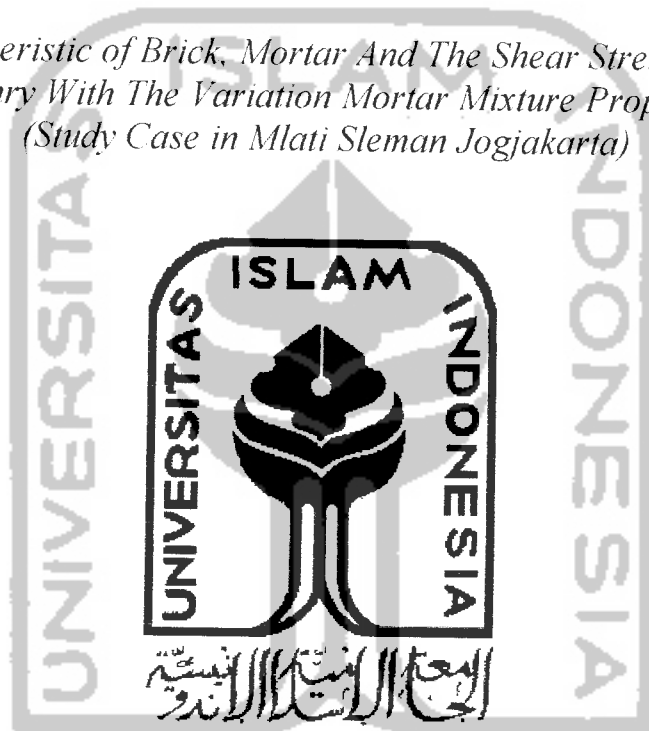


TUGAS AKHIR
KARAKTERISTIK BATA, MORTAR
DAN KUAT GESER DINDING PASANGAN BATA
DENGAN VARIASI PROPORSI CAMPURAN MORTAR
(STUDI KASUS BATA MLATI SLEMAN JOGJAKARTA)

*The Characteristic of Brick, Mortar And The Shear Strength of Brick
Masonry With The Variation Mortar Mixture Proportion
(Study Case in Mlati Sleman Jogjakarta)*



SIGIT NOOR HIDAYAT

98511062

SALEH PURNOMO

98511166

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2004

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**KARAKTERISTIK BATA, MORTAR
DAN KUAT GESER DINDING PASANGAN BATA
DENGAN VARIASI PROPORSI CAMPURAN MORTAR
(STUDI KASUS BATA MLATI SLEMAN JOGJAKARTA)**

diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh
derajat sarjana Teknik sipil


Disusun oleh :

SIGIT NOOR HIDAYAT
No. Mhs.: 98 511 062


SALEH PURNOMO
No. Mhs. : 98 511 166

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Susastrawan, MS.
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 05/05/2024

Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 04/05/2024

TERIMA KASIH SIGIT

Alhamdulillah Segala puji kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Hanya atas petunjukMu tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Sholawat serta salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi Besar Syaidina Muhammad SAW yang senantiasa kita nantikan safaatnya.

Kepada anak cucu Nabi Adam A.S tanpa terkecuali Semoga selalu diberikan jalan yang lurus, jalan yang Engkau ridho' l, jalan menuju kebahagiaan dan keselamatan Dunia dan Akhirat. Dan jauhkanlah dari jalan yang sesat, jauhkanlah dari hal hal yang Engkau larang. Amin

Kepada Eyang Eyang hamba dan Orang Orang yang telah meninggal, Semoga mereka diberikan pengampunan. Semoga Amal Ibadah mereka diterima disisi-MU. Amin

Kepada Bapak dan Ibu tercinta yang selalu sabar memberikan dorongan, bimbingan dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini sebagai dedikasi sebagai anak yang berusaha berbakti.

Kepada Adik Adikku Tersayang yang telah memberikan pengertian dan support dalam menyelesaikan tugas akhir ini

Kepada Keluarga Besarku yang telah memberikan perhatian besar untuk kesuksesan keponakanmu ini

Kepada bapak Susastrawan, bapak Sarwidi dan bapak Tri fajar yang telah membimbing kami. Kami mengucapkan terima kasih

Kepada Guru guru dan Dosen Dosen yang telah mengajarkan Ilmunya kepada kami yang tidak dapat saya sebutkan satu satu, Saya ucapkan banyak terima kasih

Kepada CEEDDS dan Pemerintah Jepang, kami mengucapkan terima kasih atas bantuan yang diberikan selama mengerjakan tugas akhir kami.

Kepada Gus Wendar yang telah menDo'akan dan memberikan semangat dalam menghadapi Sidang Dan Pendadaran

Untuk Mas Panji yang telah membantu dalam pembentukan Tema Dan Judul tugas akhir kami. Terima kasih atas bimbingannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini

Kepada kawan-kawan seperjuangan (Surya, Pudik, Atun dan Amel), ingatlah selalu perjuangan kita belum berakhir!

Untuk Saleh Purnomo yang telah banyak memberikan sumbangsih Pemikiran yang sangat bermanfaat bagi tersusunnya tugas akhir ini.

Untuk Pa'dfie (Herma Gunawan) yang telah membantu dengan ikhlas dalam pembuatan tugas akhir ini

Untuk M. Ary Widi Prasetyo yang telah meminjamkan dasi untuk pelaksanaan Sidang Dan Pendadaran.

Untuk Mas Ilham yang telah meminjamkan bukunya dalam menghadapi Pendadaran. Semoga Cepat Lulus.

Kepada Temen Temen Kelas F. Semoga temen temen yang sudah lulus dapat membantu temen temen yang belum lulus. Semoga Persahabatan Kita Kkal dan Abadi. Amin

Dan Temen Temen Yang belum sempat Kami Sebutkan Namanya Kami Mohon Maaf yang Sebesar besarnya.



Persembahan Pupung

Menengok kembali perjalananku selama kuliah di UII, banyak sekali yg sudah aku dapatkan dan tentunya banyak juga ucapan syukur dan uneg 2 yg harus disampaikan. Semoga persembahan ini dapat mengungkapkannya semua.

Alhamdulillahirobbilalamin.

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat yg dilimpahkan dan sholawat kepada rasulku Muhammad SAW atas petunjuknya bagaimana menjalani kehidupan ini

" Ya Allah cintailah kedua orangtuaku seperti mereka mencintaiku "

Aku panjatkan doa kepada Allah untuk kedua orangtuaku bapak **Bambang Setijono** dan ibu **Subiarsih** yang telah merawatku dan mendidiku hingga sebesar ini. Begitu besar cintanya kepadaku

Kakak bukanlah apa2 tanpa adik, adik bukanlah apa2 tanpa kakak

Kepada dua adikku **Erwin Gean Ariyanto** dan **Tyas Dewi Pratiwi** maturnuwun yo wis ndukung masmu iki. Jalan kalian masih panjang, lakukanlah apa saja keinginanmu dan berharap semoga itu yang terbaik untuk kalian.

Guru adalah pahlawan tanpa tanda jasa. Ilmu yang diajarkan pasti selalu lebih besar dari uang SPP

Terima kasih kepada bapak **Sarwidi**, **Susastrawan** dan **Tri Fajar** yang telah membimbing tugas akhir kami dan kepada seluruh dosen teknik sipil UII yang telah mendidik kami menjadi ST. I'd thank to **Japan Government and CEEDEDS UII** for the opportunity that had given to me to join the research. SAYONARA See you again HAIK !

Hidup di kost bagai hidup dengan 1001 cerita

Special maturnuwun kangge keluarga besar bapak **Bambang Dwiyatno** dan ibu **Retno**, yang telah memberi tempat berteduh/kost yang nyaman selama diriku belajar di UII. Hanya di kost inilah masih terdapat rasa kekeluargaan antara pak kost dan anak kost yang kini telah mulai hilang.

For all my friend, yo're all the best that I ever had

Sigit noor hidayat, the next konglomerat , makasih dukungannya selama hampir 10 bulan TA. Makasih juga atas wawasanmu tentang dunia usaha dan dunia gaib

Temen 2 kelas F'98 dam kelas lain thanks atas supportnya **Ilham** thanks atas hiburannya yang kadang2 bikin ketagihan he..he. **Henry** atas dialog2 yg kita lakukan semoga berguna buat kita. **Erik** semangatmu atas berbagai ilmu menginspirasiku. **Bimo** semangatmu menghadapi hidup apik tenan salut. Buat mas **Dody Jogja** dan **Sugiya** ndak rugi aku mengenalmu walau kalian telah lulus duluan.

Untuk teman2 Lab **Suryo, Amel, Atun, Pudik, Mas Panji** terima kasih atas bantuannya dan kerjasama antara kita ndak bakal kulupakan.

Tidak lupa dan tidak bakal lupa persembahan bagi kalian teman-teman sekostku dan mantan teman sekost

WiDi boy, selamat telah menemukan pacar yg cocok semoga langgeng.kamu teman sederhana yg OK. Ojo kakehan turu kang mundak soyo sipit

Joeh makasih bukunya tanpa itu aku sulit TA. Selamat yo wis duwe pacar.aku gumun ngopo kwe seneng bal2an yen marake loro.

Iwan , kamu adalah biangnya kost. Hasratmu tentang wanita perlu diacungi jentik. Ojo lali kuliahe lan kudu mikir wong liyo yen arep tumindak.

Royan, thanks atas komputermu, aku tahu komputer telah menjadi bagian hidupmu, kembangkan terus OK!

Makruf , bocah lugu asal lasem rembang kowe wonge apikan luwih apik timbang iwan, kowe pantes entuk cewek apik

Erik, ojo nggodo rani wae mikir kuliahe, **Otto** kwe ojo menengan wae aku rak ngerti karepmu opo meneh kwe ngapak

Budi, wah kamu udah pulang ke Sumatera, kamu memang orang sumatera asli tapi jangan gampang emosi ya

Mbono, bocah bantul asli. Mbon kwe asline keren tur gaya jangan pernah ragu terhadap cewek apalagi dah punya kamera digital OK

Edi , sensitive itu bagus tapi kalo terlalu malah bikin alergi lho

Ikmal dan **fendi** , kalian adalah seniorku di kost aku banyak belajar dari kalian. Semoga kalian sukses ya

Ardian , makasih nasihat2mu, rasanya kamu orang yang paling dewasa diantara anak kost lain. Salut!

Temen 2 kost samping **rendi**, **kang topik**, **reza**, **een**, **asep**, **heru**. Terima kasih atas semuanya kalian memang tetangga kost yang baik.

Dan teman teman yang lain yang tak mungkin disebutkan .
Terima kasih semuanya atas perhatian, dukungan dan bantuannya.

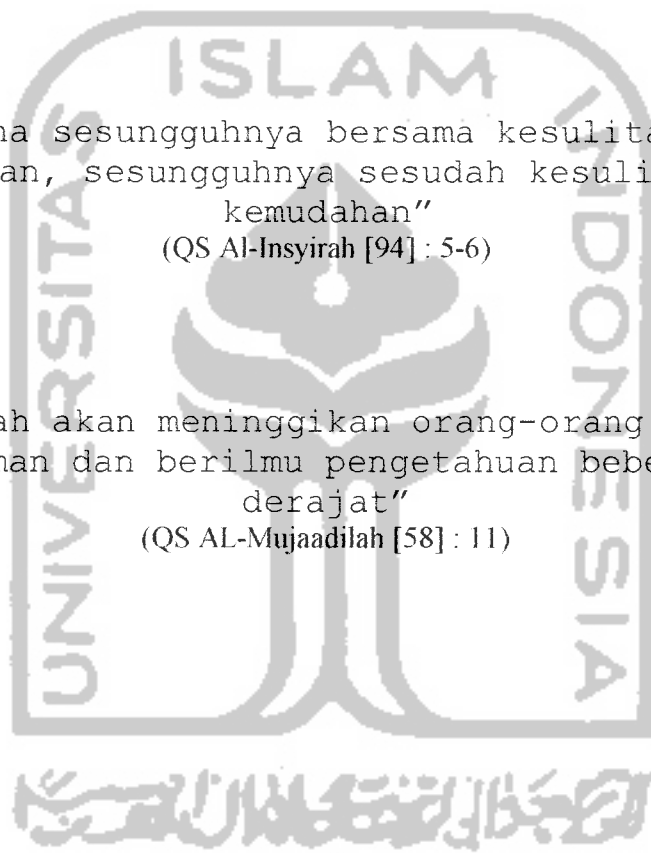


MOTTO

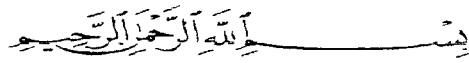
"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya"
(QS Al-Baqarah [2] : 286)

"Karena sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan"
(QS Al-Insyirah [94] : 5-6)

"Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman dan berilmu pengetahuan beberapa derajat"
(QS AL-Mujaadilah [58] : 11)



KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Syukur alhamdulillah kehadiran Allah SWT Sang Pencipta, Pemelihara, Pembimbing bagi seluruh makhluk-Nya yang telah melimpahkan rahmat kasih sayang seiring taufiq dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Nabi Besar Muhammad SAW tauladan dan pembawa risalah pencerahan bagi kehidupan kita.

Tugas Akhir ini disusun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan jenjang strata satu (S1) di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Dalam penyusunan Tugas Akhir yang berjudul KARAKTERISTIK BATA, MORTAR DAN KUAT GESER DINDING PASANGAN BATA DAERAH SLEMAN DENGAN VARIASI PROPORSI CAMPURAN MORTAR (STUDI KASUS BATA MLATI SLEMAN JOGJAKARTA), telah kami usahakan dengan segenap kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki, berdasarkan pada buku – buku referensi dan pedoman yang ada. Mengingat keterbatasan yang ada, disadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna sehingga diperlukan kritik dan saran yang bermanfaat untuk kesempurnaan Tugas Akhir.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini telah banyak diperoleh bantuan bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak, baik moral maupun materiil. Untuk itu kami ucapkan terima kasih sebanyak – banyaknya kepada :

1. bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
2. bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
3. bapak Ir. Susastrawan, MS, selaku Dosen Pembimbing I,
4. bapak Ir. Sarwidi, MSCE, Ph.D , selaku Dosen Pembimbing II,
5. bapak Ir. Tri Fajar Budiyono, MT, selaku Dosen Tamu,
6. CEEDEDS dan Pemerintah Jepang atas kerjasamanya dalam penyusunan tugas akhir ini,
7. bapak, ibu, kakak, adik, dan semua keluarga yang selalu mendo`akan kesuksesan bagi penulis,
8. semua pihak di lingkungan Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan yang telah membantu proses penyusunan Tugas Akhir ini,
9. rekan-rekan Jurusan Teknik Sipil angkatan `98 terima kasih atas bantuan dan dukungannya, dan
10. semua pihak yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Tidak ada yang dapat bantuan disampaikan selain ucapan terima kasih yang sebanyak-banyaknya atas bantuan yang diberikan, semoga mendapat balasan kebaikan dari Allah SWT. Amin.

Akhirnya besar harapan kami Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis secara pribadi dan bagi siapa saja yang membacanya.

Wassalamu`alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, Maret 2004

Penulis

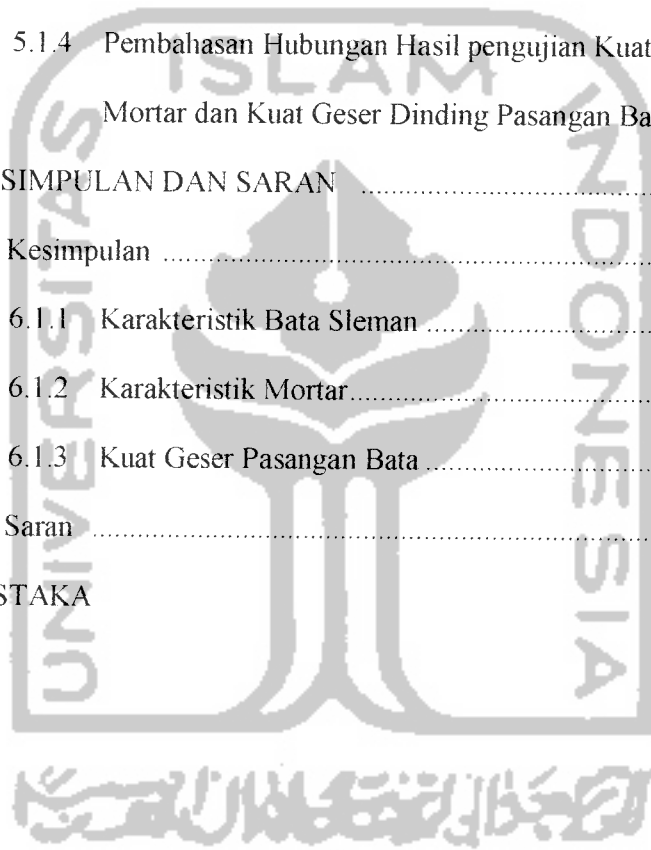
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
ABSTRAKSI	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bahan Penyusun Pasangan Bata	5
2.1.1 Mortar.....	5

2.1.2	Semen <i>Portland</i>	6
2.1.3	Pasir	6
2.1.4	Kapur	6
2.1.5	Air	7
2.1.6	Batu Bata	8
2.2	Standar Pengujian	9
2.3	Penelitian Sejenisnya	9
BAB III LANDASAN TEORI		13
3.1	Prinsip Geser Murni	13
3.2	Prinsip Kuat Geser pada Portal dengan Pasangan Bata	16
3.3	Pengujian	19
3.3.1	Pengujian Bata	20
3.3.1.1	Penentuan Dimensi Bata	20
3.3.1.2	Penentuan Berat Bata	20
3.3.1.3	Pengujian <i>Modulus Rupture</i>	21
3.3.1.4	Pengujian Kuat Tekan Bata	22
3.3.1.5	Penentuan Serapan Air	22
3.3.1.6	Penentuan Kadar Garam	23
3.3.2	Pengujian Mortar	24
3.3.2.1	Pemeriksaan Kandungan Lumpur Pasir	24
3.3.2.2	Pengujian Kuat Tekan Mortar	25
3.3.2.3	Pengujian Kuat Tarik Mortar	26
3.3.2.4	Pengujian Lekatan Mortar dengan Bata	27

3.3.3	Pengujian Kuat Geser Pasangan Bata	28
3.4	Pengaruh Bahan Susun Terhadap Pasangan	30
3.5	Hipotesis	31
BAB IV	METODE PENELITIAN	32
4.1	Pengumpulan Data	32
4.2	Pengolahan Data	33
BAB V	HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	35
5.1	Hasil Pengujian dan Pembahasan	35
5.1.1	Hasil Pengujian dan Pembahasan Bata	35
5.1.1.1	Hasil Pengujian dan Pembahasan Dimensi Bata	36
5.1.1.2	Hasil Pengujian dan Pembahasan Berat jenis Bata..	37
5.1.1.3	Hasil Pengujian dan Pembahasan <i>Modulus Rupture</i>	37
5.1.1.4	Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat Tekan Bata	38
5.1.1.5	Hasil Pengujian dan Pembahasan Penentuan Serapan Air	39
5.1.1.6	Hasil Pengujian dan Pembahasan Penentuan Kadar Garam	40
5.1.2	Hasil Pengujian dan Pembahasan Mortar	41
5.1.2.1	Hasil Pengujian dan Pembahasan Kandungan Lumpur Dalam Pasir	41
5.1.2.2	Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat Tekan Mortar	42

5.1.2.3 Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat Tarik Mortar	43
5.1.2.4 Hasil Pengujian dan Pembahasan Lekatan Mortar dengan Bata	45
5.1.3 Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat Geser Pasangan Bata	46
5.1.4 Pembahasan Hubungan Hasil pengujian Kuat Tekan Bata, Mortar dan Kuat Geser Dinding Pasangan Bata	48
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	51
6.1 Kesimpulan	51
6.1.1 Karakteristik Bata Sleman	51
6.1.2 Karakteristik Mortar	52
6.1.3 Kuat Geser Pasangan Bata	53
6.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

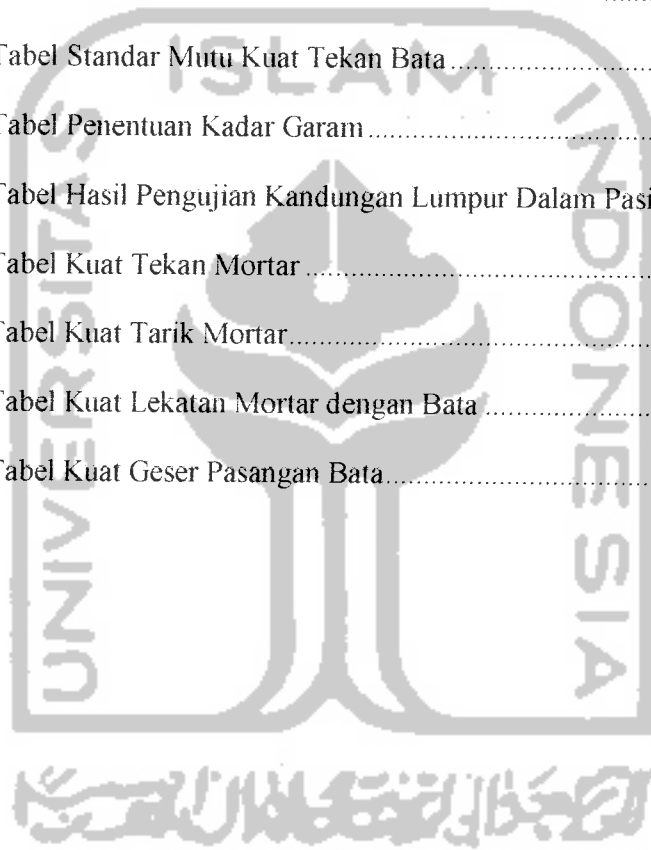
Gambar 3.1	Gambar Tegangan Geser pada Bahan	13
Gambar 3.2	Analisa Tegangan pada Bidang Miring	14
Gambar 3.2a	Gambar Tegangan Geser pada Bidang Miring	14
Gambar 3.2b	Gambar Potongan Arah Diagonal	14
Gambar 3.2c	Gambar Arah Tegangan Normal dan Geser	14
Gambar 3.3	Gambar <i>Deflected Shape</i> Portal	17
Gambar 3.3a	Gambar Portal dengan Beban Horisontal	17
Gambar 3.3b	Gambar <i>Deflected Shape</i> dari Portal	17
Gambar 3.4	Gambar Pasangan Bata sebagai <i>Bracing</i>	17
Gambar 3.5	Gambar Distribusi Beban Geser	18
Gambar 3.6	Gambar Rumah Sederhana dengan Pasangan Bata	18
Gambar 3.7	Gambar Benda Uji Geser Pasangan Bata	19
Gambar 3.8	Gambar Pengujian <i>Modulus Rupture</i>	21
Gambar 3.9	Gambar Pengujian Kuat Tekan Bata	22
Gambar 3.10	Gambar Pengujian Kadar Garam	23
Gambar 3.11	Gambar Pengujian Kuat Tekan Mortar	25
Gambar 3.12	Gambar Benda Uji Kuat Tarik Mortar	26
Gambar 3.13	Gambar Pengujian Lekatan Bata	28
Gambar 3.14	Gambar Pengujian Kuat Geser Pasangan Bata	29
Gambar 4.1	Bagan Alir Metode Penelitian	34
Gambar 5.1	Grafik <i>Modulus Rupture</i>	37

Gambar 5.2	Grafik Kuat Tekan Bata.....	39
Gambar 5.3	Grafik Uji Serapan Air.....	40
Gambar 5.4	Grafik Kuat Tekan Mortar.....	43
Gambar 5.5	Grafik Kuat Tarik Mortar.....	44
Gambar 5.6	Grafik Kuat Lekatan Mortar dan Bata.....	45
Gambar 5.7	Grafik Kuat Geser Pasangan Bata.....	47



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Tabel Variasi Campuran	4
Tabel 5.1	Tabel Standar Ukuran Bata dan Toleransi Penyimpangan.....	36
Tabel 5.2	Tabel <i>Modulus Rupture</i>	37
Tabel 5.3	Tabel Kuat Tekan Bata	38
Tabel 5.4	Tabel Standar Mutu Kuat Tekan Bata.....	38
Tabel 5.5	Tabel Penentuan Kadar Garam.....	41
Tabel 5.6	Tabel Hasil Pengujian Kandungan Lumpur Dalam Pasir.....	42
Tabel 5.7	Tabel Kuat Tekan Mortar	43
Tabel 5.8	Tabel Kuat Tarik Mortar.....	44
Tabel 5.9	Tabel Kuat Lekatan Mortar dengan Bata	45
Tabel 5.10	Tabel Kuat Geser Pasangan Bata.....	46

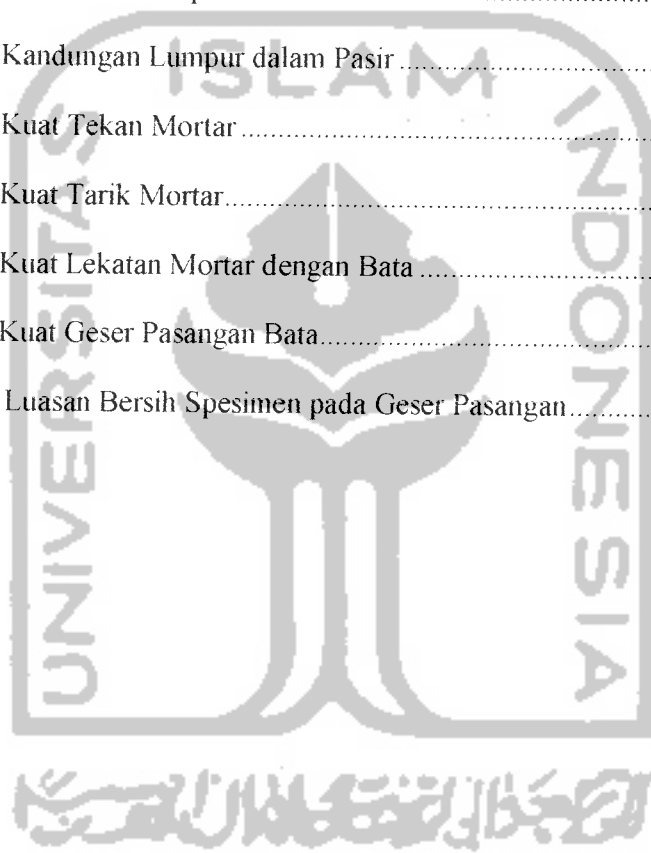


DAFTAR LAMPIRAN

1. Bagan Alir Dimensi Bata	Lampiran 1
2. Bagan Alir Berat Bata	Lampiran 2
3. Bagan Alir <i>Modulus Rupture</i>	Lampiran 3
4. Bagan Alir Tekan Bata	Lampiran 4
5. Bagan Alir Serapan Air	Lampiran 5
6. Bagan Alir Penentuan Kadar Garam	Lampiran 6
7. Bagan Alir Pemeriksaan Kandungan Lumpur Dalam Pasir	Lampiran 7
8. Bagan Alir Tekan Mortar	Lampiran 8
9. Bagan Alir Tarik Mortar	Lampiran 9
10. Bagan Alir Kuat Lekatan Mortar Dengan Bata	Lampiran 10
11. Bagan Alir Geser Pasangan	Lampiran 11
12. Tabel Dimensi Bata dan Berat Jenis Bata	Lampiran 12
13. Tabel Pengujian <i>Modulus Rupture</i>	Lampiran 13
14. Tabel Pengujian Kuat Tekan Bata	Lampiran 14
15. Tabel Penentuan serapan Air	Lampiran 15
16. Pengujian Kuat Tekan Mortar	Lampiran 16
17. Pengujian Kuat Tarik Mortar	Lampiran 17
18. Pengujian Lekatan Bata	Lampiran 18
19. Pengujian Geser Pasangan	Lampiran 19
20. Peserta Tugas Akhir	Lampiran 20
21. Kartu Bimbingan Tugas Akhir	Lampiran 21

DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1	Tegangan geser dan Tegangan Normal.....	15
Rumus 3.2	<i>Modulus Rupture</i>	21
Rumus 3.3	Kuat Tekan Bata.....	22
Rumus 3.4	Penentuan Serapan Air.....	23
Rumus 3.5	Kandungan Lumpur dalam Pasir.....	24
Rumus 3.6	Kuat Tekan Mortar.....	25
Rumus 3.7	Kuat Tarik Mortar.....	27
Rumus 3.8	Kuat Lekatan Mortar dengan Bata.....	27
Rumus 3.9	Kuat Geser Pasangan Bata.....	29
Rumus 3.10	Luasan Bersih Spesimen pada Geser Pasangan.....	29



DAFTAR NOTASI

A	Kuat Lekatan
A_n	Luas Bersih Spesimen
a	Luas Tampang
b	Lebar
C_b	Kuat Tekan bata
C_m	Kuat Tekan Mortar
c	Penyerapan Air
d	Tebal
h	Tinggi
L	Jarak Dukungan
n	Persen Luas Bata dari Pasangan
P	Maksimum Pembebanan
S	<i>Modulus Rupture</i>
S_s	Kuat Geser Pasangan
T	Kuat Tarik Mortar
w_a	Berat Kering
w_b	Berat Jenuh
σ_ϕ	Tegangan Normal
σ_{mak}	Tegangan Normal Maksimum
τ_ϕ	Tegangan Geser
τ_{mak}	Tegangan Geser Maksimum
τ	Tegangan Geser yang Bekerja pada Bidang X dan Y
τ	Sudut Orientasi Bidang Miring

ABSTRAKSI

Sebagai salah satu daerah rawan gempa, daerah Sleman perlu mendapat perhatian terutama mengenai standar bangunannya. Dari beberapa kejadian gempa, diketahui bahwa bangunan yang mengalami kerusakan adalah bangunan yang pada perancangannya tidak memperhitungkan faktor gempa.

Bangunan rumah tinggal termasuk bangunan yang sering dirancang tanpa memperhitungkan faktor gempa sehingga sering mengalami kerusakan parah bila terkena gempa. Salah satu bagian rumah tinggal yang mengalami kerusakan adalah bagian dinding dalam hal ini adalah pasangan bata. Kerusakan tersebut menunjukkan pola kerusakan geser yaitu terjadinya retakan atau patahan yang memanjang searah bidang diagonal pasangan bata. Kerusakan geser pada pasangan bata dapat diakibatkan oleh pengaruh bahan penyusunnya (bata dan mortar) dan variasi campuran mortar yang dipakai.

Penelitian laboratorium dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi campuran mortar baik dengan menggunakan pasir cuci dan tidak cuci dan bahan penyusun pasangan bata terhadap kuat geser pasangan bata Sleman, sehingga bermanfaat untuk mengetahui campuran mortar yang optimum yang mampu memberikan kekuatan menahan geser pada pasangan bata dan dapat menjadi rujukan dalam pembuatan pasangan bata. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengujian pada bata, mortar, pasir dan pasangan bata. Penelitian ini menggunakan standar pengujian ASTM (untuk pengujian bata, mortar dan pasangan bata) dan PBB1 1971 (untuk pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir). Variasi campuran mortar yang digunakan adalah 1:0:3, 1:1 2:4, 1:1:5, 1:2:8 dan 1:3:10 dengan menggunakan pasir Sleman cuci dan tidak cuci.

Dari hasil pengujian kuat tekan bata diperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 77.3 kg cm^2 . Nilai kuat tekan mortar yang dipakai adalah yang mendekati nilai kuat tekan rata-rata bata karena untuk memperoleh kuat tekan yang optimum. Hasil pengujian kuat tekan mortar diperoleh nilai sebesar 72.253 kg cm^2 pada campuran mortar 1:1 2:4 dengan pasir tidak cuci. Variasi campuran ini harus diperbandingkan dengan hasil pengujian kuat lekatan mortar dengan bata dan kuat geser dinding pasangan bata. Hasil pengujian kuat lekatan mortar dengan bata menunjukkan nilai kuat lekatan mortar terlalu kecil dibandingkan nilai kuat tekan bata dan mortar. Pola kerusakan sampel uji yang terjadi pada bata kecuali pada sampel uji campuran 1:3:10 yang kerusakannya terjadi karena lepasnya mortar. Hal ini terjadi baik pada campuran mortar yang menggunakan pasir tidak cuci dan cuci. Kerusakan pada bata menyebabkan nilai kuat lekat kecil. Lekatan mortar pada campuran 1:0:3, 1:1 2:4, 1:1:5 dan 1:2:8 (pasir tidak cuci dan cuci) terlalu kuat melekat sehingga merusak bata, sedangkan pada campuran 1:3:10 (pasir tidak cuci dan cuci) nilai lekatannya terlalu kecil. Dari pembahasan kuat lekatan diperoleh kesimpulan bahwa campuran mortar yang optimum untuk lekatan terletak antara proporsi 1:2:8 dan 1:3:10. Hasil pengujian kuat geser pasangan bata menunjukkan bahwa campuran 1:0:3, 1:1 2:4, 1:1:5 dan 1:2:8 baik menggunakan pasir tidak cuci dan cuci tidak optimum untuk kuat geser dinding pasangan bata. Hal ini ditunjukkan oleh pola kerusakannya yang diakibatkan oleh lemahnya bata. Sedangkan campuran mortar 1:3:10 baik menggunakan pasir tidak cuci dan cuci terlalu lemah menahan beban geser, hal ini ditunjukkan oleh pola kerusakannya yang menunjukkan rusak mortar. Dari pembahasan di atas menunjukkan kesimpulan bahwa campuran mortar yang optimum menahan geser terletak antara proporsi 1:2:8 dan 1:3:10. Dari pembahasan hasil pengujian kuat tekan bata, mortar dan kuat geser pasangan bata di atas diperoleh kesimpulan bahwa variasi campuran mortar dengan proporsi antara 1:2:8 dan 1:3:10 optimum menahan geser dan segi biaya lebih hemat daripada menggunakan variasi campuran yang lain.

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan diuraikan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta batasan masalah yang akan digunakan dalam penelitian ini.

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia terletak diantara dua jalur gempa utama dunia yaitu sirkum Pasifik dan sirkum Mediterania, sehingga fenomena bencana alam gempa bumi sering terjadi. Gempa bumi selain sering menimbulkan korban jiwa, juga menimbulkan kerusakan pada struktur bangunan.

Pada struktur bangunan *engineering*, kerusakan akibat gempa dapat dieliminir karena pada proses perancangannya memperhitungkan faktor gempa, sedang pada bangunan *non-engineering* terutama bangunan sederhana, efek kerusakannya lebih parah karena dirancang tanpa memperhitungkan efek gempa secara detail dan biasanya dirancang tanpa pengetahuan tentang bangunan yang memadai.

Dari pengamatan serta penelitian yang dilakukan oleh lembaga kegempan CEEDEDS (*Center For Earthquake Engineering Dynamic Effect, and Disaster Studies*), bangunan sederhana dalam hal ini adalah rumah tinggal sering mengalami kerusakan yang parah mulai dari bagian atap, pasangan bata, dan

pondasi. Pada bagian pasangan bata terjadi kerusakan paling parah karena dalam pembuatan bangunan sederhana pasangan bata dimanfaatkan juga sebagai suatu bagian struktur yang memikul beban (CEEDEDS, 2003).

1.2 Rumusan Masalah

Dari beberapa kejadian bencana kegempaan di pulau Jawa khususnya di daerah Sleman Jogjakarta, terdapat efek kerusakan geser pada pasangan bata berupa retakan-retakan arah diagonal. Ini menunjukkan adanya pengaruh ketahanan pasangan bata terhadap gaya geser dalam melawan gaya horizontal searah bidang pasangan bata yang ditimbulkan oleh beban gempa dan bagian struktur tersebut sebagai dinding geser dengan tahanan terbatas pada bangunan rumah sederhana. Kerusakan akibat geser pada pasangan bata disebabkan oleh campuran mortar yang dipakai dan karakteristik bahan penyusunnya. Dengan demikian, yang perlu diketahui yaitu :

1. karakteristik bahan penyusun pasangan bata (bata dan mortar) dan
2. seberapa kuat pasangan bata dalam menahan gaya geser dengan 5 variasi campuran dan hubungan pengaruh variasi campuran dengan kuat geser pasangan bata baik dengan menggunakan pasir cuci dan tidak cuci.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. untuk mengetahui karakteristik bahan penyusun pasangan bata (bata dan mortar) daerah Sleman, dan

2. untuk mengetahui kuat geser pasangan bata daerah Sleman dengan 5 variasi campuran dan pengaruh variasi campuran tersebut terhadap kuat geser pasangan bata baik dengan menggunakan pasir cuci dan tidak cuci.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. dapat menentukan variasi campuran mortar yang tepat baik menggunakan pasir tidak cuci maupun cuci, dan
2. dapat dijadikan rujukan dalam pembuatan pasangan bata Sleman yang ditinjau berdasarkan kekuatannya dalam menahan gaya geser searah bidang pasangan bata Sleman.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. material pasangan bata yang digunakan adalah batu bata, pasir, dan kapur yang berasal dari daerah Sleman Jogjakarta, khusus bata pada Dusun Pundong V, Desa Tirtoadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman Propinsi Jogjakarta,
2. mortar yang digunakan menggunakan 5 variasi campuran baik menggunakan pasir tidak cuci dan cuci, rinciannya dapat dilihat pada Tabel 1.1.
3. pasir yang digunakan dalam keadaan dicuci dan tidak dicuci,
4. semen yang digunakan adalah semen Gresik 50 kg,
5. penelitian difokuskan pada kuat geser pasangan bata,
6. penelitian ini memperhatikan serapan air dan kadar garam pada bata,

7. kandungan air yang dipergunakan pada mortar ditentukan berdasarkan kemudahan dalam pengerjaannya (*workability*),
8. penelitian ini menggunakan standar pengujian ASTM dan PBT 1971, dan
9. penelitian ini menggunakan program *Microsoft Excel* untuk pengolahan data.

Tabel 1.1 Tabel Variasi Campuran Mortar

Variasi Campuran	Pasir Cuci			Pasir Tidak Cuci		
	Semen	Kapur	Pasir	Semen	Kapur	Pasir
A	1	0	3	1	0	3
B	1	$\frac{1}{2}$	4	1	$\frac{1}{2}$	4
C	1	1	5	1	1	5
D	1	2	8	1	2	8
E	1	3	10	1	3	10

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini mengandung informasi-informasi yang mampu mendukung pemecahan masalah, mengenai bahan penyusunan tembok dari pasangan bata, standar pengujian yang digunakan, penelitian penelitian yang dikerjakan sebelumnya, dan hipotesa. Informasi-informasi tersebut diperoleh dengan melakukan tinjauan pustaka untuk berbagai sumber seperti buku-buku, jurnal-jurnal, diktat-diktat kuliah, dari *home page*, dan penelitian penelitian sebelumnya.

2.1 Bahan Penyusun Pasangan Bata

Bahan-bahan penyusun pasangan bata meliputi mortar, semen Portland, pasir, kapur, air, dan batu bata.

2.1.1 Mortar

Mortar adalah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air. Bahan perekat dapat berupa tanah liat, kapur dan semen, bila tanah liat yang dipakai untuk perekat disebut mortar lumpur, bila dari kapur disebut mortar kapur dan bila dari semen Portland yang dipakai sebagai bahan perekat disebut mortar semen. Bahan ikat dapat berupa tanah liat, kapur, dan semen *Portland*. Mortar yang baik harus memiliki sifat-sifat murah, tahan lama, mudah dikerjakan, melekat dengan baik, cepat kering/keras, tahan terhadap rembesan air dan tidak timbul retak-retak setelah dipasang (Tjokrodimuljo, 1992).

2.1.2 Semen *Portland*

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambah. Fungsi semen ialah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu masa yang padat untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat (Tjokrodimuljo, 1992). Adapun kriteria semen *portland* yang digunakan adalah semen *Portland* yang digunakan harus memenuhi mutu yang disyaratkan dalam NI-8-1971 bab 3.2 dan SII-003-81 yang meliputi kehalusan butir, dengan pengikatan awal paling cepat satu jam untuk memberi kesempatan pengolahan dan pencoran, adukan mempunyai sifat kekal bentuk, kekuatan adukan dan susunan kimia.

2.1.3 Pasir

Pasir adalah agregat yang butirannya berukuran 0.15-5 mm. Pasir terbentuk dari pecahan batu. Pasir digolongkan menjadi 3 macam yaitu : pasir galian, pasir sungai dan pasir laut (Tjokrodimuljo, 1992). Pasir yang baik untuk digunakan untuk bangunan adalah pasir yang kandungan lumpurnya tidak lebih dari 5% dari berat kering pasir (PBBI 1971).

2.1.4 Kapur

Kapur dihasilkan dari batuan yang mengandung senyawa karbonat, antara lain : batu kapur, batu kapur kerang dan batu kapur magnesia. Proses pembuatan kapur setelah ditambang melalui dua cara yaitu melalui pembakaran dan pemadaman. Pembakaran umumnya dilakukan dalam dapur-dapur ladang (*field*

kilns) dan dapur-dapur cemuk (*shafi kilns*) dengan kayu sebagai bahan bakar. Pemadaman dilakukan dengan cara pemadaman kering yang sangat sederhana, yaitu dengan menyiramkan air ke kapur tohor. Kapur berfungsi sebagai bahan pengikat baik dalam adukan pasangan, plesteran maupun dalam pembuatan bagian bagian atau elemen elemen bangunan.

2.1.5 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton dan mortar yang sangat penting yang berfungsi untuk bereaksi dengan semen dan sebagai pelumas antara butir-butir agregat halus atau pasir. Jumlah dan kualitas air yang digunakan akan berpengaruh pada lama ikatan awal dan kekuatan beton setelah mengeras. Selain itu air juga digunakan untuk merawat beton yang telah selesai di cor agar tidak kering terlalu cepat yaitu dengan menyirami permukaannya dan juga digunakan untuk keperluan rutinitas baik karyawan maupun pekerja. Persyaratan air yang digunakan untuk pengolahan dan perawatan beton sebaiknya memenuhi persyaratan (Tjokrodimuljo, 1992) yaitu :

1. tidak mengandung benda melayang lebih dari 2 gram / liter,
2. tidak mengandung garam yang dapat merusak beton dan baja tulangan lebih dari 1,5 gram/ liter,
3. tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram /liter, dan
4. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/ liter.

Pada umumnya persyaratan air yang digunakan harus bersih, tidak berbau dan dapat dikonsumsi, tidak mengandung minyak, lemak, asam alkali, garam-garam, dan asam sulfat.

2.1.6 Batu Bata

Batu bata dihasilkan dari pembakaran tanah liat yang telah dicetak dengan ukuran tertentu. Kandungan kimia tanah liat dan metode pembakaran mempengaruhi warna, tekstur dan kekuatan bata. Batu bata yang digunakan harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang-bidang sisi harus datar, tidak menunjukkan retak-retak, tidak mudah hancur atau patah, dan tidak mudah mengalami perubahan bentuk yang berlebihan (Frick dan Setiawan, 2001). Sebelum dipasang, batu bata harus direndam atau disiram dengan air terlebih dahulu sampai menjadi jenuh, hal ini dimaksudkan agar pada saat dipasang batu bata tidak menyerap air yang ada pada mortar semen. Sebagian dari batu bata ini diproduksi oleh industri rumah tangga (*home industry*) dan sebagian lagi oleh pabrik-pabrik berskala besar. Pembuatan bata ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Pembuatan bata industri rumah tangga

Bahan dasar (tanah liat, sekam, kotoran binatang, air) di campur dan diaduk sampai rata kemudian direndam selama satu hari satu malam selanjutnya dicetak dengan cetakan kayu atau baja diatas tanah yang sudah ditaburi sekam padi. Setelah keras bata ditumpuk setinggi 10-15 bata untuk diangin-anginkan \pm 2-7 hari. Bata yang sudah kering ditumpuk membentuk gunung yang beri celah/lubang untuk diisi bahan bakar dari kayu dan sekam padi, sedangkan pada bagian luar dilapisi tanah liat agar tidak terjadi kebakaran.

2. Pembuatan bata oleh pabrik berskala besar

Penggalan tanah liat dilakukan dengan mesin keruk besar untuk diangkat kemesin adonan. Tanah liat dicampur dengan air dibentuk bulatan-bulatan

panjang, dipotong-potong dan digiling agar menjadi adonan yang homogen. Adonan yang sudah homogen dimasukkan kedalam mesin pemeras untuk selanjutnya dipotong sesuai ukuran. Setelah itu dikeringkan pada suhu 37-200°C selama 24-48 jam, sedangkan pembakaran dilakukan dengan suhu 1000°C selama 24 jam setelah itu didinginkan.

Dalam penelitian ini bata Mlati Sleman yang dibuat tidak menggunakan campuran apapun hanya tanah liat saja, sehingga bata yang dihasilkan diharapkan bersifat padat. Tinggi rendahnya kualitas bata merah ini tergantung pada kualitas tanah lempung sebagai bahan mentah.

2.2 Standar Pengujian

Standar pengujian yang digunakan mengacu pada ketentuan pengujian ASTM (*American Society for Testing and Materials*) dan PBBI (Peraturan Bahan Bangunan Indonesia) 1971 khusus untuk kandungan lumpur dalam pasir. Pengujian ASTM yang dilakukan meliputi pengujian bata, pengujian mortar dan pengujian geser pasangan bata.

2.3 Penelitian Sejenisnya

Penelitian menyangkut pasangan bata telah ada yang dilakukan, sehingga dapat menjadi bahan acuan pada penelitian ini. Kesimpulan dari beberapa penelitian sebelumnya antara lain sebagai berikut ini.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh **Widodo (2000)** pola-pola kerusakan bangunan sederhana akibat gempa dapat dikategorikan menjadi 3 macam yaitu : kerusakan akibat struktur tanah, kerusakan akibat kurangnya

perkuatan dan kekuatan, dan kerusakan akibat rendahnya mutu bahan bangunan yang dipakai.

Kerusakan akibat kerusakan struktur tanah biasanya terjadi pada bangunan sederhana yang didirikan pada tanah endapan yang lunak dan pantai. Pada saat terjadi gempa tanah endapan tersebut akan menyebabkan terjadinya amplifikasi gerakan tanah dan penurunan frekuensi getaran. Kedua hal tersebut akan merusak struktur, apalagi struktur yang mempunyai frekuensi dekat dengan frekuensi getaran tanah. Pada tanah pantai dengan karakteristik pasir halus, tidak padat dan jenuh air, pada saat terjadi gempa kemungkinan akan terjadi peristiwa likuifaksi. Peristiwa ini menyebabkan penurunan tanah sehingga seolah-olah struktur tenggelam.

Kerusakan akibat kurangnya perkuatan dan kekuatan pada dasarnya diakibatkan oleh kurangnya pengetahuan mengenai pembuatan struktur yang mampu menahan gempa. Perkuatan yang dimaksud adalah adanya kolom praktis/skelet, balok sifon dan balok ring. Struktur dengan sistem perkuatan yang baik akan menambah kekuatan struktur tersebut dalam menahan gempa,

Rendahnya mutu bahan bangunan sangat mempengaruhi kekuatan struktur. Hal yang menjadi penyebab rendahnya kualitas bahan antara lain keterbatasan dana yang tersedia, ketersediaan bahan berkualitas di sekitar lokasi yang akan didirikan struktur dan kurangnya pengetahuan mengenai pembuatan bahan yang berkualitas.

Christensen (1974) melakukan penelitian mengenai kekuatan lekatan pada bata dan mortar di Indonesia. Dalam penelitian tersebut menghasilkan beberapa kesimpulan yaitu :

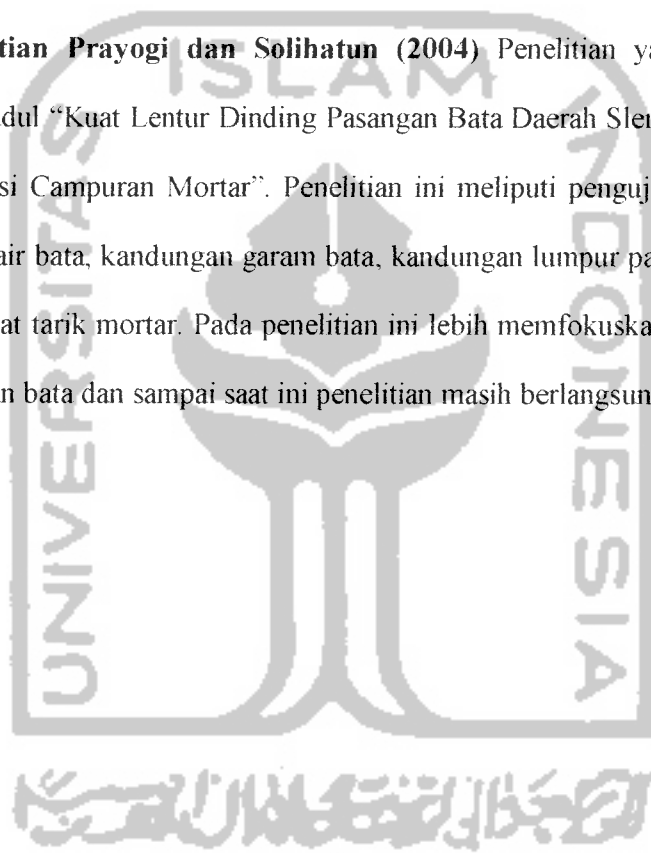
- 1). bata sebelum dipasang perlu untuk direndam terlebih dahulu sampai bata jenuh, hal ini akan membersihkan residu yang menempel pada permukaan bata dan akan membuat bata tidak menyerap air pada mortar pada saat pemasangan,
- 2). mortar yang akan digunakan haruslah mampu memberikan kekuatan lekatan yang memadai, untuk itu pasir harus bersih dari bahan-bahan yang menyebabkan menurunnya kekuatan lekatan, dan kadar air yang digunakan disesuaikan dengan kemudahan pengerjaannya sehingga mortar tidak terlalu kental dan tidak terlalu encer. Mortar dengan campuran yang terdiri semen, kapur dan pasir direkomendasikan untuk menghasilkan lekatan yang baik.

Penelitian CEEDEDS (2004) ini mempunyai judul “Mutu Material tembokan dipulau Jawa”. Cakupan penelitian ini meliputi pengujian meliputi kuat tekan bata, resapan air bata, kandungan garam bata, kandungan lumpur pasir, kuat tekan mortar dan kuat tarik mortar, sampai saat ini penelitian masih berlangsung.

Penelitian Atindriana (2004) melakukan penelitian yang berjudul “Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Daerah Sleman Jogjakarta Dengan Variasi Campuran Mortar”. Penelitian yang dilakukan meliputi pengamatan ciri-ciri bata, pengujian kandungan lumpur pasir, resapan air bata, kadar garam bata, kuat tekan bata, dan kuat tekan mortar, dan kuat tekan pasangan bata. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisik bata yang diambil dari salah satu pabrik bata

daerah Sleman, mengetahui perbandingan kekuatan mortar dengan memakai pasir dicuci dan pasir tidak dicuci/masih mengandung lumpur, mengetahui perbandingan kekuatan pasangan tembok bata dengan memakai pasir dicuci dan pasir tidak dicuci/masih mengandung lumpur, dan memfokuskan untuk mengetahui kuat tekan pasangan tembok bata dengan variasi campuran mortar. Sampai saat ini penelitian yang dilakukan masih berlangsung.

Penelitian Prayogi dan Solihatun (2004) Penelitian yang dilakukan mempunyai judul “Kuat Lentur Dinding Pasangan Bata Daerah Sleman Jogjakarta Dengan Variasi Campuran Mortar”. Penelitian ini meliputi pengujian kuat tekan bata, resapan air bata, kandungan garam bata, kandungan lumpur pasir, kuat tekan mortar dan kuat tarik mortar. Pada penelitian ini lebih memfokuskan tentang kuat lentur pasangan bata dan sampai saat ini penelitian masih berlangsung.



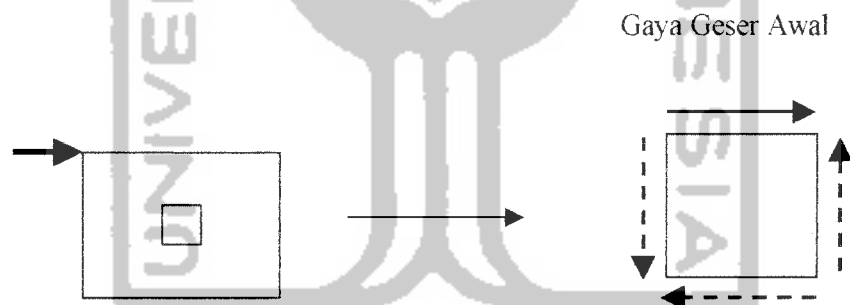
BAB III

LANDASAN TEORI

Bab bab yang terkandung dalam landasan teori ini membahas tentang prinsip geser murni, prinsip kuat geser pada portal dengan pasangan bata, dan pengujian yang akan dilakukan.

3.1 Prinsip Geser Murni

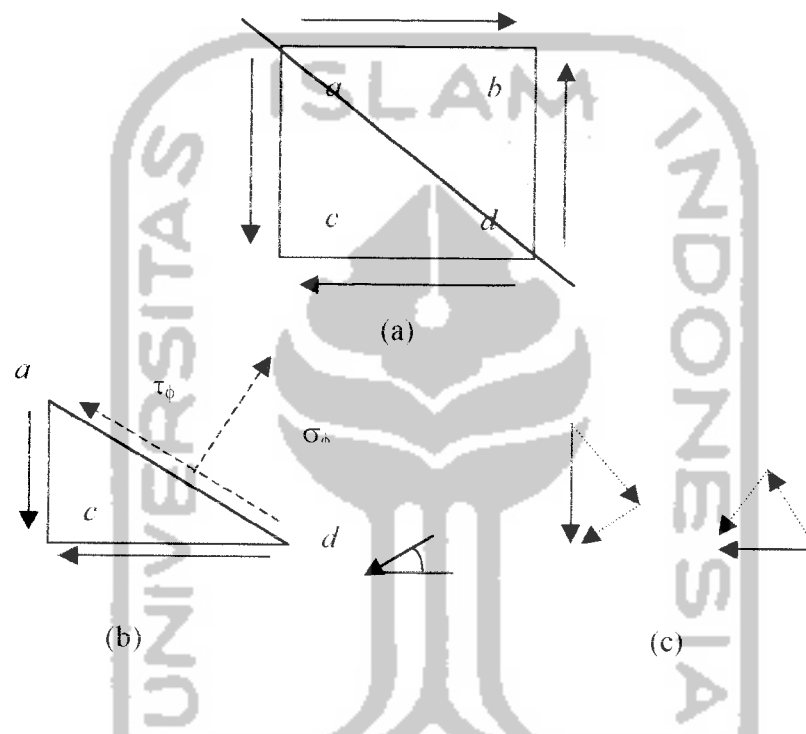
Geser murni adalah keadaan yang terjadi pada suatu elemen yang hanya mengalami tegangan geser saja. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Gambar Tegangan Geser Pada Bahan

Gambar 3.1 adalah gambar dari elemen kecil dari suatu bahan berbentuk empat persegi panjang dengan sisi searah sumbu x dan y . Misal suatu gaya geser bekerja pada permukaan atas elemen, maka gaya pada bawah elemen yang besarnya sama tetapi berlawanan arah bekerja untuk mencapai kesetimbangan. Kedua gaya tersebut akan membentuk suatu momen kopel yang bekerja searah

jarum jam sehingga harus diimbangi dengan momen kopel lain yang bekerja berlawanan arah dengan jarum jam untuk mencapai kesetimbangan. Momen kopel yang terakhir ini bekerja pada permukaan samping elemen tersebut. Penjelasan geser murni juga mencakup tegangan geser pada bidang miring seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.2-a.



Gambar 3.2 Analisa Tegangan pada Bidang Miring

- (a) Gambar Tegangan Geser pada Bidang Miring
- (b) Gambar Potongan Arah Diagonal
- (c) Gambar Arah Tegangan Normal dan Geser

Gambar 3.2 memperlihatkan elemen tegangan *abcd* yang mengalami tegangan geser pada keempat permukaannya. Untuk memperoleh gambaran lebih jelas, kita potong elemen tersebut searah diagonal sehingga didapat elemen yang berbentuk baji (Gambar 3.2-b)

Pada permukaan elemen baji sebelah kiri dan bawah terdapat tegangan geser, sedangkan pada bidang miringnya mungkin saja bekerja tegangan normal (σ_ϕ) dan tegangan geser (τ_ϕ) yang besarnya tergantung pada sudut ϕ .

Tegangan-tegangan yang bekerja pada permukaan kiri dan bawah diuraikan ke dalam komponen-komponen tegangan yang bekerja dalam arah tegak-lurus bidang miring atau searah σ_ϕ dan sejajar bidang miring atau searah τ_ϕ . Komponen-komponen tersebut dijumlahkan menurut arah σ_ϕ dan τ_ϕ sehingga dapat menentukan besar dan arah tegangan normal dan tegangan geser pada bidang miring seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.2-c. Persamaan untuk memperoleh σ_ϕ dan τ_ϕ dapat dilihat pada Rumus 3.1.

$$\sigma_\phi = \tau \sin 2\phi \qquad \tau_\phi = \tau \cos 2\phi \dots\dots\dots(3.1)$$

keterangan : σ_ϕ = tegangan normal

τ_ϕ = tegangan geser

τ = tegangan geser yang bekerja pada bidang x dan y

ϕ = sudut orientasi bidang miring

Dari kedua persamaan diatas kita dapat memperoleh tegangan geser maksimum (τ_{mak}) dan tegangan normal maksimum (σ_{mak}). Pada sudut orientasi bidang miring (ϕ) = 0^o tegangan geser mencapai nilai maksimumnya sedangkan tegangan normal bernilai = 0. Pada sudut orientasi bidang miring (ϕ) = 45^o

tegangan normal mencapai nilai maksimumnya yang sama nilainya dengan tegangan geser maksimum sedangkan tegangan geser bernilai = 0

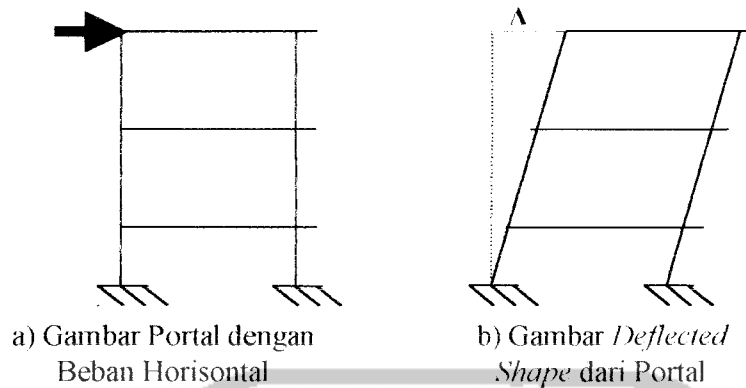
Pemahaman mengenai geser murni ini akan berguna untuk memahami perilaku pasangan bata bila dibebani beban geser, hal ini akan diperjelas pada subbab berikutnya.

3.2 Prinsip Kuat Geser pada Portal dengan Pasangan Bata

Penelitian ini menggunakan prinsip kuat geser pasangan bata pada portal untuk menyelesaikan permasalahan yang akan timbul. Pengetahuan tentang prinsip ini akan dijelaskan secara bertahap dan dimulai dari perilaku pasangan bata.

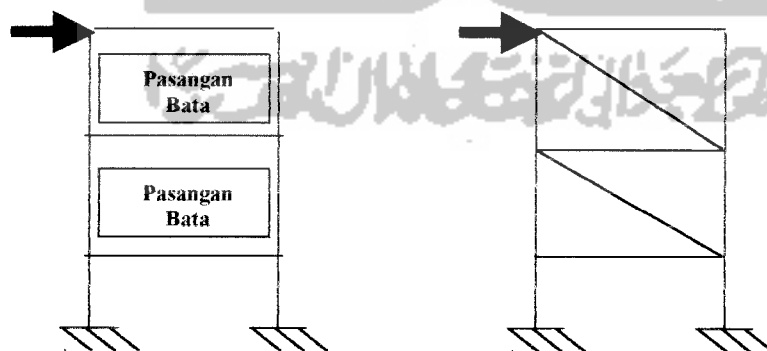
Perilaku pasangan bata sangat dipengaruhi oleh ratio tinggi terhadap lebar. Pasangan bata yang relatif pendek tetapi cukup lebar sehingga ratio tinggi terhadap lebar relatif kecil akan berperilaku kuat menahan geser, sedang bila ratio tinggi terhadap lebar relatif besar maka pasangan bata akan berperilaku kuat menahan lentur. Perilaku tersebut membantu untuk memahami perilaku pasangan bata bila dikombinasikan pada portal.

Sebelum membicarakan kombinasi portal dengan pasangan bata, maka akan dibahas terlebih dahulu perilaku portal terbuka (*open frame*) ketika dibebani beban horizontal seperti yang terlihat pada Gambar 3.3 (a). Gambar 3.3 (b) adalah *deflected shape* yang paling umum atas portal terbuka akibat beban horizontal (geser).



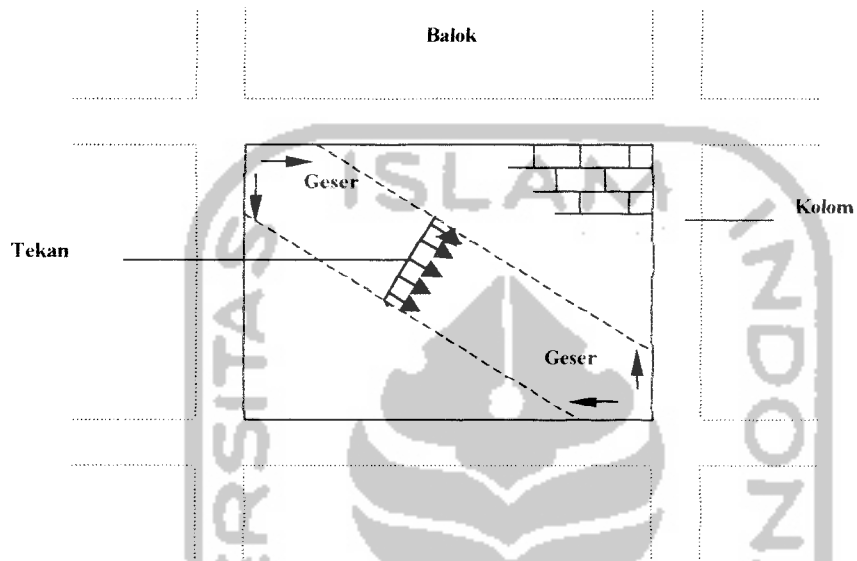
Gambar 3.3 Gambar *Deflected Shape*

Pada Gambar 3.3 terjadi simpangan antar tingkat pada portal. Simpangan antar tingkat inilah yang menyebabkan kerusakan pada portal dan yang paling parah adalah kerusakan pada elemen non-strukturnya. Simpangan ini harus dibatasi agar dapat mengeliminir kerusakan-kerusakan tersebut. Simpangan tersebut dapat dibatasi dengan mengisi portal dengan pasangan bata karena pasangan bata lebih kaku dari kolom. Penambahan pasangan bata akan menambah kekakuan portal sehingga pasangan bata berfungsi sebagai bracing dengan tahanan terbatas, seperti yang terlihat pada Gambar 3.4.



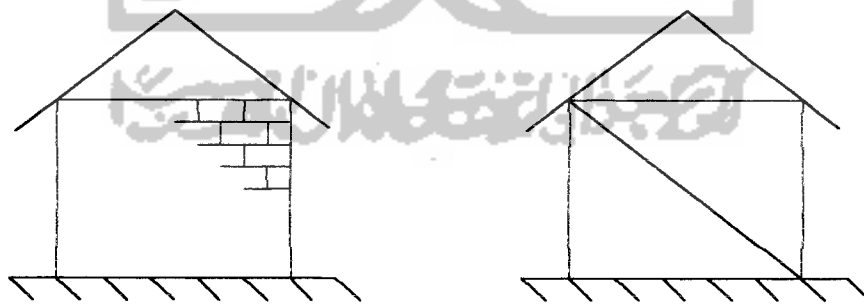
Gambar 3.4 Gambar Pasangan Bata sebagai *Bracing*

Pasangan bata akan mendistribusikan beban horizontal (geser) tersebut sebagai beban tekan searah diagonal pasangan bata. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.5.



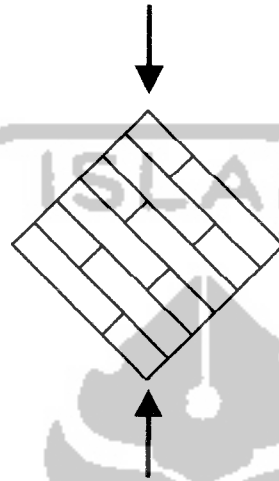
Gambar 3.5 Gambar Distribusi Beban Geser

Dengan pemahaman yang sama dapat diasumsikan prinsip tersebut juga bekerja pada pasangan bata rumah sederhana seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Gambar Rumah Sederhana dengan Pasangan Bata

Prinsip ini juga menjadi dasar untuk pengujian kuat geser pada pasangan bata yang mengasumsikan beban tekan sebagai beban geser searah bidang diagonal pasangan bata, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.7 dan pengujian ini akan dibahas lebih lanjut pada sub bab selanjutnya .



Gambar 3.7 Gambar Benda Uji Geser Pasangan Bata

3.3 Pengujian

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian terhadap bata, mortar dan kuat geser pasangan bata. Pengujian terhadap bata meliputi pengujian kuat tekan bata, pengujian *modulus rupture*, penentuan serapan air, dan penentuan kadar garam yang larut sehingga dapat diketahui kualitas bata dan pengaruhnya terhadap pasangan bata. Pengujian terhadap mortar meliputi pengujian kuat tekan mortar, kuat tarik mortar dan lekatan mortar dengan bata, dan kandungan lumpur dalam pasir sehingga dapat diketahui campuran mortar yang paling baik untuk pasangan dan pengaruhnya terhadap pasangan. Pengujian kuat geser pasangan bata

dilakukan untuk mencari beban geser maksimum yang masih dapat ditahan oleh pasangan dengan 5 variasi campuran mortar baik menggunakan pasir tidak cuci dan pasir cuci.

3.3.1 Pengujian Bata

Pengujian untuk bata mengacu pada ketentuan ASTM/Vol 04.05/C-67 yang meliputi penentuan dimensi bata, penentuan berat bata, pengujian *modulus rupture (Flexural Test)*, pengujian kuat tekan (*Compressive Strength*), penentuan serapan air, dan penentuan kadar garam yang larut. Berikut ini adalah penjelasan langkah-langkah penelitian yang berkaitan dengan pengujian bata

3.3.1.1 Penentuan Dimensi Bata

Bagan alir dimensi bata dapat dilihat pada Lampiran 1. Langkah penelitiannya adalah :

1. bata (5 buah) dibersihkan dari debu dan bahan residual yang melekat, dan
2. tiap arah panjang, lebar, tebal, diukur minimal pada 2 area yang terkait, dan hasilnya dirata-rata.

3.3.1.2 Penentuan Berat Bata

Bagan alir berat bata dapat dilihat pada Lampiran 2. Langkah penelitiannya adalah :

1. keringkan material sample (5 buah) dengan oven hingga 110^0-115^0C (2 s/d 24 jam), hingga selisih berat tidak lagi mengalami perubahan,
2. dinginkan pada suhu ruangan $24^0\pm 8^0C$, selama 4 jam, dan
3. timbang benda uji, dan rata-ratakan hasilnya.

3.3.1.3 Pengujian *Modulus Rupture*

Bagan alir *modulus rupture* dapat dilihat pada Lampiran 3. Langkah penelitiannya adalah :

1. benda uji berasal dari sample 5 buah bata yang telah diukur dimensinya,
2. diberikan tekanan sepanjang permukaan tebal (Gambar 3.8), dan dipastikan pada arah panjang dan lebar bebas, dengan besar penekanan tidak boleh lebih dari 8896 N/menit atau tidak melebihi 1,27 mm/menit, dan
3. hasil penelitian pada langkah dua dimasukkan ke dalam Rumus 3.2.

$$\text{Modulus Rupture (S)} = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot d^2} \dots\dots(3.2)$$

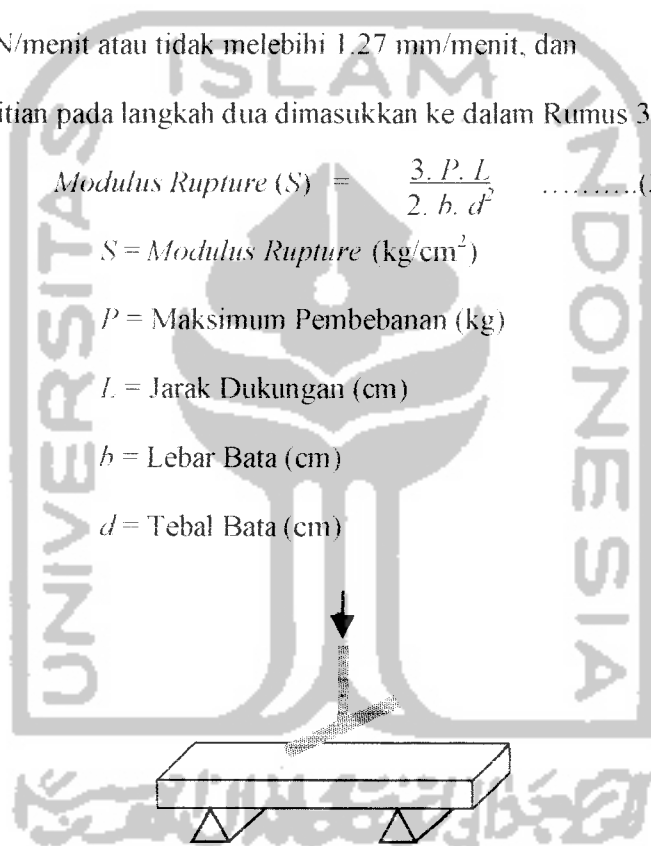
S = Modulus Rupture (kg/cm²)

P = Maksimum Pembebanan (kg)

L = Jarak Dukungan (cm)

b = Lebar Bata (cm)

d = Tebal Bata (cm)



Gambar 3.8 Gambar Pengujian *Modulus Rupture*

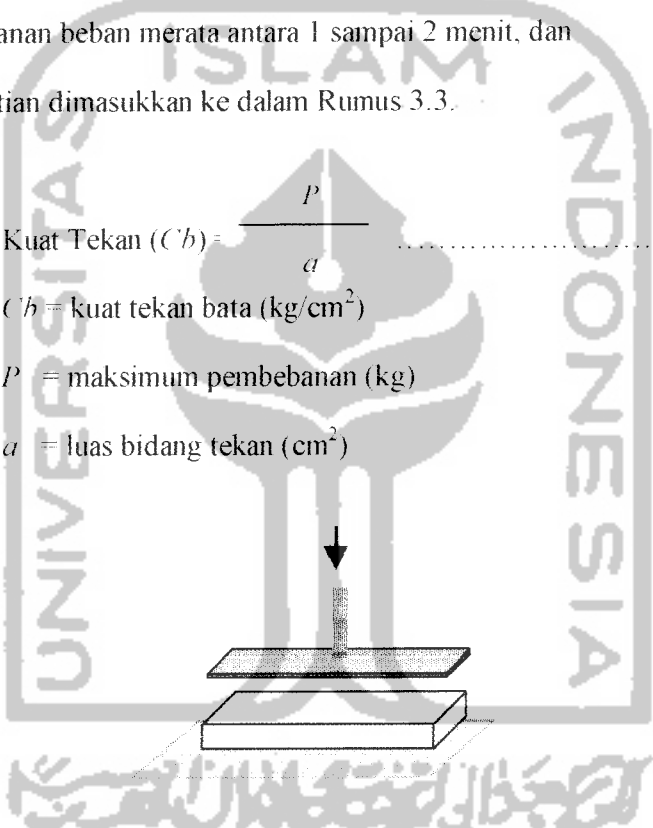
3.3.1.4 Pengujian Kuat Tekan Bata

Bagan alir tekan bata dapat dilihat pada Lampiran 4. Langkah penelitiannya adalah :

1. benda uji berasal dari penelitian penentuan berat bata (5 buah bata),
2. benda uji ditekan sesuai bidang yang diperlukan (pada bidang tebal) seperti pada Gambar 3.9 dan luas permukaan benda uji lebih dari 90.3 cm^2 ,
3. lama penekanan beban merata antara 1 sampai 2 menit, dan
4. hasil penelitian dimasukkan ke dalam Rumus 3.3.

$$\text{Kuat Tekan } (C/b) = \frac{P}{a} \dots\dots\dots(3.3)$$

C/b = kuat tekan bata (kg/cm^2)
 P = maksimum pembebanan (kg)
 a = luas bidang tekan (cm^2)



Gambar 3.9 Gambar Pengujian Kuat Tekan Bata

3.3.1.5 Penentuan Serapan Air

Bagan alir serapan air dapat dilihat pada Lampiran 5. Langkah penelitiannya adalah :

1. Jumlah benda uji 5 buah bata.

2. benda uji hasil penelitian penentuan berat bata direndam dalam air \pm 24 jam,
3. angkat benda uji, dan bersihkan air pada seluruh permukaan bata,
4. kemudian ditimbang dengan waktu kurang dari 3 menit dari dikeluarkan dari dalam air, dan
5. dari penelitian diketahui % penyerapan air yang dapat dilihat pada Rumus 3.4.

$$\text{Penyerapan Air } (c) = \frac{wb-wa}{wa} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.4)$$

wa = Berat kering (gr)

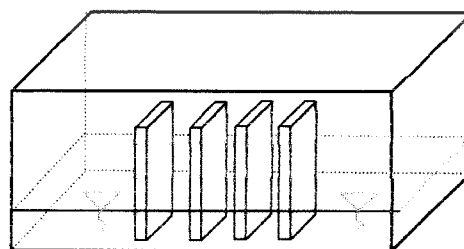
wb = Berat jenuh (gr)

c = Penyerapan air (%)

3.3.1.6 Penentuan Kadar Garam

Bagan alir kadar garam dapat dilihat pada Lampiran 6. Langkah penelitiannya adalah :

1. letakan bata (5 buah bata) pada tempat penentuan kadar garam (Gambar 3.10) dan dituangkan air suling \pm 250 cc dan dibiarkan pada ruangan yang pergantian udaranya baik,
2. tunggu sampai bata kering kemudian tuangkan air suling dan biarkan airnya sampai habis, dan
3. analisis luas permukaan yang tertutup lapisan putih dalam persentase luas.



Gambar 3.10 Gambar Pengujian Kadar Garam

3.3.2. Pengujian Mortar

Pengujian mortar meliputi beberapa pengujian yaitu : pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir (PBB 1971), pengujian kuat tekan mortar (ASTM/Vol 04.05/C-576), kuat tarik mortar (ASTM/Vol04.05/C-307) dan kuat lekatan mortar dengan bata (ASTM/Vol 04.05/C-321).

3.3.2.1 Pemeriksaan Kandungan Lumpur Dalam Pasir

Bagan alir pemeriksaan kandungan Lumpur dapat dilihat pada Lampiran 7. Langkah penelitiannya adalah :

1. pasir yang sudah kering tungku diambil sebanyak 100 gr,
2. pasir dimasukkan ke dalam piring yang sebelumnya sudah ditimbang,lalu berat pasir dan piring tersebut ditimbang,
3. pasir seberat 100 gr dimasukkan ke dalam gelas ukur 250 cc,
4. gelas ukur yang telah berisi pasir diisi air jernih setinggi 12 cm diatas muka pasir,
5. gelas ukur tersebut lalu dikocok-kocok selama 1 menit kemudian didiamkan selama 1 menit, bila air keruh maka air tersebut dibuang dan diisi dengan yang jernih,
6. percobaan tersebut diulangi lagi hingga airnya kembali jernih,
7. kemudian pasir tersebut dituangkan dalam piring dan dimasukkan dalam tungku dengan suhu 105°C selama 36 jam, dan
8. kemudian pasir ditimbang , misalkan beratnya X gr. maka % kandungan lumpurnya pada Rumus 3.5.

$$\text{Kandungan Lumpur} = \frac{100 - X}{100} \times 100\% \dots\dots\dots(3.5)$$

3.3.2.2 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pada pengujian kuat tekan mortar, mortar yang akan diuji berbentuk kubus dengan ukuran 5x5x5 cm. Mortar uji tersebut dicetak dengan alat yang disebut mold. Proses pengujiannya hampir sama dengan pengujian kuat tekan bata, mortar diuji dengan beban merata. Bagan alir pengujian kuat tekan mortar dapat dilihat pada Lampiran 8. Langkah-langkah pengujiannya adalah :

1. dibuat benda uji mortar dengan dimensi 5x5x5 cm sebanyak minimal 3 buah benda uji. Dengan besar agregat 1.6 s/d 10 mm,
2. ratakan bidang tekan dan dudukan, sebelum pengujian.
3. besar kuat tekan yang diberikan 0.1 s/d 0.125 in/menit (Gambar 3.11),
4. penghitungan kuat tekan mortar dengan Rumus 3.6.

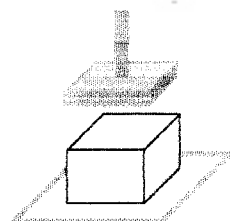
$$C_m = \frac{P}{a} \dots\dots\dots(3.6)$$

C_m = kuat tekan mortar (kg/cm^2),

P = maksimum pembebanan (kg)

a = luas tampang penekanan (cm^2), dan

5. bila terdapat selisih rata-rata lebih besar dari 15% maka pengujian harus diulangi.



Gambar 3.11 Gambar Pengujian Kuat Tekan Mortar

3.3.2.3 Pengujian Kuat Tarik Mortar

Pengujian kuat tarik mortar membutuhkan alat cetak *Briquet Gang Mold* yang terbuat dari besi. Alat ini membentuk mortar uji seperti angka delapan solid. Gambar mortar uji kuat tarik dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Gambar Benda Uji Kuat Tarik Mortar

Beban tarik akan bekerja pada kedua ujung mortar uji tersebut hingga mortar uji tersebut putus sehingga dapat diketahui kuat tarik maksimalnya. Bagan alir pengujian kuat tarik mortar dapat dilihat pada Lampiran 9. Langkah pengujian yang dilakukan adalah :

1. pembuatan mortar harus dalam suhu ruangan $23^0 \pm 2^0$ C dan minimal 3 buah benda uji yang tersedia pada satu model campuran,
2. usahakan berat jenis mortar lebih kecil 2.0 g/cm^3 ,
3. uji tarik dilaksanakan dengan penarikan sekitar 5 s/d 6.4 mm/menit pada umur 28 hari,
4. hasil dari pengujian berupa data kuat tarik rata-rata (kg/cm^2) 6 buah mortar untuk satu variasi campuran baik menggunakan pasir tidak cuci dan pasir cuci, dan
5. perhitungan kuat tarik mortar menggunakan Rumus 3.7.

$$T = \frac{P}{a} \dots\dots\dots(3.7)$$

T = kuat tarik mortar (kg/cm²)

P = maksimum pembebanan (kg)

a = luas tampang yang mengalami tarikan (cm²)

3.3.2.4 Pengujian Lekatan Mortar dengan Bata

Pada pengujian kuat lekatan mortar dengan bata, benda ujinya berupa dua bata yang dilekatkan mortar secara menyilang. Proses pengujiannya hampir sama yaitu dengan menarik benda uji tersebut hingga terlepas sehingga dapat diketahui kuat lekatannya. Bagan alir lekatan mortar dengan bata dapat dilihat pada Lampiran 10. Langkah pengujiannya adalah :

1. pembuatan benda uji bata silang pada suhu ruang $23^0 \pm 2^0$ C sebanyak 5 buah benda uji untuk satu variasi campuran,
2. pengujian dilakukan pada umur 28 hari, dengan besar penekanan 5 s/d 6.4 mm/menit, hingga runtuh (Gambar 3.13),
3. lakukan pemeriksaan untuk mengetahui pola keruntuhan, sehingga dapat diketahui, runtuh pada bata atau pada lekatan antara bata dengan mortar,
4. hasil pengujian dimasukkan kedalam Rumus 3.8.

$$A = \frac{P}{a} \dots\dots\dots(3.8)$$

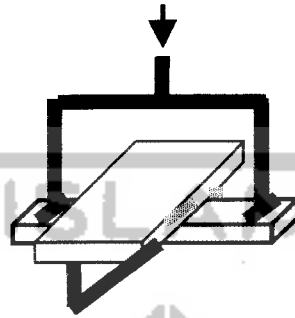
A = kuat lekatan (kg/cm²),

P = beban maksimum (kg),

a = luasan dari tumpuan mortar (cm²), dan

5. hasil laporan dari pengujian ini berupa data :

- a. umur pengujian material,
- b. kuat lekatan rata-rata benda uji, dan
- c. pola keruntuhan.



Gambar 3.13 Gambar Pengujian Lekatan Bata

3.3.3 Pengujian Kuat Geser Pasangan Bata

Pengujian ini mengacu pada ASTM/Vol 04.05/E-447 dengan membuat model pasangan bata dengan ukuran 1,5x1,5 bata sebagai benda ujinya. Pembebanan dilakukan kearah diagonal sehingga dapat menghasilkan keruntuhan geser diagonal. Bagan alir pengujian kuat geser pasangan bata dapat dilihat pada Lampiran 11. Langkah pengujiannya adalah :

1. membuat benda uji minimal 3 buah model specimen dengan luasan satu setengah bata untuk satu variasi campuran,
2. specimen diletakan diagonal dengan metode pembebanan seperti Gambar 3.14,
3. pengujian dilakukan pada umur specimen 28 hari, dan
4. hasil yang didapat adalah pada Rumus 3.9.

$$S_x = \frac{0.707P}{A_n} \dots\dots\dots(3.9)$$

Dimana:

S_x = Kuat Geser Pasangan (kg/cm²)

P = Beban Maksimal (kg)

A_n = Luas Bersih Spesimen (cm²), yang dirumuskan pada rumus 3.10

$$A_n = \left[\frac{b \cdot h}{2} \right] d \cdot n \dots\dots\dots(3.10)$$

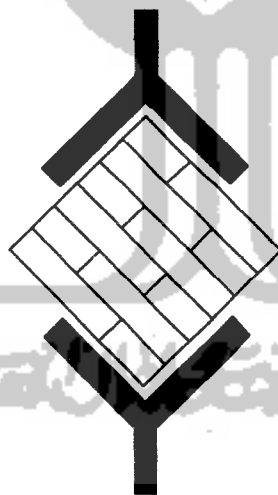
Dimana :

b = Lebar Spesimen (cm),

h = Tinggi Spesimen (cm),

d = Tebal Total Spesimen (cm), dan

n = Persen Luas Bata dari Pasangan Bata, dalam desimal.



Gambar 3.14 Gambar Pengujian Kuat Geser Pasangan Bata

3.4 Pengaruh Bahan Susun Mortar Terhadap Karakteristik Mortar

Subbab ini menjelaskan pengaruh bahan susun mortar (semen, kapur, dan pasir) terhadap karakteristik mortar (dalam hal ini yang ditinjau adalah kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lekatan antara mortar dan bata) menurut ASTM 04.05/C 270.

Kuat lekatan antara mortar dan bata merupakan parameter karakteristik mortar yang paling penting dan paling sulit untuk dianalisis karena banyaknya faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat lekatan antara lain jumlah air yang digunakan dan kohesivitas mortar, kemampuan mortar mempertahankan airnya saat terjadi penghisapan air oleh bata, waktu yang diperlukan saat penghamparan mortar pada bata, tekanan yang diperoleh setelah diletakkan bata di atasnya, tekstur permukaan bata, kondisi saat pengeringan mortar dan luas permukaan bata yang tertutup mortar. Proporsi semen dan kapur dalam campuran mortar mempengaruhi kuat lekatan. Penambahan proporsi semen menambah kuat lekatan sedangkan penambahan proporsi kapur mengurangi kuat lekatan.

Penelitian laboratorium yang telah dilakukan menunjukkan bahwa secara umum peningkatan proporsi semen dalam campuran mortar mempengaruhi peningkatan kuat tarik mortar. Pada saat pengerjaan mortar di lapangan, peningkatan proporsi semen dalam campuran mortar dibatasi oleh *workability* dari mortar.

Kuat tekan mortar sering digunakan sebagai kriteria utama untuk menentukan kualitas mortar, hal ini karena kemudahan dalam pengukurannya dan hasil yang relatif lebih stabil dari parameter lainnya. Proporsi semen, kapur, air,

keenceran saat pengerjaan mortar, dan gradasi pasir merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan mortar. Penambahan proporsi semen meningkatkan kuat tekan mortar, sedangkan penambahan proporsi kapur dan air mengurangi kuat tekan mortar. Semakin encer mortar saat pengerjaan semakin berkurang kuat tekan mortar. Pasir dengan gradasi yang baik meningkatkan kuat tekan mortar.

3.5 Hipotesis

Berdasarkan pembahasan sebelumnya dapat dirumuskan hipotesis, bahwa kuat geser pasangan bata dipengaruhi oleh variasi campuran mortar baik dengan pasir cuci dan pasir tidak cuci, dan karakteristik bahan penyusunnya (bata dan mortar).



BAB IV

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu urutan atau tata cara pelaksanaan penelitian yang diuraikan menurut suatu tahapan yang sistematis. Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini meliputi pengumpulan data dan pengolahan data.

4.1 Pengumpulan Data

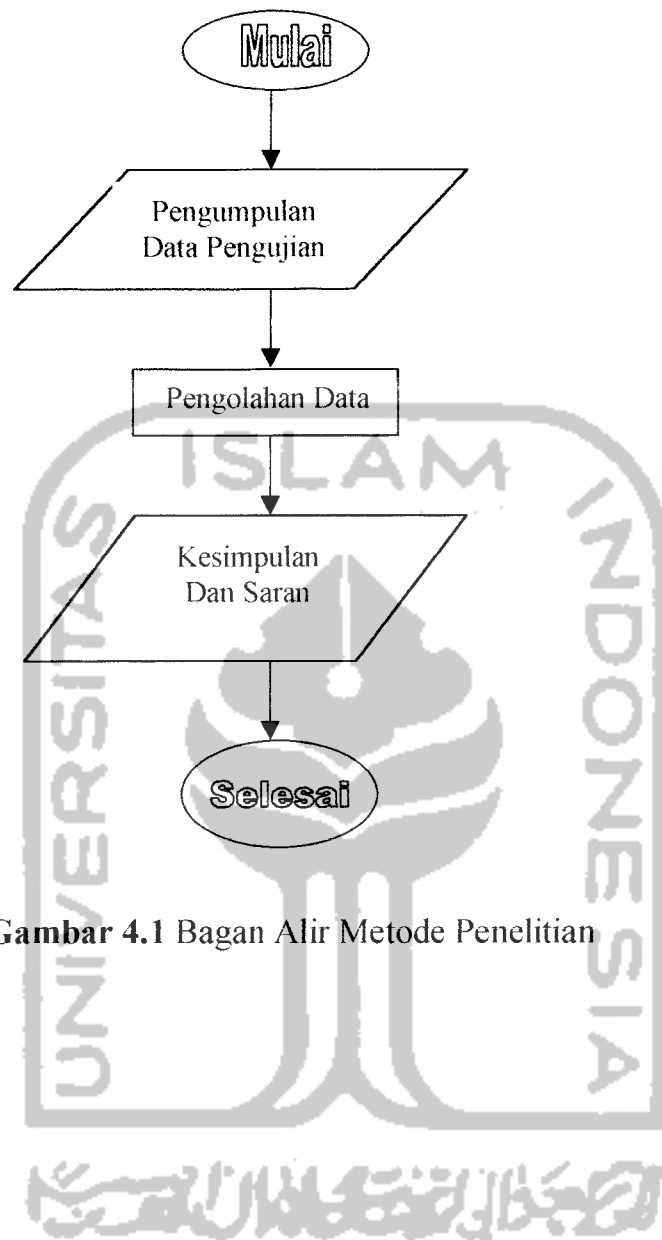
Dalam pengumpulan data, yang dilakukan adalah mengumpulkan data-data yang sudah dikerjakan pada waktu penelitian di laboratorium. Penelitian yang dilakukan meliputi pengujian terhadap bata, mortar dan kuat geser pasangan bata. Pengujian terhadap bata meliputi penentuan serapan air, penentuan kadar garam yang terlarut, penentuan berat jenis bata, pengujian kuat tekan bata dan pengujian modulus rupture, sehingga dapat diketahui kualitas bata dan pengaruhnya terhadap pasangan bata. Pengujian terhadap mortar meliputi pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir, pengujian kuat tekan mortar, kuat tarik mortar dan lekatan mortar dengan bata, sehingga dapat diketahui campuran mortar yang paling baik untuk pasangan dan pengaruhnya terhadap pasangan. Pengujian kuat geser pasangan bata dilakukan untuk mencari beban geser maksimum yang masih dapat ditahan oleh pasangan dengan 5 variasi campuran mortar baik menggunakan pasir tidak cuci dan pasir cuci.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan sesuai dengan bagan alir Gambar 4.1 berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan. Tahapan dalam pengolahan data adalah :

1. menentukan kuat geser pasangan bata Sleman,
2. menentukan hubungan antara kuat geser pasangan bata Sleman dengan variasi campuran mortar baik menggunakan pasir tidak cuci dan pasir cuci, dan
3. menentukan karakteristik bata Sleman dan mortar Sleman.





Gambar 4.1 Bagan Alir Metode Penelitian

BAB V

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi hasil-hasil pengujian dan pembahasan bata, mortar, dan pasangan bata dengan variasi campuran mortar. Hasil-hasil pengujian tersebut dianalisis untuk memecahkan rumusan masalah yang telah dibicarakan pada bab Pendahuluan dengan membandingkan dengan teori-teori yang lain.

5.1 Hasil Pengujian dan Pembahasan

Hasil pengujian dan pembahasan dapat diuraikan meliputi hasil pengujian dan pembahasan bata, mortar, kuat geser pasangan bata, dan pembahasan hubungan hasil pengujian kuat tekan bata, mortar, kuat geser dinding pasangan bata, dan pembahasan hubungan hasil pengujian kuat tekan bata, mortar dan kuat geser dinding pasangan bata.

5.1.1 Hasil Pengujian dan Pembahasan Bata

Hasil pengujian dan pembahasan bata meliputi hasil pengujian dan pembahasan penentuan dimensi bata, penentuan berat bata, *modulus rupture*, kuat tekan bata, penentuan serapan air, dan penentuan kadar garam. Hasil pengujian bata digunakan untuk menentukan karakteristik bata daerah Sleman. Bata daerah Sleman selanjutnya ditulis bata Sleman.

5.1.1.1 Hasil Pengujian dan Pembahasan Dimensi Bata

Penentuan dimensi bata bertujuan untuk mengetahui rata-rata dimensi bata Sleman. Dimensi bata Sleman diperoleh dengan menggunakan alat jangka sorong sehingga data yang diperoleh memiliki ketelitian sampai 0.001 mm.

Dari hasil pengujian dimensi bata Sleman diperoleh rata-rata panjang = 233.548 mm, rata-rata lebar = 110.467 mm, dan rata-rata tebal = 54.687 mm. Hasil penentuan dimensi bata selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 12.

Ukuran standar bata menurut SNI NI-10 1964 untuk panjang, lebar, tebal, dan toleransi penyimpangan dimensi bata dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Standar Ukuran Bata dan Toleransi Penyimpangan

Ukuran	Jenis besar	Jenis kecil	Toleransi Penyimpangan
panjang	240 mm	230 mm	Max 3%. selisih ukuran bata terbesar dengan terkecil adalah 10 mm
lebar	115 mm	110 mm	Max 4%. Selisih ukuran bata terbesar dengan terkecil adalah 5 mm
tebal	52 mm	50 mm	Max 5%. Selisih ukuran bata terbesar dengan terkecil adalah 4 mm

Dengan membandingkan hasil pengujian dimensi bata Sleman dengan Tabel 5.1 diperoleh kesimpulan bahwa dimensi bata Sleman dibawah toleransi penyimpangan maksimal dimensi bata yang diatur SNI NI-10 1964 kecuali pada tebalnya. Panjang bata Sleman diperoleh penyimpangan sebesar 1.5426 % dari panjang bata jenis kecil. Lebar bata Sleman diperoleh penyimpangan sebesar 0.588 % dari lebar bata jenis kecil. Tebal bata Sleman diperoleh penyimpangan sebesar 9.374 % dari tebal bata jenis kecil.

5.1.1.2 Hasil Pengujian dan Pembahasan Berat Jenis Bata

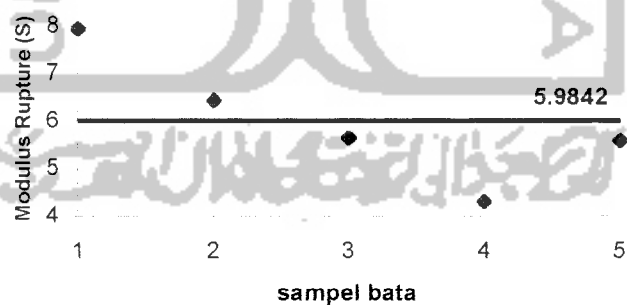
Penentuan berat jenis bata bertujuan untuk mengetahui berat jenis bata Sleman seperti yang terlihat pada Lampiran 12. Dari hasil penentuan berat jenis bata Sleman diperoleh rata-rata berat jenis bata Sleman adalah 1.3655 gr/cm^3 .

5.1.1.3 Hasil Pengujian dan Pembahasan *Modulus Rupture*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur bata Sleman. Pengujian ini menggunakan asumsi beban yang digunakan sebagai beban titik dengan jarak antar dukungan sejauh 15 cm. Hasil pengujian *modulus rupture* dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Gambar 5.1 serta untuk data selengkapnya pada Lampiran 13.

Tabel 5.2 Tabel *Modulus Rupture*

	Sampel Bata				
	1	2	3	4	5
P max (kg)	122.2	101.2	76.2	66.2	86.2
<i>Modulus rupture</i> kg/cm ²	7.945	6.438	5.640	4.311	5.587
Luas (cm ²)	250.657	252.821	255.804	256.846	254.189



◆ kuat rupture bata Mlati Sleman S rata rata —

Gambar 5.1 Grafik *Modulus Rupture*

Dari hasil pengujian *modulus rupture* bata Sleman diperoleh nilai *modulus rupture* rata-rata 5.984 kg/cm^2 dan maksimal 7.945 kg/cm^2 .

5.1.1.4 Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat Tekan Bata

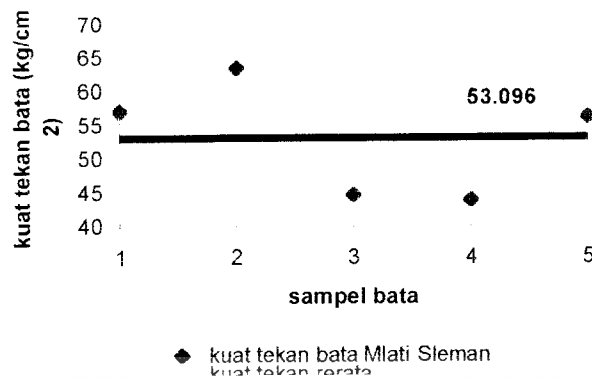
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui beban tekan maksimal yang masih mampu ditahan oleh bata Sleman. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Gambar 5.2 serta untuk data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 14. Standar mutu kuat tekan bata menurut SNI NI-10 1964 dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.3 Tabel Kuat Tekan Bata

Dimensi	Sampel Bata									
	1		2		3		4		5	
p (cm)	23.640	23.610	23.350	23.375	22.980	23.030	22.970	22.995	23.040	23.080
	23.580		23.400		23.080		23.020		23.120	
b (cm)	10.910	10.955	10.94	10.890	11.050	11.000	11.060	11.095	10.980	10.985
	11.000		10.84		10.950		11.130		10.990	
d (cm)	5.170	5.250	4.920	4.960	5.380	5.480	5.230	5.260	4.950	4.965
	5.330		5.000		5.580		5.290		4.980	
Luas (cm ²)	258.648		254.554		253.330		255.130		253.534	
Pmax (kg)	16800		19500		19000		22500		20700	
P rerata					19700					
Cb (kg/cm ²)	65		76.6		75		88.2		81.6	
Cb rerata					77.3					

Tabel 5.4 Tabel Standar Mutu Kuat Tekan Bata

Mutu bata Merah	Penyimpangan Dimensi Test	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	Tidak Ada	> 100
2	1 dari 10	100 – 80
3	2 dari 10	80 – 60

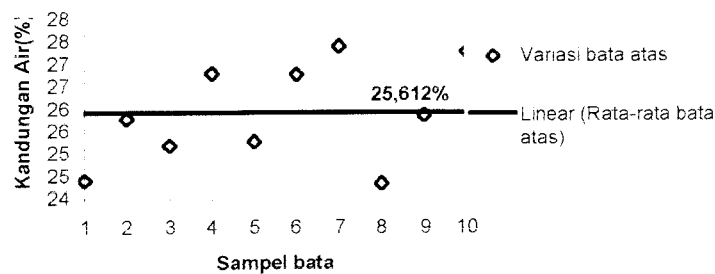


Gambar 5.2 Grafik Kuat Tekan Bata

Dengan membandingkan Tabel 5.4 dengan grafik kuat tekan bata dapat disimpulkan bahwa kuat tekan rata-rata bata Mlati Sleman termasuk kelas kuat tekan III.

5.1.1.5 Hasil Pengujian dan Pembahasan Penentuan Serapan Air

Penentuan serapan air bertujuan untuk mengetahui % maksimal air yang dapat diserap oleh bata Sleman. Dari hasil penentuan serapan air diperoleh rata-rata % kandungan air yang dapat diserap oleh bata Sleman sebesar 25.612 % dari keseluruhan berat kering bata. Hasil keseluruhan penentuan serapan air dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan pada Lampiran 15. Menurut **Tjokrodimulyo (1992)** serapan air pada bata yang diizinkan adalah kurang dari 20% dari berat keringnya, sehingga hasil pengujian yang telah dilakukan tidak sesuai dengan ketentuan tersebut.



Gambar 5.3 Grafik Uji Serapan Air

5.1.1.6 Hasil Pengujian dan Pembahasan Penentuan Kadar Garam

Menurut SNI NI-10 kadar garam yang larut dalam bata dinyatakan dalam beberapa kategori yaitu :

- tidak membahayakan apabila permukaan bata yang tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih karena pengkristalan garam-garam yang larut kurang dari 50%,
- ada kemungkinan berbahaya apabila 50% atau lebih permukaan bata tertutup lapisan putih karena pengkristalan garam-garam yang larut, tetapi permukaan bata tidak menjadi bubuk ataupun terlepas, dan
- Membahayakan apabila lebih dari 50% permukaan bata tertutup lapisan putih karena pengkristalan garam-garam yang larut dan bagian bagian dari permukaan bata menjadi bubuk atau terlepas.

Penentuan kadar garam bertujuan untuk mengetahui kadar garam yang terdapat pada bata Sleman. Kadar garam yang diperoleh dalam bentuk % terhadap

luas permukaan satu sisi bata. Pengujian ini menggunakan media air suling dengan 3 kali pengisian air suling.

Tabel 5.5 Tabel Penentuan Kadar Garam

Uji	Nomor Bata				
	1	2	3	4	5
Kadar Garam (%)	0.5	0.3	3.4	1.3	0
Tanggal Pemberian I	21-Oct-03				
Tanggal Pemberian II	24-Oct-03				
Tanggal Pengamatan	30-Oct-03				
Keterangan	lap. putih tipis - ada bubuk tapi sedikit dan halus dan tidak merata/terpisah2				

Dari hasil pengujian ini diperoleh rata-rata % kadar garam sebesar 1.1 % dari keseluruhan luas permukaan bata sehingga dari hasil tersebut kadar garam daerah sleman termasuk dalam kategori tidak membahayakan dan dapat dipakai dalam pembuatan pasangan bata. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.5.

5.1.2 Hasil Pengujian dan Pembahasan Mortar

Hasil pengujian dan pembahasan mortar meliputi hasil pengujian dan pembahasan kandungan lumpur dalam pasir, kuat tekan mortar, kuat tarik mortar, dan lekatan mortar dengan bata. Mortar yang diuji terdiri dari 5 variasi campuran mortar baik menggunakan pasir tidak cuci dan pasir cuci. Hasil pengujian mortar digunakan untuk menentukan karakteristik mortar daerah Sleman. Mortar daerah Sleman selanjutnya ditulis mortar Sleman.

5.1.2.1 Hasil Pengujian dan Pembahasan Kandungan Lumpur Dalam Pasir

Pengujian kandungan lumpur bertujuan untuk mengetahui % lumpur yang terdapat dalam pasir daerah Sleman. Hasil pengujian ini akan menentukan kualitas

pasir daerah Sleman, semakin banyak lumpur yang dikandung maka kualitas pasir akan semakin jelek bila digunakan sebagai campuran mortar. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.6. Pasir yang baik untuk digunakan untuk bangunan adalah pasir yang kandungan lumpurnya tidak lebih dari 5% dari berat kering pasir (PBBI 1971). Dari hasil pengujian dapat diambil suatu kesimpulan bahwa pasir daerah sleman memenuhi syarat PBBBI 1971.

Tabel 5.6 Tabel Pengujian Kandungan Lumpur

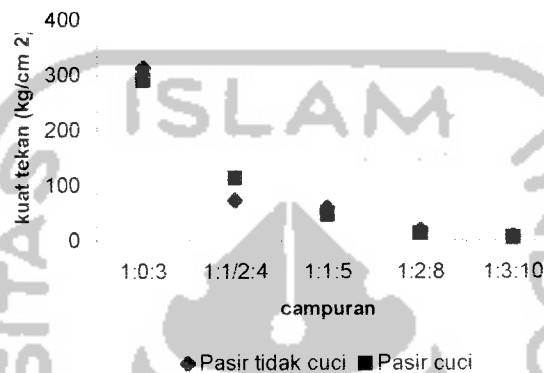
Berat pasir sebelum dicuci (gr)	100
Setelah keluar dari tungku	
Berat piring + pasir (gr)	191.5
Berat piring kosong (gr)	95
Berat pasir (gr)	96.5
% kandungan lumpur	3.5

5.1.2.2 Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat tekan Mortar

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui beban tekan maksimal yang masih mampu ditahan oleh mortar pada setiap variasi campuran. Pengujian ini menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 5x5x5 cm, sehingga berat jenis mortar pada setiap variasi campuran dapat diketahui. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan Gambar 5.4 serta untuk data selengkapnya pada Lampiran 16.

Tabel 5.7 Tabel Kuat Tekan Mortar

Campuran	Pasir Tidak Cuci					Pasir Cuci				
	1:0:3	1:1/2:4	1:1:5	1:2:8	1:3:10	1:0:3	1:1/2:4	1:1:5	1:2:8	1:3:10
P Maks	9250	2800	1580	520	220	8350	3080	1200	355	152.5
P rerata	8183.33	1876.7	1563.33	481.667	200	7458.33	2888.33	1176.67	343	144.167
C_m (kg/cm^2)	312.553	72.253	59.940	18.996	7.863	290.254	112.439	46.230	12.905	5.570

**Gambar 5.4** Grafik Kuat Tekan Mortar

Dari Gambar 5.4 diperoleh kuat tekan mortar Sleman terbesar pada campuran mortar 1:0:3 dengan menggunakan pasir tidak cuci sebesar 312.553 kg/cm^2 . Dari hasil yang diperoleh menunjukkan penambahan proporsi kapur dalam campuran mortar mengurangi kuat tekan mortar. Pencucian pasir secara rata-rata mengurangi kuat tekan mortar karena butiran halus ikut terbawa saat pencucian yang menyebabkan ketimpangan gradasi pasir. Pembahasan hasil pengujian ini sesuai dengan teori pada Landasan Teori.

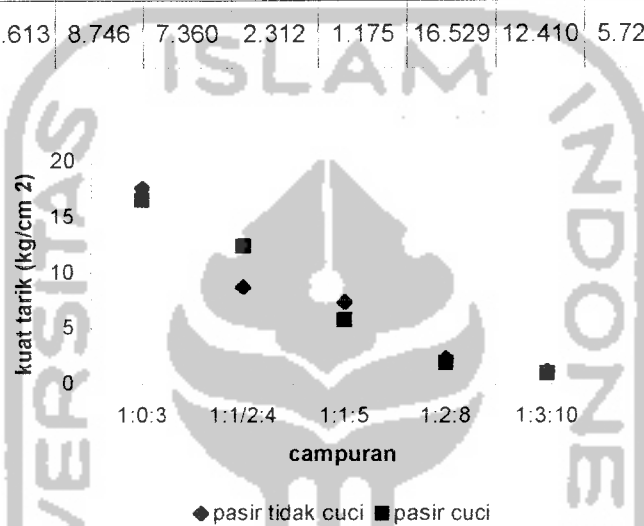
5.1.2.3 Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat Tarik Mortar

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui beban tarik maksimal yang mampu ditahan oleh mortar pada setiap variasi campuran. Hasil pengujian ini

dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Gambar 5.5 serta untuk data selengkapnya pada Lampiran 17.

Tabel 5.8 Tabel Kuat Tarik Mortar

Campuran	Pasir Tidak Cuci					Pasir Cuci				
	1:0:3	1:1/2:4	1:1:5	1:2:8	1:3:10	1:0:3	1:1/2:4	1:1:5	1:2:8	1:3:10
P Maks	190	83	80	27	15	200	135	60	22	15
P rata-rata	136.67	72.33	61.67	18.67	10	163	116	50	17.67	8.33
T (kg/cm ²)	17.613	8.746	7.360	2.312	1.175	16.529	12.410	5.724	1.892	0.980



Gambar 5.5 Grafik kuat Tarik Mortar

Dari Gambar 5.5 diperoleh kuat tarik mortar Sleman terbesar pada campuran mortar 1:0:3 dengan menggunakan pasir tidak cuci sebesar 17.613 kg/cm². Menurut hasil pengujian yang diperoleh menunjukkan semakin besar proporsi semen dalam campuran mortar semakin besar kuat tarik mortar. Semen merupakan bahan yang sifat adesif lebih besar dari sifat kohesifnya sehingga semakin besar proporsi mortar maka semakin besar kuat tarik mortar. Pengaruh

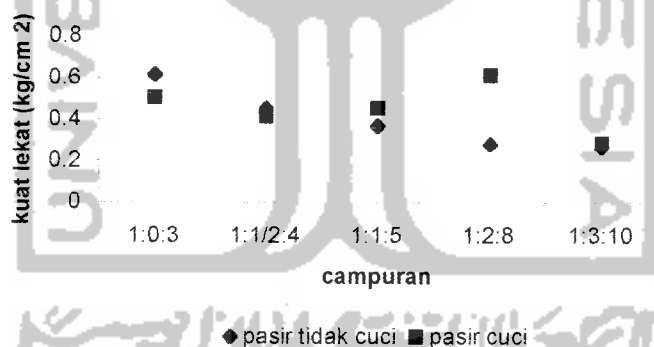
pencucian pasir terhadap kuat tarik mortar tidak dapat menunjukkan hasil yang signifikan, karena kuat tarik mortar sangat dipengaruhi oleh banyaknya semen.

5.1.2.4 Hasil Pengujian dan Pembahasan Lekatan Mortar dengan Bata

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui beban maksimal yang mampu ditahan oleh lekatan antara mortar dengan bata. Beban yang digunakan diasumsikan berupa beban tarik. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Gambar 5.6 serta untuk data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 18.

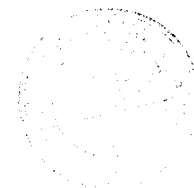
Tabel 5.9 Tabel Kuat Lekatan Mortar dengan Bata

Campuran	Pasir Tidak Cuci					Pasir Cuci				
	1:0:3	1:1/2:4	1:1:5	1:2:8	1:3:10	1:0:3	1:1/2:4	1:1:5	1:2:8	1:3:10
P Maks	96	67	55	58	40	96	105	85	91	60
P rerata	76	55	45	34.2	32.4	62.6	63.25	54.2	75.4	43.5
A (kg/cm ²)	0.615	0.452	0.369	0.280	0.265	0.506	0.412	0.452	0.611	0.285



Gambar 5.6 Grafik Kuat Lekatan Mortar dan Bata

Dari Gambar 5.6 diperoleh kuat lekatan mortar Sleman dan bata Sleman terbesar pada campuran mortar 1:0:3 dengan menggunakan pasir tidak cuci sebesar 0.615 kg/cm². Pola kerusakan yang terjadi pada sampel uji dengan



campuran 1:0:3, 1:1/2:4, 1:1:5 dan 1:2:8 rata-rata terjadi kerusakan pada bata, sedangkan pada sampel uji dengan campuran 1:3:10 kerusakan terjadi pada mortar baik pada pasir tidak cuci dan pasir cuci. Hal ini dapat dilihat pada Lampiran 18.

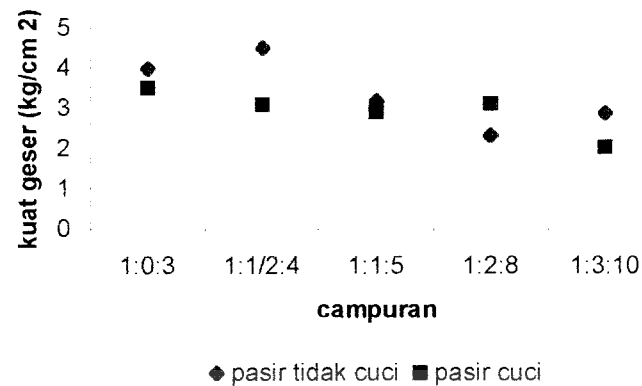
Pada umumnya, terdapat kecenderungan semakin besar proporsi semen akan menambah kuat lekatan, sedangkan semakin besar proporsi kapur dan pasir akan mengurangi kuat lekatan. Kecenderungan ini juga terdapat pada pengujian kuat tekan dan kuat tarik mortar karena menurut teori kuat tekan dan kuat tarik mortar mempengaruhi kuat lekatan mortar.

5.1.3 Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat Geser Pasangan Bata

pengujian ini bertujuan untuk mengetahui beban geser maksimal yang masih mampu ditahan oleh dinding pasangan bata dengan 5 variasi campuran dan tegangan geser maksimal yang terjadi pada setiap variasi campuran. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan Gambar 5.7 serta untuk keterangan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 19.

Tabel 5.10 Tabel Kuat Geser Pasangan Bata

Campuran	Pasir Tidak Cuci					Pasir Cuci				
	1:0:3	1:1/2:4	1:1:5	1:2:8	1:3:10	1:0:3	1:1/2:4	1:1:5	1:2:8	1:3:10
P Maks(kg)	2290	2485	1970	1362.5	1390	1825	1685	1395	2195	1050
P rerata(kg)	1780	2083.33	1376.7	1032.5	1293.33	1541.67	1454.17	1328.33	1358.33	890
Ss_{Max} (kg/cm ²)	4.690	5.454	4.529	3.097	3.248	4.191	3.409	2.923	4.709	2.394
Ss rerata (kg/cm ²)	3.974	4.479	3.165	2.314	2.857	3.493	3.072	2.885	3.091	2.021



Gambar 5.7 Grafik Kuat Geser Pasangan Bata

Dari pengujian yang telah dilakukan diperoleh kuat geser pasangan bata Sleman terbesar pada campuran mortar 1:1/2:4 dengan menggunakan pasir tidak cuci sebesar 4.479 kg/cm².

Pada campuran mortar 1:0:3, 1:1/2:4, 1:1:5 dan 1:2:8 baik menggunakan pasir cuci dan tidak cuci, kerusakan sampel uji terjadi pada bata. Sedangkan pada campuran 1:3:10 (pasir cuci dan tidak cuci) kerusakan sampel uji terjadi pada mortar. Pola kerusakan yang terjadi pada bata belum dapat menggambarkan pengaruh variasi campuran mortar yang sesungguhnya karena mortar belum mencapai nilai maksimal dalam menahan beban geser. Sedangkan pola kerusakan yang terjadi pada mortar berlaku sebaliknya, sehingga dapat dijadikan dasar untuk mengetahui pengaruh variasi campuran mortar terhadap kuat geser pasangan bata. Dari hasil pengujian untuk campuran 1:3:10 nilai kuat geser pasangan bata yang menggunakan pasir tidak cuci lebih besar daripada pasir cuci. Pola-pola kerusakan pada sampel uji tersebut menunjukkan adanya pengaruh karakteristik bata dan

mortar terhadap kuat geser pasangan bata. Pola kerusakan pada sampel uji kuat geser pasangan bata dapat dilihat pada Lampiran 19.

5.1.4 Pembahasan Hubungan Hasil Pengujian Kuat Tekan Bata, Mortar dan Kuat Geser Dinding Pasangan Bata

Subbab ini membahas hubungan hasil pengujian mortar, bata dan kuat geser dinding pasangan bata untuk memperoleh variasi campuran mortar yang mampu memberikan kekuatan yang optimum menahan beban geser saat dipakai untuk campuran dinding pasangan bata dan hemat dari segi biaya. Kekuatan dinding pasangan bata dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu bata, mortar dan lekatan antara mortar dan bata.

Faktor bata yang ditinjau adalah kuat tekannya karena asumsi yang dipakai adalah bata sebagai bahan yang bersifat getas. Kuat tekan menjadi pertimbangan utama saat menganalisis bahan yang bersifat getas. Asumsi ini juga dipakai untuk menganalisis faktor mortar.

Dari hasil pengujian kuat tekan bata diperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 77.3 kg/cm^2 . Nilai kuat tekan mortar yang dipakai adalah yang mendekati nilai kuat tekan rata-rata bata karena untuk memperoleh kuat tekan yang optimum. Hasil pengujian kuat tekan mortar diperoleh nilai sebesar 72.253 kg/cm^2 pada campuran mortar 1:1/2:4 dengan pasir tidak cuci. Variasi campuran ini harus diperbandingkan dengan hasil pengujian kuat lekatan mortar dengan bata dan kuat geser dinding pasangan bata.

Hasil pengujian kuat lekatan mortar dengan bata menunjukkan nilai kuat lekatan mortar terlalu kecil dibandingkan nilai kuat tekan bata dan mortar. Pola kerusakan sampel uji yang terjadi pada bata kecuali pada sampel uji campuran 1:3:10 yang kerusakannya terjadi karena lepasnya mortar. Hal ini terjadi baik pada campuran mortar yang menggunakan pasir tidak cuci dan cuci. Kerusakan pada bata menyebabkan nilai kuat lekat kecil. Lekatan mortar pada campuran 1:0:3, 1:1/2:4, 1:1:5 dan 1:2:8 (pasir tidak cuci dan cuci) terlalu kuat melekat sehingga merusak bata, sedangkan pada campuran 1:3:10 (pasir tidak cuci dan cuci) nilai lekatannya terlalu kecil. Dari pembahasan kuat lekatan diperoleh kesimpulan bahwa campuran mortar yang optimum untuk lekatan terletak antara proporsi 1:2:8 dan 1:3:10.

Hasil pengujian kuat geser pasangan bata menunjukkan bahwa pola kerusakan sampel uji terjadi pada bata (untuk campuran 1:0:3, 1:1/2:4, 1:1:5 dan 1:2:8) dan mortar (untuk campuran 1:3:10). Pola-pola kerusakan tersebut menunjukkan bahwa nilai kuat geser yang diperoleh tidak optimal.

Nilai kuat geser yang optimal ditunjukkan oleh pola kerusakan yang terjadi baik pada bata dan mortar. Pola kerusakan dengan nilai kuat geser yang optimal menunjukkan bahwa baik bata dan mortar telah mencapai nilai maksimalnya dalam menahan beban geser. Dari pembahasan di atas menunjukkan kesimpulan bahwa campuran mortar yang optimum menahan geser terletak antara proporsi campuran 1:2:8 dan 1:3:10. Kesimpulan tersebut sama dengan kesimpulan pembahasan hasil pengujian lekatan.

Dari pembahasan hasil pengujian kuat tekan bata, mortar dan kuat geser pasangan bata di atas diperoleh kesimpulan bahwa variasi campuran mortar dengan proporsi antara 1:2:8 dan 1:3:10 optimum menahan beban geser dan segi biaya lebih hemat daripada menggunakan variasi campuran yang lain.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan merupakan hasil dari penelitian ini, sedangkan saran yang disampaikan dimaksudkan untuk lebih memperdalam pengetahuan tentang kelanjutan penelitian ini.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai kuat geser dinding pasangan bata daerah Sleman dengan variasi campuran mortar dapat diambil kesimpulan yang meliputi karakteristik bata, karakteristik mortar, dan kuat geser pasangan bata.

6.1.1 Karakteristik Bata

Dari hasil pengujian untuk bata Sleman dapat diambil kesimpulan, yaitu :

1. dari hasil penentuan dimensi bata diperoleh $p = 233.548$ mm, $b = 110.467$ mm, dan $d = 54.687$ mm. Dari hasil tersebut diperoleh kesimpulan bahwa dimensi bata Sleman dibawah toleransi penyimpangan maksimal dimensi bata yang diatur SNI NI-10 1964 kecuali pada tebalnya. Panjang bata Sleman diperoleh penyimpangan sebesar 1.5426 % dari panjang bata jenis kecil. Lebar bata Sleman diperoleh penyimpangan sebesar 0.588 % dari lebar bata jenis kecil. Tebal bata Sleman diperoleh penyimpangan sebesar 9,374 % dari tebal bata jenis kecil.

2. penentuan berat jenis bata Sleman adalah 1.3655 gr/cm^3 ,
3. dari hasil pengujian *Modulus Rupture* bata Sleman diperoleh nilai *modulus rupture* rata-rata 5.984 kg/cm^2 dan maksimal 7.945 kg/cm^2 ,
4. dari pengujian kuat tekan bata Sleman diperoleh kuat tekan bata rata-rata adalah 77.3 kg/cm^2 dan kuat tekan rata-rata bata Sleman termasuk kuat tekan kelas III menurut SNI NI-10 1964,
5. dari hasil penentuan serapan air diperoleh rata-rata % kandungan air yang dapat diserap oleh bata Sleman sebesar 25.612% dari keseluruhan berat kering bata. Hasil pengujian yang telah dilakukan tidak sesuai ketentuan menurut Tjokrodimulyo (1992), dan
6. dari hasil pengujian kadar garam diperoleh rata-rata % kadar garam sebesar 1.1% dari keseluruhan luas permukaan bata. Menurut SNI NI-1964 kadar garam daerah Sleman termasuk dalam kategori tidak membahayakan dan dapat dipakai dalam pembuatan pasangan bata.

6.1.2 Karakteristik Mortar

Dari hasil pengujian untuk mortar Sleman dapat diambil kesimpulan, yaitu :

1. dari hasil pengujian kandungan lumpur dalam pasir diperoleh % kandungan lumpur sebesar 3.5% , sehingga pasir Sleman memenuhi syarat PBB1 1971,
2. dari pengujian kuat tekan mortar diperoleh kuat tekan mortar Sleman terbesar pada campuran mortar 1:0:3 dengan menggunakan pasir tidak cuci sebesar 312.553 kg/cm^2 , penambahan proporsi kapur dan pasir pada campuran mortar mengurangi

kuat tekan mortar dan penggunaan pasir tidak cuci pada tiap variasi campuran mortar memberikan kuat tekan mortar lebih besar daripada pasir cuci,

3. dari pengujian kuat tarik mortar Sleman diperoleh kuat tarik mortar Sleman terbesar pada campuran mortar 1:0:3 dengan menggunakan pasir tidak cuci sebesar 17.613 kg/cm², penambahan proporsi kapur dan pasir pada campuran mortar mengurangi kuat tarik mortar dan penggunaan pasir tidak cuci pada tiap variasi campuran mortar memberikan kuat tarik mortar lebih besar daripada pasir cuci, dan
4. dari pengujian kuat lekatan mortar dan bata diperoleh kuat lekatan mortar Sleman dan bata Sleman terbesar pada campuran mortar 1:0:3 dengan menggunakan pasir tidak cuci sebesar 0.615 kg/cm². Pola kerusakan yang terjadi pada sampel uji dengan campuran 1:0:3, 1:1/2:4, 1:1:5 dan 1:2:8 rata-rata terjadi kerusakan pada bata, sedangkan pada sampel uji dengan campuran 1:3:10 kerusakan terjadi pada mortar .

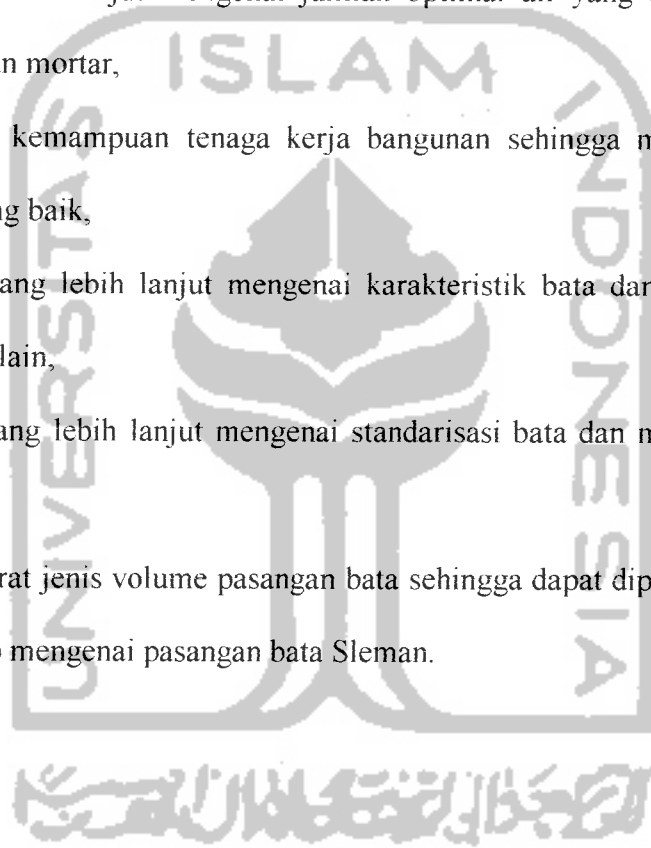
6.1.3 Kuat Geser Pasangan Bata

Dari pengujian kuat geser pasangan bata diperoleh kuat geser pasangan bata Sleman terbesar pada campuran mortar 1:1/2:4 dengan menggunakan pasir tidak cuci sebesar 4.479 kg/cm². Pada campuran mortar 1:0:3, 1:1/2:4, 1:1:5 dan 1:2:8 (pasir cuci dan tidak cuci), kerusakan sampel uji terjadi pada bata. Sedangkan pada campuran 1:3:10 (pasir cuci dan tidak cuci) kerusakan sampel uji terjadi pada mortar. Nilai kuat geser pasangan bata yang menggunakan pasir tidak cuci lebih besar daripada pasir cuci. Pola-pola kerusakan pada sampel uji menunjukkan adanya pengaruh karakteristik bata dan mortar terhadap kuat geser pasangan bata.

6.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan pada penelitian ini adalah :

1. perlu penelitian lebih lanjut mengenai campuran mortar dengan proporsi antara 1:2:8 dan 1:3:10 agar diperoleh proporsi campuran yang lebih spesifik,
2. perlu penelitian lebih lanjut mengenai bata Sleman yang tahan terhadap beban geser,
3. perlu penelitian lebih lanjut mengenai jumlah optimal air yang digunakan untuk membuat campuran mortar,
4. perlu standarisasi kemampuan tenaga kerja bangunan sehingga mampu membuat pasangan bata yang baik,
5. perlu penelitian yang lebih lanjut mengenai karakteristik bata dan mortar Sleman dengan parameter lain,
6. perlu penelitian yang lebih lanjut mengenai standarisasi bata dan mortar Indonesia, dan
7. perlu diketahui berat jenis volume pasangan bata sehingga dapat diperoleh informasi yang lebih lengkap mengenai pasangan bata Sleman.



DAFTAR PUSTAKA

- _____. (1992), “ **Annual Book Of ASTM Standards**”, Section 4 Construction, Volume 04.05, Philadelphia, USA.
- _____. (1977), “**Overseas Building Notes**”, Overseas Division Building Research Station”, Watford, WD2 7JR grind, British.
- Atindriana, S. (2004),” **Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Daerah Sleman Jogjakarta Dengan Variasi Campuran Mortar**”, Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta, (Sedang Berlangsung).
- CEEDEDS. (2003), “ **Hasil Penelitian Kekuatan Material Tembokan Di Wilayah Pulau Jawa Pada Bangunan Rumah Sederhana**”, CEEDEDS UII, Jogjakarta.
- Christensen, L.B. (1974),”**Some Experiments On Bond Strength With Indonesian Bricks And Mortars**”, UNIDO Technical Papers, No 53/74/034, Bandung.
- Elliot, K.S. and A.K. Tovey. (1992),”**Precast Concrete Buildings, Design Guide**”, British Cement Association, British.
- Frick, H and P.L. Setiawan. (2001),”**Ilmu Bahan Bangunan Jilid III**”, Yayasan Kanisius, Yogyakarta.
- Gere, J.M. and S.P. Timoshenko. (1987),”**Mekanika Bahan Jilid I**”, Erlangga, Jakarta.

Prayogi, P. dan Solihatun, (2004), "**Kuat Lentur Dinding Pasangan Bata Daerah Sleman Jogjakarta Dengan Variasi Campuran Mortar**", Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta, (Sedang Berlangsung).

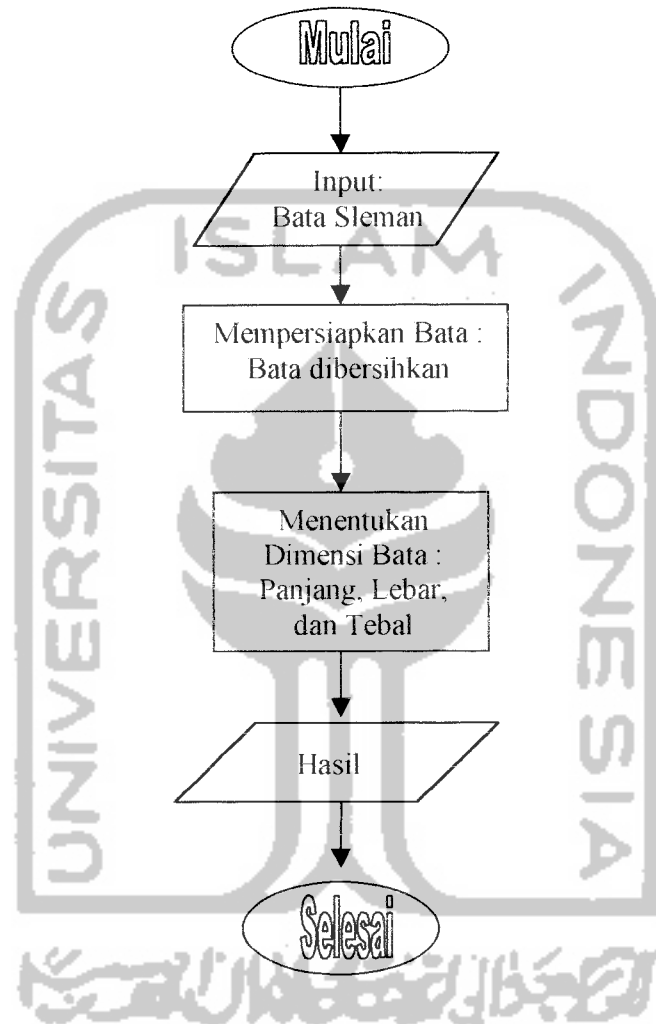
SK-SNI-NI-10 (1964), "**Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan**", Departemen Pekerjaan Umum Dan Tenaga Listrik, Direktorat Jenderal Ciptakarya, Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Jakarta.

Tjokrodinuljo, K. (1992), "**Bahan Bangunan**", Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.

Widodo, (2000), "**Perilaku Bangunan Sederhana (Non Engineered Building) Akibat Gempa Bumi**", Fakultas Teknik Sipil (FTSP), Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

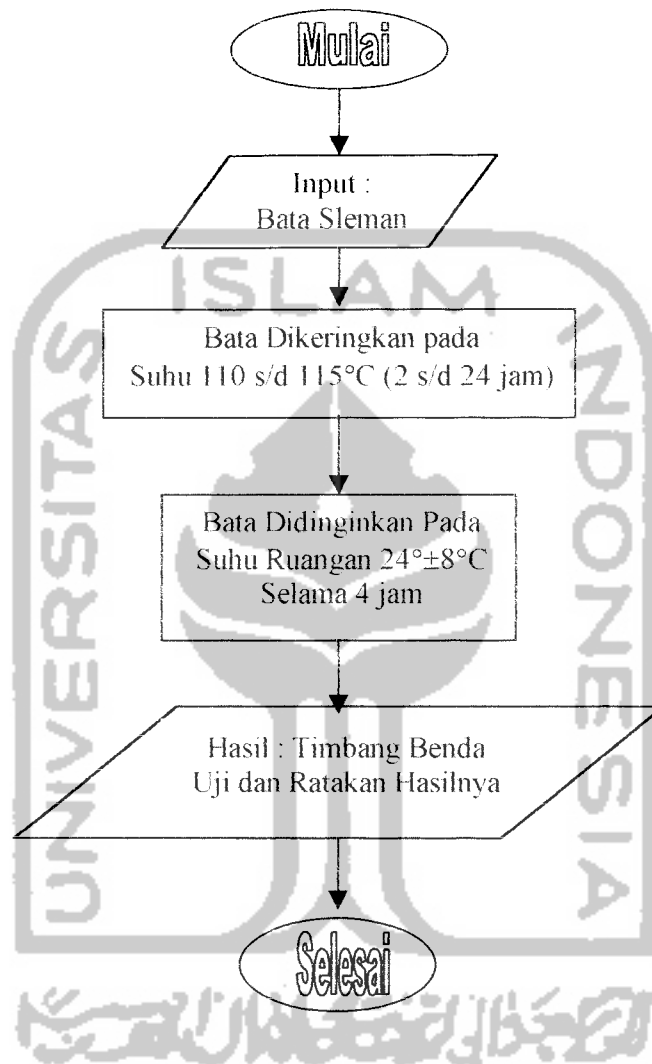






Gambar L.1 Gambar Bagan Alir Dimensi Bata

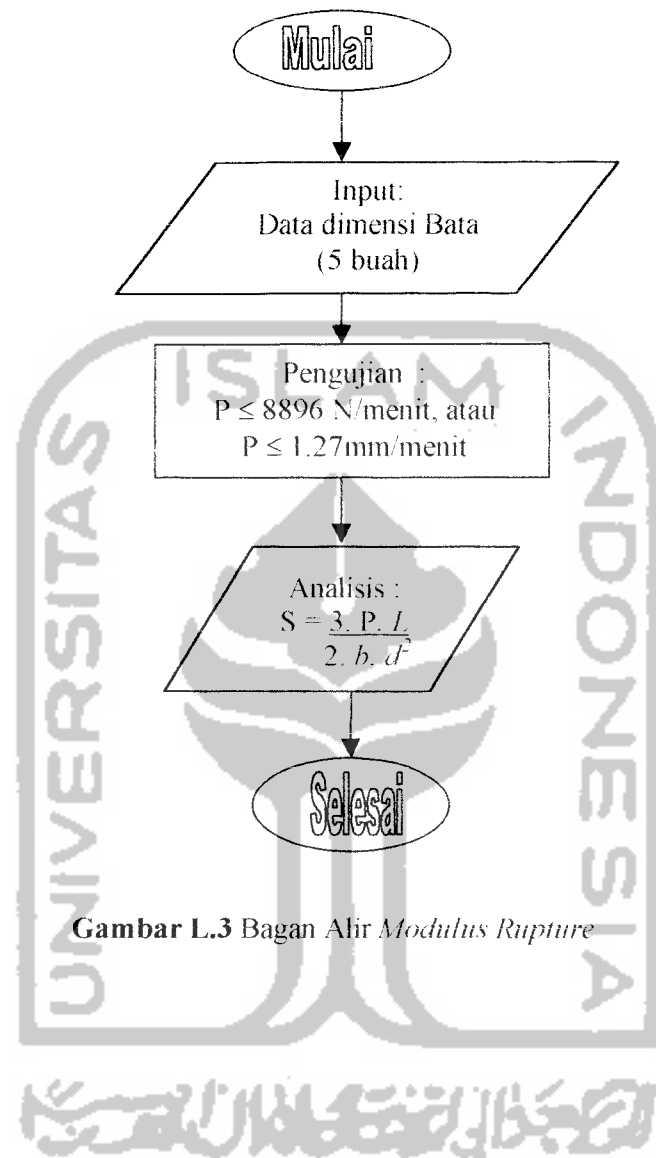




Gambar L.2 Bagan Alir Berat Bata

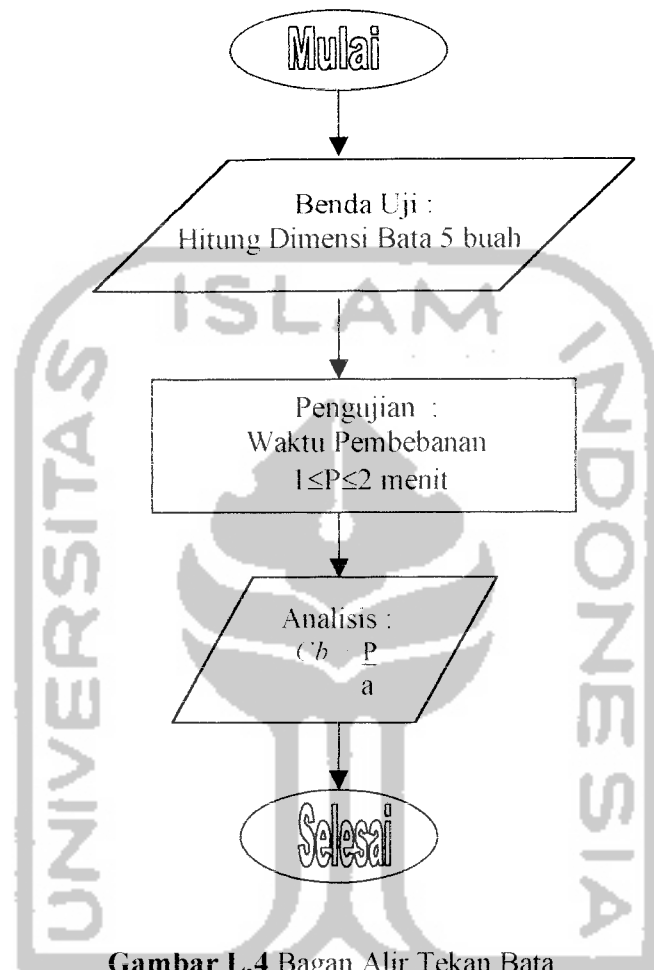


LAMPIRAN 3



Gambar L.3 Bagan Alir Modulus Rupture

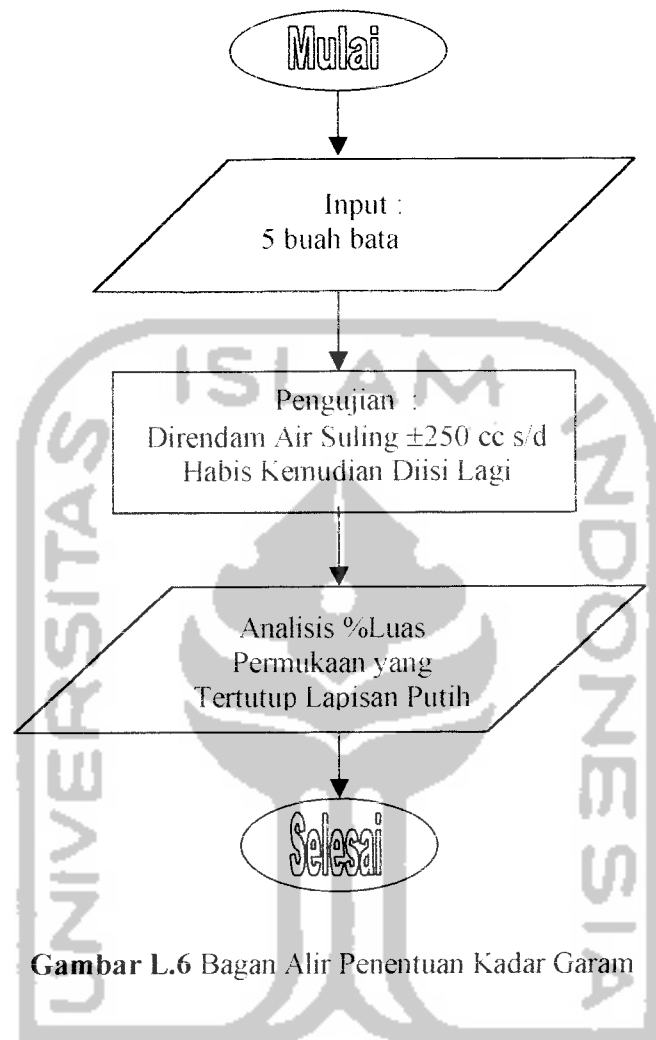




Gambar L.4 Bagan Alir Tekan Bata

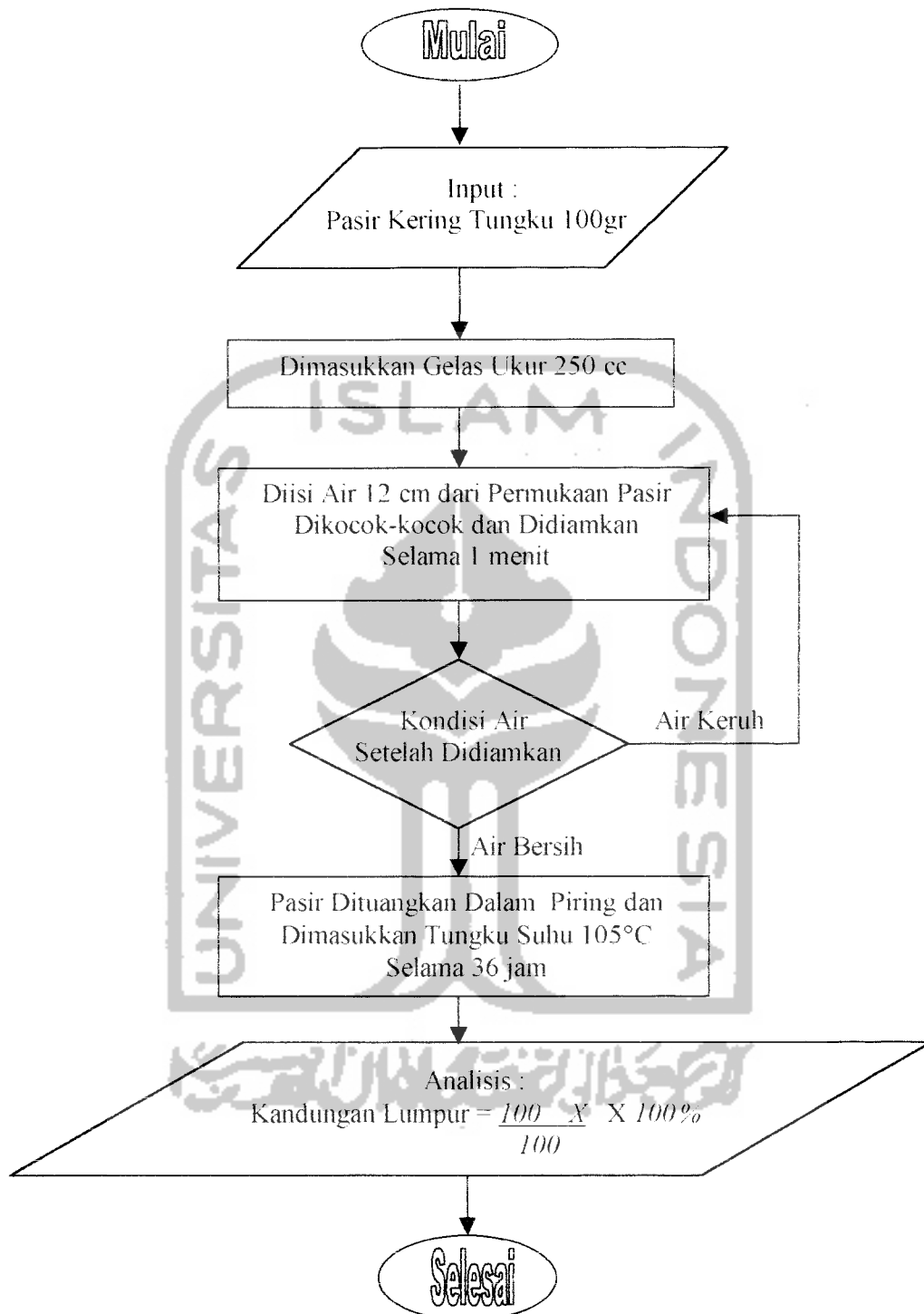






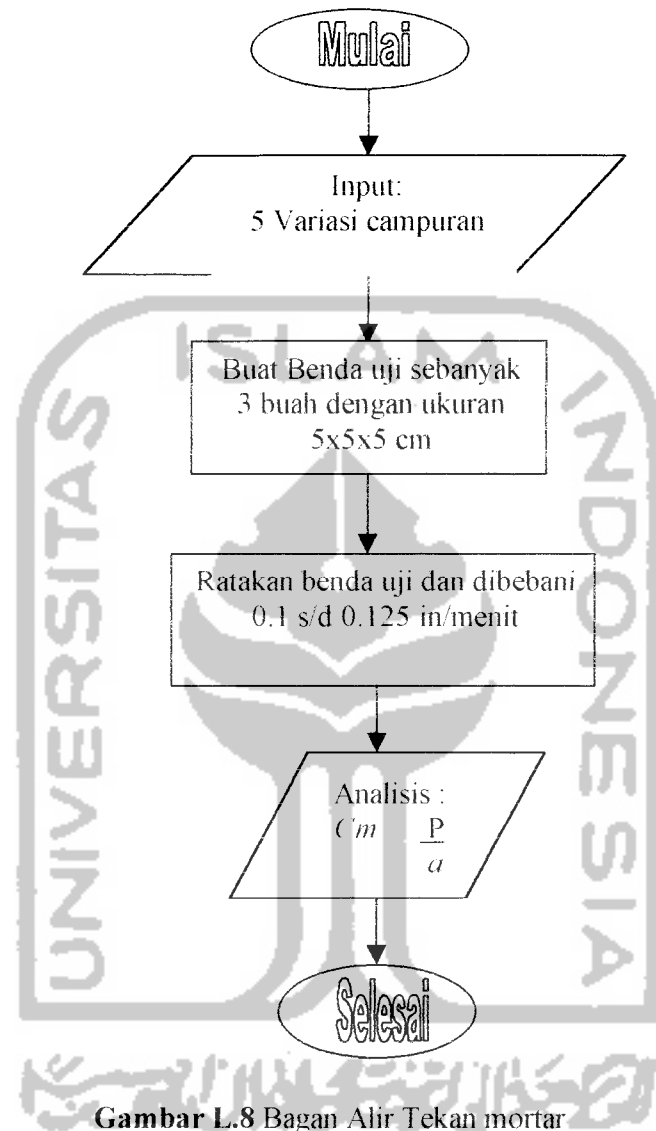
Gambar L.6 Bagan Alir Penentuan Kadar Garam





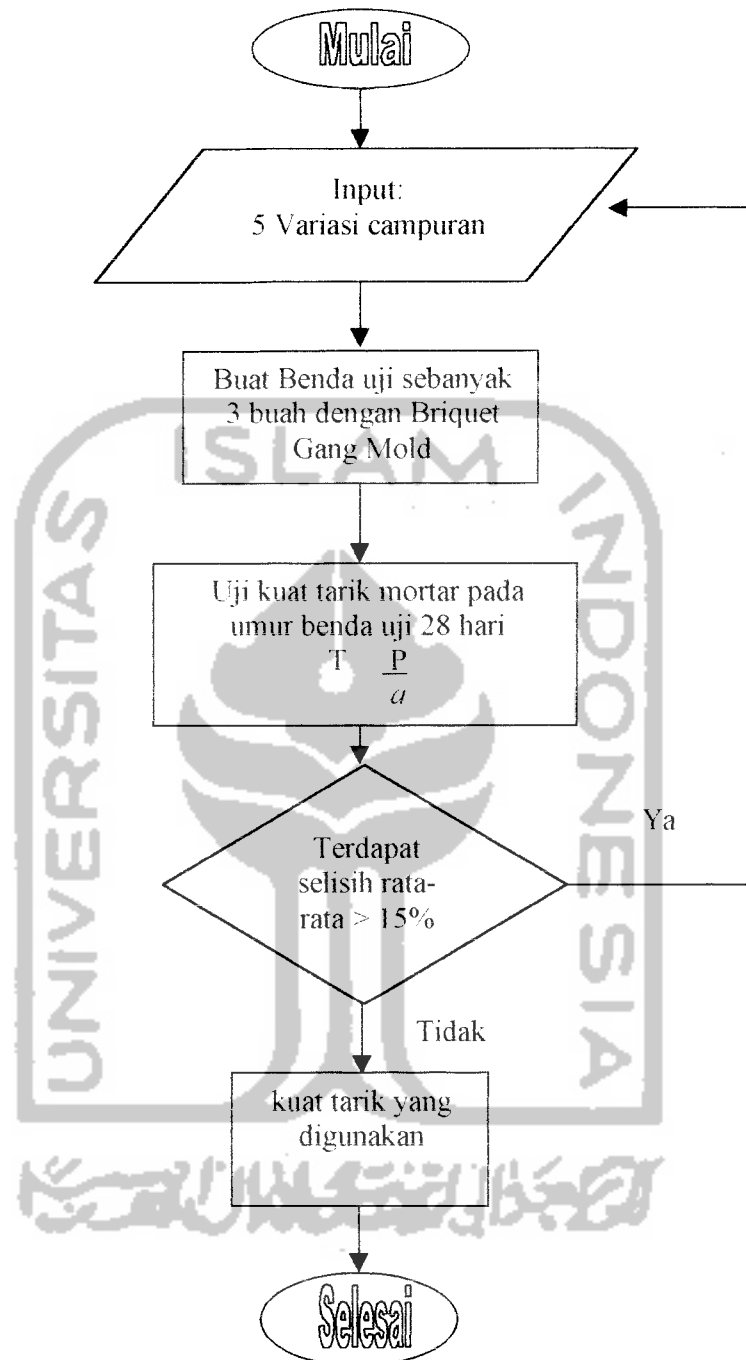
Gambar L.7 Bagan Alir Pemeriksaan Kandungan Lumpur Dalam Pasir



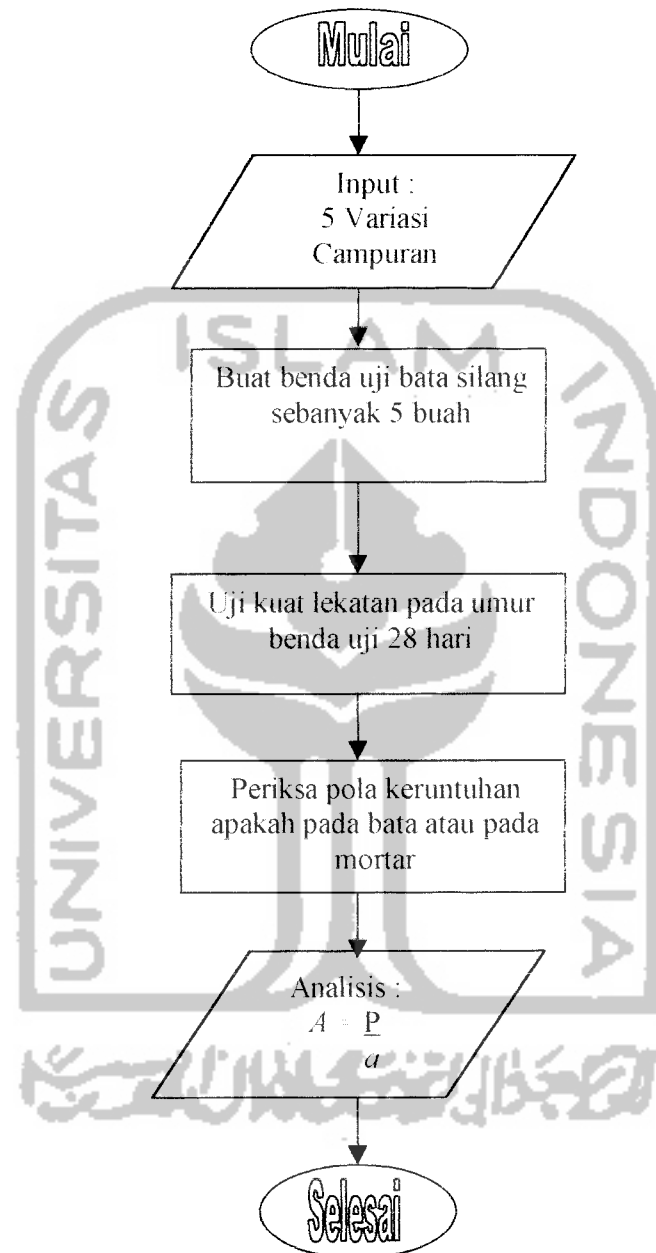


Gambar L.8 Bagan Alir Tekan mortar



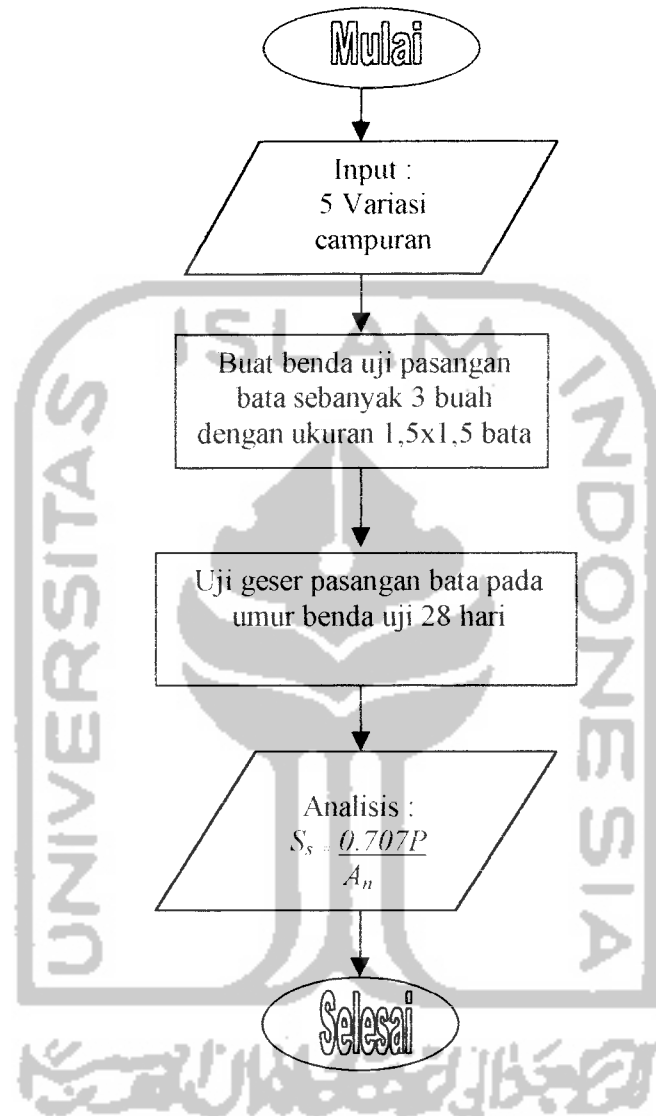
**Gambar L.9** Bagan Alir Tarik mortar





Gambar L.10 Bagan Alir Kuat Lekatan Mortar dengan Bata





Gambar L.11 Bagan Alir Geser Pasangan





Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp.(0274) 895042, 895707 Jogjakarta

Tabel L.12 Tabel Dimensi Bata

Dimensi	Sampel Bata																			
	1	2		3		4		5		6		7		8		9		10		
P (cm)	23.360	23.345	23.200	23.205	22.992	23.051	23.600	23.589	23.492	23.467	23.276	23.260	23.276	23.260	23.206	23.253	23.500	23.537	23.530	23.581
	23.330	23.210	23.210	23.110	23.110	23.110	23.578	23.578	23.442	23.244	23.244	23.244	23.244	23.244	23.300	23.300	23.574	23.537	23.632	
L (cm)	10.972	11.008	11.058	11.044	11.154	11.077	11.024	11.039	11.026	10.980	11.110	11.105	11.110	11.105	11.084	11.058	11.030	11.001	11.100	11.050
	11.044	11.030	11.030	11.044	11.000	11.077	11.054	11.054	10.934	10.934	11.100	11.105	11.100	11.100	11.032	11.032	10.972	11.001	11.000	11.000
T (cm)	5.770	5.735	5.582	5.504	5.622	5.536	5.400	5.330	4.956	5.000	5.600	5.471	5.600	5.471	5.300	5.250	5.500	5.500	5.828	5.890
	5.700	5.426	5.426	5.504	5.450	5.536	5.260	5.330	5.044	5.044	5.342	5.471	5.342	5.471	5.200	5.200	5.500	5.500	5.952	
Vol (cm ³)	1473.790	1410.543	1413.540	1387.927	1288.338	1413.172	1413.172	1413.172	1413.172	1413.172	1413.172	1413.172	1413.172	1413.172	1349.941	1424.118	1424.118	1424.118	1534.758	

Tabel L.12 Tabel Berat Jenis (BJ) Material

Berat	Sampel Bata																			
	1	2		3		4		5		6		7		8		9		10		
Wasal	2120.5	2127	2100	2004.5	1828	1909	2027	1937.5	2019	2075.5	2022.5	2027	1933	1878.5	1878.5	1965	1965	2022.5	2022.5	
Wkering	2003.5	1930	2021.5	1924	1748.5	1832.5	1933	1878.5	1965	2022.5	2022.5	1933	1878.5	1878.5	1965	1965	1965	2022.5	2022.5	
BJ bata (gr/cm ³)	1.3594	1.3683	1.4301	1.3862	1.3572	1.2967	1.3678	1.3915	1.3798	1.3178	1.3178	1.3678	1.3678	1.3915	1.3915	1.3798	1.3798	1.3178	1.3178	

rata2 BJ 1.3655



Tabel L.13 Tabel Pengujian *Modulus Rupture* Bata
 Jarak antar dukungan (L) = 15 cm

Dimensi	Sampel Bata									
	1		2		3		4		5	
P (cm)	22.974	22.975	23.000	23.013	23.456	23.451	23.200	23.390	23.076	23.062
	22.976		23.026		23.446		23.580		23.048	
L (cm)	10.944	10.910	10.972	10.986	10.936	10.908	10.926	10.981	11.000	11.022
	10.876		11.000		10.880		11.036		11.044	
T (cm)	5.664	5.632	5.548	5.674	5.144	5.279	5.618	5.609	5.600	5.612
	5.600		5.800		5.414		5.600		5.624	
Luas.A (cm ²)	250.657		252.821		255.804		256.846		254.189	

Tabel Kuat Rupture

Beban	Sampel Bata				
	1	2	3	4	5
P max (Kg)	122.2	101.2	76.2	66.2	86.2
Waktu	7' 11"	5' 56"	3' 56"	3' 52"	4' 47"
Modulus of rupture, (S)	7.945	6.438	5.640	4.311	5.587
Keterangan	*bata *berlubang-lubang	*sedikit berongga, patahnya agak hancur	*patah hancur *pembakaran merata *campuran heterogen	*patah hancur *pembakaran merata *campuran heterogen	*sedikit rongga kecil-kecil *pembakaran rata *warna coklat *campuran heterogen





Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp.(0274) 895042, 895707 Jogjakarta

Tabel L.14 Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Bata

Dimensi	Nomor Sampel									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Panjang (cm)	23.640 23.580	23.350 23.400	22.980 23.080	22.970 23.020	23.040 23.120	23.080	23.030	22.995	23.080	23.080
Lebar (cm)	10.910 11.000	10.94 10.84	11.050 10.950	11.060 11.130	10.980 10.990	11.000	11.000	11.095	10.985	10.985
Tebal (cm)	5.170 5.330	4.920 5.000	5.380 5.580	5.230 5.290	4.950 4.980	5.480	5.480	5.260	4.965	4.965
Luas (cm ²)	258.648	254.554	253.330	255.130	253.534					
Pmax(kg)	168	195	190	225	207					
Cb (kg/cm ²)	0.650	0.766	0.750	0.882	0.816					
Cb rata rata			0.773							





Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp.(0274) 895042, 895707 Jogjakarta

Tabel L.15 Tabel Penentuan Serapan Air

Berat	Sampel Bata									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Berat asal (gr)	1991	2044	2089	1928	1932	1890	1919	2110	1890	1965
Berat kering (gr)	1967	2024	2037	1882	1896	1862	1903	2080	1862	1942
Berat basah (gr)	2469	2526	2542	2404	2420	2333	2378	2601	2336	2425
% Kand. Air	25.521	24.802	24.791	27.736	27.637	25.295	24.961	25.048	25.456	24.871
Average % Kand.air	25.612									





PENGUJIAN KUAT TEKAN MORTAR PASIR CUCI

Lokasi : Sleman
Campuran : 1:0:3
Keterangan : Pasir Cuci
Tgl buat : 09 - 10 - 2003

Tgl Uji : 07 - 11 - 2003

Dimensi	Nomor Mortar					
	1		2		3	
Panjang (cm)	5.080	5.030	5.040	5.070	4.990	4.990
	4.980		5.100		4.990	
Lebar (cm)	5.010	5.050	5.260	5.175	5.120	5.100
	5.090		5.090		5.080	
Tebal (cm)	5.140	5.145	5.070	5.075	5.130	5.135
	5.150		5.080		5.140	
Luas (cm ²)	25.402		26.237		25.449	
Berat (gr)	264		263.2		260.2	
Pmax (Kg)	8350		6425		7600	

Lokasi : Sleman
Campuran : 1:1/2:4
Keterangan : Pasir Cuci
Tgl buat : 09 - 10 - 2003

Tgl Uji : 05 - 11 - 2003

Dimensi	Nomor Mortar					
	1		2		3	
Panjang (cm)	5.140	5.165	5.020	5.015	5.000	5.010
	5.190		5.010		5.020	
Lebar (cm)	5.080	5.075	5.060	5.100	5.100	5.045
	5.070		5.140		4.990	
Tebal (cm)	4.960	4.985	5.020	5.020	5.050	5.050
	5.010		5.020		5.050	
Luas (cm ²)	26.212		25.577		25.275	
Berat (gr)	245		245.7		243.2	
Pmax (Kg)	2865		2720		3080	

Lokasi : Sleman
Campuran : 1:1:5
Keterangan : Pasir Cuci
Tgl buat : 09 - 10 - 2003

Tgl Uji : 07 - 11 - 2003

Dimensi	Nomor Mortar					
	1		2		3	
Panjang (cm)	5.110	5.060	5.060	5.025	5.060	5.035
	5.010		4.990		5.010	
Lebar (cm)	5.060	5.065	5.000	4.980	5.140	5.105
	5.070		4.960		5.070	
Tebal (cm)	5.070	5.055	5.150	5.160	5.050	5.055
	5.040		5.170		5.060	
Luas (cm ²)	25.629		25.025		25.704	
Berat (gr)	224.5		226		225.4	
Pmax (Kg)	1170		1200		1160	



PENGUJIAN KUAT TEKAN MORTAR PASIR CUCI

Lokasi : Sleman

Campuran : 1:2:8

Keterangan : Pasir Cuci

Tgl buat : 09 - 10 - 2003

Tgl Uji : 08 - 11 - 2003

Dimensi	Jumlah Mortar					
	1		2		3	
Panjang (cm)	5.040	5.020	5.000	4.985	5.330	5.310
	5.000		4.970		5.290	
Lebar (cm)	5.350	5.330	5.250	5.220	5.080	5.075
	5.310		5.190		5.070	
Tebal (cm)	5.130	5.135	5.090	5.095	5.030	5.055
	5.140		5.100		5.080	
Luas (cm ²)	26.757		26.022		26.948	
Berat (gr)	236.5		233		233.7	
Pmax (Kg)	336.5		337.5		355	

Lokasi : Sleman

Campuran : 1:3:10

Keterangan : Pasir Cuci

Tgl buat : 09 - 10 - 2003

Tgl Uji : 08 - 11 - 2003

Dimensi	Jumlah Mortar					
	1		2		3	
Panjang (cm)	4.990	4.995	5.000	4.995	5.080	5.105
	5.000		4.990		5.130	
Lebar (cm)	5.230	5.215	5.240	5.245	5.000	4.975
	5.200		5.250		4.950	
Tebal (cm)	5.100	5.130	5.070	5.055	5.140	5.150
	5.160		5.040		5.160	
Luas (cm ²)	26.049		26.199		25.397	
Berat (gr)	227.2		225.7		226.2	
Pmax (Kg)	150		130		152.5	

وَالْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ



PENGUJIAN KUAT TEKAN MORTAR PASIR TIDAK CUCI

Lokasi : Sleman
Campuran : 1:0:3
Keterangan : Pasir tdk Cuci
Tgl buat : 09 - 10 - 2003

Tgl Uji : 05 - 11 - 2003

Dimensi	Nomor Mortar					
	1		2		3	
Panjang (cm)	5.040	5.030	5.010	4.995	5.260	5.270
	5.020		4.980		5.280	
Lebar (cm)	5.270	5.275	5.150	5.180	4.980	4.960
	5.280		5.210		4.940	
Tebal (cm)	4.990	4.990	5.050	5.055	5.080	5.075
	4.990		5.060		5.070	
Luas (cm ²)	26.533		25.874		26.139	
Berat (gr)	290		287.7		290.9	
Pmax (Kg)	6575		9250		8725	

Lokasi : Sleman
Campuran : 1:1/2:4
Keterangan : Pasir tdk Cuci
Tgl buat : 09 - 10 - 2003

Tgl Uji : 05 - 11 - 2003

Dimensi	Nomor Mortar					
	1		2		3	
Panjang (cm)	5.140	5.105	5.010	4.995	5.260	5.270
	5.070		4.980		5.280	
Lebar (cm)	5.070	5.075	5.150	5.180	4.980	4.960
	5.080		5.210		4.940	
Tebal (cm)	5.010	4.985	5.050	5.055	5.080	5.075
	4.960		5.060		5.070	
Luas (cm ²)	25.908		25.874		26.139	
Berat (gr)	290		287.7		290.9	
Pmax (Kg)	2570		2800		260.1	

Lokasi : Sleman
Campuran : 1:1:5
Keterangan : Pasir tdk Cuci
Tgl buat : 09 - 10 - 2003

Tgl Uji : 05 - 11 - 2003

Dimensi	Nomor Mortar					
	1		2		3	
Panjang (cm)	5.030	5.025	4.940	4.955	5.110	5.130
	5.020		4.970		5.150	
Lebar (cm)	5.330	5.325	5.210	5.235	4.940	4.980
	5.320		5.260		5.020	
Tebal (cm)	5.040	5.050	5.050	5.050	5.080	5.070
	5.060		5.050		5.060	
Luas (cm ²)	26.758		25.939		25.547	
Berat (gr)	251.5		240.2		239.2	
Pmax (Kg)	1570		1540		1580	



PENGUJIAN KUAT TEKAN MORTAR PASIR TIDAK CUCI

Lokasi : Sleman
Campuran : 1:2:8
Keterangan : Pasir tdk Cuci
Tgl buat : 09 - 10 - 2003

Tgl Uji : 05 - 11 - 2003

Dimensi	Nomor Mortar					
	1		2		3	
Panjang (cm)	5.080	5.080	4.970	4.950	5.000	4.995
	5.080		4.930		4.990	
Lebar (cm)	4.970	5.000	5.060	5.155	5.040	5.035
	5.030		5.250		5.030	
Tebal (cm)	5.060	5.070	5.050	5.040	5.030	5.030
	5.080		5.030		5.030	
Luas (cm ²)	25.400		25.517		25.150	
Berat (gr)	243.8		247.5		237.9	
Pmax (Kg)	510		520		415	

Lokasi : Sleman
Campuran : 1:3:10
Keterangan : Pasir tdk Cuci
Tgl buat : 08 - 10 - 2003

Tgl Uji : 05 - 11 - 2003

Dimensi	Nomor Mortar					
	1		2		3	
Panjang (cm)	4.960	4.955	4.960	4.960	4.910	4.925
	4.950		4.960		4.940	
Lebar (cm)	5.070	5.125	5.210	5.210	5.020	5.090
	5.180		5.210		5.160	
Tebal (cm)	5.020	5.010	5.050	5.050	5.070	5.070
	5.000		5.050		5.070	
Luas (cm ²)	25.394		25.842		25.068	
Berat (gr)	239.2		237.7		233.8	
Pmax (Kg)	220		185		195	

وَمَا كُنَّا بِمُعْجِزِينَ لَهَا وَلَئِنَّ آيَاتِنَا لَهُمْ لَكَاثِرَةٌ وَإِنَّهُمْ لَكَاذِبِينَ





KUAT TARIK MORTAR PASIR TIDAK CUCI

Dimensi Mortar	Campuran : 1 ; 0 ; 3		
	1	2	3
b (cm)	3.200	3.240	3.210
h (cm)	2.900	2.860	2.890
Luas, a (cm ²)	9.280	9.266	9.277
P _{max} (kg)	170.0	200.0	120.0
Berat (gr)	178.5	177.5	174.0
Teg.(kg/cm ²)	18.319	21.583	12.935

Dimensi Mortar	Campuran : 1 ; 1/2 ; 4		
	1	2	3
b (cm)	2.920	3.050	3.020
h (cm)	2.750	2.810	2.760
Luas, a (cm ²)	8.030	8.571	8.335
P _{max} (kg)	83.0	53.0	81.0
Berat (gr)	154.7	155.0	154.0
Teg.(kg/cm ²)	10.336	6.184	9.718

Dimensi Mortar	Campuran : 1 ; 1 ; 5		
	1	2	3
b (cm)	2.950	2.950	3.000
h (cm)	2.860	2.830	2.790
Luas, a (cm ²)	8.437	8.349	8.370
P _{max} (kg)	50.0	80.0	55.0
Berat (gr)	151.5	151.1	146.0
Teg.(kg/cm ²)	5.926	9.583	6.571

Dimensi Mortar	Campuran : 1 ; 2 ; 8		
	1	2	3
b (cm)	2.940	2.850	3.080
h (cm)	2.780	2.740	2.760
Luas, a (cm ²)	8.173	7.809	8.501
P _{max} (kg)	14.0	27.0	15.0
Berat (gr)	139.5	143.0	145.0
Teg.(kg/cm ²)	1.713	3.458	1.765

Dimensi Mortar	Campuran : 1 ; 3 ; 10		
	1	2	3
b (cm)	3.060	3.080	3.170
h (cm)	2.740	2.800	2.730
Luas, a (cm ²)	8.384	8.624	8.654
P _{max} (kg)	15.0	5.0	10.0
Berat (gr)	138.5	138.0	140.0
Teg.(kg/cm ²)	1.789	0.580	1.156



KUAT TARIK MORTAR PASIR CUCI

Dimensi Mortar	Campuran : 1 ; 0 ; 3		
	1	2	3
b (cm)	2.960	2.910	3.040
h (cm)	2.780	2.810	2.800
Luas, a (cm ²)	8.229	8.177	8.512
P _{max} (kg)	125.0	190.0	95.0
Berat (gr)	167.0	167.5	166.5
Teg.(kg/cm ²)	15.191	23.236	11.161

Dimensi Mortar	Campuran : 1 ; 1/2 ; 4		
	1	2	3
b (cm)	3.270	3.180	3.170
h (cm)	2.930	2.860	2.940
Luas, a (cm ²)	9.581	9.095	9.320
P _{max} (kg)	135.0	108.0	105.0
Berat (gr)	170.0	164.0	156.0
Teg.(kg/cm ²)	14.090	11.875	11.266

Dimensi Mortar	Campuran : 1 ; 1 ; 5		
	1	2	3
b (cm)	3.200	3.010	3.160
h (cm)	2.850	2.820	2.770
Luas, a (cm ²)	9.120	8.488	8.753
P _{max} (kg)	35.0	55.0	60.0
Berat (gr)	156.0	146.0	143.5
Teg.(kg/cm ²)	3.838	6.480	6.855

Dimensi Mortar	Campuran : 1 ; 2 ; 8		
	1	2	3
b (cm)	3.210	3.160	3.200
h (cm)	2.900	2.910	2.960
Luas, a (cm ²)	9.309	9.196	9.472
P _{max} (kg)	22.0	13.0	18.0
Berat (gr)	141.3	154.0	158.0
Teg.(kg/cm ²)	2.363	1.414	1.900

Dimensi Mortar	Campuran : 1 ; 3 ; 10		
	1	2	3
b (cm)	2.930	2.950	3.000
h (cm)	2.910	2.940	2.760
Luas, a (cm ²)	8.526	8.673	8.280
P _{max} (kg)	15.0	5.0	5.0
Berat (gr)	144.0	148.5	134.0
Teg.(kg/cm ²)	1.759	0.577	0.604





PENGUJIAN LEKATAN BATA PASIR TIDAK CUCI

Dimensi	Lokasi : SLEMAN						Tgl buat : 09 - 10 - 2003			
	Campuran : 1 : 0 : 3						Tgl Uji : 07 - 11 - 2003			
Lekatan Bata	1		2		3		4		5	
Panjang (cm)	11.190	11.175	11.140	11.145	11.150	11.160	11.270	11.195	11.260	11.255
	11.160		11.150		11.170		11.120		11.250	
Lebar (cm)	11.060	11.050	11.050	11.055	11.100	11.070	11.070	11.030	11.070	11.055
	11.040		11.060		11.040		10.990		11.040	
Luas (cm ²)	123.484		123.208		123.541		123.481		124.424	
P _{max} (kg)	73.0		75.0		74.0		96.0		62.0	
Waktu	4' 22"		4' 32"		4' 28"		5' 44"		3' 45"	
Teg.(kg/cm ²)	0.591		0.609		0.599		0.777		0.498	
Berat (Kg)	4.8		4.8		5.0		5.0		4.8	
Ket.Rusak	Bata Patah		Bata Patah		Bata Patah		Bata Patah		Bata Patah	

Dimensi	Lokasi : SLEMAN						Tgl buat : 09 - 10 - 2003			
	Campuran : 1 : 1/2 : 4						Tgl Uji : 06 - 11 - 2003			
Lekatan Bata	1		2		3		4		5	
Panjang (cm)	11.100	11.090	11.080	11.100	11.000	11.040	11.020	11.025	11.030	11.010
	11.080		11.120		11.080		11.030		10.990	
Lebar (cm)	10.890	10.915	11.030	11.000	11.150	11.145	11.140	11.070	10.970	10.940
	10.940		10.970		11.140		11.000		10.910	
Luas (cm ²)	121.047		122.100		123.041		122.047		120.449	
P _{max} (kg)	35		65		67		45		63	
Waktu	2' 7"		3' 47"		4' 7"		2' 36"		3' 4"	
Teg.(kg/cm ²)	0.289		0.532		0.545		0.369		0.523	
Berat (Kg)	4.6		4.8		4.6		4.9		4.5	
Ket.Rusak	Bata Patah		Bata Patah		Bata Patah		Lekatan Lepas		Bata Patah Bata Terkelupas	

Dimensi	Lokasi : SLEMAN						Tgl buat : 09 - 10 - 2003			
	Campuran : 1 : 1 : 5						Tgl Uji : 06 - 11 - 2003			
Lekatan Bata	1		2		3		4		5	
Panjang (cm)	11.15	11.140	11.10	11.105	11.02	11.060	11.05	11.050	10.96	10.955
	11.13		11.11		11.10		11.05		10.95	
Lebar (cm)	11.09	11.040	10.95	11.020	11.06	11.070	10.95	11.020	10.96	11.030
	10.99		11.09		11.08		11.09		11.10	
Luas (cm ²)	122.986		122.377		122.434		121.771		120.834	
P _{max} (kg)	40		40		40		55		50	
Waktu	2' 5"		2' 22"		2' 20"		3' 14"		3' 3"	
Teg.(kg/cm ²)	0.325		0.327		0.327		0.452		0.414	
Berat (Kg)	4.3		4.2		4.3		4.3		4.4	
Ket.Rusak	Bata Patah		Bata Patah		Bata Patah		Bata Patah		Bata Patah	



Dimensi	Lokasi : SLEMAN						Tgl buat : 09 - 10 - 2003			
	Campuran : 1 : 2 : 8						Tgl Uji : 06 - 11 - 2003			
Lekatan Bata	1		2		3		4		5	
Panjang (cm)	11.020	11.025	11.000	10.995	11.130	11.140	10.960	10.960	11.100	11.130
	11.030		10.990		11.150		10.960		11.160	
Lebar (cm)	11.140	11.135	11.070	11.035	11.080	11.080	10.960	10.975	11.040	11.035
	11.130		11.000		11.080		10.990		11.030	
Luas (cm ²)	122.763		121.330		123.431		120.286		122.820	
P _{max} (kg)	45		25		58		38		5	
Waktu	2' 25"		56"		3' 13"		2' 10"		14"	
Teg.(kg/cm ²)	0.367		0.206		0.470		0.316		0.041	
Berat (Kg)	4.8		4.7		4.7		4.7		4.9	
Ket.Rusak	Bata Patah		Bata Terkelupas		Bata Patah & Hancu		Bata Patah		Lekatan Lepas	

Dimensi	Lokasi : SLEMAN						Tgl buat : 08 - 10 - 2003			
	Campuran : 1 : 3 : 10						Tgl Uji : 06 - 11 - 2003			
Lekatan Bata	1		2		3		4		5	
Panjang (cm)	10.970	11.030	11.070	11.080	11.090	11.085	11.060	11.055	10.980	10.985
	11.090		11.090		11.080		11.050		10.990	
Lebar (cm)	11.090	11.100	11.130	11.070	11.100	11.095	11.050	11.020	11.000	10.985
	11.110		11.010		11.090		10.990		10.970	
Luas (cm ²)	122.433		122.656		122.988		121.826		120.670	
P _{max} (kg)	20		30		35		40		37	
Waktu	1' 12"		1' 35"		1' 54"		2' 33"		14"	
Teg.(kg/cm ²)	0.163		0.245		0.285		0.328		0.307	
Berat (Kg)	4.2		4.3		4.7		4.5		4.4	
Ket.Rusak	Mortar Lepas		Mortar Lepas		Bata Patah		Lekatan Lepas		Lekatan Lepas	



PENGUJIAN LEKATAN BATA PASIR CUCI

Dimensi	Lokasi : SLEMAN						Tgl buat : 10 - 10 - 2003			
	Campuran : 1 : 0 : 3						Tgl Uji : 08 - 11 - 2003			
Lekatan Bata	1		2		3		4		5	
Panjang (cm)	11.180	11.155	11.090	11.065	11.090	11.080	11.220	11.225	11.240	11.210
	11.130		11.040		11.070		11.230		11.180	
Lebar (cm)	11.030	11.030	11.070	11.035	11.200	11.155	11.130	11.165	11.000	11.010
	11.030		11.000		11.110		11.200		11.020	
Luas (cm ²)	123.040		122.102		123.597		125.327		123.422	
P _{max} (kg)	55		70		30		96		62	
Waktu	3' 8"		4' 5"		1' 53"		5' 21"		3' 33"	
Teg.(kg/cm ²)	0.447		0.573		0.243		0.766		0.502	
Berat (Kg)	4.7		4.85		4.8		4.8		4.7	
Ket.Rusak	Bata Patah		Bata Patah		Bata Patah		Bata Patah		Bata Patah	

Dimensi	Lokasi : SLEMAN						Tgl buat : 09 - 10 - 2003			
	Campuran : 1 : 1/2 : 4						Tgl Uji : 07 - 11 - 2003			
Lekatan Bata	1		2		3		4		5	
Panjang (cm)	11.210	11.170	11.090	11.110	11.290	11.195	11.060	11.045	11.000	11.050
	11.130		11.130		11.100		11.030		11.100	
Lebar (cm)	10.970	10.980	11.000	11.010	11.030	10.980	11.040	11.025	11.000	11.025
	10.990		11.020		10.930		11.010		11.050	
Luas (cm ²)	122.647		122.321		122.921		121.771		121.826	
P _{max} (kg)	68		35		45		NA		105	
Waktu	4' 8"		2' 5"		2' 36"		*		6' 12"	
Teg.(kg/cm ²)	0.554		0.286		0.366		*		0.862	
Berat (Kg)	4.4		4.55		4.55		*		4.6	
Ket.Rusak	Bata Patah		Bata Patah		Bata Patah		*		Bata Patah	

Dimensi	Lokasi : SLEMAN						Tgl buat : 08 - 10 - 2003			
	Campuran : 1 : 1 : 5						Tgl Uji : 06 - 11 - 2003			
Lekatan Bata	1		2		3		4		5	
Panjang (cm)	11.080	11.020	11.070	11.065	10.940	10.940	11.110	11.140	11.050	11.005
	10.960		11.060		10.940		11.170		10.960	
Lebar (cm)	11.050	10.555	11.080	11.065	10.980	10.530	10.970	10.990	10.940	10.960
	10.060		11.050		10.080		11.010		10.980	
Luas (cm ²)	116.316		122.434		115.198		122.429		120.615	
P _{max} (kg)	20		74		57		35		85	
Waktu	1' 12"		4' 16"		3' 21"		2' 9"		5' 1"	
Teg.(kg/cm ²)	0.172		0.604		0.495		0.286		0.705	
Berat (Kg)	4.55		4.6		4.4		4.5		4.7	
Ket.Rusak	Lekatan Lepas		Bata Patah		Bata Patah		Lekatan Lepas		Bata Terkelupas	



Dimensi	Lokasi : SLEMAN						Tgl buat : 10 - 10 - 2003			
	Campuran : 1 : 2 : 8						Tgl Uji : 08 - 11 - 2003			
Lekatan Bata	1		2		3		4		5	
Panjang (cm)	11.120	11.080	11.220	11.185	11.150	11.115	11.120	11.130	11.110	11.140
	11.040		11.150		11.080		11.140		11.170	
Lebar (cm)	11.020	10.985	11.120	11.185	11.220	11.135	10.950	10.940	11.220	11.105
	10.950		11.250		11.050		10.930		10.990	
Luas (cm ²)	121.714		125.104		123.766		121.762		123.710	
P _{max} (kg)	52		87		65		82		91	
Waktu	3' 8"		5' 21"		3' 54"		4' 42"		5' 32"	
Teg. (kg/cm ²)	0.427		0.695		0.525		0.673		0.736	
Berat (Kg)	4.5		4.5		4.7		4.8		4.35	
Ket.Rusak	Bata Patah		Mortar Lepas		Bata Patah		Bata Patah		Bata Patah	

Dimensi	Lokasi : SLEMAN						Tgl buat : 10 - 10 - 2003			
	Campuran : 1 : 3 : 10						Tgl Uji : 07 - 11 - 2003			
Lekatan Bata	1		2		3		4		5	
Panjang (cm)	11.110	11.090	11.100	11.090	11.050	11.155	11.060	11.110	11.040	11.020
	11.070		11.080		11.260		11.160		11.000	
Lebar (cm)	11.000	10.980	11.010	11.020	11.110	11.100	10.950	11.075	11.060	11.025
	10.960		11.030		11.090		11.200		10.990	
Luas (cm ²)	121.768		122.212		123.821		123.043		121.496	
P _{max} (kg)	33		28		NA		60		53	
Waktu	1' 55"		1' 38"		*		3' 35"		3' 5"	
Teg. (kg/cm ²)	0.271		0.229		*		0.488		0.436	
Berat (Kg)	4.8		4.75		*		4.6		4.55	
Ket.Rusak	Lekatan Lepas		Lekatan Lepas		*		Lekatan Lepas		Lekatan Lepas	





PENGUJIAN KUAT GESER PASANGAN BATA PASIR TIDAK CUCI

Lokasi : SLEMAN

Camp. : 1:0:3 Tidak Cuci

Tanggal Pembuatan : 12-Oct-03

Tanggal Pengujian : 15-Nov-03

Dimensi	Number of Specimen					
	1		2		3	
b _{spesimen} (cm)	36.400	36.450	36.000	36.300	35.900	35.900
	36.500		36.600		35.900	
d _{spesimen} (cm)	11.110	11.090	10.980	11.035	11.100	11.045
	11.070		11.090		10.990	
h _{spesimen} (cm)	39.600	39.650	39.700	39.600	40.800	40.150
	39.700		39.500		39.500	
b x h	1445.243		1437.480		1441.385	
n	0.818		0.707		0.715	
P _{max} (Kg)	2290		1480		1570	
An	345.175		296.076		300.290	
Ss	4.690		3.534		3.696	

Lokasi : SLEMAN

Camp. : 1:1/2:4 Tidak Cuci

Tanggal Pembuatan : 12-Oct-03

Tanggal Pengujian : 15-Nov-03

Dimensi	Number of Specimen					
	1		2		3	
b _{spesimen} (cm)	35.800	36.000	35.800	35.950	36.600	36.800
	36.200		36.100		37.000	
d _{spesimen} (cm)	11.070	11.040	11.190	11.095	11.090	11.015
	11.010		11.000		10.940	
h _{spesimen} (cm)	39.700	39.900	39.700	39.850	40.600	40.550
	40.100		40.000		40.500	
b x h	1436.400		1432.608		1492.240	
n	0.806		0.766		0.768	
P _{max} (Kg)	2260		2485		1505	
An	337.688		322.103		327.172	
Ss	4.732		5.454		3.252	



PENGUJIAN KUAT GESER PASANGAN BATA PASIR TIDAK CUCI

Lokasi : SLEMAN

Camp. : 1;1;5 Tidak Cuci

Tanggal Pembuatan : 14-Oct-03

Tanggal Pengujian : 15-Nov-03

Dimensi	ber of Specimen					
	1		2		3	
b _{spesimen} (cm)	36.800	36.900	36.600	36.800	37.000	37.000
	37.000		37.000		37.000	
d _{spesimen} (cm)	11.038	11.069	11.100	11.086	10.934	11.044
	11.100		11.072		11.154	
h _{spesimen} (cm)	39.200	39.550	39.400	39.200	39.000	39.000
	39.900		39.000		39.000	
b x h	1459.395		1442.560		1443.000	
n	0.730		0.730		0.730	
P _{max} (Kg)	990		1970		1170	
An	308.872		307.526		306.361	
Ss	2.266		4.529		2.700	

Lokasi : SLEMAN

Camp. : 1;2;8 Tidak Cuci

Tanggal Pembuatan : 13-Oct-03

Tanggal Pengujian : 15-Nov-03

Dimensi	ber of Specimen					
	1		2		3	
b _{spesimen} (cm)	35.800	36.000	36.200	36.150	35.900	35.700
	36.200		36.100		35.500	
d _{spesimen} (cm)	11.080	11.045	11.000	10.995	11.000	11.030
	11.010		10.990		11.060	
h _{spesimen} (cm)	38.700	38.400	39.600	39.650	39.600	39.850
	38.100		39.700		40.100	
b x h	1382.400		1433.348		1422.645	
n	0.757		0.751		0.782	
P _{max} (Kg)	1362.5		885		850	
An	311.032		312.950		325.827	
Ss	3.097		1.999		1.844	



PENGUJIAN KUAT GESER PASANGAN BATA PASIR TIDAK CUCI

Lokasi : SLEMAN

Camp. : 1:3:10 Tidak Cuci

Tanggal Pembuatan : 13-Oct-03

Tanggal Pengujian : 15-Nov-03

Dimensi	Number of Specimen					
	1		2		3	
b _{spesimen} (cm)	36.000	36.200	36.200	36.500	36.500	36.500
	36.400		36.800		36.500	
d _{spesimen} (cm)	11.000	11.015	11.200	11.095	11.050	11.070
	11.030		10.990		11.090	
h _{spesimen} (cm)	39.200	39.100	39.500	39.250	38.400	38.250
	39.000		39.000		38.100	
b x h	1415.420		1432.625		1396.125	
n	0.803		0.720		0.793	
P _{max} (Kg)	1365		1390		1125	
An	333.016		302.561		328.097	
Ss	2.898		3.248		2.424	





PENGUJIAN KUAT GESER PASANGAN BATA PASIR CUCI

Lokasi : SLEMAN

Camp. : 1:0:3 Cuci

Tanggal Pembuatan : 16-Oct-03

Tanggal Pengujian : 15-Nov-03

Dimensi	Number of Specimen					
	1		2		3	
b _{spesimen} (cm)	36.100	36.400	36.200	36.200	36.200	36.450
	36.700		36.200		36.700	
d _{spesimen} (cm)	10.980	11.000	11.070	11.010	11.000	10.980
	11.020		10.950		10.960	
h _{specimen} (cm)	40.300	40.800	39.400	40.000	40.700	41.100
	41.300		40.600		41.500	
b x h	1485.120		1448.000		1498.095	
n	0.725		0.750		0.740	
P _{max} (Kg)	1825		1405		1395	
An	307.835		314.611		315.055	
Ss	4.191		3.157		3.130	

Lokasi : SLEMAN

Camp. : 1:1/2:4 Cuci

Tanggal Pembuatan : 13-Oct-03

Tanggal Pengujian : 15-Nov-03

Dimensi	Number of Specimen					
	1		2		3	
b _{spesimen} (cm)	36.100	36.350	36.100	36.200	36.200	36.250
	36.600		36.300		36.300	
d _{spesimen} (cm)	11.060	11.000	11.070	11.065	11.090	11.090
	10.940		11.060		11.090	
h _{specimen} (cm)	39.500	39.400	38.900	39.000	39.800	39.500
	39.300		39.100		39.200	
b x h	1432.190		1411.800		1431.875	
n	0.804		0.840		0.756	
P _{max} (Kg)	1325		1685		1352.5	
An	334.967		349.477		317.546	
Ss	2.797		3.409		3.011	



PENGUJIAN KUAT GESER PASANGAN BATA PASIR CUCI

Lokasi : SLEMAN

Camp. : 1:1:5 Cuci

Tanggal Pembuatan : 16-Oct-03

Tanggal Pengujian : 13-Nov-03

Dimensi	Number of Specimen					
	1		2		3	
b _{spesimen} (cm)	36.200	36.100	36.500	36.450	35.900	36.050
	36.000		36.400		36.200	
d _{spesimen} (cm)	10.940	11.030	11.020	10.980	11.220	11.175
	11.120		10.940		11.130	
h _{spesimen} (cm)	40.400	40.100	40.300	40.150	40.200	40.050
	39.800		40.000		39.900	
b x h	1447.610		1463.468		1443.803	
n	0.803		0.718		0.803	
P _{max} (Kg)	1395		1365		1225	
An	337.455		301.943		341.443	
Ss	2.923		3.196		2.537	

Lokasi : SLEMAN

Camp. : 1:2:8 Cuci

Tanggal Pembuatan : 15-Oct-03

Tanggal Pengujian : 13-Nov-03

Dimensi	Number of Specimen					
	1		2		3	
b _{spesimen} (cm)	36.200	36.250	36.500	36.350	37.100	37.000
	36.300		36.200		36.900	
d _{spesimen} (cm)	11.100	11.100	11.070	11.060	11.100	11.120
	11.100		11.050		11.140	
h _{spesimen} (cm)	40.600	41.000	41.100	40.650	40.500	40.600
	41.400		40.200		40.700	
b x h	1486.250		1477.628		1502.200	
n	0.674		0.774		0.681	
P _{max} (Kg)	980		2195		900	
An	288.969		329.577		293.822	
Ss	2.398		4.709		2.166	



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp.(0274) 895042, 895707 Jogjakarta

PENGUJIAN KUAT GESER PASANGAN BATA PASIR CUCI

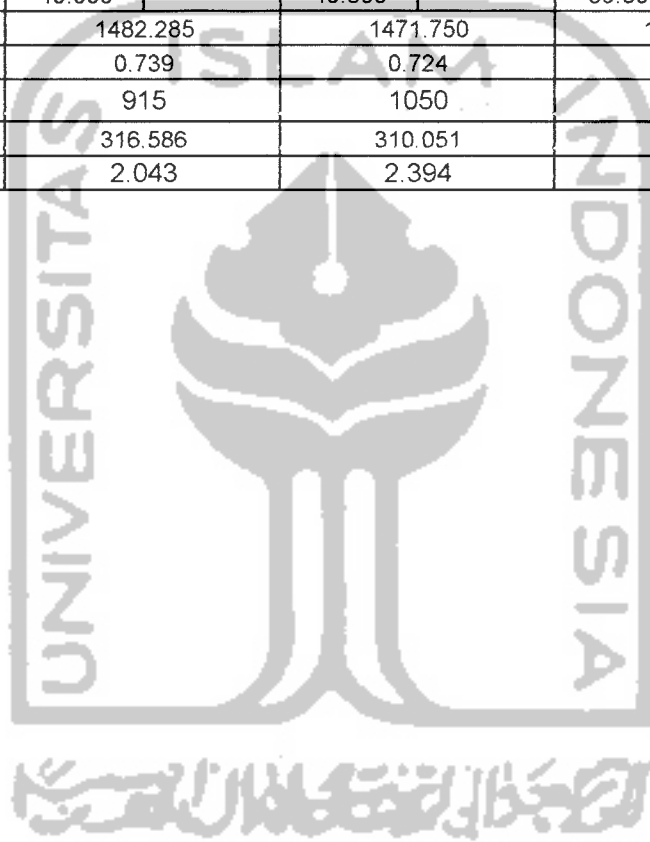
Lokasi : SLEMAN

Camp. : 1:3:10 Cuci

Tanggal Pembuatan : 14-Oct-03

Tanggal Pengujian : 15-Nov-03

Dimensi	Number of Specimen					
	1		2		3	
b _{spesimen} (cm)	37.000	37.150	36.400	36.250	36.200	36.400
	37.300		36.100		36.600	
d _{spesimen} (cm)	11.060	11.120	11.170	11.145	11.230	11.180
	11.180		11.120		11.130	
h _{specimen} (cm)	39.800	39.900	40.600	40.600	38.800	39.300
	40.000		40.600		39.800	
b x h	1482.285		1471.750		1430.520	
n	0.739		0.724		0.725	
P _{max} (Kg)	915		1050		705	
An	316.586		310.051		306.793	
Ss	2.043		2.394		1.625	



**POLA KERUSAKAN GESER
VARIASI CAMPURAN MORTAR
1 : 0 : 3 DENGAN PASIR TIDAK CUCI**

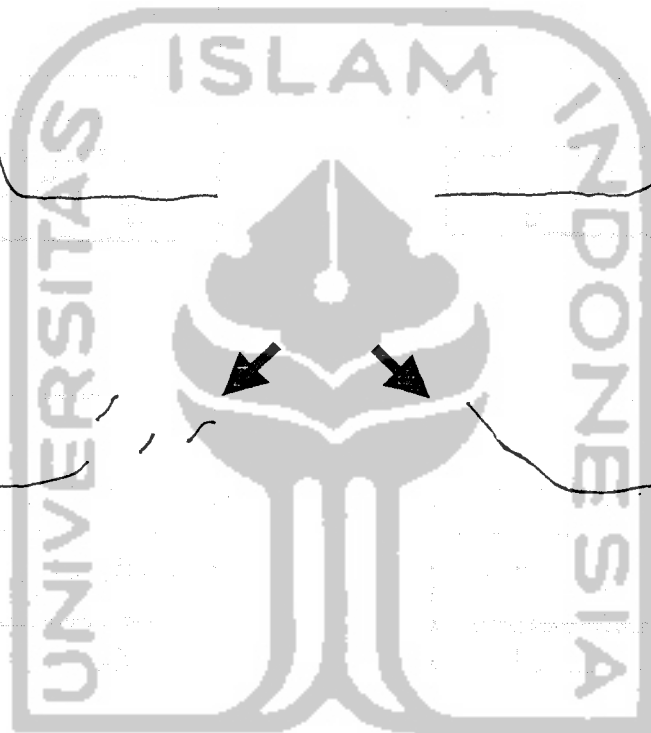
SAMPEL UJI 1



SAMPEL UJI 2

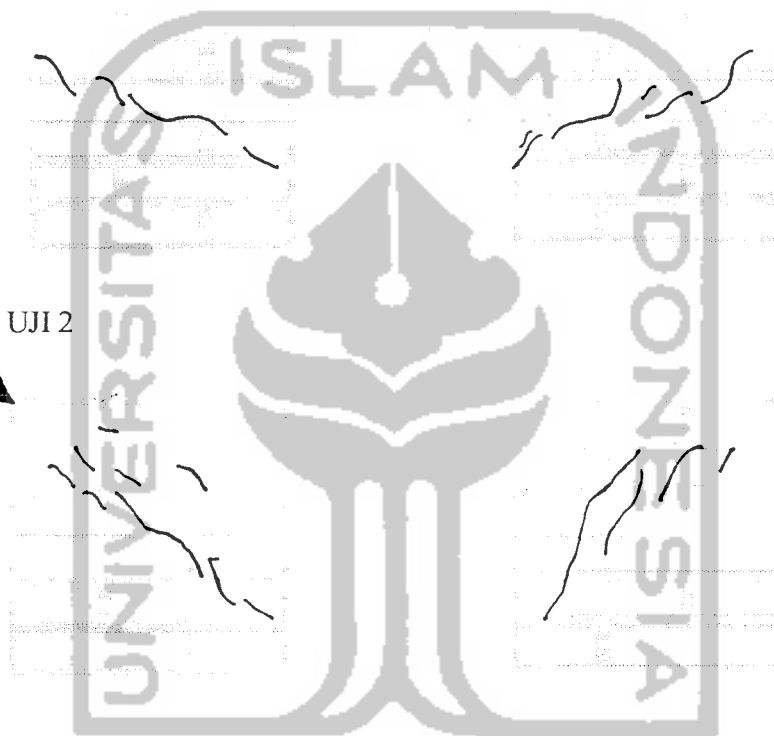


SAMPEL UJI 3



**POLA KERUSAKAN GESER
VARIASI CAMPURAN MORTAR
1 : 1/2 : 4 DENGAN PASIR TIDAK CUCI**

SAMPEL UJI 1



SAMPEL UJI 2

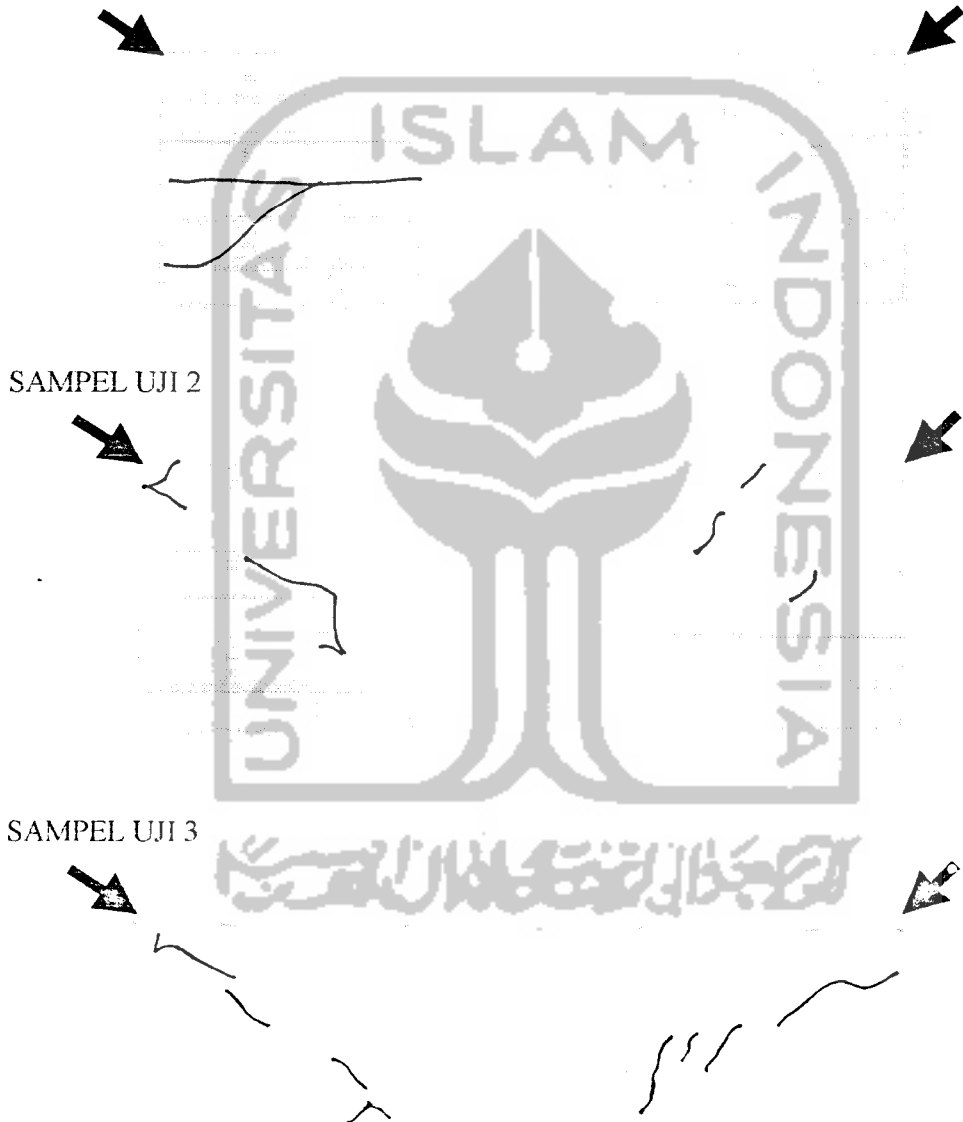


SAMPEL UJI 3



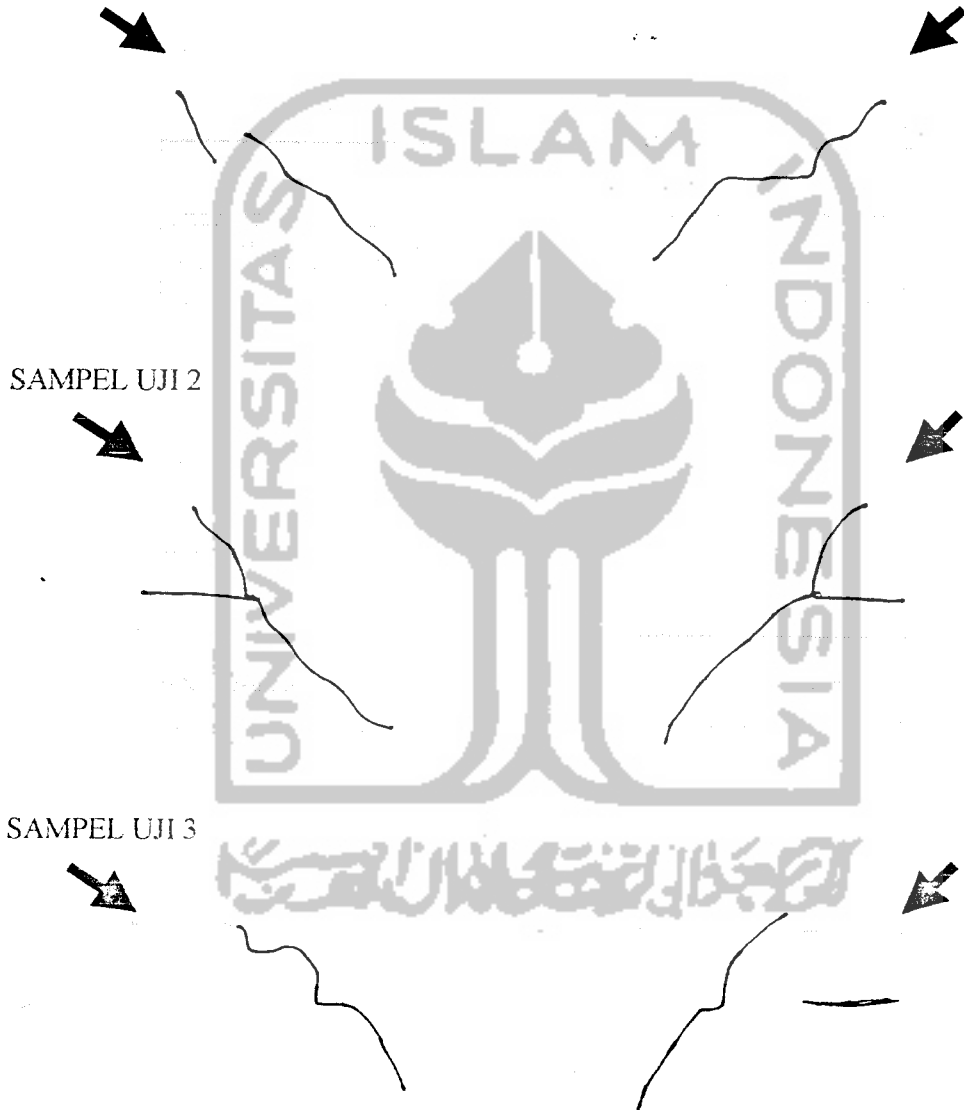
**POLA KERUSAKAN GESER
VARIASI CAMPURAN MORTAR
1 : 1 : 5 DENGAN PASIR TIDAK CUCI**

SAMPEL UJI 1



**POLA KERUSAKAN GESER
VARIASI CAMPURAN MORTAR
1 : 2 : 8 DENGAN PASIR TIDAK CUCI**

SAMPEL UJI 1



SAMPEL UJI 2

SAMPEL UJI 3

**POLA KERUSAKAN GESER
VARIASI CAMPURAN MORTAR
1 : 3 : 10 DENGAN PASIR TIDAK CUCI**

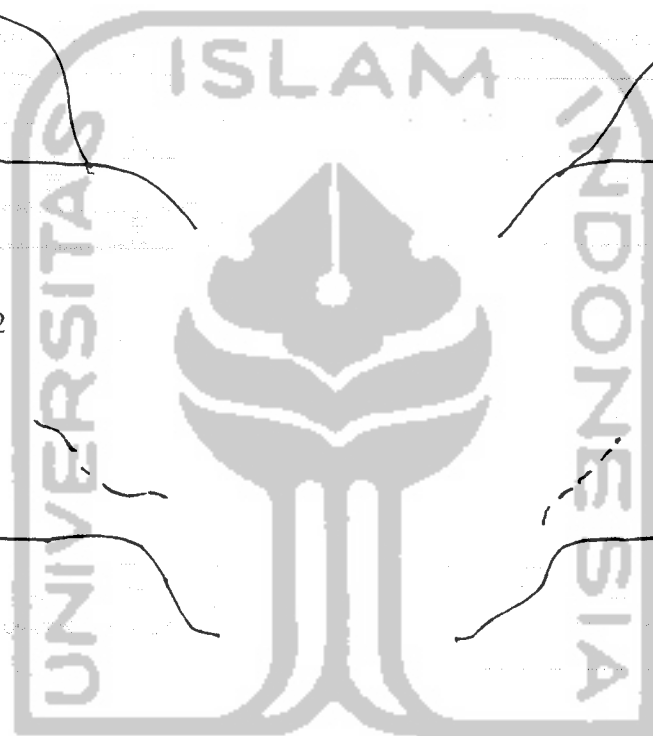
SAMPEL UJI 1



SAMPEL UJI 2

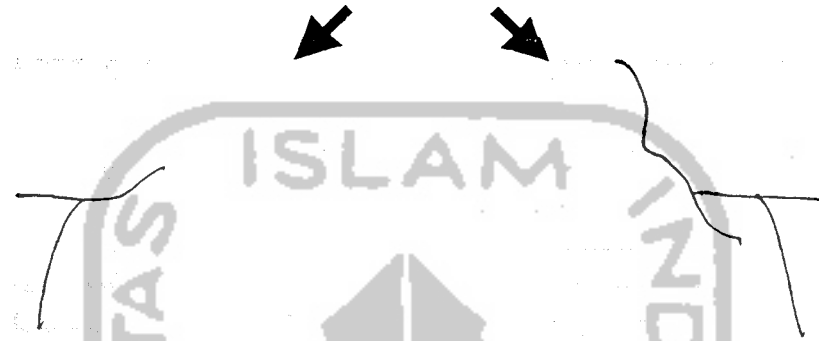


SAMPEL UJI 3

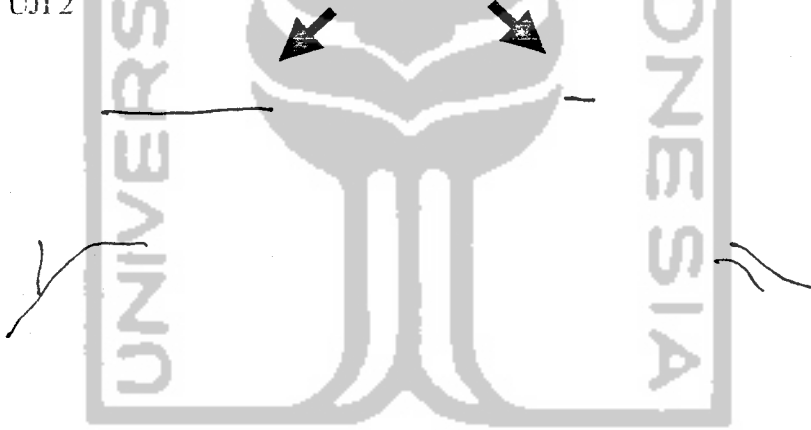


**POLA KERUSAKAN GESER
VARIASI CAMPURAN MORTAR
1 : 0 : 3 DENGAN PASIR CUCI**

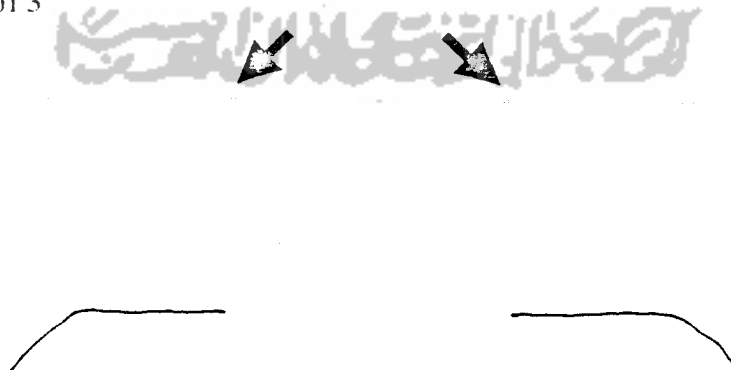
SAMPEL UJI 1



SAMPEL UJI 2

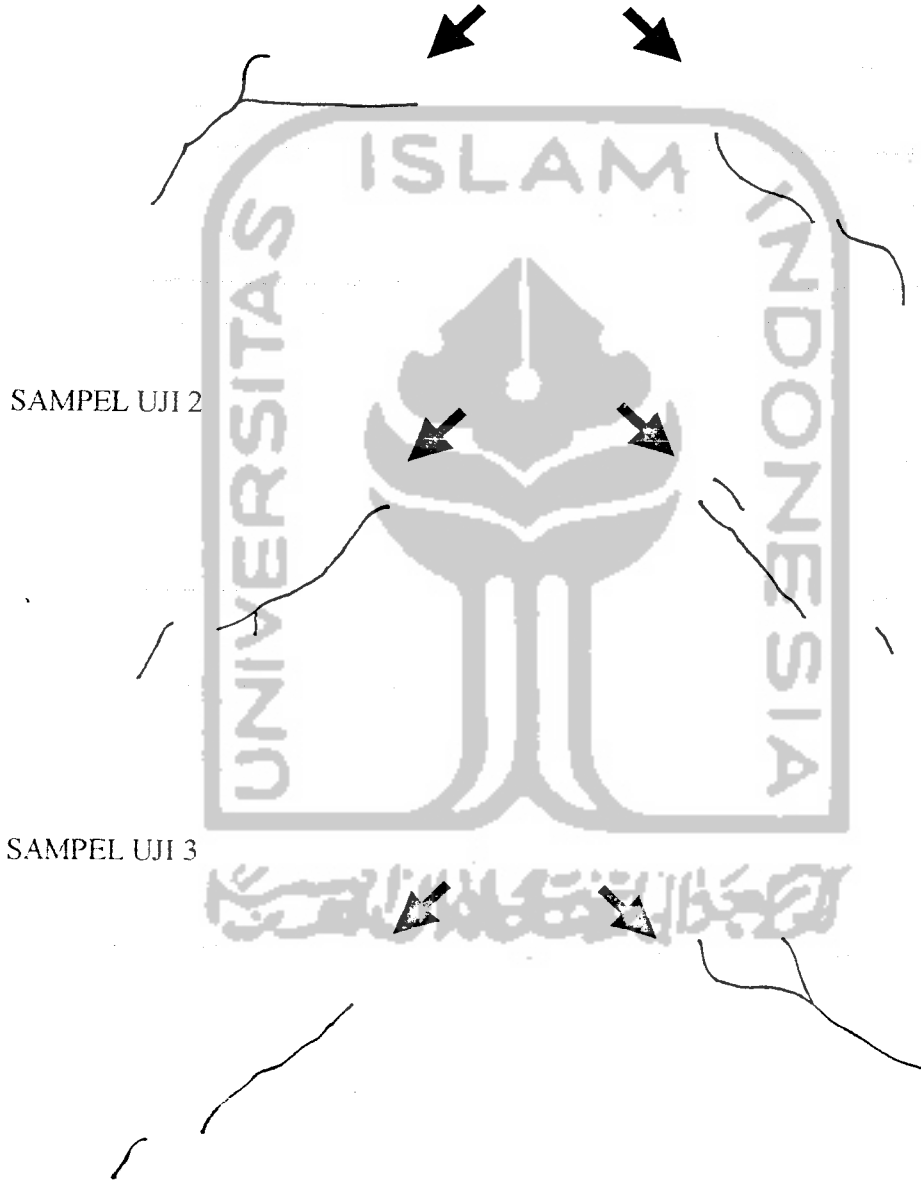


SAMPEL UJI 3



**POLA KERUSAKAN GESER
VARIASI CAMPURAN MORTAR
1 : 1/2 : 4 DENGAN PASIR CUCI**

SAMPEL UJI 1



**POLA KERUSAKAN GESER
VARIASI CAMPURAN MORTAR
1 : 1 : 5 DENGAN PASIR CUCI**

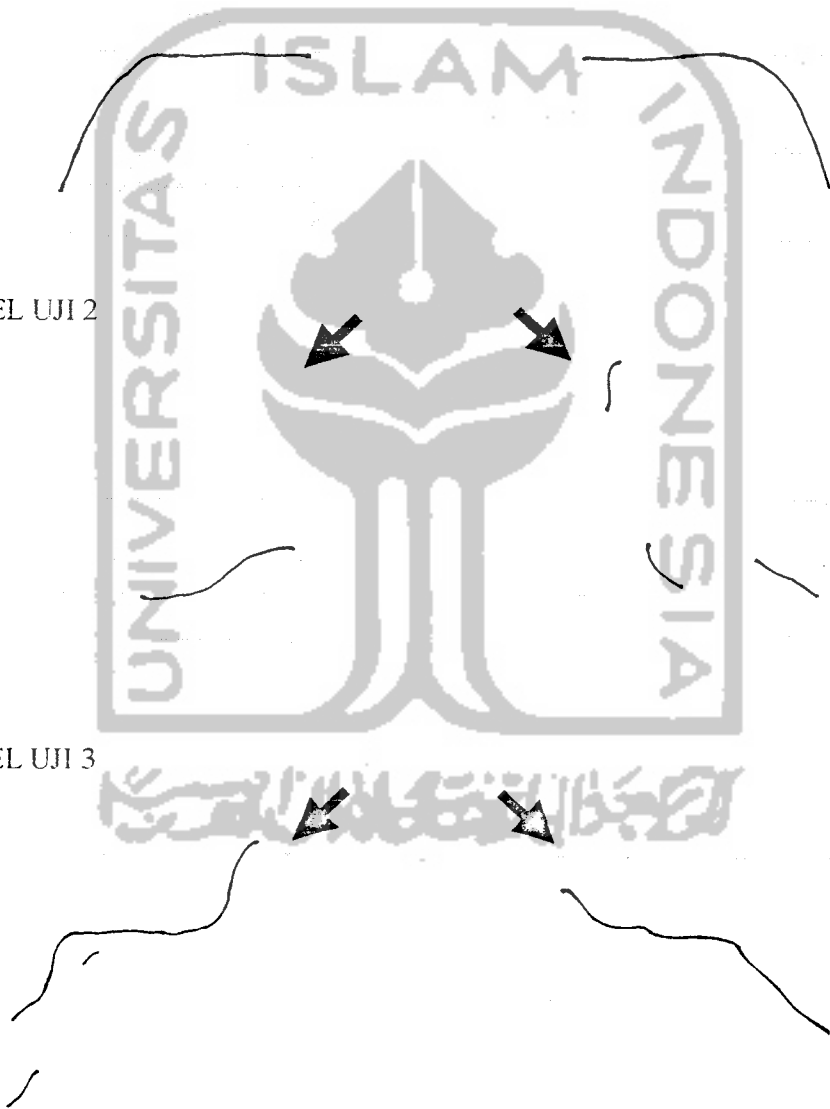
SAMPEL UJI 1



SAMPEL UJI 2



SAMPEL UJI 3

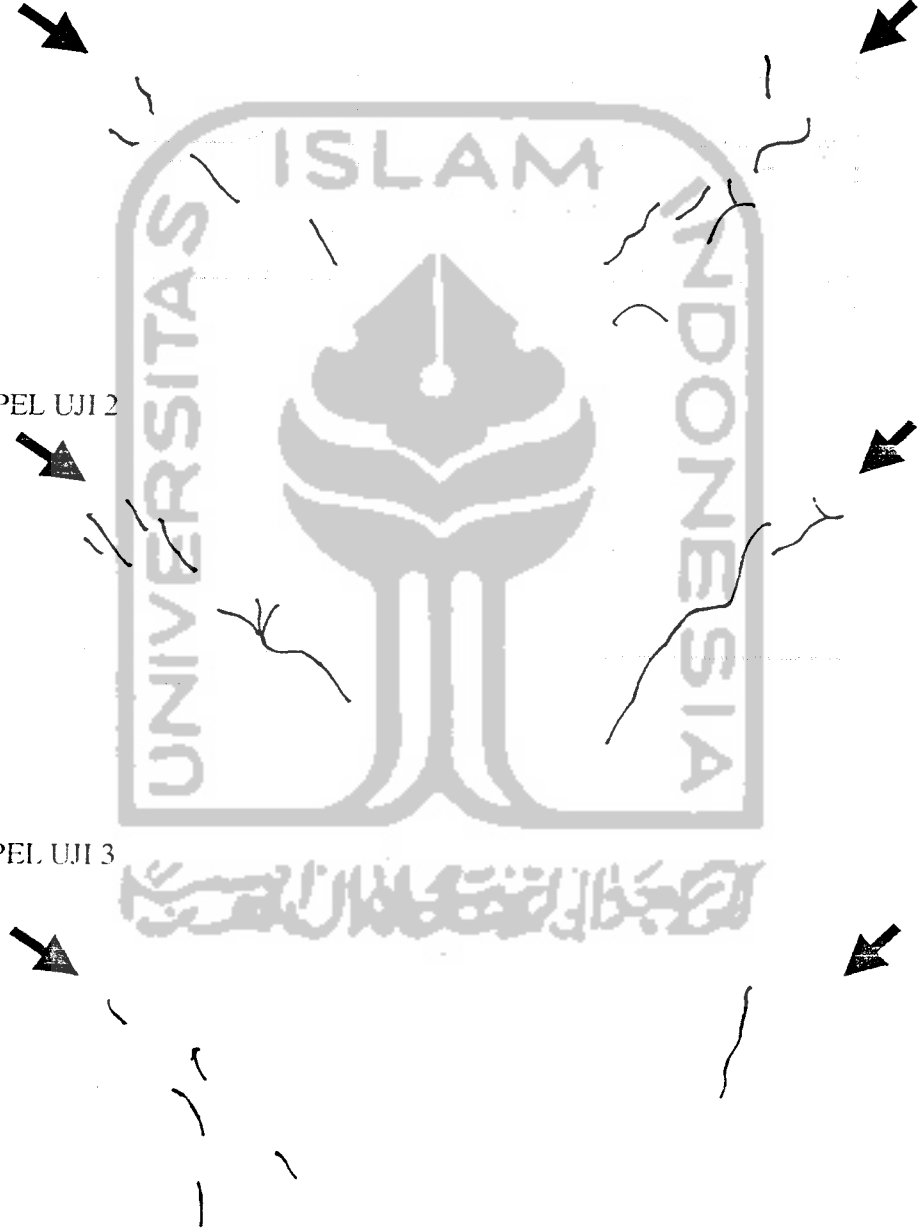
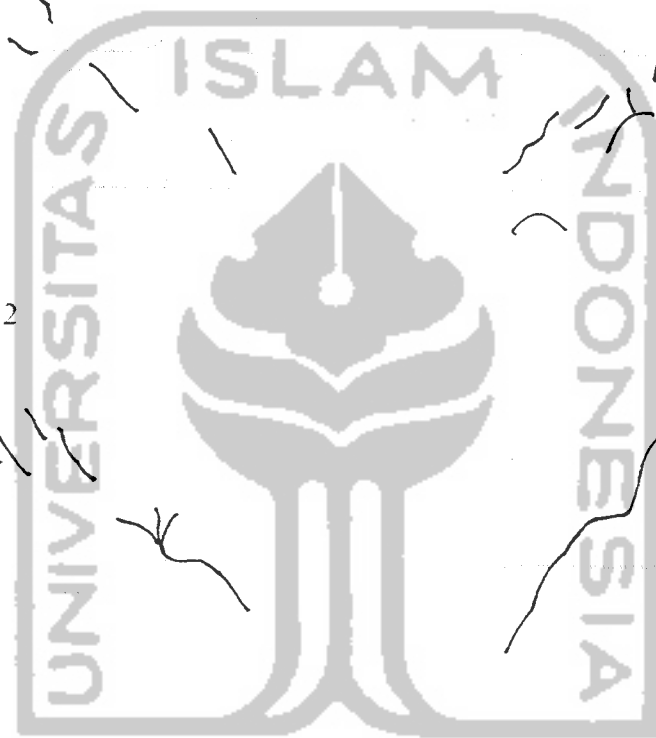


**POLA KERUSAKAN GESER
VARIASI CAMPURAN MORTAR
1 : 2 : 8 DENGAN PASIR CUCI**

SAMPEL UJI 1

SAMPEL UJI 2

SAMPEL UJI 3



**POLA KERUSAKAN GESER
VARIASI CAMPURAN MORTAR
1 : 3 : 10 DENGAN PASIR CUCI**

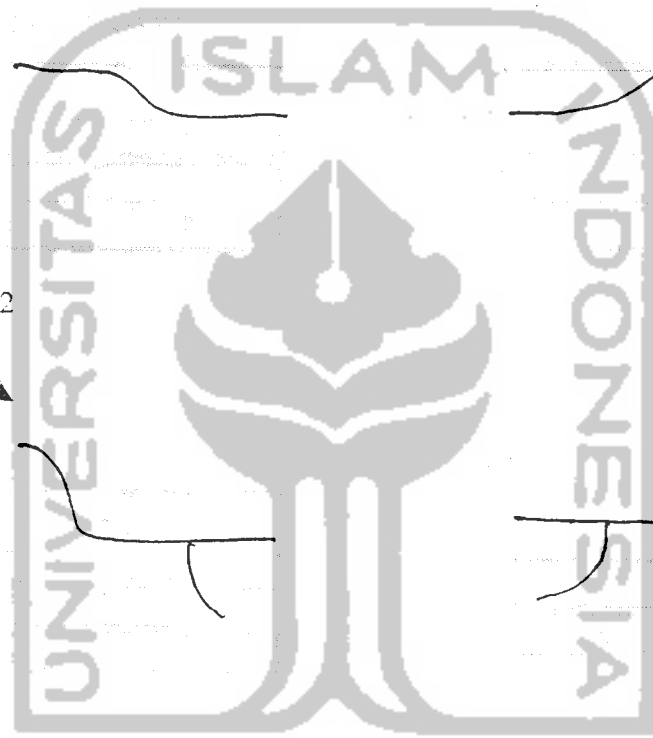
SAMPEL UJI 1

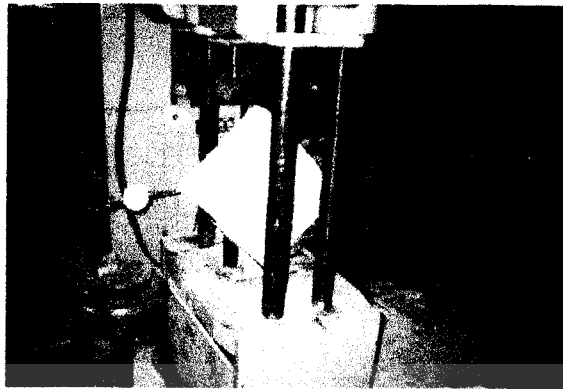


SAMPEL UJI 2

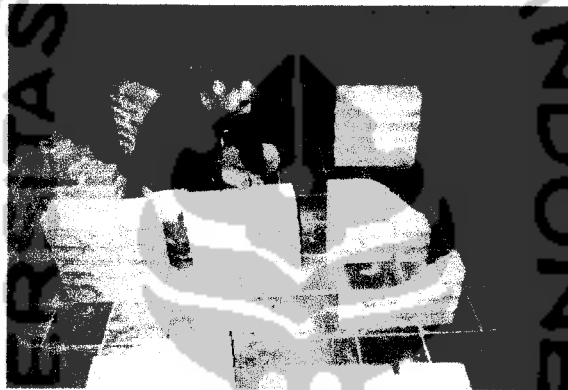


SAMPEL UJI 3





Gambar 19a. Gambar Pengujian Kuat Geser



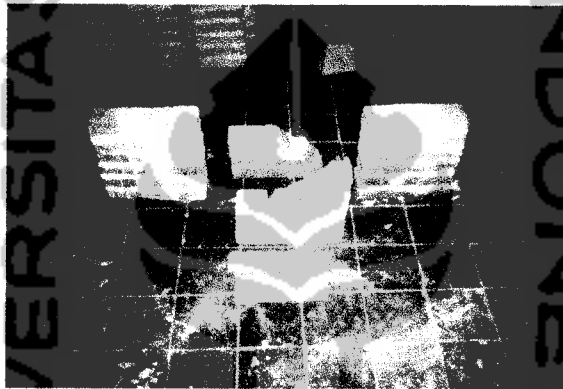
Gambar 19b. Gambar Pola Kerusakan Campuran 1:0:3
Pasir Tidak Cuci



Gambar 19c. Gambar Pola Kerusakan Campuran 1:1/2:4
Pasir Tidak Cuci



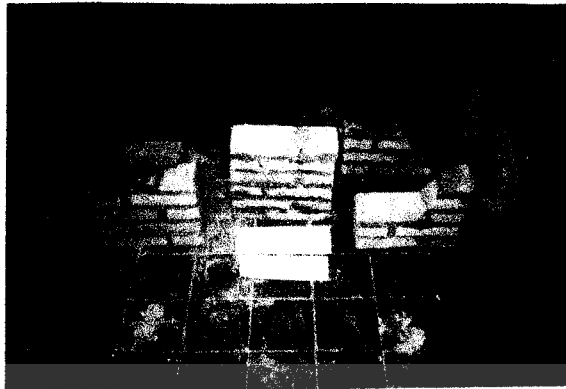
Gambar 19d. Gambar Pola Kerusakan Campuran 1:1:5 Pasir Tidak Cuci



Gambar 19e. Gambar Pola Kerusakan Campuran 1:2:8 Pasir Tidak Cuci



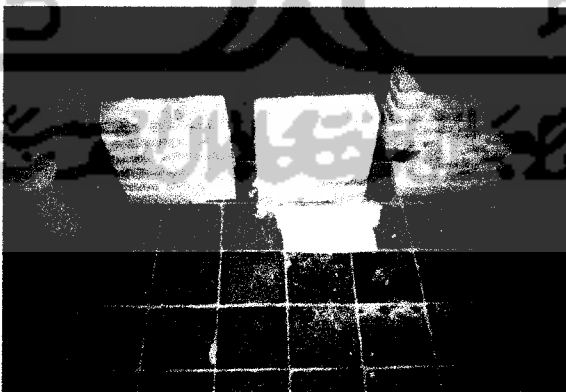
Gambar 19f. Gambar Pola Kerusakan Campuran 1:3:10 Pasir Tidak Cuci



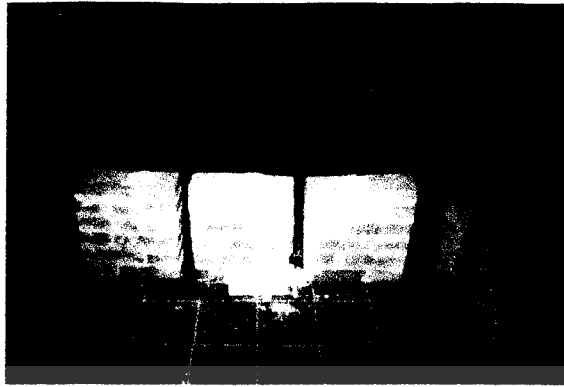
Gambar 19g. Gambar Pola Kerusakan Campuran 1:0:3 Pasir Cuci



Gambar 19h. Gambar Pola Kerusakan Campuran 1:1/2:4 Pasir Cuci



Gambar 19i. Gambar Pola Kerusakan Campuran 1:1:5 Pasir Cuci



Gambar 19j. Gambar Pola Kerusakan Campuran 1:2:8 Pasir Cuci



Gambar 19k. Gambar Pola Kerusakan Campuran 1:3:10 Pasir Cuci



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Saleh Purnomo	98511166	Teknik Sipil
2	Sigit Noor Hidayat	98511062	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR :

.....
Uji kuat geser pasangan bata pada bangunan sederhana dengan variasi
campuran mortar di daerah Sleman Yogyakarta.

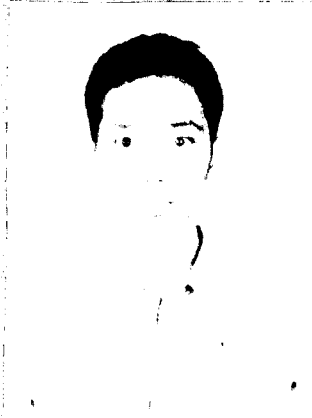
PERIODE IV : JUNI - NOPEMBER

TAHUN : 2002 / 2003

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nop.
1.	Pendaftaran						
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Penyusunan TA.						
6.	Sidang-Sidang						
7.	Pendadaran.						

DOSEN PEMBIMBING I :
 DOSEN PEMBIMBING II :

Ir. H. Susastrawan, MS.
Ir. H. Sarwidi, MSCE, PhD.



Yogyakarta, 11 Juni 2003

a.n. Dekan,

(Signature)
 (Ir. H. Munadhir, MS)

Catatan.

Seminar :
Sidang :
Pendadaran :



LAMPIRAN 21

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
1.	15.09.2003	<ul style="list-style-type: none"> • Konsultasi dr Atun. dan April cs. • Kerta tanya pd rumusan masalah. • Tabel di tulis diatas tabel • Daftar pustaka di tulis dantitahu • Perbaiki seperti petunjuk. • Materi & tulis miring. • Flow chart per pengujian. 	
2.	17.09.2003	<ul style="list-style-type: none"> 1. Busir curi dan tdk curi ditulis di kumpuran masalah, dan kata kata masalah dan HIPotesis 2. Kerta singkat & di jelaskan 3. Tambahkan Daftar Pustaka. 4. Diperbaiki langsung ke Dosen I • PPT di tulis dengan bahasa Indonesia ke DPT I. 	
3	29-1-2004	<ul style="list-style-type: none"> 1. Laporan di tambah tentang Mekanika Prilaku 2. Agar di pelajari mekanika tentang geser 	
4	8-10 2003	<ul style="list-style-type: none"> ACE proposal dan surp utk seminar Proposal 	
1.	05	<ul style="list-style-type: none"> 1. Penampilan dan bentuk tabel dan Grafik 2. Pembatasan meliputi hasil! Jg di konfrontasikan dg kaitan hasil lain. 	

22/09/2004
 * Dosen ATC
 * Dosen Praktisi
 * Dosen ke DPT I

Ace keper miring
 keper keper miring

12/11/04

5. 4-3-2004
 - tambahan
 hub kuat desak
 bats dan kuat
 desak motor

2. 30/01/2004
 1. Kata tulis diperbaiki
 2. Pembatasan konfrontasi hasil/teori

3. 09/02/2004
 1. perbaiki jumlah gambar
 2. tentukan ke DPT I untuk biaya

4. 12-2-2004
 ACE dan surp utk sidang
 DPT II di perbaiki. Tambahkan DPT I