
	F22	49,56	3170	63,96	
	F23	49,70	3120	62,78	
F3	F31	48,58	2690	55,37	60,22
	F32	49,21	3100	63,00	
	F33	48,16	3000	62,29	

Untuk mengetahui pengaruh semen merah pada kuat tekan dari Tabel 4.4 hasil pengujian di atas dan untuk mempermudah analisa, dibuat grafik yang dapat menampilkan keseluruhan campuran bahan-susun mortar.





Gambar 4.3 Grafik gabungan kuat tekan pada mortar uji suhu oven

keterangan gambar 4.3:

- A 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Gamping Sleman.
- B 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Gamping Sleman.
- C 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Kasihan Bantul.
- D 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Kasihan Bantul.
- E 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Banguntapan Bantul.
- F 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Banguntapan Bantul.

Tabel 4.5. Kuat Tekan rata-rata Mortar Uji Suhu Kamar

Kode	Variasi	Luas Bidang (A) (cm <sup>2</sup> )	Gaya tekan (P)	$\frac{P}{A}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
A0	A04	51,12	5630	110,13	110,32
	A05	50,55	5640	111,57	
	A06	50,34	5500	109,26	
A1	A14	50,12	4300	85,79	73,12
	A15	50,69	3125	61,65	
	A16	50,41	3625	71,91	
A2	A24	49,84	2880	57,78	56,84
	A25	50,55	2870	56,78	
	A26	50,76	2840	55,95	
A3	A34	49,14	1655	33,68	34,62
	A35	49,84	1730	34,71	
	A36	49,35	1750	35,46	
B0	B04	50,84	4975	97,86	97,76
	B05	50,41	4950	98,19	
	B06	50,91	4950	97,23	
B1	B14	48,92	3760	76,86	74,02
	B15	49,00	3640	74,29	
	B16	50,06	3550	70,91	
B2	B24	50,69	2580	50,90	50,86
	B25	50,34	2620	52,05	
	B26	49,56	2460	49,64	
B3	B34	49,00	1720	35,10	35,58
	B35	49,07	1820	37,09	
	B36	49,77	1720	34,56	
C0	C04	51,12	5630	110,13	110,32
	C05	50,55	5640	111,57	
	C06	50,34	5500	109,26	
C1	C14	49,70	3500	70,42	66,31
	C15	48,99	3060	62,46	
	C16	50,12	3310	66,04	
C2	C24	49,70	2270	45,67	55,73
	C25	49,07	2980	60,73	
	C26	49,35	3000	60,79	
C3	C34	49,56	2300	46,41	46,43
	C35	48,65	2340	48,10	
	C36	49,56	2220	44,79	
D0	D04	50,84	4970	97,76	97,73
	D05	50,41	4950	98,19	
	D06	50,91	4950	97,23	

Kuat Tekan rata-rata Mortar Uji Suhu Kamar (sambungan Tabel 4.5)

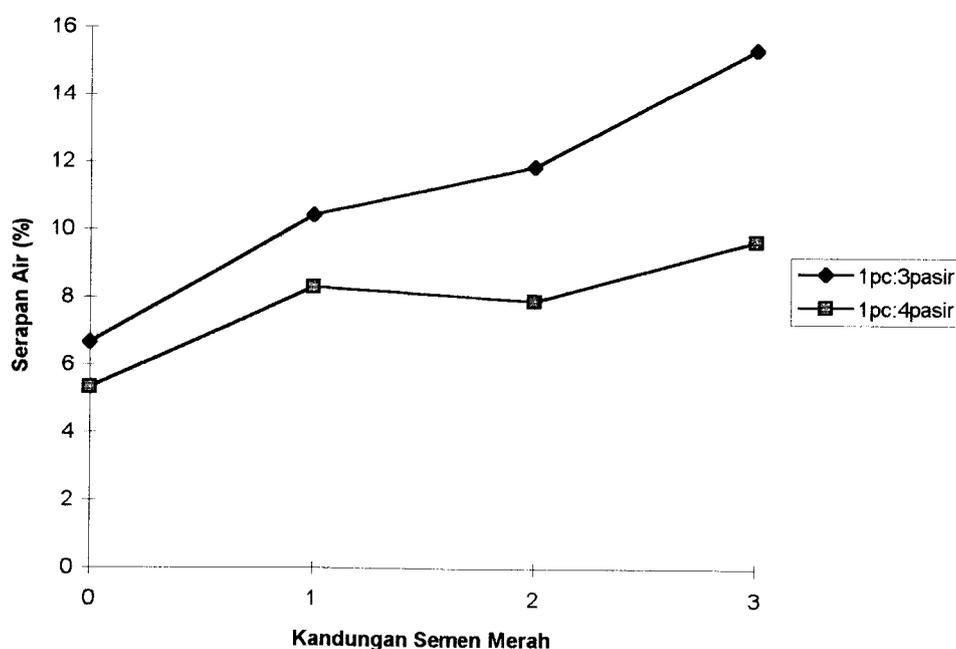
Kode	Variasi	Luas Bidang (A) (cm <sup>2</sup> )	Gaya tekan (P)	$\frac{P}{A}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
D1	D14	48,93	3310	67,65	69,61
	D15	48,86	3740	76,55	
	D16	50,27	3250	64,65	
D2	D24	48,72	2820	57,88	57,51
	D25	48,65	2970	61,05	
	D26	49,63	2660	53,60	
D3	D34	49,07	1690	34,44	47,92
	D35	48,72	1860	38,18	
	D36	49,91	3550	71,13	
E0	E04	51,12	5630	110,13	110,32
	E05	50,55	5640	111,57	
	E06	50,34	5500	109,26	
E1	E14	49,77	3970	79,77	76,13
	E15	48,86	3860	79,00	
	E16	50,27	3500	69,62	
E2	E24	49,49	3380	68,30	60,90
	E25	50,69	2780	54,84	
	E26	49,20	2930	59,55	
E3	E34	49,48	2270	45,88	46,82
	E35	49,49	2470	49,91	
	E36	48,57	2170	44,68	
F0	F04	50,84	4975	97,86	97,76
	F05	50,41	4950	98,19	
	F06	50,91	4950	97,23	
F1	F14	49,21	3530	71,73	70,59
	F15	48,37	3470	71,74	
	F16	49,49	3380	68,30	
F2	F24	48,51	2900	59,78	65,45
	F25	48,16	3320	68,94	
	F26	48,79	3300	67,64	
F3	F34	49,13	2420	49,26	48,84
	F35	49,35	2480	50,25	
	F36	49,77	2340	47,02	

- F 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Banguntapan Bantul.

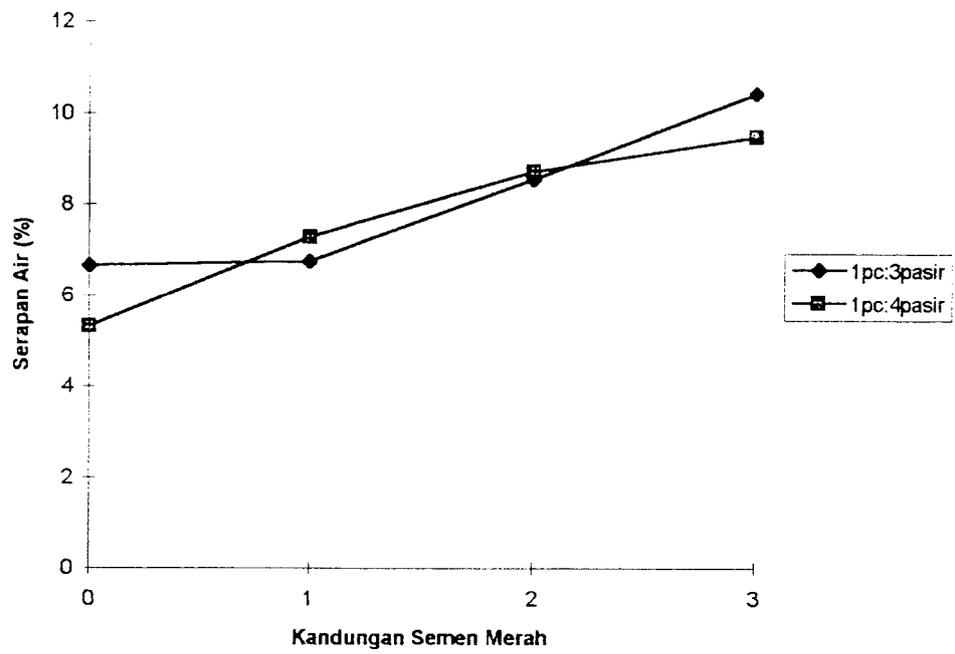
## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Serapan air mortar uji pada waktu pengikatan umur 14 hari

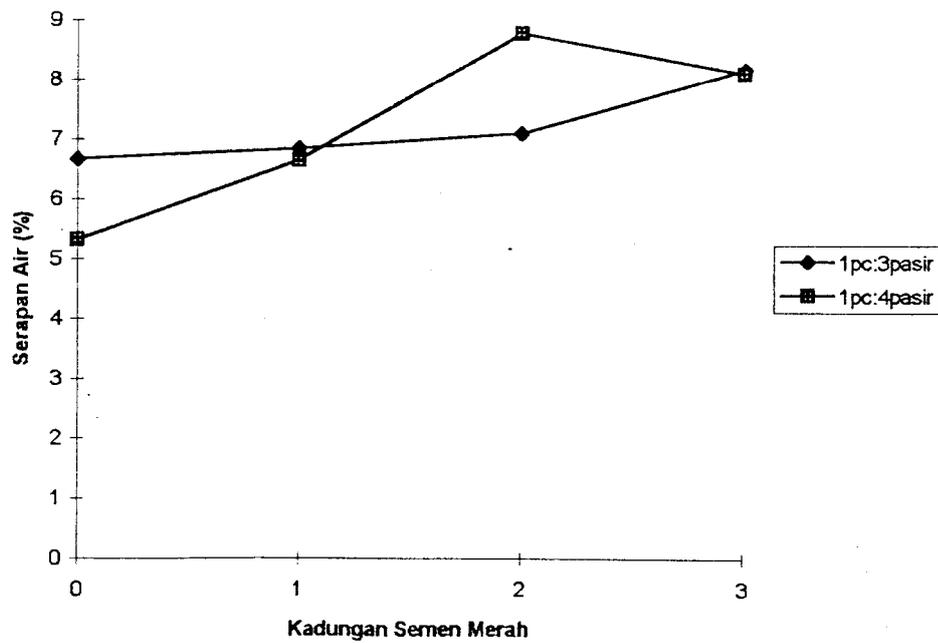
Pada pengujian serapan air, pasir yang porous dan kandungan semen portland sedikit akan mempunyai serapan air yang besar. Hal ini terjadi bila dilakukan pengujian pada umur 28 hari. Penelitian serapan air ini diuji pada umur 14 hari, ternyata campuran 1 semen portland : 3 pasir lebih besar serapan airnya daripada campuran 1 semen portland : 4 pasir.



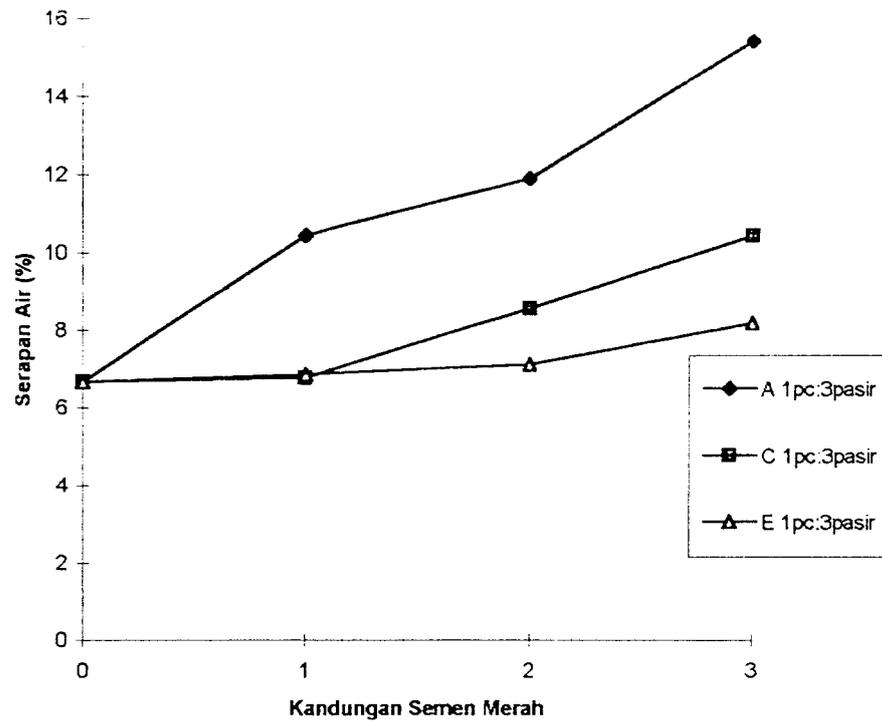
Gambar 4.5 Grafik serapan air dengan semen merah dari Gamping Sleman



Gambar 4.6 Grafik serapan air dengan semen merah dari Kasihan Bantul



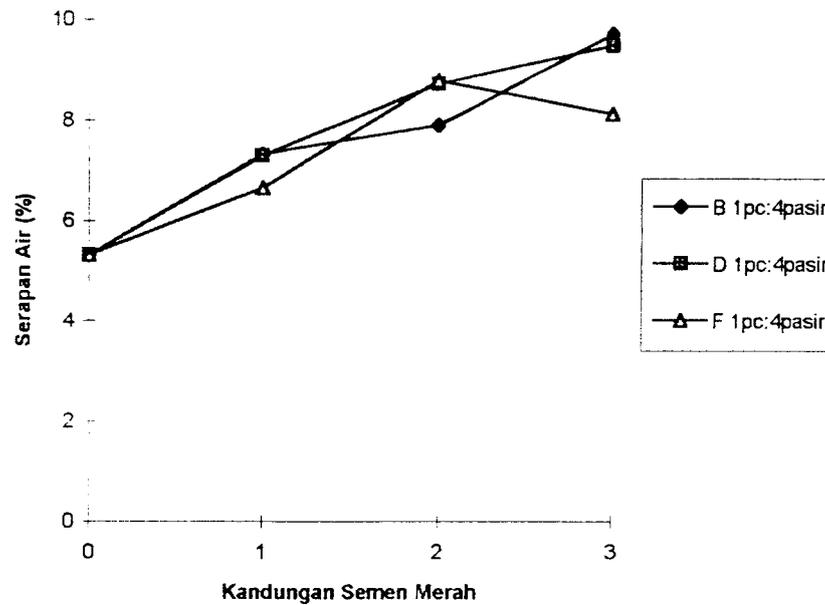
Gambar 4.7 Grafik serapan air dengan semen merah dari Banguntapan Bantul



Gambar 4.8 Grafik gabungan serapan air dengan nilai banding pasir 3

keterangan gambar 4.8:

- A 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Gamping Sleman.
- C 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Kasihan Bantul.
- E 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Banguntapan Bantul.



Gambar 4.9 Grafik gabungan serapan air dengan nilai banding pasir 4

keterangan gambar 4.9:

- B 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Gamping Sleman.
- D 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Kasihan Bantul.
- F 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Banguntapan Bantul.

#### 1. Pengaruh Penambahan Jumlah Pasir

Data hasil penelitian tabel 4.2 dan gambar 4.1, gambar 4.4, gambar 4.5, gambar 4.6, gambar 4.7 menunjukkan secara umum serapan air pada mortar uji mengalami penurunan seiring jumlah pasir yang dipakai. Penurunan yang dimaksud adalah penurunan serap air yang terjadi pada mortar dengan nilai pasir 4 dibanding terhadap mortar dengan nilai pasir 3.

Penurunan serapan air ini terjadi bertambahnya pasir yang digunakan menimbulkan rongga atau dengan kata lain semakin banyak pasir semakin besar pula rongga yang terbentuk. Rongga tersebut langsung diisi dengan butiran-butiran semen merah sehingga rongga terisi dengan rapat, ketika dilakukan rawatan rongga tersebut tidak terisi oleh air lagi.

Perbandingan 1:4:1,1:4:2 terhadap 1:3:1,1:3:2 pada campuran semen merah dari Kasihan Bantul dan perbandingan 1:4:2 terhadap 1:3:2 pada campuran semen merah dari Banguntapan Bantul terjadi kenaikan serapan air, hal ini karena kegagalan semen portland mengikat semen merah. Pada akhirnya mengakibatkan *bleeding* yang menimbulkan kapiler.

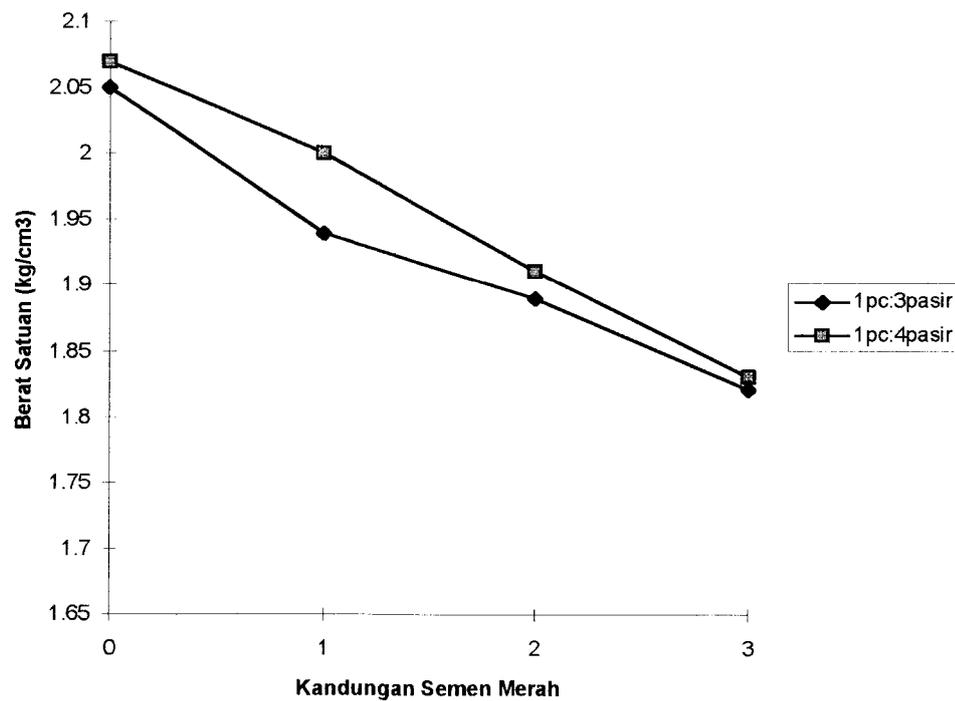
## 2. Pengaruh penambahan semen merah

Penambahan semen merah pada mortar uji mengakibatkan peningkatan serapan air. Serapan air pada mortar perbandingan 1:3 dan 1:4 dengan semen merah dari Gamping Sleman meningkat dengan rata-rata 2,91% dan 1,46%. Serapan air pada mortar perbandingan 1:3 dan 1:4 dengan semen merah dari Kasihan Bantul meningkat dengan rata-rata 1,25% dan 1,38%. Serapan air pada mortar perbandingan 1:3 dan 1:4 dengan semen merah dari Banguntapan Bantul meningkat dengan rata-rata 0,79% dan 0,92%. Hal ini terjadi pada dasarnya semen merah atau batu bata merupakan bahan dengan serapan air yang tinggi. Demikian pula pengaruhnya pada mortar uji semakin banyak semen merah meningkat pula serapan airnya.

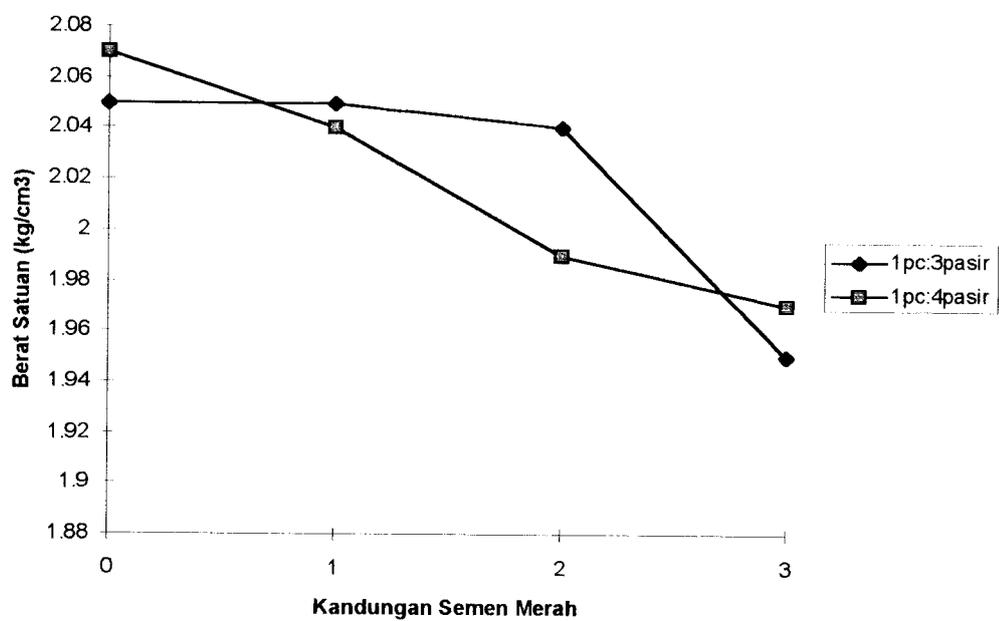
### 3. Perbandingan serapan air mortar uji antara 3 macam semen merah

Dari gambar 4.8 dan gambar 4.9 dapat dianalisis, semen merah dari Banguntapan Bantul mempunyai serapan air yang lebih rendah dibandingkan dengan semen merah dari Gamping Sleman dan Kasihan Bantul. Semen merah dari Banguntapan Bantul mempunyai kering bahan yang baik dan kehalusan butir yang lebih kecil dibandingkan dengan yang lainnya sehingga dapat mengisi rongga-rongga dengan baik.

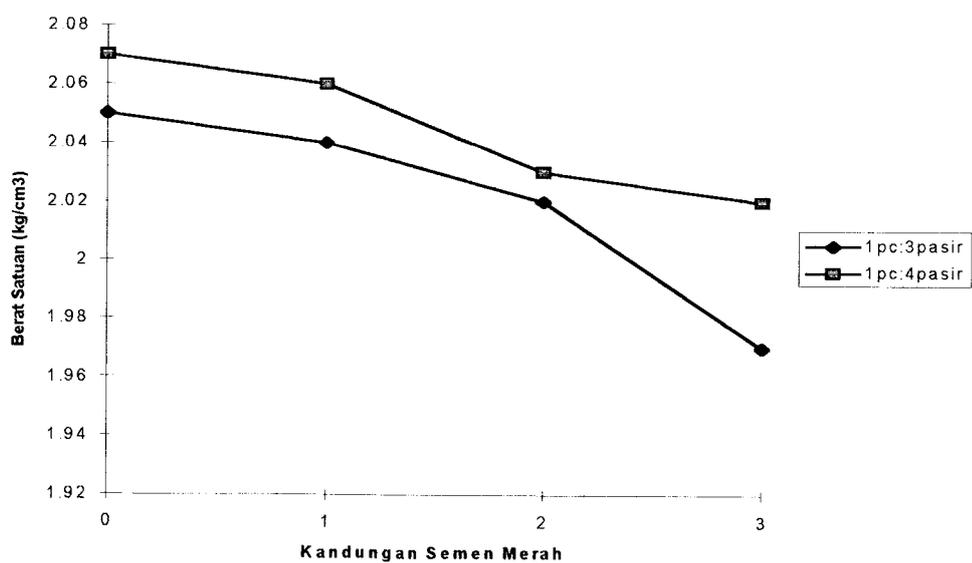
#### 4.2.2 Berat Satuan



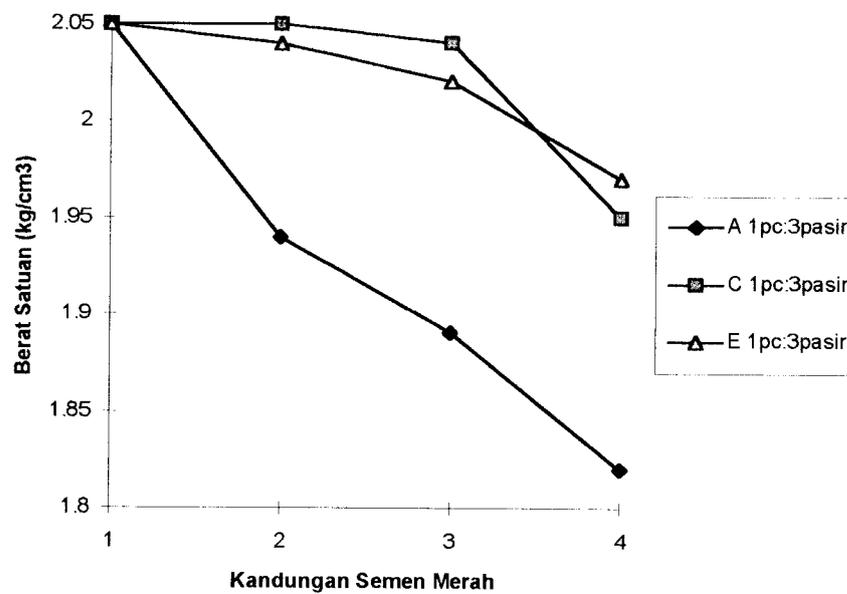
Gambar 4.10 Grafik berat satuan dengan semen merah dari Gamping Sleman



Gambar 4.11 Grafik berat satuan dengan semen merah dari Kasihan Bantul



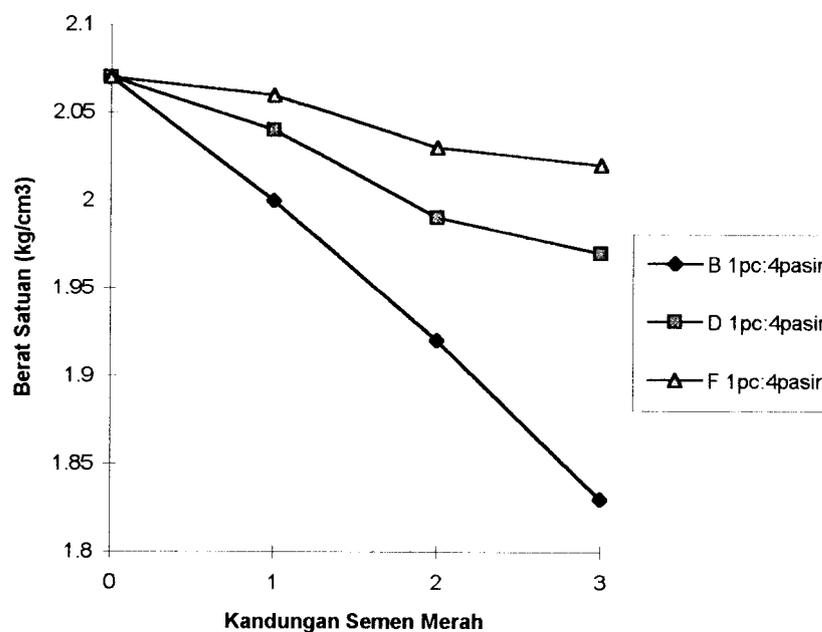
Gambar 4.12 Grafik berat satuan dengan semen merah dari Banguntapan Bantul



Gambar 4.13 Grafik gabungan berat satuan dengan nilai banding 3

keterangan gambar 4.13:

- A 1:3 = nilai banding 1 pc 3 pasir dengan semen merah dari Gamping Sleman
- C 1:3 = nilai banding 1 pc 3 pasir dengan semen merah dari Kasihan Bantul
- E 1:3 = nilai banding 1 pc 3 pasir dengan semen merah dari Banguntapan Bantul



Gambar 4.14 Grafik gabungan berat satuan dengan nilai banding pasir 4

keterangan gambar 4.14:

- B 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Gamping Sleman.
- D 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Kasihan Bantul.
- F 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Banguntapan

Bantul.

#### 1. Pengaruh Penambahan Jumlah Pasir

Data yang tertera pada Tabel 4.3, gambar 4.2, gambar 4.10, gambar 4.11 dan gambar 4.12 menunjukkan penambahan jumlah pasir mempengaruhi berat satuan mortar uji yang secara keseluruhan untuk semua campuran mengalami kenaikan. Apabila dibandingkan dengan berat satuan yang dimiliki mortar uji

dengan volume pasir 3, maka pada volume pasir 4 berat satuan mengalami kenaikan rata-rata 1,89% untuk campuran memakai semen dari Gamping Sleman, penurunan rata-rata 0,31% untuk campuran memakai semen merah dari Kasihan Bantul dan kenaikan rata-rata 1,66% untuk campuran semen merah dari Banguntapan Bantul. Kenaikan tersebut karena pasir mempunyai berat satuan yang paling besar diantara bahan-susun lainnya.

Pada mortar perbandingan 1:3:1 dan 1:3:2 untuk semen merah dari Kasihan Bantul mengalami penurunan berat satuan, penurunan berat satuan tersebut terjadi karena semakin banyak pasir yang digunakan, rongga yang terbentuk juga semakin meningkat. Hal ini dapat mengurangi kemampuan semen portland untuk mengisi rongga dan sebagai gantinya rongga diisi oleh udara dan atau semen merah.

## 2. Pengaruh penambahan semen merah

Secara umum penambahan semen merah mengurangi berat satuan mortar uji, perubahan berat satuan yang dimaksud jika dibandingkan dengan mortar uji tanpa kandungan semen merah..

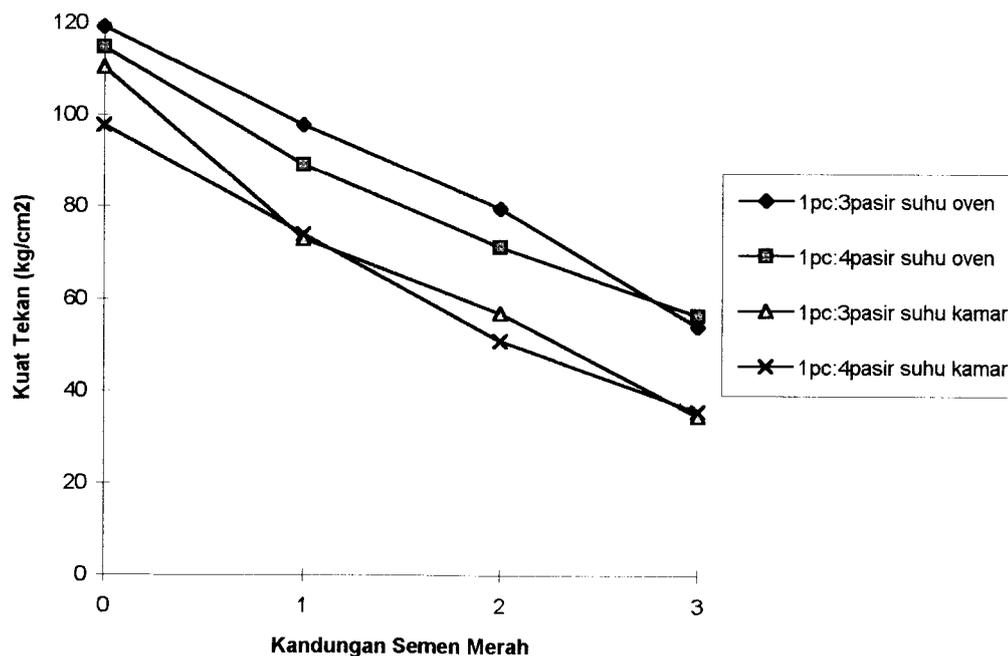
Pada perbandingan 1:3 berat satuannya berkurang dengan rata-rata 8,13% untuk semen merah dari Gamping Sleman, 1,79% untuk semen merah dari Kasihan Bantul dan 1,95% untuk semen merah dari Banguntapan Bantul. Sedangkan pada campuran 1:4 rata-rata berkurang 7,75% untuk semen merah dari Gamping Sleman, 3,38% untuk semen merah dari Kasihan Bantul dan 1,61% untuk semen merah dari Banguntapan Bantul.

Pada perbandingan 1:3 dan 1:4 secara umum berat satuannya menurun, menunjukkan pori yang terbentuk hanya terisi udara dan atau semen merah, sementara butiran semen portland belum mampu mengikat pasir dan semen merah.

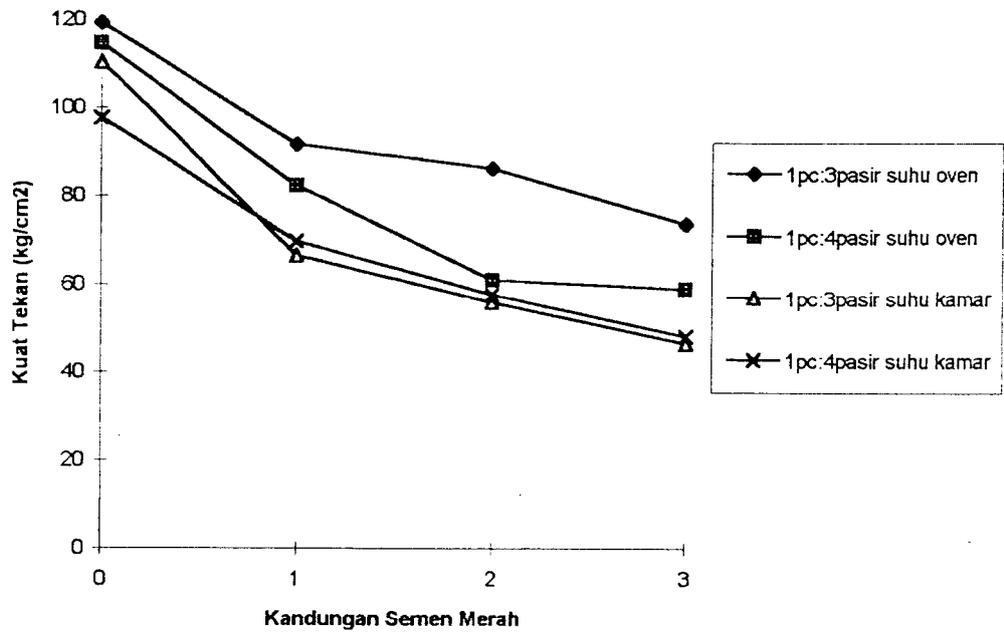
### 3. Perbandingan berat satuan antara 3 macam semen merah

Dari gambar 4.13 dan gambar 4.14 dapat dianalisis nilai banding pasir 3, semen merah dari Kasihan Bantul mempunyai berat satuan yang lebih besar dan untuk nilai banding pasir 4, semen merah dari Banguntapan Bantul mempunyai berat satuan yang lebih besar.

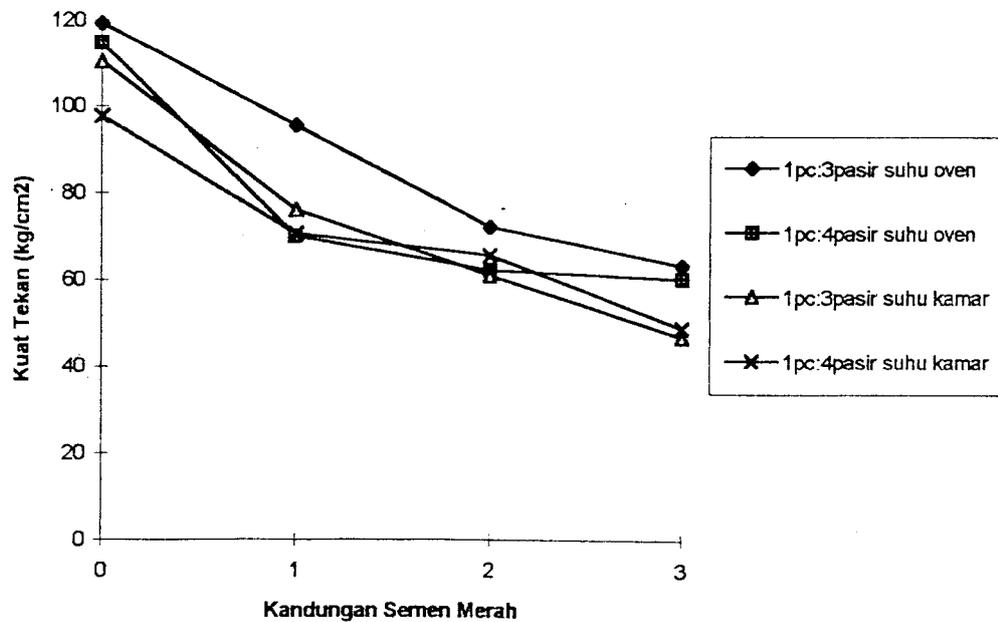
#### 4.4.3. Kuat tekan



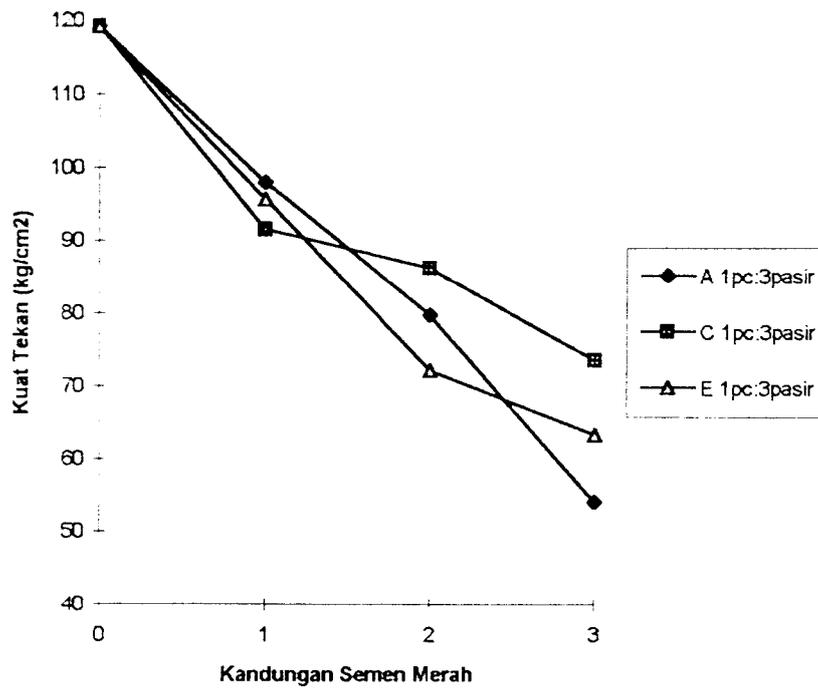
Gambar 4.15 Grafik kuat tekan suhu oven dan suhu kamar dengan semen merah dari Gamping Sleman.



Gambar 4.16 Grafik Kuat tekan suhu oven dan suhu kamar dengan semen merah dari Kasihan Bantul



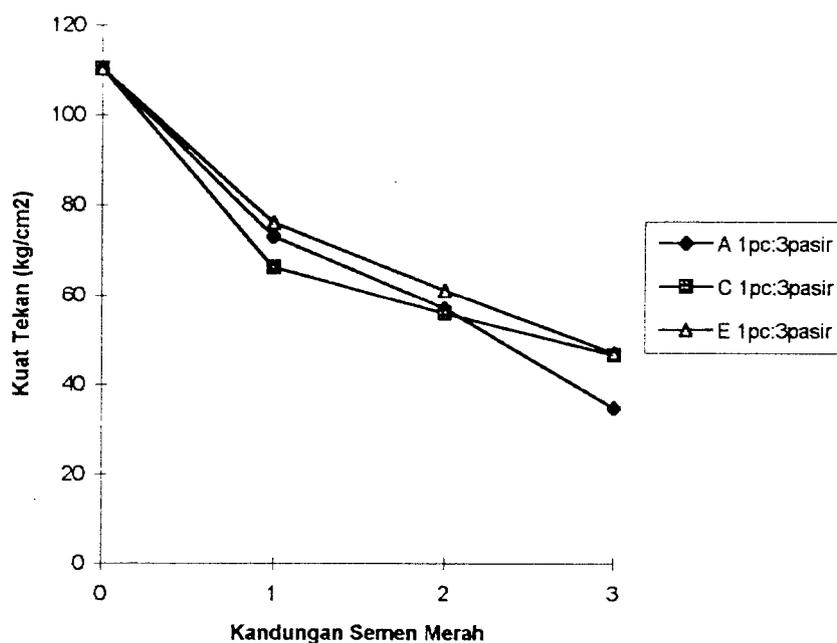
Gambar 4.17 Grafik Kuat tekan suhu oven dan suhu kamar dengan semen merah dari Banguntapan Bantul



Gambar 4.18 Grafik gabungan kuat tekan dengan nilai banding pasir 3  
untuk suhu oven

keterangan gambar 4.18:

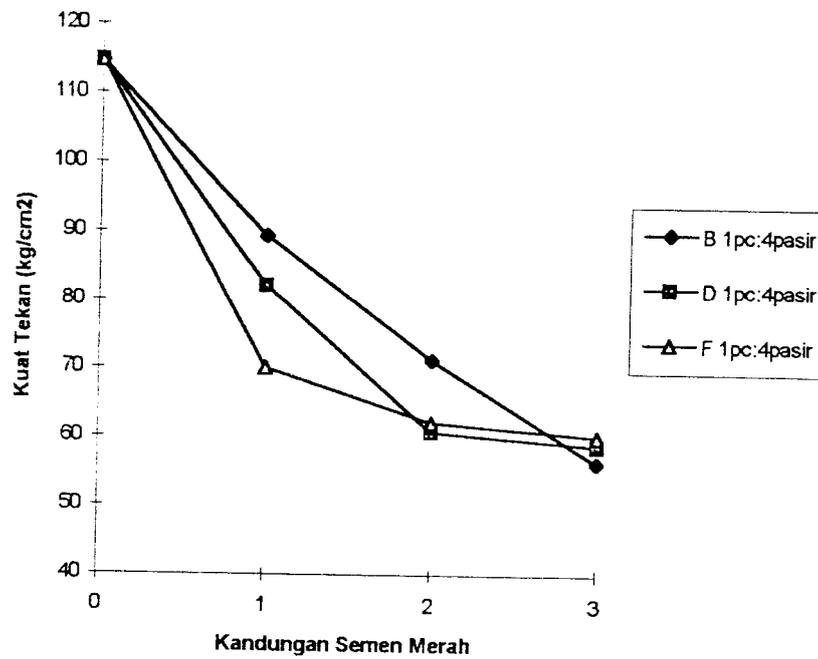
- A 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Gamping Sleman.
- C 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Kasihan Bantul.
- E 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Banguntapan Bantul.



Gambar 4.19 Grafik gabungan kuat tekan dengan nilai banding pasir 3 untuk suhu kamar

keterangan gambar 4.19:

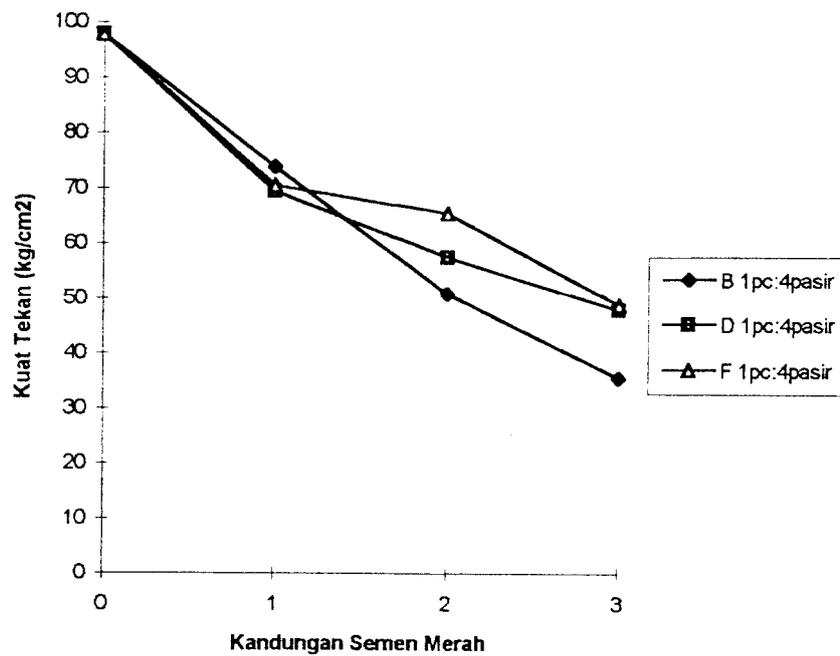
- A 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Gamping Sleman.
- C 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Kasihan Bantul.
- E 1:3 = nilai banding 1pc:3pasir dengan semen merah dari Banguntapan Bantul.



Gambar 4.20 Grafik gabungan kuat tekan dengan nilai banding pasir 4 untuk suhu oven

keterangan gambar 4.20:

- B 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Gamping Sleman.
- D 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Kasihan Bantul.
- F 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Banguntapan Bantul.



Gambar 4.21 Grafik gabungan kuat tekan dengan nilai banding pasir 4 untuk suhu kamar

keterangan gambar 4.21:

- B 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Gamping Sleman.
- D 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Kasihan Bantul.
- F 1:4 = nilai banding 1pc:4pasir dengan semen merah dari Banguntapan Bantul.

Tabel 4.6 Peraturan Kuat Tekan Tras dan Semen Merah

Persyaratan	Tingkat I	Tingkat II	Tingkat III
kadar air bebas dalam % pada suhu 110°C	<6	6-8	8-10
Kehalusan : Semen Merah seluruhnya harus lewat ayakan 2.5mm : sisa diatas ayakan 0,21mm.	<10	10-30	30-50
Waktu pengikatan : Dinyatakan dari kelipatan dari 24 jam.	1	2	3
Keteguhan adukan, pada umur 14 hari dalam kg/cm <sup>2</sup> :			
- Keteguhan tekan	100	100-75	75-50
- Keteguhan tarik	16	16-12	12-8

Dari Tabel 4.4, Tabel 4.5, gambar 4.15, gambar 4.16 dan gambar 4.17 pada perlakuan suhu oven dan suhu kamar dapat dianalisis hasil rata-rata terhadap mortar semen dan tabel 4.6 sebagai berikut ini.

- a) Perbandingan campuran adukan mortar 1 semen : 3 pasir : 1 semen merah mengalami penurunan 33,72% untuk suhu kamar dan 17,92% untuk suhu oven. Terhadap Tabel 4.6 mortar campuran 1:3:1 perlakuan suhu kamar termasuk tingkat III dan mortar perlakuan suhu oven termasuk tingkat II.
- b) Perbandingan campuran adukan mortar 1 semen : 3 pasir : 2 semen merah mengalami penurunan 48,48% untuk suhu kamar dan 33,22% untuk suhu oven. Terhadap Tabel 4.6 mortar campuran 1:3:2 perlakuan suhu kamar termasuk tingkat III dan mortar perlakuan suhu oven termasuk tingkat II.
- c) Perbandingan campuran adukan mortar 1 semen : 3 pasir : 3 semen merah mengalami penurunan 68,62% untuk suhu kamar dan 54,66% untuk suhu oven.

Terhadap Tabel 4.6 mortar campuran 1:3:3 perlakuan suhu kamar di bawah kuat tekan tingkat III dan mortar perlakuan suhu oven termasuk tingkat III.

- d) Perbandingan campuran adukan mortar 1 semen : 4 pasir : 1 semen merah mengalami penurunan 24,20% untuk suhu kamar dan 22,19 % untuk suhu oven. Terhadap Tabel 4.6 mortar campuran 1:4:1 perlakuan suhu kamar termasuk tingkat III dan mortar perlakuan suhu oven termasuk tingkat II.
- e) Perbandingan campuran adukan mortar 1 semen: 4 pasir : 2 semen merah mengalami penurunan 47,97% untuk suhu kamar dan 37,89% untuk suhu oven. Terhadap Tabel 4.6 mortar campuran 1:4:2 perlakuan suhu kamar termasuk tingkat III dan mortar perlakuan suhu oven termasuk tingkat III.
- f) Perbandingan campuran adukan mortar 1 semen: 4 pasir : 3 semen merah mengalami penurunan 63,67% untuk suhu kamar dan 50,80% untuk suhu oven. Terhadap Tabel 4.6 mortar campuran 1:4:2 perlakuan suhu kamar termasuk tingkat III dan mortar perlakuan suhu oven termasuk tingkat III.

Dari analisa di atas dapat dijabarkan sebagai berikut ini:

#### 1. Pengaruh penambahan jumlah pasir

Dari Tabel 4.4, Tabel 4.5, gambar 4.15, gambar 4.16 dan gambar 4.17 secara umum penambahan volume pasir cenderung menurunkan kuat tekan mortar pada semua benda uji dengan perlakuan suhu oven maupun perlakuan suhu kamar. Penurunan yang dimaksud adalah perbandingan antara kuat tekan angka banding pasir 4 terhadap angka banding pasir 3.

Perbandingan 1:4:3 campuran semen merah dari Gamping Sleman dengan perlakuan suhu oven dan suhu kamar, perbandingan 1:4:1, 1:4:2, 1:4:3 campuran semen merah dari Kasihan Bantul dengan perlakuan suhu kamar, perbandingan 1:4:2 dan 1:4:3 dari campuran semen merah dari Banguntapan perlakuan suhu kamar mengalami kenaikan kuat tekan. Disini semen merah sebagai bahan pengisi berfungsi dengan baik, dimana pasir dengan komposisi yang lebih besar menimbulkan pori-pori yang lebih besar pula. Selanjutnya pori-pori tersebut diisi oleh semen merah dan mengakibatkan pori-pori itu menjadi rapat.

## 2. Pengaruh penambahan semen merah

Penambahan semen merah yang diharapkan dapat mengisi pori-pori tidak dapat berfungsi dengan baik. Menurunnya kuat tekan ini mengakibatkan mengganggu daya lekat semen portland. Selain itu terjadi *bleeding* atau keluarnya air dari adukan yang membawa serta butiran-butiran semen dan mengakibatkan terbentuknya kapiler. Semen merah dapat memberikan kontribusi kekuatan pada benda uji dengan nilai banding pasir 4. Dengan penambahan volume semen merah nilai banding 2 kuat tekannya meningkat 0,05% untuk suhu kamar, volume semen merah nilai banding 3 kuat tekannya meningkat 4,18% untuk suhu oven dan 3,2% untuk suhu kamar.

### 3. Pengaruh perlakuan suhu

Dari hasil penelitian terlihat benda uji dengan perlakuan suhu oven kuat tekan yang dihasilkan lebih tinggi daripada perlakuan suhu kamar. Hal ini terjadi dapat terjadi karena pada perlakuan suhu mortar uji masih mengandung air.

Apabila diberi tekanan (beban desak), air yang masih terkandung dalam mortar, akan turut terdesak dan berusaha untuk keluar. Oleh karena pori pada benda uji tidak mampu menyalurkan kelurnya air, akibatnya kandungan air itu turut menekan dari dalam yang pada akhirnya dapat merenggangkan ikatan diantara butiran sehingga mempercepat hancurnya benda uji dan kekuatan yang dihasilkan akan berkurang.

Sebaliknya pada mortar yang sudah kering, dalam arti tidak mengandung air pori-pori hanya berisi udara. Bila mendapat penekanan maka pori-pori yang terbentuk mampu menyalurkan udara keluar dari dalam benda uji, yaitu melalui celah penguapan (saat di oven). Oleh karena itu tekanan yang diberikan hanya akan ditahan oleh mortar itu sendiri tanpa mendapat desakan internal.

### 4. Perbandingan terhadap Peraturan kuat tekan pada tras dan semen merah

- mortar dengan perlakuan suhu oven

untuk benda uji dengan perbandingan campuran 1:3:1 dan 1:3:2 memenuhi syarat tingkat II, kecuali 1:3:2 untuk benda uji dengan semen merah dari Banguntapan yang hanya memenuhi syarat tingkat III.

Untuk benda uji dengan perbandingan campuran 1:4:1 memenuhi syarat tingkat II, kecuali campuran 1:4:1 untuk benda uji semen merah dari Banguntapan yang hanya memenuhi syarat tingkat III. Sedangkan perbandingan campuran 1:4:2 dan 1:4:3 memenuhi syarat tingkat III.

- mortar dengan perlakuan suhu kamar

Untuk benda uji dengan perbandingan campuran 1:3:1 dan 1:3:2 memenuhi syarat tingkat III, kecuali 1:3:1 untuk semen merah dari Banguntapan memenuhi syarat tingkat II, sedangkan perbandingan campuran 1:3:3 tidak memenuhi syarat tingkat III.

Untuk benda uji dengan perbandingan campuran 1:4:1 dan 1:4:2 memenuhi syarat tingkat III, sedangkan perbandingan campuran 1:4:3 tidak memenuhi syarat tingkat III.

#### 5. Perbandingan kuat tekan antara 3 macam semen merah

Dari gambar 4.18, gambar 4.19, gambar 4.20 dan gambar 4.21 secara umum dapat dianalisa semen merah dari Banguntapan Bantul mempunyai kuat tekan yang lebih besar dibanding semen merah dari Kasihan Bantul dan Gamping Sleman. Hal ini karena semen merah dari Banguntapan Bantul mempunyai kering bahan yang paling baik, kehalusan butiran yang terbaik dan mempunyai serapan air yang lebih kecil.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Serapan air mortar uji pada waktu pengikatan umur 14 hari secara umum menurun seiring dengan meningkatnya jumlah pasir.
2. Penambahan volume pasir cenderung memperbesar berat satuan mortar uji.
3. Penambahan semen merah dapat meningkatkan sifat mudah dikerjakan (*workability*) pada adukan mortar.
4. Penambahan volume semen merah dapat menaikkan serapan air.
5. Penambahan semen merah ternyata dapat menurunkan kuat-tekan mortar pada campuran 1:3 maupun 1:4.
6. Pengaruh perlakuan suhu oven akan menghasilkan kuat-tekan yang lebih tinggi dari pada perlakuan suhu kamar.
7. Faktor pemadatan pada saat pembuatan sampel merupakan hal yang penting, karena berpengaruh pada pembentukan pori-pori udara (*air voids*) dan pori-pori air (*water filled space*)

8. Faktor pengadukan bahan susun pada saat pencampuran dalam kondisi kering maupun saat diberi air akan berpengaruh pada tingkat *homogenitas* adukan. Hal ini akan berakibat pada kekompakan bahan susun dalam membentuk lekatan pada mortar.
9. Pada pemakaian campuran mortar perbandingan 1 semen portland : 3 pasir dengan penambahan semen merah 1 pada perlakuan suhu oven mempunyai kuat tekan terbesar.
10. Secara umum pemakaian campuran mortar perbandingan 1 semen portland : 4 pasir dengan penambahan semen merah 1 pada perlakuan suhu kamar mempunyai kuat tekan terbesar.
11. Secara umum dapat dianalisa campuran semen merah dari pabrik batu bata Banguntapan Bantul mempunyai kuat tekan yang lebih besar dibanding dengan semen merah dari pabrik batu bata Gamping Sleman dan pabrik batu bata Kasihan Bantul.

## 5.2 Saran-saran

Dari uraian diatas dan dengan merujuk pada pembahasan serta hasil penelitian, untuk mendapatkan mortar yang bermutu baik, mudah dikerjakan dan awet. Maka diberikan saran sebagai berikut.

1. Butir-butir semen merah yang digunakan hendaknya dalam keadaan kering dan lebih halus dari pada yang lolos saringan  $\varnothing 2,1$  mm. Supaya semen merah

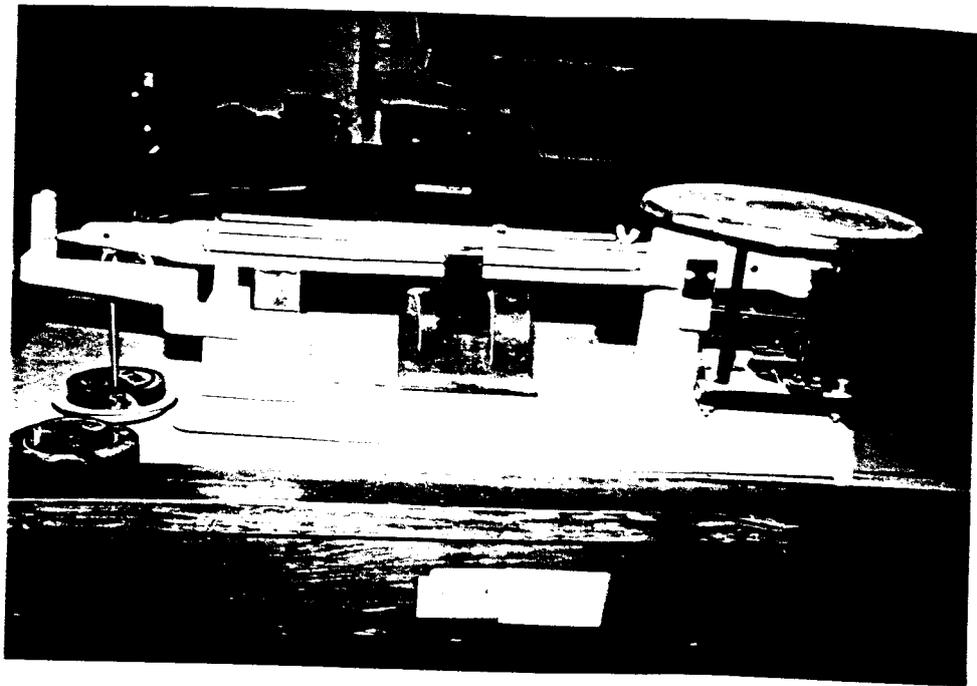
dapat berfungsi dengan baik sebagai bahan pengisi rongga yang terbentuk pada semua campuran.

2. Untuk memperoleh campuran yang *homogen*, akan lebih baik dilaksanakan dengan menggunakan alat mesin pengaduk.
3. Pada saat pencetakan serta pemadatan sampel, harus diperhatikan kepadatan pada waktu pengisian adukan ke cetakan, karena hal ini akan berpengaruh terhadap kuat tekan.
4. Untuk mendapatkan komposisi campuran mortar yang lebih akurat, maka disarankan diadakan penelitian lebih lanjut dengan variasi yang berbeda serta perlu adanya penambahan variasi pasir dan semen merah.
5. Slump pada setiap variasi campuran dibuat seseragam mungkin atau selisihnya sekecil mungkin agar didapatkan tingkat kelecakan tiap adukan yang sama.
6. Dalam pembuatan mortar, hendaknya digunakan pasir dengan gradasi yang baik. Terutama apabila mortar tersebut akan diaplikasikan menjadi paving block. Hal ini dimaksudkan supaya dihasilkan mortar atau paving block dengan mutu yang baik (kuat tekan tinggi)
7. Pada campuran 1:3 dan 1:4 disarankan tidak memakai penambahan semen merah dengan nilai banding 3, karena hasilnya tidak memenuhi syarat peraturan kuat tekan tras dan semen merah.
8. Untuk mendapatkan kuat-tekan yang lebih baik, disarankan memakai semen merah dari Banguntapan Bantul..

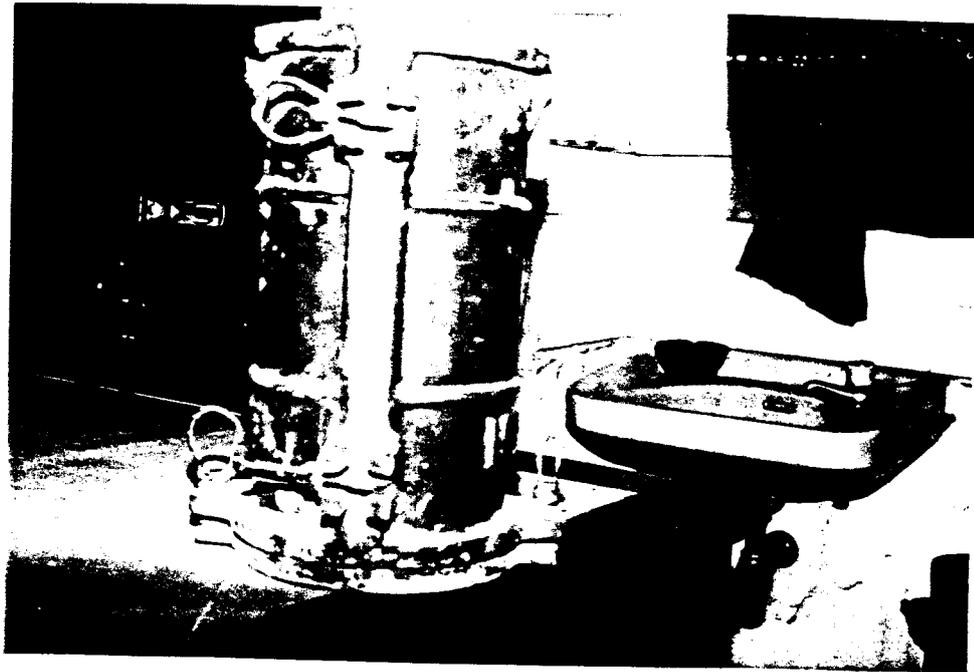
## DAFTAR PUSTAKA

1. Dirjen Cipta Karya. 1979. *Peraturan Tras Dan Semen Merah Indonesia (NI-20)*. Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, DPU dan Tenaga Listrik, Jakarta.
2. Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*, standar SKSNI M-111-1990-03. Yayasan Badan Penelitian Pekerjaan Umum, Jakarta.
3. Kusuma, G. H, 1993. *Pedoman Pengerjaan Beton Berdasar SK- SNI T-15-1991-03*, Erlangga, Jakarta.
4. Murdock, L.J. and Brook, K.M. dan Hendarko, S. 1979. *Bahan dan Praktek Beton*. Erlangga, Jakarta.
5. Singh, S, 1992 (5<sup>th</sup> Revised Edition). *Engineering Materials*, A-149, Main Vikas Marg, Delhi.
6. Tjokrodimulyo, K. 1995. *Buku Ajar Teknologi Baton*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
7. Widjoyo, Sutopo E dan Probowo, 1977. *Bhakti, Ilmu Bahan Bangunan I*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.

# **L A M P I R A N**



Gambar L.1 Alat Timbang



Gambar L.2 Tabung Silinder



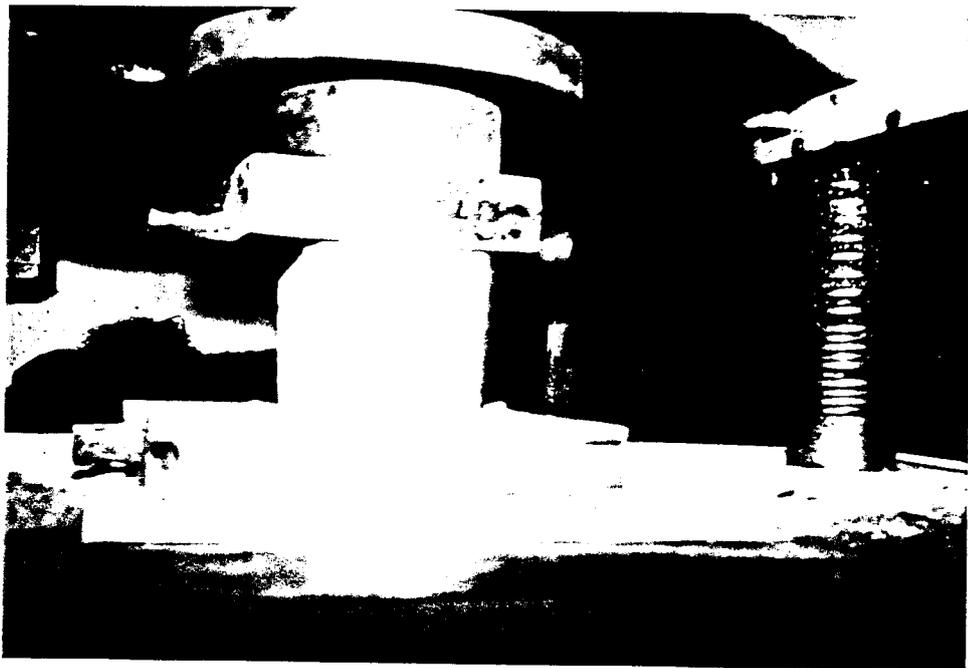
Gambar L.3 Proses Pencetakan Benda uji



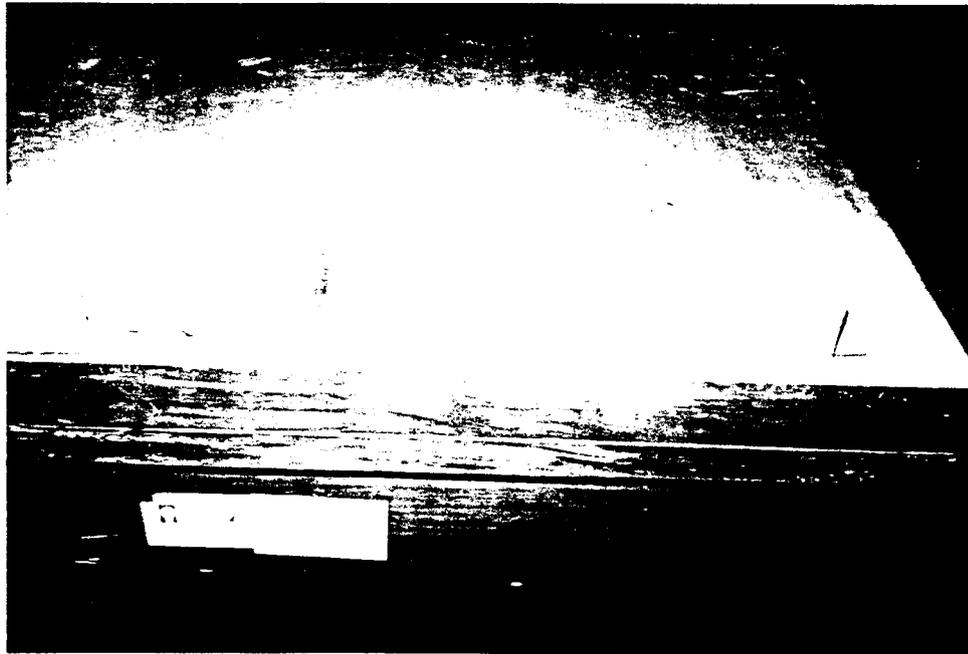
Gambar L.4 Proses Perendaman Benda Uji



Gambar L.7 Proses Pengeringan Benda Uji Dalam Desikator



Gambar L.8 Proses Pengujian Kuat Tekan Benda Uji



Gambar L.9 Benda Uji Setelah Diuji Tekan



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	Dadang Nugraha	89 310 133		Konstruksi
2.	Soni Sudrajat	90 310 078		Konstruksi

Dosen Pembimbing I : Ir. Mochammad Teguh, MSCE

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

1

2



Yogyakarta, 09 Mei 1996  
A/n Dekan.

Ir. Bambang Sulistiono, MSCE

## CATATAN - KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke:	KETERANGAN	Paraf
	28/05/96 3/06/96		Perbaiki Perbaiki & lengkapi abstrak Perjelas alasan pemilihan pulp campuran warna 1:3:X dan 1:4:X serta batasan pemakaian tipe bata merah.	<i>[Signature]</i>
	6/6/96		Lanjutan	<i>[Signature]</i>
	6/08/96		Perbaiki kutipan Azuda	<i>[Signature]</i>
	31/08/96		dasar. Tambahkan plecbahan → Tambahkan Grafik gab. dan kesimpulannya	<i>[Signature]</i>
	09/09/96		→ a@@, dapat di lanjutkan	<i>[Signature]</i>
	09/09/96		ke Plecbahan I Lengkapi: Daftar isi Prakata Lihat kesimpulan didlm.	<i>[Signature]</i>
	24/09/96 25/09/96		Perbaiki sedikit Ace untuk seminar	<i>[Signature]</i>