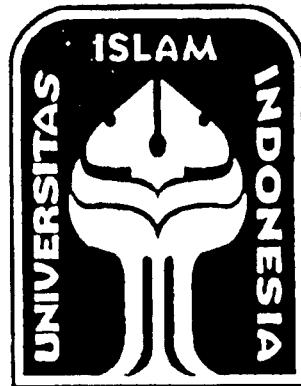


## Tugas Akhir

### **Pengaruh Variasi Bentuk Permukaan Bata Terhadap Kekuatan Dinding Pasangan Bata**

*(The Effects of The Variation of Bricks Surface Shapes To The Brick  
Masonry Strength)*



الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية

*Disusun Oleh :*

**Nama : SATRIO BIMANTORO**

**No. Mahasiswa : 99 511 122**

**Nama : TRIYANTO**

**No. Mahasiswa : 99 511 100**

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

**2004**

**Tugas Akhir**

**Pengaruh Variasi Bentuk Permukaan Bata Terhadap  
Kekuatan Dinding Pasangan Bata**  
*(The Effects of The Variation of Bricks Surface Shapes To The Brick  
Masonry Strength)*

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

*Disusun Oleh :*

**Nama : SATRIO BIMANTORO**  
**No. Mahasiswa : 99 511 122**

**Nama : TRIYANTO**  
**No. Mahasiswa : 99 511 100**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2004**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**

**Pengaruh Variasi Bentuk Permukaan Bata Terhadap**  
**Kekuatan Dinding Pasangan Bata**  
*(The Effects of The Variation of Bricks Surface Shapes To The Brick*  
*Masonry Strength)*

*Disusun Oleh :*

**Nama : SATRIO BIMANTORO**

**No. Mahasiswa : 99 511 122**

**Nama : TRIYANTO**

**No. Mahasiswa : 99 511 100**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D.**

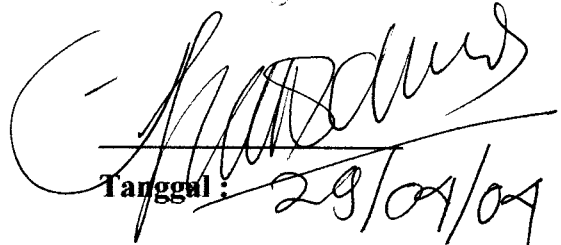
**Dosen Pembimbing I**



**Tanggal : 29/04/2004**

**Ir. H. Suharyatmo, MT.**

**Dosen Pembimbing II**



**Tanggal : 29/04/04**

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalaamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillahirabbil'alamiin, segala puji bagi Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul :

PENGARUH VARIASI BENTUK PERMUKAAN BATA TERHADAP KEKUATAN DINDING PASANGAN BATA.

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi dan melengkapi salah satu syarat dalam mencapai gelar kesarjanaan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulis sepenuhnya sadar bahwa dalam penulisan tugas akhir ini banyak mendapat kesulitan karena keterbatasan kemampuan yang penulis miliki, baik dalam pengalaman maupun teori ilmu beton dan mekanika bahan. Namun terdorong dengan tekad yang besar untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya serta dorongan dan bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat tersusun.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat dibawah ini.



1. Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Ir. H. Suharyatmo, MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Ir. Helmy Akbar Bale, MT. selaku Dosen Tamu Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Ir. Munadhir, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Staf Pengajaran Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
7. CEEDEDS (*Center for earthquake Engineering, Dynamic Effect, and Disaster Studies*), Universitas Islam Indonesia yang menjadi sumber inspirasi penulisan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir dan penyusunan laporan ini.

Penghargaan yang khusus penulis sampaikan kepada Ayahanda, Ibunda, Kakanda dan Adinda tercinta serta teman-teman semua yang telah ikut mendoakan

dan memberi banyak dorongan moril dan materiil selama penulis mengikuti perkuliahan hingga selesainya tugas akhir ini. Semoga Allah SWT memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Amin.

Akhirnya besar harapan penyusun semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua di masa sekarang maupun di masa yang akan datang. Aamin Ya Robbal 'Aalamiin.

*Wabillaahittaufiq wal hidaayah.*

*Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.*

Yogyakarta, April 2004

Penyusun

## #HALAMAN PERSEMBAHAN

*Allhamdulillah Rabbil'Aalamiin, Segala Puji bagi Allah SWT, yang selalu melimpahkan berkah dan hidayahNya serta tak lupa kepada junjungan kita Nabi Muhammad Saw hingga kita selalu dalam Iman, Ihsan dan Islam serta memberikan kemudahan kepada kita semua khususnya kepada Saya untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.*

*Kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk :*

*Ayahanda Drs. Muhammad Maksum dan Ibunda Murni yang tercinta sebagai bukti baktiku sebagai anak yang telah memberikan doa dan dukungannya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik Pa..Ma.. Bima udah Sarjanaaa, doain lagi yaaaa.. Supaya dapet kerja...*

*Terimakasihku untuk :*

*Special untuk keluarga di Medan Mas Bowo, Mbak Dewi, Mas Arief, Mbak Ana dan Dewa (My First Nephew) yang slalu memberikan nasehat dan dukungannya...Skali maju mundur kita Berpantang...Truzz boeat bintang terindah dari Kendari "Shantie"...Sinarmu 'kan slalu menerangi indah Malamku..., kamu yang mengajarkan sesuatu yang gak mungkin menjadi mungkin ( Nothing is Impossible ), Gak lupa buat Trie (My Best Partner)..Orang tenang jago Renang, Teman Kontrakan Minomartani Anggi, Zeal, Amars, Oxem, Bang Ale yang bikin Hidup lebih Hidup....Iyaauuoo..(kapan kita nyekek botol lagi coyy...), Toen, Amel, Pudik, Mas Panji, Doni, Sigit, Raka 'n teman-teman Sipil klas F ( Ente pade emang temen2 Gua yang paling Top Abizzz...), Jack Sparrow (Crazy Cat)..cakar apapun yang bisa kau cakar, Motor Gl Pro Bk 2605 Dy (Ibra'im) yang slalu setia menemaniku kemanapun, buat Kehidupan malam di Jogja.. Pissz Azaa., Buat Musuh abadi sebelah rumah SIKUMIS..Akulah terror yang Mengguncang Malam, tunggu Pembalasanaku... dan teman2 yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas partisipasinya slama proses penyelesaian TA.... Thanks 'n I miss U All...*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Allhamdulillah Rabbil'Alamiin, Segala Puji bagi Kehadirat Allah SWT, yang selalu melimpahkan berkah dan hidayah-Nya, serta tak lupa kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW hingga kita selalu dalam Iman, Ihsan dan Islam serta memberikan kemudahan kepada kita semua khususnya kepada Saya untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini*

### *Kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk :*

*Ayahanda Gimo dan Ibunda Painah tercinta yang telah memberikan doa dan dukungannya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik, Terimalah kesederhanaan ini sebagai bukti baktiku sebagai anak, yang tidak akan pernah bisa mengantikan waktu dan tenaga Ayahanda dan Ibunda yang telah merawat ananda sampai sekarang dan seterusnya...*

### *Terimakasihku untuk :*

*Special untuk keluarga ku di Yogya abangku Mas Eko, Mas Margi, dan Adekku Nining, untuk segala dukungan dan nasehat (emang ada? he..he..) And sepupuku Dindhut (truskan Dietmu).*

*Orang yang mengantarkan aku ke "pintu mahasiswa" Mas Egard (sorry adek duluan ya, he... he...) dan teman kecilnya Mas Helmy (kita bareng nih).*

*My inspiration "Mori", you're present in my life just like a water in my desert of life. make me feel so complete.*

*Untuk my partner bima, tumpas kejahatan maju trus keadilan. Mas arief And the genk Minomartani Anggi, Zeal, Amars, Bang Ale dan pensionannya Raka yang bikin Hidup lebih berisik... (kumis itu bukan untuk ditakuti tapi dikerjain...)*

*Mas Panji bimbinganmu tiada taranya. Toen, Amel, Pudik, Donny, Sigit 1, Sigit 2, Pu-punk, Surya, Priyo, Udin (perjuangan kita emang berat, truskan sampai titik darah penghabisan). Teman-teman Sipil kelas F (F=Friends),*

*"ontelku" walaupun kedatanganmu telat tapi memberikan arti penting buat kemajuanku.*

*And the last buat teman2 yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas partisipasinya slama proses penyelesaian TA dan kehidupan kampusku....*

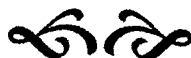
*Thanks 'n I miss U All Already....*

## ☯ MOTTO ☯

*" Janganlah menjadi seseorang yang duduk didepan perapian,  
melihat api terbakar sia-sia kemudian menjadi abu....  
Jangan serahkan kepercayaanmu dan usahamu  
pada keputusan yang disebabkan apa yang terjadi dimasa lalu,  
karena mengharapkan sesuatu yang tidak akan pernah bisa kembali  
merupakan kelemahan manusia yang paling buruk.... "*

*" Cinta kasih didalam hati itu terbagi-bagi bagaikan dahan-dahan pohon.  
Jika pohon itu kehilangan satu dahan yang kuat,  
ia akan menderita namun tidak akan mati.  
Pohon itu akan menumpahkan seluruh daya hidupnya ke dalam dahan  
berikutnya, sehingga ia akan tumbuh dan mengisi tempat yang kosong "*

*" Hanya dia yang polos dapat  
hidup dan berkembang dalam sinar surya,  
Hanya dia yang tanpa kayuh  
dapat mengarungi samudra abadi,  
Hanya dia yang kelam bersama malam akan tergugah bangun  
pada saat fajar pagi, dan  
Hanya dia yang tenggelam bersama akar, tertanam timbunan salju  
akan muncul pada musim semi baru "*



## *MOTTO*

*“Niat itu untuk kekuatan jiwa, jadi berniatlah untuk kehidupan di dunia dan akhirat yang lebih baik.”*

*“Penuh dengan kesederhanaan dan kejujuran.”*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>MOTTO.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR SIMBOL.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xxi</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xxii</b>
<b>BAB I    PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Lokasi Penelitian.....	5
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Tembakan.....	6

2.2 Bata .....	9
2.3 Penelitian terdahulu .....	10
2.3.1 Penelitian bentuk <i>paving block</i> .....	10
2.3.2 Bentuk batako .....	10
2.3.3 Bentuk benda uji kubus dan silinder pada beton.....	11
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>13</b>
3.1 Material Tembakan.....	13
3.1.1 Bata.....	13
3.1.2 Pasir.....	16
3.1.3 Kapur.....	18
3.1.4 Air.....	19
3.1.5 Semen.....	19
3.2 Mortar.....	21
3.3 Pengujian Material Tembakan.....	22
3.3.1 Penentuan Dimensi Bata.....	22
3.3.2 Penentuan Berat Bata.....	23
3.3.3 Serapan Air Bata.....	24
3.3.4 Kandungan Garam Bata.....	25
3.3.5 Kuat Tekan Bata.....	26
3.3.6 Kuat Lentur Bata ( <i>Modulus of Rupture</i> ).....	27
3.3.7 Kandungan Lumpur Pasir.....	29
3.3.8 Kuat Tekan Mortar.....	30



3.3.9	Kuat Tarik Mortar.....	31
3.3.10	Kuat Lekatan Bata Dengan Mortar.....	32
3.4	Pengujian Pasangan Bata.....	34
3.4.1	Pengujian Kuat Tekan Pasangan Bata.....	34
3.4.2	Pengujian Kuat Lentur Pasangan Bata.....	36
3.4.3	Pengujian Kuat Geser Pasangan Bata.....	37
3.5	Analisis Grafik Tegangan dan Regangan.....	39
3.6	Standar Deviasi.....	43
<b>BAB IV</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>44</b>
4.1	Bahan Penelitian.....	44
4.2	Macam Pengujian dan <i>Output</i> .....	46
4.2.1	Pengujian Material Penyusun.....	46
4.2.2	Pengujian Pasangan Bata.....	48
4.3	Hasil dan Pembahasan.....	49
4.4	Alat Penelitian.....	49
4.5	<i>Flow Chart</i> .....	50
<b>BAB V</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>51</b>
5.1	Hasil Penelitian.....	51
5.2	Pembahasan.....	60
5.2.1	Tinjauan Umum.....	60
5.2.2	Analisis Bata.....	61
5.2.2.1	Kuat tekan bata .....	61

5.2.2.2 Kuat lentur bata .....	64
5.2.3 Analisis Mortar.....	65
5.2.3.1 Kuat tekan mortar .....	65
5.2.3.2 Kuat tarik mortar .....	66
5.2.4 Lekatan bata .....	67
5.2.5 Analisis Pasangan Bata .....	68
5.2.5.1 Pengaruh Bentuk Permukaan Bata dengan Kuat Tekan Pasangan Bata.....	69
5.2.5.2 Pengaruh Bentuk Permukaan Bata dengan Kuat Lentur Pasangan Bata.....	75
5.2.5.3 Pengaruh Bentuk Permukaan Bata dengan Kuat Geser Pasangan Bata.....	79
5.2.5.4 Pengaruh Bentuk Permukaan Bata Terhadap Penambahan Mortar.....	82
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>84</b>
6.1 Kesimpulan.....	84
6.2 Saran.....	85
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>xxiii</b>
<b>LAMPIRAN A</b>	
<b>LAMPIRAN B</b>	
<b>LAMPIRAN C</b>	

## Daftar Simbol

$A$	Luas penampang
$A_n$	Luas bersih bidang geser
$b$	Lebar, daerah penyempitan
$d$	Bentang, jarak antar dukungan
$E$	Modulus elastis
$H$	Tinggi pasangan bata
$h$	Tebal, daerah penyempitan
$L$	Lebar pasangan bata
$l$	Lebar bata atau mortar, panjang semula
$N$	Banyaknya sampel benda uji
$n$	Persentase dari luas daerah padat pasangan bata
$P$	Gaya, beban
$P_m$	Beban maksimum
$P_s$	Berat specimen
$p$	Panjang bata atau mortar
$Sd$	Standar deviasi
$T$	Tebal pasangan bata
$t$	Tinggi bata
$V$	Volume
$W$	Berat Bata
$W_c$	Berat dingin bata
$W_d$	Berat kering bata
$W_s$	Berat bata jenuh
$x$	Nilai benda uji
$\Delta$	Pemendekan atau perpanjangan bahan akibat pembebanan
$\varepsilon$	Regangan normal
$\varepsilon_d$	Regangan tekan
$\varepsilon_t$	Regangan tarik

$\epsilon_l$	Regangan lentur
$\epsilon_{pl}$	Regangan batas sebanding
$\epsilon_u$	Regangan batas, maksimum, patah
$\epsilon_y$	Regangan leleh
$\sigma$	Tegangan normal
$\sigma_d$	Tegangan atau kuat tekan
$\sigma_{dr}$	Tegangan atau kuat tekan rata-rata
$\sigma_t$	Tegangan atau kuat tarik
$\sigma_{tr}$	Tegangan atau kuat tarik rata-rata
$\sigma_l$	Tegangan atau kuat lentur
$\sigma_{lr}$	Tegangan atau kuat lentur rata-rata
$\sigma_{lk}$	Tegangan atau kuat lekatan
$\sigma_{lkr}$	Tegangan atau kuat lekatan rata-rata
$\sigma_{pl}$	Tegangan batas sebanding
$\sigma_u$	Tegangan batas, maksimum, patah
$\sigma_y$	Tegangan leleh
$\tau$	Tegangan atau kuat geser
$\tau_r$	Tegangan atau kuat geser rata-rata
$\tau_{pl}$	Tegangan batas sebanding dalam geser
$\tau_u$	Tegangan batas, maksimum, patah dalam geser
$\tau_y$	Tegangan leleh dalam geser
$\mu$	Duktilitas

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Daftar Ayakan.....	16
Tabel 3.2	Klasifikasi Semen Portland Utama.....	20
Tabel 3.3	Dimensi Bata Standar Indonesia (NI-10).....	23
Tabel 3.4	Mutu dan Kuat Tekan Bata (NI-10).....	27
Tabel 5.1	Dimensi dan berat bata rata-rata.....	51
Tabel 5.2	Berat volume dan penyerapan air rata-rata.....	52
Tabel 5.3	Kandungan kadar garam bata rata-rata .....	52
Tabel 5.4	Kuat tekan bata rata-rata.....	53
Tabel 5.5	Kuat lentur bata rata-rata.....	53
Tabel 5.6	Persentase berat kandungan lumpur pasir rata-rata.....	53
Tabel 5.7	Kuat tekan mortar s:k:p = 1:1:5 rata-rata.....	54
Tabel 5.8	Kuat tekan mortar s:k:p = 1:3:10 rata-rata.....	54
Tabel 5.9	Kuat tarik mortar s:k:p = 1:1:5 rata-rata.....	55
Tabel 5.10	Kuat tarik mortar s:k:p = 1:3:10 rata-rata.....	55
Tabel 5.11	Lekatan bata rata-rata s:k:p = 1:1:5.....	56
Tabel 5.12	Lekatan bata rata-rata s:k:p = 1:3:10.....	56
Tabel 5.13	Kuat tekan dan jenis kerusakan pasangan bata.....	57
Tabel 5.14	Kuat lentur dan jenis kerusakan pasangan bata .....	58

Tabel 5.15	Kuat geser dan jenis kerusakan pasangan bata .....	59
Tabel 5.16	Persentase penambahan volume mortar.....	60
Tabel 5.17	Kuat tekan bata dan standar deviasi.....	61
Tabel 5.18	Kuat lentur bata dan standar deviasi .....	64
Tabel 5.19	Kuat tekan mortar dan standar deviasi .....	65
Tabel 5.20	Kuat tarik mortar dan standar deviasi .....	66
Tabel 5.21	Lekatan bata s:k:p=1:1:5 dan s:k:p=1:3:10 rata-rata.....	67
Tabel 5.22	Kuat tekan pasangan bata dan standar deviasi.....	69
Tabel 5.23	Persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan pasangan bata	70
Tabel 5.24	Karakteristik kuat tekan pasangan bata.....	72
Tabel 5.25	Kuat lentur pasangan bata dan standar deviasi.....	75
Tabel 5.26	Persentase kenaikan dan penurunan kuat lentur pasangan bata	76
Tabel 5.27	Kuat geser pasangan bata dan standar deviasi.....	79
Tabel 5.28	Persentase kenaikan dan penurunan kuat geser pasangan bata	81

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Perpendicular force causing overturning</i> .....	6
Gambar 2.2	<i>Shear force</i> .....	7
Gambar 2.3	<i>Unreinforce wall with small length to width ratio</i> .....	8
Gambar 2.4	<i>Wall with moderate length to width ratio</i> .....	8
Gambar 2.5	<i>Wall with larger length to width ratio</i> .....	9
Gambar 3.1	Variasi 1 dengan bentuk bata buatan pabrik (bata normal)....	14
Gambar 3.2	Variasi 2 bata dengan bentuk pada permukaan atas dan bawah	15
Gambar 3.3	Variasi 3 bata dengan bentuk pada permukaan samping kiri dan kanan pada sisi lebar.....	15
Gambar 3.4	Variasi 4 gabungan dari semua bentuk.....	15
Gambar 3.5	Pengujian serapan air bata.....	24
Gambar 3.6	Pengujian kadar garam bata.....	26
Gambar 3.7	Pengujian kuat tekan bata.....	27
Gambar 3.8	Pengujian kuat lentur bata.....	29
Gambar 3.9	Pengujian kuat tekan mortar.....	31
Gambar 3.10	Pengujian kuat tarik mortar.....	32
Gambar 3.11	Pengujian kuat lekatan bata dengan mortar.....	34
Gambar 3.12	Pengujian kuat tekan pasangan bata.....	35
Gambar 3.13	Pengujian kuat lentur pasangan bata.....	37
Gambar 3.14	Pengujian kuat geser pasangan bata.....	39

Gambar 3.15	Grafik tegangan regangan.....	40
Gambar 4.1	Variasi 1 dengan bentuk bata buatan pabrik (bata normal)..	45
Gambar 4.2	Variasi 2 bata dengan bentuk pada permukaan atas dan bawah	45
Gambar 4.3	Variasi 3 bata dengan bentuk pada permukaan samping kiri dan kanan pada sisi lebar.....	45
Gambar 4.4	Variasi 4 gabungan dari semua bentuk.....	46
Gambar 4.5	Variasi 5 yaitu variasi 1 yang ditambah dengan plesteran...	46
Gambar 4.6	Bagan Alir ( <i>Flow Chart</i> ).....	50
Gambar 5.1	Grafik kuat tekan bata dengan variasi bentuk permukaan bata	62
Gambar 5.2	Grafik beban max tekan bata dengan variasi bentuk permukaan bata.....	62
Gambar 5.3	Pengaruh cerukan terhadap gaya tekan.....	63
Gambar 5.4	Grafik kuat lentur bata dengan variasi bentuk permukaan bata	65
Gambar 5.5	Grafik kuat tekan mortar.....	66
Gambar 5.6	Grafik kuat tarik mortar .....	67
Gambar 5.7	Grafik kuat tekan pasangan bata .....	69
Gambar 5.8	Grafik beban maksimum rata-rata kuat tekan pasangan bata	70
Gambar 5.9	Grafik tegangan regangan kuat tekan pasangan bata variasi 1	72
Gambar 5.10	Grafik tegangan regangan kuat tekan pasangan bata variasi 2	73
Gambar 5.11	Grafik tegangan regangan kuat tekan pasangan bata variasi 3	73
Gambar 5.12	Grafik tegangan regangan kuat tekan pasangan bata variasi 4	73
Gambar 5.13	Grafik tegangan regangan kuat tekan pasangan bata variasi 5	74



Gambar 5.14	Grafik tegangan regangan kuat tekan rata-rata untuk semua variasi pasangan bata.....	74
Gambar 5.15	Grafik kuat lentur pasangan bata .....	76
Gambar 5.16	Bidang Lekatan.....	77
Gambar 5.17	Grafik kuat geser pasangan bata .....	80
Gambar 5.18	Grafik beban max kuat geser rata-rata pasangan bata.....	80
Gambar 5.19	Grafik penambahan mortar per m <sup>2</sup> pada pasangan bata.....	83

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Kartu Peserta Tugas Akhir
Lampiran B	Hasil-Hasil Penelitian
Lampiran C	Foto-Foto Penelitian

## **Abstrak**

*Gempa bumi ("earthquake") merupakan salah satu gejala alam yang tidak dapat dicegah dan belum dapat diketahui dengan pasti kapan akan terjadinya. Gempa bumi dapat menyebabkan kerusakan dan bahkan menimbulkan bencana alam yang serius ("natural disaster").*

*Kerusakan struktur dapat direduksi dengan mendesain struktur sesuai dengan prinsip bangunan tahan gempa. Salah satunya adalah dengan menambah kekuatan pada pasangan bata.*

*Solusi alternatif yang dapat ditempuh untuk menambah kekuatan pasangan bata tersebut adalah dengan membuat variasi bentuk permukaan bata. Dengan bentuk permukaan bata yang lebih luas, maka lekatan pasangan bata akan semakin lebih baik.*

*Tugas akhir ini menggunakan beberapa bentuk permukaan bata yaitu variasi 1 merupakan bata normal, variasi 2 merupakan bata dengan lekukan segitiga dibagian atas dan bawah, variasi 3 merupakan bata dengan lekukan segitiga pada samping kiri dan kanan, variasi 4 merupakan gabungan antara variasi 2 dan 3, variasi 5 merupakan bata normal yang ditambah dengan plesteran. Penelitian ini mencoba mencari kuat tekan, lentur dan geser pasangan bata yang maksimal.*

*Proses analisis menggunakan program excell untuk menghitung dan membuat grafik. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa penambahan kuat tekan pasangan bata maksimum pada variasi 2 sebesar 60,009 % dan penurunan pada variasi 3 sebesar 6,130 %, pada kuat lentur pasangan bata penambahan kekuatan maksimum pada variasi 5 sebesar 123,045 % dan penurunan maksimum pada variasi 4 sebesar 61,669 %, pada kuat geser pasangan bata penambahan kekuatan maksimum pada variasi 5 sebesar 69,951 % dan penurunan maksimum pada variasi 3 sebesar 4,961 %.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab pendahuluan ini membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan lokasi penelitian sebagaimana yang akan diuraikan berikut ini.

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Indonesia dilewati oleh dua jalur sabuk gempa, yaitu sabuk gempa sirkum pasifik (*Circum Pasific Earthquake Belt*) dan sabuk gempa *Eurasia (Eurasia Earthquake Belt)*, sehingga dapat dikatakan bahwa sekitar 2/3 wilayah Indonesia merupakan wilayah yang rawan gempa bumi. Gempa bumi (*earthquake*) merupakan salah satu gejala alam yang berupa getaran yang terpancar dari pusat dan menyebar kesegala arah dalam badan bumi. Getaran kuat yang mencapai tempat aktifitas manusia dipermukaan bumi dapat menyebabkan kerusakan-kerusakan dan bahkan dapat menimbulkan bencana alam yang serius (*natural disasater*).

Dibandingkan dengan bencana alam lainnya, gempa bumi mempunyai beberapa karakteristik khusus, diantaranya adalah (1) umumnya puncak peristiwa terjadi tanpa peringatan yang jelas, (2) terjadi secara mendadak dan mengejutkan, dan (3) wilayah rawan bencana mudah diketahui dan diidentifikasi (Sidjabat, 2000). Berdasarkan karakteristik khusus bencana gempa bumi tersebut,

maka sampai saat ini usaha-usaha yang dapat dilakukan lebih diarahkan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan, bukan untuk mencegah terjadinya gempa bumi. Usaha-usaha tersebut adalah : (1) memprediksi waktu , tempat dan ukuran gempa, (2) memprediksi tingkat kerusakan gempa, (3) membuat bangunan tahan gempa, dan (4) membuat organisasi dan mengefektifkan manajemen penanggulangan bencana untuk mempersiapkan segala sesuatu pada saat pasca bencana (*Sarwidi, 2001*).

Dari ke-empat usaha diatas yang menarik perhatian peneliti adalah butir ketiga yaitu membuat bangunan tahan gempa (*earthquake resistant structures*). Dikarenakan efek dari bencana gempa bumi dapat menimbulkan kerusakan pada tanah dan elemen struktur maupun non-struktur bangunan dengan demikian diperlukan suatu cara yang dapat mereduksi efek dari bencana gempa bumi tersebut.

Di Indonesia, sebagian besar kerusakan yang diakibatkan gempa terjadi pada bangunan non-engineer atau bangunan sederhana yang merupakan rumah tinggal penduduk yang dibuat tanpa perencanaan khusus. Salah satu dampak kerusakan yang ditimbulkan adalah pada bagian tembokan. Material utama tembokan pada bangunan sederhana sebahagian besar menggunakan bahan dari bata dan batako, hal ini didukung oleh banyaknya bahan baku yang terdapat di seluruh wilayah Indonesia dan cara pembuatannya yang relatif mudah serta harganya yang murah. Dengan demikian, meningkatkan kekuatan dari bata akan

meningkatkan daya jual dan mengurangi banyaknya korban jiwa maupun materil akibat dari runtuhnya tembokan pada bangunan sederhana.

Oleh sebab itu peneliti ingin melakukan penelitian tugas akhir mengenai pengaruh variasi bentuk permukaan bata terhadap kuat desak, geser dan lentur pada tembokan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Permasalahan yang penting pada tembokan bangunan sederhana adalah kurangnya kekuatan pasangan bata dalam menahan berbagai gaya yang terjadi akibat gempa bumi. Oleh sebab itu perlu diteliti, seberapa besarkah pengaruh variasi bentuk permukaan penampang bata terhadap kuat desak, geser dan lentur pada bangunan rumah sederhana?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi permukaan penampang bata terhadap kuat desak, geser dan lentur baik pada pengujian material penyusun maupun pada pengujian pasangan bata.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. memberikan salah satu solusi dalam meningkatkan kekuatan pasangan bata,
2. untuk perkembangan teknologi pasangan bata, dan

3. memberi solusi alternatif penambahan kuat desak, geser dan lentur pasangan bata.

### **1.5. Batasan Masalah**

Agar penelitian ini tidak menyimpang, sesuai dengan maksud dan tujuan yang telah ditentukan maka penelitian ini dibatasi, yaitu :

1. bata yang digunakan berasal dari daerah Kelurahan Tirtoadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, Propinsi Yogyakarta,
2. pasir yang digunakan berasal dari daerah kali Krasak, Kabupaten Sleman, Propinsi Yogyakarta,
3. kapur yang digunakan berasal dari daerah Kabupaten Sleman, Propinsi Yogyakarta,
4. air yang digunakan berasal dari PAM Lab. BKT. TS/FTSP, UII Yogyakarta,
5. semen yang digunakan merk Gresik jenis 1,
6. campuran mortar dengan perbandingan berat, semen : kapur : pasir = 1 : 1 : 5 untuk spesi antar bata dan 1 : 3 : 10 untuk plesteran dengan berat air yang digunakan berkisar 0,7-0,8 dari berat semen,
7. variasi bentuk permukaan bata yang digunakan dalam penelitian ini 4 variasi bentuk,
8. pembuatan pasangan bata dalam keadaan jenuh air dan dibiarkan diudara luar  $\pm$  2 menit,

9. untuk mengetahui kekuatan dan sifat-sifat material tembokan dengan mencari dimensi bata, berat bata, kemampuan serapan air bata, kandungan garam bata, kandungan lumpur pasir, kuat tekan bebas, kuat lentur bata, kuat tekan dan tarik mortar,
10. pengujian kuat tekan, lentur dan geser pasangan bata hanya mencari beban maksimum dan mengetahui jenis kerusakannya, dan
11. pengujian pasangan bata terdiri atas 4 variasi bentuk tidak menggunakan plesteran ditambah satu bentuk normal menggunakan plesteran.

#### **1.6. Lokasi Penelitian**

Pengujian sampel dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia, jalan kaliurang km 14,4 Yogyakarta.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

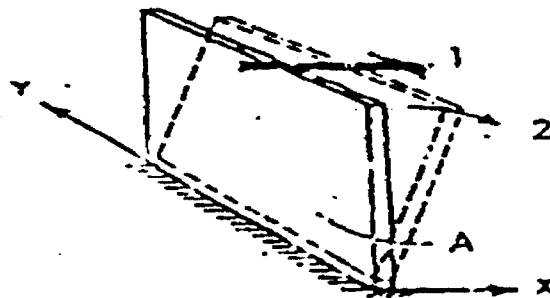
Pada Bab ini menjelaskan tentang tembokan, bata dan penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini.

#### 2.1. Tembokan

Tembokan atau pasangan bata merupakan bangunan non-struktural yang hanya sebagai pelindung dari luar bangunan maupun pemisah antar ruangan. Pada ilmu teknik sipil, tembokan merupakan suatu dinding geser dengan tahanan terbatas. Tapi pada bangunan non-engineered, bagian dinding/tembokan merupakan bagian dari struktur yang ikut memikul beban.

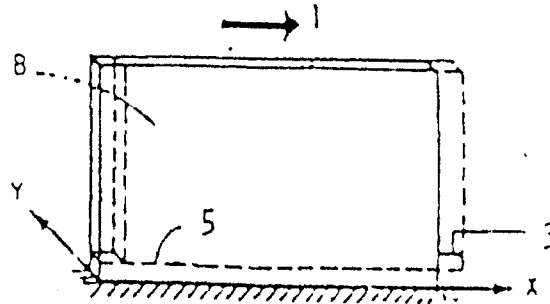
Pada tembokan yang berdiri bebas dapat terjadi dua arah gaya yang bekerja akibat dari adanya pergerakan tanah. Gaya-gaya tersebut adalah sebagai berikut ini.

1. Gaya yang bekerja tegak lurus bidang tembokan akan menyebabkan terjadinya lentur/guling, seperti yang akan ditunjukkan pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1.** *Perpendicular force causing overturning (Boen, 2000)*

2. Gaya yang bekerja searah bidang tembokan yang akan menyebabkan terjadinya geser, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.

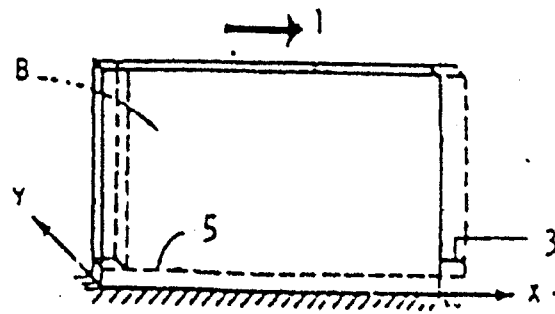


**Gambar 2.2.** *Shear force (Boen, 2000)*

Pada bangunan persegi yang memiliki dinding pada keempat sisinya akan mengalami kedua gaya diatas secara bersamaan. Pada dinding yang terkena gaya tegak lurus akan mengalami tegangan lentur dan dinding yang searah gaya akan mengalami tegangan geser.

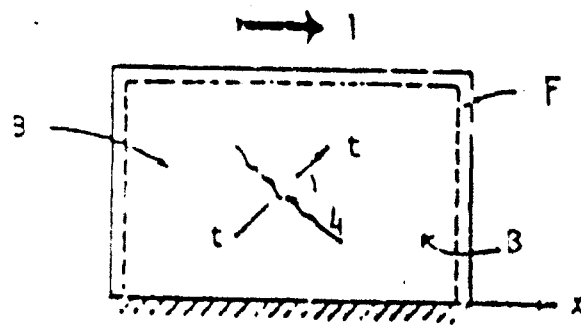
Kerusakan akibat dari adanya gaya geser dinding tergantung dari rasio panjang dan lebarnya diantaranya adalah sebagai berikut ini.

1. Tembokan dengan rasio panjang dan lebar yang kecil akan mengakibatkan retak horizontal, seperti pada Gambar 2.3.



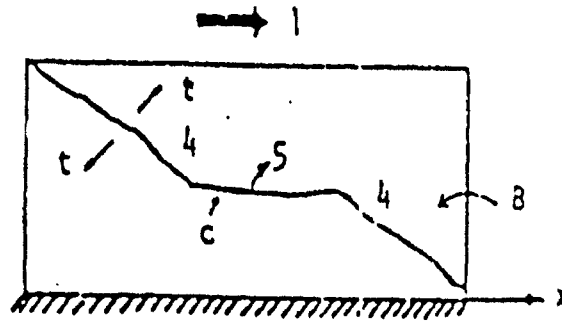
**Gambar 2.3.** *Unreinforce wall with small length to width ratio (Boen, 2000)*

2. Tembokan dengan rasio panjang dan lebar yang sedang akan mengakibatkan retak diagonal, seperti pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4.** *Wall with moderate length to width ratio (Boen, 2000)*

3. Tembokan dengan rasio panjang dan lebar yang besar akan mengakibatkan retak diagonal pada kedua sisinya dan retak horizontal pada tengahnya., seperti pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5.** *Wall with larger length to width ratio (Boen, 2000)*

## 2.2. Bata

Bata yang dimaksud adalah bata yang diperuntukan pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah liat (lempung), pencampurannya dengan air (ada sebagian bata yang ditambahkan dengan sekam padi dan kotoran binatang). Setelah selesai dibentuk/dicetak bata dibakar cukup tinggi hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam air. Dan tidak boleh berlubang lebih dari 25 % luas penampang batanya.

Tampak luar mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisi-sisinya datar, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan. Bentuk lain yang disengaja karena pencetakan, diperbolehkan. Dimensi panjang, lebar dan tebal dari bata berdasarkan atas ketentuan daerah masing-masing atau permintaan dari pembeli.

## 2.3 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini berguna untuk mengetahui hasil-hasil yang diperoleh dari peneliti sebelumnya sebagai referensi mengenai bentuk dari sampel benda uji yang terdiri dari penelitian tentang bentuk *paving block*, bentuk batako dan bentuk benda uji tekan pada beton yang berupa kubus dan silinder yang akan dijelaskan berikut ini.

### 2.3.1 Penelitian Bentuk *Paving Block*

Barber dan Knapton (1977 dan 1979) dalam penelitian Purcahyo dan Soegiharto (1999), menyatakan bahwa *paving block* yang berbentuk segi banyak/uni dan persegi empat berpenampilan sama di bawah beban (pola perkerasan) lalu lintas.

Kuipers (1984) dalam penelitian Purcahyo dan Soegiharto (1999), menyatakan bahwa perkerasan *paving block* di daerah industri berat yang paling cocok adalah bentuk segi empat dibanding dengan segi banyak/bergerigi.

Purcahyo dan Soegiharto (1999), menyatakan bentuk *paving block* tidak berpengaruh terhadap kemampuan daya serap air, *paving block* bentuk Trihek memiliki kemampuan menahan kuat tekan lebih tinggi dibanding tiga bentuk lainnya (Segi Enam, Uni dan Holand) dan *paving block* bentuk Uni memiliki kuat tekan terendah dibanding tiga bentuk lainnya (Trihek, Segi Enam dan Holand).

### 2.3.2 Bentuk Batako

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan terhadap batako diberbagai daerah (Sukabumi, Majalengka, Banjarnegara, Purworejo, Bantul dan Blitar) dapat diketahui

bentuk batako sangat berpengaruh terhadap lekatan antara batako dengan mortar, sehingga bentuk batako yang ada tidak hanya berbentuk segi empat melainkan terdapat modifikasi bentuk pada bagian lekatannya. Pada daerah Bantul terlihat jelas pada bagian lekatannya dibuat lekukan lebih dalam agar memiliki luas permukaan lekatan lebih luas yang dapat meningkatkan kuat tekan, lentur dan geser pasangan batako.

### 2.3.3 Bentuk Benda Uji Kubus dan Selinder Pada Beton

Penelitian yang dilakukan oleh **Nuredy dan Fernanto (1998)** yaitu menentukan nilai konversi mutu beton pada variasi benda uji kubus terhadap kuat tekan beton benda uji kubus standar.

Hasil penelitian mereka menunjukkan kecenderungan makin besarnya kuat tekan beton dipengaruhi oleh ukuran dimensi benda uji tersebut. Dimana dimensi benda uji kubus kecil ( $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ ) prosentase kenaikan kuat tekan beton reratanya sebesar 18,389 % terhadap kubus standar dan prosentase kenaikan terhadap kubus ( $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ ) sebesar 8,422 %. Jadi dari penelitian tersebut, mereka menyimpulkan pengujian kuat tekan beton dengan benda uji kubus yang lebih kecil ukurannya dibandingkan kubus ukuran standar menunjukkan kecenderungan menghasilkan kuat tekan yang lebih besar.

Penelitian yang dilakukan oleh **Apriliawan dan Taufik (2001)** yaitu menentukan nilai konversi mutu beton silinder *core drill* terhadap silinder standar. Mereka menyimpulkan semakin kecil diameter benda uji dihasilkan kuat tekan yang lebih besar, hal ini dikarenakan dengan diameter yang kecil maka luas bidang tekan

juga akan semakin kecil sehingga dengan beban yang tetap kuat tekan yang dihasilkan lebih besar. Dikarenakan beton juga terdiri dari berbagai campuran agregat yang memiliki kekuatan yang berbeda-beda, maka kuat tekan maksimum beton tersebut akan mendekati kuat tekan agregat yang komposisinya lebih banyak. Kuat tekan beton yang dihasilkan dipengaruhi oleh perbandingan tinggi dan diameter benda uji, semakin besar perbandingannya maka kuat tekan yang dihasilkan semakin kecil begitu juga sebaliknya.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

Pada Bab Landasan Teori ini akan menjelaskan tentang material tembokan, mortar, pengujian material pasangan bata, pengujian pasangan bata dan analisis tegangan regangan.

#### **3.1. Material Tembokan**

Material yang akan digunakan berdasarkan Standar Indonesia dan ASTM (*American Society for Testing and Materials*) yaitu bata, pasir, kapur, air dan semen yang akan dijelaskan berikut ini.

##### **3.1.1. Bata**

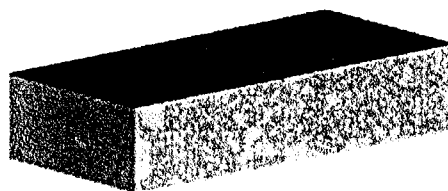
Bata yang dimaksud adalah bata yang diperuntukan pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah liat (lempung), pencampurannya dengan air (ada sebagian bata yang ditambahkan dengan sekam padi dan kotoran binatang). Setelah selesai dibentuk/dicetak bata dibakar cukup tinggi hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam air. Dan tidak boleh berlubang lebih dari 25 % luas penampang batanya.

Tampak luar mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisi-sisinya datar, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan. Bentuk lain yang disengaja karena pencetakan, diperbolehkan.

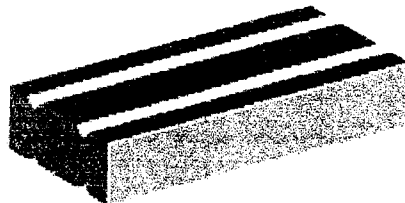


Dimensi panjang, lebar dan tebal dari bata berdasarkan atas ketentuan daerah masing-masing atau permintaan dari pembeli.

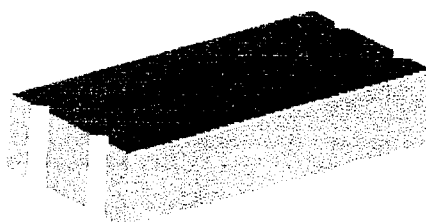
Penambahan luas permukaan lekatan antar bata dengan mortar sebagai akibat perubahan bentuk permukaan, diharapkan menambah kekuatan pasangan bata. Dengan asumsi itu peneliti melakukan penelitian kekuatan pasangan bata dengan menggunakan variasi bentuk permukaan bata yang terdiri dari 4 macam bentuk, yaitu bentuk dari buatan pabrik (normal), bentuk bata dengan variasi pada permukaan atas dan bawah, bentuk bata dengan variasi samping kiri dan kanan pada arah lebar dan bentuk bata dengan variasi gabungan antara keduanya dan ditambah satu variasi normal dengan plesteran, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 sampai dengan Gambar 3.4 dan foto pembuatan bata dari awal sampai proses pembakaran dapat dilihat pada Gambar C.1 sampai dengan Gambar C.10.



**Gambar 3.1.** Variasi 1 dengan bentuk bata buatan pabrik (bata normal)



**Gambar 3.2.** Variasi 2 bata dengan bentuk pada permukaan atas dan bawah



**Gambar 3.3.** Variasi 3 bata dengan bentuk samping kiri dan kanan pada sisi lebar



**Gambar 3.4.** Variasi 4 gabungan dari semua bentuk

Pada variasi bentuk permukaan penampang bata dipakai segitiga siku sama kaki dengan panjang sisi tegaknya  $\pm 1$  cm.

Disini perlu dijelaskan saat membuat pasangan bata pada penelitian ini bata terlebih dahulu dibuat jenuh air dan dibiarkan diudara luar  $\pm 2$  menit. Maksud pengertian keadaan jenuh air adalah keadaan kering pada permukaan bata namun tidak menyerap air, ini dikarenakan pori-pori bata telah terpenuhi oleh air, sehingga bata tidak lagi menyerap air, keadaan ini diperlukan supaya air pada campuran mortar tidak diserap oleh bata. Dengan anggapan bata jenuh adalah bata yang direndam dalam air bersih tidak lagi mengeluarkan gelembung udara, kemudian bata diangkat dan diseka dengan kain basah pada permukaannya.

### 3.1.2. Pasir

Pasir adalah butiran-butiran mineral yang harus dapat melalui ayakan berlubang persegi 5 mm dan tertinggal diatas ayakan berlubang persegi 0,075 mm seperti terlihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1.** Daftar Ayakan

Sisi lubang persegi ayakan (mm) menurut	
Normalisasi Belanda N 480	ASTM
0,044	0,044
0,050	0,053
0,060	0,062
0,075	0,074
0,090	0,088

Tabel 3.1. Lanjutan daftar Ayakan

Sisi lubang persegi ayakan (mm) menurut	
Normalisasi Belanda N 480	ASTM
0,105	0,105
0,125	0,125
0,150	0,149
0,175	0,177
0,210	0,210
0,250	0,250
0,300	0,297
0,350	0,350
0,420	0,420
0,500	0,500
0,600	0,590
0,710	0,710
0,850	0,840
1,000	1,000
1,190	1,190
1,410	1,141
1,680	1,680
2,000	2,000
2,380	2,380
2,830	2,830
3,360	3,360
4,000	4,000
4,760	4,760

*nb : untuk ayakan dengan lubang yang lebih besar, diambil ayakan yang sisi lubangnya tidak menyimpang lebih dari 10% yang telah ditetapkan.*

Pasir untuk adukan pasangan bata harus memenuhi syarat-syarat, yaitu :

1. butiran-butiran pasir harus tajam dan keras, tidak dapat dihancurkan dengan jari,
2. kadar Lumpur tidak boleh lebih dari 5%,

3. warna larutan pada pengujian dengan 3% natrium-hidroksida, akibat adanya zat-zat organik, tidak boleh lebih tua dari warna larutan normal atau warna air yang sedang kepekatannya,
4. bagian yang hancur pada pengujian dengan larutan jenuh natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) tidak boleh lebih dari 10%,
5. jika dipergunakan untuk adukan dengan semen yang mengandung lebih dari 0,6% alkali, dihitung sebagai natrium oksida ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), pada pengujian tidak boleh menunjukkan sifat reaktif terhadap alkali, dan
6. keteguhan adukan percobaan dibandingkan dengan adukan pembanding yaitu yang mempergunakan semen yang sama dan pasir normal tidak boleh lebih kecil dari 5% pada pengujian 1 sampai 6 hari.

Untuk adukan plesteran dan pasangan bata, butiran-butirannya harus dapat melalui ayakan berlubang persegi 3 mm.

### 3.1.3. Kapur

Kapur berasal dari batuan yang mengandung senyawa karbonat, antara lain batu kapur, batu kapur kerang, batu kapur magnesia. Ditinjau dari penggunaannya kapur dibagi menjadi :

1. kapur pemutih, yaitu kapur yang digunakan untuk memutihkan dinding,
2. kapur adukan, yaitu kapur yang digunakan untuk membuat adukan, dan
3. kapur magnesia, yaitu kapur yang mengandung lebih dari 15% magnesium oksida ( $\text{MgO}$ ) dihitung dari contoh kapur yang dipijarkan.

Didalam campuran mortar kapur berguna untuk menambah kelekatan antar campuran tetapi bila terlalu banyak mengandung kapur maka kekuatan dari campuran mortar tersebut akan berkurang.

#### 3.1.4. Air

Untuk memadamkan kapur, membuat dan merawat adukan beton dapat dipakai jenis-jenis air, yaitu :

1. air tawar yang dapat diminum,
2. air sungai yang tidak mengandung lumpur yang cepat mengendap,
3. air yang tidak mengandung minyak dan benda-benda yang mengapung,
4. air yang bereaksi netral terhadap kertas lakmus,
5. air yang tidak mengandung :
  - a. sulfat, lebih dari 5 gr/liter dihitung sebagai  $\text{SO}_3$ ,
  - b. chlorida, lebih dari 15 gr/liter, dihitung sebagai Cl, dan
6. air yang tidak memerlukan kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) lebih dari 1000 mg/liter untuk mengoksidasi benda-benda organik didalamnya.

#### 3.1.5. Semen

Semen merupakan bahan anorganik yang mengeras pada pencampuran dengan air atau larutan garam. Contoh khas adalah semen *Portland*, jenis-jenis semen Portland berdasarkan sifat dan kegunaannya ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Klasifikasi Semen Portland Utama

Semen ( jenis )	Sifat-sifat	Penggunaan utama
Semen penggunaan umum (jenis I)	MgO, SO <sub>3</sub> , hilang pada pembakaran. Kehalusan, pengesetan dan kekuatan secara berturut-turut juga ditentukan. Secara umum mempunyai sifat umum dari semen.	Digunakan secara luas sebagai semen umum untuk teknik sipil dan konstruksi arsitektur.
Semen pengeras pada panas sedang (jenis II)	Ditentukan untuk mempunyai C <sub>3</sub> S kurang dari 50% dan C <sub>3</sub> A kurang dari 8%. Kalor hidrasi 70 kal/g atau kurang (7 hari) dan 80 kal/g atau kurang (28 hari) pada kondisi sedang. Peningkatan dari kekuatan jangka panjang diinginkan.	Secara umum dipakai untuk beton masif yang besar. Pekerjaan dasar untuk bendungan, jembatan besar, bangunan-bangunan besar.
Semen berkekuatan tinggi awal (jenis III)	Mengandung C <sub>3</sub> S maksimum dan gypsum secukupnya untuk pengendalian pensetan. Kekuatan awal (1 hari, 3 hari) diintensifkan, ditentukan untuk mempunyai kekuatan diatas 40 kg/cm <sup>2</sup> selama penekanan 1 hari dan diatas 90 kg/cm <sup>2</sup> selama penekanan 3 hari.	Menggantikan semen penggunaan umum untuk pekerjaan mendesak. Cocok untuk pekerjaan musim dingin. Untuk Konstruksi bangunan, pekerjaan pembuatan jalan, dan produksi semen.
Semen panas rendah (jenis IV)	Kalor hidrasi lebih rendah 10 kal/gr dari pada semen pengeras pada panas sedang, ditentukan dibawah 60 kal/gr (7 hari) dan dibawah 70 kal/gr (28 hari) (ASTM). Memberikan kalor hidrasi minimum	Sama dengan semen jenis II

**Tabel 3.2.** Lanjutan klasifikasi Semen Portland Utama

Semen ( jenis )	Sifat-sifat	Penggunaan utama
	seperti semen untuk pekerjaan bendungan.	
Semen tahan sulfat (jenis V)	Ditentukan untuk mempunyai $C_3S$ dibawah 50% (ASTM). Diusahakan agar kadar $C_3A$ minimum untuk memperbesar ketahanan terhadap sulfat	Dipakai untuk pekerjaan beton dalam tanah yang mengandung banyak sulfat dan yang berhubungan dengan air tanah. Pelapisan dari saluran air dalam terowongan.

$C_3S$  : Larutan padat dari  $Ca_3SiO_5$ ,  $C_3A$  : Larutan padat dari  $Ca_3Al_2O_6$

### 3.2. Mortar

Pada mulanya mortar dibuat dari kapur sebagai pengikat antar bata, namun dalam perkembangannya untuk meningkatkan kekuatannya mortar dibuat dari perbandingan semen, kapur dan agregatnya yang dicampur dengan air. Agregat mencakup pasir sungai, kerikil sungai atau macadam dan sebagainya, dan dibagi kedalam agregat kasar dan halus menurut ukuran butirannya. Umumnya pengayakan dengan 5 mm masih diterapkan sebagai standar. Bagian yang lewat saringan sebanyak 85 % atau lebih disebut agregat halus, dan bagian yang tinggal di saringan disebut agregat kasar. Bila agregat hanya terdiri dari agregat halus saja disebut mortar semen atau mortar saja, dan bila mengandung agregat yang kasar disebut beton.



Perbandingan berat semen : kapur : pasir pada campuran mortar yang biasa digunakan (1 : 0 -  $\frac{1}{4}$  : 3), (1 :  $\frac{1}{2}$  : 4 - 4 $\frac{1}{2}$ ), (1 : 1 : 5 - 6), (1 : 2 : 8 - 9) dan (1 : 3 : 10 - 12). Semakin besar perbandingan berat antara semen dengan kapur atau pasir yang digunakan akan mengurangi kekuatan mortar, namun akan meningkatkan daya tahan mortar tersebut. Dengan demikian untuk memperoleh mortar yang kuat dan mempunyai daya tahan cukup serta ekonomis, peneliti menggunakan perbandingan berat mortar 1 : 1 : 5 untuk spesi antar bata dan 1 : 3 : 10 untuk plesteran.

### **3.3. Pengujian Material Tembakan**

Pada pengujian ini untuk mencari kekuatan maupun sifat-sifat dari masing-masing material tembakan. Adapun pengujian material tembakan ini terdiri atas penentuan dimensi bata, penentuan berat bata, serapan air bata, kandungan garam bata, kuat tekan bata, kuat lentur bata (*modulus of rupture*), kandungan Lumpur pasir, kuat tekan mortar, kuat tarik mortar dan lekatan bata yang akan dijelaskan berikut ini.

#### **3.3.1. Penentuan Dimensi Bata**

Bata yang digunakan terlebih dahulu diukur panjang, lebar dan tebalnya. Agar didapat dimensi dari bata yang digunakan dalam penelitian ini. Bata yang akan diukur dibersihkan dari debu dan bahan lain yang melekat pada bata. Dikarenakan bentuk bata yang tidak rata, maka setiap arah memanjang, lebar dan tebal diukur minimal dua tempat yang berbeda, dan hasilnya dirata-ratakan.

Namun standar bata di Indonesia menurut peraturan bata merah sebagai bahan bangunan NI-10 dapat dilihat pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3.** Dimensi Bata Standar Indonesia (NI-10)

Ukuran	Jenis I (Besar)	Jenis II (kecil)	Toleransi
Panjang	240 mm	230 mm	$\pm 3 \%$ . selisih ukuran terbesar dan terkecil maximum 10 mm.
Lebar	115 mm	110 mm	$\pm 4 \%$ . selisih ukuran terbesar dan terkecil maximum 5 mm.
Tebal	52 mm	50 mm	$\pm 5 \%$ . selisih ukuran terbesar dan terkecil maximum 4 mm.

### 3.3.2. Penentuan Berat Bata

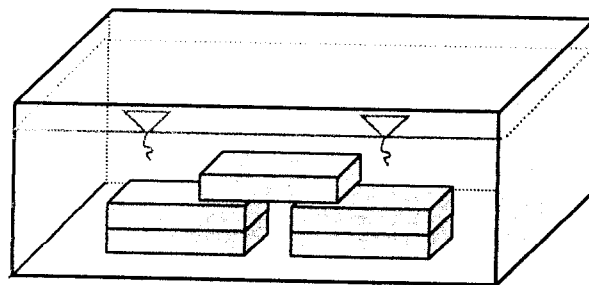
Berat bata yang akan diukur beratnya diambil secara *random* (acak) dari tempat penimbunan. Bata tersebut dikeringkan dalam oven hingga  $110^{\circ} - 115^{\circ} \text{C}$  (tidak kurang 24 jam), sampai antara dua kali penimbangan bata dengan interval 2 jam tidak lagi mengalami perbedaan hingga 0,2 % dan didapat berat kering bata ( $W_a$ ). Kemudian setelah itu bata didinginkan selama sedikitnya 4 jam pada ruangan yang kering dengan temperatur  $24^{\circ} \pm 8^{\circ} \text{C}$  dan kelembaban 30 – 70 %, dan ditimbang maka dapat berat dingin bata ( $W_c$ ). Rata-rata dari berat kering bata dengan berat dingin bata didapat berat bata ( $W$ ).

### 3.3.3. Serapan Air Bata

Bata seperti material bangunan yang lain memiliki kemampuan untuk menyerap air. Ini dikarenakan bata memiliki pori-pori yang diisi oleh udara dan air dengan kadar tertentu. Kemampuan menyerap air oleh bata didapat dari persentase berat air didalam bata jenuh.

Pengujian ini berguna untuk mengetahui kemampuan bata untuk menyerap air, dengan harapan bata dalam keadaan jenuh. Sehingga dapat diketahui berapa besar persentase penyerapan air oleh bata. Pengujian terlebih dahulu mencari berat bata yang telah direndam dalam air bersih selama 24 jam, kemudian diangkat dan diseka dengan kain basah kurang dari 3 menit. Selanjutnya bata yang direndam tadi ditimbang, dengan demikian didapat berat bata jenuh ( $W_s$ ). Untuk mencari berat kering bata ( $W_d$ ) dapat dilihat pada penjelasan Sub Bab 3.4.2. Berdasarkan (NI-10) pengujian serapan air dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan menggunakan Persamaan (3-1).

$$\text{Penyerapan air, \%} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \cdot 100 \quad (3-1)$$



**Gambar 3.5.** Pengujian serapan air bata

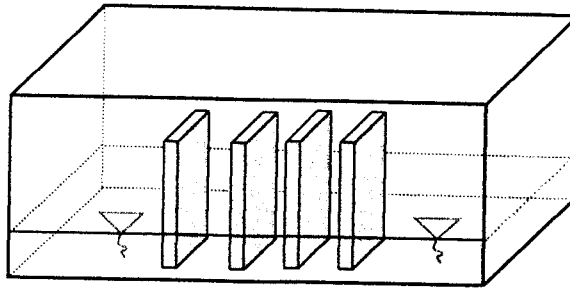
### 3.3.4. Kandungan Garam Bata

Kandungan garam dalam bata dapat dilihat dari luas permukaan yang tertutup lapisan putih, setelah bata didalam bejana berisi air terlihat kering. Dengan ukuran bejana berdiameter 15 cm (bentuk selinder) atau 15 x 10 cm (bentuk persegi panjang) tinggi dinding kurang lebih 5 cm yang dituangkan air suling  $\pm 250$  cc, bila bata terlihat kering dan air telah habis air suling dituangkan lagi hingga kering. Bejana beserta benda percobaan dibiarkan dalam ruangan yang mempunyai pergantian udara yang baik. Benda percobaan diamati permukaannya.

Tingkatan bahaya atau tidaknya kandungan garam bata didapat dari pemeriksaan pengeluaran bunga-bunga putih pada permukaannya yang dinyatakan sebagai berikut :

1. tidak membahayakan. Bila  $< 50$  % permukaan bata tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih, karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut,
2. ada kemungkinan membahayakan. Bila  $\pm 50$  % dari permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang agak tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tetapi bagian-bagian permukaan bata tidak menjadi bubuk ataupun terlepas, dan
3. membahayakan. Bila  $> 50$  % dari permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut dan bagian-bagian dari permukaan bata menjadi bubuk atau terlepas.

Pengujian Kadar garam bata (NI-10) dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Pengujian kadar garam bata

### 3.3.5. Kuat Tekan Bata

Pengujian Tekan Bata bermaksud untuk mendapatkan besarnya kuat tekan bata (*compressive strength*) secara aksial dan mendapatkan regangan bata sampai bata tersebut patah (*failure*). Berdasarkan ASTM/Vol-04.05/C-67 untuk mengetahui besarnya kuat tekan digunakan Persamaan (3-2).

$$\text{Kuat tekan, } \sigma_d = \frac{P_m}{A} \quad (3-2)$$

dimana :

$\sigma_d$  = Kuat tekan spesimen ( kg/cm<sup>2</sup>),

$P_m$  = Beban maksimum (kg), dan

$A$  = Luas bidang tekan (cm<sup>2</sup>).

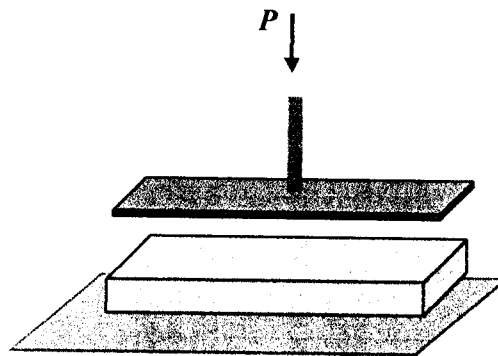
Pada pengujian ini bata yang digunakan pada keadaan kering udara seperti yang dijelaskan pada Sub Bab 3.4.2., ketika hendak diuji permukaan bata harus dalam keadaan rata. Bidang tekan yang diperlukan (pada tebalnya) dengan permukaan

tekan harus datar dan luasnya tidak kurang dari  $90,3 \text{ cm}^2$ , sedangkan lama penekanan beban merata 1 s/d 2 menit.

Mutu-mutu bata berdasarkan NI-10 dapat dilihat pada Tabel 3.4. dan pengujian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.7 dan fotonya pada Gambar C.14.

**Tabel 3.4.** Mutu dan Kuat Tekan Bata (NI-10)

Mutu Bata Merah	Penyimpangan dimensi Test	Kuat tekan ( $\text{kg/cm}^2$ )
I	Tidak ada	< 100
II	1 dari 10	100-80
III	2 dari 10	80-60



**Gambar 3.7.** Pengujian Kuat Tekan Bata

### 3.3.6. Kuat Lentur Bata (*Modulus of Rupture*)

Kuat Lentur Bata (*Modulus of rupture*) adalah tegangan dalam serat yang paling jauh, di hitung berdasarkan rumus lenturan elastis untuk momen lentur ultimit yang ditentukan secara eksperimental dari bahan yang melentur. Pengujian

ini dilakukan pada bata yang telah dikeringkan (seperti yang dijelaskan pada Sub Bab 3.4.2.). Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan bata secara mendatar (pembebanan pada arah tebal) dengan jarak bentang kira-kira arah memanjang kurang 25,4 mm dari panjang semula dan pembebanan diberikan pada tengah bentang. Jika pada bata terdapat lekukan maka lekukan tersebut diletakkan disisi penekanan.

Dukungan pada bata harus dapat bebas berotasi arah memanjang dan melintang, dengan demikian tidak ada gaya yang bekerja pada arah tersebut. Ukuran plat baja yang digunakan sebagai bantalan penekanan pada bata memiliki tebal 6,35 mm, lebar 38,10 mm dan panjang kurang lebih sama dengan lebar bata. Kecepatan pembebanan tidak boleh lebih dari 8896 N/min (906,8 kg/min), ini hanya berlaku pada pembebanan yang bergerak tidak lebih dari 1,27 mm/min.

Hasil kuat lentur bata merupakan tegangan pada tengah bata seperti yang dinyatakan dalam Persamaan (3-3) dan cara pengujian *Modulus of Rupture* dapat dilihat pada Gambar 3.8 (ASTM/Vol 04.05/C-67).

$$\text{Kuat Lentur Bata, } \sigma_l = \frac{3 P_m \cdot d}{2 l \cdot l^2} \quad (3-3)$$

dimana :

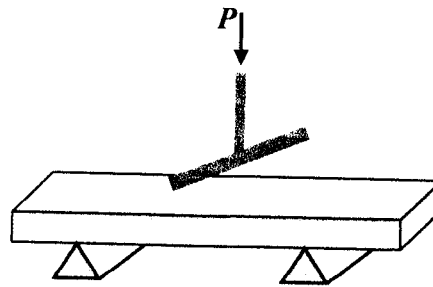
$\sigma_l$  = tegangan tengah bentang (kg/cm<sup>2</sup>),

$P_m$  = beban maksimum dari pengujian (kg),

$d$  = jarak antar dukungan (cm),

$l$  = lebar bata (cm), dan

$l$  = tinggi bata (cm).



**Gambar 3.8.** Pengujian Kuat Lentur Bata

### 3.3.7. Kandungan Lumpur Pasir

Lumpur merupakan butiran halus yang melekat pada pasir. Dikarenakan berat jenis pasir lebih besar dari pada Lumpur, maka pada waktu pasir dicuci dan didiamkan beberapa saat pasir mengendap lebih cepat daripada lumpur. Kandungan lumpur yang terdapat didalam pasir akan dapat mengurangi adhesi pada campuran beton atau mortar.

Kandungan Lumpur Pasir merupakan persentase dari berat lumpur dalam 100 gram pasir. Kandungan Lumpur ini didapat dengan cara memasukkan pasir didalam gelas ukur 250 cc yang diisi dengan air setinggi 12 cm kemudian dikocok-kocok berulang kali sampai air dalam keadaan jernih, pasir ditimbang lalu dibandingkan dengan pasir sebelum dicuci dan didapatlah berat kandungan lumpur.

Dalam PBI 1971 pasal 33 ayat 3 disebutkan "Agregat halus (pasir) tidak boleh mengandung Lumpur lebih dari 5 % berat (ditentukan terhadap berat kering) yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui



ayakan 0,063 mm, apabila kadar lumpur melampaui 5 % berat maka agregat halus bisa diurai.

### 3.3.8. Kuat Tekan Mortar

Pengujian Tekan mortar bermaksud untuk mendapatkan besarnya kuat tekan mortar (*compressive strength*) secara aksial dan mendapatkan regangan mortar sampai mortar tersebut patah (*failure*).

Permukaan tekan benda uji harus datar dan sebesar 5 x 5 cm dengan ketebalan 5 cm dan besar agregat 1,6 s/d 10 mm. Kecepatan pembebanan yang diberikan antara 0,1 s/d 0,125 inci/menit (0,254 s/d 0,3175 cm/menit). Pengujian kuat tekan mortar (ASTM/Vol 04.05/C-576) dapat dilihat pada Gambar 3.9 dan hasilnya dengan menggunakan Persamaan (3-4).

$$\sigma_d = \frac{P_m}{A} \quad (3-4)$$

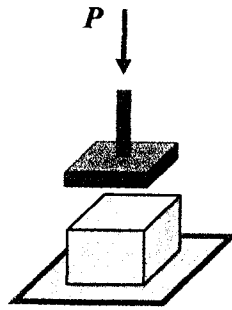
dimana :

$\sigma_d$  = Kuat tekan maksimum (kg/cm<sup>2</sup>),

$P_m$  = Beban Maksimum (kg), dan

$A$  = luas permukaan tekan (cm<sup>2</sup>).

Catatan: selisih rata-rata kuat tekan tidak boleh lebih besar dari 15 %.

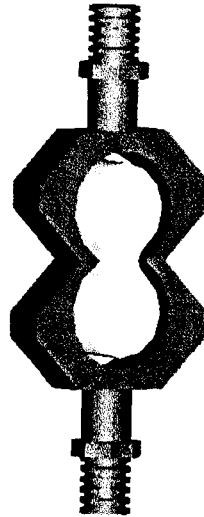


Gambar 3.9. Pengujian Kuat Tekan Mortar

### 3.3.9. Kuat Tarik Mortar

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kuat tarik dari daya tahan sifat kimia mortar, keenceran dan kesatuan bahan mortar. Ukuran lebar ( $b$ ) dan tebal ( $h$ ) pada daerah penyempitan adalah 25 mm ( $\pm 0,25$  mm untuk lebar dan  $\pm 0,05$  mm untuk tebal).

Suhu pada saat pembuatan  $23 \pm 2^\circ \text{C}$  atau suhu pada saat pembuatan yang harus dilaporkan. Usahakan berat jenis mortar  $2,0 \text{ g/cm}^3$  dan dilakukan pengujian kuat tarik setelah 28 hari dengan penarikan sekitar 5 s/d 6,4 mm/min. Kuat tarik ( $\text{kg/cm}^2$ ) didapatkan dari besar kuat penarikan (kg) per luasnya ( $\text{cm}^2$ ). Pengujian kuat tarik mortar (ASTM/Vol.04.05/C-307) dapat dilihat pada Gambar 3.10.



**Gambar 3.10.** Pengujian Kuat Tarik Mortar

### **3.3.10 Kuat Lekatan Bata Dengan Mortar**

Kuat lekatan antar bata dengan mortar merupakan sifat adhesi yang kekuatannya tergantung pada ketahanan sifat kimia antar keduanya untuk merekat. Kuat lekatan sangat berguna sebagai joint pada pemasangan bata. Bata yang memiliki permukaan halus kurang memberikan lekatan dari pada permukaan yang kasar. Ini disebabkan salah satunya karena permukaan yang kasar memberikan permukaan yang lebih luas untuk lekatan.

Pada uji kali ini digunakan dua buah bata yang saling disilangkan. Luas permukaan lekatan adalah luas dari lebar-lebar bata tersebut. Mortar diletakkan diantaranya dengan tebal sesuai yang diinginkan ( $\pm 15$  mm). Biasanya minimum 24 jam mortar untuk menjadi keras sebelum menahan bahan uji. Pembuatan benda

uji seharusnya pada suhu  $23 \pm 2^\circ \text{C}$ , dengan bata dalam keadaan kering pada suhu  $110^\circ \text{C}$  selama 24 jam. Pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 2 minggu dengan suhu  $23 \pm 2^\circ \text{C}$  atau dengan keadaan suhu sewaktu pengujian, asalkan dicantumkan pada laporan data.

Pembebanan diusahakan antara 5 s/d 6,4 mm/min sampai benda uji rusak dengan beban maksimum. Kerusakan yang mungkin terjadi dapat bersifat adhesi, kohesi maupun keduanya. Rusak adhesi adalah rusak antar lekatan bata dengan mortar, sedangkan rusak kohesi adalah rusak pada bata atau mortar. Pengujian kuat lekatan bata dengan mortar dapat dilihat pada Gambar 3.11.

Perhitungan hasil pengujian kuat lekatan (ASTM/Vol 04.05/C-321) seperti yang dinyatakan dalam Persamaan (3-5).

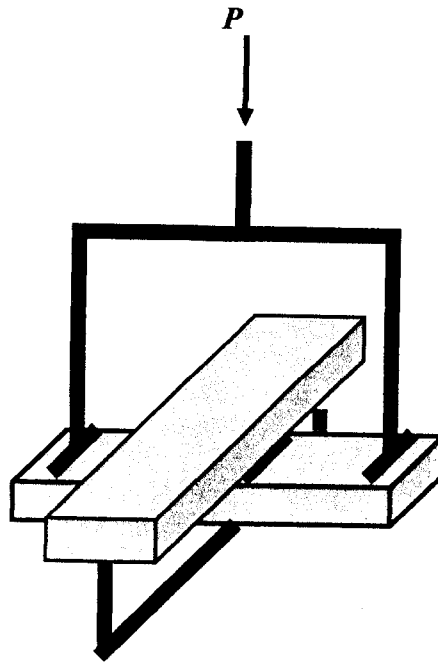
$$\sigma_{lk} = \frac{P_m}{A} \quad (3-5)$$

dimana:

$\sigma_{lk}$  = kuat lekatan, ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ),

$P_m$  = beban maksimum (kg), dan

$A$  = luas permukaan joint ( $\text{cm}^2$ ).



Gambar 3.11. Pengujian Kuat Lekatan Bata dengan Mortar

### 3.4. Pengujian Pasangan Bata ( Tembakan)

Pada pengujian pasangan bata ini terdiri atas pengujian kuat tekan pasangan bata, pengujian pengujian kuat lentur pasangan bata dan kuat geser pasangan bata yang akan dijelaskan berikut ini.

#### 3.4.1. Pengujian Kuat Tekan Pasangan Bata

Kuat tekan yang diberikan pada pasangan bata adalah gaya yang bekerja pada seluas bidang dengan satu susunan bata keatas. Ketinggian pasangan bata dibuat dengan rasio 2 s/d 5 lebar satu buah bata dan tebal setiap mortarnya 10 mm. Kuat desak yang bekerja lebih merupakan kekuatan satu kesatuan sebuah

pasangan bata secara desak dan bukan kekuatan dari sebuah tembokan. Kuat tekan pasangan bata dihitung berdasarkan ASTM/Vol 04.05/E-447 dengan menggunakan Persamaan (3-6).

$$\sigma_d = \frac{P_m}{A} \quad (3-6)$$

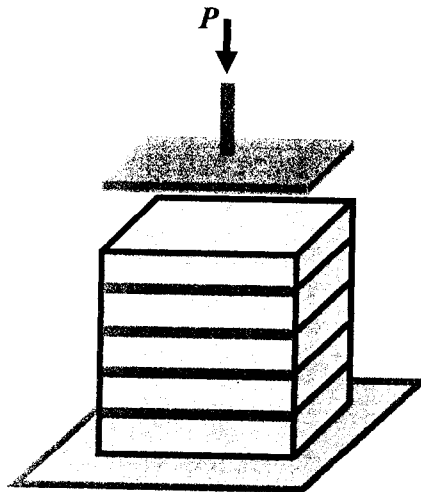
dimana :

$\sigma_d$  = Kuat tekan specimen ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ),

$P_m$  = Beban maksimum pengujian (kg), dan

$A$  = Luas pembebanan ( $\text{cm}^2$ ).

Pengujian dilakukan setelah pasangan berumur 28 hari. Bila kurang dari 28 hari maka dibuat perbandingan hubungannya dengan kekuatan 28 hari. Pada saat pengujian suhu diatur agar berkisar  $24 \pm 8^\circ \text{C}$ , dengan kelembaban 30 – 70 %. Pengujian kuat tekan pasangan bata dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Pengujian Kuat Tekan Pasangan Bata

### 3.4.2. Pengujian Kuat Lentur Pasangan Bata

Untuk mendapatkan gaya yang tegak lurus pada bahan uji dan tidak adanya eksentrisitas, dengan demikian dilakukan pengujian pembebanan *center point*. Pada pengujian ini ketinggian prisma minimal 460 mm, dengan ketebalan mortar 10 s/d 15 mm dan yang perlu diperhatikan perbandingan panjang prisma > 2 kali lebar. Perhitungan gross area untuk solid masonry untuk *modulus of rupture* (lentur) berdasarkan ASTM/Vol 04.05/E-518 dengan menggunakan Persamaan (3-7).

$$\sigma_l = \frac{(3/2 \cdot P_m + 0,75 \cdot P_s) \cdot d}{l \cdot t^2} \quad (3-7)$$

dimana :

$\sigma_l$  = Kuat Lentur pasangan bata untuk gross area (kg/cm<sup>2</sup>),

$P_m$  = Maksimum Load dalam pembebanan (kg),

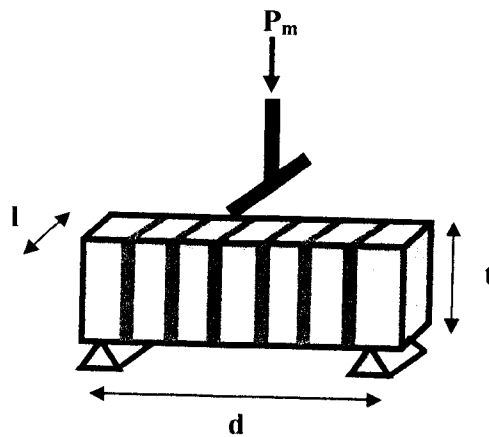
$P_s$  = Berat specimen (kg),

$d$  = bentang (cm),

$l$  = lebar specimen (cm), dan

$t$  = tinggi specimen (cm).

Pengujian kuat lentur pasangan bata dapat dilihat pada Gambar 3.13 dan foto pengujiannya dapat dilihat pada Gambar C.15.



Gambar 3.13. Pengujian Kuat Lentur Pasangan Bata

### 3.4.3. Pengujian Kuat Geser Pasangan Bata

Pasangan bata dibuat berbentuk bujur sangkar. Pembebanan diberikan pada satu sisi diagonal. Sehingga kerusakan yang terjadi adalah geser diagonal yang tegak lurus dengan diagonal pembebanan dan desak pada daerah yang searah dengan diagonal pembebanan.

Pasangan bata berukuran  $0,4 \times 0,4$  m (sekitar  $1\frac{1}{2}$  bata) dengan jarak antara bata  $\pm 15$  mm. Perlu diperhatikan setelah pembuatan, pasangan bata tidak boleh diganggu selama 7 hari. Pengujian dilakukan setelah 28 hari dengan suhu pemeliharaan pasangan bata  $24 \pm 8^\circ$  C dan kelembaban 25 – 75 %.

Untuk memberikan gaya yang tepat diagonal maka dibuatkan sepatu pembebanan berbentuk sudut dari bujur sangkar. Sepatu pembebanan ini



diletakkan pada sudut-sudut yang berlawanan. Pembebanan dilakukan secara vertikal diagonal. Maka dari itu pasangan bata didirikan sehingga sepatu pembebanannya tepat tengah-tengah mesin/alat pembebanan. Pengujian kuat geser pasangan bata dapat dilihat pada Gambar 3.14 dan fotonya pada Gambar C.16.

Kuat geser dari pasangan bata adalah tegangan geser yang bekerja pada seluas bidang dan dinyatakan dalam Persamaan (3-8). Berdasarkan ASTM/Vol 04.05/E-519 luas bidang dicari dengan menggunakan Persamaan (3-9).

$$\tau = \frac{0,707.P_m}{A_n} \quad (3-8)$$

dimana :

$\tau$  = Tegangan Geser (kg/cm<sup>2</sup>),

$P_m$  = Beban Maksimum (kg), dan

$A_n$  = Luas bersih bidang (cm<sup>2</sup>).

$$A_n = \left( \frac{L + H}{2} \right) T.n \quad (3-9)$$

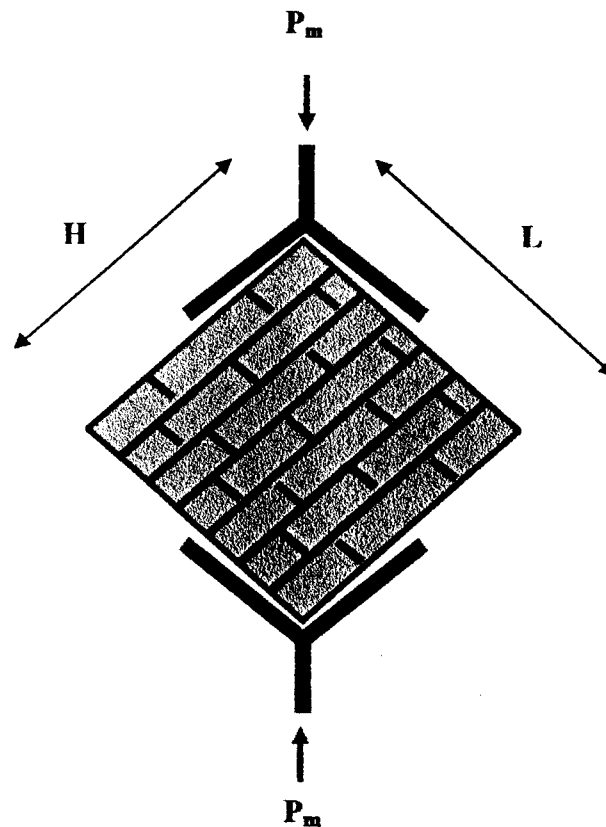
dimana :

$L$  = Lebar pasangan bata (cm),

$H$  = Tinggi pasangan bata (cm),

$T$  = Tebal pasangan bata (cm), dan

$n$  = persentase dari luas daerah padat, dalam desimal.



Gambar 3.14. Pengujian Kuat Geser Pasangan Bata

### 3.5. Analisis Grafik Tegangan dan Regangan

Pengujian yang dilakukan dengan memberi pembebanan setiap per 25, 50, 100 kg atau sesuai yang diinginkan akan memberikan nilai pemendekkan atau pemanjangan bahan sebagai akibat dari ditekan atau ditariknya bahan. Dari sini di dapat nilai tegangan dengan menggunakan rumus-rumus yang ditunjukkan pada sub bab sebelumnya. Sedangkan nilai regangannya didapat dengan Persamaan (3-10) berikut ini.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (3-10)$$

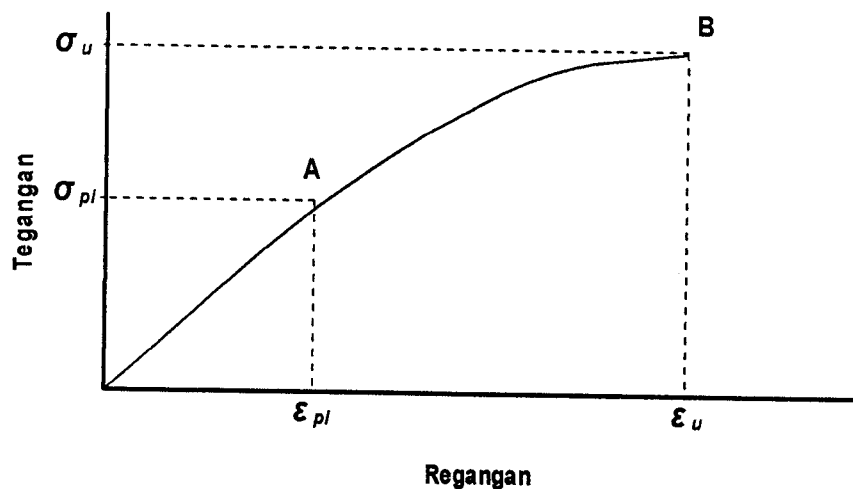
dimana :

$\varepsilon$  = Regangan,

$\Delta l$  = Pemendekan atau perpanjangan bahan akibat pembebanan (cm), dan

$l$  = Panjang semula (cm).

Namun sebelumnya angka regangan dari pengujian tersebut harus mengalami koreksi terlebih dahulu, disebabkan ada kesalahan sehingga kurva tegangan regangan tersebut tidak memotong sumbu O (0,0). Pencarian nilai koreksi didapat dengan menarik garis lurus pada nilai-nilai yang sebanding sampai memotong sumbu x. kemudian didapat angka koreksinya dan dikurangkan atau ditambahkan ke nilai regangan yang didapat. Setelah itu dapat dibuat grafik tegangan regangan dengan menggunakan regangan yang telah terkoreksi seperti yang diperlihatkan Gambar 3.20 berikut ini.



Gambar 3.15. Grafik Tegangan Regangan

Pada kurva tegangan regangan dari  $O$  hingga  $A$  merupakan garis linier yang disebut dengan elastis, sedangkan dari  $A$  hingga  $B$  garis tidak lagi linier ini disebut dengan plastis. Pada titik  $A$  merupakan batas sebanding dengan tegangannya disebut tegangan batas sebanding ( $\sigma_{pl}$ ) dan regangannya disebut regangan batas sebanding ( $\epsilon_{pl}$ ), batas sebanding merupakan nilai-nilai tegangan regangannya bersifat linier. Diatas batas sebanding sedikit ada batas yang disebut batas leleh yang tegangannya disebut tegangan leleh ( $\sigma_y$ ) dan regangannya disebut regangan leleh ( $\epsilon_y$ ), namun bahan-bahan yang rapuh (*brittle*) seperti bata ini batas lelehnya tidak jelas maka dapat dikatakan sama dengan batas sebanding. Pada titik  $B$  merupakan batas dimana bahan sanggup menahan beban atau mengalami patah (*failure*), tegangannya disebut tegangan batas ( $\sigma_u$ ) dan regangannya disebut regangan batas ( $\epsilon_u$ ).

Dari grafik tegangan regangan dapat dicari karakteristik dari bahan seperti tegangan batas sebanding, tegangan batas/patah, regangan batas sebanding, regangan batas/patah, *modulus elastisitas* dan *ductility*. Seperti yang dijelaskan berikut :

1. tegangan batas sebanding ( $\sigma_{pl}$ ). Didapat dari grafik tegangan regangan dengan membuat garis lurus, titik yang masih dianggap membuat garis lurus merupakan nilai sebanding dan titik tertinggi adalah batas sebandingnya maka didapat tegangan batas sebanding dengan menarik garis lurus memotong sumbu  $y$ ,

2. tegangan batas/patah ( $\sigma_u$ ). Tegangan batas/patah didapat dari nilai tegangan tertinggi dari pengujian,
3. regangan batas sebanding ( $\epsilon_{pl}$ ). Titik tegangan batas sebanding yang telah di tentukan sebelumnya ditarik garis lurus memotong sumbu x maka didapat nilai regangan batas sebanding,
4. regangan batas/patah ( $\epsilon_u$ ). Regangan batas/patah didapat dari nilai regangan tertinggi dari pengujian,
5. *modulus elastisitas* ( $E$ ). Merupakan nilai kemiringan suatu grafik tegangan regangan yang masih bersifat linier. *Modulus Elastisitas* Didapat dengan menggunakan Hukum *Hooke* seperti yang diperlihatkan oleh Persamaan (3-11) berikut ini.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (3-11)$$

dimana :

$E$  = *Modulus Elastisitas* ( $\text{kg/cm}^2$ ),

$\sigma$  = Tegangan ( $\text{kg/cm}^2$ ), dan

$\epsilon$  = Regangan.

Nilai tegangan yang digunakan dalah nilai tegangan elastis dan regangan elastis.

6. *ductility* ( $\mu$ ). Dihubungkan dengan besar regangan permanen (plastis) sebelum patah. Nilainya didapat dari Persamaan (3-12) berikut ini.

$$\mu = \frac{\epsilon_u}{\epsilon_{pl}} \quad (3-12)$$

dimana :

$\mu$  = *ductility* regangan,

$\epsilon_u$  = Regangan batas, dan

$\epsilon_{pl}$  = Regangan batas sebanding.

### 3.6. Standar Deviasi

Standar deviasi digunakan pada perhitungan kuat tekan, lentur, geser dan lekatan. Perhitungan standar deviasi menggunakan Persamaan (3-13).

$$Sd = \sqrt{\frac{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}{N \cdot (N - 1)}} \quad (3-13)$$

dimana :

$Sd$  = Standar deviasi,

$N$  = Banyaknya benda uji, dan

$x$  = Nilai benda uji.

## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN

Bab Metodologi Penelitian ini terdiri atas bahan penelitian, macam pengujian dan *outputnya*, hasil dan pembahasan, alat penelitian dan *flow chart* yang akan dijelaskan berikut ini.

#### 4.1. Bahan Penelitian

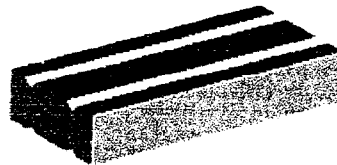
Adapun bahan penelitian yang dilakukan meliputi :

- a. bata Sleman dengan 4 variasi bentuk ditambah satu bentuk normal menggunakan plesteran,
- b. pasir kali Krasak, Kabupaten Sleman, Propinsi Yogyakarta,
- c. air PAM Lab. BKT TS/FTSP, UII-Yogyakarta,
- d. semen Gresik Jenis I,
- e. kapur Sleman,
- f. mortar sebagai spesi antar bata dengan perbandingan berat S : K : P = 1 : 1 : 5. Perbandingan mortar ini digunakan karena mempunyai nilai kuat menengah tetapi ekonomis dalam pembuatan (*overseas building notes*, 1977), dan
- g. mortar sebagai plesteran dengan perbandingan berat S : K : P = 1 : 3 : 10.

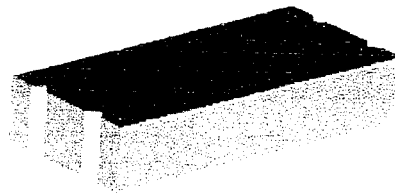
Bentuk bata yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai dengan Gambar 4.5.



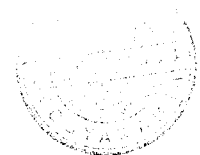
**Gambar 4.1.** Variasi 1 dengan bentuk bata buatan pabrik (bata normal)



**Gambar 4.2.** Variasi 2 bata dengan bentuk pada permukaan atas dan bawah



**Gambar 4.3.** Variasi 3 bata dengan bentuk samping kiri dan kanan pada sisi lebar







**Gambar 4.4.** Variasi 4 gabungan dari semua bentuk



**Gambar 4.5.** Variasi 5 yaitu variasi 1 yang ditambah dengan plesteran

## **4.2. Macam Pengujian Dan *Output***

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian material penyusun dan pengujian pasangan bata, dalam pengujian ini juga disertakan *output* dari penelitian yang akan diuraikan berikut ini.

### **4.2.1. Pengujian Material Penyusun**

Dalam pengujian material penyusun yang ingin dicari adalah sebagai berikut ini.

- a. Dimensi dan berat bata (sampel 40 buah dengan 4 variasi bata, masing-masing variasi 10 buah sampel), *outputnya* panjang, lebar, tebal, berat asli

- (berat udara), berat kering dan berat basah bata. Pengujian dilakukan seperti pada Sub Bab 3.4.1 dan 3.4.2.
- b. Berat volume dan penyerapan air (sampel yang digunakan sama dengan sampel dimensi dan berat bata), *outputnya* berat volume berdasarkan berat per volume bata dan penyerapan air berdasarkan persentase berat air yang diserap bata. Pengujian dilakukan seperti pada Sub Bab 3.4.3.
  - c. Kandungan garam bata (sampel 5 buah menggunakan bata variasi 1), *outputnya* persentase kadar garam pada luas permukaan bata. Pengujian dilakukan seperti pada Sub Bab 3.4.4.
  - d. Kuat tekan bata (sampel 20 buah dengan 4 variasi bata, masing-masing variasi 5 buah sampel), *outputnya* beban maksimum dan  $\Delta t$  (pemendekan bahan). Pengujian dilakukan seperti pada Sub Bab 3.4.5,
  - e. Kuat lentur bata (sampel 20 buah dengan 4 variasi bata, masing-masing variasi 5 buah sampel), *outputnya* beban maksimum dan waktu pembebanan. Pengujian dilakukan seperti pada Sub Bab 3.4.6.
  - f. Kandungan Lumpur pasir (sampel 100 gram pasir), *outputnya* persentase berat Lumpur dalam pasir. Pengujian dilakukan seperti pada Sub Bab 3.4.7.
  - g. Kuat tekan mortar (sampel 6 buah dengan 2 campuran perbandingan berat mortar, masing-masing 3 buah sampel), *outputnya* beban maksimum dan  $\Delta t$  (pemendekan bahan). Pengujian dilakukan seperti pada Sub Bab 3.4.8.

- h. Kuat tarik mortar (sampel 6 buah dengan 2 campuran perbandingan berat mortar, masing-masing 3 buah sampel), *outputnya* beban maksimum. Pengujian dilakukan seperti pada Sub Bab 3.4.9.
- i. Kuat lekatan bata (sampel 25 buah dengan 4 variasi bata dengan campuran perbandingan berat mortar S : K : P = 1 : 1 : 5 ditambah satu variasi normal menggunakan S : K : P = 1 : 3 : 10, masing-masing 5 buah sampel), *outputnya* beban maksimum dan waktu pembebanan. Pengujian dilakukan seperti pada Sub Bab 3.4.10.

#### 4.2.2. Pengujian Pasangan Bata

Dalam pengujian pasangan bata yang ingin dicari adalah sebagai berikut ini.

- a. Kuat tekan pasangan bata (sampel 15 buah dengan 5 variasi bata, masing-masing variasi 3 buah sampel), *outputnya* beban maksimum,  $\Delta t$  (pemendekan bahan) dan kerusakan, sebelum mencari tegangan kuat tekan pasangan bata terlebih dahulu dihitung luasan bersih dari pembebanan dengan dikurangi alas segitiga pada setiap lekukan pada masing-masing variasi. Pengujian seperti pada Sub Bab 3.5.1.
- b. Kuat lentur pasangan bata (sampel 15 buah dengan 5 variasi bata, masing-masing variasi 3 buah sampel), *outputnya* beban maksimum dan kerusakannya. Pengujian seperti pada Sub Bab 3.5.2.
- c. Kuat geser pasangan bata (sampel 15 buah dengan 5 variasi bata, masing-masing variasi 3 buah sampel), *outputnya* beban maksimum dan kerusakannya. Pengujian seperti pada Sub Bab 3.5.3.

### **4.3. Hasil dan Pembahasan**

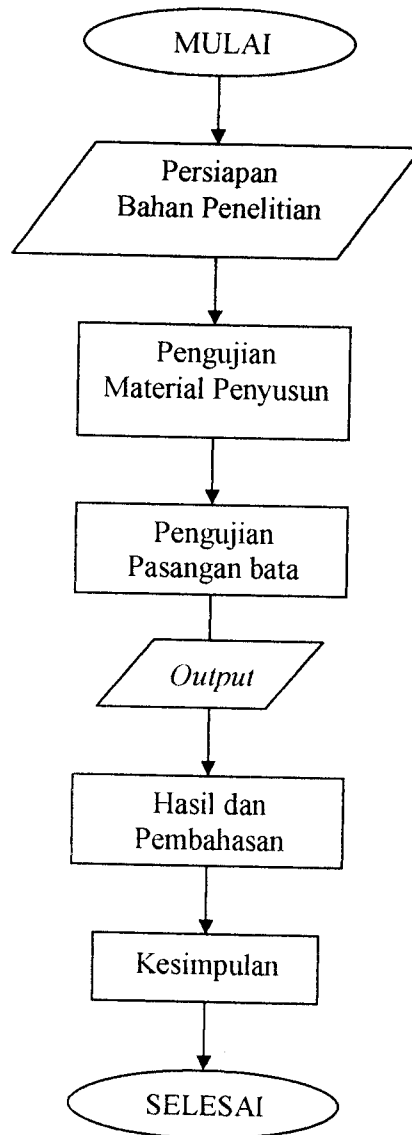
Setiap *output* yang keluar diolah sehingga didapatkan hasil yang diinginkan. Hasil yang didapatkan kemudian dibahas dengan cara membuat kurva perbandingan setiap variasinya, kurva tegangan-ragangan, tipe kerusakan, persentase penambahan mortar pada pasangan bata variasi 2, 3 dan 4 terhadap pasangan bata variasi 1 (normal) dan beserta tabel-tabelnya. Pada akhirnya akan didapatkan kesimpulan tentang pengujian yang dilakukan.

### **4.4. Alat Penelitian**

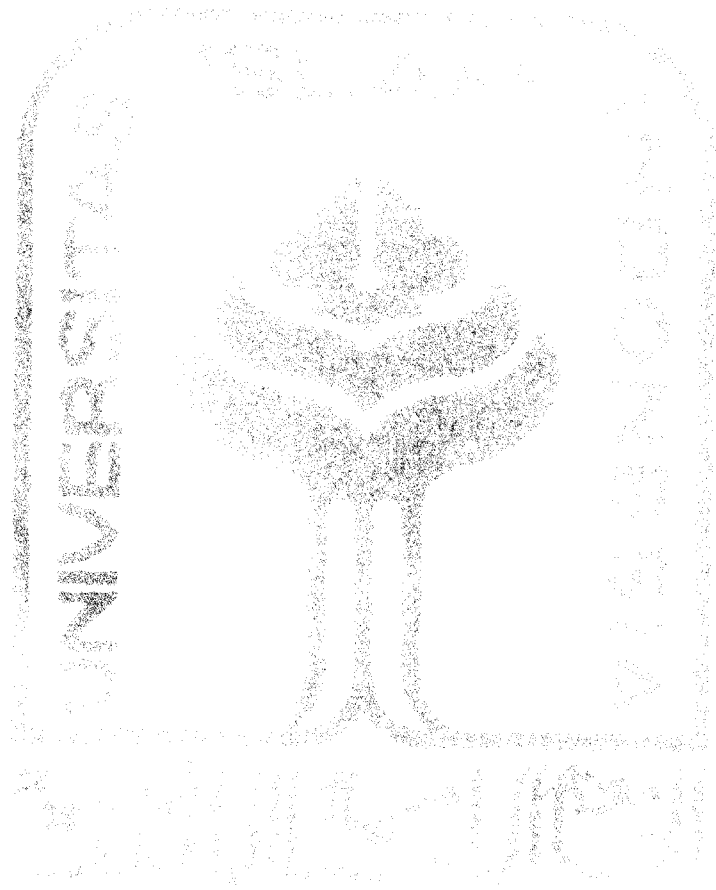
Alat yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah semua alat yang dapat mendukung penelitian sesuai dari pengujian yang dilakukan. Alat yang digunakan dapat berupa alat yang telah ada maupun dibuat terlebih dahulu. Khusus untuk alat yang dibuat terlebih dahulu, hal yang harus diperhatikan adalah kaedah-kaedah pengujian yang akan dilakukan dengan demikian pengujian tidak menyimpang dari ketentuan yang berlaku.

#### 4.5. Flow Chart

Agar lebih mudah mengetahui urutan kerja dari penelitian ini maka dibuat bagan alir (*flow chart*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Bagan Alir (*flow chart*)



## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini terdiri atas hasil penelitian dan dilanjutkan pembahasan yang akan dijelaskan berikut ini.

#### 5.1. Hasil Penelitian

Setelah seluruh rangkaian pengujian dilakukan terhadap benda uji material penyusun dan pasangan bata dengan variasi bentuk permukaan bata didapat beban dan tegangan maksimum. Data-data tersebut selanjutnya akan ditampilkan berupa rata-rata dalam tabel agar lebih mudah dalam melihat hasil penelitian.

Dimensi dan berat bata rata-rata yang digunakan menurut variasi bentuk permukaan bata terdiri dari empat jenis bentuk yang akan ditunjukkan pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1.** Dimensi dan berat bata rata-rata

Variasi	p (cm)	l (cm)	t (cm)	segitiga atas bawah		segitiga samping		Volume (cm <sup>3</sup> )	W <sub>asal</sub> (gram)	W <sub>kering</sub> (gram)	W <sub>basah</sub> (gram)
				Alas (cm)	Tinggi (cm)	Alas (cm)	Tinggi (cm)				
1	23,4	11,1	5,5					1402	2015	1926	2445
2	23,4	10,9	5,8	1,56	0,8			1412	1961	1872	2427
3	23,5	10,8	5,7			1,58	0,94	1443	2028	1896	2455
4	23,5	10,8	5,7	1,54	0,9	1,53	0,9	1366	1898	1829	2363

Data dimensi dan berat bata dari setiap variasi bentuk permukaan bata dapat dilihat pada Lampiran 1.1-1.4.

Berat jenis bata dan persentase berat penyerapan air bata rata-rata setiap variasi bentuk permukaan bata ditunjukkan pada Tabel 5.2 dengan hitungan menggunakan Persamaan (3-1).

**Tabel 5.2.** Berat volume dan penyerapan air rata-rata

Variasi	Berat Volume (g/cm <sup>3</sup> )	Penyerapan Air (%)
1	1,406	27
2	1,357	22,7
3	1,36	29,44
4	1,435	29,18

Data berat jenis bata dan penyerapan air bata dari setiap variasi bentuk permukaan bata dapat dilihat pada Lampiran 1.1-1.4.

Persentase kandungan garam pada luas permukaan bata rata-rata yang bertujuan untuk mengetahui kandungan mineral yang ada pada bata akan ditunjukkan pada Tabel 5.3.

**Tabel 5.3.** Kandungan Garam Bata rata-rata

	Kadar Garam, %
Bata	9,78

Data persentase kandungan garam pada luas permukaan bata dapat dilihat pada Lampiran 2.

Kuat tekan bata rata-rata akan ditunjukkan pada Tabel 5.4 dengan hitungan menggunakan Persamaan (3-2).



**Tabel 5.4.** Kuat Tekan Bata rata-rata

Variasi	$p$ (cm)	$l$ (cm)	$t$ (cm)	segitiga atas bawah		Segitiga samping		Luas, $A$ (cm <sup>2</sup> )	$P_m$ (Kg)	Kuat Tekan, $\sigma_d$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
				Alas (cm)	Tinggi (cm)	Alas (cm)	Tinggi (cm)			
1	23,3	11	5,2					255	8012,232	31,411
2	23,5	10,9	5,6	1,53				184,86	6727,829	36,419
3	23,5	10,9	5,5			1,6	0,94	253,18	12054,03	47,590
4	23,5	10,7	5,6	1,46				182,57	7645,26	39,309

Data kuat tekan bata dapat dilihat pada Lampiran 3.1.1-3.4.2.

Kuat lentur bata (*Modulus of Rupture*) akan ditunjukkan pada Tabel 5.5 dengan hitungan menggunakan Persamaan (3-3).

**Tabel 5.5.** Kuat Lentur Bata rata-rata

Variasi	$p$ (cm)	$l$ (cm)	$t$ (cm)	$P_m$ (kg)	Kuat Lentur, $\sigma_l$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	23,331	11,029	5,421	56,8	3,942
2	23,437	10,904	5,692	66,08	4,207
3	23,539	10,638	5,593	56,82	3,838
4	23,544	10,679	5,538	62,48	4,299

Data Kuat lentur bata dapat dilihat pada Lampiran 4.1-4.4.

Persentase berat kandungan lumpur dalam pasir rata-rata yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan pasir sebagai campuran mortar akan ditunjukkan pada Tabel 5.6.

**Tabel 5.6.** Persentase Berat Kandungan Lumpur Pasir rata-rata

	Kandungan Lumpur, %
Pasir	1,84

Data persentase berat kandungan Lumpur dalam pasir dapat dilihat pada Lampiran 5.

Kuat tekan mortar rata-rata dengan perbandingan berat semen : kapur : pasir = 1:1:5 dan 1:3:10 akan ditunjukkan pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 dengan menggunakan Persamaan (3-4).

**Tabel 5.7.** Kuat Tekan Mortar S:K:P = 1:1:5 rata-rata

Dimensi	Rata-Rata
$p$ ( cm )	5,037
$l$ ( cm )	5,18
$t$ ( cm )	5,057
Luas, $A$ ( $\text{cm}^2$ )	26,082
Volume ( $\text{cm}^3$ )	131,883
berat (gram)	243,633
berat volume	1,847
$P_m$ (Kg)	1563,333
Kuat Tekan, $\sigma_{t,i}$ (Kg/ $\text{cm}^2$ )	59,963

**Tabel 5.8.** Kuat Tekan Mortar S:K:P = 1:3:10 rata-rata

Dimensi	Rata <sup>2</sup>
$p$ ( cm )	4,947
$l$ ( cm )	5,142
$t$ ( cm )	5,057
Luas, $A$ ( $\text{cm}^2$ )	25,435
Volume ( $\text{cm}^3$ )	128,611
berat (gram)	236,9
berat volume ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1,842
$P_m$ (kg)	200
kuat tekan, $\sigma_{t,i}$ ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	7,867

Data kuat tekan mortar dapat dilihat pada Lampiran 6.1.1-6.2.2.

Kuat tarik mortar rata-rata dengan perbandingan berat semen : kapur : pasir = 1:1:5 dan 1:3:10 akan ditunjukkan pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10.

**Tabel 5.9.** Kuat Tarik S:K:P = 1:1:5 rata-rata

Dimensi Mortar	Rata <sup>2</sup>
$b$ (cm)	2,967
$h$ (cm)	2,827
Luas, $A$ (cm <sup>2</sup> )	8,385
Berat (gr)	149,533
$P_m$ (kg)	61,667
Kuat Tarik, $\sigma_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )	7,360

**Tabel 5.10.** Kuat Tarik S:K:P = 1:3:10 rata-rata

Dimensi Mortar	Rata <sup>2</sup>
$b$ (cm)	3,103
$h$ (cm)	2,757
Luas, $A$ (cm <sup>2</sup> )	8,554
Berat (gr)	138,833
$P_m$ (kg)	10
Kuat Tarik, $\sigma_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1,175

Data kuat tarik mortar dapat dilihat pada Lampiran 7.

Lekatan bata rata-rata dengan campuran berat mortar, semen : kapur : pasir = 1:1:5 dan 1:3:10 akan ditunjukkan pada Tabel 5.11 dan Tabel 5.12 dengan menggunakan Persamaan (3-5).

Tabel 5.11. Lekatan Bata S:K:P = 1:1:5 rata-rata

Variasi		Sampel					Rata <sup>2</sup>
		1	2	3	4	5	
1	Lekatan bata (kg/cm <sup>2</sup> )	>0,2602	>0,2559	>0,1958	>0,2605	>0,3237	>0,2592
	Kerusakan	a	a	a	a	a	
2	Lekatan bata (kg/cm <sup>2</sup> )	0,191	>0,2333	>0,4149	>0,2689	>0,3196	>0,2856
	Kerusakan	c	a/c	a/c	a/c	a	
3	Lekatan bata (kg/cm <sup>2</sup> )	>0,3542	>0,2645	>0,2931	>0,2382	>0,2814	>0,2863
	kerusakan	a	a/c	a	a	a/b	
4	Lekatan bata (kg/cm <sup>2</sup> )	>0,4349	>0,273	>0,4765	>0,3185	>0,5631	>0,4132
	Kerusakan	a	a	a	a	a	

Tabel 5.12. Lekatan Bata S:K:P = 1:3:10 rata-rata

Variasi		Sampel					Rata <sup>2</sup>
		1	2	3	4	5	
1	Lekatan bata (kg/cm <sup>2</sup> )	0.1634	>0.2446	0.2845	0.3283	0.3066	0.2654
	Kerusakan	c	a	c	c	c	

Keterangan : a = bata rusak / patah

b = lekatan rusak

c = lekatan lepas

> = Lekatan bata yang sebenarnya lebih besar

Data lekatan bata dapat dilihat pada Lampiran 8.1-8.5.

Kuat tekan dan jenis kerusakan pasangan bata akan ditunjukkan pada Tabel 5.13 dengan hitungan menggunakan Persamaan (3-6).

Tabel 5.13. Kuat Tekan dan Jenis Kerusakan Pasangan Bata

Variasi	Sampel	Kuat Tekan, $\sigma_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Jenis Kerusakan Pada Pasangan Bata
1	1	6,1931146	Pasangan bata retak dari atas sampai bawah
	2	8,9855973	Pasangan bata retak dari atas sampai bawah dan bata bagian bawah rusak
	3	6,8747552	Pasangan bata retak dari atas sampai bawah dan bata bagian bawah rusak
	Rata <sup>2</sup>	7,3511557	
2	1	12,256754	Pasangan bata retak dari atas sampai bawah dan bata bagian atas rusak
	2	10,436881	Pasangan bata retak sebagian dan bata bagian samping bawah rusak
	3	12,593922	Pasangan bata retak dari atas sampai bawah dan bata bagian bawah rusak
	Rata <sup>2</sup>	11,762519	
3	1	6,8113969	Pasangan bata retak pada bagian samping bawah dan bata bagian bawah rusak
	2	7,0510422	Pasangan bata retak pada bagian samping atas dan bata bagian bawah rusak
	3	6,8390686	Pasangan bata retak diagonal dari atas sampai bawah dan bata bagian bawah rusak
	Rata <sup>2</sup>	6,9005026	
4	1	10,466081	Pasangan bata retak retak pada kedua lekukan dan bata bagian bawah rusak
	2	10,73632	Pasangan bata retak sebagian
	3	9,0040997	Pasangan bata retak sebagian pada kedua lekukan
	Rata <sup>2</sup>	10,068834	
5	1	7,9584994	Pasangan bata retak dari atas sampai bawah dan plesteran lepas
	2	8,3226224	Pasangan bata retak dari atas sampai pertengahan dan plesteran lepas
	3	8,4593857	Bata dan plesteran bagian bawah rusak, plesteran lepas
	Rata <sup>2</sup>	8,2468358	

Data kuat tekan pasangan bata dapat dilihat pada Lampiran 9.1.1-9.5.2 dan foto kerusakan kuat tekan pasangan bata dapat dilihat pada Gambar C.17-C.20.

Kuat lentur dan jenis kerusakan pasangan bata akan ditunjukkan pada Tabel 5.14 dengan menggunakan Persamaan (3-7).

**Tabel 5.14.** Kuat Lentur dan Jenis Kerusakan Pasangan Bata

Variasi	Sampel	Kuat Lentur, $\sigma_f$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Jenis Kerusakan Pasangan Bata
1	1	1,1192115	Lepas lekatan antara bata dengan mortar, bata kelima dari kiri
	2	1,4256195	Lepas lekatan antara bata dengan mortar, bata kelima dari kiri
	3	0,7168829	Lepas lekatan antara bata dengan mortar, bata kelima dari kiri
	Rata <sup>2</sup>	1,087238	
2	1	1,1464966	Lepas lekatan antara bata dengan mortar, bata keenam dari kiri
	2	0,4639677	Lepas lekatan antara bata dengan mortar, bata kelima dari kiri
	3	0,8070559	Lepas lekatan antara bata dengan mortar, bata kelima dari kiri
	Rata <sup>2</sup>	0,8058401	
3	1	1,0008206	Lepas lekatan antara bata dengan mortar, bata kelima dan ketujuh dari kiri
	2	0,5264654	Lepas lekatan antara bata dengan mortar, bata kelima dari kiri
	3	0,6948902	Lepas lekatan antara bata dengan mortar, bata kelima dari kiri
	Rata <sup>2</sup>	0,7407254	
4	1	0,3212046	Lepas lekatan antara bata dengan mortar, bata keenam dari kiri
	2	0,3125028	Lepas lekatan antara bata dengan mortar, bata keenam dari kiri
	3	0,6165347	Lepas lekatan antara bata dengan mortar, bata kelima dari kiri
	Rata <sup>2</sup>	0,4167474	
5	1	2,3687466	Patah bata di bata keenam dari kiri
	2	1,9934909	Patah bata di tengah bentang ( <i>center point</i> )
	3	2,9128771	Patah bata di tengah bentang ( <i>center point</i> )
	Rata <sup>2</sup>	2,4250382	

Data kuat lentur pasangan bata dapat dilihat pada Lampiran 10.1-10.5 dan foto kerusakan kuat lentur pasangan bata dapat dilihat pada Gambar C.21-C.24.

Kuat geser dan jenis kerusakan pasangan bata akan ditunjukkan pada Tabel 5.15 dan menggunakan Persamaan (3-8) dan Persamaan (3-9).

**Tabel 5.15.** Kuat Geser dan Jenis Kerusakan Pasangan Bata

Variasi	Sampel	Kuat Geser, $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Jenis Kerusakan Pasangan Bata
1	1	2.01515775	Pasangan bata lepas lekatan dan retak diagonal, bata bagian bawah rusak
	2	1.87456535	Pasangan bata lepas lekatan dan retak diagonal, bata bagian bawah rusak
	3	1.91205666	Pasangan bata lepas lekatan dan retak diagonal, bata bagian bawah rusak
	Rata <sup>2</sup>	1.93392658	
2	1	1.87686856	Pasangan bata lepas lekatan dan retak diagonal
	2	1.77466285	Pasangan bata lepas lekatan dan retak diagonal
	3	1.91403428	Pasangan bata lepas lekatan dan retak diagonal
	Rata <sup>2</sup>	1.85518856	
3	1	2.08178179	Pasangan bata lepas lekatan dan retak diagonal, bata bagian bawah rusak
	2	1.60353463	Pasangan bata retak diagonal dan bata bagian atas dan bawah rusak
	3	1.8285921	Pasangan bata lepas lekatan dan retak diagonal, bata bagian tengah rusak
	Rata <sup>2</sup>	1.83796951	
4	1	2.51515826	Pasangan bata lepas lekatan dan retak diagonal, bata bagian bawah rusak
	2	1.96879429	Pasangan bata lepas lekatan dan retak diagonal
	3	2.12893546	Pasangan bata lepas lekatan, retak diagonal dan horizontal
	Rata <sup>2</sup>	2.20429601	
5	1	3.59916547	Pasangan bata retak diagonal dan plesteran rusak pada bagian atas
	2	3.15864261	Pasangan bata retak diagonal dan plesteran rusak pada bagian atas
	3	3.10240565	Pasangan bata retak diagonal, plesteran dan bata rusak pada bagian atas
	Rata <sup>2</sup>	3.28673791	

Data kuat geser pasangan bata dapat dilihat pada Lampiran 11.1-11.5 dan foto kerusakan kuat geser pasangan bata dapat dilihat pada Gambar C.25-C.28.

Persentase penambahan volume mortar pada setiap meter persegi pada setiap pasangan bata ditunjukkan pada Tabel 5.16.

**Tabel 5.16.** Persentase Penambahan Volume Mortar

Variasi	1	2	3	4
Penambahan Mortar, %	0	4,3	0,3	4,6

## 5.2. Pembahasan

Pada pembahasan ini terdapat tinjauan umum, analisis bata, analisis mortar, lekatan bata dan analisis pasangan bata yang akan diterangkan berikut ini.

### 5.2.1. Tinjauan Umum

Dari data hasil pengujian diketahui bata yang digunakan memiliki kekuatan yang rendah sebagaimana dapat dilihat pada hasil uji bata yang menunjukkan mutu bata jauh dibawah kelas mutu bata yang telah ditetapkan. Kandungan garam yang dikandung bata dibawah kandungan yang diisyaratkan sehingga bata yang digunakan tidak membahayakan dengan arti bata dapat digunakan untuk tembokan. Pasir yang digunakan tidak perlu dicuci terlebih dahulu karena dari hasil pengujian didapat kandungan Lumpur pada pasir dibawah yang diisyaratkan yaitu 5 %. Campuran mortar yang digunakan sudah cukup memberikan lekatan yang baik. Hal ini dapat terlihat pada saat pengujian sebahagian besar bata rusak/patah terlebih dahulu.

Pada pasangan bata kekuatan tekan, geser dan lenturnya menunjukkan hasil yang bervariasi. Ini disebabkan karena mutu bata dan pengerjaan pasangan yang kurang



baik. Mutu bata yang kurang baik banyak disebabkan oleh bermacam-macam faktor, diantaranya bahan yang digunakan, proses pembuatan dan proses pembakaran.

### 5.2.2. Analisis Bata

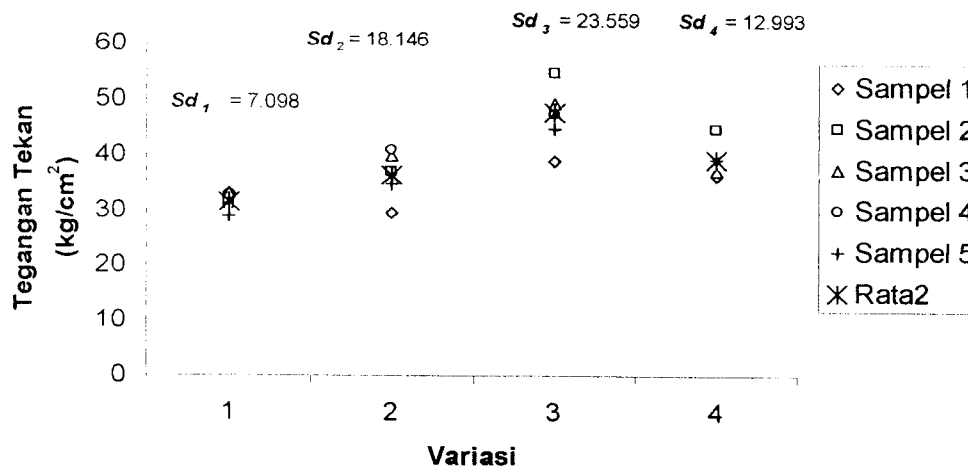
Analisis bata ini berguna untuk mengetahui kekuatan dari bata yang terdiri dari kuat tekan bata dan kuat lentur bata yang akan dijelaskan berikut ini.

#### 5.2.2.1. Kuat Tekan Bata

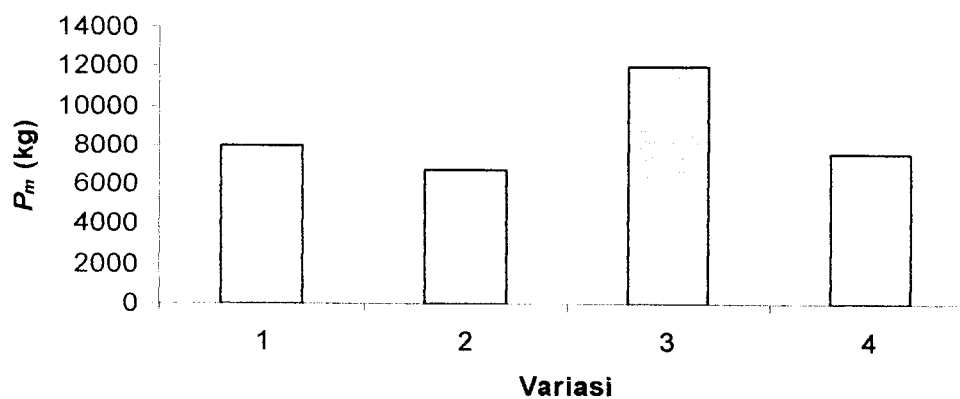
Kuat tekan dan beban maksimum bata pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.17 dan Gambar 5.1 sampai Gambar 5.2.

**Tabel 5.17.** Kuat Tekan Bata dan Standar Deviasi

Variasi Bata	Sampel	$\sigma_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{dr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Standar Deviasi
1	1	33.1079	31.4108	7.098637
	2	31.6358		
	3	32.9958		
	4	30.3657		
	5	28.9486		
2	1	29.5729	36.4194	18.14652
	2	36.8373		
	3	39.8414		
	4	41.0085		
	5	34.8367		
3	1	38.869	47.5904	23.55909
	2	54.9212		
	3	49.1559		
	4	47.4154		
	5	44.7459		
4	1	36.4861	39.3097	12.99397
	2	44.7386		
	3	37.1693		
	4	38.8826		
	5	39.2717		



**Gambar 5.1.** Grafik kuat tekan bata dengan variasi bentuk permukaan bata



**Gambar 5.2.** Grafik beban max tekan bata dengan variasi bentuk permukaan bata

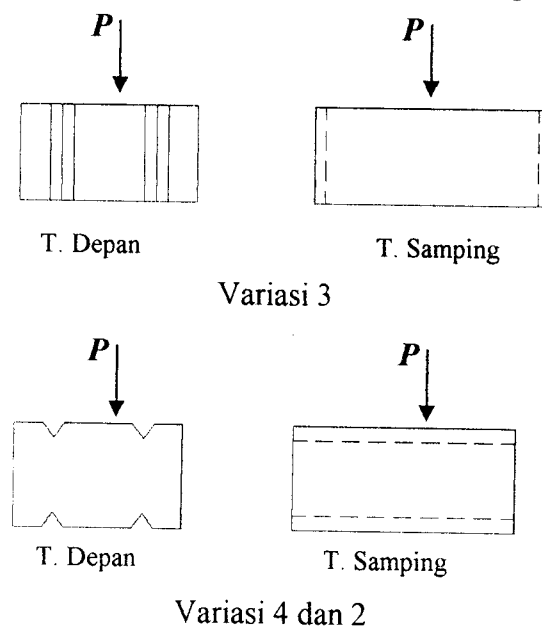
Pada Tabel 5.17 dan Gambar 5.1 dapat dilihat Standar Deviasi (SD) dan hasil-hasil sampel setiap variasinya. Variasi 1 yang memiliki SD = 7,0986 pada gambar diketahui hasil-hasil sampelnya yang tidak terlalu jauh dengan rata-rata. Variasi 2 yang memiliki SD = 18,1465 pada gambar diketahui sampel 1 hasilnya cukup jauh dari rata-rata. Begitu juga dengan variasi 3 dengan SD = 23,5591 pada gambar diketahui sampel

1 hasilnya cukup jauh dari rata-rata. Dan variasi 4 dengan  $SD = 12,9939$  pada gambar diketahui sampel 2 hasilnya cukup jauh dari rata-rata.

Pengaruh luasan tekan ( $A$ ) berbanding lurus dengan kuat tekan beban maksimum ( $P_m$ ) yang dapat dilihat pada Persamaan (5-1).

$$P_m = \sigma_d \cdot A \quad (5-1)$$

Diketahui luasan tekan bata variasi 1 dan 3 lebih besar dari luasan bata variasi 2 dan 4, sehingga beban maksimum yang dapat ditahan bata variasi 1 dan 3 lebih besar dari variasi 2 dan 4 seperti yang terlihat pada Gambar 5.2. Tegangan tekan variasi 3 lebih besar dari variasi 4, 2 dan 1 seperti yang terlihat pada Gambar 5.1. pada variasi 4 dan 2 memiliki kesamaan cerukan yang tegak lurus dengan gaya tekannya dan variasi 3 memiliki cerukan yang searah gaya tekannya seperti yang terlihat pada Gambar 5.3 dibawah. Sehingga serukan variasi 4 dan 2 memberikan kelemahan pada tekan satu batanya. Sebaliknya cerukan pada variasi 3 tidak memberikan pengaruh yang signifikan.



**Gambar 5.3.** Pengaruh Cerukan terhadap Gaya Tekan

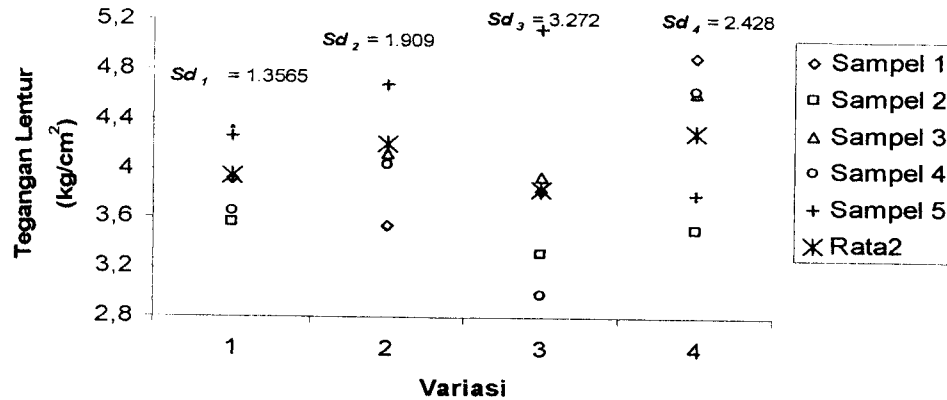
### 5.2.2.2. Kuat Lentur Bata

Kuat lentur dan beban maksimum bata pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.18 Gambar 5.3 sampai Gambar 5.4.

**Tabel 5.18.** Kuat Lentur Bata dan Standar Deviasi

Variasi Bata	Sampel	$\sigma_l$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{lr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Standar Deviasi
1	1	3.9151	3.9418	1.356517
	2	3.5643		
	3	4.3081		
	4	3.6591		
	5	4.2623		
2	1	3.5427	4.2074	1.909268
	2	4.6561		
	3	4.1249		
	4	4.0274		
	5	4.6859		
3	1	3.8235	3.8378	3.272559
	2	3.3161		
	3	3.9364		
	4	2.9842		
	5	5.1288		
4	1	4.9126	4.2989	2.428749
	2	3.5155		
	3	4.6322		
	4	4.6413		
	5	3.7929		

Dari Tabel 5.18 dapat diketahui bahwa kuat lentur bata variasi 2 dan 4 yang terdapat cerukan mempunyai nilai yang lebih besar daripada variasi lainnya. Ini dikarenakan inersia dari variasi 2 dan 4 lebih kecil dari variasi yang lainnya sehingga kuat lenturnya menjadi lebih besar. Dengan kata lain Inersia berbanding terbalik dengan kuat lentur bata.



**Gambar 5.4.** Grafik kuat lentur bata dengan variasi bentuk permukaan bata

Pada Tabel 5.18 dan Gambar 5.4 diketahui hasil-hasil pengujian kuat lentur yang beragam dan SDnya yang cukup besar. Maka cerukan pada variasi 2 dan 4 tidak begitu mempengaruhi kuat lentur bata.

### 5.2.3. Analisis Mortar

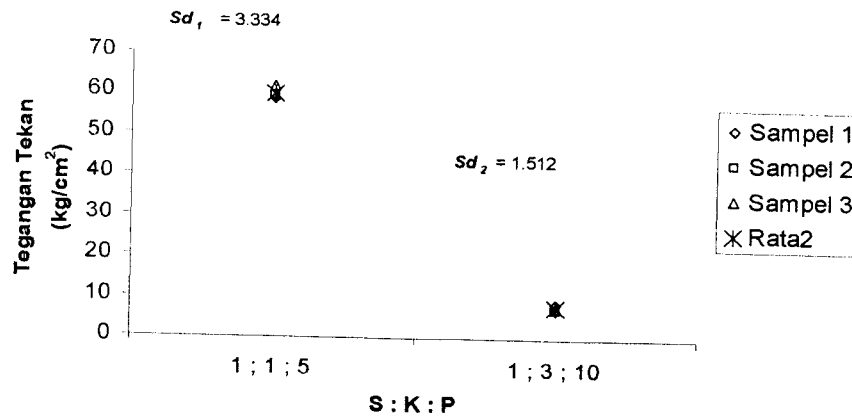
Analisis mortar ini berguna untuk mengetahui kekuatan dari mortar yang terdiri atas kuat tekan mortar dan kuat tarik mortar yang akan dijelaskan berikut ini.

#### 5.2.3.1. Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan Gambar 5.5.

**Tabel 5.19.** Kuat Tekan Mortar dan Standar Deviasi

S : K : P	Sampel	$\sigma_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{dr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Standar Deviasi
1 ; 1 ; 5	1	58.6738	59.963	3.334573
	2	59.3691		
	3	61.8458		
1 ; 3 ; 10	1	8.6633	7.867	1.512148
	2	7.1589		
	3	7.7787		



Gambar 5.5. Grafik kuat tekan mortar

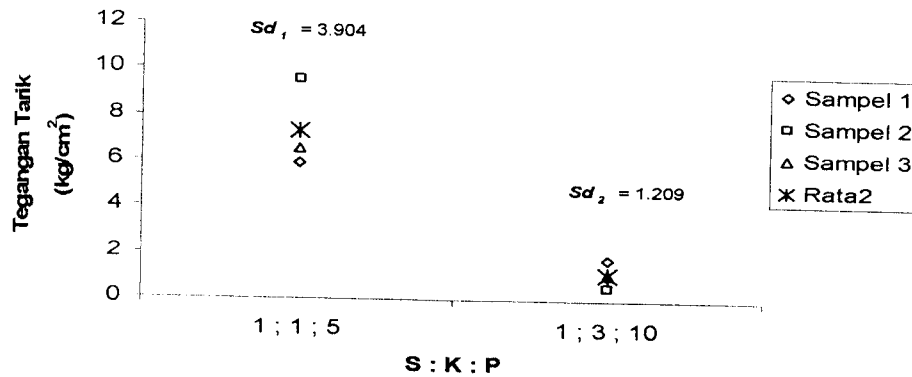
Dari tabel 5.3 dan Gambar 5.5 diketahui mortar dengan S:K:P = 1:1:5 dan S:K:P = 1:3:10 memiliki SD yang relative kecil sehingga hasil sampelnya terhadap rata-rata tidak terlalu jauh. Pada mortar dengan S:K:P = 1:1:5 yang digunakan sebagai spesi pasangan bata memiliki kuat tekan rata-rata yang lebih besar dari batanya. Sedangkan mortar dengan S:K:P = 1:3:10 yang digunakan sebagai plesteran pasangan bata memiliki kuat tekan rata-rata yang lebih kecil dari batanya.

### 5.2.3.2. Kuat Tarik Mortar

Kuat tekan mortar pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.20 dan Gambar 5.6.

Tabel 5.20. Kuat Tarik Mortar dan Standar Deviasi

S : K : P	Sampel	$\sigma_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{tr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Standar Deviasi
1 ; 1 ; 5	1	5.926	7.36	3.903999
	2	9.583		
	3	6.571		
1 ; 3 ; 10	1	1.789	1.175	1.209448
	2	0.58		
	3	1.156		



**Gambar 5.6.** Grafik kuat tarik mortar

Dari Tabel 5.4 dan Gambar 5.6 memperlihatkan hasil kuat tarik yang beragam pada setiap sampelnya. Ini didukung dengan hasil SD yang cukup besar.

#### 5.2.4. Lekatan Bata

Kuat lekatan dan beban maksimum bata pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 21.

**Tabel 5.21.** Lekatan Bata S:K:P = 1:1:5 dan S:K:P = 1:3:10 rata-rata

Variasi (S:K:P = 1:1:5)		Sampel					Rata <sup>2</sup>
		1	2	3	4	5	
1	Lekatan bata (kg/cm <sup>2</sup> )	>0,2602	>0,2559	>0,1958	>0,2605	>0,3237	>0,2592
	Kerusakan	a	a	a	a	a	
2	Lekatan bata (kg/cm <sup>2</sup> )	0,191	>0,2333	>0,4149	>0,2689	>0,3196	>0,2856
	Kerusakan	c	a/c	a/c	a/c	a	
3	Lekatan bata (kg/cm <sup>2</sup> )	>0,3542	>0,2645	>0,2931	>0,2382	>0,2814	>0,2863
	kerusakan	a	a/c	a	a	a/b	
4	Lekatan bata (kg/cm <sup>2</sup> )	>0,4349	>0,273	>0,4765	>0,3185	>0,5631	>0,4132
	Kerusakan	a	a	a	a	a	

**Lanjutan Tabel 5.21. Lekatan Bata S:K:P =1:3:10 rata-rata**

Variasi (S:K:P =1:3:10)		Sampel					Rata <sup>2</sup>
		1	2	3	4	5	
1	Lekatan bata (kg/cm <sup>2</sup> )	0.1634	>0.2446	0.2845	0.3283	0.3066	0.2654
	Kerusakan	c	a	c	c	c	

Keterangan : a = bata rusak / patah

b = lekatan rusak

c = lekatan lepas

> = Lekatan bata yang sebenarnya lebih besar

Dari Tabel 21 pada S:K:P = 1:1:5 dapat dilihat lekatan yang paling baik pada variasi 4 tetapi hal ini tidak bisa menjadi acuan kuat lekatan dikarenakan pada pengujian terlihat kerusakan yang terjadi ada pada patah bata, sedangkan untuk mengetahui kuat lekatannya maka kerusakan yang terjadi haruslah lepas lekatan.

### 5.2.5. Analisis Pasangan Bata

Analisis korelasi antara kuat tekan, lentur dan geser pada pasangan bata dengan bentuk permukaan bata dilakukan dengan menggunakan grafik tegangan maksimum. Dari grafik tersebut dapat dilihat perbedaan dari setiap variasi. Pada analisis pasangan bata ini terdiri dari pengaruh bentuk permukaan bata dengan kuat tekan pasangan bata, pengaruh bentuk permukaan bata dengan kuat lentur pasangan bata, pengaruh bentuk permukaan bata dengan kuat geser pasangan bata dan pengaruh bentuk bata terhadap penambahan mortar. Pada pasangan bata yang mempengaruhi kekuatan pasangan adalah bata, mortar dan lekatannya.

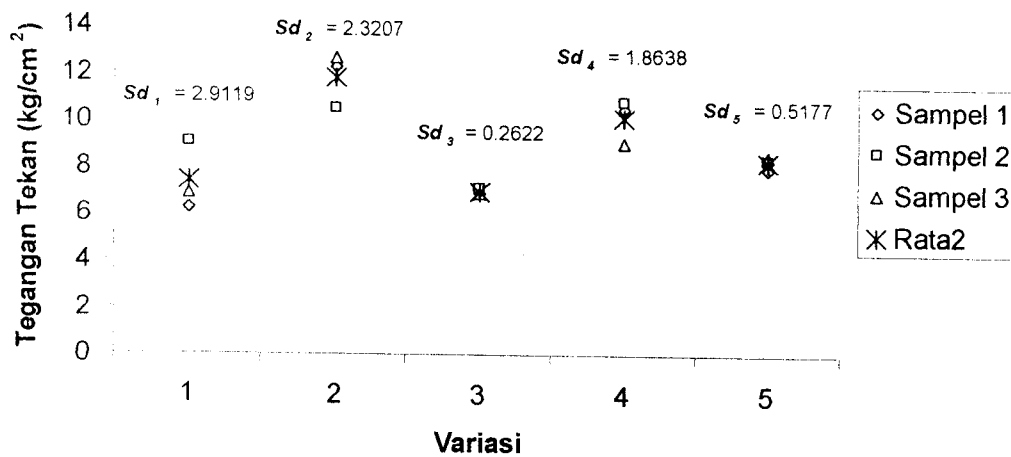


### 5.2.5.1. Pengaruh bentuk permukaan bata dengan kuat tekan pasangan bata

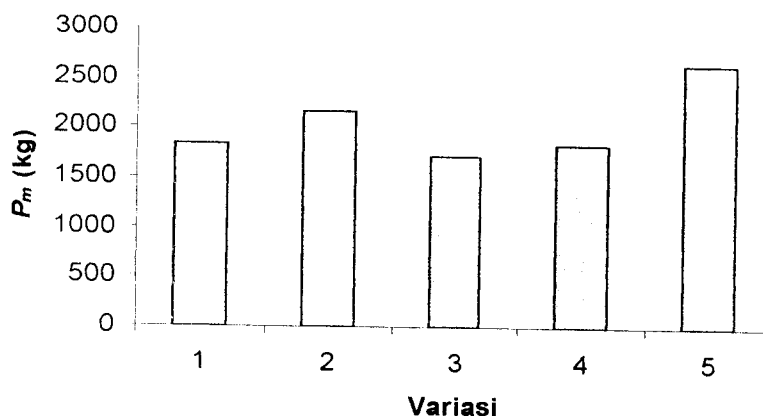
Kuat tekan dan beban maksimum pasangan bata pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.22 dan Gambar 5.7 sampai Gambar 5.8.

**Tabel 5.22.** Kuat Tekan Pasangan Bata dan Standar Deviasi

Variasi Bata	Sampel	$\sigma_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{dr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Standar Deviasi
1	1	6.1931	7.3512	2.9118761
	2	8.9856		
	3	6.8747		
2	1	12.2568	11.7825	2.3206783
	2	10.4369		
	3	12.5939		
3	1	6.8114	6.9005	0.2621881
	2	7.051		
	3	6.839		
4	1	10.4661	10.0388	1.8638614
	2	10.7363		
	3	9.0041		
5	1	7.9585	8.2468	0.5177234
	2	8.3226		
	3	8.4593		



**Gambar 5.7.** Grafik kuat tekan pasangan bata



**Gambar 5.8.** Grafik beban maksimum rata-rata kuat tekan pasangan bata

Dari tabel 5.6 dan Gambar 5.7 diketahui SD setiap Variasi yang relative kecil. Namun ada beberapa sampel yang cukup jauh dari rata-ratanya. Variasi 1 dengan SD = 2,919 diketahui sampel 2 hasilnya cukup jauh dari rata-rata. Variasi 2 dengan SD = 2,3207 diketahui sampel 2 hasilnya cukup jauh dari rata-rata. Variasi 3 dengan SD = 0,2622 diketahui hasil sampelnya relative sama. Variasi 4 dengan SD = 1,8618 diketahui sampel 3 hasilnya cukup jauh dari rata-rata. Dan variasi 5 dengan SD = 0,5177 diketahui hasil sampelnya relative sama.

Dari hasil pengujian kuat tekan pasangan bata didapat persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan pasangan bata terhadap variasi 1 dapat dilihat pada Tabel 5.23.

**Tabel 5.23.** Persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan pasangan bata

Variasi Pasangan Bata	Kuat Tekan, $\sigma_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Persentase Kenaikan Kuat Tekan, %	Persentase Penurunan Kuat Tekan, %
1	7,35115569	-	-
2	11,7625192	60,0091	-
3	6,90050256	-	6,1304
4	10,0688336	36,9694	-
5	8,24683582	12,1842	-

Dari Tabel 5.23 dan Gambar 5.7 variasi bata 2 merupakan kuat tekan yang paling tinggi dibawahnya variasi 4, variasi 5, variasi 1 dan variasi 3. Dan tegangan kuat tekan variasi 1 yang bentuk bata normal lebih tinggi dari pada variasi 3 yang memiliki bentukan segitiga samping. Sehingga dapat diketahui persamaannya dengan tegangan kuat tekan variasi 2 yang memiliki bentukan segitiga atas bawah namun tidak memiliki bentukan segitiga samping lebih tinggi dari pada variasi 4 yang memiliki bentukan segitiga atas bawah dan samping.

Pada bata yang memiliki cerukan samping memiliki tegangan yang lebih rendah dari bata yang memiliki cerukan atas bawah. Pada hasil kuat tekan satu bata telah dibahas variasi 2 dan 4 yang memiliki cerukan atas bawah hasilnya lebih kecil dari variasi 1 dan 3. Namun pada pengujian pasangan, cerukan pada variasi 2 dan 4 diisi oleh mortar yang kekuatannya lebih besar dari bata. Sehingga bidang tekan ke batanya lebih luas dan mengakibatkan pada pasangan bata variasi 2 dan 4 kuat tekannya lebih besar dari variasi 1 dan 3.

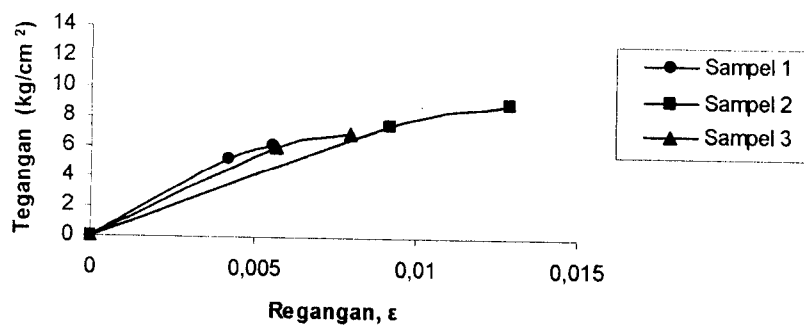
Dilihat dari Gambar 5.8 beban kuat tekan beban maksimum bata variasi 5 lebih tinggi dari variasi 1, 2, 3 dan 4. Ini disebabkan penambahan plesteran pada pasangan akan meningkatkan kuat tekan dimana bidang tekannya akan lebih luas. Namun pada Gambar 5.7 plesteran tidak menambah tegangan pasangan secara signifikan. Ini dikarenakan pada waktu pembebanan plesteran lepas dari bata sehingga yang berpengaruh besar adalah pasangan bata itu sendiri.

Karakteristik dari kuat tekan pasangan bata ini dapat dilihat pada Tabel 5.24 Data tegangan regangan dapat dilihat pada Lampiran 9.1.1-9.5.2.

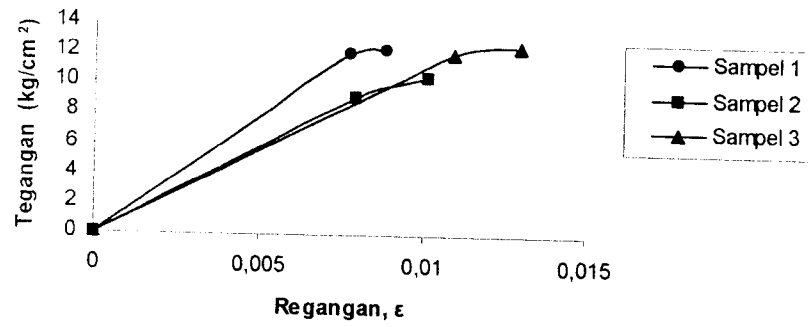
Tabel 5.24. Karakteristik Kuat Tekan Pasangan Bata

Variasi	Sampel	Karakteristik Kuat Tekan Pasangan Bata					
		$\sigma_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{pl}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_u$	$\epsilon_{pl}$	Elastisitas, (E) (kg/cm <sup>2</sup> )	Ductility ( $\mu$ )
1	1	6.1931146	5.227954	0.005583	0.004228	1236.6122	1.320513
	2	8.9855973	7.520985	0.012914	0.009182	819.06858	1.406424
	3	6.8747552	5.960770	0.007941	0.005696	1046.5107	1.394175
	Rata <sup>2</sup>	7.3511557	6.236569	0.008813	0.006369	979.26560	1.383762
2	1	12.256754	11.98438	0.008856	0.007746	1547.1459	1.143264
	2	10.436881	9.052397	0.010154	0.007956	1137.8193	1.276281
	3	12.593922	12.02023	0.012969	0.010923	1100.4714	1.187341
	Rata <sup>2</sup>	11.762519	11.01900	0.010659	0.008875	1241.5852	1.201094
3	1	6.811397	6.373237	0.010703	0.009150	696.51801	1.169742
	2	7.0510422	6.113620	0.009543	0.006938	881.17348	1.375399
	3	6.8390686	5.929828	0.011616	0.008206	722.60875	1.41546
	Rata <sup>2</sup>	6.9005026	6.138895	0.010621	0.008098	758.06539	1.311475
4	1	10.466081	7.752653	0.010097	0.006708	1155.6842	1.505199
	2	10.736319	9.312114	0.008744	0.006108	1524.7059	1.431697
	3	9.0040997	8.039375	0.008220	0.006636	1211.4294	1.238677
	Rata <sup>2</sup>	10.068834	8.368047	0.009021	0.006484	1290.5664	1.391194
5	1	7.9584994	7.122392	0.009515	0.006969	1021.9085	1.365217
	2	8.3226224	7.509133	0.005462	0.004279	1754.6157	1.276226
	3	8.4593857	7.775171	0.006954	0.005312	1463.7043	1.309073
	Rata <sup>2</sup>	8.2468358	7.468899	0.007310	0.005520	1352.9532	1.324213

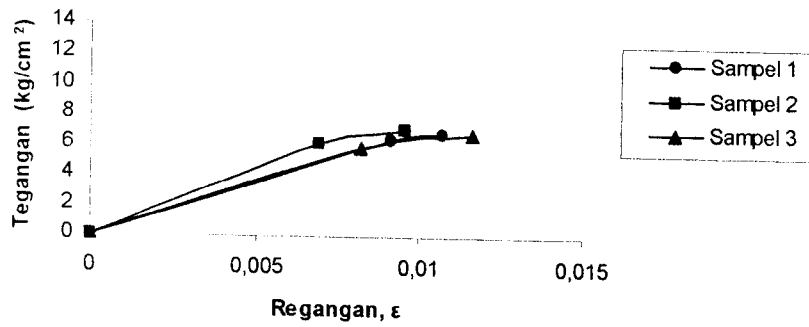
Grafik tegangan regangan karakteristik kuat tekan pasangan bata dapat dilihat pada Gambar 5.9 sampai Gambar 5.14.



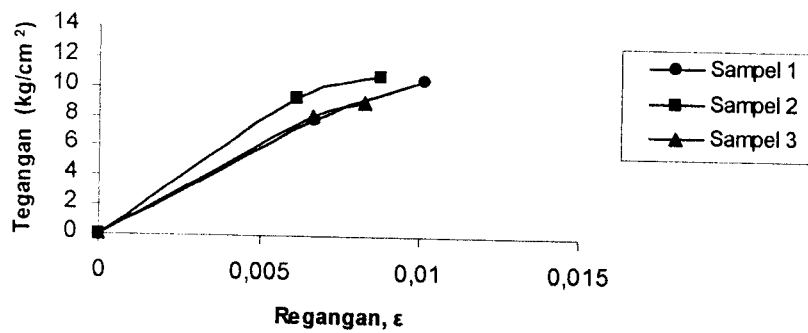
Gambar 5.9. Grafik tegangan regangan kuat tekan pasangan bata variasi 1



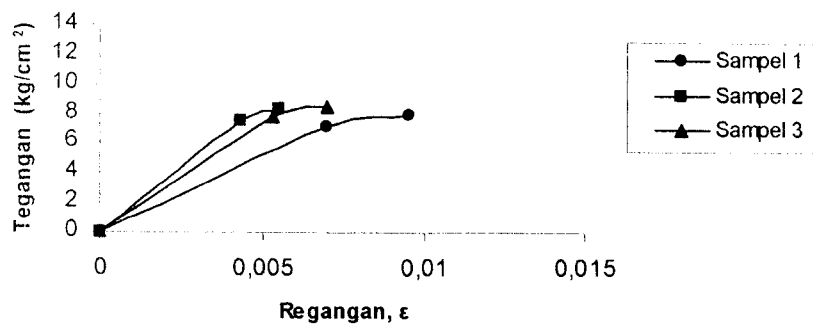
Gambar 5.10. Grafik tegangan regangan kuat tekan pasangan bata variasi 2



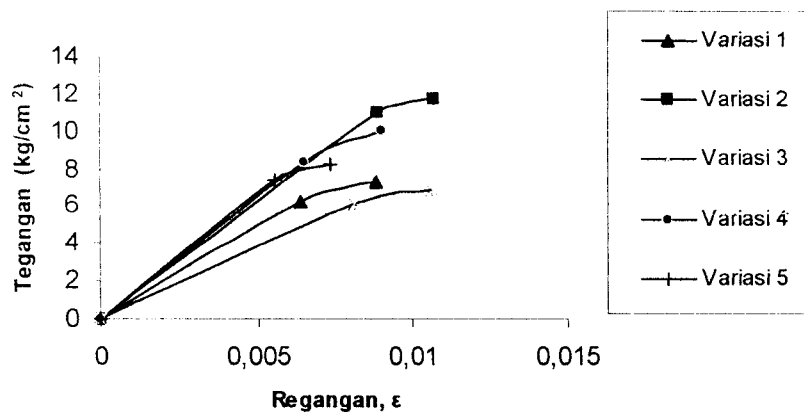
Gambar 5.11. Grafik tegangan regangan kuat tekan pasangan bata variasi 3



Gambar 5.12. Grafik tegangan regangan kuat tekan pasangan bata variasi 4



**Gambar 5.13.** Grafik tegangan regangan kuat tekan pasangan bata variasi 5



**Gambar 5.14.** Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Rata<sup>2</sup> untuk Semua Variasi Pasangan Bata

Dari Tabel 5.24 dapat diketahui variasi 5 mempunyai elastisitas paling besar daripada variasi yang lain. Disebabkan mortar plesteran yang digunakan mempunyai sifat elastisitas yang lebih baik dari bata. Sehingga pada pembebanan plesteran memberikan sifat yang lebih elastis pada pasangan. Duktilitas yang tidak begitu besar yang dilihat pada Tabel 5.16 diatas memperlihatkan bahwa bata bersifat getas.

Pola kerusakan dari Tabel 5.13 diketahui pasangan bata variasi 1, 2, 3 dan 4 rata-rata retak dari atas ke bawah. Ini disebabkan oleh pemusatan tegangan yang sangat tinggi pada daerah luasan yang kecil. Dan bata merupakan material yang bersifat getas,

maka pada titik-titik di mana terjadi pemusatan tegangan terjadi retak yang menjalar terus hingga dapat menyebabkan terjadinya kegagalan pada elemen struktur tersebut (Schodek, 1991). Sedangkan pada variasi 5 selain terjadi pemusatan tegangan, pada plesteran tersebut terjadi tegangan geser antar plesteran dengan bata sehingga dapat menyebabkan plesteran tersebut lepas.

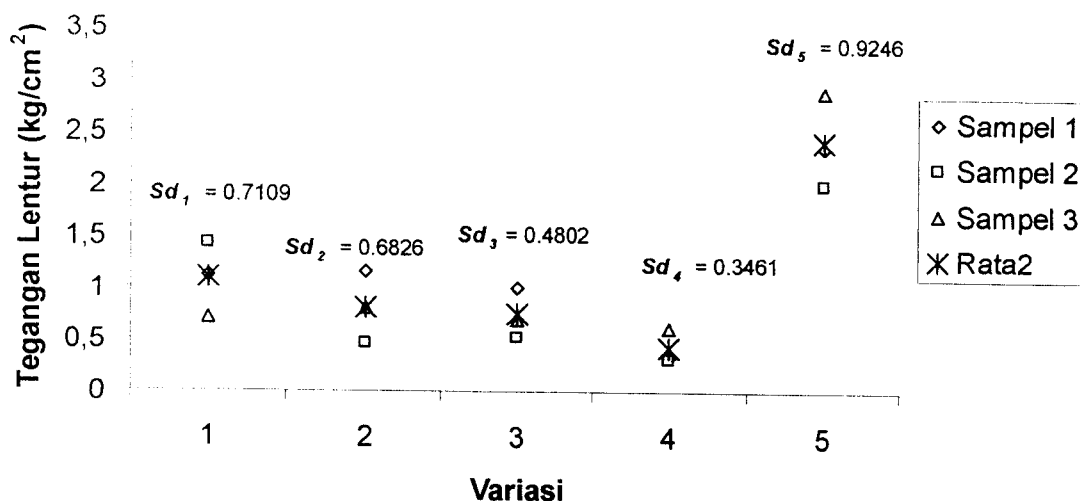
Pengujian satu bata menunjukkan kekuatan yang lebih tinggi daripada kekuatan pasangan bata seperti pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.13. Ini dapat ditunjukkan pada perilaku kolom tergantung pada kebalikan kuadrat panjang kolom merupakan faktor yang penting. Kolom yang panjangnya dua kali semula akan berkurang kapasitas pikul-bebannya menjadi seperempatnya. Sebaliknya, apabila panjangnya menjadi setengahnya, maka kapasitas pikul bebannya akan menjadi empat kali lipat.

#### 5.2.5.2. Pengaruh bentuk permukaan bata dengan kuat lentur pasangan bata

Kuat lentur pasangan bata dilihat pada Tabel 5.25 dan Gambar 5.15.

**Tabel 5.25.** Kuat Lentur Pasangan Bata dan Standar Variasi

Variasi Bata	Sampel	$\sigma_l$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{lr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Standar Deviasi
1	1	1.1192	1.0872	0.7109637
	2	1.4256		
	3	0.7168		
2	1	1.1465	0.8058	0.6826035
	2	0.4639		
	3	0.8071		
3	1	1.0001	0.7407	0.4802298
	2	0.5264		
	3	0.6949		
4	1	0.3212	0.4167	0.3461154
	2	0.3125		
	3	0.6165		
5	1	2.3687	2.425	0.924563
	2	1.9935		
	3	2.9129		



Gambar 5.15. Grafik kuat lentur pasangan bata

Dari hasil pengujian kuat lentur pasangan bata didapat persentase kenaikan dan penurunan kuat lentur pasangan bata yang dapat dilihat pada Tabel 5.26.

Tabel 5.26 Persentase kenaikan dan penurunan kuat lentur pasangan bata

Variasi Pasangan Bata	Kuat Lentur, $\sigma_l$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Persentase Kenaikan Kuat Lentur, %	Persentase Penurunan Kuat Lentur, %
1	1,087237969	-	-
2	0,805840062	-	25,88190587
3	0,740725387	-	31,87090521
4	0,416747369	-	61,66916713
5	2,425038185	123,0457593	-

Pada Tabel 5.25 dan Gambar 5.8 SD yang relatife besar dari setiap variasi dibandingkan dengan tegangan lentur rata-ratanya menunjukkan sampel yang dihasilkan beragam kecuali pada variasi 5. variasi 1, 2, 3 dan 4 dari hasil setiap sampel dan SDnya dapat diketahui memiliki kecendrungan hasil kuat lentur rata-rata yang sama.



Dari tabel 5.26 dapat diketahui kuat lentur pasangan bata variasi 1 lebih besar dari variasi 2, 3 dan 4. Pada variasi 2 dan 4 yang seharusnya memiliki bidang lekatan lebih luas, namun tidak terbukti lebih kuat dari variasi 1. Ini dikarenakan pada pasangan bata variasi 2 dan 4 mempunyai inersia yang kecil bila dibandingkan dengan variasi lainnya. Momen maksimum yang dapat diterima pasangan bata berbanding lurus dengan inersia bata, sehingga bata yang mempunyai inersia yang kecil menghasilkan momen yang kecil pula. Pengaruh cerukan dapat dilihat pada Gambar 5.16.

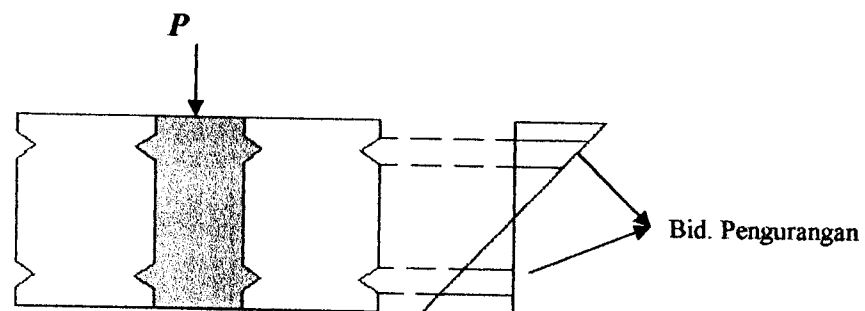


Diagram Tegangan

**Gambar 5.16.** Bidang Lekatan

Tegangan lentur yang bekerja pada suatu balok akan ditahan secara desak dan tarik. Desak akan ditahan pada bagian atas balok dan tarik akan ditahan pada bagian bawah balok. *Momen luar M mendapat perlawanan dan adalah sama dengan momen lentur dalam yang dibentuk oleh tegangan lentur pada irisan (Popov, 1984).* Pada bagian sumbu netral yaitu bagian titik berat balok tegangannya sama dengan nol. Perubahan besar tegangan desak ataupun tarik tergantung dari jarak tegangan terhadap sumbu normal. Ini sesuai dengan Persamaan (5-2) berikut (Popov, 1984).

$$\sigma = \frac{M.c}{I} \quad (5-2)$$

Dimana  $c$  merupakan jarak tegangan dari sumbu normal. *Dalam suatu irisan suatu balok, tegangan normal yang dihasilkan oleh lenturan berubah secara linier dengan jaraknya dari sumbu normal (Popov, 1984).* Maka diketahui tegangan desak maksimum ada pada bagian paling atas dari balok dan tegangan tarik maksimum ada pada bagian paling bawah balok.

Khusus pada variasi 5 pada Gambar 5.15 kuat lentur pasangan bata lebih besar dari variasi 1, dikarenakan penambahan tebal pasangan bata oleh plesteran. Seperti yang diketahui pasangan bata yang dominan bekerja menerima beban adalah bata, sehingga tegangan pada bata variasi 5 lebih kecil. Ini disebabkan oleh tegangan yang bekerja pada bata tidak lagi tegangan maksimum, bentuk distribusi tegangan akan berubah sesuai dengan penambahan tebal sehingga tegangan tarik dan tekan maksimum berada pada mortar. Dan secara visual pada variasi 5 kerusakan terjadi patah ditengah bentang dan patah bata berbeda dengan variasi 1, 2, 3 dan 4 yang lepas lekatannya. Ini disebabkan oleh plesteran menambah kekuatan lekatan antar bata dan membuat lekatan antar bata lebih baik sehingga kekuatan lentur pasangan bata terdapat pada kekuatan bata dan plesteran.

Dari jenis kerusakan pada pengujian lentur pada Tabel 5.14 diketahui variasi 1, 2, 3 dan 4 didapat rata-rata kerusakan terjadi pada lekatan bata ditengah-tengah bentang sedangkan bata tidak mengalami rusak yang berarti. Ini menandakan bahwa terjadi kerusakan disebabkan tegangan tarik pada bagian bawah balok. Dari hasil pengujian kuat lentur pasangan bata, tegangan tarik yang terjadi merupakan tegangan lekatan antara bata dengan mortar.

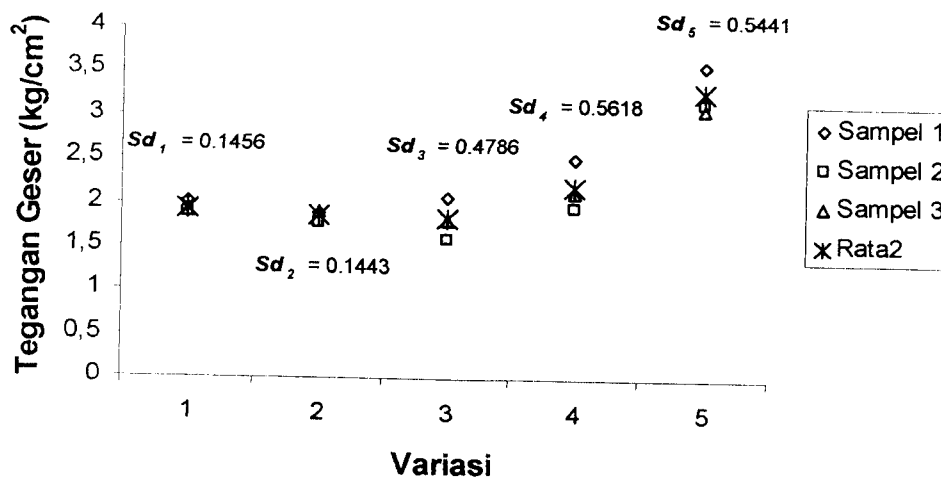
Pada variasi 5 terjadi patah bata namun bata tidak mengalami rusak yang berarti sehingga kegagalan pasangan bata disebabkan kuat tarik pada bagian bawah balok. Ini disebabkan plesteran menambah kekuatan lekatan antar bata, jadi kuat lentur pasangan bata variasi 5 dipengaruhi oleh kuat tarik mortar pada plesteran dan kuat tarik bata. Plesteran juga menambah kuat lentur pasangan bata yang dikarenakan oleh penambahan tinggi balok sehingga tegangan maksimum tidak lagi ditahan oleh pasangan bata melainkan pada plesterannya.

### 5.2.5.3. Pengaruh bentuk permukaan bata dengan kuat geser pasangan bata

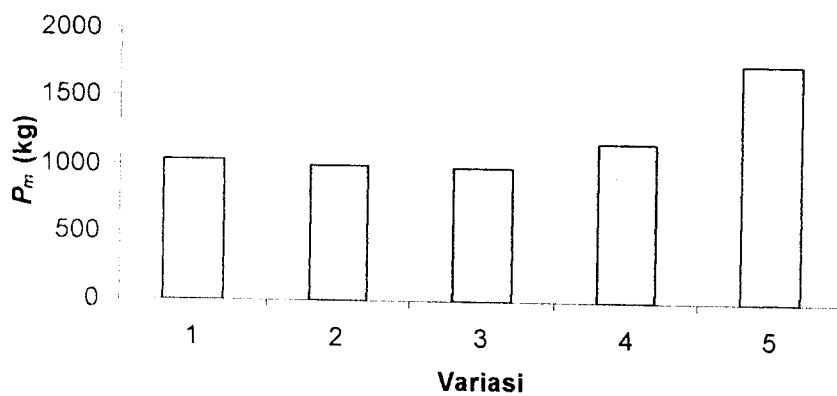
Kuat geser pasangan bata dan beban maksimum dapat dilihat pada Tabel 5.27 dan Gambar 5.17 dan Gambar 5.18.

**Tabel 5.27.** Kuat Geser Pasangan Bata dan Standar Deviasi

Variasi Bata	Sampel	$\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\tau_r$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Standar Deviasi
1	1	2.0152	1.9339	0.145612
	2	1.8746		
	3	1.9121		
2	1	1.8769	1.8552	0.144282
	2	1.7747		
	3	1.914		
3	1	2.0818	1.8379	0.478575
	2	1.6035		
	3	1.8286		
4	1	2.5152	2.2043	0.56179
	2	1.9688		
	3	2.1289		
5	1	3.5992	3.2867	0.544118
	2	3.1586		
	3	3.1024		



Gambar 5.17. Grafik kuat geser pasangan bata



Gambar 5.18. Grafik beban maksimum kuat geser rata-rata pasangan bata

Dari hasil pengujian kuat geser pasangan bata didapat persentase kenaikan dan penurunan kuat geser pasangan bata yang dapat dilihat pada Tabel 5.20.

**Tabel 5.28.** Persentase kenaikan dan penurunan kuat geser pasangan bata

Variasi Pasangan Bata	Kuat Geser, $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Persentase Kenaikan Kuat Geser, %	Persentase Penurunan Kuat Geser, %
1	1,933926584	-	-
2	1,855188563	-	4,071407
3	1,837969515	-	4,961774
4	2,204296005	13,98034	-
5	3,286737909	69,95153	-

Hasil dari Tabel 5.23 dan Gambar 5.9 memperlihatkan kuat geser rata-rata pasangan bata variasi 1, 2 dan 3 perbedaannya tidak terlalu besar dan SDnya pun kecil sehingga pengaruh cerukan tidak terlalu besar. Namun pada variasi 4 memiliki kuat geser yang lebih besar dari pada variasi 1, 2 dan 3. ini dikarenakan penambahan luasan bidang geser antar bata dengan mortar oleh cerukan pada samping dan atas bawah, sehingga menambah kekuatan gesernya.

Pada Gambar 5.17 diketahui plesteran mempunyai pengaruh yang kecil terhadap kuat geser pasangan bata. Sedangkan dari Gambar 5.18 didapat bahwa variasi 5 memiliki beban maksimum yang lebih besar daripada variasi 1.

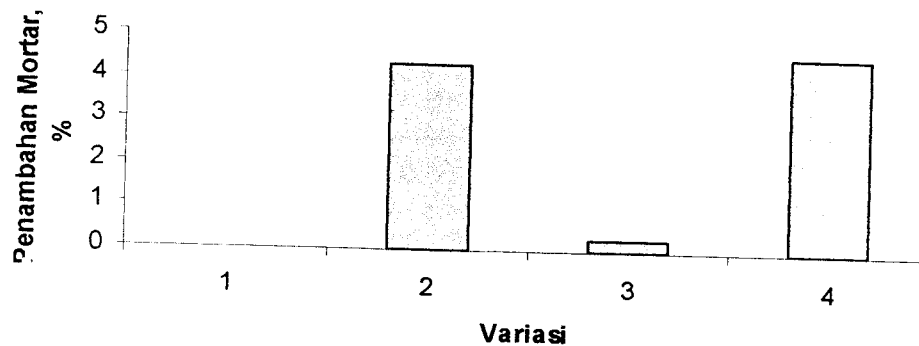
Dari Tabel 5.28 diketahui kuat geser variasi 5 lebih tinggi daripada variasi 1, 2, 3 dan 4. Namun hal ini tidak menggambarkan kekuatan dari setiap variasi yang sebenarnya. Seperti yang diasumsikan kuat geser pasangan bata dipengaruhi oleh lekatan antar bata dengan mortar, semakin besar luas penampang dari bata maka lekatannya semakin baik. Disamping itu hal lain yang berpengaruh adalah rendahnya mutu dari bata tersebut, dengan demikian bata lebih dahulu patah sebelum lekatannya lepas sehingga kekuatan pasangan bata pada kuat geser terdapat pada kuat bata itu

sendiri. Pada penglihatan visual retakan yang terjadi searah dengan pembebanan walaupun ada sebagian kecil terjadi gaya geser.

Dari Tabel 5.15 dapat diketahui kuat geser pada pasangan bata dipengaruhi oleh kuat lekatan antara bata dengan mortar dan kuat tarik bata. Ini dapat diketahui dari hasil pengujian dimana yang pertama terjadi kegagalan pada bata yang patah disebabkan oleh lekatan antara bata dengan mortar yang lebih besar dari kekuatan tarik bata. Hal ini didukung oleh nilai kuat geser pasangan bata yang kecil dan nilai tersebut sesuai dengan kuat tarik bata. Jenis kerusakan pada kuat geser pasangan bata variasi 1, 2, 3 dan 4 yaitu pasangan bata lepas lekatan sebagian dan semuanya mengalami retak diagonal dari sisi atas sampai sisi bawah. Pada variasi 5 pasangan bata mengalami retak diagonal dari atas sampai bawah tanpa adanya lepas ikatan, dengan demikian dapat diketahui fungsi dari plesteran pada kuat geser pasangan bata adalah menambah lekatan antar bata dan sebagai pengaku atau pengekang agar mengurangi deformasi pada pasangan bata. Deformasi yang terjadi pada kuat geser pasangan bata searah dengan gaya terpakai yang menyebabkan retak diagonal dan deformasi yang arahnya tegak lurus gaya terpakai menyebabkan pemuaian secara lateral.

#### **5.2.5.4. Pengaruh Bentuk Permukaan Bata Terhadap Penambahan Mortar**

Perubahan bentuk bata mempengaruhi penggunaan mortar yang digunakan, seperti yang terlihat pada Gambar 5.19.



**Gambar 5.19.** Grafik Penambahan Mortar per m<sup>2</sup> Pada Pasangan Bata

Dari Gambar 5.19 diketahui penambahan mortar pada setiap variasinya sesuai dengan bentuk bata yang digunakan untuk pasanganya. Penambahan mortar disebabkan oleh bentuk bata sehingga mortar yang digunakan bertambah untuk mengisi kekosongan yang diakibatkan oleh bentuk bata. Pada variasi 1 merupakan acuan karena bentuk normal dari pabrik.

Variasi 1 = 0 %

Variasi 2 = 4,3 % penambahan mortar dari variasi 1

Variasi 3 = 0,3 % penambahan mortar dari variasi 1

Variasi 4 = 4,6 % penambahan mortar dari variasi 1

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini terdiri atas kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang merupakan gambaran dari seluruh rangkaian penelitian

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang pengaruh bentuk permukaan bata terhadap kuat tekan, lentur dan geser pada pasangan bata dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Bentuk Permukaan bata berpengaruh terhadap kekuatan pasangan bata, dimana bentuk yang paling luas permukaan batanya maka lekatannya semakin baik.
2. Kuat tekan rata-rata pasangan bata variasi 1 sampai dengan variasi 5 berturut-turut adalah  $7,351 \text{ kg/cm}^2$ ;  $11,762 \text{ kg/cm}^2$ ;  $6,900 \text{ kg/cm}^2$ ;  $10,068 \text{ kg/cm}^2$  dan  $8,246 \text{ kg/cm}^2$ . Persentase penambahan kuat tekan pasangan bata dari bata normal terbesar pada variasi 2 yaitu 60,009 %, sedangkan pada pasangan bata variasi 5 yang menggunakan plesteran hanya bertambah 12,184 %.
3. Kuat lentur rata-rata pasangan bata variasi 1 sampai dengan variasi 5 berturut-turut adalah  $1,087 \text{ kg/cm}^2$ ;  $0,805 \text{ kg/cm}^2$ ;  $0,704 \text{ kg/cm}^2$ ;  $0,416 \text{ kg/cm}^2$  dan  $2,425 \text{ kg/cm}^2$ . Persentase penambahan kuat lentur pasangan bata dari bata normal terbesar pada variasi 5 yaitu 123,045 %.



4. Kuat geser rata-rata pasangan bata variasi 1 sampai dengan variasi 5 berturut-turut adalah  $1,933 \text{ kg/cm}^2$ ;  $1,855 \text{ kg/cm}^2$ ;  $1,837 \text{ kg/cm}^2$ ;  $2,204 \text{ kg/cm}^2$  dan  $3,286 \text{ kg/cm}^2$ . Persentase penambahan kuat geser pasangan bata dari bata normal terbesar pada variasi 5 yaitu 69,951 %.
5. Plesteran berpengaruh terhadap kuat tekan, lentur dan geser pasangan bata. Pada kuat lentur pasangan bata pengaruhnya besar.
6. Kekuatan pasangan bata dipengaruhi oleh faktor pengerjaan dimana mortar harus menyentuh seluruh permukaan bata untuk mendapatkan lekatan yang maksimal.

#### 6.2. Saran

Dari pembahasan kuat tekan, lentur dan geser pasangan bata, penulis mencoba untuk memberikan saran sebagai berikut ini.

1. Pada saat pengerjaan pasangan bata diusahakan mortar menutupi seluruh permukaan bata agar lekatannya sempurna dan perendaman bata hampir merata untuk melekatkan jenuh agar air mortar tidak diserap oleh bata.
2. Pada saat pengujian, pembebanan diusahakan merata untuk mendapatkan kekuatan yang maksimal.
3. Alat uji diharapkan mempunyai nilai yang lebih akurat dan mempunyai kesensitifitasan yang tinggi.
4. Perlu penelitian lebih lanjut dengan variasi bentuk permukaan bata yang lebih banyak dan beranekaragam.
5. Perlu diadakan penelitian bentuk bata yang berpengaruh terhadap kekuatan plesteran.

6. Perlu diadakan penelitian variasi bentuk permukaan bata dengan ukuran takikan yang berbeda.
7. Diusahakan tegangan mortar lebih kecil sedikit daripada tegangan bata agar mendapatkan hasil yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM (1992), “ *Annual Book Of ASTM Standards* “, Section 4 Construction, Volume 04.05, Philadelphia, USA.
- CEEDEDS (2003), “ **Proposal Penelitian Kekuatan Material Tembokan di Wilayah Pulau Jawa Pada Bangunan Rumah Sederhana** “, CEEDEDS UII, Yogyakarta.
- Overseas Building Notes (1977), “ *Overseas Building Notes* “ , Overseas Division Building Research Station, Watford, WD2 7JR Grind, British.
- Christiansen, L.B. (1974), “ *Some Experiment On Bond Strength With Indonesian Bricks and Mortars* “, UNDO Technical Paper, No 53/74/034/, Bandung.
- DPU (1973), “ **Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan, NI-10** “, DPU Direktorat Jendral Cipta Karya, Bandung.
- Gere, J.M. & Timonshenko, S.P. (1987), “**Mekanika Bahan**”, Terjemahan Drs. H.J. Wospakrik, Erlangga, Jakarta.
- Popov, E.P. (1995), “**Mekanika Teknik**”, Terjemahan Zainul Astamar, Erlangga, Jakarta.
- Smith, M.J. & Ismoyo, Ir.PH. (1980), “**Bahan Konstruksi dan Struktur Teknik**”, Erlangga, Jakarta.
- Sarwidi (2001), “ **Diktat Kuliah Teknik Gempa** “, Dosen, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, UII, Yogyakarta.
- Nuredy dan Fertanto, (1998). “ **Nilai Konversi Mutu Beton Untuk Dimensi Benda Uji Kubus** “, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, UII, Yogyakarta.

Purcahyo dan Soegiharto, (1999) “ **Pengaruh bentuk *Paving Block* dan Variasi Campuran Kerikil Terhadap Kuat Desak dan Serap Air** “, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, UII, Yogyakarta.

Apriliawan dan Taufik, (2001) “ **Nilai Konversi Mutu Beton Untuk Variasi Ukuran Benda Uji Silinder** “, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, UII, Yogyakarta.

LAMPIRAN

A

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO.	NAMA	NO. MHS.	BID. STUDI
1.	Satria Binantoro	99 511 122	Teknik Sipil
2.	Triyanto	99 511 100	Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR :**

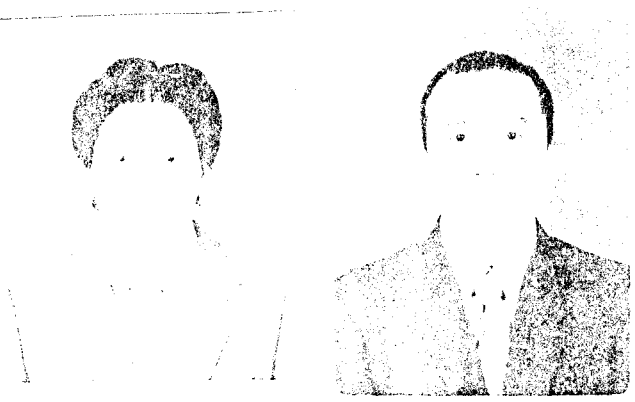
..... Variasi Bentuk Bata Terhadap Kuat Tekan Geser dan Lentur Pada Pasangan Bata .....

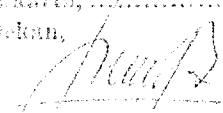
**PERIODE I : SEPTEMBER - FEBRUARI**

**TAHUN : 2003 - 2004**

No.	Kejadian	Bulan Ke :					
		Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Feb.
1.	Pendaftaran						
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pengumpulan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Komitasi Penyusunan CV						
6.	Sidang Sidang						
7.	Pendaftaran						

DOSEN PEMBIMBING I : Sarwidi, Ir, H, MSCE, PhD  
 DOSEN PEMBIMBING II : Sunaryatno, Ir, H, MT, ....



07-Oct-03  
 a.n. Delan,  
  
 G.H. Munadhir, MT



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN  
 JURUSAN TEKNIK SIPIL  
 JL. KALIURANG KM. 14,4 SLEMAN YOGYAKARTA

## JADWAL PENDADARAN

Nomor : 139 / Kajur. TS.20/ Bg.Pn/3/2004  
 Hari : Ujian Pendadaran  
 Lampiran : 1 (satu bendel) Tugas Akhir

Kepada Yth : Bapak Abu : **Suharyatmo, Ir, H, MT**  
 Dosen Penguji Pendadaran  
 Jurusan Teknik Sipil, FTSP – UII  
 di -  
 Jogjakarta.

*Assalamu'alaikum Wr.Wb.*

Dengan ini kami kirimkan jadwal Ujian Pendadaran Mahasiswa Teknik Sipil FTSP – UII yang namanya tersebut dibawah ini, akan dilaksanakan pada :

Hari	:	Sabtu
Tanggal	:	20-Mar-04
Pukul	:	10.00 Wib
Tempat	:	Ruang Sidang Kampus FTSP UII unit VII Blok Lantai 3

Adapun Mahasiswa yang dimaksud adalah sbb :

Nama Mhs	:	Triyanto	No.Mhs	99 511 100
Nama Mhs	:	Sario Bimantoro	No.Mhs	99 511 122

Dengan Dosen Penguji :

1	Sarwidi, Ir, H, MSCE, PhD
2	Suharyatmo, Ir, H, MT
3	Helny Akbar Bale, Ir, MT,

Dengan Judul Tugas Akhir :

Pengaruh variasi bentuk permukaan bata terhadap kekuatan pasangan bata

Demikian jadwal Ujian Pendadaran ini, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan banyak terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb.*

Jogjakarta, 18 March, 2004  
 An. Sekretaris Jurusan Teknik Sipil  
 Kepala Bagian Pengajaran

HARTONO

Tembusan :

1. Bag. Rumah Tangga
2. Diumumkan
3. Arsip.

7:42:16



No : 101 /S/TGS/02/2004  
Hal : Sidang Tugas Akhir  
Lamp. : 1 ( satu ) bendel tugas akhir

Kepada Yth Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D  
Dosen Penguji Tugas Akhir  
Jurusan Teknik Sipil FTSP-UII  
Di Jogjakarta

Assalamu'alaikum wr.wb.

Dengan ini kami kirimkan jadwal **SIDANG TUGAS AKHIR** mahasiswa Teknik Sipil FTSP-UII yang namanya tersebut dibawah ini akan melakukan sidang. Pada :

Hari	: Sabtu
Tanggal	: 6-Mar-04
Jam	: 13.00 Wib
Tempat	: Ruang Sidang Lt – 3

Adapun Mahasiswa yang dimaksud adalah sebagai berikut:

Satrio Bimantoro	No.Mhs :	99 511 122
Triyanto	No.Mhs :	99 511 100

Dengan Dosen Pembimbing/Dosen Tamu

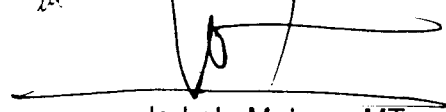
1.	Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D
2.	Ir. H. Suharyatmo, MT
3.	Ir. Helmy Akbar Bale, MT

Dengan judul Tugas Akhir

Variasi Bentuk Permukaan Bata Terhadap Kuat Tekan, Lentur Dan Geser Pada Pasangan Bata Sleman

Wassalamu'alaikum wr.wb

Jogjakarta, 14 Pebruari 2004  
Sekretaris Jurusan Teknik Sipil



Ir. Lalu Makrup, MT

Tembusan:

1. Bagian Rumah Tangga
2. Arsip



LAMPIRAN

B



LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
BERAT JENIS DAN SERAPAN AIR

Variasi bata = 1

Dimensi	Nomor Bata										Rata <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
P (cm)	23,36	23,2	22,992	23,6	23,492	23,522	23,276	23,206	23,5	23,53	23,372
	23,33	23,21	23,11	23,578	23,442	23,344	23,244	23,3	23,574	23,632	
l (cm)	10,9/2	11,058	11,154	11,024	11,026	11,215	11,11	11,084	11,03	11,1	11,058
	11,044	11,03	11,077	11,054	10,934	11,22	11,1	11,032	10,972	11	
t (cm)	5,77	5,735	5,622	5,4	4,956	4,956	5,6	5,3	5,5	5,828	5,5263
	5,7	5,426	5,45	5,26	5,044	5,1	5,342	5,2	5,5	5,952	
Volume (cm <sup>3</sup> )	1473,790394	1410,543214	1413,539692	1387,926515	1288,3383	1321,363906	1413,171883	1349,941289	1424,117954	1534,757595	1401,7

Berat	Nomor Bata										Rata <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W <sub>c</sub> (gr)	2120,5	2127	2100	2004,5	1828	1909	2027	1937,5	2019	2075,5	2015
W <sub>d</sub> (gr)	2003,5	1930	2021,5	1924	1748,5	1832,5	1933	1878,5	1965	2022,5	1925,9
W <sub>s</sub> (gr)	2561	2480	2515	2434	2252	2305	2482	2407,5	2460	2556	2445,3
W (gr)	2062	2028,5	2060,75	1964,25	1788,25	1870,75	1980	1908	1992	2049	1970,4
Berat Volume (gr/cm <sup>3</sup> )	1,399113476	1,438098443	1,45796497	1,415240633	1,388028284	1,415771985	1,401103449	1,413394802	1,398760542	1,335064252	1,4062
Penyerapan (%)	27,82630397	28,49740933	24,41256493	26,50727651	28,79611095	25,78444748	28,40144853	28,16076657	25,19083969	26,37324475	26,996

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
 BERAT JENIS DAN SERAPAN AIR

Variasi bata = 2

Dimensi	Nomor Bata										Rata <sup>2</sup>	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
p (cm)	23,58 23,53	23,44 23,45	23,44 23,46	23,55 23,46	23,38 23,39	23,37 23,31	23,42 23,48	23,45 23,29	23,46 23,38	23,42 23,45	23,5 23,45	23,475 23,443
l (cm)	11,03 10,99	10,78 10,89	10,94 10,84	10,99 11,03	10,86 10,83	10,89 10,85	11,01 10,98	10,89 10,94	10,86 10,95	10,905 10,905	10,89 10,92	10,905 10,918
t (cm)	5,59 5,92	5,85 6,03	5,68 5,77	5,65 5,72	5,81 5,8	5,65 5,79	5,62 5,65	5,8 5,74	5,7 5,8	5,75 5,77	5,76 5,77	5,765 5,755
Volume (cm <sup>3</sup> )	1492,504865 1,62	1508,917856 1,75	1481,996113 1,51	1471,221434 1,63	1472,207937 1,69	1451,197176 1,66	1452,897540 1,78	1473,72147 1,55	1468,521825 1,62	1475,810454 1,53	1475,810454 1,53	1472,8 1,53
Alas segitiga (cm)	1,55 1,59	1,49 1,44	1,54 1,51	1,65 1,69	1,49 1,65	1,62 1,55	1,55 1,51	1,4 1,46	1,46 1,55	1,54 1,53	1,45 1,61	1,5375 1,5543
Tinggi Segitiga (cm)	0,94 0,91	0,93 0,91	0,93 0,74	0,84 0,82	0,87 0,86	1,01 0,76	0,9 0,78	0,86 0,85	0,65 0,77	0,71 0,71	0,82 0,85	0,835 0,84
Volume Segitiga (cm <sup>3</sup> )	16,559165	16,79717025	14,93032188	15,97311656	16,05599484	16,34398088	15,56142	13,0294125	12,803714	15,06874922	15,06874922	15,312
Volume Total (cm <sup>3</sup> )	1476,200205	1441,729175	1402,274825	1407,328968	1407,983957	1385,821253	1390,641866	1421,60382	1417,306969	1415,535458	1411,6	

Berat	Nomor Bata										Rata <sup>2</sup>	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
W <sub>c</sub> (gr)	1908	2040	2000	1980	1984	1948	1922	1942	1952	1936	1961	1961
W <sub>a</sub> (gr)	1803	1930	1900	1891	1908	1852	1850	1868	1867	1846	1871,5	1871,5
W <sub>s</sub> (gr)	2377	2501	2463	2448	2467	2392	2392	2413	2413	2406	2427,2	2427,2
W (gr)	1855,5	1995	1950	1935,5	1946	1900	1886	1905	1909,5	1891	1916,4	1916,4
Berat Volume (gr/cm <sup>3</sup> )	1,300947461	1,376818917	1,390597596	1,375300334	1,382118021	1,371028187	1,35620827	1,33373837	1,347273415	1,335890239	1,357	1,357
Penyerapan (%)	24,14808582	22,83086785	22,85830288	22,75326797	22,65910012	22,57525084	22,65886288	22,58599254	22,62743473	23,27514547	22,703	22,703

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK UII



LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
 BERAT JENIS DAN SERAPAN AIR

Variasi bata = 3

Dimensi	Nomor Bata										Rata <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
P (cm)	23,43 23,47	23,36 23,49	23,41 23,45	23,53 23,47	23,65 23,64	23,51 23,54	23,52 23,46	23,46 23,41	23,54 23,42	23,44 23,41	23,425 23,485
l (cm)	10,85 10,84	10,93 10,75	10,92 10,82	10,74 10,61	10,76 10,78	10,96 10,82	10,74 10,89	10,81 10,86	10,86 10,83	10,775 10,78	10,765 10,815
t (cm)	5,59 5,53	5,64 5,56	5,94 5,45	5,58 5,49	5,77 5,73	6,04 5,74	6,02 5,95	5,79 5,83	5,85 5,82	5,81 5,82	5,815 5,7475
Volume (cm <sup>3</sup> )	1413,99279	1421,9912	1453,211659	1388,523938	1464,275738	1508,942903	1520,455435	1475,264887	1485,827901	1466,369277	1459,9
Alas segitiga (cm)	1,52 1,47 1,49 1,59	1,72 1,61 1,68 1,44	1,52 1,47 1,62 1,53	1,66 1,61 1,57 1,69	1,55 1,52 1,75 1,64	1,61 1,59 1,62 1,45	1,62 1,45 1,65 1,44	1,56 1,48 1,61 1,56	1,53 1,56 1,62 1,44	1,59 1,59 1,65 1,52	1,5698 1,5698
Tinggi Segitiga (cm)	0,97 1,09	0,94 0,85	0,85 0,92	0,95 0,91	0,96 0,91	0,91 0,99	0,89 0,96	0,87 0,92	0,85 0,95	0,96 0,84	0,9 0,9245
Volume Segitiga (cm <sup>3</sup> )	4,3452095	4,040925	3,868257563	4,201687688	4,341321875	4,385473125	4,26281625	4,036461188	4,037090625	4,154090625	4,1673
Volume Total (cm <sup>3</sup> )	1396,611952	1405,8275	1437,736629	1371,717187	1446,91045	1491,40101	1503,40417	1459,119043	1469,879539	1449,752914	1443,2

Berat	Nomor Bata										Rata <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W <sub>c</sub> (gr)	2052	1962	2023	1980	2004	2045	2095	1996	2102	2006	2027,5
W <sub>d</sub> (gr)	1900	1849	1908	1848	1905	1962	1932	1862	1895	1902	1896,3
W <sub>s</sub> (gr)	2458	2389	2470	2395	2470	2533	2503	2413	2456	2458	2454,5
W (gr)	1976	1905,5	1985,5	1919	1954,5	2003,5	2013,5	1929	1988,5	1954	1961,9
Berat Volume (gr/cm <sup>3</sup> )	1,414852563	1,355429453	1,36707741	1,398876421	1,360806236	1,343387737	1,339293878	1,322030584	1,359820252	1,34781588	1,3599
Penyerapan (%)	29,36842105	29,20497566	29,45492662	29,5095671	29,63879265	29,10295617	29,55486542	29,59183673	29,60422164	29,23238696	29,437

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



LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
BERAT JENIS DAN SERAPAN AIR

Variasi bata = 4

Dimensi	Nomor Bata										Rata <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
p (cm)	23,52	23,47	23,3	23,39	23,53	23,51	23,51	23,47	23,62	23,56	23,466
	23,39	23,42	23,37	23,39	23,47	23,29	23,45	23,58	23,51	23,57	
l (cm)	10,16	10,83	10,72	10,61	11,01	10,85	10,83	10,80	10,86	10,80	10,915
	10,65	10,66	10,64	10,75	10,98	10,84	10,82	10,91	10,94	10,94	
t (cm)	5,67	5,65	6,01	5,59	5,94	6,04	5,58	5,61	5,56	5,54	5,69
	5,77	5,82	5,63	5,75	5,45	5,74	5,76	5,54	5,59	5,56	
Volume (cm <sup>3</sup> )	1444,931202	1444,741271	1450,447596	1416,395484	1471,488338	1494,72297	1441,14957	1427,588159	1431,986138	1427,526461	1445,1
Alas segitiga atas bawah (cm)	1,69	1,6	1,56	1,51	1,52	1,56	1,53	1,55	1,56	1,61	1,543
	1,74	1,58	1,65	1,52	1,53	1,54	1,54	1,57	1,45	1,54	
	1,58	1,52	1,54	1,57	1,49	1,63	1,48	1,51	1,49	1,53	
	1,59	1,48	1,40	1,53	1,55	1,59	1,51	1,48	1,47	1,57	
Tinggi Segitiga atas bawah (cm)	1,05	0,89	0,87	0,78	0,95	0,98	0,86	0,85	0,79	0,87	0,879
	0,66	0,91	0,93	0,85	0,91	0,91	0,89	0,91	0,91	0,81	
Alas segitiga samping (cm)	1,18	1,03	1,08	1,46	1,55	1,56	1,46	1,47	1,45	1,56	1,532
	1,55	1,52	1,6	1,51	1,53	1,45	1,5	1,48	1,56	1,54	
	1,48	1,45	1,57	1,52	1,52	1,48	1,47	1,51	1,53	1,49	
	1,65	1,61	1,48	1,49	1,61	1,62	1,56	1,56	1,54	1,5	
Tinggi Segitiga samping (cm)	0,83	0,9	0,85	0,8	0,9	0,95	0,91	0,89	0,99	0,91	0,8955
	0,86	0,95	0,93	0,85	0,96	0,80	0,93	0,81	0,91	0,92	
Volume Segitiga (cm <sup>3</sup> )	19,8253555	20,41804547	20,40093113	18,10352694	20,74841044	21,54040119	19,468617	19,37706188	18,97272406	19,33034906	19,819
Volume Total (cm <sup>3</sup> )	1365,62978	1363,069089	1368,843872	1343,981376	1388,494696	1408,561365	1363,275102	1350,079912	1356,095241	1350,205065	1365,8

Berat	Nomor Bata										Rata <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W <sub>c</sub> (gr)	1909	1880	1941	1862	1846	1854	1964	1973	1854	1836	1897,9
W <sub>d</sub> (gr)	1843	1805	1864	1803	1835	1865	1812	1856	1831	1847	1828,8
W <sub>s</sub> (gr)	2378	2335	2417	2320	2357	2395	2325	2394	2368	2389	2362,5
W (gr)	1876	1847,5	1902,5	1832,5	1840,5	1909,5	1888	1889,5	1842,5	1841,5	1867
Berat Volume (gr/cm <sup>3</sup> )	1,545440815	1,518631753	1,563728373	1,533875422	1,325536212	1,355638488	1,384900228	1,399546785	1,358660382	1,363866903	1,435
Penyerapan (%)	29,02875746	29,6288089	29,66738197	28,6744315	28,44686649	28,41823056	28,31125828	28,98706897	29,32823594	29,3448836	29,183

LABORATORIUM  
Bahan Konstruksi Teknik  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KADAR GARAM BATA

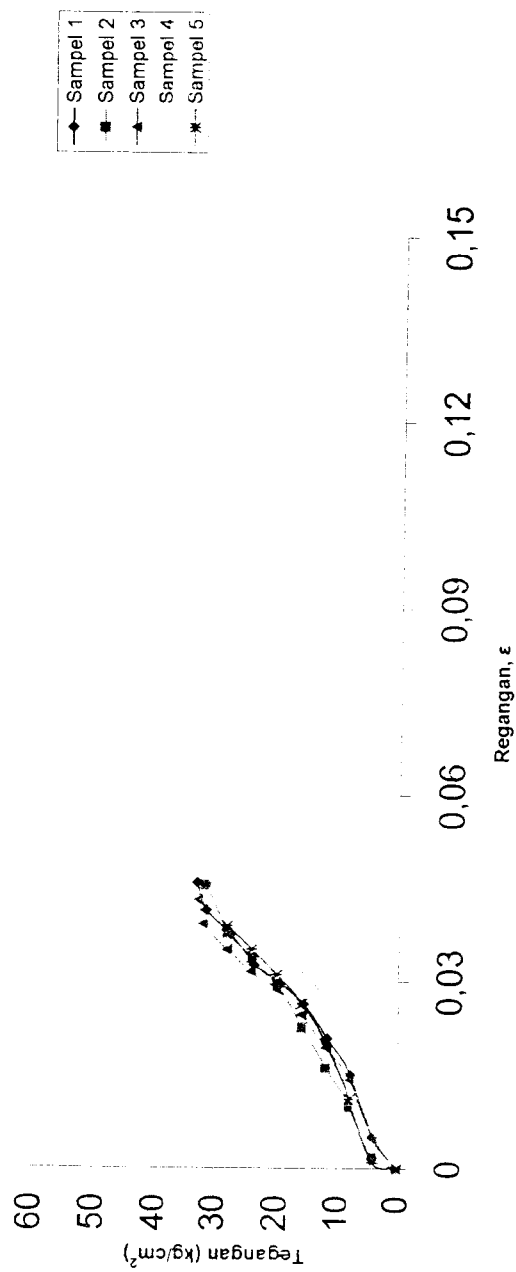
Kadar Garam (%)	Nomor Bata					Rata <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	
	8,52878465	12,75510204	10,6428267	8,48896135	8,50701829	9,78453921

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII





GRAFIK TEGANGAN REGANGAN  
KUAT TEKAN BATA VARIASI 1



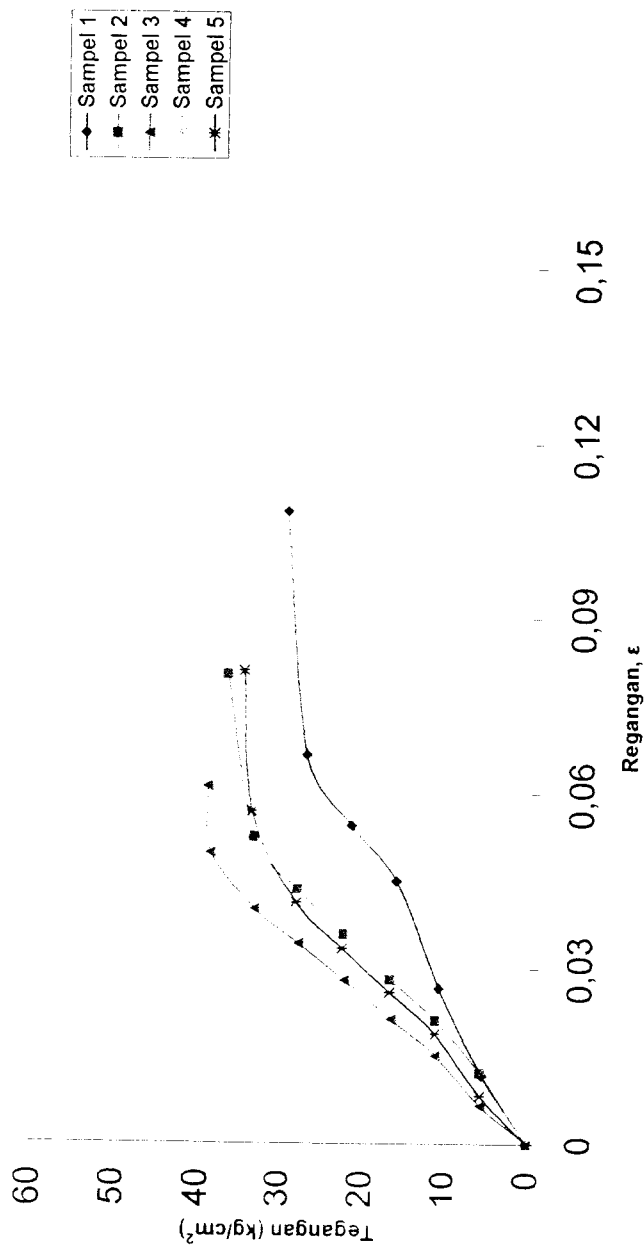
Gambar Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Bata Variasi 1







GRAFIK TEGANGAN REGANGAN  
 KUAT TEKAN BATA VARIASI 2

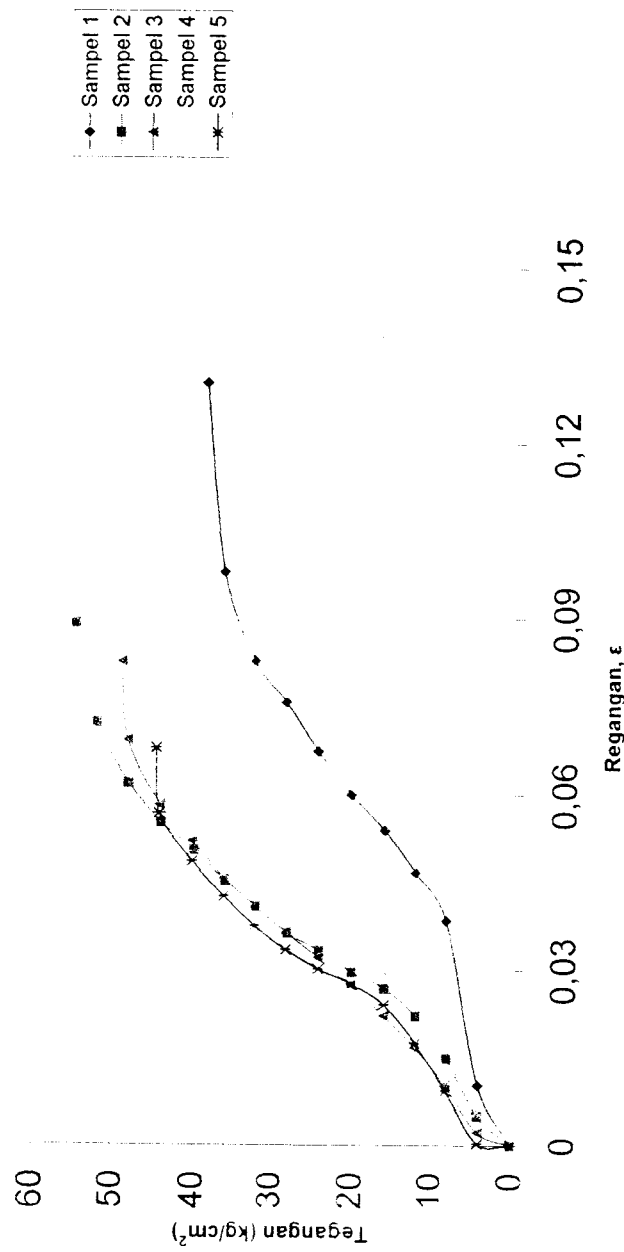


Gambar Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Bata Variasi 2





GRAFIK TEGANGAN REGANGAN  
 KUAT TEKAN BATA VARIASI 3

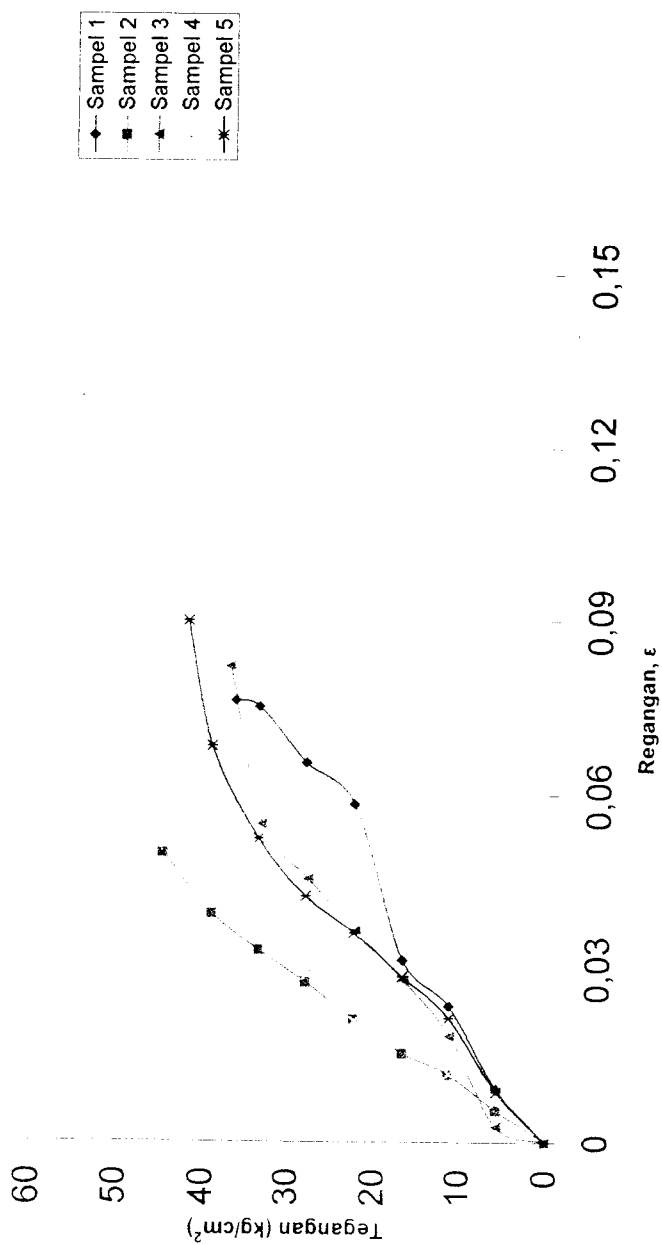


Gambar Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Bata Variasi 3





### GRAFIK TEGANGAN REGANGAN KUAT TEKAN BATA VARIASI 4



Gambar Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Bata Variasi 4



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

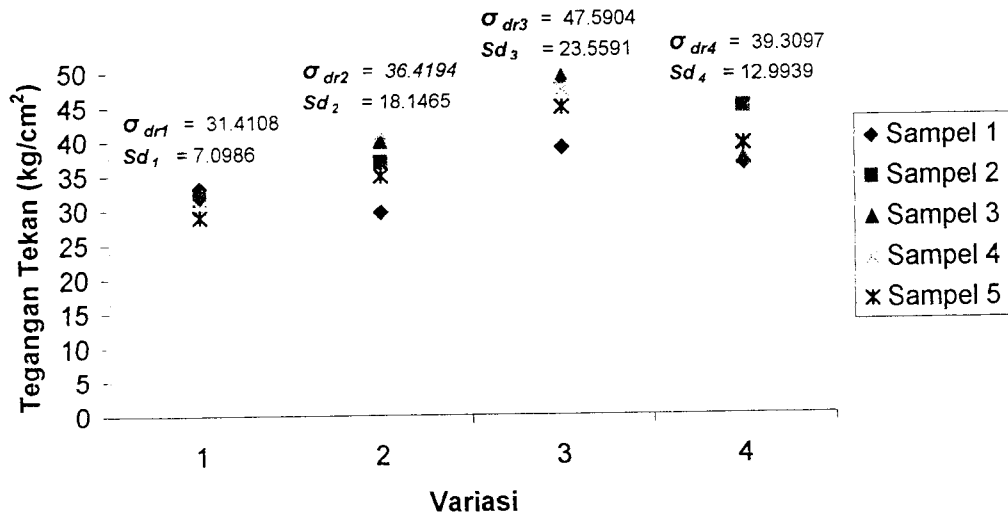
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

### STANDAR DEVIASI KUAT TEKAN BATA

Variasi Bata	Sampel	$\sigma_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{dr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Sigma\sigma_d^2$	$(\Sigma\sigma_d)^2$	Standar Deviasi
1	1	33,1079	31,4108	4945,7769	24665,9	7,098637
	2	31,6358				
	3	32,9958				
	4	30,3657				
	5	28,9486				
2	1	29,5729	36,4194	6714,173	33159,24	18,14652
	2	36,8373				
	3	39,8414				
	4	41,0085				
	5	34,8367				
3	1	38,869	47,5904	11193,856	55275,49	23,55909
	2	54,9212				
	3	49,1559				
	4	47,4154				
	5	44,7459				
4	1	36,4861	39,3097	7768,4577	38631,23	12,99397
	2	44,7386				
	3	37,1693				
	4	38,8826				
	5	39,2717				



Grafik kuat tekan bata dengan variasi bentuk permukaan bata



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT LENTUR BATA

Variasi = 1

Jarak antar dukungan = 15 cm

Dimensi	Nomor Bata										Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		4		5		
$p$ (cm)	23,36	23,345	23,2	23,205	22,99	23,051	23,6	23,589	23,492	23,467	23,3314
	23,33		23,21		23,11		23,58		23,442		
$l$ (cm)	10,97	11,008	11,06	11,044	11,15	11,077	11,02	11,039	11,026	10,98	11,0296
	11,04		11,03		11		11,05		10,934		
$t$ (cm)	5,77	5,735	5,582	5,504	5,622	5,536	5,4	5,33	4,956	5	5,421
	5,7		5,426		5,45		5,26		5,044		

Beban	Nomor Bata					Rata <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	
$P_m$ (Kg)	63	53	65	51	52	56,8
$\sigma_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	3,915144559	3,564307294	4,308058144	3,659051675	4,262295082	3,941771
Waktu						
Ket.	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata *Bata remuk	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata	




**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042. 895707 Yogyakarta

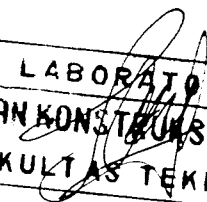
**LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT LENTUR BATA**

Variasi = 2

Jarak antar dukungan = 15 cm

Dimensi	Nomor Bata										Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		4		5		
$p$ (cm)	23,44	23,45	23,51	23,4	23,37	23,34	23,45	23,48	23,55	23,515	23,437
	23,46		23,29		23,31		23,51		23,48		
$l$ (cm)	10,94	10,89	10,89	10,915	10,89	10,87	10,91	10,94	10,86	10,905	10,904
	10,84		10,94		10,85		10,97		10,95		
$t$ (cm)	5,68	5,725	5,8	5,77	5,65	5,72	5,54	5,595	5,63	5,65	5,692
	5,77		5,74		5,79		5,65		5,67		

Beban	Nomor Bata					Rata <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	
$P_m$ (Kg)	56,2	75,2	65,2	61,3	72,5	66,08
$\sigma_l$ (kg/cm <sup>2</sup> )	3,542745637	4,656128874	4,124853344	4,027406706	4,685953332	4,207418
Waktu	3'22"47	3'59"31	3'31"38			
Ket.	*Berpori besar *Bermerang *Pembakaran tidak merata *Bata remuk	*Berpori besar *Bermerang *Pembakaran tidak merata	*Berpori besar *Bermerang *Pembakaran tidak merata	*Berpori besar *Bermerang *Pembakaran tidak merata	*Berpori besar *Bermerang *Pembakaran tidak merata	

  
 LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK UII


**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**
**Universitas Islam Indonesia**

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

**LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT LENTUR BATA**

Variasi = 3

Jarak antar dukungan = 15 cm

Dimensi	Nomor Bata										Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		4		5		
$\rho$ (cm)	23,51	23,525	23,53	23,5	23,56	23,525	23,65	23,595	23,59	23,55	23,539
	23,54		23,47		23,49		23,54		23,51		
$l$ (cm)	10,96	10,89	10,74	10,675	10,58	10,6	10,52	10,505	10,51	10,52	10,638
	10,82		10,61		10,62		10,49		10,53		
$t$ (cm)	6,04	5,89	5,58	5,535	5,45	5,505	5,55	5,51	5,49	5,525	5,593
	5,74		5,49		5,56		5,47		5,56		

Beban	Nomor Bata					Rata <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	
$P_m$ (Kg)	64,2	48,2	56,2	42,3	73,2	56,82
$\sigma_l$ (kg/cm <sup>2</sup> )	3,823482237	3,316090865	3,93639183	2,984170488	5,12877084	3,837781
Waktu	3'50"72	2'38"35				
Ket.	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata *Bata remuk	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata	

**LABORATORIUM**  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK UII**



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT LENTUR BATA

Variasi = 4

Jarak antar dukungan = 15 cm

Dimensi	Nomor Bata										Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		4		5		
$p$ (cm)	23,43	23,45	23,48	23,435	23,52	23,66	23,65	23,6	23,59	23,575	23,544
	23,47		23,39		23,8		23,55		23,56		
$l$ (cm)	10,85	10,845	10,7	10,685	10,61	10,635	10,54	10,58	10,62	10,65	10,679
	10,84		10,67		10,66		10,62		10,68		
$t$ (cm)	5,59	5,56	5,59	5,645	5,34	5,415	5,56	5,52	5,61	5,55	5,538
	5,53		5,7		5,49		5,48		5,49		

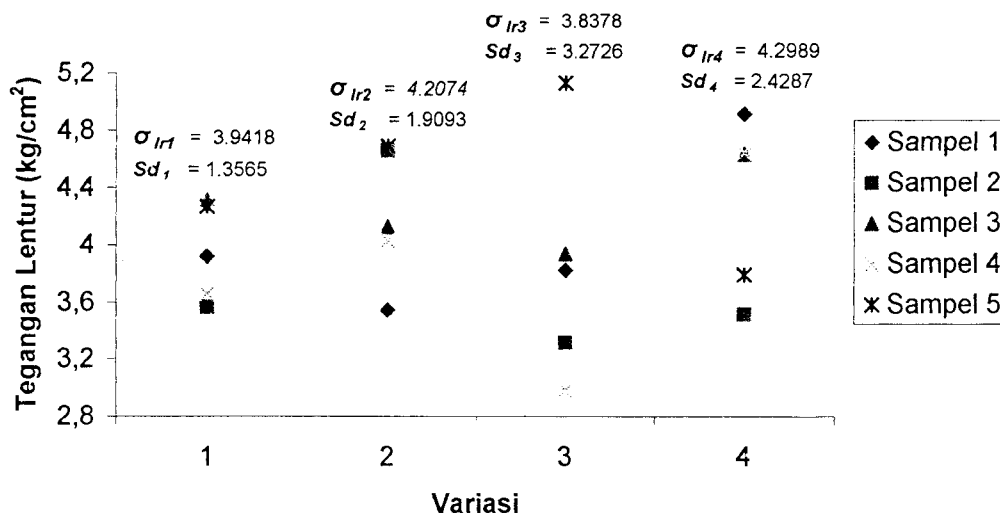
Beban	Nomor Bata					Rata <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	
$P_m$ (Kg)	73,2	53,2	64,2	66,5	55,3	62,48
$\sigma_l$ (kg/cm <sup>2</sup> )	4,912634566	3,515537472	4,632155499	4,641307475	3,792905963	4,298908
Waktu	4'09"87					
Ket.	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata *Bata remuk	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata	*Berpori besar *Berkerang *Pembakaran tidak merata	

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



## STANDAR DEVIASI KUAT LENTUR BATA

Variasi Bata	Sampel	$\sigma_i$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{lr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Sigma \sigma_i^2$	$(\Sigma \sigma_i)^2$	Standar Deviasi
1	1	3,9151	3,9418	78,148182	388,4407	1,356517
	2	3,5643				
	3	4,3081				
	4	3,6591				
	5	4,2623				
2	1	3,5427	4,2074	89,4224	442,5554	1,909268
	2	4,6561				
	3	4,1249				
	4	4,0274				
	5	4,6859				
3	1	3,8235	3,8378	76,320956	368,2177	3,272559
	2	3,3161				
	3	3,9364				
	4	2,9842				
	5	5,1288				
4	1	4,9126	4,2989	93,877412	462,0135	2,428749
	2	3,5155				
	3	4,6322				
	4	4,6413				
	5	3,7929				



Grafik kuat lentur bata dengan variasi bentuk permukaan bata



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4, telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KANDUNGAN LUMPUR

Sebelum dikocok

	Berat (gram)
Piring	38,6
Pasir	100
Piring + Pasir	138,6

Jumlah kocokkan = 15 kali

Setelah dikocok

	Berat (gram)
Piring	38,6
Pasir	98,16
Piring + Pasir	136,76
kandungan Lumpur. %	1,84

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Universitas Islam Indonesia**

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895642. 895707 Yogyakarta

**LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN**  
**KUAT TEKAN MORTAR**

Perbandingan Berat S : K : P = 1 : 1 : 5

Dimensi	Nomor Mortar						Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		
p ( cm )	5,03	5,025	4,94	4,955	5,11	5,13	5,037
	5,02		4,97		5,15		
l ( cm )	5,33	5,325	5,21	5,235	4,94	4,98	5,180
	5,32		5,26		5,02		
t ( cm )	5,04	5,05	5,05	5,05	5,08	5,07	5,057
	5,06		5,05		5,06		
Luas, A (cm <sup>2</sup> )	26,758125		25,939425		25,5474		26,082
Volume, V (cm <sup>3</sup> )	135,1285313		130,9940963		129,525318		131,883
W (gram)	251,5		240,2		239,2		243,633
Berat Volume (gr/cm <sup>3</sup> )	1,861190954		1,833670424		1,846743198		1,847
P <sub>m</sub> (Kg)	1570		1540		1580		1563,333
Kuat Tekan, σ <sub>d</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	58,67376731		59,36908779		61,84582384		59,963

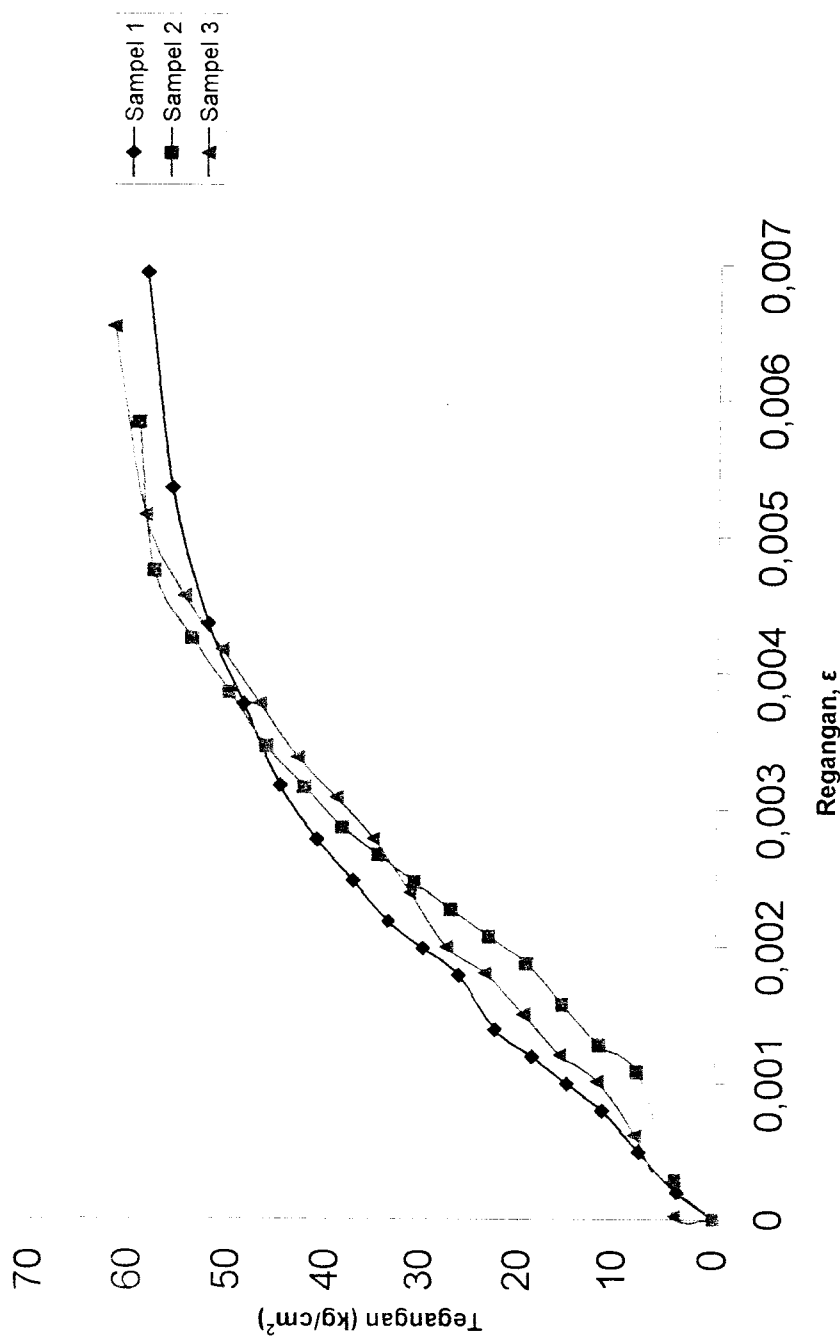
Beban, P (Kg)	1			2			3		
	ε <sub>1</sub>	σ <sub>1</sub>	ε <sub>1</sub> '	ε <sub>2</sub>	σ <sub>2</sub>	ε <sub>2</sub> '	ε <sub>3</sub>	σ <sub>3</sub>	ε <sub>3</sub> '
0	0,00792	0	0	0,00979	0	0	0,006881	0	0
100	0,00812	3,737183	0,000198	0,009505	3,855136	0,000288	0,006903	3,91429	2.2E-05
200	0,00842	7,4744	0,000495	0,010297	7,710397	0,00108	0,007495	7,82871	0,00061
300	0,00871	11,2116	0,000792	0,010495	11,5656	0,001278	0,00789	11,7431	0,00101
400	0,00891	14,9488	0,00099	0,010792	15,42079	0,001575	0,008087	15,6574	0,00121
500	0,00911	18,686	0,001188	0,011089	19,27599	0,001872	0,008383	19,5718	0,0015
600	0,00931	22,4232	0,001386	0,011287	23,13119	0,00207	0,008679	23,4861	0,0018
700	0,0097	26,1604	0,001782	0,011485	26,98639	0,002268	0,008876	27,4005	0,00199
800	0,0099	29,8976	0,00198	0,011683	30,84159	0,002466	0,00927	31,3148	0,00239
900	0,0101	33,6348	0,002178	0,011881	34,69679	0,002664	0,009665	35,2292	0,00278
1000	0,0104	37,372	0,002475	0,012079	38,55199	0,002862	0,009961	39,1435	0,00308
1100	0,01069	41,1092	0,002772	0,012376	42,40719	0,003159	0,010256	43,0579	0,00337
1200	0,01109	44,8464	0,003168	0,012673	46,26238	0,003456	0,010651	46,9722	0,00377
1300	0,01168	48,5836	0,003762	0,013069	50,11758	0,003852	0,011045	50,8866	0,00416
1400	0,01228	52,3208	0,004356	0,013465	53,97278	0,004248	0,01144	54,801	0,00456
1500	0,01327	56,058	0,005347	0,01396	57,82798	0,004743	0,012032	58,7153	0,00515
1600	0,01485	58,67404	0,006931	0,01505	59,37006	0,005833	0,013412	61,8468	0,00653



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik  
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
 Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

GRAFIK TEGANGAN REGANGAN  
 KUAT TEKAN MORTAR S : K : P = 1 : 1 : 5



Gambar Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Mortar  
 S : K : P = 1 : 1 : 5

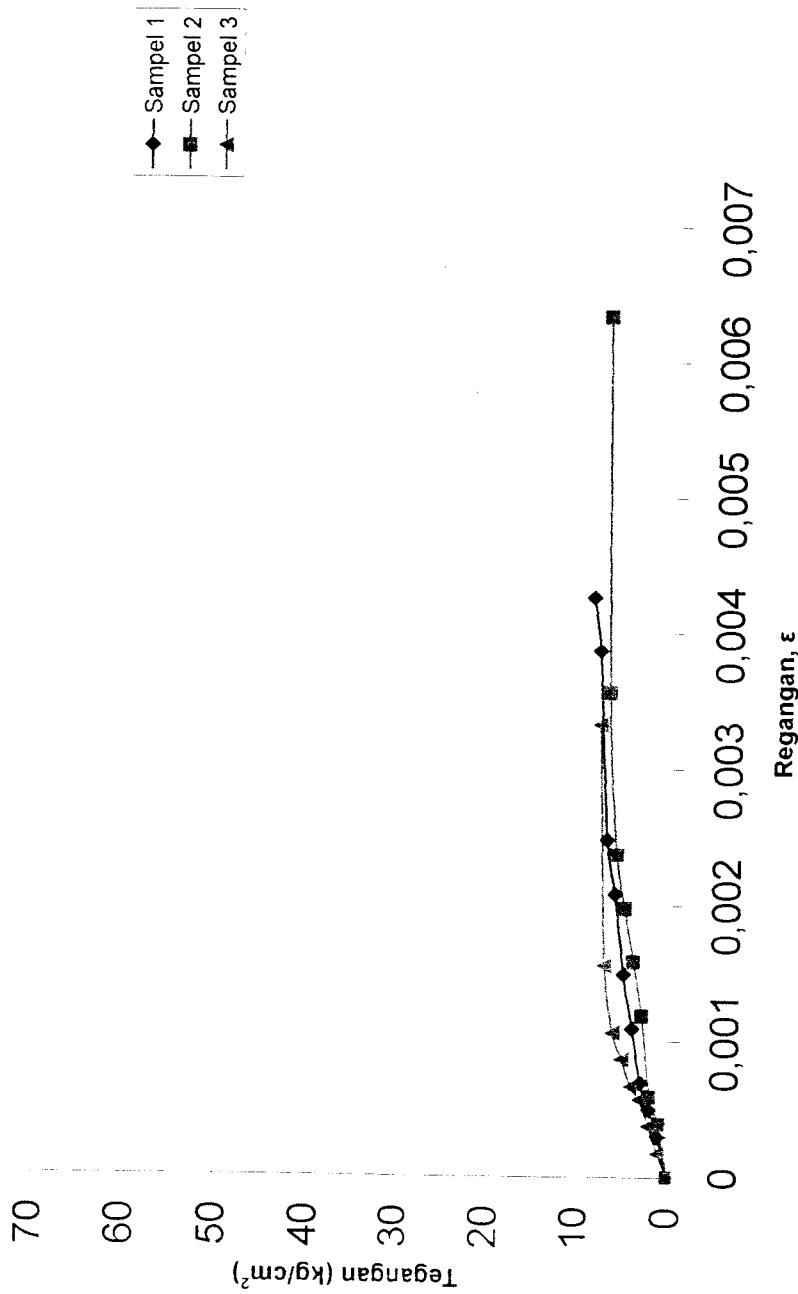






Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik  
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
 Universitas Islam Indonesia  
 Jin. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

GRAFIK TEGANGAN REGANGAN  
 KUAT TEKAN MORTAR S : K : P = 1 : 3 : 10



Gambar Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Mortar  
 S : K : P = 1 : 3 : 10



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Universitas Islam Indonesia**

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895342, 895707 Yogyakarta

**LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN**  
**KUAT TARIK MORTAR**

Perbandingan Berat S : K : P = 1 : 1 : 5

Dimensi Mortar	Sampel			Rata <sup>2</sup>
	1	2	3	
<i>b</i> (cm)	2.950	2,950	3.000	2,967
<i>h</i> (cm)	2.860	2,830	2.790	2,827
Luas, <i>A</i> (cm <sup>2</sup> )	8.437	8,349	8.370	8,385
<i>W</i> (gr)	151,5	151,1	146	149,533
<i>P<sub>m</sub></i> (kg)	50,0	80,0	55,0	61,667
Tegangan, $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	5,926	9,583	6,571	7,360

Perbandingan Berat S : K : P = 1 : 3 : 10

Dimensi Mortar	Sampel			Rata <sup>2</sup>
	1	2	3	
<i>b</i> (cm)	3.060	3,080	3.170	3,103
<i>h</i> (cm)	2.740	2,800	2.730	2,757
Luas, <i>A</i> (cm <sup>2</sup> )	8.384	8,624	8.654	8,554
<i>W</i> (gr)	15,0	5,0	10,0	10,000
<i>P<sub>m</sub></i> (kg)	138,5	138,0	140,0	138,833
Tegangan, $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1,789	0,580	1,156	1,175

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK UII


**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14.4 teip. (0274)895042 895707 Yogyakarta

**LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT LEKATAN BATA**

Perbandingan Berat S : K : P = 1 : 1 : 5

Variasi = 1

Dimensi Lekatan Bata	Nomor Lekatan										Rata <sup>2</sup>		
	1		2		3		4		5				
$p$ (cm)	11,03	11,19	11,81	11,34	10,9	10,87	12,8	12,56	11,81	11,72	11,536		
	11,35		10,87		10,84		12,32		11,63				
$l$ (cm)	11,56	11,51	11,26	11,2	11,77	11,75	11,92	12,23	11,71	11,86		11,707	
	11,45		11,14		11,72		12,53		12,01				
Luas, $A$ (cm <sup>2</sup> )	128,74095		127,008		127,66815		153,546		138,9992				135,19246
$P_m$ (kg)	33,5		32,5		25		40		45				35,2
Waktu	2'10"		2'05"		1'50"		2'25"		2'50"				
$\sigma_{ik}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0,260212465		0,255889393		0,195820179		0,260508252		0,32374287				0,259234632
Keterangan Rusak	a		a		a		a		a				

Keterangan : a = Bata rusak/patah

b = Lekatan rusak

c = Lekatan Lepas

**LABORATORIUM**  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK UII**



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Universitas Islam Indonesia**

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042. 895707 Yogyakarta

**LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN**  
**KUAT LEKATAN BATA**

Perbandingan Berat S : K : P = 1 : 1 : 5

Variasi = 2

Dimensi Lekatan Bata	Nomor Lekatan										Rata <sup>2</sup>			
	1		2		3		4		5					
$p$ (cm)	10,87	10,84	10,97	10,96	10,95	11,01	10,98	11,02	10,83	10,87	10,938			
	10,81		10,95		11,06		11,05		10,91					
$l$ (cm)	10,86	10,9	10,96	10,89	10,88	10,85	10,85	10,85	10,87	10,91		10,878		
	10,94		10,82		10,81		10,84		10,95					
Alas segitiga (cm)	1,62	1,52	1,75	1,558	1,51	1,525	1,63	1,638	1,69	1,5875			1,5655	
	1,55		1,49		1,54		1,65		1,49					
	1,59		1,44		1,51		1,69		1,65					
	1,32		1,55		1,54		1,58		1,52					
Tinggi Segitiga (cm)	0,94	0,925	0,93	0,92	0,93	0,835	0,84	0,83	0,87	0,865				0,875
	0,91		0,91		0,74		0,82		0,86					
Sisi miring (cm)	1,197173755		1,205342923		1,13076578		1,165869445		1,173994916		1,174629364			
Luas, $A$ (cm <sup>2</sup> )	137,1652149		137,9977357		135,4488396		134,6409621		135,1555685		136,0816642			
$P_m$ (kg)	26,2		32,2		56,2		36,2		43,2		38,8			
Waktu	1'25"16		1'47"62		3'16"84		1'55"13		2'27"03					
$\sigma_{ik}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0,191010527		0,233337162		0,414916807		0,268863201		0,319631669		0,285551873			
Keterangan Rusak	c		a/c		a/c		a/c		a					

Keterangan : a = Bata rusak/patah  
 b = Lekatan rusak  
 c = Lekatan Lepas

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



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14.4. telp. (0274)895042. 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT LEKATAN BATA

Perbandingan Berat S : K : P = 1 : 1 : 5  
Variasi = 3

Dimensi Lekatan Bata	Nomor Lekatan										Rata <sup>2</sup>					
	1		2		3		4		5							
$p$ (cm)	10,91	10,86	10,87	10,91	10,61	10,63	10,88	10,89	10,91	10,89	10,834					
	10,81		10,94		10,65		10,89		10,87							
$l$ (cm)	10,66	10,71	10,72	10,82	10,67	10,66	10,97	10,88	10,8	10,835		10,778				
	10,76		10,91		10,64		10,78		10,87							
Luas, $A$ (cm <sup>2</sup> )	116,3106		117,937575		113,26265		118,374375		117,99315				116,77567			
$P_m$ (kg)	41,2		31,2		33,2		28,2		33,2					33,4		
Waktu	2'14"		2'06"54		1'53"66		1'30"65		1'48"31							
$\sigma_{lk}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0,354223949		0,264546732		0,293123991		0,238227235		0,281372266							0,286298834
Keterangan Rusak	a		a/c		a		a		a/b							

Keterangan : a = Bata rusak/patah  
b = Lekatan rusak  
c = Lekatan Lepas

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT LEKATAN BATA

Perbandingan Berat S : K : P = 1 : 1 : 5

Variasi = 4

Dimensi Lekatan Bata	Nomor Lekatan										Rata <sup>2</sup>			
	1		2		3		4		5					
$p$ (cm)	10,58	10,57	10,71	10,77	10,74	10,82	10,61	10,69	10,81	10,875	10,7438			
	10,57		10,83		10,89		10,76		10,94					
$l$ (cm)	10,69	10,73	10,69	10,67	10,97	10,81	10,77	10,7	10,85	10,8		10,739		
	10,76		10,64		10,65		10,62		10,75					
Alas segitiga (cm)	1,69	1,6	1,6	1,545	1,56	1,5525	1,51	1,5325	1,56	1,5525			1,5565	
	1,74		1,58		1,65		1,52		1,65					
	1,58		1,52		1,54		1,57		1,54					
	1,39		1,48		1,46		1,53		1,46					
Tinggi Segitiga (cm)	1,05	0,855	0,89	0,9	0,87	0,9	0,78	0,815	0,87	0,9				0,874
	0,66		0,91		0,93		0,85		0,93					
Sisi miring (cm)	1,170907768		1,186067557		1,188513383		1,11864385		1,188513383		1,170529188			
Luas, $A$ (cm <sup>2</sup> )	129,2117793		132,5944474		134,7405476		129,344461		135,3230239		132,2428519			
$P_m$ (kg)	56,2		36,2		64,2		41,2		76,2		54,8			
Waktu	3'05"31		2'11"		3'50"93		2"25"		4'19"					
$\sigma_{lk}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0,434944866		0,273012941		0,476471271		0,318529295		0,563097083		0,413211091			
Keterangan Rusak	a		a		a		a		a					

Keterangan : a = Bata rusak/patah  
b = Lekatan rusak  
c = Lekatan Lepas

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia

Jin. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT LEKATAN BATA

Perbandingan Berat S : K : P = 1 : 3 : 10

Variasi = 1

Dimensi Lekatan Bata	Nomor Lekatan										Rata <sup>2</sup>		
	1		2		3		4		5				
p (cm)	10,97	11,03	11,07	11,08	11,09	11,09	11,06	11,06	10,98	10,985	11,047		
	11,09		11,09		11,08		11,05		10,99				
l (cm)	11,09	11,1	11,13	11,07	11,1	11,1	11,05	11,02	11	10,985		11,054	
	11,11		11,01		11,09		10,99		10,97				
Luas, A (cm <sup>2</sup> )	122,433		122,6556		122,988075		121,8261		120,670225				122,1146
P <sub>m</sub> (kg)	20		30		35		40		37				32,4
Waktu	1'12"		1'35"		1'54"		2'33"		2'06"				
σ <sub>lk</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0,163354651		0,244587283		0,284580436		0,328336867		0,306620792				0,265496006
Keterangan Rusak	c		a		c		c		c				

Keterangan : a = Bata rusak/patah  
b = Lekatan rusak  
c = Lekatan Lepas

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

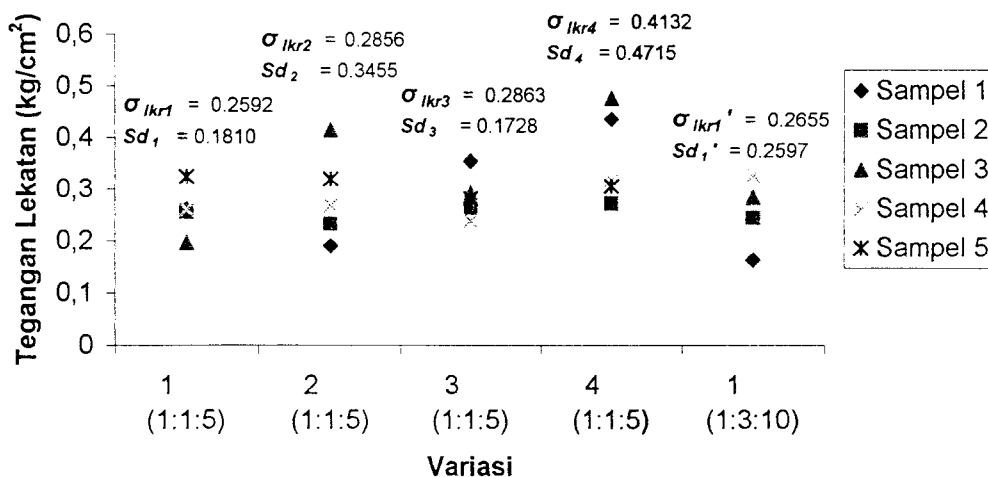
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

STANDAR DEVIASI KUAT LEKATAN BATA

Variasi Bata	Sampel	$\sigma_{ik}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{ikr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Sigma\sigma_{ik}^2$	$(\Sigma\sigma_{ik})^2$	Standar Deviasi
1 (1:1:5)	1	0,2602	0,2592	0,3441684	1,6798752	0,181035
	2	0,2559				
	3	0,1958				
	4	0,2605				
	5	0,3237				
2 (1:1:5)	1	0,191	0,2856	0,4375033	2,0383273	0,345472
	2	0,2333				
	3	0,4149				
	4	0,2689				
	5	0,3196				
3 (1:1:5)	1	0,3542	0,2863	0,4172507	2,048906	0,172853
	2	0,2645				
	3	0,2931				
	4	0,2382				
	5	0,2814				
4 (1:1:5)	1	0,4349	0,4132	0,9092431	4,268356	0,471474
	2	0,273				
	3	0,4765				
	4	0,3185				
	5	0,5631				
1 (1:3:10)	1	0,1634	0,2655	0,3693103	1,7622563	0,259685
	2	0,2446				
	3	0,2846				
	4	0,3283				
	5	0,3066				



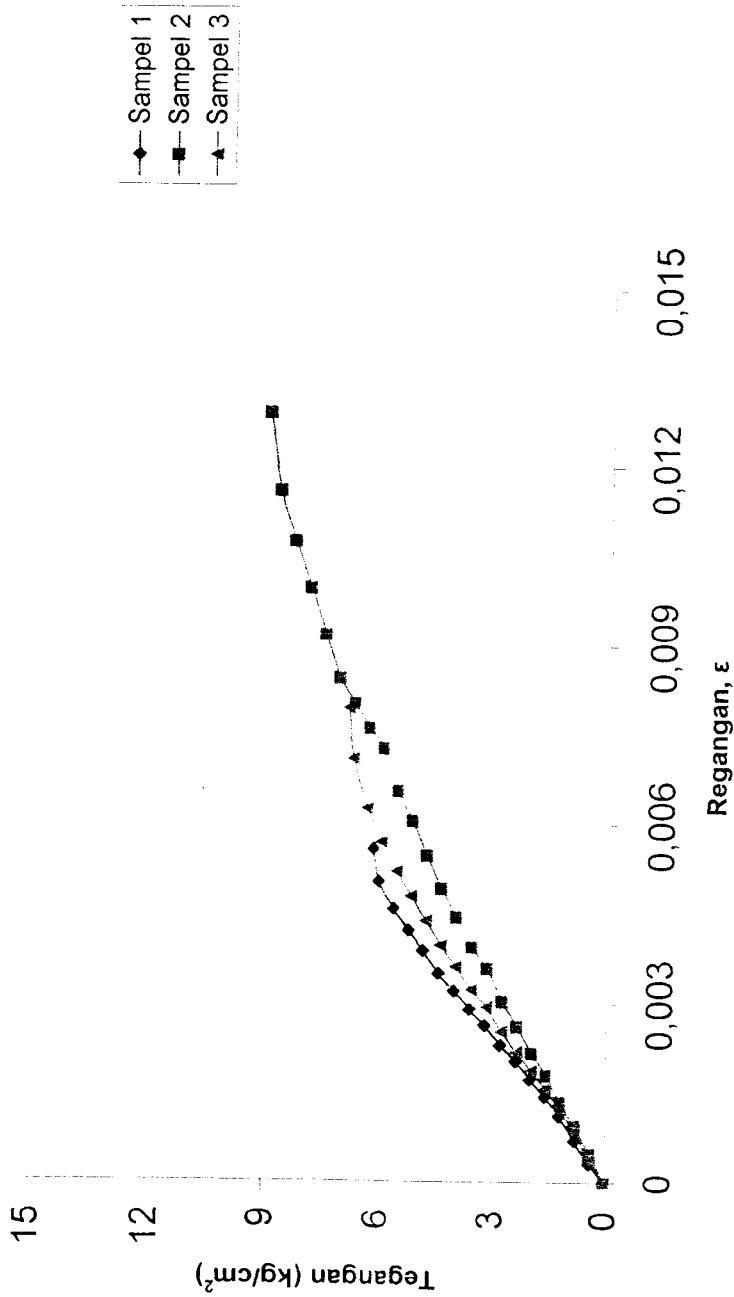
Grafik kuat lekatan bata dengan variasi bentuk permukaan bata







GRAFIK TEGANGAN REGANGAN  
KUAT TEKAN PASANGAN BATA VARIASI 1

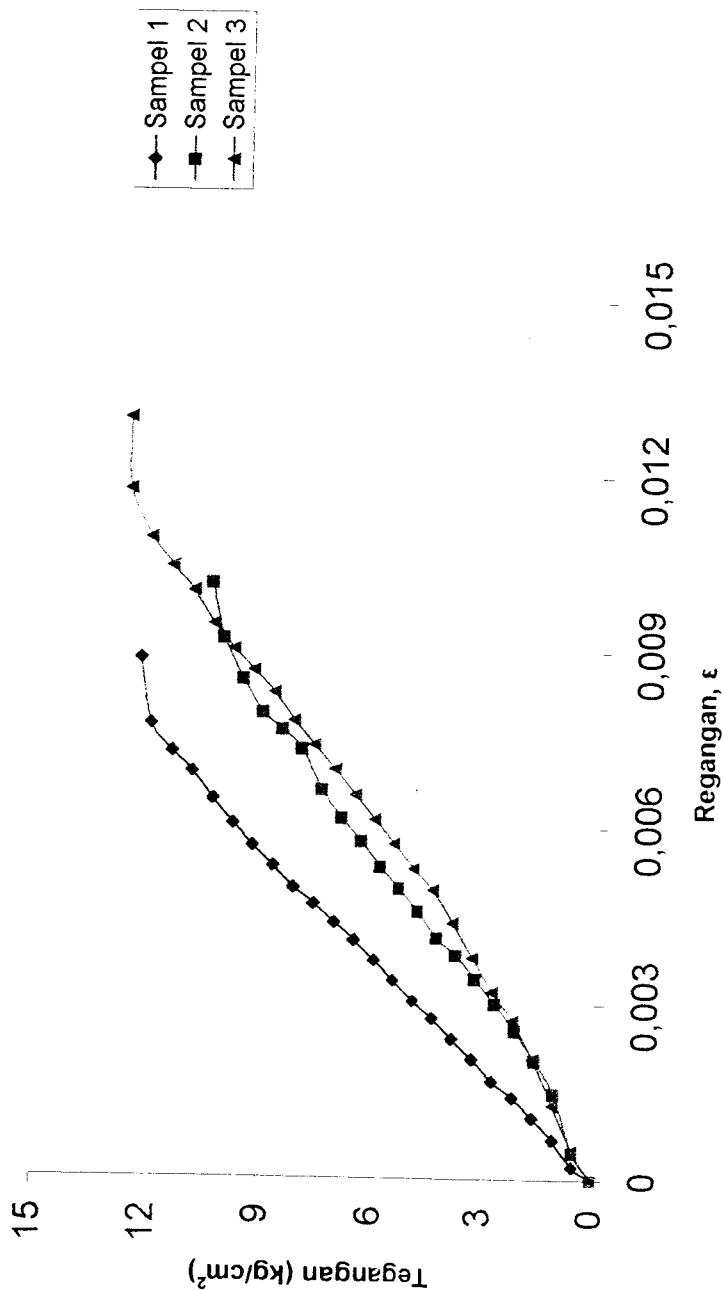


Gambar Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Variasi 1





GRAFIK TEGANGAN REGANGAN  
KUAT TEKAN PASANGAN BATA VARIASI 2

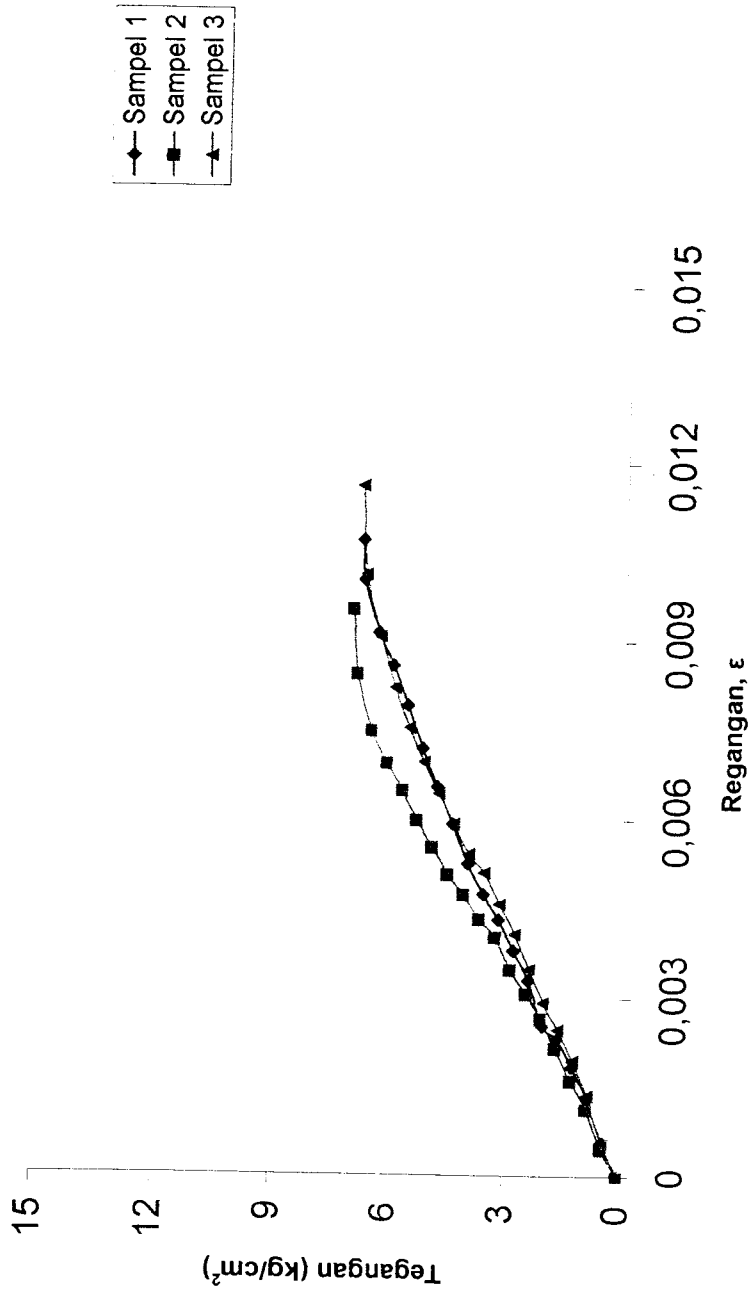


Gambar Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Variasi 2





GRAFIK TEGANGAN REGANGAN  
 KUAT TEKAN PASANGAN BATA VARIASI 3



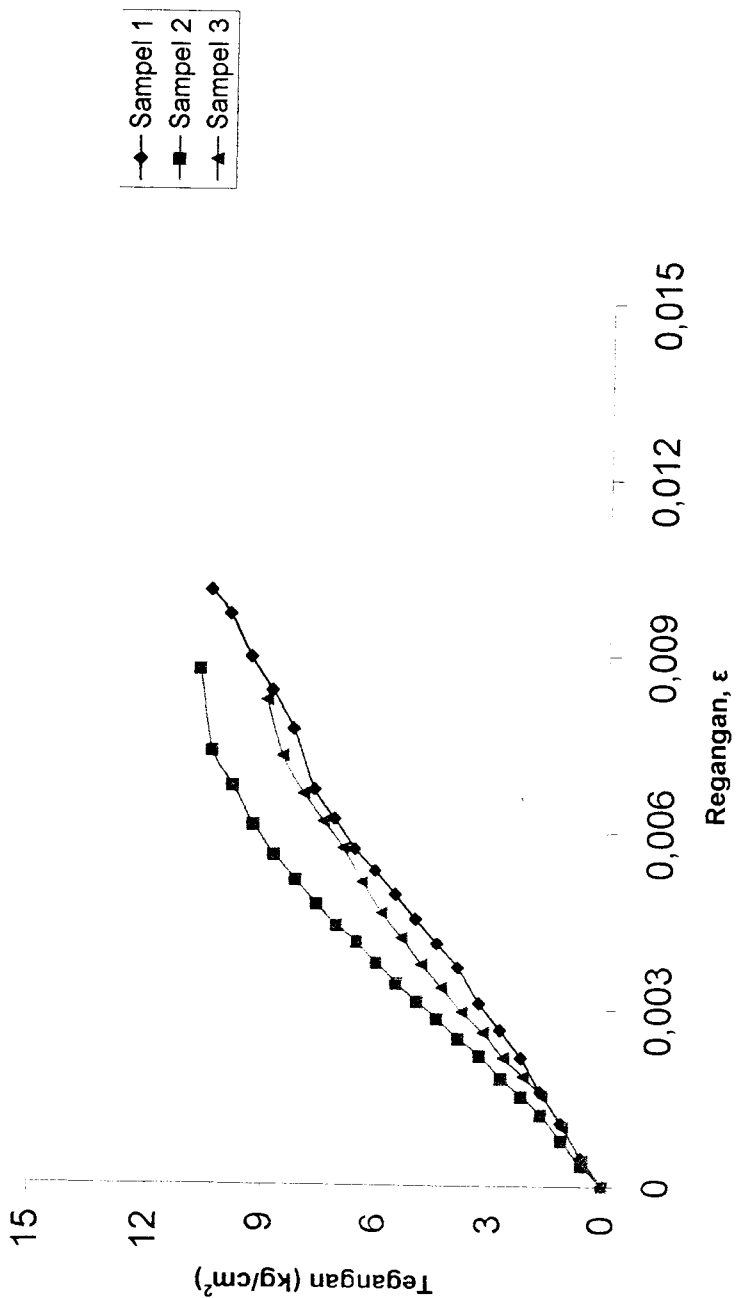
Gambar Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Variasi 3





Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia  
Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042 895707 Yogyakarta

GRAFIK TEGANGAN REGANGAN  
KUAT TEKAN PASANGAN BATA VARIASI 4



Gambar Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Variasi 4




**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

**LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT TEKAN PASANGAN BATA**

Variasi = 5

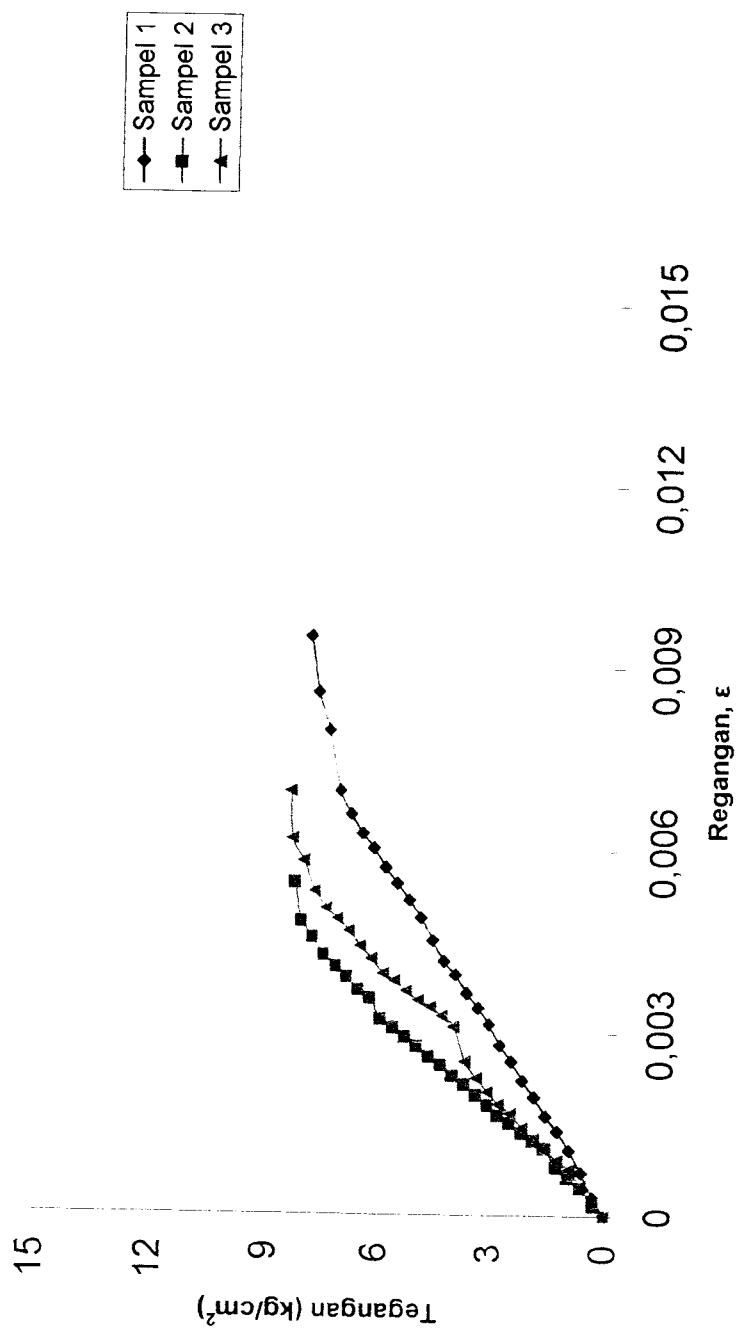
Dimensi	Nomor Sampel						Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		
L (cm)	23,89	23,885	23,71	23,71	23,45	23,41	23,668333
	23,88		23,71		23,37		
T (cm)	13,63	13,52	13,34	13,48	14,12	13,735	13,578333
	13,41		13,62		13,35		
H (cm)	41,4	41,25	41,3	41,45	40,9	40,2	40,966667
	41,1		41,6		39,5		
Luas, A (cm <sup>2</sup> )	322,9252		319,6108		321,53635		321,35745
P <sub>s</sub> (kg)	20,8		21,4		21,1		21,1
P <sub>m</sub> (kg)	2570		2660		2720		2650
Kuat Tekan, σ <sub>d</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	7,958499368		8,322622389		8,459385696		8,2468358

P (kg)	1			2			3		
	ε <sub>1</sub>	σ <sub>1</sub>	ε <sub>1</sub> '	ε <sub>2</sub>	σ <sub>2</sub>	ε <sub>2</sub> '	ε <sub>3</sub>	σ <sub>3</sub>	ε <sub>3</sub> '
0	0,000279	0	0	0,00028	0	0	0,0005338	0	0
100	0,000582	0,309669	0,000303	0,000458	0,312881	0,000178	0,0007463	0,3110068	0,000212
200	0,000994	0,619338	0,000715	0,000748	0,625761	0,000468	0,0010199	0,6220137	0,000486
300	0,001358	0,929008	0,001079	0,000917	0,938642	0,000637	0,0012935	0,9330205	0,00076
400	0,001673	1,238677	0,001394	0,001086	1,251522	0,000806	0,0014428	1,2440273	0,000909
500	0,001915	1,548346	0,001636	0,001399	1,564403	0,001119	0,0016169	1,5550341	0,001083
600	0,00223	1,858015	0,001952	0,00152	1,877283	0,00124	0,001791	1,866041	0,001257
700	0,002497	2,167685	0,002218	0,001641	2,190164	0,00136	0,0019652	2,1770478	0,001431
800	0,002812	2,477354	0,002533	0,001809	2,503044	0,001529	0,0022139	2,4880546	0,00168
900	0,003079	2,787023	0,0028	0,00193	2,815925	0,00165	0,0023632	2,7990614	0,001829
1000	0,003418	3,096692	0,003139	0,002099	3,128805	0,001819	0,0025622	3,1100683	0,002028
1100	0,003685	3,406362	0,003406	0,002268	3,441686	0,001988	0,0027861	3,4210751	0,002252
1200	0,003927	3,716031	0,003648	0,002437	3,754566	0,002157	0,0030597	3,7320819	0,002526
1300	0,004242	4,0257	0,003964	0,002581	4,067447	0,002301	0,0036318	4,0430888	0,003098
1400	0,004461	4,335369	0,004182	0,00275	4,380328	0,00247	0,003806	4,3540956	0,003272
1500	0,0048	4,645039	0,004521	0,002895	4,693208	0,002615	0,0039552	4,6651024	0,003421
1600	0,005164	4,954708	0,004885	0,003064	5,006089	0,002784	0,0040547	4,9761092	0,003521
1700	0,005455	5,264377	0,005176	0,003209	5,318969	0,002929	0,004204	5,2871161	0,00367
1800	0,005721	5,574046	0,005442	0,003353	5,63185	0,003073	0,0043781	5,5981229	0,003844
1900	0,005988	5,883715	0,005709	0,003498	5,94473	0,003218	0,0045025	5,9091297	0,003969
2000	0,006303	6,193385	0,006024	0,003836	6,257611	0,003556	0,0047512	6,2201365	0,004217
2100	0,006545	6,503054	0,006267	0,003981	6,570491	0,003701	0,0049502	6,5311434	0,004416
2200	0,006861	6,812723	0,006582	0,004198	6,883372	0,003918	0,005199	6,8421502	0,004665
2300	0,007248	7,122392	0,00697	0,004367	7,196252	0,004087	0,005398	7,153157	0,004864
2400	0,008242	7,432062	0,007964	0,00456	7,509133	0,00428	0,0055721	7,4641638	0,005038
2500	0,008873	7,741731	0,008594	0,004849	7,822014	0,004569	0,0058458	7,7751707	0,005312
2600	0,009794	7,958499	0,009515	0,005115	8,134894	0,004835	0,0063433	8,0861775	0,005809
2700				0,005742	8,322622	0,005462	0,0067164	8,3971843	0,006183
2800							0,0074876	8,4593857	0,006954



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik  
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
 Universitas Islam Indonesia  
 Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042 895707 Yogyakarta

GRAFIK TEGANGAN REGANGAN  
 KUAT TEKAN PASANGAN BATA VARIASI 5

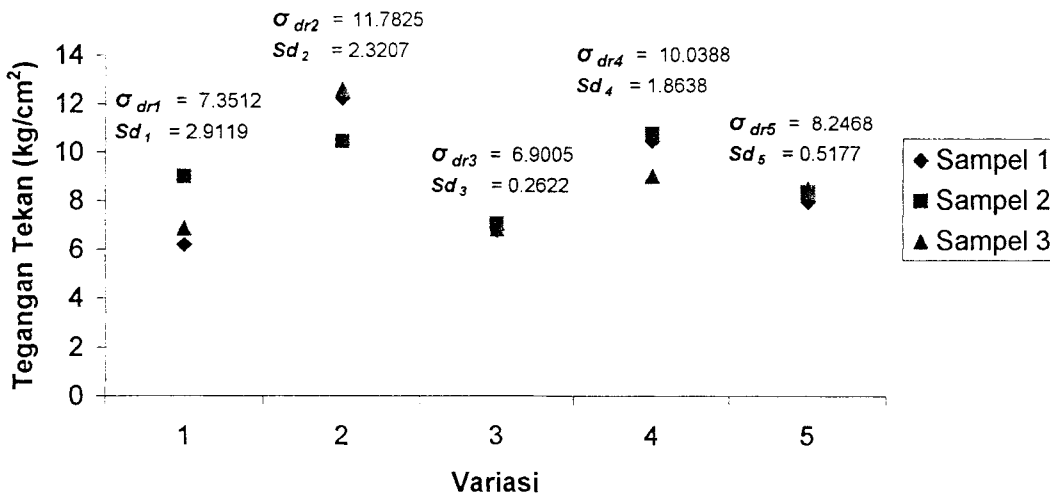


Gambar Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Variasi 5



STANDAR DEVIASI KUAT TEKAN PASANGAN BATA

Variasi Bata	Sampel	$\sigma_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{dr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Sigma\sigma_d^2$	$(\Sigma\sigma_d)^2$	Standar Deviasi
1	1	6,1931	7,3512	166,357	486,352452	2,9118761
	2	8,9856				
	3	6,8747				
2	1	12,2568	11,7825	417,76435	1245,21471	2,3206783
	2	10,4369				
	3	12,5939				
3	1	6,8114	6,9005	142,88369	428,547962	0,2621881
	2	7,051				
	3	6,839				
4	1	10,4661	10,0388	305,8812	912,432642	1,8638614
	2	10,7363				
	3	9,0041				
5	1	7,9585	8,2468	204,16315	612,087392	0,5177234
	2	8,3226				
	3	8,4593				



Grafik kuat tekan pasangan bata



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14.4. telp. (0274)895142, 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT LENTUR PASANGAN BATA

Variasi = 1  
Bentang = 50 cm

Dimensi	Nomor Sampel						Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		
L (cm)	22,99	23,005	23,04	23,03	23,05	23	23,011667
	23,02		23,02		22,95		
T (cm)	10,98	10,895	11,08	11,055	10,89	10,875	10,941667
	10,81		11,03		10,86		
H (cm)	59,8	59,95	59,9	59,9	58,9	58,85	59,566667
	60,1		59,9		58,8		
$P_s$ (kg)	31,5		32		32		31,833333
$P_m$ (kg)	25		37,5		10		24,166667
Kuat Lentur, $\sigma_i$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1,119211515		1,425619456		0,716882938		1,087238



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT LENTUR PASANGAN BATA

Variasi = 2  
Bentang = 50 cm

Dimensi	Nomor Sampel						Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		
L (cm)	23,51	23,465	23,45	23,455	23,42	23,375	23,431667
	23,42		23,46		23,33		
T (cm)	10,84	10,885	10,95	10,935	10,89	10,88	10,9
	10,93		10,92		10,87		
H (cm)	62,3	62,25	64,4	64,35	64,4	64,1	63,566667
	62,2		64,3		63,8		
$P_s$ (kg)	24,65		24,7		24,55		24,633333
$P_m$ (kg)	25		5		17,5		15,833333
Kuat Lentur, $\sigma$ , (kg/cm <sup>2</sup> )	1,146496592		0,463967682		0,807055912		0,8058401



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14.4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT LENTUR PASANGAN BATA

Variasi = 3  
Bentang = 50 cm

Dimensi	Nomor Sampel						Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		
L (cm)	23,41	23,455	23,37	23,42	23,36	23,365	23,413333
	23,5		23,47		23,37		
T (cm)	10,8	10,88	10,96	10,905	10,64	10,66	10,815
	10,96		10,85		10,68		
H (cm)	64,8	64,5	63,4	63,7	64,4	64,35	64,183333
	64,2		64		64,3		
$P_s$ (kg)	24,1		24,1		24,2		24,133333
$P_m$ (kg)	25		7,5		12,5		15
Kuat Lentur, $\sigma_l$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1,000820627		0,526465352		0,694890182		0,7407254



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT LENTUR PASANGAN BATA

Variasi = 4  
Bentang = 50 cm

Dimensi	Nomor Sampel						Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		
L (cm)	23,29	23,4	23,49	23,525	23,55	23,575	23,5
	23,51		23,56		23,6		
T (cm)	10,73	10,805	10,9	10,555	10,74	10,775	10,811667
	10,88		10,81		10,81		
H (cm)	63	63,05	63,2	63	63,5	63,6	63,216667
	63,1		63,2		63,7		
$P_s$ (kg)	23,4		23,1		24,15		23,55
$P_m$ (kg)	0		0		15		5
Kuat Lentur, $\sigma_l$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0,321204577		0,312502834		0,616534697		0,4167474



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT LENTUR PASANGAN BATA

Variasi = 5

Bentang = 50 cm

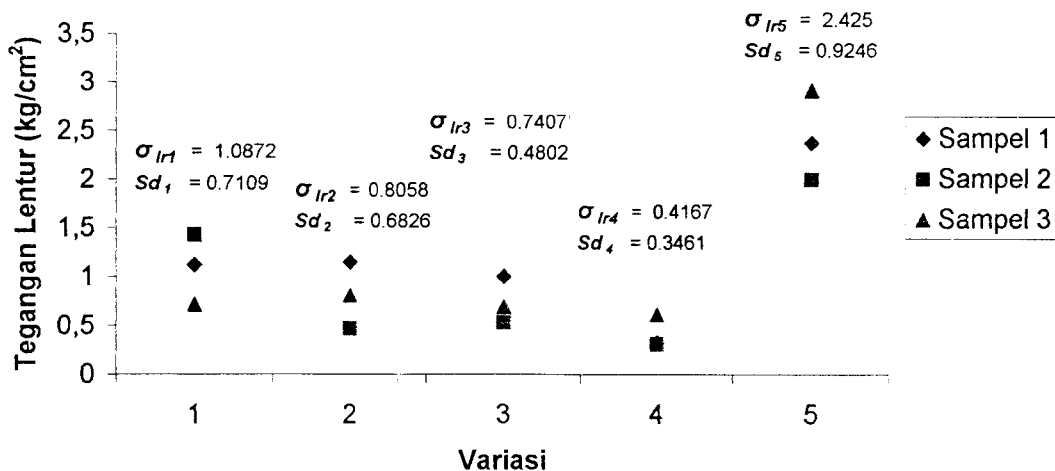
Dimensi	Nomor Sampel						Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		
L (cm)	23,43	23,5	23,24	23,465	23,58	23,595	23,52
	23,57		23,69		23,61		
T (cm)	13,75	13,685	13,32	13,235	13,71	13,72	13,546667
	13,62		13,15		13,73		
H (cm)	62,3	62,05	62,7	62,55	61,8	62	62,2
	61,8		62,4		62,2		
$P_s$ (kg)	33		33,5		32,2		32,9
$P_m$ (kg)	122,5		92,5		115		110
Kuat Lentur, $\sigma$ , (kg/cm <sup>2</sup> )	2,368746567		1,993490908		2,912877081		2,4250382





**STANDAR DEVIASI KUAT LENTUR PASANGAN BATA**

Variasi Bata	Sampel	$\sigma_i$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{lr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Sigma\sigma_i^2$	$(\Sigma\sigma_i)^2$	Standar Deviasi
1	1	1,1192	1,0872	3,7987462	10,6380346	0,7109637
	2	1,4256				
	3	0,7168				
2	1	1,1465	0,8058	2,1810759	5,84430625	0,6826035
	2	0,4639				
	3	0,8071				
3	1	1,0001	0,7407	1,760183	4,93461796	0,4802298
	2	0,5264				
	3	0,6949				
4	1	0,3212	0,4167	0,5808979	1,56300004	0,3461154
	2	0,3125				
	3	0,6165				
5	1	2,3687	2,425	18,069768	52,92708	0,924563
	2	1,9935				
	3	2,9129				



**Grafik kuat lentur pasangan bata**



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT GESER PASANGAN BATA

Variasi = 1

Dimensi	Nomor Sampel						Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		
L (cm)	36,4	36,3	36,5	36,4	36	35,85	36,18333333
	36,2		36,3		35,7		
T (cm)	10,77	10,745	10,59	10,76	10,88	10,765	10,75666667
	10,72		10,93		10,65		
H (cm)	40,2	40,1	39,8	39,8	39,3	39	39,63333333
	40		39,8		38,7		
Luas, A (cm <sup>2</sup> )	410,459		409,956		402,880125		407,7650417
n, bata	Luas	377,1540965	377,1540965	377,1540965	377,1540965	377,1540965	377,1540965
	%	91,8859366	91,99867705	93,61447068	93,61447068	92,49969478	92,49969478
A <sub>n</sub> (cm <sup>2</sup> )	377,1540965		377,1540965		377,1540965		377,1540965
P <sub>s</sub> (kg)	23,6		23,1		22,4		23,03333333
P <sub>m</sub> (kg)	1075		1000		1020		1031,666667
Waktu							
Kuat Geser, τ (kg/cm <sup>2</sup> )	2,015157749		1,874565348		1,912056655		1,933926584


**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 896707 Yogyakarta

**LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT GESER PASANGAN BATA**

Variasi = 2

Dimensi	Nomor Sampel						Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		
L (cm)	36,1	36,05	36,7	36,65	36,4	36,45	36,38333333
	36		36,6		36,5		
T (cm)	10,81	10,85	10,81	10,875	10,94	10,88	10,86833333
	10,89		10,94		10,82		
H (cm)	42	41,85	41,2	41,5	42,1	41,95	41,76666667
	41,7		41,8		41,8		
Luas, A (cm <sup>2</sup> )	422,6075		424,940625		426,496		424,681375
n, bata	Luas	380,4581813	380,4581813	380,4581813	380,4581813	380,4581813	380,4581813
	%	90,02636755	89,53208022	89,20556846	89,20556846	89,58800541	89,58800541
A <sub>n</sub> (cm <sup>2</sup> )	380,4581813		380,4581813		380,4581813		380,4581813
P <sub>s</sub> (kg)	26,2		25,45		25,85		25,83333333
P <sub>m</sub> (kg)	1010		955		1030		998,3333333
Waktu	1'55"		1'10"				
Kuat Geser, τ (kg/cm <sup>2</sup> )	1,876868563		1,774662849		1,914034277		1,855188563



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT GESER PASANGAN BATA

Variasi = 3

Dimensi	Nomor Sampel						Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		
L (cm)	36,9	36,95	35,9	36	36,4	36,2	36,38333333
	37		36,1		36		
T (cm)	10,85	10,855	10,73	10,71	10,71	10,665	10,74333333
	10,86		10,69		10,62		
H (cm)	42	41,85	42,4	42,05	41,9	41,7	41,86666667
	41,7		41,7		41,5		
Luas, A (cm <sup>2</sup> )	427,687		417,95775		415,40175		420,3488333
n, bata	Luas	376,9703438	376,9703438		376,9703438		376,9703438
	%	88,14164184	90,1934092		90,74837642		89,69447582
A <sub>n</sub> (cm <sup>2</sup> )	376,9703438		376,9703438		376,9703438		376,9703438
P <sub>s</sub> (kg)	25,9		25,3		24,95		25,38333333
P <sub>m</sub> (kg)	1110		855		975		980
Waktu			2'10"		1'30"		
Kuat Geser, τ (kg/cm <sup>2</sup> )	2,081781798		1,603534628		1,82859212		1,837969515



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT GESER PASANGAN BATA

Variasi = 4

Dimensi	Nomor Sampel						Rata <sup>2</sup>	
	1		2		3			
L (cm)	36,8	36,5	36,4	36,5	36,4	36,55	36.51666667	
	36,2		36,6		36,7			
T (cm)	10,95	10,905	10,77	10,74	10,71	10,71	10,785	
	10,86		10,71		10,71			
H (cm)	42,5	42,35	41,7	41,6	41,7	42,05	42	
	42,2		41,5		42,4			
Luas, A (cm <sup>2</sup> )	429,929625		419,397		420,903		423,409875	
n, bata	Luas	375,262668		375,262668		375,262668		375,262668
	%	87,28467316		89,47671729		89,15656767		88,63931937
A <sub>n</sub> (cm <sup>2</sup> )	375,262668		375,262668		375,262668		375,262668	
P <sub>s</sub> (kg)	25,5		24,8		25,4		25,23333333	
P <sub>m</sub> (kg)	1335		1045		1130		1170	
Waktu	2'55"		2'10"		2'20"			
Kuat Geser, τ (kg/cm <sup>2</sup> )	2,515158262		1,968794295		2,128935458		2,204296005	



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN PENELITIAN  
KUAT GESER PASANGAN BATA

Variasi = 5

Dimensi	Nomor Sampel						Rata <sup>2</sup>
	1		2		3		
L (cm)	36,2	36,2	36,8	36,75	36,2	36,55	36,5
	36,2		36,7		36,9		
T (cm)	14,01	14,075	14,08	14,135	14,57	14,63	14,28
	14,14		14,19		14,69		
H (cm)	40,3	40,6	41,3	40,85	40,8	40,85	40,76666667
	40,9		40,4		40,9		
Luas, A (cm <sup>2</sup> )	540,48		548,438		566,181		551,69966667
n, bata	Luas	377,1540965	377,1540965	377,1540965	377,1540965	377,1540965	377,1540965
	%	69,78132336	68,76877541	66,61369712	66,61369712	66,61369712	68,38793197
A <sub>n</sub> (cm <sup>2</sup> )	377,1540965		377,1540965		377,1540965		377,1540965
P <sub>s</sub> (kg)	34,7		35,4		35,9		35,33333333
P <sub>m</sub> (kg)	1920		1685		1655		1753,333333
Waktu	3'30"		3'45"		3'45"		
Kuat Geser, τ (kg/cm <sup>2</sup> )	3,599165467		3,158642611		3,10240565		3,286737909



**laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

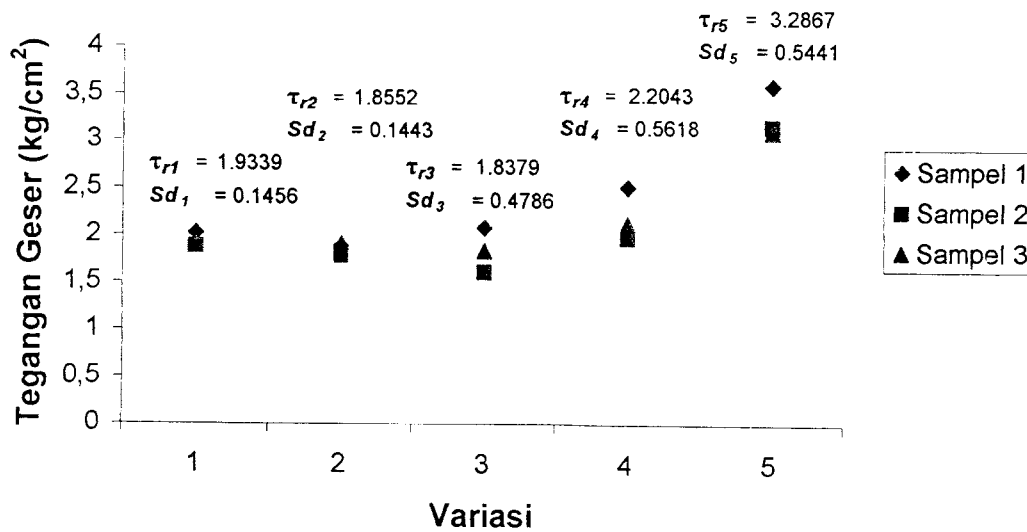
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang Km. 14,4. telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

**STANDAR DEVIASI KUAT GESER PASANGAN BATA**

Variasi Bata	Sampel	$\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\tau_r$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Sigma\tau^2$	$(\Sigma\tau)^2$	Standar Deviasi
1	1	2,0152	1,9339	11,23128	33,66204	0,145612
	2	1,8746				
	3	1,9121				
2	1	1,8769	1,8552	10,33571	30,9759	0,144282
	2	1,7747				
	3	1,914				
3	1	2,0818	1,8379	10,24888	30,40309	0,478575
	2	1,6035				
	3	1,8286				
4	1	2,5152	2,2043	14,73462	43,73045	0,56179
	2	1,9688				
	3	2,1289				
5	1	3,5992	3,2867	32,55588	97,22354	0,544118
	2	3,1586				
	3	3,1024				



**Grafik kuat geser pasangan bata**

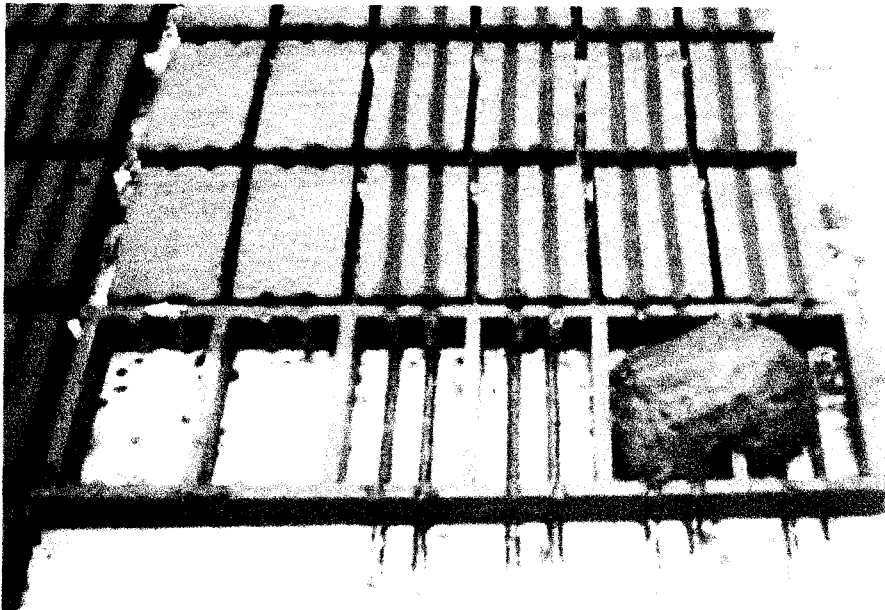
LAMPIRAN

C





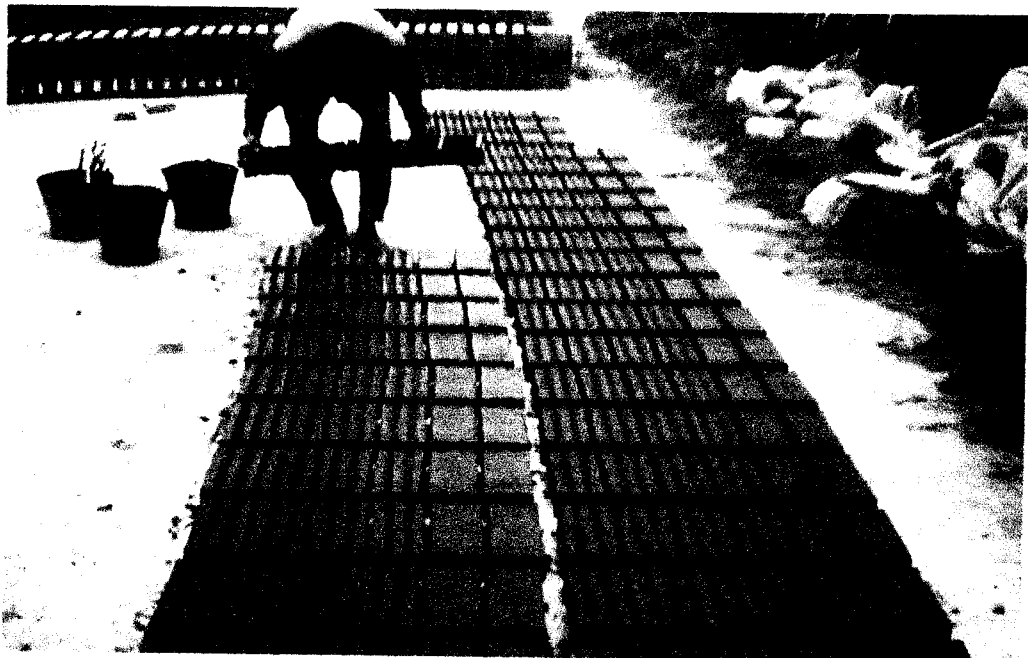
**Gambar C.1.** Foto adonan bata (lempung)



**Gambar C.2.** Foto cetakan bata



**Gambar C.3. Foto pembuatan bata**



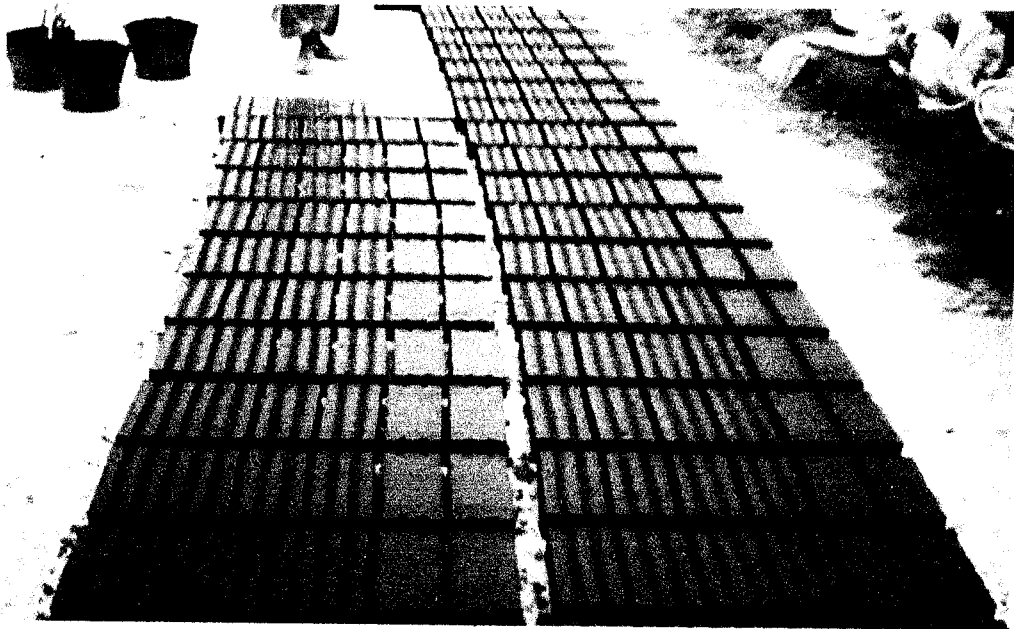
**Gambar C.4. Foto pembuatan bata**



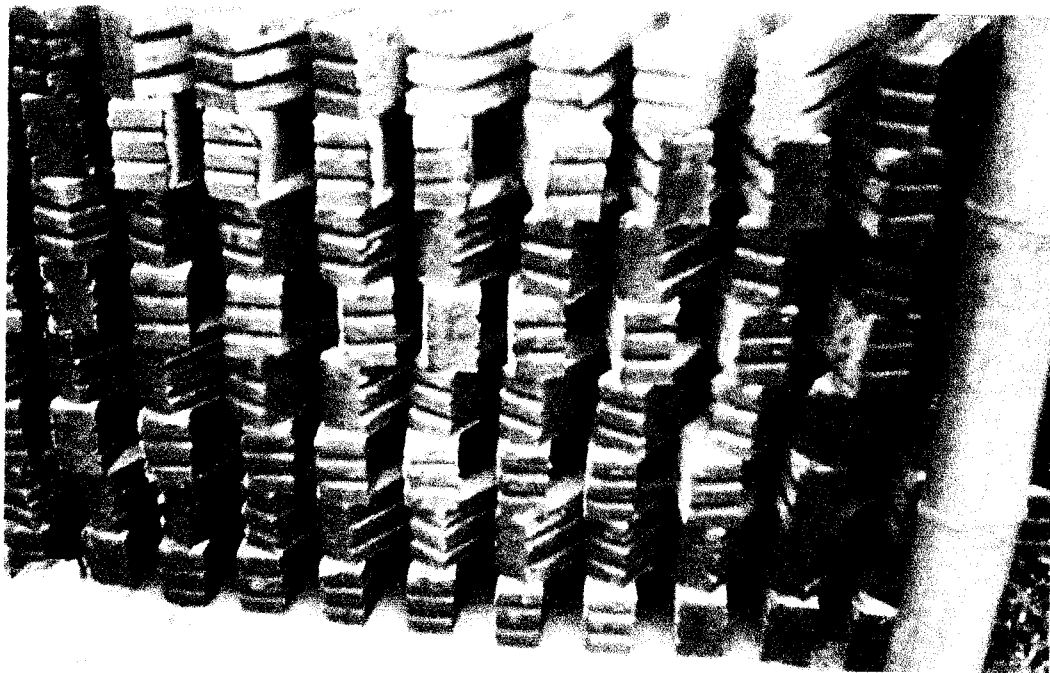
**Gambar C.5. Foto pembuatan bata**



**Gambar C.6. Foto pembuatan bata**



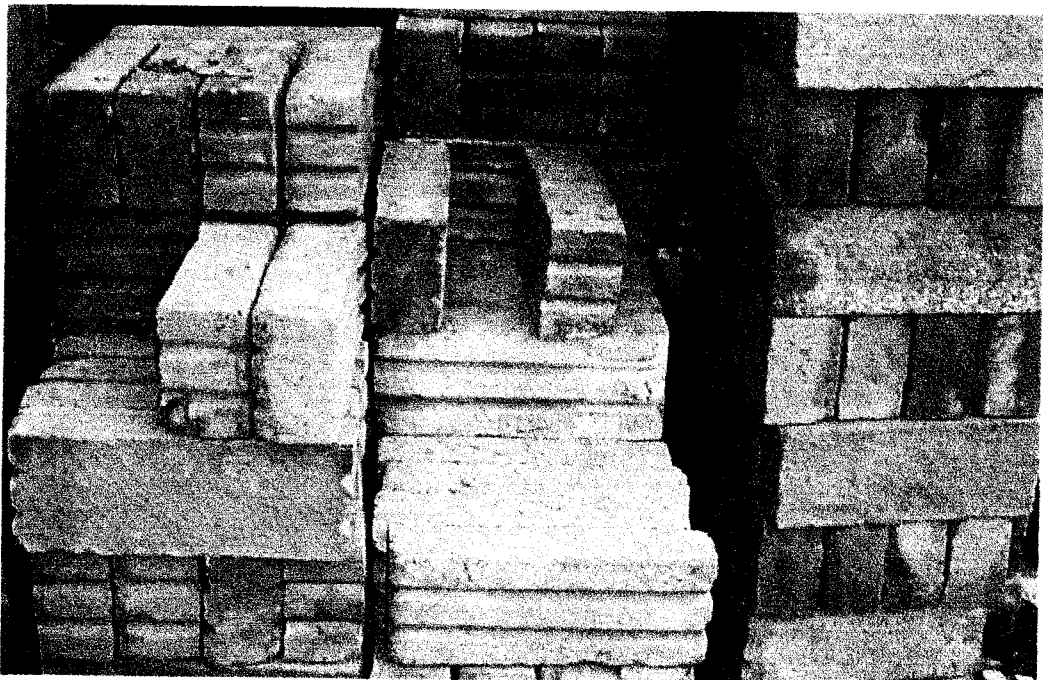
**Gambar C.7.** Foto bata pada waktu penjemuran



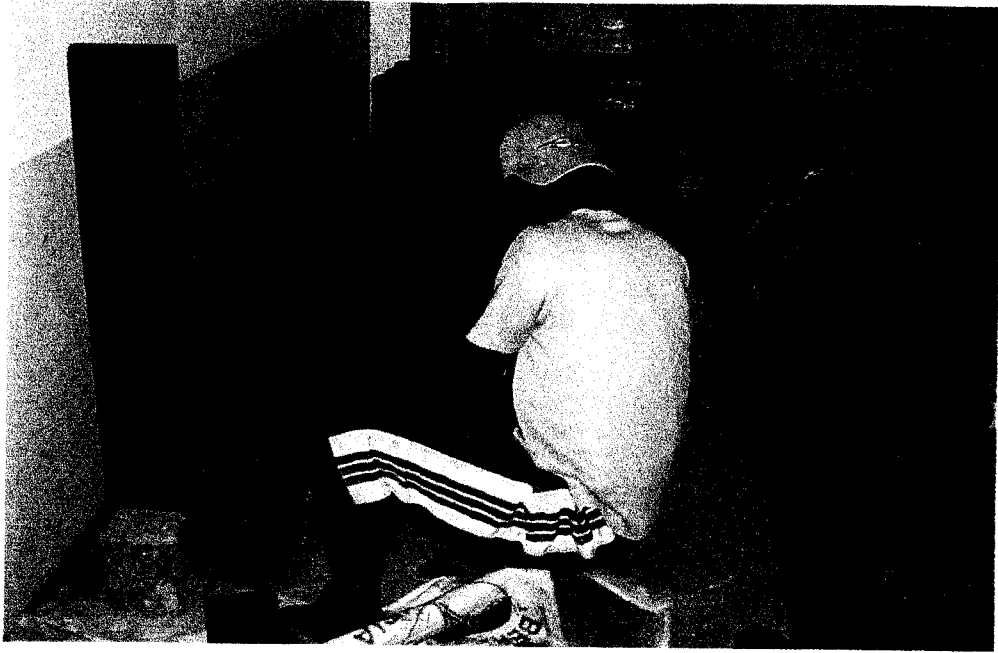
**Gambar C.8.** Foto bata setelah dijemur



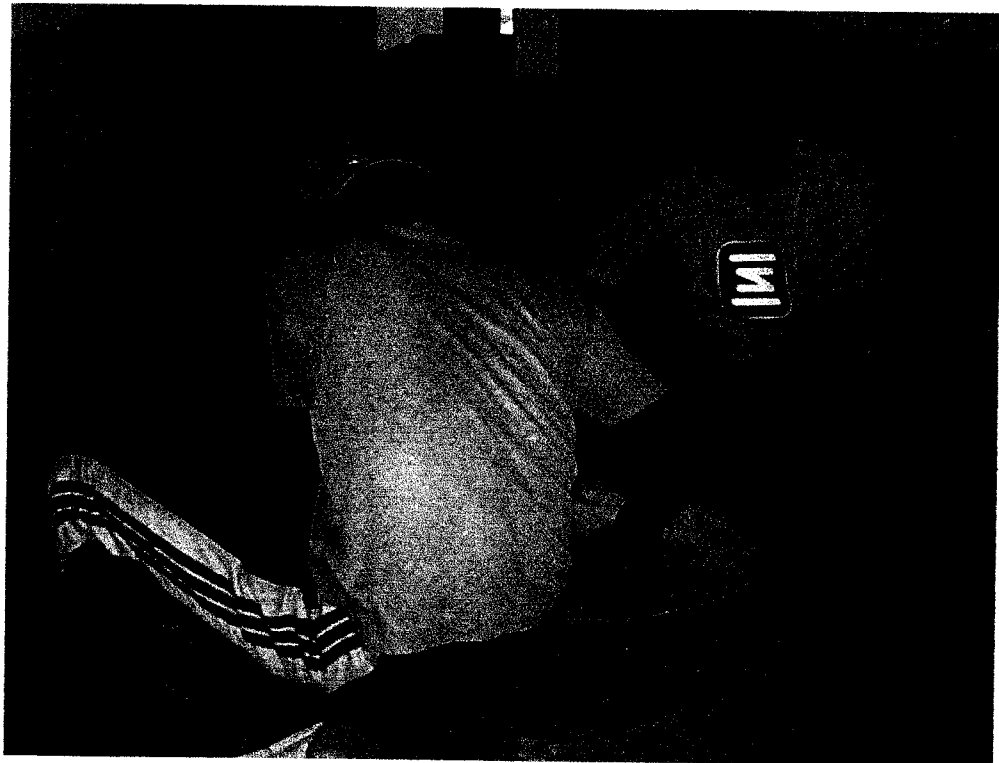
**Gambar C.9.** Foto tempat pembakaran bata



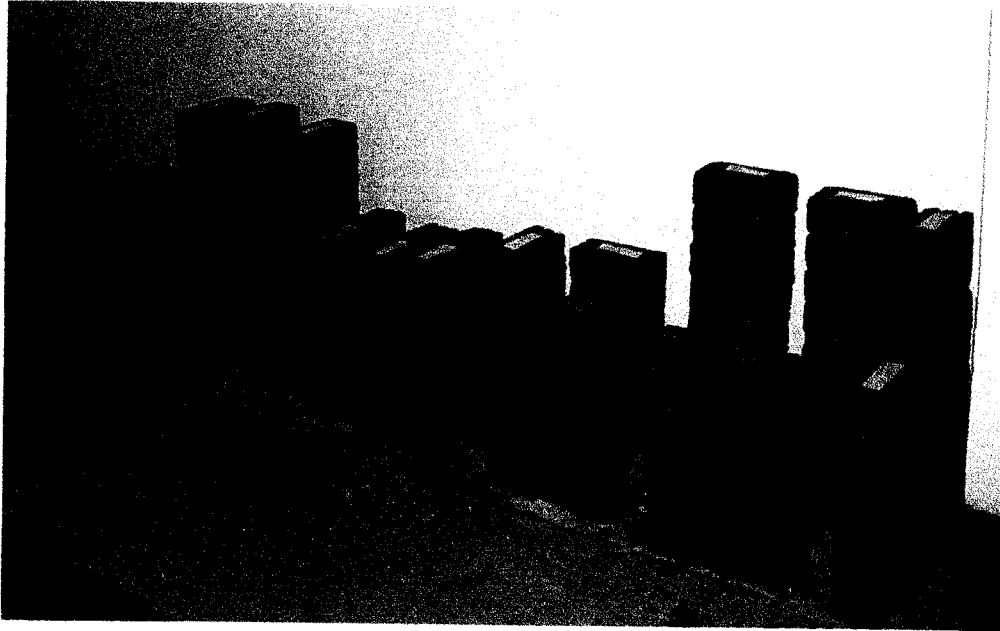
**Gambar C.10.** Foto bata setelah dibakar



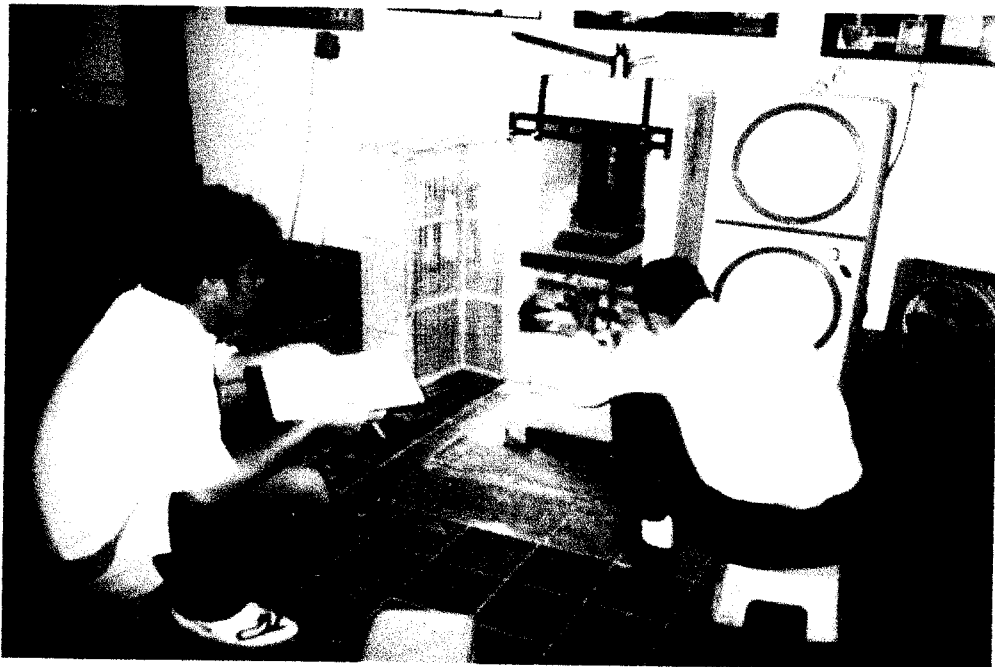
**Gambar C.11.** Foto pembuatan pasangan bata



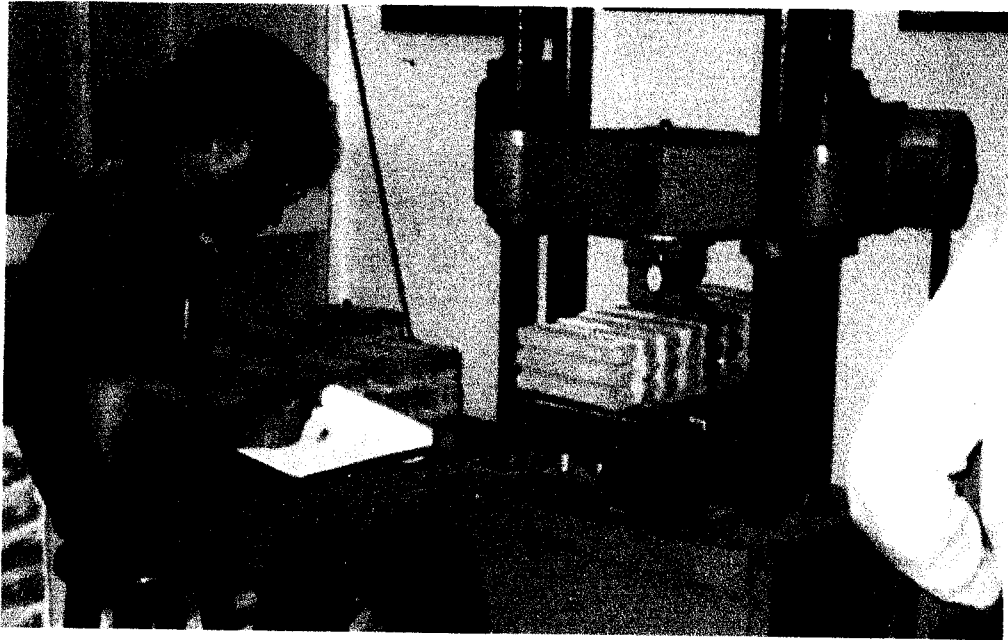
**Gambar C.12.** Foto pembuatan pasangan bata



**Gambar C.13.** Foto pasangan bata sebelum diuji



**Gambar C.14.** Foto pengujian kuat tekan bata

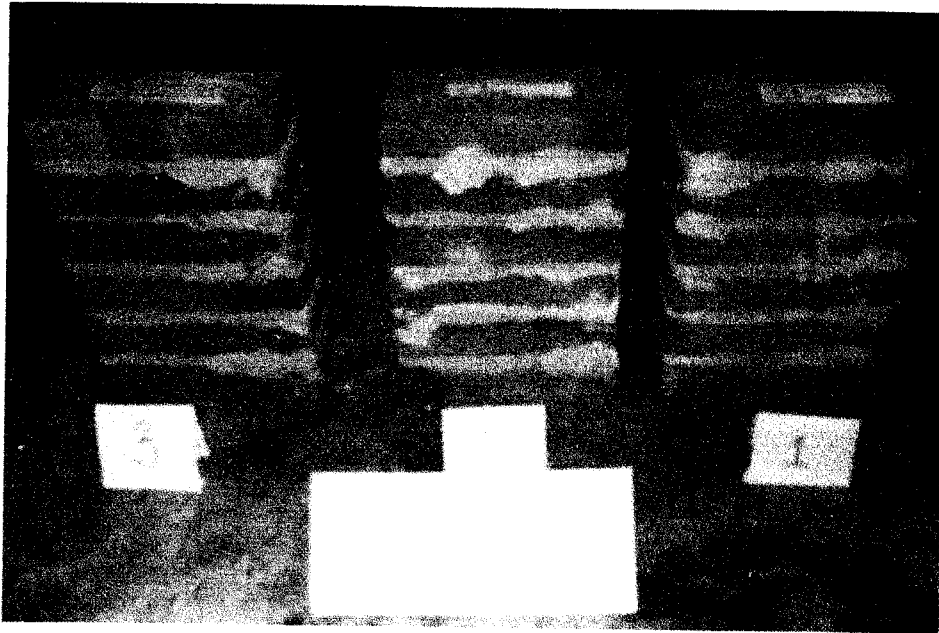


**Gambar C.15.** Foto pengujian kuat lentur pasangan bata

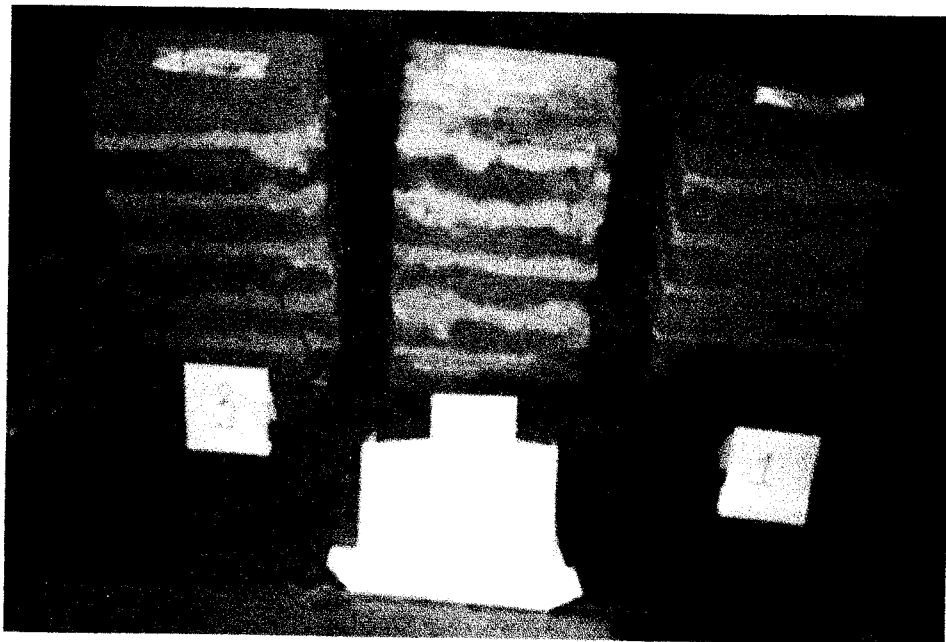


**Gambar C.16.** Foto pengujian kuat geser pasangan bata

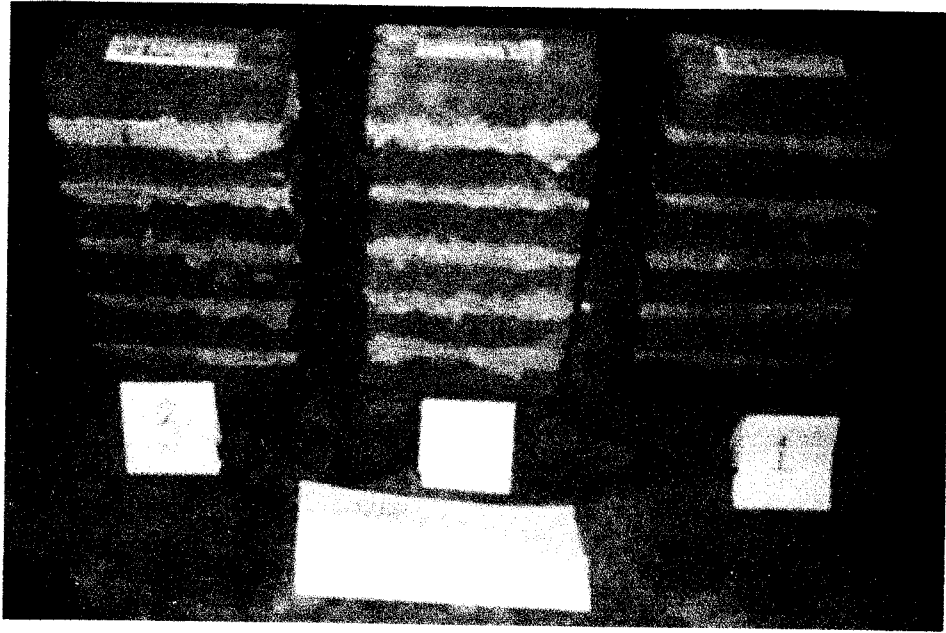




**Gambar C.17.** Foto jenis kerusakan kuat tekan pasangan bata variasi 2



**Gambar C.18.** Foto jenis kerusakan kuat tekan pasangan bata variasi 3



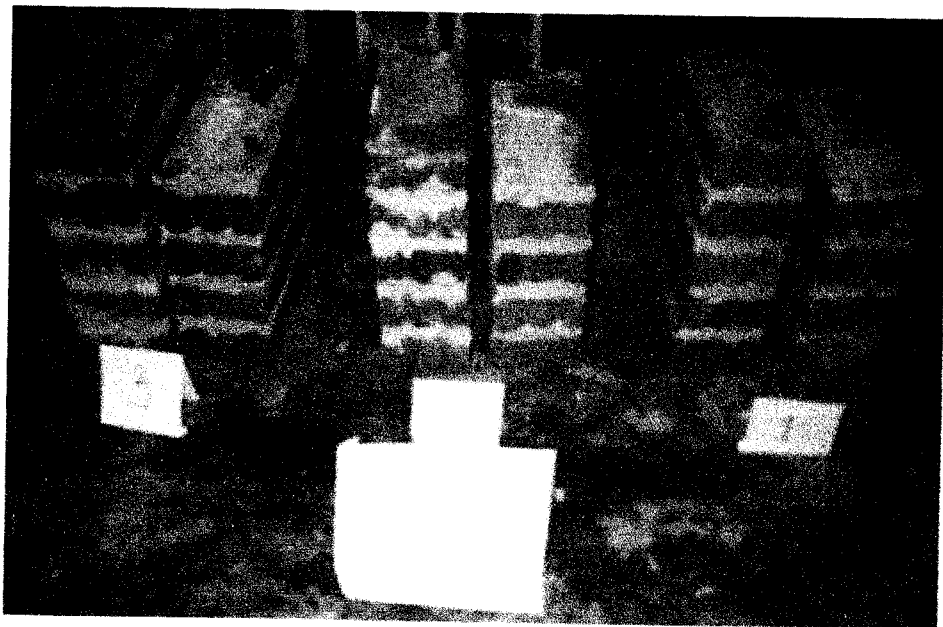
**Gambar C.19.** Foto jenis kerusakan kuat tekan pasangan bata variasi 4



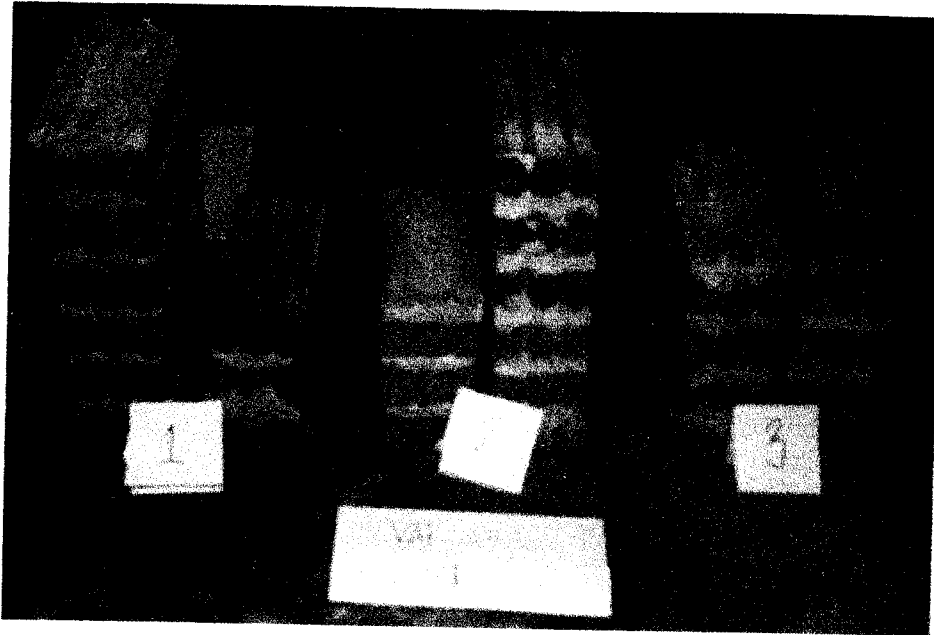
**Gambar C.20.** Foto jenis kerusakan kuat tekan pasangan bata variasi 5



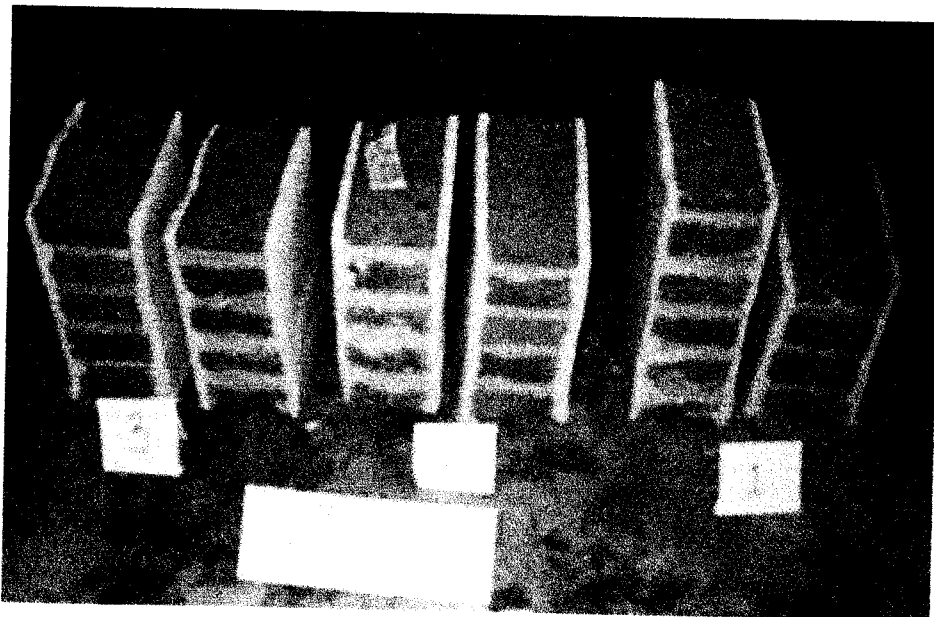
**Gambar C.21.** Foto jenis kerusakan kuat lentur pasangan bata variasi 2



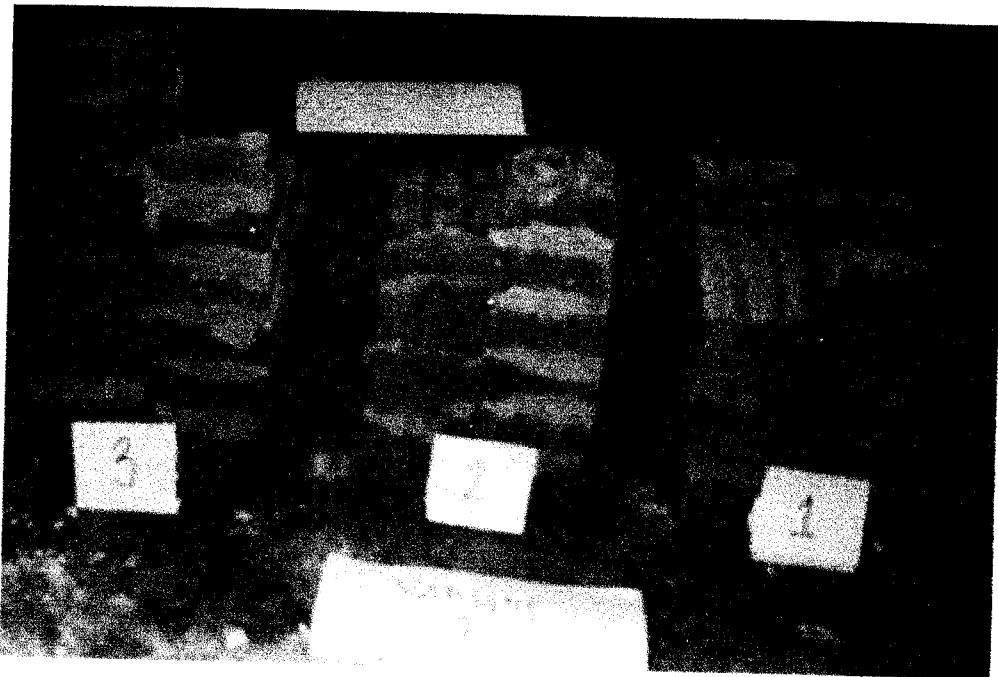
**Gambar C.22.** Foto jenis kerusakan kuat lentur pasangan bata variasi 3



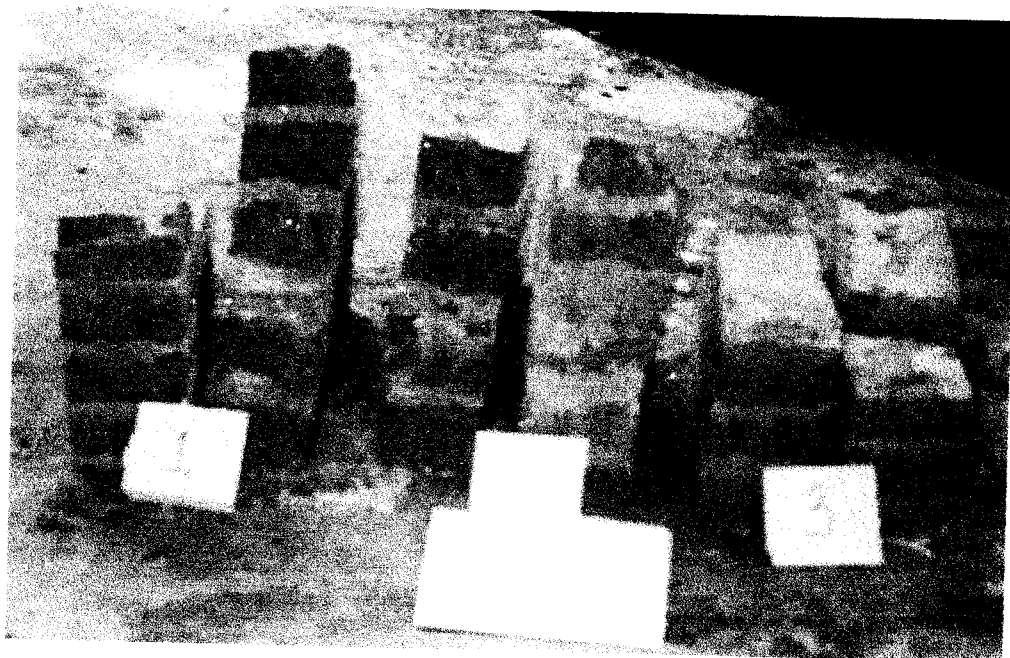
**Gambar C.23.** Foto jenis kerusakan kuat lentur pasangan bata variasi 4



**Gambar C.24.** Foto jenis kerusakan kuat lentur pasangan bata variasi 5



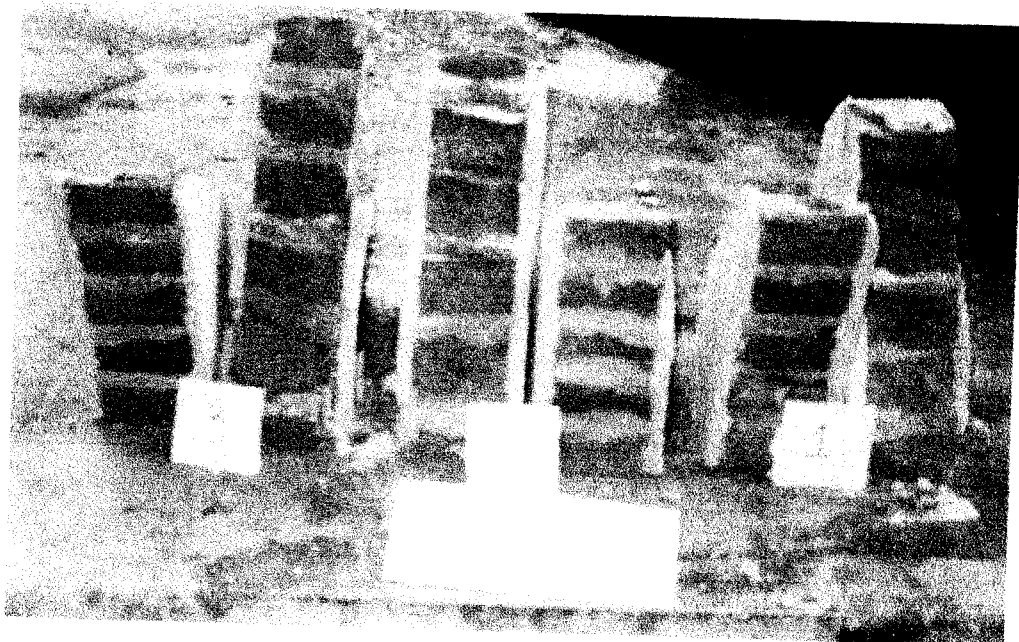
**Gambar C.25.** Foto jenis kerusakan kuat geser pasangan bata variasi 2



**Gambar C.26.** Foto jenis kerusakan kuat geser pasangan bata variasi 3



**Gambar C.27.** Foto jenis kerusakan kuat geser pasangan bata variasi 4



**Gambar C.28.** Foto jenis kerusakan kuat geser pasangan bata variasi 5