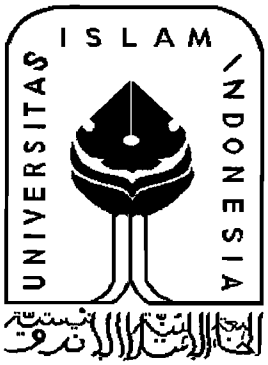
PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 5 September 2005
NO. JUDUL : 001627
NO. INV. : 0120001627001
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI LETAK PEMBAKARAN TERHADAP KEKUATAN BATA BAKAR KAYU SEBAGAI MATERIAL PASANGAN BATA

Ks.
693.31
Pan
P
1



xvi, 117 p.: ill.; lamp. 28

Disusun Oleh:

Elmi Irma Panduwati **00 511 180**

Kwartono Setiawan **00 511 194**

• Teknologi Kayu
• Bahan. Kayu

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2005

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI LETAK PEMBAKARAN TERHADAP KEKUATAN BATA BAKAR KAYU SEBAGAI MATERIAL PASANGAN BATA

"THE EFFECTS OF FIRING LOCATION VARIATION TO THE STRENGTH OF WOODEN BURNT BRICKS AS THE MATERIAL OF THE BRICK MASONRY"

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Jurusan Tenik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta

Disusun Oleh:

Elmi Irma Panduwati **00 511 180**
Kwartono Setiawan **00 511 194**

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

2005

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI LETAK PEMBAKARAN TERHADAP KEKUATAN BATA BAKAR KAYU SEBAGAI MATERIAL PASANGAN BATA

"THE EFFECTS OF FIRING LOCATION VARIATION TO THE STRENGTH OF WOODEN BURNT BRICKS AS THE MATERIAL OF THE BRICK MASONRY"

Disusun Oleh:

Elmi Irma Panduwati	**00 511 180**
Kwartono Setiawan	**00 511 194**

Telah diperiksa dan disetujui oleh,

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

Tgl. 16/05/2005

Ir. H. Much. Samsudin, MT
Dosen Pembimbing II

Tgl. 16/5-05.



...Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri, mereka sendiri...

(AR RA'D ayat 11)

Kupersembahkan karya ini kepada orang-orang yang aku cintai terutama kepada kedua orang tuaku (Bp. Drs. Djupri Prajitno dan Ibu Hartati), mas & mbakku (Mas Anto & Mbak Ida, Mas Jojok & Mbak Wiwit, dan Mas Trika & Mbak Dian), serta keponakanku (Alika dan Dila).

thanks to:

rekanku Elmi Irma Panduwati

(Kwartono Setiawan)

Spesial Thanx For These Great People...

- Papine dan Mamine (Akhmad Sapari - Murtini)
  Makasih buat semuanya, akhirnya mba' irma jd ST.makasih dah maksain masuk sipil, ternyata enak juga..
- Adekku, Elsa Novie Siswarini, kuliahnya yg rajin, biar cepet lulus yah..trus jgn jomblo mania terus..
- Rekanku tercinta, Kwartono "Wawan" Setiawan, makasih dah ngetik banyak-banyak trus ngertiin kl aku gaptek.abis ini nyari kerja brg yok..
- Anak-anak Sipil2000, terutama klas C; Dina, KakAwit, Mas Sigit, Samsul, Habibi (thanx infonya), Koko (thanx laptopnya), Anton, Haqul, Restu, Rina, Nurul, Ratna, Penjol, Iwan, Meyer, Ardi, Didik, Sigit, Arif, Pulung, Udin, Puger, Elis,dkk yg gak bisa aku sebutin satu-satu
- Anak-anak XSmada Jogja2000, Firstone Team, Dwi 'Nia' Karunia Akbari (u're the best, salam buat Mas Aulia), Rika n Dannik (makasih dah bantuin), Orta, Dhika, smuanya deh..miss u guys..
- Temen-temen KKN angk 28 unit SL-34; Winni, Yuni, Pur, Mas Wisnu, Adex, Inten, Iman, Ibnu, Husni, kapan maem-maem lagi?
- Geng Cheededs, Mas Maming (dulu), Mbak Sri, Mbak Anin, Mas Qodir, Pakde, Mas Arya.
- Pak Santoro dan Pak Heri, makasih bantuannya. Akhirnya kita lolos walau mepet bgt..
- Adi 'thoyink' Eka Prasetya, makasih tintanya, yg rajin biar cepet lulus, ok...
- Yang tersayang, Chipe-ku, AB 4194 AU, makasih dah nganter aku kmana-mana slama kuliah ini.
- Keluarga di Senuko. Kumpul-kumpul yuk..

' In memoriam to our best friend, Beny Rizalul Zaman, doa dan rindu kami slalu buat kamu sahabat..'

Mei 2005
Elmi Irma Panduwati, ST

KATA PENGANTAR

Assalamu' alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan taufiq serta hidayah-Nya kepada penyusun, sehingga atas berkat rahmat dan ridho-Nya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**Pengaruh Variasi Letak Pembakaran Terhadap Kekuatan Bata Bakar Kayu Sebagai Material Pasangan Bata**".

Tugas Akhir ini merupakan syarat yudisium untuk memperoleh gelar sarjana dari Jurusan Tenik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam menyusun tugas akhir ini, penyusun telah banyak mendapat bantuan, bimbingan dari berbagai pihak, maka dari itu dalam kesempatan ini perkenankanlah kami menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat dibawah ini.

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 Universitas Islam Indonesia.
3. **Bapak Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph. D**, selaku Dosen Pembimbing I.
4. **Bapak Ir. H. Much. Samsudin, MT**, selaku Dosen Pembimbing II.
5. **Bapak Ir. H. Susastrawan, MS**, selaku Dosen Tamu.

6. **Bapak Ir. Ilman Noor, MT**, selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
7. **CEEDEDS** (*Center for Earthquake Engineering, Dynamic Effect, and Disaster Studies*) UII.
8. Mas Warno, Mas Ndaru, dan Mas Aris yang selalu membantu dalam melakukan pengujian untuk tugas akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan TA-ku : Arief, Dina, Bang Napi ST. dkk, Elis ST., Habibie, Nurhadi dkk, Puger ST., Pulung ST., Syamsul, dan Udin ST., yang selalu membantu, memberikan dorongan, dan masukan.
10. Semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Pada akhirnya segala daya upaya serta kemampuan telah penyusun curahkan sepenuhnya demi terselesaikannya laporan tugas akhir ini, namun semua ini tidak terlepas dari segala kekurangan yang ada. Oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kebaikan laporan ini. Semoga semua amal sholeh diterima oleh Allah SWT dan laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wabillahittaufiq wal hidayah, Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, Mei 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN ii

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI v

DAFTAR GAMBAR ix

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR LAMPIRAN xiv

DAFTAR ISTILAH xv

ABSTRAKS xvi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 4

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Manfaat Penelitian 5

1.5 Batasan Masalah 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7

2.1 Tinjauan Umum 7

2.2 Bata Merah 9

2.3 Mortar 10

2.4 Penelitian Sejenis yang Telah Dilaksanakan 11

BAB III LANDASAN TEORI 18

3.1 Batu Bata (*Brick*) 18

3.1.1 Proses Pembuatan 20

3.1.2 Proses Pembakaran Bata 20

3.2 Bahan Lain 23

3.2.1 *Portland Cement* 23

3.2.2 Kapur (*Lime*) 23

3.2.3 Agregat Halus (Pasir) 24

3.2.4 Air 25

3.3 Pengujian Awal (*Small Specimen*) 25

3.3.1 Penentuan Dimensi Bata 25

3.3.2 Uji Kandungan Garam 26

3.3.3 Uji Serapan Air 28

3.3.4 Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah 30

3.3.5 Kuat Tekan Bata

(*Compressive Strength of Brick*) 31

3.3.6 *Modulus of Rupture* (*Flexure Test*) 32

3.3.7 Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir 34

3.3.8 Pengujian Kuat Tekan Mortar 35

3.3.9 Pengujian Kuat Tarik Mortar 37

3.4 *Medium Specimen* 38

3.4.1 Uji Kuat Lekatan Bata 39

3.4.2 Kuat Tekan Pasangan 40

3.4.3 Kuat Lentur Pasangan 43

3.4.4 Kuat Geser Pasangan 45

3.5 Teori Pengolahan Data 49

3.5.1 Standar Deviasi 50

3.5.2 Persamaan Regresi Linier 50

3.5.3 Persamaan Regresi Pangkat Dua 51

3.5.4 Korelasi 53

BAB IV METODE PENELITIAN 55

4.1 Tahapan Penelitian 55

4.2 Bahan Untuk Penelitian 56

4.3 Alat Untuk Penelitian 56

4.4 Pembuatan Benda Uji 57

4.5 Tahapan Pengujian 58

4.6 Pengolahan Data 59

4.7 Prosedur Penelitian 59

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 62

5.1 Pengujian *Small Specimen* 62

5.1.1 Penentuan Dimensi Bata 62

5.1.2 Pengujian Kandungan Garam 64
5.1.3 Uji Serapan Air 66
5.1.4 Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah 69
5.1.5 Kuat Tekan (*Compressive Strength*) 72
5.1.6 *Modulus of Rupture* (*Flexure Test*) 76
5.1.7 Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir 80
5.1.8 Pengujian Kuat Tekan Mortar 81
5.1.9 Pengujian Kuat Tarik Mortar 85
5.2 Pengujian *Medium Specimen* 86
5.2.1 Uji Kuat Lekatan Bata 86
5.2.2 Kuat Tekan Pasangan Bata 90
5.2.3 Kuat Lentur Pasangan Bata 98
5.2.4 Kuat Geser Pasangan Bata 103
5.3 Pembahasan 108
5.4 Hal-hal Yang Berpengaruh dalam Penelitian 110

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 112
6.1 Kesimpulan 112
6.2 Saran 113

DAFTAR PUSTAKA 115

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

3.1 Penentuan Dimensi Bata 26

3.2 Pengujian Kandungan Garam Bata 28

3.3 Pengujian Serapan Air Bata 29

3.4 Pengujian Kuat Tekan Bata 32

3.5 Perilaku Umum Balok 32

3.6 Pengujian *Modulus Rupture* Bata 33

3.7 Pengujian Kandungan Lumpur Pasir 35

3.8 Pengujian Kuat Tekan Mortar 37

3.9 Pengujian Kuat Tarik Mortar 38

3.10 Pengujian Kuat Lekatan Bata 40

3.11 Pembebanan Vertikal Pada Dinding 41

3.12 Pengujian Kuat Tekan Pasangan Bata 43

3.13 Gaya Tegak Lurus Pasangan 44

3.14 Pengujian Kuat Lentur Pasangan Bata 45

3.15 Simpangan Pada Dinding 46

3.16 Distribusi Beban Horizontal Pada Dinding 47

3.17 Pengujian Kuat Geser Pasangan Bata 49

4.1 Bagan Alir Tugas Akhir Penelitian 60

4.2 Bagan Alir Proses Penelitian di Laboratorium 61

5.1 Lapisan Garam Pada Bata 64

5.2 Grafik Uji Serapan Air Bata Agung Senuko 67
5.3 Grafik Hubungan Antara Berat Volume Kering dengan Nilai Absorbsi Bata Agung Senuko 71
5.4 Grafik Kuat Tekan Bata Agung Senuko 73
5.5 Grafik Hubungan Nilai Absorbsi dengan Kuat Tekan Bata Agung Senuko 75
5.6 Grafik *Modulus Rupture* Bata Agung Senuko 78
5.7 Grafik Hubungan Nilai Absorbsi dengan *Modulus Rupture* 79
5.8 Kurva Koreksi Tegangan Regangan Kuat Tekan Mortar 83
5.9 Sebaran Data dan Kurva Regresi Tegangan Regangan Kuat Tekan Mortar 84
5.10 Grafik Kuat Lekat Bata Agung Senuko 88
5.11 Grafik Hubungan Antara Kadar Garam Bata dengan Kuat Lekat Bata Agung Senuko 89
5.12 Kurva Regresi Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata 93
5.13 Sebaran Data dan Kurva Regresi Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Variasi Tengah 93
5.14 Sebaran Data dan Kurva Regresi Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Variasi Atas 95
5.15 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Bata dengan Kuat Tekan Pasangan Bata Agung Senuko 97
5.16 Grafik Kuat Lentur Pasangan Bata Agung Senuko 99

5.17 Grafik Hubungan Antara Kuat Lekat Bata dengan
Kuat Lentur Pasangan Bata Agung Senuko 102
5.18 Grafik Kuat Geser Pasangan Bata Agung Senuko 103
5.19 Grafik Hubungan Antara Kuat Lekat Bata dengan
Kuat Geser Pasangan Bata Agung Senuko 107

DAFTAR TABEL

2.1 Nilai Kuat Tekan Dan Tarik Mortar Campuran 1:1:5 12

3.1 Dimensi Bata 19

3.2 Penyimpangan Yang Diperbolehkan 19

3.3 Mutu Dan Kuat Tekan Bata 19

3.4 Hubungan Nilai Koefisien Determinasi (R^2) dan Korelasi 54

4.1 Peralatan Penelitian 57

4.2 Jumlah Specimen Penelitian 57

5.1 Tabel Dimensi Bata 63

5.2 Pengujian Kandungan Garam Bata Agung Senuko 65

5.3 Tabel Berat Volume Kering Bata Merah 70

5.4 Data Pengujian *Modulus Rupture* Variasi Atas 77

5.5 Nilai Kuat Tekan Mortar 81

5.6 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 82

5.7 Nilai Kuat Tarik Mortar 85

5.8 Data Pengujian Kuat Lekat Bata Mortar Variasi Atas 88

5.9 Nilai Kuat Tekan Maksimum Pasangan Bata 91

5.10 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Pasangan Variasi Atas 92

5.11 Dimensi Sampel Kuat Lentur Pasangan Variasi Bata Atas 100

5.12 Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Pasangan Variasi Bata Atas 100

5.13 Nilai Kuat Lentur Maksimum Pasangan 101

5.14 Dimensi Sampel Kuat Geser Pasangan Variasi Bata Atas 104

5.15 Data Kuat Geser Pasangan Variasi Bata Atas 105

5.16 Nilai Kuat Geser Maksimum Pasangan 106

5.17 Deskripsi Bata Agung Senuko 108

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Kartu Peserta Tugas Akhir
Lampiran II	Data Hasil Penelitian
Lampiran III	Dokumentasi Penelitian

DAFTAR ISTILAH

Bracing	= Penguat/penahan
Large Specimen	= Sampel pengujian besar
Medium Specimen	= Sampel pengujian menengah
Modulus Rupture	= Modulus keruntuhan
Mortar	= Campuran semen, pasir, kapur, dan air
Non Engineered	= Bangunan yang dibangun tanpa perhitungan struktur yang benar, hanya berdasar pada kebiasaan
Small Specimen	= Sampel pengujian kecil
Standar Deviasi	= Penyimpangan dari ukuran tendensi sentral
Vitrifikasi	= Kondisi bata yang telah mencapai suhu kematangan secara tepat tanpa mengalami perubahan bentuk
Workability	= Kemudahan pengerjaan

ABSTRAKS

Dinding/tembok adalah bagian dari bangunan yang sifatnya non-struktural dan diasumsikan sebagai beban, tetapi pada kasus-kasus tertentu dinding tembok dapat dikatakan berfungsi struktural dalam bangunan sederhana dan tentunya harus mempunyai kekuatan untuk menahan beban atau gaya-gaya yang bekerja pada dinding. Saat ini dikenal 2 macam tembok yaitu tembok dari batu bata dan batako. Sementara itu di Indonesia proses pembuatan bata lebih banyak yang bersifat tradisional yakni dengan pembakaran menggunakan sekam atau kayu bakar. Penelitian ini meneliti bata kaitannya dengan kematangan dan kekuatan bata hasil pembakaran kayu yang kematangan batanya akan berbeda akibat variasi letak pembakarannya.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana sifat fisik bata Agung Senuko dan seberapa besar pengaruh variasi letak pembakaran bata terhadap kekuatan pasangan bata.

Penelitian berupa eksperimen labolatorium dan material untuk dinding yang diuji adalah pasir, kapur, dan bata. Pengujian yang dilakukan berupa small specimen yang berupa penentuan dimensi bata, uji kadar garam bata, uji serapan air bata, uji berat volume kering bata, uji kuat tekan bata, modulus of rupture, uji kandungan lumpur pasir,serta uji kuat tekan dan tarik mortar. Kemudian dilanjutkan penelitian medium specimen yaitu uji kuat lekat bata-mortar, tekan, lentur, dan geser dinding pasangan bata. Dan dari hasil penelitian disimpulkan, bahwa sifat fisik bata Agung Senuko antara lain dimensi berkisar 22.9x10.8x5.2 cm, warna umumnya merah muda tidak merata, sedikit coklat muda, pada salah satu sisinya bersudut tajam dan permukaannya agak cekung/tidak rata, campuran tidak homogen dan serapan air yang tinggi (>20%). Bata yang kekuatannya lebih baik dalam pengujian kuat lekat bata-mortar, tekan, lentur serta geser pada dinding pasangan ternyata terletak pada variasi letak pambakaran bagian tengah.

BAB I

PENDAHULUAN

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

1.1 Latar Belakang

Penggunaan pasangan bata sebagai dinding (penyekat bangunan) sudah membudaya di negara kita sejak zaman kolonial. Pada saat ini cara pembangunan yang diterapkan telah mengalami kemajuan yang sangat pesat dimana pembangunan sangat ditekankan pada kecepatan waktu pelaksanaan, kepastian volume material yang digunakan, serta kualitas bahan bangunan yang baik. Hal ini tentu juga diiringi dengan kenaikan biaya bangunan yang sangat tinggi.

Tingginya biaya yang harus dikeluarkan untuk membuat bangunan yang bermutu tinggi mendorong dilakukannya penelitian-penelitian untuk menemukan formula-formula serta bahan-bahan baru yang bermutu sehingga dapat menekan biaya yang harus dikeluarkan. Pada akhirnya, manusia dalam mencapai tujuan yang diharapkan dari kelayakan bangunan, utamanya rumah tinggal, mempunyai cara baru yang dicapai dengan pemikiran dan teknologi yang mendukung.

Menurut CEEDEDS (*Centre for Earthquake Engineering Dynamic Effect and Disaster Studies*) (1998), dalam tinjauan lapangannya menyimpulkan bahwa, kegagalan bangunan yang diakibatkan oleh gempa banyak menimpa bangunan rumah tembokan yang dibuat dengan mutu material yang kurang baik, kerusakan paling parah terjadi pada dinding pasangan bata.

Dinding tembok adalah bagian dari bangunan yang sifatnya non-struktural dan diasumsikan sebagai beban sebab fungsi utamanya adalah sebagai partisi antar ruang saja, tetapi pada kasus-kasus tertentu dinding tembok dapat dikatakan berfungsi struktural dalam bangunan sederhana (*non engineered*), dan tentunya harus mempunyai kekuatan untuk menahan terhadap beban atau gaya-gaya yang bekerja pada dinding tersebut, agar tidak terjadi "kegagalan tembok" yaitu retak-retak, hancur pada bagian tertentu dan keruntuhan. Gaya yang bekerja pada dinding adalah berupa:

a. gaya tekan yang berasal dari arah vertikal seperti beban atap,
b. gaya lentur yang terjadi akibat gempa, dan
c. gaya geser yang terjadi akibat beban gempa/beban horizontal.

Besarnya kekuatan yang dihasilkan oleh dinding tembok dipengaruhi oleh kekuatan material penyusun serta daya lekat mortar sebagai bahan ikat.

Material bangunan yang baik adalah material yang cukup ringan, kuat, liat, tahan lama, mudah diperoleh, mudah dipasang dan relatif murah. Bata merah adalah salah satu meterial penyusun dinding tembok yang sudah sangat populer di kalangan masyarakat. Keunggulan bata merah dibanding material penyusun dinding yang lain adalah harganya yang relatif murah, mempunyai *durability* dan

workability yang lebih baik serta ketersediaan bahan yang relatif banyak sehingga mudah didapatkan. Sementara itu di Indonesia, pembuatan batu bata rata-rata secara tradisional, dimana proses pembakaran umumnya menggunakan kayu bakar atau sekam padi. Pembakaran menggunakan kayu tentunya akan menghasilkan kematangan bata yang berbeda dengan pembakaran menggunakan sekam. Bata yang dibakar dengan kayu umumnya akan lebih matang dari bata yang dibakar dengan sekam. Panas yang terjadi dalam pembakaran menggunakan kayu lebih tinggi dan stabil dibandingkan sekam yang cepat menjadi abu. Akan tetapi apabila ditinjau dari sudut pandang *production cost* (biaya produksi), pemakaian kayu sebagai bahan bakar tentunya akan jauh lebih mahal dibandingkan dengan menggunakan sekam, semua itu digunakan untuk mencapai tujuan yang diharapkan yaitu mendapatkan mutu bata yang lebih baik.

Pembakaran bata menggunakan kayu juga akan menghasilkan kematangan dan mutu bata yang berbeda pada tiap lapis/bagiannya. Hal ini karena mekanisme pembakaran dimana bata pada sisi bagian bawah akan lebih banyak menerima panas bahkan mungkin bata akan hitam, begitu pula pada bagian tengah panas yang terjadi akibat kayu yang terbakar tidak akan mengalami pengurangan panas karena tertutup rapat oleh bata atas dan bawah, sehingga bata dimungkinkan tebakar sempurna. Sedangkan pada bagian atas, panas tidak sepenuhnya tertutup rapat, satu sisi agak terbuka dengan udara luar sehingga panas bereaksi terhadap udara dan bata kemungkinan akan kurang matang.

Dari hal diatas yang menarik perhatian peneliti adalah mengetahui seberapa besar kekuatan pasangan bata bakaran kayu, terhadap variasi letak pembakaran sebagai material tembokan.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan melihat latar belakang penelitian, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut ini.

1. Bagaimanakah sifat-sifat fisik material bata bakaran kayu?
2. Bagaimana pengaruh variasi letak pembakaran pada bata terhadap kekuatan dinding pasangan batu bata dengan menggunakan material bata bakaran kayu?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. mengetahui sifat-sifat fisik berdasarkan pengujian dimensi, kandungan garam, penyerapan air, berat volume kering, kuat tekan, dan *modulus of rupture*, dengan menggunakan bata bakaran kayu, dan
2. mengetahui pengaruh variasi letak pembakaran terhadap kekuatan bata bakar kayu sebagai material pasangan bata berdasarkan pengujian tekan, lentur, dan geser.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. dapat diketahui sifat-sifat fisik bata bakaran kayu dengan variasi letak pembakaran,
2. dapat diketahui kekuatan (kuat tekan, kuat lentur, dan kuat geser) dinding pasangan batu bata yang menggunakan bata bakaran kayu dengan variasi letak pembakaran, dan
3. sebagai bahan pertimbangan dalam pekerjaan dinding pasangan batu bata.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian tugas akhir ini tidak terjadi penyimpangan dalam penulisan laporan dari maksud dan tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan-batasan perlu dibuka sebagai berikut ini.

1. Bata yang digunakan adalah bata merah yang berasal dari dusun Senuko, desa Sidoagung, kecamatan Godean, Sleman, DIY dengan variasi letak pembakaran yang ditentukan.
2. Bata yang dipakai hanyalah bata yang pada proses pembakaran berada disisi bagian dalam tumpukan, dengan variasi letak pembakaran yang ditinjau yakni bagian atas, tengah, dan bawah.
3. Pembakaran bata merah dengan sistem tanur dan menggunakan bahan bakar kayu.

4. Bahan lain yang digunakan sebagai campuran adalah: pasir Boyong, Semen Gresik Tipe I 50 kg, kapur padam dari Sleman dan air dari Laboratorium BKT FTSP UII (air PDAM Sleman).
5. Komposisi campuran (mortar) yang digunakan adalah 1 pc (semen) : 1 kapur : 5 pasir dengan penambahan air sebagai pereaksi
6. Metode pengujian kekuatan bahan dan pasangan bata yang dilakukan menggunakan metode NI-10 dan ASTM.
7. Pengujian tehadap bata merah yang dilakukan:
   a. *small specimen*: penentuan dimensi bata, uji kadar garam bata, uji serapan air bata, uji berat volume kering bata, uji kuat tekan bata, *modulus of rupture*, uji kandungan lumpur pada pasir, uji kuat tekan mortar, kuat tarik mortar, dan
   b. *medium specimen*: kuat lekat bata mortar, uji kuat tekan pasangan, kuat lentur pasangan dan kuat geser pasangan.
8. Sampel merupakan pasangan bata murni tanpa lapisan spesi luar (plesteran).
9. Penelitian dilakukan di Lab. BKT FTSP UII.
10. Proses pengolahan data dilakukan dengan program computer *Microsoft Excel XP Professional*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat tinjauan secara umum, teori-teori dari berbagai sumber seperti buku-buku literatur, jurnal-jurnal, makalah, brosur, *homepage*, dan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan, yang digunakan untuk menyusun konsep dasar penelitian dan untuk penyempurnaan penelitian serta mencegah duplikasi dari penelitian yang sebelumnya.

2.1 Tinjauan Umum

Kebutuhan akan kekuatan sebuah bangunan haruslah dipenuhi secara proporsional oleh elemen-elemen dari struktur sebuah bangunan guna menjaga kestabilan sebuah bangunan ketika menahan beban atau gaya yang bekerja padanya, sehingga bangunan tersebut dapat benar-benar berfungsi sebagai sarana perlindungan bagi penghuninya. Untuk itulah perlu sekali dilakukan perancangan dan perencanaan yang matang sebelum pendirian bangunan serta pengujian bahan yang akan digunakan dalam struktural bangunan tersebut.

Bangunan yang runtuh akibat bencana gempa bumi sebagian besar merupakan bangunan rumah berdinding tembok. Dalam peristiwa gempa bumi tersebut, beban gempa yang bekerja pada dinding tembok bersifat tidak menentu. Macam keruntuhan dinding tergantung dari bentuk hubungan antara dinding

dengan dinding lainnya dan antara dinding dengan rangka kolom atau dengan rangka kosen, juga tergantung pada luas bidang dinding. Adapun Kerusakan yang terjadi pada dinding akibat gempa antara lain adalah:

a. dinding cenderung retak pada arah diagonal akibat beban tarikan,
b. dinding-dinding cenderung untuk berpisah akibat hubungan dinding yang tidak benar,
c. dinding cendcrung runtuh akibat beban permukaan, tidak mampu menahan momen guling,
d. kegagalan pada sudut-sudut dinding, kehancuran setempat,
e. kegagalan dinding pada sudut bukaan,
f. kegagalan dinding samping yang tidak diperkuat, dan
g. kegagalan akibat beban geser, retak pada dinding berbentuk horizontal.

Untuk membangun bangunan rumah tembok sesuai ketentuan konstruksi bangunan tahan gempa perlu memperhatikan (Munandar, 2001):

1. persyaratan bahan yang meliputi persyaratan bata merah, batako dan adukan untuk pasangan tembok. Semua bahan harus memenuhi persyaratan teknis yang berlaku,
2. pekerjaan pemasangan sangat penting karena merupakan penentu terhadap kualitas pekerjaan pasangan tembok. Tahapan pekerjaan harus memenuhi persyaratan teknis, dan
3. perkuatan pada dinding tembok merupakan kolom, balok pondasi dan balok pengikat keliling, bisa dibuat dari beton bertulang atau kayu. Pemasangan

banyaknya kolom praktis berdasarkan luas permukaan dinding yang berguna untuk mencegah keruntuhan dinding akibat beban permukaan.

Prinsip utama bangunan tahan gempa adalah adanya kesatuan dari struktur bangunan, semua unsur bekerja bersama-sama sebagai satu kesatuan, jadi tidak bekerja secara terpisah.

2.2 Bata Merah

Bata merah adalah suatu unsur bangunan, yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi, bila direndam dalam air (SNI NI-10, 1964).

Dilihat dari penampilan atau wujud fisiknya batu bata harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku bidang-bidang sisi harus datar, tidak menunjukkan retak-retak, tidak mudah hancur atau patah dan perubahan-perubahan bentuk yang berlebihan. Permukaan batu bata harus kasar, warnanya merah seragam (merata) dan bunyinya nyaring bila diketok (Frick dan Koesmartadi, 1999).

Kualitas bata merah yang rendah disebut "bata rakyat" dan kualitas yang menengah dan baik disebut "bata pabrik". Tinggi rendahnya kualitas bata merah ini bergantung pada:

1. kualitas tanah lempung sebagai bahan mentah,
2. metode serta pengawasan proses pengolahan dan percetakan, dan
3. proses pembakaran.

2.3 Mortar

Mortar adalah campuran dari bahan pengikat, bahan pengisi dan air. Bahan pengikat adalah semen atau kapur, sedangkan bahan pengisi adalah pasir atau trass. Untuk mendapatkan kekuatan geser dan kekuatan lentur yang cukup dibutuhkan adukan yang mempunyai kekuatan tekan minimal harus sama dengan kekuatan tekan bata maupun batako pasangannya.

Fungsi mortar pada bagian bangunan adalah:

a. dapat digunakan sebagai perekat untuk bahan pembentuk dinding seperti bata, batako, bata ringan dan bahan pembentuk dinding lainnya. Merekatkan antara satu bata dengan yang lain hingga dapat berdiri tegak menjadi bidang dinding,
b. sebagai pelindung pasangan bata atau pasangan lain pada dinding & pelindung ruang-ruang dalam bangunan baik terhadap cuaca maupun terhadap pengaruh dari fungsi ruang-ruang tertentu,
c. sebagai penutup tampilan pasangan bahan pembentuk dinding & lantai agar terlihat rapi,
d. sebagai penambah ketebalan dinding, lantai & bagian bangunan yang lain,
e. sebagai perata & penghalus permukaan atau dasar sebelum pengecatan (finishing), dan
f. sebagai perekat bahan penutup dinding & lantai.

2.4 Penelitian Sejenis Yang Telah Dilaksanakan

Pada penelitian ini juga mengacu pada penelitian-penelitian terkait yang telah dilaksanakan sebagai tinjauan pustaka, sebagaimana yang dijelaskan berikut.

1. Penelitian Amelia (2004)

Topik penelitian yang diambil adalah "Pengaruh Variasi Letak Pembakaran Bata Merah Terhadap Kekuatan Dinding Pasangan Bata". Salah satu tujuan dalam penelitian ini adalah meneliti kekuatan dari bata akibat variasi letak pembakaran yang ditinjau yakni bagian atas, tengah, dan bawah. Mortar yang digunakan dalam penelitian ini dengan campuran 1 pc : 1 kapur : 5 pasir ditambah air sebagai pereaksi dengan mempertimbangkan faktor *workability*.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa kuat tekan pasangan bata terbesar didapat pada variasi bata bawah sebesar 12.758 kg/cm^2. Untuk kuat lentur pasangan bata terbesar didapat pada variasi bata tengah sebesar 2.967 kg/cm^2. Sedangkan pada kuat geser pasangan bata terbesar didapat pada variasi bata tengah sebesar 4.397 kg/cm^2. Batu bata yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah batu bata bakar sekam.

2. Penelitian Prayogi dan Solihatun (2004)

Topik penelitian yang diambil adalah "Sifat-Sifat Fisik Bata, Kuat Lentur Dinding Pasangannya dengan Variasi Campuran Mortar Menggunakan Pasir Dicuci dan Pasir Tidak Dicuci (Dengan Kadar Lumpur Rendah)". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan campuran mortar yang menghasilkan

kuat lentur dari 5 variasi mortar yang digunakan untuk pembuatan dinding pasangan bata di daerah Sleman dan membandingkan besar kuat lentur pasangan bata yang dihasilkan oleh 5 variasi campuran mortar yang digunakan baik dengan pasir dicuci maupun tidak dicuci. Hasil yang didapat untuk data kekuatan pengujian kekuatan mortar untuk campuran 1:1:5 seperti tertera pada Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Nilai Kuat Tekan dan Tarik Mortar Campuran 1:1:5

Kuat Tekan Mortar 1:1:5 (kg/cm^2)		Kuat Tarik Mortar 1:1:5 (kg/cm^2)	
Pasir tidak Dicuci	Pasir Dicuci	Pasir tidak Dicuci	Pasir Dicuci
58.674	45.652	5.926	3.838
59.369	47.953	9.583	6.480
61.846	45.130	6.571	6.855

Pada pengujian pendahuluan, dilakukan pengujian seberapa besar prosentase kandungan lumpur pada pasir Boyong yang digunakan sebagai material penelitian. Setelah diuji diketahui memiliki kandungan Lumpur sebesar 1,79%. Berdasarkan pada hasil pengujian yang diperoleh, pasir tersebut memenuhi syarat yang ditetapkan dalam PBI 1971 sebagai bahan penyusun mortar karena kandungan lumpurnya masih di bawah 5%, sehingga pasir yang akan digunakan tidak perlu mengalami pencucian terlebih dahulu.

3. Penelitian *CEEDEDS* (2003)

Topik penelitian yang diambil adalah "Kekuatan Material Tembokan di Wilayah Pulau Jawa pada Bangunan Rumah Sederhana". Penelitian ini bermaksud untuk meneliti kekuatan material penyusun tembokan tiap lokasi tertentu di pulau Jawa. Material penyusun yang dimaksud antara lain bata merah, batako, pasir, dan kapur. Penelitian terbagi menjdi 3 jenis specimen yakni *small specimen*, *medium*

specimen, dan *large specimen*. Model dan pengujian mengacu pada ASTM dan NI. Pengujian meliputi kandungan lumpur dalam pasir, serapan air bata dan batako, tekan bebas bata dan batako, kandungan garam, modulus rupture, lekatan bata dan batako, kuat tekan dan tarik mortar, kuat tekan pasangan, kuat lentur pasangan, dan kuat geser pasangan.

Pada hasil pengujian rupture bata dari tiap lokasi, dapat disimpulkan bahwa nilai kuat rupture bata sangat dipengaruhi oleh faktor kematangan batanya. Sedang dari pengujian kuat tekan mortar dengan 5 variasi sebagai bahan pelekat/pengikat sebagian menunjukkan variasi campuran semen:kapur:pasir = 1:1:5 mempunyai kekuatan yang cukup baik.

4. Penelitian Anshar, Anwar, dan Indris (2001)

Topik penelitian yang diambil adalah "Perilaku Suhu dan Waktu Pembakaran terhadap Ciri Batu Bata Merah". Penelitian ini bermaksud untuk menentukan korelasi yang tepat antara suhu dan lama pembakaran serta jumlah bata yang tepat untuk setiap pembakaran dengan bahan bakar batu bara dan kayu bakar, sehingga dapat menghasilkan batu bata yang bermutu sesuai dengan standar. Penelitian dilakukan di lokasi pembakaran batu bata Kecamatan Bontonompo, Kabupaten Gowa. Pengujian di lapangan menggunakan tungku biasa, tungku kipas, dan tungku isolasi dengan bahan bakar kayu. Bahan bakar batubara digunakan untuk tungku biasa. Dalam pengujian ini, suhu diamati setiap 3 jam di bagian depan tungku, bagian belakang, bagian kanan, dan bagian kiri tungku agar dapat mewakili distribusi suhu dalam tungku pembakaran. Dalam

pengujian laboratorium, pembakaran dikonstankan pada suhu 100-700°C dengan waktu pembakaran 10 sampai 50 jam. Batu bata hasil pembakaran diuji kuat tekannya untuk mengetahui mutunya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan kayu bakar ternyata tungku isolasi memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan tungku biasa dan tungku kipas karena distribusi suhu lebih merata (rata-rata 470.6°C), waktu pembakaran lebih singkat (24 jam), efisiensi pembakarannya lebih tinggi (90%), serta mutu batu bata yang dihasilkan lebih baik. Sebaliknya, dengan penggunaan batu bara diperoleh distribusi suhu dalam tungku 450-600°C dengan lama pembakaran 24 jam untuk menghasilkan batu bata yang bermutu, dibandingkan dengan tungku biasa. Dalam pengujian laboratorium, suhu pembakaran 100-200°C yang berlangsung selama 50 jam ternyata belum menghasilkan kuat tekan batu bata yang memenuhi standar. Mutu batu bata yang standar baru diperoleh setelah pembakaran pada suhu 300°C dengan lama pembakaran sekurang-kurangnya 300 jam. Dengan pembakaran pada suhu 400°C ke atas, hanya diperlukan waktu kontak selama 10 jam untuk menghasilkan mutu batu bata dengan kuat tekan standar.

5. Penelitian Sindur dan Goto (2002)

Topik penelitian yang diambil adalah "Karakteristik Kinerja Perumahan Tahan Gempa dengan Struktur Bata Tersusun". Penelitian ini bermaksud untuk menganalisis kerusakan bangunan akibat gempa di Indonesia. Di Bengkulu, rumah wakil bupati setempat mengalami kerusakan cukup parah, sama halnya

dengan perumahan penduduk pada umumnya. Itu menandakan bahwa pembangunan perumahan pada berbagai strata masyarakat tidak memenuhi persyaratan struktur bangunan yang benar.

Pada hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tingginya aktivitas kegempaan di Indonesia ini tidak diikuti dengan kesiapan masyarakat untuk menghadapi bencana ini. Misalnya saja kesiapan dari sisi membuat bangunan tahan gempa. Masyarakat Indonesia pada umumnya menggunakan struktur dinding pasangan terkekang. Struktur ini sebetulnya merupakan tembok batu bata biasa dengan kolom-kolom praktis. Batu bata merupakan material bangunan yang banyak dipilih masyarakat Indonesia baik di pedesaan maupun di perkotaan karena banyak tersedia dan harganya ekonomis. Namun pada umumnya bangunan rumah penduduk yang menggunakan batu bata tidak memenuhi syarat. Misalnya saja, bata yang digunakan terlalu lunak dan rapuh, cara pemasangannya kurang bagus dan sambungan antara kolom dengan balok yang tidak mengikat sehingga ketika terkena gaya, satu sama lain lepas dan tidak bisa mengekang. Banyak sekali kesalahan yang terjadi di lapangan. Baik itu pada rumah-rumah penduduk yang dibangun dengan biaya rendah maupun pada rumah-rumah mewah yang harganya mahal. Karena itu jika bangunan-bangunan tersebut terkena gempa bumi maka resiko yang akan terjadi pada masyarakat sederhana juga akan dialami masyarakat yang lebih kaya.

6. Penelitian Hartanta (2004)

Topik penelitian yang diambil adalah "Analisis Kualitas Bata Gadjah (Bata tanpa Proses Pembakaran) terhadap Sifat Fisik dan Mekanis". Penelitian ini menitik beratkan pada salah satu material pembuatan konstruksi bangunan yang jumlahnya mendominasi yaitu batu bata. Sebagai bagian *non structural* berupa penyusun dinding, batu bata tidak turut mendukung konstruksi akibat pembebanan diatasnya. Oleh karena itu, batu bata tidak harus memiliki kuat tekan yang besar. Namun apabila berat dinding terlalu besar juga tidak baik, sebab berat yang berlebihan akan menimbulkan penambahan penambahan beban pada konstruksi bangunan struktur dibawahnya.

Bata Gadjah yang dimaksud disini adalah bata cetak untuk pasangan dinding yang terbuat dari campuran tanah, lempung, kapur, dan semen. Semen dan kapur merupakan bahan yang tepat untuk dikombinasikan dengan lempung karena semen adalah bahan pengikat dalam campuran sekaligus mempunyai sifat kekekalan bentuk dan kapur tohor yang dicampur dengan air pada saat pencetakan dapat mengeluarkan panas sehingga dapat membunuh senyawa-senyawa lempung yang merugikan, sehingga didapat bata yang kuat tanpa melalui proses pembakaran.

Komposisi bata Gadjah dalam pengujian berdasarkan berat lempung dengan penambahan kapur 2% dan penambahan semen 5%, 10%, 15%, sedangkan lempung diambil dari desa Pandean kecamatan Godean dan kapur diambil dari tempat pembakaran batu kapur di kecamatan Panjatan Kulon Progo.

Pengujian yang dilakukan meliputi uji tampak luar dan ukuran bata, uji absorbsi bata, uji bobot isi bata, uji kadar garam, uji kuat tekan bata, uji daya hisap bata.

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. dilihat dari waktu yang diperlukan dalam pengerjaan, bata Gadjah lebih cepat karena setelah bata melalui proses pengeringan dalam waktu 7 hari bata bias langsung digunakan tanpa dibakar,
2. kualitas terbaik komposisi perbandingan berat adalah 83% lempung : 15% pc : 2% kapur, lebih baik pada bentuk, ukuran penampang, mempunyai sifat sama pada absorbsi bata dan kadar garam bata (0), tetapi kurang baik dalam *daya hisap bata (20 gr/dm^2/menit), dan*
3. dilihat dari segi harga bata Gadjah lebih mahal dari bata konvensional, sehingga jika waktu yang dibutuhkan dalam pembangunan tidak mendesak disarankan lebih baik menggunakan bata konvensional.

BAB III

LANDASAN TEORI

Landasan teori memuat dasar-dasar teori yang akan dipergunakan untuk merumuskan hipotesis dan langkah-langkah dalam melakukan penelitian. Landasan teori ini meliputi pengertian batu bata, bahan penyusun pasangan serta teori dalam pengujian *small specimen* maupun *medium specimen*. Disamping teori mengenai pengujian, juga dibahas sedikit teori pengolahan data.

3.1 Batu Bata (*Brick*)

Batu bata bahan pembentuknya berupa tanah liat atau lempung. Tanah liat yang sudah diaduk sampai rata dan dibersihkan dari batu-batu kerikil selanjutnya akan dicetak. Campuran bata yang baik sebagian besar terdiri dari pasir (*silica*) dan tanah liat (*alumina*), yang dicampur dengan nilai perbandingan tertentu untuk mendapatkan bahan yang jika diberi air menjadi bersifat plastis.

Bata yang terlalu banyak tanah liat (sedikit sekali pasir) akan mengakibatkan susutan bata cukup besar selama proses pengeringan dan pembakaran, yang dapat menimbulkan retak atau melengkung, bata yang terlalu banyak pasir (sedikit sekali tanah liat) akan mengakibatkan tidak adanya lekatan antar butir-butir tanah, sehingga mengakibatkan bata bersifat getas atau lemah. Sedikit kapur di dalam campuran berguna untuk membantu proses pelelehan pasir saat pembakaran, dan

mengikat butir-butir tanah. Terlalu banyak kapur di dalam campuran mengakibatkan bata menjadi mudah retak.

Bata merah banyak kita dapatkan dengan mudah di negara kita. Sebagian bahan dinding ini diproduksi oleh industri rumah tangga (*home industry*), dan sebagian lagi oleh pabrik-pabrik berskala besar dengan menggunakan mesin-mesin, walaupun jumlahnya masih relatif sedikit, tetapi hal ini dapat dijadikan komoditi ekspor. Mengingat semakin populernya pasangan tembokan yang menggunakan pasangan bata dengan campuran mortar, maka bata yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat kualitas tertentu. Standar bata merah menurut NI-10 dapat dilihat pada Tabel 3.1, Tabel 3.2, dan Tabel 3.3.

Tabel 3.1 Dimensi Bata

Jenis	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Bata I	240	115	52
Bata II	230	110	50

Tabel 3.2 Penyimpangan yang diperbolehkan

	Panjang	Lebar	Tebal
% penyimpangan	3	4	5
Selisih (max-min) (mm)	10	5	4

Tabel 3.3 Mutu dan 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

3.1.1 Proses Pembuatan

Menurut Frick dan Koesmartadi (1999), langkah-langkah pembuatan batu bata adalah sebagai berikut ini.

1. Bahan dasar (tanah liat, sekam, kotoran binatang, air) dicampur sampai rata, campuran yang telah dibersihkan direndam selama satu hari satu malam.
2. Selanjutnya dilakukan pencetakan diatas permukaan tanah yang sudah diberi sekam padi sebagai alas, dan dilakukan dibawah sinar matahari agar cepat kering. Batu bata dicetak dengan menggunakan cetakan dari kayu atau baja.
3. Setelah mencapai kekerasan yang diinginkan, batu bata dibalik agar terjadi pengeringan pada dua sisi. Setelah kering ditumpuk dalam susunan setinggi 10-15 bata. Proses penganginan membutuhkan waktu kurang lebih 2-7 hari.

3.1.2 Proses Pembakaran Bata

Bata yang telah kering secara alami (dengan bantuan angin dan sinar matahari) selanjutnya disusun dalam ruangan atau tungku pembakaran. Lama proses pembakaran dilakukan lebih kurang 24 jam, proses ini berguna untuk menghilangkan kadar air bagian dalam dari bata. Proses pembakaran yang berlebihan akan mengakibatkan bata berwarna hitam atau hangus dan mudah sekali retak atau bahkan pecah. Suhu yang diperlukan dalam proses pembakaran ini berkisar antara 800 - 1000°C.

Perubahan pertama yang terjadi dalam tanah liat sebagai bahan utama dalam pembuatan bata (6 bagian berat) ketika dibakar, ialah hilangnya air bebas yang diikuti oleh terbakarnya bahan-bahan organik lain, seperti humus, daun dan

ranting yang terdapat di dalam tanah liat. Selanjutnya akan diikuti oleh hilangnya air kimia. Tanah liat mengandung silika bebas dalam bentuk pasir, kuarsa, flint dan kristal. Silika adalah subyek untuk merubah bentuk dan volume tanah liat pada suhu tertentu. Beberapa perubahan bersifat tetap (*konversi*) dan yang lain bersifat dapat berubah kembali (*inversi*).

Agar tanah liat menjadi bata harus melalui proses pembakaran dengan suhu melebihi 600°C. Setelah melalui suhu tersebut tanah liat akan mengalami perubahan menjadi suatu mineral yang padat, keras dan permanen, perubahan ini disebut *Cheramic Change* atau perubahan keramik. Tanah liat yang dibakar kurang dari 600°C belum memiliki kematangan yang tepat walaupun sudah mengalami perubahan keramik, kematangan tanah liat atau vitrifikasi adalah kondisi bata yang telah mencapai suhu kematangan secara tepat tanpa mengalami perubahan bentuk. Pada pembakaran di bawah suhu 800°C, mineral silika bebas (seperti mineral carbonat) akan berubah pula. Hal ini merupakan akibat dari terbakarnya semua unsur karbon (proses kalsinasi).

Perubahan fisika terjadi di atas suhu 800°C yaitu pada saat bahan-bahan alkali bertindak sebagai 'Flux' atas silika dan alumina yang membentuk sebuah jaringan kristal (mulia) dan gelas yang mengikat bahan-bahan yang tidak dapat dilarutkan menjadi suatu massa yang kuat (pembakaran biskuit). Saat tanah liat dibakar pada suhu ± 1300°C beberapa perubahan akan terjadi, misalnya badan menjadi lebih keras ketika mendingin dan menjadi kedap air. Tanah liat tersebut telah mengalami proses 'Vitrifikasi' artinya sebagian besar material, khususnya silika telah menggelas, memasuki pori-pori dan mengikat semua partikel tanah liat

dengan membentuk ikatan yang dikenal sebagai ikatan 'Alumina Silika Hidroksida'.

Proses vitrifikasi ini disertai dengan penyusutan volume, dimana semakin tinggi suhu bakar semakin besar penyusutan tetapi semakin rendah porositasnya atau dengan kata lain benda semakin padat dan kedap air. Tanah liat yang tidak 'vitrifikasi' pada suhu tinggi (± 1300°C) dapat digolongkan ke dalam jenis tanah liat 'tahan api' (*refractory clay*).

Setiap tanah liat dapat dilebur bila suhu bakarnya cukup. Idealnya setiap jenis tanah liat mempunyai titik vitrifikasi tanpa terjadi perubahan bentuk (deformasi). Dalam praktik, vitrifikasi seringkali diikuti dengan perubahan bentuk. Hal ini terjadi karena adanya tegangan-tegangan bagian benda yang terlemah akibat dari meleburnya mineral-mineral tanah liat. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembakaran.

a. Jangan membakar tanah liat terlalu cepat karena tanah liat tersebut akan meledak berkeping-keping atau retak-retak. Hal ini disebabkan tidak cukup waktu bagi plastisitas air untuk menguap.

b. Proses pendinginan jangan dilakukan secara cepat, pendinginan mendadak menyebabkan satu permukaan akan lebih panas daripada permukaan lain, sehingga yang satu volumenya berubah dan yang lain tidak.

Faktor inilah yang menyebabkan tanah liat yang dibakar pecah. Oleh karena itu sebaiknya proses pendinginan harus dilakukan selambat dan semerata mungkin untuk mencegah pecahnya bata. Kesalahan ini akan jarang terjadi bila tungku tidak dibuka sebelum suhu di dalam tungku turun sampai suhu 100°C.

3.2 Bahan Lain

Bahan lain yang dibutuhkan dalam penelitian ini yakni bahan-bahan yang menjadi unsur-unsur campuran/mortar sebagai lekatannya. Mortar terdiri atas semen, pasir, kapur, dan air.

3.2.1 *Portland Cement*

Semen *portland* adalah bahan pengikat *hidrolis* yang digunakan untuk mengikat bahan-bahan menjadi satu kesatuan yang kuat, yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker-klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982). Semen *portland* digunakan sebagai bahan adukan atau campuran pokok pembuatan beton dan merupakan bahan adukan untuk pasangan yang berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat, sehingga terjadi massa yang kompak atau padat, selain itu juga mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Adapun semen *portland* yang digunakan haruslah memenuhi kriteria berikut yakni, 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.

3.2.2 Kapur (*Lime*)

Kapur berfungsi sebagai bahan pengisi dan juga bahan pengikat baik dalam adukan pasangan, plesteran maupun dalam pembuatan bagian-bagian atau elemen-

elemen bangunan. Selain itu juga dapat meningkatkan sifat mudah dikerjakan (*workability*) adukan, mempercepat pengerasan, menambah daya ikat dan keawetan mortar (*durability*), mampu mengikat pasir lebih banyak serta dapat mengurangi jumlah pemakaian semen Portland. Kapur diperoleh sebagai hasil pembakaran batu kapur, yang dalam keadaan murni berupa batuan *calcium carbonat* ($CaCO_3$), dalam tungku-tungku pembakaran kapur dan akan terurai kedalam gas asam arang (CO_2) yang keluar melalui mulut tungku dan kapur tohor (CaO) yang ditampung dibagian bawah tungku. Pemberian air yang cukup pada kapur tohor tersebut akan menghasilkan kapur padam ($Ca(OH)_2$).

3.2.3 Agregat halus (Pasir)

Pasir dapat berupa pasir alam (sebagai hasil disintegrasi alam dari batu-batuan) atau berupa pasir pecah (hasil dari pemecahan batu dengan mesin pemecah atau *stone crusher*). Agregat halus berupa pasir, dapat digunakan sebagai campuran adukan untuk pasangan bata. Yang dimaksudkan pasir disini adalah bahan batuan berukuran kecil dengan ukuran diameter butirnya $\leq$ 5mm (Tjokrodimuljo, 1992). Pasir harus mempunyai butiran-butiran yang keras, warna hitam, bentuk bulat (seragam) atau tidak boleh terlalu banyak yang pipih, awet, harus lolos saringan nomor 7 atau dapat diganti dengan saringan ukuran 3mm, faktor penyerapan air harus kurang dari 5%, dan tidak boleh mengandung lumpur atau tanah liat (*Clay lump*) lebih dari 5%.

Pasir berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar. Walaupun fungsinya sebagai pengisi, akan tetapi pasir sangat berpengaruh terhadap sifat

mortar, sehingga pemilihannya merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar. Pasir menentukan kemudahan pengerjaan (*workability*), kekuatan (*strength*) dan tingkat keawetan (*durability*).

3.2.4 Air

Air mempunyai pengaruh yang penting dalam pengikatan campuran. Air berfungsi sebagai zat pereaksi yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga sangat berpengaruh dalam kekuatan mortar, disamping itu air juga berguna untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan (*workability*) dan dipadatkan. Penggunaan air pada mortar disesuaikan antara kemudahan pengerjaan pasangan serta kekuatan dari mortar tersebut yaitu sekitar 60-70% dari berat material pengikatnya (semen,kapur).

3.3 Pengujian Awal *(Small Specimen)*

Pengujian *small specimen* yakni pengujian skala kecil atau pengujian pendahuluan. Pada pengujian ini terdiri dari penentuan dimensi bata, uji kadar garam bata, uji serapan air bata, uji berat volume kering bata, uji kuat tekan bata, *modulus of rupture*, uji kandungan lumpur pada pasir, uji kuat tekan mortar, dan kuat tarik mortar.

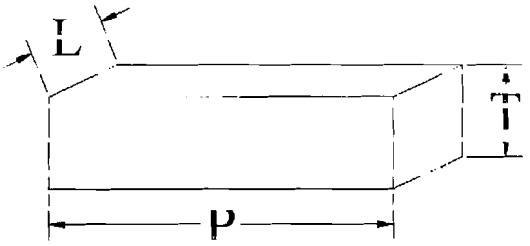
3.3.1 Penentuan Dimensi Bata

Penentuan dimensi bata merah yang akan dilakukan pengujian harus dengan teliti. Bata merah harus dibersihkan dahulu dari kotoran yang menempel sebelum

diukur panjang, lebar, dan tingginya agar tidak terjadi penyimpangan maupun kesalahan yang fatal. Dimensi dari bata yang akan dilakukan pengujian nanti, panjang, lebar dan tingginya. Adapun langkah-langkah pengujian dimensi bata menurut NI-10 adalah sebagai berikut:

1. digunakan 10 buah bata,
2. bersihkan permukaan bata dari kotoran yang menempel,
3. ukur lebar, panjang dan tebal bata tersebut. Masing-masing pengukuran panjang, lebar dan tebal dilakukan paling sedikit 2 kali pada tempat-tempat yang berbeda, dan
4. dari hasil pengukuran panjang, lebar dan tebal tiap-tiap bata dihitung rata-ratanya dalam mm.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Penentuan Dimensi Bata

3.3.2 Uji Kandungan Garam

Pengujian kadar garam dimaksudkan untuk mengetahui kandungan garam yang terdapat pada bata. Bata merah tidak boleh mengandung garam yang dapat larut sedemikian banyaknya sehingga pengkristalan garam dapat mengakibatkan lebih dari 50 persen permukaan bata tertutup tebal oleh bercak-bercak putih,

karena dimungkinkan sangat berpengaruh pada ikatan antara bata merah dengan mortarnya. Hasil pengujian dinyatakan dengan tiga kondisi yaitu (SNI NI-10, 1964):

a. **tidak membahayakan**, bila kurang dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih, karena pengkristalan garam-garam dapat larut,

b. **ada kemungkinan membahayakan**, bila 50% atau lebih dari permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang agak tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tetapi bagian-bagian dari permukaan bata masih bagus tidak menjadi bubuk ataupun terlepas, dan

c. **membahayakan**, bila lebih dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut dan pada kondisi ini bagian-bagian dari permukaan bata menjadi bubuk atau terlepas.

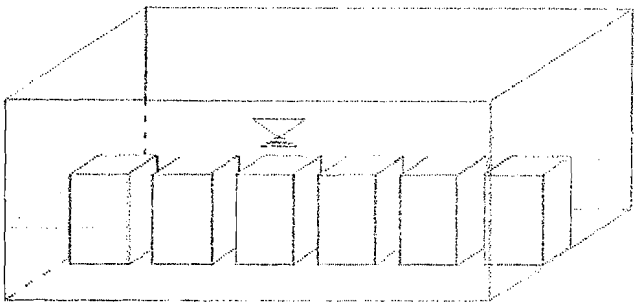
Kadar garam yang membahayakan dapat merusak bata merah.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian kandungan garam ini adalah sebagai berikut ini.

1. Letakkan 5 buah bata yang telah dibersihkan dari kotoran yang melekat dengan sikat/kuas pada bejana dangkal dengan posisi sumbu panjang bata tegak lurus dengan alas bejana seperti tertera pada Gambar 3.2 dan diberi air suling/air destilasi sehingga salah satu ujung bata tersebut terendam setinggi ± 5 cm kemudian disimpan pada ruangan yang pergantian udaranya baik.

2. Biarkan beberapa hari agar air diserap bata dan tunggu sampai bata terlihat kering, kemudian tuangkan lagi air suling kedalam bejana lalu biarkan airnya sampai habis kering.
3. Setelah kering, analisis bata-bata tersebut tentang besarnya permukaan bata yang tertutup lapisan putih atau bunga-bunga putih, dan hasilnya dinyatakan sebagai kandungan garam.

Percobaan ini akan lebih rinci dijelaskan dengan Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Pengujian Kandungan Garam Bata

3.3.3 Uji Serapan Air

Bata merah yang baik bila direndam dengan air tidak mengeluarkan gelembung terlalu banyak serta tidak hancur bila direndam dalam air. Uji serapan air dimaksudkan untuk mengamati sifat fisik bata yang berkaitan dengan prosentase kadar air yang teserap pada bata. Acuan yang digunakan dalam pengujian ini adalah SNI NI-10 1964. Bata umumnya dikatakan baik apabila penyerapan airnya kurang dari 20 persen (Kardiyono, 1992). Semakin besar pori-pori bata, maka semakin banyak air yang terserap dalam bata, menjadikan bata semakin lunak dan akan mempengaruhi kekuatan bata.

Perhitungan uji serapan air dengan persamaan (3.1) berikut ini.

$$\text{Penyerapan Air, } c = \frac{b-a}{a} x\ 100\% \quad \text{..... (3.1)}$$

dimana: a = berat kering (gram),

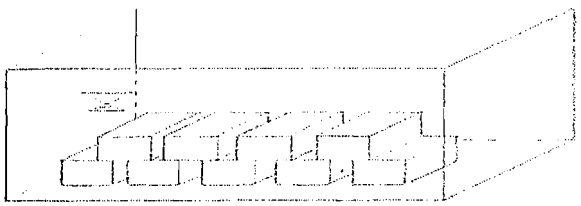
b = berat jenuh setelah bata direndam selama 24 jam (gram), dan

c = absorbsi/penyerapan air (%).

Secara rinci metode pengujian serapan air pada bata adalah sebagai berikut ini.

1. Ambil 10 buah bata utuh, kemudian bersihkan dari kotoran yang melekat dengan kuas.
2. Benda uji dimasukkan kedalam oven pada suhu ± 105 °C hingga berat bata tetap (selisih berat yang ditolerir adalah dua kali penimbangan berturut-turut kurang dari 10 gram), kemudian keluarkan, didinginkan, ditimbang dan dicatat berat sampel tersebut.
3. Rendamlah bata uji dengan air selama 24 jam seperti pada gambar 3.3, setelah itu angkat dan seka dengan kain basah untuk menghilangkan air yang berlebihan pada permukaannya.
4. Sampel kemudian ditimbang dalam waktu kurang dari 3 menit setelah pengangkatan dari air dan catat kenaikan beratnya.

Secara jelas bentuk pengujian serapan air dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pengujian Serapan air Bata

3.3.4 Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah

Nilai berat volume kering bata merah dapat digunakan untuk menentukan golongan bata merah tersebut termasuk bata merah berat atau bata merah ringan. Pengujian ini mengacu pada Peraturan Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan NI-10. Bata merah digolongkan dalam golongan bata merah ringan jika mempunyai berat volume kering kurang dari 1.2 gr/cm^3.

Besarnya berat volume kering bata merah dapat dihitung dengan persamaan (3.2) berikut ini.

$$BVk = \frac{Wk}{Vk} \qquad (3.2)$$

dimana: BVk = berat volume kering (gr/cm^3),

Wk = berat kering (gr), dan

Vk = volume kering (cm^3).

Langkah pengujian berat volume kering adalah :

1. ambil 10 buah bata merah,
2. keringkan material sampel dalam oven dengan suhu antara 110-115^{0}C selama 24 jam,
3. setelah sampel dikeluarkan dari oven maka diukur dimensinya yang meliputi panjang, lebar dan tebal dilakukan sedikitnya 3 kali pada tempat-tempat tertentu, dan
4. setelah diukur dimensinya bata merah ditimbang.

3.3.5 Kuat Tekan Bata (*Compressive Strength of Brick*)

Kuat tekan bata adalah kekuatan/kemampuan bata menahan beban aksial tehadap luas bidang tekan. Pengujian kuat tekan bata merah menunjukkan mutu kuat tekannya. Kekuatan ini dipengaruhi mutu bahan yang digunakan, proses pengolahan dan pembakarannya. Bahan yang baik adalah bahan yang mempunyai daya dukung baik dan solid/padat (pori-pori) kecil. Menurut ASTM Vol.04.05/C67 kuat tekan bata dapat diperoleh dengan cara memberi gaya tekan secara merata pada bata utuh, minimal 5 buah benda uji. Perhitungan kuat tekan bata dapat dihitung dengan rumus:

$$\textit{Compressive Strength}, C = \frac{W}{A} \quad \text{..... (3.3)}$$

dimana: C = kuat tekan specimen/bahan uji (kg/cm^2),

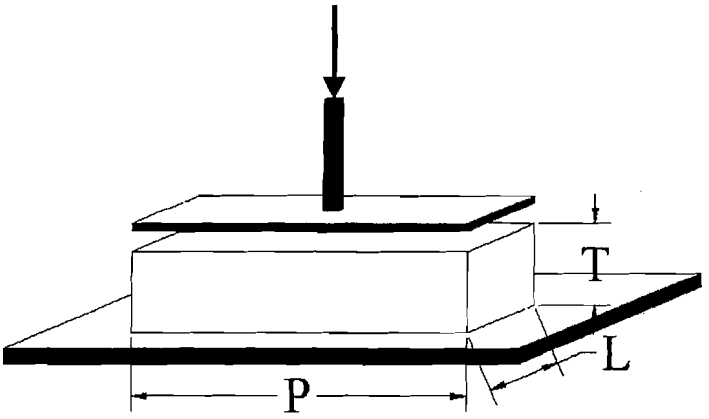
W = maksimum pembebanan (kg), dan

A = luas bidang tekan (cm^2).

Langkah-langkah pengujian kuat tekan bata yang dilakukan adalah sebagai berikut ini.

1. Digunakan benda uji minimal 5 buah.
2. Ratakan permukaan bidang tekannya dengan grenda hingga tebalnya presisi. Kemudian ukur dimensi bata tiap arah panjang, lebar, dan tebal minimal dua lokasi, kemudian hasilnya dirata-rata.
3. Sampel diletakkan pada mesin uji dan ditekan secara merata sesuai bidang permukaan dengan lama penekanan beban merata 1 sampai dengan 2 menit (luas permukaan bidang tekan benda uji/sampel > 90,3 cm^2).

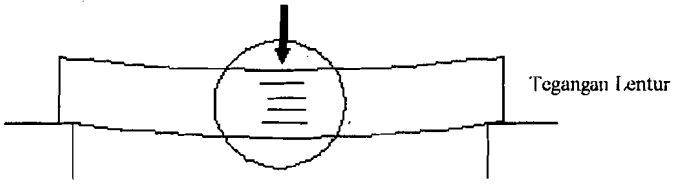
Secara jelas bentuk pengujian kuat tekan bata ini dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Pengujian Kuat Tekan Bata

3.3.6 *Modulus of Rupture* (*Flexure Test*)

Pengujian *Modulus Rupture* bata merah dimaksudkan untuk mengetahui kuat lentur pada benda uji bata merah akibat pembebanan di tengah bentang pada benda uji bata merah. Nilai modulus rupture bata merah berkaitan dengan kemampuan bata merah menahan beban yang akan menyebabkan keretakan saat bata tidak mampu lagi menahan gaya transversal. Makin tinggi nilai modulus rupture makin baik kualitas bata tersebut, (Pudik, Solihatun, 2004). Perilaku lentur pada struktur dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Perilaku Umum Balok

Pengujian ini mengacu pada ASTM/Vol 04.05/C-67. Langkah-langkah pengujian *modulus rupture* pada bata ini adalah sebagai berikut ini.

1. Ambil 5 buah bata utuh yang telah dibersihkan dari kotoran yang melekat dan telah diukur dimensinya.
2. Letakkan bata tersebut diatas dukungan, lalu berikan tekanan pada tengah bentang bata tersebut seperti pada Gambar 3.6, kemudian analisis kerusakan bata.

Perhitungan modulus rupture dengan persamaan (3.4) berikut ini. (ASTM/Vol 04.05/C-67)

$$\textit{Modulus Rupture}, S = \frac{1{,}5 \,.\, W \,.\, l}{b \,.\, d^2} \qquad \text{(3.4)}$$

dimana: S = modulus of rupture specimen/bahan uji (kg/cm^2),

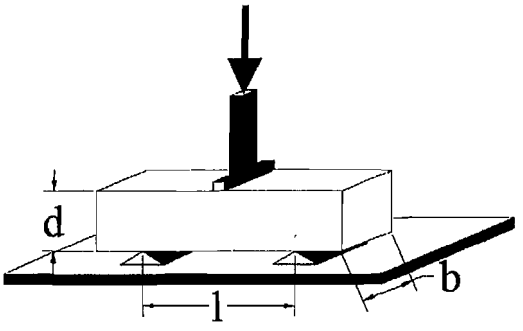
W = maksimum pembebanan (kg),

l = jarak dukungan (cm),

b = lebar bata (cm), dan

d = tebal bata (cm).

Gambar 3.6 berikut akan menggambarkan pelaksanaan pengujian *Modulus of Rupture*.



Gambar 3.6 Pengujian *Modulus Rupture* Bata

3.3.7 Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kandungan lumpur dalam pasir. Dalam pembahasan PUBI 1970 Pasal 14 ayat 2 poin b disebutkan bahwa kandungan lumpur yang disyaratkan untuk adukan pasangan, adukan plesteran, dan beton bitumen tidak boleh melebihi dari 5% terhadap berat keringnya. Kandungan lumpur pasir yang melebihi 5% dari berat keringnya dapat menghalangi ikatan antara pasta semen dengan pasir. Adapun langkah-langkah pengujiannya adalah:

1. alat-alat dan bahan-bahan yang akan digunakan disiapkan terlebih dahulu,
2. digunakan pasir yang sudah dikeringkan,
3. piring atau cawan yang digunakan untuk tempat pasir, sebelumnya ditimbang terlebih dahulu,
4. pasir sebanyak 100 gr ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur 250 cc,
5. gelas ukur yang sudah berisi pasir diisi dengan air jernih setinggi 12 cm di atas permukaan pasir,
6. gelas ukur dikocok-kocok selama kurang lebih 15 kali, lalu didiamkan selama ± 1 menit. Kemudian air keruh dibuang perlahan-lahan jangan sampai pasir ikut terbuang,
7. percobaan 5 dan 6 diulangi sampai beberapa kali sampai air dalam gelas ukur jernih,
8. air dipisahkan dengan pasir, kemudian air dibuang, sedangkan pasir diletakkan dalam cawan lalu dioven pada suhu 105 - 110°C selama ± 36 jam,

9. pasir dikeluarkan dari oven, kemudian didinginkan, dan
10. pasir ditimbang.

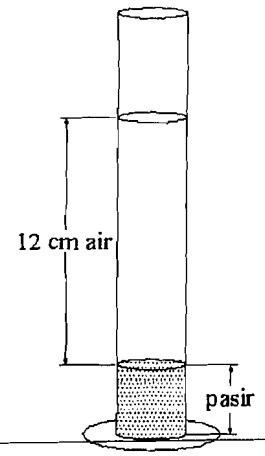
Adapun perhitungan jumlah kandungan lumpur dalam pasir dapat dihitung dengan persamaan (3.5) berikut ini.

$$\text{Kandungan Lumpur Pasir, (\%)} = \frac{Bo - B}{Bo} \times 100\% \quad \text{..... (3.5)}$$

dimana: Bo = berat pasir + piring sebelum pencucian, dan

B = berat pasir + piring setelah dicuci dan dioven.

Gambar 3.7 berikut akan menggambarkan pelaksanaan pengujian kandungan lumpur pasir.



Gambar 3.7 Pengujian Kandungan Lumpur Pasir

3.3.8 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan terhadap mortar dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan mortar yang akan digunakan sebagai perekat antar bata merah yang pada pasangan bata merah atau tembokan. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan dengan prosedur awal yaitu membuat kubus mortar. Menurut ASTM/Vol

04.05/C-579 dan C-780 ukuran sisi kubus yang digunakan untuk pengujian kuat tekan mortar adalah 50 mm, minimal 3 buah benda uji, dan cetakan kubus mortar harus terbuat dari *metal*/logam agar pada saat dipakai tidak terjadi penyerapan air oleh cetakan. Nilai kuat tekan diperoleh dengan membagi besar beban maksimum dengan luas penampang. Perhitungan kuat tekan mortar dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (3.6) berikut ini.

$$S = \frac{W}{L_1 . L_2} \qquad \text{(3.6)}$$

dimana: S = kuat tekan mortar (kg/cm²),

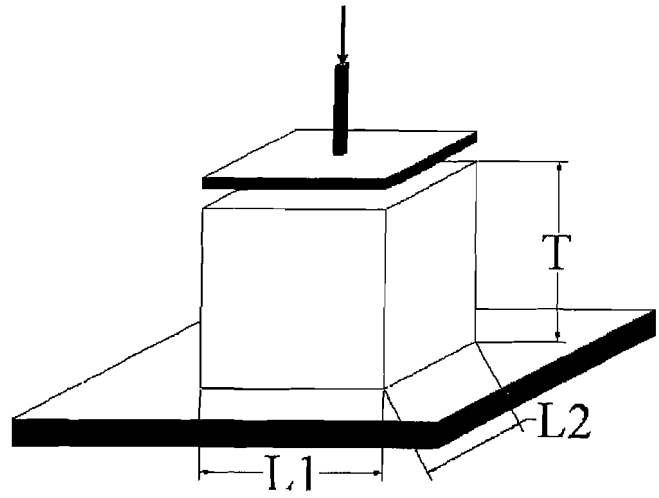
W = beban maksimum pengujian (kg), dan

L_1, L_2 = dimensi/ukuran bidang tekan (cm²).

Langkah-langkah pengujian kuat tekan mortar adalah sebagai berikut.

1. Buat adukan mortar sesuai perbandingan campuran yang telah ditentukan.
2. Cetak mortar tersebut dengan cetakan berbentuk kubus dengan dimensi 5x5x5 cm diamkan selama 1-2 hari agar kering.
3. Lepas mortar dari cetakannya beri nomor dan tanggal pembuatannya.
4. Rendam mortar dalam air bersih hingga umur 25 hari, 3 hari sebelum pengujian diangkat dari dalam air, kemudian diangin-anginkan dalam suhu ruang.
5. Setelah umur 28 hari diambil untuk diratakan bidang tekannya dan diukur dimensinya.
6. Lakukan pengujian dengan pemberian beban pada permukaan tampang sampel tersebut.

Cara pengujian kuat tekan mortar dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Pengujian Kuat Tekan Mortar

3.3.9 Pengujian Kuat Tarik Mortar

Mortar yang digunakan untuk pelekat antara bata merah perlu diuji kekuatannya dalam menahan tarik. Pengujian kuat tarik mortar dilakukan setelah benda uji mortar berumur 28 hari. Menurut ASTM/Vol 04.05/C-307 dan C-780 pengujian kuat tarik mortar dilakukan dengan cara membuat mortar berbentuk seperti angka delapan minimal 3 buah. Ukuran tebal dan lebar pada daerah penyempitan ± 25 mm. Alat yang dipakai untuk pengujian disebut dengan alat uji *cement briquttes*. Perhitungan nilai kuat tarik mortar dapat dicari dengan menggunakan persamaan (3.7) berikut ini.

$$\text{Kuat Tarik, } T = \frac{P}{A} \quad \text{.....} \quad (3.7)$$

dimana: T = besar kuat tarik mortar (kg/cm²),

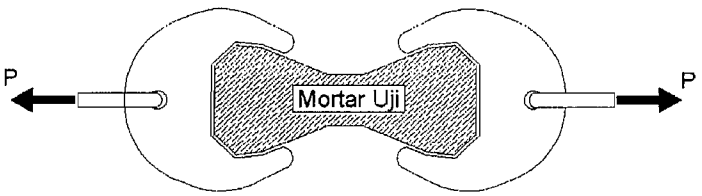
P = beban maksimum pangujian (kg), dan

A = luas bidang tarik (cm²).

Langkah pengujian kuat tarik mortar adalah sebagai berikut.

1. Buat adukan mortar dengan variasi sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan.
2. Cetak mortar tersebut dalam cetakan, dimana *briquet gang mold* (alat cetak mortar untuk test tarik) harus terbuat dari *metal*/logam.
3. Tunggu pengerasan mortar hingga berumur 28 hari.
4. Pasang sampel mortar pada *cement briquettes*, lalu kerjakan gaya tarik.

Cara pengujian kuat tarik mortar dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Pengujian Kuat Tarik Mortar

3.4 *Medium Specimen*

Pengujian *medium specimen* yakni pengujian skala menengah, dimana sampel uji dibuat sebagai pasangan bata dengan dimensi tertentu. Dari pengujian medium ini bisa diketahui seberapa besar pengaruh variasi pembakaran maupun kuat lekatan dari pasangan tersebut untuk kemudian diambil kesimpulan. Pengujian *medium specimen* ini terdiri dari pengujian kuat lekatan bata, pengujian kuat tekan pasangan bata, pengujian kuat lentur pasangan bata, serta pengujian kuat geser pasangan bata yang akan dijelaskan berikut ini.

3.4.1 Uji Kuat Lekatan Bata

Uji kuat lekatan yang dimaksud pada pengujian ini yakni kuat lekat antara mortar yang akan digunakan dengan bata merah. Uji ini dimaksudkan untuk mengukur ikatan kekuatan mortar/adukan pada pekerjaan dinding pasangan bata, hal ini dilakukan karena mortar yang digunakan untuk pengisi dan sekaligus perekat antar bata merah harus punya kekuatan lekatan yang solid, sehingga antara bata dengan mortarnya menjadi satu kesatuan yang kokoh. Uji lekatan dilakukan dengan bantuan dua buah bata yang disusun dengan arah sumbu saling tegak lurus. Kedua bata tersebut dilekatkan dengan mortar, dengan tebal ± 10 mm kemudian diuji pada umur 28 hari. Perhitungan uji kuat lekatan dengan persamaan (3.8) berikut ini. (ASTM/Vol 04.05/C-321)

$$Bond\ Strength,\ A = \frac{L}{J} \qquad (3.8)$$

dimana: A = kuat lekatan mortar (kg/cm^2),

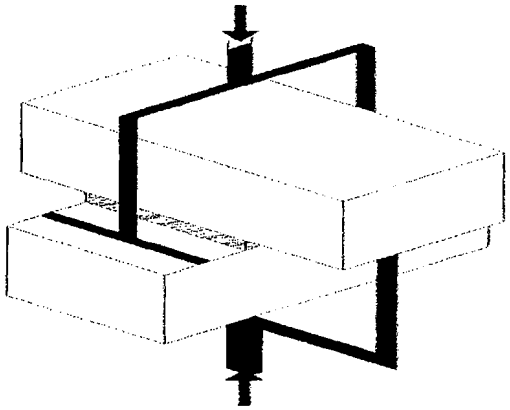
L = maksimum pembebanan pada pengujian (kg), dan

J = luasan dari tumpuan mortar/bidang lekat (cm^2)

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian kuat lekat bata dan mortar ini adalah sebagai berikut ini.

1. Membuat adukan mortar dengan campuran sesuai dengan ketetapan.
2. Membuat minimal 5 sampel lekatan bata mortar dengan posisi bata saling tegak lurus sumbu panjangnya pada satu model campuran yang telah dibuat.
3. Atur ketebalan mortar maksimal 15 mm.

4. Biarkan sampel tersebut untuk pengerasan mortar hingga berumur 28 hari, pada suhu ruangan 23° ± 2°C.
5. Uji sampel tersebut dengan menekan pada masing-masing sisi dalam bata hingga runtuh seperti pada Gambar 3.10.
6. Mengamati hasil pengujian untuk mengetahui pola keruntuhan, sehingga dapat diketahui runtuh pada bata atau pada lekatannya.
7. Hasil laporan dari pengujian ini berupa data: umur pengujian material, kuat lekatan rata-rata benda uji, dan pola keruntuhan.



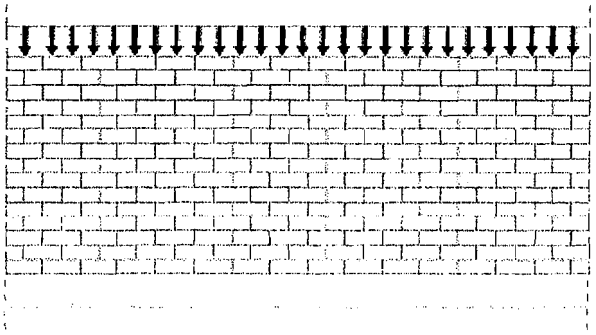
Gambar 3.10 Pengujian Kuat Lekatan bata

3.4.2 Kuat Tekan Pasangan

Kuat tekan pasangan adalah kemampuan dari pasangan bata untuk menahan besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan pasangan bata tersebut rusak/retak bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Pengujian kuat tekan pasangan ini prinsipnya untuk mengetahui seberapa besar kekuatan yang dihasilkan untuk mengimbangi gaya vertikal yang bekerja, dimana gaya ini dapat berupa beban struktur yang berada diatasnya, seperti beban atap yang diteruskan

melalui balok ring/*ring balk* yang diasumsikan sebagai beban terdistribusi merata. Gaya yang bekerja vertikal juga karena faktor gravitasi bumi seperti berat tembok bata itu sendiri, karena pada bagian bawah akan menerima berat bata yang berada dibagian atasnya, yang memang sudah ada dan bekerja seumur bangunan tersebut.

Asumsi beban-beban struktur yang bekerja diatas dinding pasangan bata banyak dijumpai pada bangunan non teknis (*non engineered structure*) dimana dinding pasangan bata diasumsikan menahan beban. Pembebanan yang terjadi seperti pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Pembebanan Vertikal Pada Dinding

Metode test standar untuk kuat tekan dinding pasangan mengacu pada ASTM/Vol 04.05/E-447. Ketentuan sampel untuk kuat tekan pasangan adalah:

a. minimum tiga dinding pasangan sebagai bahan uji dari setiap variable,
b. panjang dari dinding pasangan harus lebih besar dari ketebalannya,
c. ukuran ratio tinggi terhadap tebal dinding uji tidak kurang dari dua maupun lebih dari lima ($h/t \leq 2$ s/d 5),
d. ketebalan mortar dalam joints/hubungan minimum 10 mm, dan
e. pengujian dilaksanakan setelah mencapai umur 28 hari.

Kuat tekan pasangan bata dapat dihitung menggunakan persamaan (3.9) berikut ini.

$$\text{Kuat Tekan, } C = \frac{W}{A} \quad \text{.....} \quad (3.9)$$

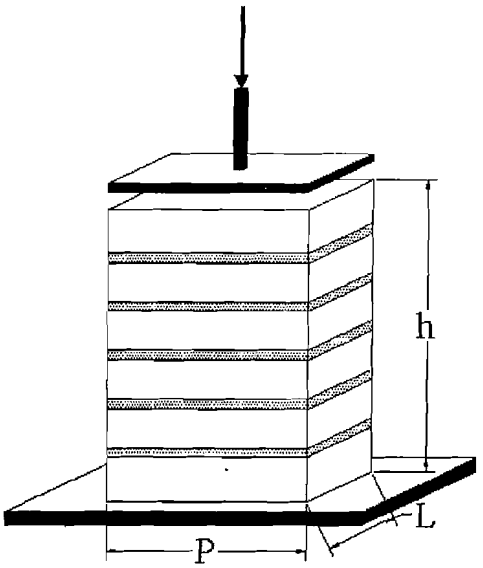
dimana: C = kuat tekan pasangan bata (kg/cm^2),

W = maksimum pembebanan pada pengujian (kg), dan

A = luas bidang tekan (cm^2).

Langkah-langkah pengujian kuat tekan pasangan bata ini adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat-alat serta membuat adukan mortar seperti spesifikasi yang telah ditetapkan.
2. Membuat sampel minimal 3 buah dengan ketebalan sebesar ketebalan dinding pasangan tembok dan ketinggian benda uji minimal 2 kali dari ketebalan serta sedikitnya memiliki dua sambungan mortar atau minimum 380 mm (15 in) seperti pada Gambar 3.12.
3. Beri nomor benda uji dan tanggal pembuatan, simpan benda uji pada tempat yang aman dan bersuhu ruang.
4. Tunggu pengerasan mortar hingga berumur 28 hari.
5. Ratakan permukaan atas dan bawah sampel dengan grenda hingga benar-benar rata.
6. Lakukan pengujian dengan memberikan beban pada permukaan atas sampel tersebut, perhatikan model kerusakan dan bagian retak pertama sebagai hasil pengamatan.

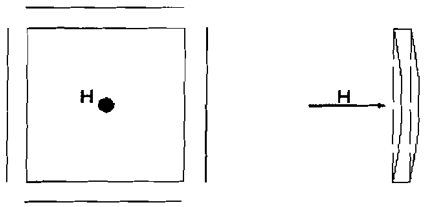


Gambar 3.12 Pengujian Kuat Tekan Pasangan Bata

3.4.3 Kuat Lentur Pasangan

Kuat lentur pasangan bata adalah kemampuan pasangan bata menahan gaya horizontal terhadap bidang/dinding yang mengalami aksi gaya sehingga salah satu tepi mengalami perpanjangan dan tepi yang lain mengalami perpendekan.

Dinding pasangan menahan lentur ketika menerima beban horizontal yang bekerja tegak lurus penampang dinding, pada umumnya beban horizontal tersebut ditimbulkan oleh angin maupun gempa dengan arah beban yang terjadi secara bolak-balik sedemikian hingga dinding mengalami lenturan. Besarnya gaya lentur tersebut harus dapat direduksi secara sempurna oleh dinding sehingga tidak menimbulkan keruntuhan. Pengujian kuat lentur pasangan ini prinsipnya untuk mengetahui seberapa besar kekuatan yang dihasilkan untuk mengimbangi gaya horizontal yang tegak lurus bidang pasangan yang terjadi, seperti tertera pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Gaya tegak lurus pasangan.

Metoda ini menentukan kekuatan lentur tembokan/dinding pasangan yang tidak diperkuat. Metode yang digunakan mengacu pada ASTM/Vol 04.05/E-518. Pengujian kuat lentur pasangan bata dilakukan dengan mengambil sampel paling sedikit 3 buah sampel uji dengan ketinggian dinding minimal 460 mm, serta ketebalan mortar 10 ± 1.5 mm. Pengujian dilakukan setelah sampel mencapai umur 28 hari. Kalkulasi kuat lentur pasangan dengan pembebanan 2 titik sebagai berikut.

$$\textit{Modulus Rupture, } R = \frac{(P + 0.75P_s)\,x\,l}{b\,x\,d^2} \quad \text{.....} \quad (3.10)$$

dimana: R = modulus of rupture (kg/cm^2),

P = maksimum pembebanan pengujian (kg),

P_s = berat benda uji/sampel (kg),

l = jarak dukungan (cm),

b = rata-rata lebar benda uji/sampel (cm), dan

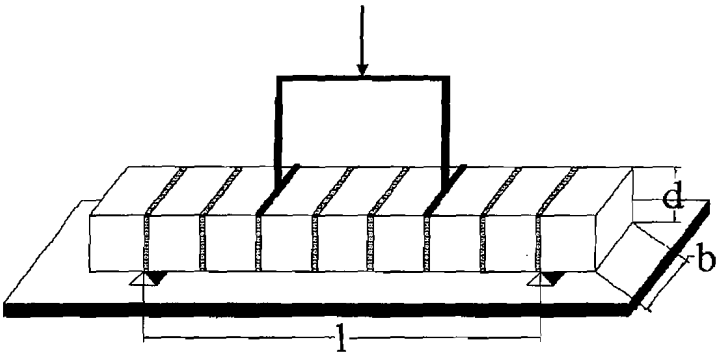
d = rata-rata tebal benda uji (cm).

Langkah-langkah pengujian kuat lentur pasangan ini adalah:

1. menyiapkan alat-alat serta membuat adukan mortar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan,

2. membuat minimal 3 buah sampel pada setiap variasi dalam penelitian ini, dengan ketinggian minimal 460 mm, dan tebal mortar 10±1,5 mm dan yang perlu diperhatikan perbandingan panjang prism ≥ 2x lebar,
3. memberi nomor sampel dan tanggal pembuatan, lalu simpan sampel pada tempat yang aman dan bersuhu ruang,
4. pengujian dilaksanakan pada sampel setelah mencapai umur sampel 28 hari, dengan jarak antar dukungan 50 cm, dan
5. hasil yang didapat, model keruntuhan dan modulus rupture.

Bentuk pengujian seperti terlihat pada Gambar 3.14.



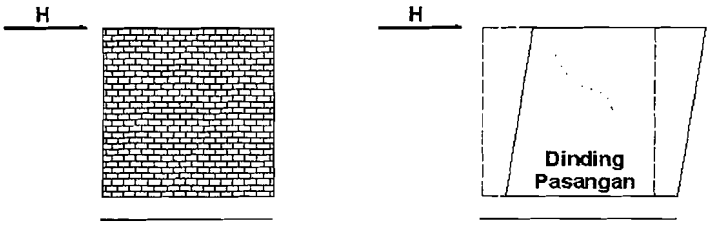
Gambar 3.14 Pengujian Kuat Lentur Pasangan Bata

3.4.4 Kuat Geser Pasangan

Pengujian kuat geser pasangan ini prinsipnya untuk mengetahui seberapa besar kekuatan dinding yang dihasilkan untuk mengimbangi gaya arah horizontal/gempa yang terjadi, disamping itu pengujian ini juga berguna untuk mengetahui perilaku pasangan bata akibat gaya geser yang terjadi pada dinding/tembokan rumah. Perilaku pasangan bata sangat dipengaruhi oleh ratio tinggi terhadap lebar. Bila pasangan bata/tembokan memiliki ketinggian yang

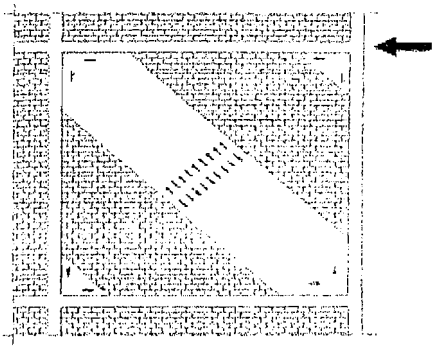
PERPUSTAKAAN YOGYAKARTA

relatif rendah, tetapi memiliki lebar yang relatif lebih besar terhadap tingginya maka akan berperilaku kuat menahan geser. Ketika gempa terjadi simpangan pada bangunan seperti pada Gambar 3.15. Simpangan ini menyebabkan kerusakan pada bangunan dan yang paling parah adalah kerusakan pada elemen non-strukturnya. Simpangan ini harus dibatasi agar dapat mengurangi kerusakan-kerusakan tersebut. Simpangan tersebut dapat dibatasi dengan mengisi rangka bangunan berupa pasangan bata, karena pasangan bata lebih kaku dari kolom. Penambahan pasangan bata akan menambah kekakuan struktur bangunan, sehingga pasangan bata berfungsi sebagai *bracing*.



Gambar 3.15 Simpangan pada Dinding

Pasangan bata akan mendistribusikan beban horizontal (geser) tersebut sebagai beban tekan searah diagonal pasangan bata. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.16. Prinsip ini juga menjadi dasar untuk pengujian kuat geser pada pasangan bata yang mengasumsikan beban tekan sebagai beban geser searah bidang diagonal pasangan bata.



Gambar 3.16 Distribusi Beban Horizontal pada Dinding

Dengan menggunakan specimen/benda uji pada posisi diagonal dengan pemusatan tekanan pada satu diagonal sehingga dapat menghasilkan keruntuhan geser diagonal. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Perhitungan kuat geser pasangan bata (*Shear Stress*) dengan persamaan (3.11) berikut ini. (ASTM/Vol 04.05/E-519).

$$\text{Shear Stress, } Ss = \frac{0.707P}{An} \qquad (3.11)$$

dimana: Ss = tegangan geser (kg/cm^2),

P = pembebanan maksimum pengujian (kg), dan

An = luasan bidang geser (cm^2), yang didapat dari persamaan (3.12) berikut ini.

$$An = \left(\frac{W+h}{2}\right)t.n \qquad (3.12)$$

dimana: W = lebar pasangan bata (cm),

h = tinggi pasangan bata (cm),

t = tebal pasangan bata (cm), dan

n = persen luas bata dari pasangan bata, dinyatakan dengan desimal, yang didapat dari persamaan (3.13) berikut ini.

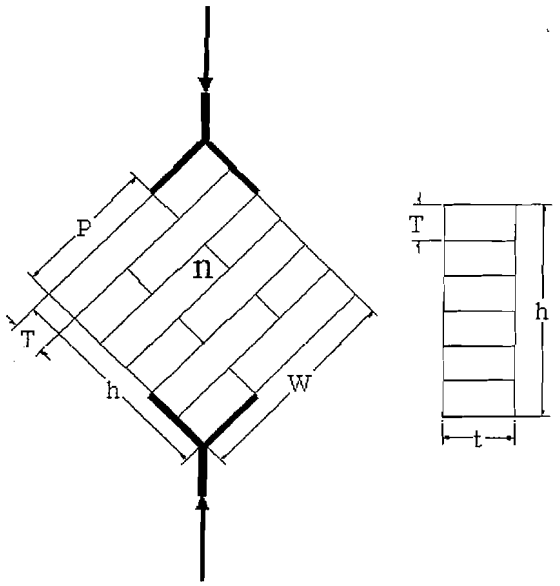
$$n = \frac{P \times T \times jumlah \quad bata \quad dalam \quad sampel}{W \times h} \qquad (3.13)$$

dimana: P = panjang 1 bata dalam sampel (cm), dan

T = tinggi 1 bata dalam sampel (cm)

Langkah-langkah pengujian kuat geser pasangan bata ini adalah:

1. menyiapkan alat-alat dan membuat adukan mortar dengan campuran sesuai dengan ketetapan,
2. membuat sampel minimal 3 buah model *specimen* dengan menyusun bata dengan luasan 1,5 bata x 1,5 bata,
3. memberi nomor sampel dan tanggal pembuatan, simpan sampel pada tempat yang aman dan bersuhu ruang,
4. sampel didiamkan hingga mencapai umur 28 hari untuk memberikan waktu pengerasan pada mortar,
5. ratakan sisi-sisinya dengan grenda hingga benar-benar rata, kemudian lakukan pengujian geser dengan sampel diletakkan diagonal seperti pada Gambar 3.17, dan
6. mengamati model kerusakan.



Gambar 3.17 Pengujian Kuat Geser Pasangan Bata

3.5 Teori Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, data yang diperoleh perlu diolah lebih lanjut. Selain menggunakan bantuan *software microsoft excel xp professional*, terdapat hal-hal dasar yang menjadi acuan pengolahan data. Data yang tersaji akan diketahui seberapa besar penyimpangannya dari rata-rata sampel melalui standar deviasi atau simpangan baku, dan untuk menjelaskan data sampel dari hasil pengujian kuat tekan dapat dijelaskan dengan menggunakan persamaan regresi pangkat dua (*quadratic regression Equations*), sedangkan untuk mengetahui besarnya derajat atau tingkat keeratan hubungan antara pengujian yang satu dengan pengujian yang lain dapat dijelaskan dengan korelasi yang akan dijelaskan berikut ini.

3.5.1 Standar Deviasi

Sebelum membahas standar deviasi perlu diketahui dahulu mengenai *mean* atau rata-rata. *Mean* adalah suatu ukuran dari lokasi sentral (Ritonga, 1987). Perhitungan mean untuk data tunggal/tidak dikelompokkan seperti pada persamaan (3.14) berikut.

$$X_{rerata} = \frac{\sum X}{n} \qquad (3.14)$$

dimana: X_{rerata} = rata-rata hitung,

X = subyek/data yang dihitung,

Σ = jumlah dari data, dan

n = jumlah sampel.

Sementara itu, perhitungan untuk standar deviasi seperti pada persamaan (3.15) berikut.

$$s = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \qquad (3.15)$$

dimana: s = simpangan baku/standar deviasi sampel,

X = subyek/data yang dihitung,

Σ = jumlah dari data, dan

N = jumlah sampel.

3.5.2 Persamaan Regresi Linier

Persamaan regresi linier mempunyai dua buah variabel yakni x dan y, hubungan linier antara dua variabel x dan y dikatakan linier jika besar perubahan

nilai y yang diakibatkan oleh perubahan nilai-nilai x konstan pada jangkauan nilai x yang diperhitungkan. Jika hubungan tersebut digambarkan dalam bentuk grafik maka hubungan linier antara x dan y akan nampak sebagai garis lurus, dan bentuk dari persamaan adalah:

$$y = ax + b \quad \text{..... (3.16)}$$

dimana: y = variabel tergantung (*dependent variable*),

x = variabel bebas (*independent variable*), dan

a dan b = bilangan konstan, bukan variabel.

Bilangan konstan b menunjukkan *intercept* garis (merupakan titik potong antara garis regresi dengan sumbu y) dan a menunjukkan *slope* dari garis (perubahan dalam y bila x berubah satu-satuan). Pasangan bilangan-bilangan (x, y) atau disebut juga koordinat titik potong, dapat kita peroleh dengan mensubstitusikan nilai-nilai x ke dalam persamaan di atas.

3.5.3 Persamaan Regresi Pangkat Dua

Analisis regresi digunakan untuk mempelajari hubungan antara dua buah atau lebih variabel. Satu di antaranya adalah variabel tergantung (*dependent variable*) dan yang lainnya adalah variabel bebas (*independent variable*). Dalam banyak model *dependent variable* biasanya dinyatakan dengan simbol y, sedangkan *independent variable* dengan simbol x yang dapat diberi indeks menurut keperluannya.

Persamaan regresi pangkat dua (*quadratic regression equation*), dengan x sebagai variabel bebas dan y sebagai variabel tak bebas. Bentuk persamaan adalah:

$$y = ax^2 + bx + c \quad \text{..... (3.17)}$$

dimana: y = variabel tergantung (*dependent variable*),

x = variabel bebas (*independent variable*), dan

a, b, dan c = bilangan konstan, bukan variabel.

Bilangan konstan c adalah nilai dari y (variabel tergantung) jika x sama dengan nol; c disebut juga y intercept. Bilangan a dan b disebut *slope* dari garis; a dan b menunjukkan jumlah perubahan y (variabel tergantung) jika x (variabel bebas) berubah dengan satu satuan. Persamaan regresi pangkat dua grafiknya dapat berbentuk *parabola yang terbuka ke atas* (*upward-opening parabola*), jika nilai koefisien x^2 bertanda positif (a > 0), dan apabila nilai koefisien x^2 bertanda negatif (a < 0), maka grafiknya berbentuk *parabola yang terbuka ke bawah* (*downward-opening parabola*). Adapun untuk menentukan nilai-nilai a, b, dan c menggunakan bantuan *software microsoft excel*.

Nilai puncak dari persamaan regresi pangkat dua, dapat dihitung menggunakan persamaan (3.18) berikut.

$$x = -\frac{\text{koefisien dari x}}{2(\text{koefisien dari x}^2)} = -\frac{b}{2a} \quad \text{..... (3.18)}$$

dimana nilai y didapat dengan cara mensubstitusikan nilai x kedalam persamaan regresi.

3.5.4 Korelasi

Menurut Supramono (1993), analisis korelasi digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara dua variabel bebas dan terikat. Ada dua pengukuran yang biasa digunakan dalam pengukuran keeratan hubungan yaitu koefisien determinasi (R^2) dan koefisien korelasi (r).

Koefisien determinasi merupakan analisis regresi untuk mengetahui seberapa jauh kecocokan garis regresi yang terbentuk dalam mewakili kelompok data hasil observasi dimana model yang terbentuk dapat mewakili model yang sebenarnya. Nilai koefisien determinasi merupakan suatu ukuran yang menunjukkan besar sumbangan dari variabel bebas terhadap variabel terikat, atau dengan kata lain koefisien determinasi menunjukkan variasi naik turunnya Y yang diterangkan oleh pengaruh linier X Supramono (1993).

Menurut Supramono (1993), kegunaan koefisien determinasi adalah:

1. sebagai ukuran ketepatan/kecocokan garis regresi yang dibuat dari hasil estimasi terhadap sekelompok data hasil observasi. Semakin besar nilai R^2, semakin bagus garis regresi yang terbentuk, sebaliknya semakin kecil nilai R^2, semakin tidak tepat garis regresi tersebut mewakili data hasil observasi, dan
2. untuk mengukur proporsi (persentase) dari jumlah variasi Y yang diterangkan oleh model regresi atau untuk mengukur besar sumbangan dari variabel X terhadap variasi variabel Y.

Ada dua kondisi yang ekstrim dari nilai R^2 ini yaitu bila R^2 =1 berarti variabel X dan Y mempunyai hubungan yang sempurna dan jika $R^2 = 0$ maka tidak

ada hubungan sama sekali antara kedua variabel tersebut. Dengan demikian nilai R^2 akan berkisar antara 0 sampai dengan 1.

Menurut Supramono (1993), koefisien korelasi adalah ukuran yang digunakan untuk menentukan tingkat keeratan hubungan linier antara dua variabel. Selain itu nilai koefisien korelasi merupakan akar dari nilai koefisien determinasi.

Menurut Supramono (1993), koefisien korelasi mempunyai sifat sebagai berikut ini.

1. Merupakan besaran yang tidak mempunyai satuan.
2. Nilai r akan terletak antara -1 dan 1 ($-1 \leq r \leq 1$).
3. Tanda positif dan negatif koefisien korelasi menunjukkan arah hubungan.
4. Hanya mencerminkan keeratan hubungan linier dari dua variabel yang terlibat.
5. Bersifat simetris $rXY = rYX = r$.
6. Variabel yang terlibat tidak harus variabel terikat dan variabel bebas.

Tingkat keeratan korelasi dapat ditentukan berdasarkan nilai koefisien determinasinya (R^2) seperti dijelaskan dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hubungan Nilai Koefisien Determinasi (R^2) dan Korelasi

Nilai Koefisien Determinasi (R^2)	Korelasi
$R^2 = 1$	Sempurna
$0.80 < R^2 < 0.99$	Sangat Kuat
$0.50 < R^2 < 0.79$	Kuat
$0.30 < R^2 < 0.49$	Kurang Kuat
$R^2 < 0.30$	Lemah
$R^2 = 0$	Tidak Ada

BAB IV

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan prosedur atau tata cara pelaksanaan penelitian yang diuraikan secara sistematis termasuk metode yang dipakai. Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini meliputi pengumpulan bahan uji, pengujian dan pengolahan data yang selanjutnya akan diuraikan berikut ini.

4.1 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini mencakup hal-hal yang berkaitan dengan topik penelitian ini. Dimulai dari studi pustaka untuk merumuskan tujuan penelitian yang akan dilaksanakan, dilanjutkan dengan survei material dan pelaksanaan penelitian secara bertahap di laboratorium, yang sebelumnya sudah dirangkai dalam sebuah metode penelitian, antara lain memuat tentang prosedur atau tata cara pelaksanaan penelitian yang diuraikan secara sistematis meliputi bahan, peralatan, langkah-langkah pengujian, dan prosedur penelitian. Kemudian diperoleh hasil yang nantinya akan menjawab tujuan penelitian dalam tugas akhir ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.1.

4.2 Bahan untuk Penelitian

Pada penelitian ini digunakan bahan-bahan yang diperlukan untuk menunjang jalannya penelitian, yang selanjutnya diuraikan berikut ini.

1. Bata merah yang digunakan diambil dari Senuko, Desa Sidoagung, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman, DIY dengan variasi letak pembakaran yang ditentukan.
2. Agregat halus berupa pasir yang lolos saringan 4,75 mm yang berasal dari toko material Tri Jaya jalan Kaliurang Km.12 Candi, Sleman dimana pasirnya berasal dari Sungai Boyong.
3. Pada penelitian ini semen *portland* yang digunakan adalah tipe I dengan merk Semen Gresik berat 50 kg.
4. Kapur yang digunakan adalah kapur padam yang diambil dari toko material Tri Jaya jalan Kaliurang Km.12 Candi, Sleman.
5. Air bersih yang digunakan pada penelitian ini adalah air dari PDAM Sleman, Yogyakarta (Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia).

4.3 Alat untuk Penelitian

Untuk kelancaran penelitian diperlukan beberapa peralatan yang fungsinya untuk melaksanakan pengujian-pengujian terhadap bahan maupun sampel yang dibuat. Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Peralatan Penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Ayakan	Menyaring agregat
2	Benjana dangkal	Tempat pengujian kadar garam
3	Bejana perendaman	Mengetahui penyerapan air
4	Gayung	Mengambil air
5	Cetok	Membuat adukan & perata mortar
6	Ember	Tempat pengadukan campuran
7	Gelas ukur 250cc	Tempat mencuci pasir
8	Grenda	Meratakan permukaan bata
9	Kaliper dan meteran/mistar	Mengukur dimensi benda uji
10	Kuas/Sikat	Membersihkan benda uji
11	Mesin uji (desak, lentur, geser)	Uji desak, lentur, dan geser benda uji
12	Oven	Pengeringan agregat/bahan
13	Piring	Tempat sampel pasir
14	Timbangan	Menimbang bahan-bahan yang dipakai
15	Papan penyiku	Membuat siku/tegaknya pasangan bata
16	*Waterpas*	Menyamakan tinggi permukaan

4.4 Pembuatan Benda Uji

Pelaksanaan penelitian mengacu pada ASTM dan NI-10, dengan jumlah benda uji yang akan diteliti untuk tiap jenis specimen dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Jumlah Specimen Penelitian

Small Specimen				Medium Specimen			
Jenis/Variasi	Atas	Tengah	Bawah	Jenis/Variasi	Atas	Tengah	Bawah
Penentuan Dimensi Bata	10 bt	10 bt	10 bt	Kuat Lekat Bata Mortar	5 sp	5 sp	5 sp
Uji Kadar Garam Bata	5 bt	5 bt	5 bt	Uji Kuat Tekan Pasangan	3 sp	3 sp	3 sp
Uji Serapan Air Bata	10 bt	10 bt	10 bt	Kuat Lentur Pasangan	3 sp	3 sp	3 sp
Uji Berat Volume Kering	10 bt	10 bt	10 bt	Kuat Geser Pasangan	3 sp	3 sp	3 sp
Uji Kuat Tekan Bata	5 bt	5 bt	5 bt				
Modulus of Rupture	5 bt	5 bt	5 bt				
Uji Kandungan Lumpur Pada Pasir							
Uji Kuat Tekan Mortar	3 bh						
Uji Kuat Tarik Mortar	3 bh						

4.5 Tahapan Pengujian

Untuk memperoleh tujuan penelitian maka pelaksanaan percobaan pengujian sampel melalui prosedur-prosedur laboratorium yang ditentukan oleh standar SNI dan ASTM. Adapun tahapan pengujian adalah:

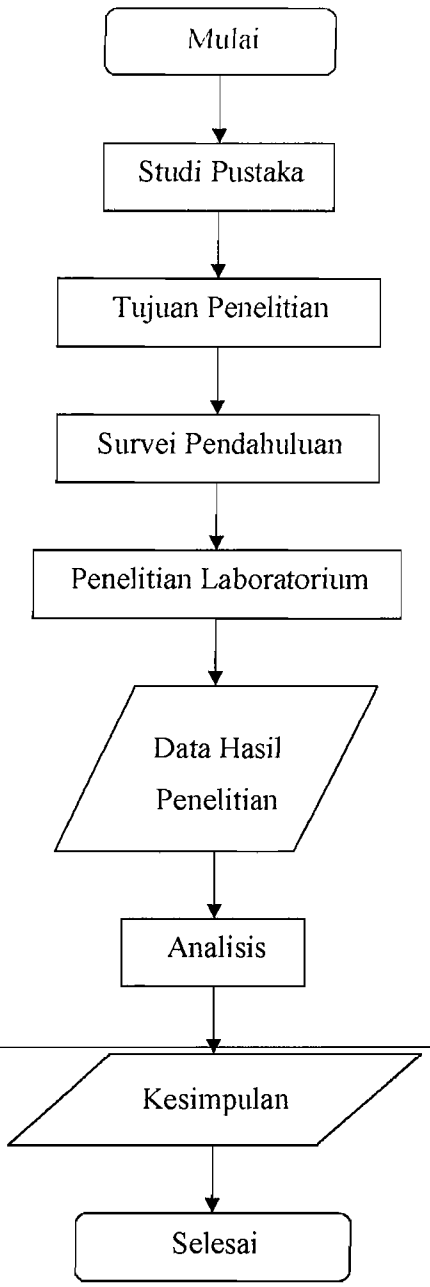
1. pengambilan bahan uji berupa pasir, semen, kapur, dan batu bata yang berasal dari daerah Sleman,
2. persiapan peralatan untuk pengujian,
3. pengujian *small specimen* meliputi penentuan dimensi bata merah, pengujian kadar garam bata, pengujian serapan air bata merah, pengujian berat volume kering bata merah, pengujian kuat tekan bata merah, pengujian *modulus of rupture*, pengujian kandungan lumpur pada pasir, pengujian kuat tekan mortar, dan pengujian kuat tarik mortar. Penjelasannya dapat dilihat pada sub Bab 3.3.,
4. pembuatan sampel pasangan bata untuk pengujian *medium specimen* meliputi kuat lekat bata mortar, kuat tekan pasangan, kuat lentur pasangan, dan kuat geser pasangan dengan variasi letak pembakaran atas, tengah, dan bawah. Penjelasannya dapat dilihat pada sub Bab 3.4.,
5. pengujian *medium specimen* setelah berumur 28 hari, dan
6. data yang diperoleh perlu diolah lebih lanjut untuk dapat dianalisis dan kemudian diambil kesimpulannya.

4.6 Pengolahan Data

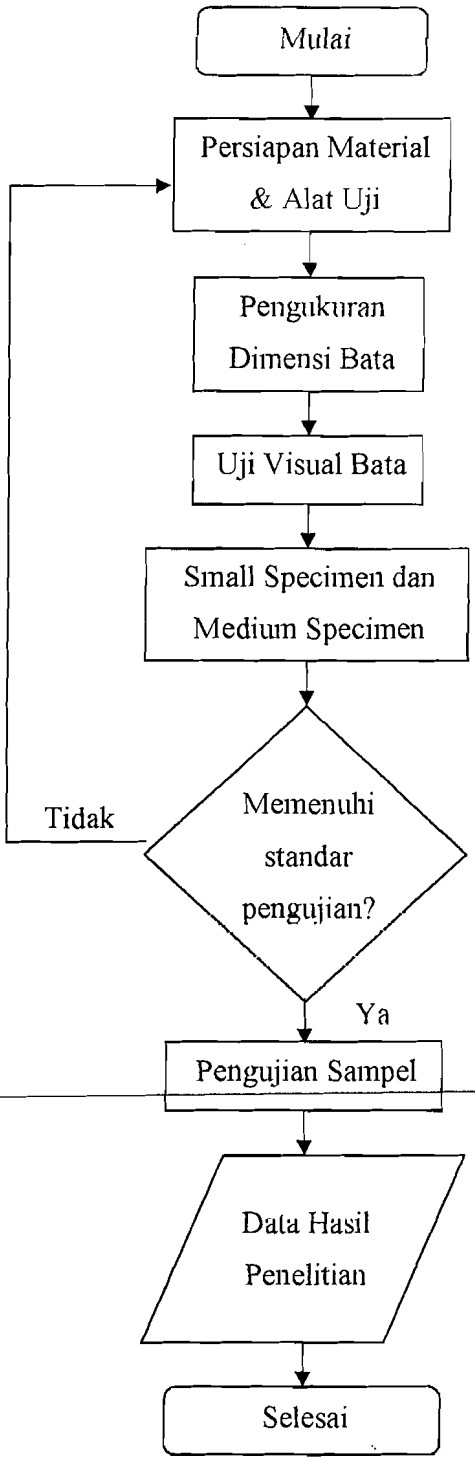
Hasil dari pengujian berupa data-data kasar masih perlu diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan/korelasi antar satu pengujian dengan pengujian lainnya. Adapun proses pengolahan data dilakukan dengan program computer *Microsoft Excel XP Professional* disertai dengan sedikit teori pengolahan data.

4.7 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian atau bagan alir penelitian dilaboratorium dapat dijabarkan seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Bagan Alir Tugas Akhir Penelitian



Gambar 4.2 Bagan Alir Proses Penelitian di Laboratorium

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Proses hitungan dilakukan setelah mendapatkan data-data dari hasil pengujian dilaboratorium. Bab ini berisi tentang hasil-hasil penelitian yang dianalisis sesuai dengan teori-teori yang berkaitan yaitu meliputi contoh perhitungan, tabel hasil perhitungan, dan grafik beserta pembahasannya, yang selanjutnya akan diuraikan berikut ini.

5.1 Pengujian *Small Specimen*

Pengujian *small specimen* yang dilakukan meliputi penentuan dimensi bata, uji kadar garam bata, uji serapan air bata, uji berat volume kering bata, uji kuat tekan bata, *modulus of rupture*, uji kandungan lumpur pada pasir, uji kuat tekan mortar, dan kuat tarik mortar.

5.1.1 Penentuan Dimensi Bata

Penentuan dimensi bata dimaksudkan untuk mengetahui dimensi dari bata Agung Senuko, Godean yang digunakan dalam pengujian. Sampel yang diuji dimensinya sebanyak 10 bata untuk setiap variasi. Data perhitungan dapat dilihat pada Lampiran II.1, sedangkan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Dimensi Bata

Variasi	Dimensi	Sampel Bata										Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Atas	P (cm)	22.783	22.735	22.948	23.118	22.880	22.978	23.080	22.805	22.658	23.003	22.899
	L (cm)	10.808	10.788	10.960	10.940	10.983	10.708	10.850	10.933	10.820	10.745	10.854
	T (cm)	5.373	4.933	5.548	5.088	5.155	5.360	5.445	5.298	5.573	5.380	5.315
Tengah	P (cm)	22.495	23.005	23.000	23.000	22.610	22.800	23.008	22.643	23.195	22.965	22.872
	L (cm)	10.538	10.603	10.763	10.765	10.750	10.778	10.923	10.768	10.755	10.773	10.742
	T (cm)	5.133	5.478	5.175	5.180	5.168	5.288	5.255	5.233	5.078	5.098	5.209
Bawah	P (cm)	22.810	22.870	22.753	22.825	23.065	22.813	22.850	22.605	23.060	22.888	22.854
	L (cm)	10.908	10.693	10.663	10.673	10.920	10.658	10.785	10.900	10.840	10.750	10.779
	T (cm)	5.108	5.075	5.298	5.163	4.880	5.110	5.043	5.215	5.195	5.280	5.137

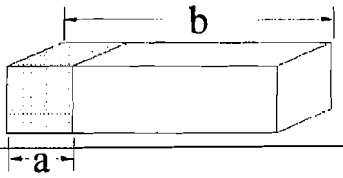
Berdasarkan hasil penentuan dimensi bata seperti pada Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa bata Agung Senuko termasuk bata merah mutu tingkat I, adapun yang dijadikan acuan dalam penentuan mutu bata adalah menggunakan ukuran standar bata Nl-10 yang memiliki ukuran panjang = 22-25 cm, lebar =10.5-12 cm, dan tebal = 4.6-5.6 cm dengan syarat ukuran bata yang diuji tidak ada yang menyimpang. Selain penentuan dimensi bata, juga dilakukan pengamatan secara visual terhadap bata untuk mengetahui karakteristik dari bata, hasil pengamatan adalah sebagai berikut.

1. Pada sisi atas bata permukaannya tidak rata, bagian tepi tidak persegi, bagian bawah bata permukaannya rata dan tepinya persegi. Untuk variasi bawah permukaannya sedikit berwarna hitam/hangus dan retak-retak.
2. Campuran bahan penyusun bata tidak homogen/heterogen dan bata mengandung pasir.

3. Pembakaran bata untuk variasi atas tidak merata, sedangkan untuk variasi tengah dan bawah cukup merata. Bagian dalam bata banyak yang berongga.
4. Warna bata untuk variasi atas ada dua macam yaitu merah muda dan coklat muda.

5.1.2 Pengujian Kandungan Garam

Kadar garam yang terlarut pada bata akibat penggunaan air yang mengandung garam ketika pencampuran bata akan mengakibatkan bata mengandung zat asam yang nantinya akan mempengaruhi ikatan bata dengan mortarnya, pada Gambar 5.1 dapat dilihat bahwa luas permukaan bata tertutup lapisan putih hal ini menunjukkan adanya pengkristalan garam. Menurut SNI NI-10, 1964 kadar garam dapat dihitung berdasarkan perbandingan luas permukaan yang tertutup lapisan putih (a) dengan luas permukaan total bata (b).



Gambar 5.1 Lapisan garam pada bata

Perhitungan nilai kandungan garam untuk satu sampel seperti berikut ini.

Diketahui data: $P_{bata} = 23.025\,\text{cm}$, $L_{bata} = 10.553\,\text{cm}$ dan $T_{bata} = 5.148\,\text{cm}$.

Setelah dilakukan pengamatan didapat.

Luas permukaan yang tertutup lapisan putih = 362.670 cm^2.

Luas permukaan total bata = 831.623 cm^2.

Kandungan garam bata = (362.670 / 831.623) x 100% = 43.6 %.

Untuk nilai prosentase kandungan garam dari setiap variasi dapat ditampilkan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Kandungan garam bata Agung Senuko

Uji	Sampel Bata					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kadar Garam Bata Atas (%)	43.6	19.3	48.9	28.5	41.2	36.3
Kadar Garam Bata Tengah (%)	1.4	13.5	1.4	4.5	23.9	8.9
Kadar Garam Bata Bawah (%)	18.9	9.5	16.3	21.3	18.7	16.9

Dari hasil yang ada dapat dikatakan bahwa faktor letak pembakaran dan pengaruh panas pembakaran merupakan faktor utama penentu kadar garam pada bata. Hal ini dikarenakan kadar garam yang ada tergantung dari air yang digunakan ketika pengulenan adonan bata. Komposisi air tersebut termasuk zat kimia yang terkandung didalamnya. Air yang baik adalah air yang tidak mengandung zat yang membahayakan serta bukan air sadah yakni air yang mengandung garam. Pada Tabel 5.2 menunjukkan bahwa persentase kandungan garam pada bata Agung Senuko, yaitu rata-rata kadar garam yang paling rendah terdapat pada variasi tengah sebesar 8.9% dan paling tinggi pada variasi atas sebesar 36.3%. Berdasarkan SNI NI-10, 1964 dari minimal 5 buah benda uji untuk setiap variasi, diketahui bahwa kadar garam terlarut kurang dari 50% sehingga bata merah yang digunakan tidak membahayakan. Hasil pengujian secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran II.2.

5.1.3 Uji Serapan Air

Pori-pori yang terdapat pada bata memungkinkan banyaknya kandungan air yang terserap pada bata, yang dapat mempengaruhi kekuatan bata tersebut apabila penyerapan cukup besar dan bata menjadi lunak/hancur. Berpedoman pada NI-10 dengan penyediaan 10 sampel uji yang di keringkan dalam oven ± 110°C kemudian sampel bata direndam dalam air bersih ± 24 jam. Yang akan dicatat dalam pengujian ini adalah berat sampel dalam kondisi kering oven dan jenuh air. Selanjutnya dapat diketahui bobot air yang terkandung dalam sampel bata tersebut, adapun tingkat penyerapan air dihitung dari harga rata-rata 10 buah benda percobaan. Perhitungan nilai prosentase serapan air untuk satu sampel seperti berikut ini.

Diketahui data: W_{kering} (a) = 1601 gr dan W_{basah} (b) = 2127 gr.

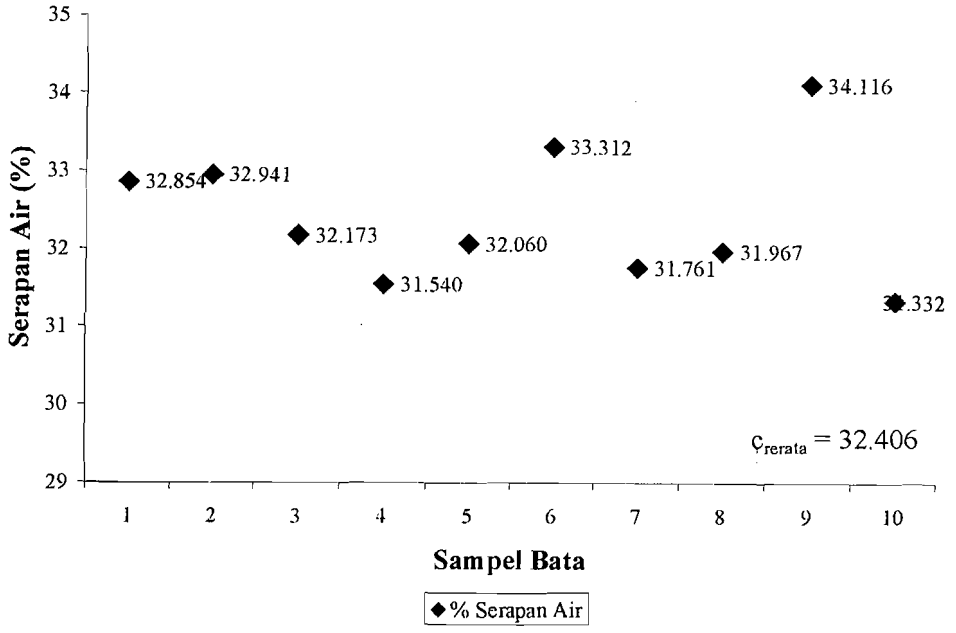
Nilai penyerapan air menurut persamaan (3.1).

$$\text{Penyerapan Air, } c = \frac{b-a}{a} x\,100\%$$

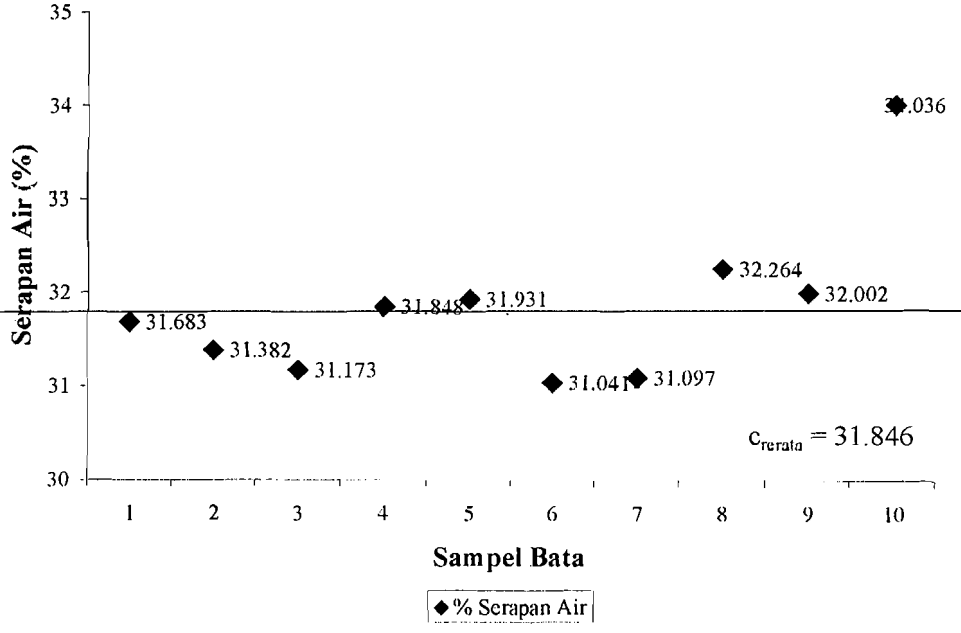
$$= \frac{2127-1601}{1601} x\,100\%$$

$$= 32.854\ \%$$

Nilai prosentase serapan air bata setiap variasi seperti tergambar pada Gambar 5.2.

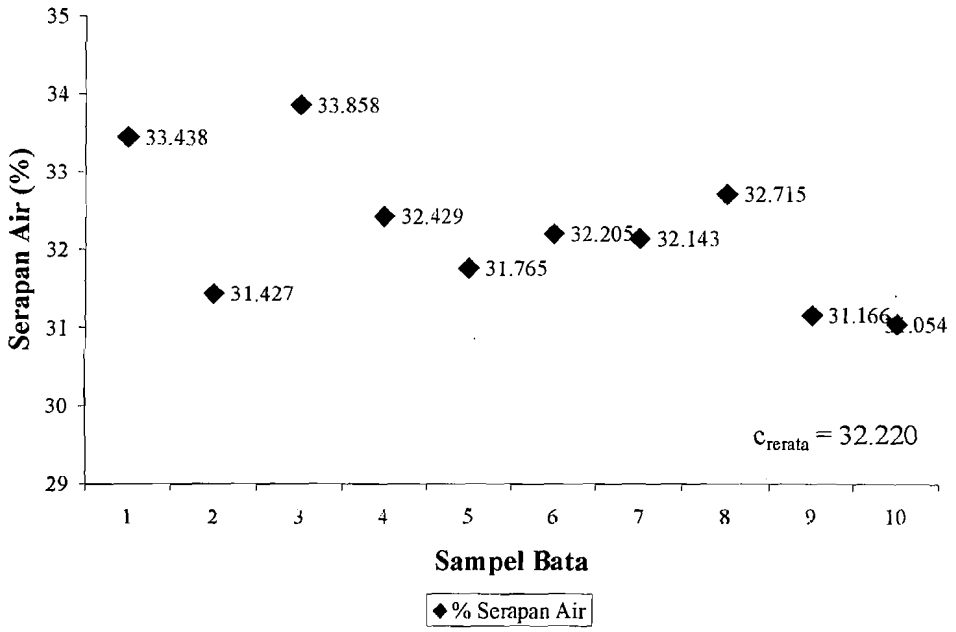


(a) Serapan air variasi bata atas



(b) Serapan air variasi bata tengah

Gambar 5.2 Grafik Uji Serapan air Bata Agung Senuko



(c) Serapan air variasi bata bawah

Gambar 5.2 Lanjutan

Dari hasil percobaan diketahui rata-rata prosentase penyerapan air pada tiap variasi hampir sama dan berada pada nilai > 20%. Hal ini menunjukkan bahwa bata tersebut porous/tidak padat sesuai dengan hasil pengamatan bata pada Sub bab 5.1.1. Padahal faktor pembuatan yakni jumlah air yang digunakan juga menjadi penentu kadar absorbsi bata ketika telah dibakar dan pada umumnya bata dengan absorbsi <. 20% telah padat dan kuat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat data serapan air bata pada Lampiran II.5.

5.1.4 Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah

Nilai berat volume kering bata merah digunakan untuk menentukan golongan bata merah tersebut termasuk bata merah berat atau bata merah ringan. Bata merah digolongkan dalam golongan bata merah ringan jika mempunyai berat volume kering kurang dari 1.2 gr/cm^3. Pengujian ini mengacu pada Peraturan Bata Merah sebagai Bahan Bangunan NI-10. Sampel yang diuji berat volume keringnya sebanyak 10 bata untuk setiap variasi. Besarnya berat volume kering bata merah dapat dilihat pada Lampiran II e dan perhitungannya menggunakan Persamaan (3.2). Perhitungan berat volume kering bata merah untuk satu sampel, seperti berikut ini:

Diketahui data: $P_{bata} = 22.643$ cm, $L_{bata} = 10.545$ cm dan $T_{bata} = 5.175$ cm.

$W_{kering} = 1601$ gr.

Berat volume kering, $BVk = \dfrac{Wk}{Vk}$

$$= \frac{1601}{22.643 \, x \, 10.545 \, x \, 5.175}$$

$$= 1.296 \text{ gr/cm}^3$$

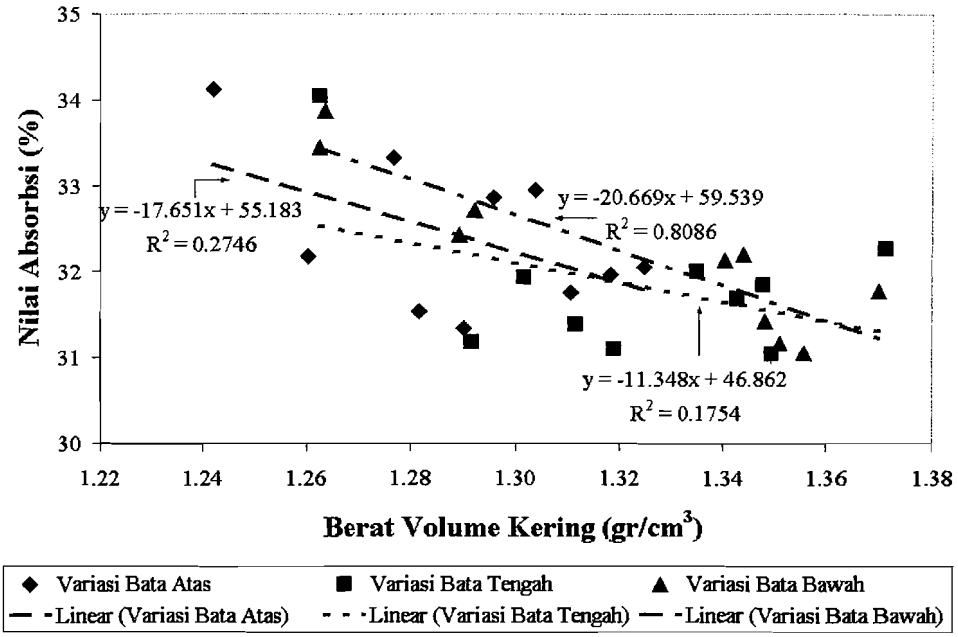
Nilai *BVk* untuk benda uji selanjutnya didapatkan dengan cara yang sama. Nilai-nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Berat Volume Kering Bata Agung Senuko

Variasi		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Atas	Vk (cm^3)	1236	1174	1322	1262	1264	1237	1326	1295	1338	1304
	Wk (gr)	1601	1530	1666	1617	1675	1579	1738	1708	1662	1682
	BVk (gr/cm^3)	1.296	1.304	1.260	1.281	1.325	1.277	1.311	1.319	1.242	1.290
	BVk_{rerata}	1.290									
Tengah	Vk (cm^3)	1173	1302	1254	1232	1242	1261	1299	1205	1238	1203
	Wk (gr)	1575	1708	1620	1661	1616	1701	1714	1652	1653	1519
	BVk (gr/cm^3)	1.343	1.312	1.292	1.348	1.301	1.349	1.319	1.371	1.335	1.263
	BVk_{rerata}	1.323									
Bawah	Vk (cm^3)	1255.28	1206.16	1257.41	1258.07	1194.83	1231.3	1211.44	1251.44	1263.43	1272.95
	Wk (gr)	1585	1626	1589	1622	1637	1655	1624	1617	1707	1726
	BVk (gr/cm^3)	1.26267	1.34808	1.26371	1.28928	1.37007	1.34411	1.34055	1.29211	1.35108	1.35591
	BVk_{rerata}	1.322									

Berdasarkan hasil pengujian seperti pada Tabel 5.3 dapat dilihat bahwa rata-rata Berat Volume Kering (*BVk*) bata merah pada tiap variasi hampir sama dan berada pada nilai > 1.2 gr/cm^3. Hal ini menunjukkan bahwa Bata Agung Senuko termasuk ke dalam golongan bata merah berat.

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara berat volume kering dengan nilai serapan air pada bata merah Agung Senuko dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik Hubungan Antara Berat Volume Kering (*BVk*) Dengan Nilai Absorbsi Bata Agung Senuko

Gambar 5.3 menunjukan bahwa pada tiap variasi ternyata terdapat korelasi negatif antara berat volume kering dengan nilai absorbsi bata Agung Senuko, artinya jika berat volume kering bata Agung Senuko semakin tinggi maka nilai absorbsi bata Agung Senuko semakin rendah. Dari nilai koefisien determinasi (R^2) yang didapatkan pada variasi atas, tengah, dan bawah secara berturut-turut sebesar 27.46%; 17.54%; dan 80.86% dapat disimpulkan bahwa kenaikan berat volume kering pada variasi atas dan tengah berpengaruh lemah terhadap penurunan nilai absorbsi, sedangkan untuk variasi bawah sangat kuat pengaruhnya. Adapun sensitivitas terbesar untuk hubungan antara berat volume kering dengan nilai absorbsi bata Agung Senuko ternyata terdapat pada variasi bawah dengan persamaan linier y = -20.669x + 59.539 diperoleh

nilai *a* sebagai bilangan konstan sebesar |-20.669| ,dapat disimpulkan bahwa kenaikan berat volume kering pada variasi bawah berpengaruh besar terhadap penurunan nilai absorbsi dibandingkan variasi atas (|-17.651|) dan tengah (|-11.348|).

5.1.5 Kuat Tekan (*Compressive Strength*)

Hasil pengujian berupa data dimensi, beban maksimum dan penurunan/strain (ΔL), selanjutnya dilakukan perhitungan dimensi rata-rata, luas bidang tekan (A), tegangan, regangan dan grafik tegangan-regangan. Pada Gambar 5.3 menyajikan hasil pengujian kuat tekan bata yang bervariasi dari masing-masing variasi letak pembakaran. Hal ini menunjukkan bahwa campuran bahan penyusun bata tidak seragam/heterogen, sesuai dengan hasil pengamatan bata pada Sub bab 5.1.1, selain itu juga banyaknya pori-pori bata Agung Senuko yang terlihat dari nilai absorbsinya melebihi 20% sangat mempengaruhi tingkat kepadatan bata. Berdasarkan Tabel 3.3 mengenai mutu dan kuat tekan bata, maka dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan rata-rata bata merah Agung Senuko pada tiap variasi dalam penelitian ini memiliki kekuatan untuk menahan tekan yang cukup rendah, karena untuk variasi atas dan bawah termasuk dalam mutu bata kelas 3 dengan kuat tekan diantara 60-80 kg/cm^2, sedangkan untuk variasi tengah tidak termasuk dalam salah satu tingkatan mutu bata menurut SNI NI-10 1964. Menurut variasi letak pembakaran, bata yang kekuatannya tinggi terletak pada variasi atas. Perhitungan kuat tekan bebas bata untuk satu sampel seperti berikut ini.

Diketahui data: P_{bata} = 23.095 cm, L_{bata} = 10.863 cm, dan T_{bata} = 5.150 cm.

W = 17200 kg

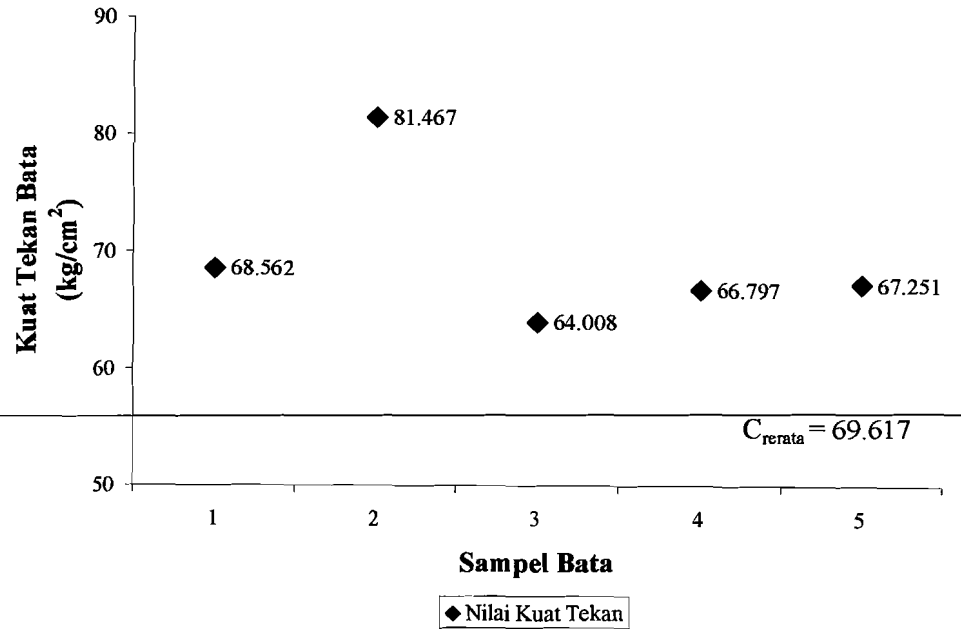
Maka nilai kuat tekan bata menurut persamaan (3.3). (ASTM/Vol 04.05/C-67)

$$Compressive\ Strength,\ C = \frac{W}{A}$$

$$C = \frac{17200}{23.095x10.863}$$

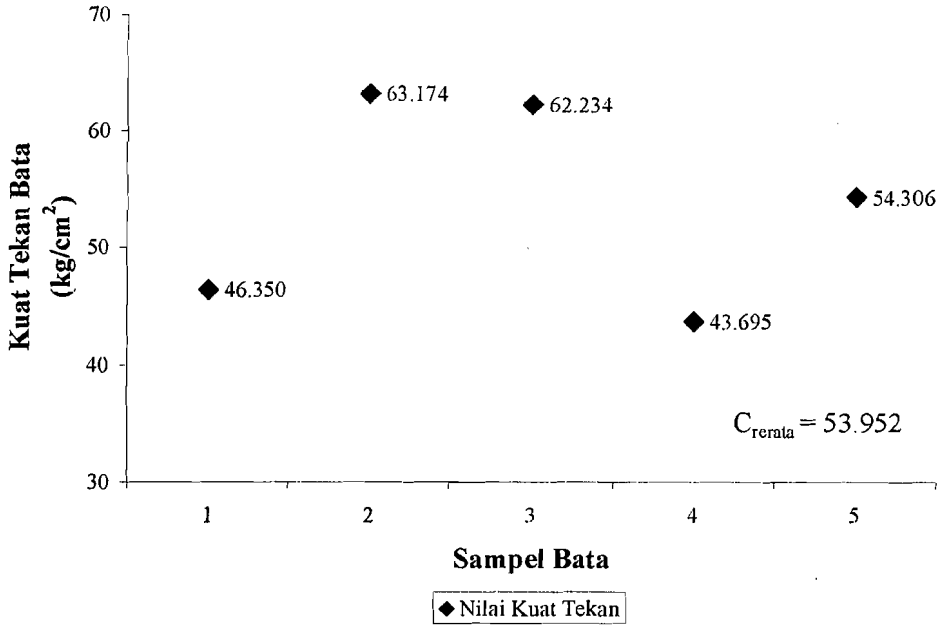
$$C = 68.562\ \text{kg/cm}^2$$

Untuk lebih jelasnya, data kuat tekan bata setiap variasi dapat dilihat pada Lampiran II.9.

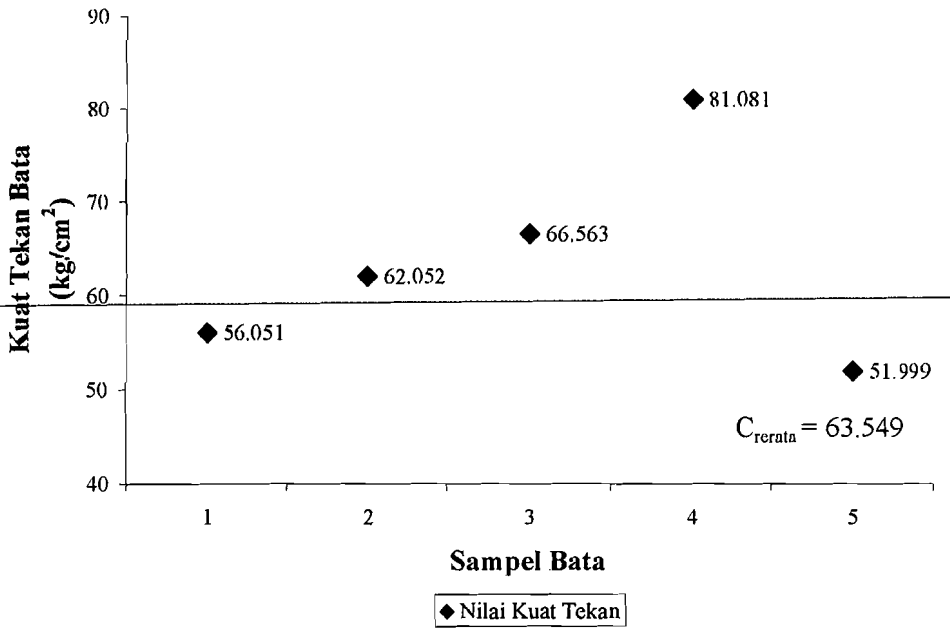


(a) Kuat tekan bata variasi bata atas

Gambar 5.4 Grafik Kuat Tekan Bata Agung Senuko



(b) Kuat tekan bata variasi bata tengah

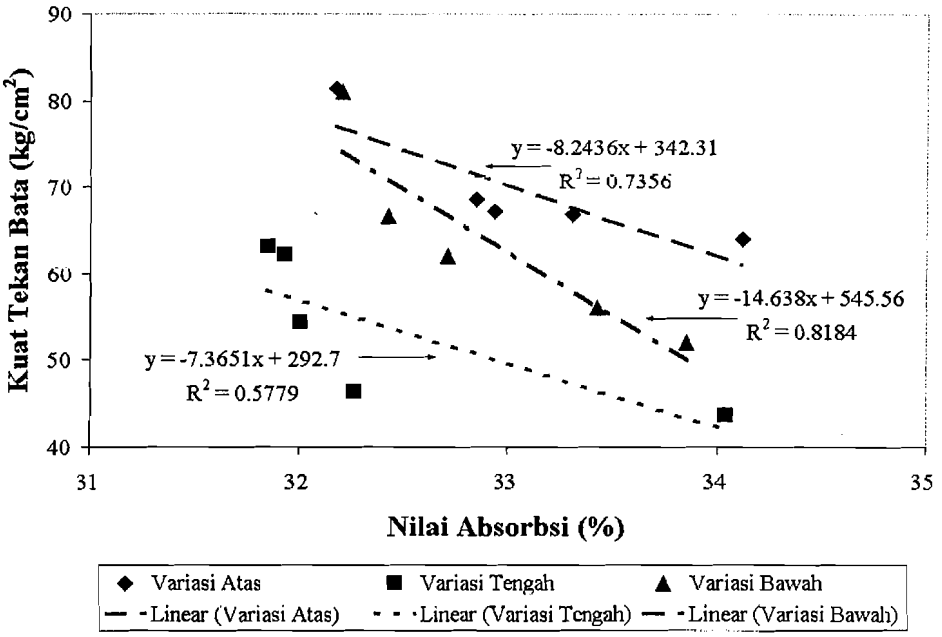


(c) Kuat tekan bata variasi bata bawah

Gambar 5.4 Lanjutan

Bentuk hubungan diagram tegangan regangan bata dapat dilihat pada Lampiran II.10.

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara kuat tekan bata dengan nilai serapan air pada bata merah Agung Senuko dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Nilai Absorbsi Bata Dengan Kuat Tekan Bata Agung Senuko

Gambar 5.5 menunjukan bahwa pada tiap variasi ternyata terdapat korelasi negatif antara nilai absorbsi dengan kuat tekan bata Agung Senuko, artinya jika nilai absorbsi bata Agung Senuko semakin tinggi maka kuat tekan batanya semakin rendah. Dari nilai koefisien determinasi (R^2) yang didapatkan pada variasi atas, tengah, dan bawah secara berturut-turut sebesar 73.56%; 57.79%; dan 81.84% dapat disimpulkan bahwa kenaikan nilai absorbsi pada variasi atas dan tengah berpengaruh

kuat terhadap penurunan kuat tekan bata, sedangkan untuk variasi bawah sangat kuat pengaruhnya. Adapun sensitivitas terbesar untuk hubungan antara nilai absorbsi dengan kuat tekan bata Agung Senuko ternyata terdapat pada variasi bawah dengan persamaan linier y = -14.638x + 545.56 diperoleh nilai a sebagai bilangan konstan sebesar |-14.638|, dapat disimpulkan bahwa kenaikan nilai absorbsi pada variasi bawah berpengaruh besar terhadap penurunan kuat tekan bata dibandingkan variasi atas (|-8.2436|) dan tengah (|-7.3651|).

5.1.6 *Modulus of Rupture (Flexure Test)*

Modulus rupture atau modulus keruntuhan bata pada pengujian kali ini lebih banyak diakibatkan oleh mutu bata yakni jenis tanah. Makin tinggi nilai *modulus rupture* makin baik kualitas bata. Adapun kerusakan yang dapat diidentifikasikan dari patahan bata umumnya yaitu bata dapat patah/pecah menjadi 2 atau 3 bagian, dengan kondisi tekstur dalam bata berpori, sedikit berongga dan campuran bata yang heterogen, sesuai dengan hasil pengamatan bata pada Sub bab 5.1.1. Komposisi penyusun bata kebanyakan pasir sehingga bata agak sedikit getas. Selain itu pembakaran umumnya cukup merata pada variasi tengah dan bawah yang dapat dilihat dari warna bata yakni mendekati merah muda, sedang warna bata pada variasi atas agak coklat muda/*cream*.

Bentuk perhitungan *modulus rupture* dari satu sampel seperti berikut ini.

Diketahui data: P_{bata} = 22.778 cm, b_{bata} = 11.045 cm, dan d_{bata} = 5.095 cm.

W = 45.4 kg, dan l = 15 cm

Maka *modulus rupture* bata menurut persamaan (3.4). (ASTM/Vol 04.05/C-67)

$$Modulus\ rupture,\ S = \frac{1.5xWxl}{bxd^2}$$

$$S = \frac{1.5x45.4x15}{11.045x5.095^2}$$

$$S = 3.563\ \text{kg/cm}^2$$

Data *modulus rupture* bata setiap variasi dapat dilihat pada Lampiran II.15.

Bentuk perhitungan untuk nilai standar deviasi dari salah satu variasi sebagai berikut.

Tabel 5.4 Data pengujian *modulus rupture* variasi atas

X_i (nilai modulus rupture variasi atas, kg/cm^2)	$X_i{}^2$
3.563	12.693
3.333	11.107
3.329	11.081
2.509	6.293
3.058	9.353
$\sum$ = 15.791	$\sum$ = 50.526

Dari Tabel 5.4 diperoleh: $\sum X = 15.791$ dan $n = 5$. Sesuai persamaan (3.14)

$$X_{rerata} = \frac{\sum X}{n}$$

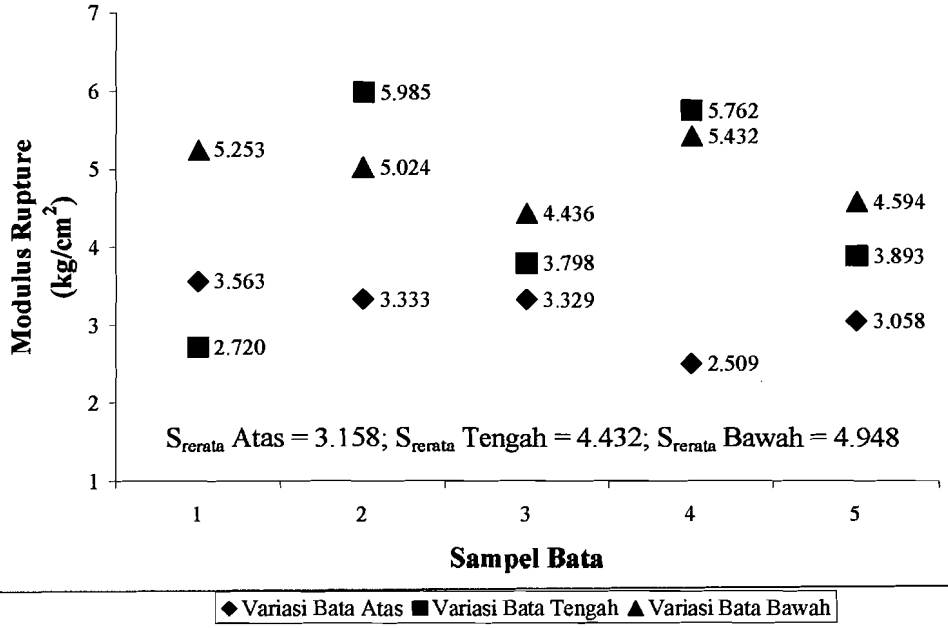
$$= \frac{15.791}{5} = 3.158$$

Untuk perhitungan standar deviasi, diperoleh data $\sum X^2 = 50.526$, sehingga sesuai persamaan (3.15)

$$s = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

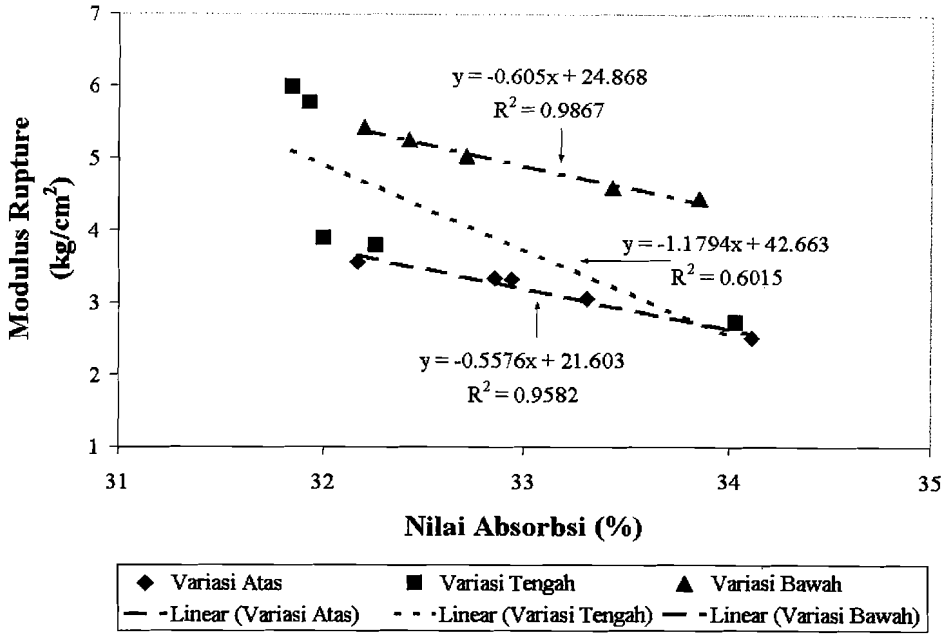
$$s = \sqrt{\frac{(5x50.526) - (15.791)^2}{5(5-1)}} = 0.405$$

Melihat hasil pengujian secara umum dari Gambar 5.6, bahwa kuat lentur/*rupture* bata lebih didominasi oleh bata variasi pembakaran bawah yang juga menunjukkan tingkat kepadatan bata yang cukup baik.



Gambar 5.6 Grafik *Modulus Rupture* Bata Agung Senuko

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara *modulus rupture* bata dengan nilai serapan air pada bata merah Agung Senuko dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Grafik Hubungan Nilai Absorbsi Bata Dengan Modulus Rupture Bata Agung Senuko

Gambar 5.7 menunjukan bahwa pada tiap variasi ternyata terdapat korelasi negatif antara nilai absorbsi dengan *modulus rupture* bata Agung Senuko, artinya jika nilai absorbsi bata Agung Senuko semakin tinggi maka *modulus rupture* batanya semakin rendah. Dari nilai koefisien determinasi (R^2) yang didapatkan pada variasi atas, tengah, dan bawah secara berturut-turut sebesar 95.82%; 60.15%; dan 98.67% dapat disimpulkan bahwa kenaikan nilai absorbsi pada variasi atas dan bawah berpengaruh sangat kuat terhadap penurunan *modulus rupture* bata, sedangkan untuk variasi tengah kuat pengaruhnya. Adapun sensitivitas terbesar untuk hubungan antara nilai absorbsi dengan *modulus rupture* bata Agung Senuko ternyata terdapat pada variasi tengah dengan persamaan linier y = -1.1794x + 42.663 diperoleh nilai a

sebagai bilangan konstan sebesar |-1.1794| , dapat disimpulkan bahwa kenaikan nilai absorbsi pada variasi tengah berpengaruh besar terhadap penurunan *modulus rupture* bata dibandingkan variasi atas (|-0.5576|) dan bawah (|-0.605|).

5.1.7 Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir

Pasir merupakan bahan utama penyusun mortar yang mempunyai persen berat terbesar. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kandungan lumpur dalam pasir, adapun pasir yang digunakan berasal dari sungai Boyong, Sleman. Perhitungan nilai kandungan lumpur dalam pasir seperti berikut ini.

Diketahui data: Berat pasir + piring sebelum pencucian (B_0) = 194gram

Berat pasir + piring setelah dicuci dan dioven (B) = 188gram

Nilai kandungan Lumpur menurut persamaan (3.5).

$$\text{Kandungan Lumpur Pasir, (\%)} = \frac{B_0 - B}{B_0} \times 100\%$$

$$= \frac{194 - 188}{194} \times 100\%$$

$$= 3{,}093\ \%$$

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa kandungan lumpur dalam pasir yang digunakan tersebut sebesar 3,093%. Menurut PUBI 1970 Pasal 14 ayat 2 poin b (lihat Sub bab 3.3.7) disebutkan bahwa pasir untuk adukan pasangan, adukan plesteran, dan beton bitumen kandungan lumpurnya tidak boleh lebih dari 5%. Kandungan lumpur pasir yang melebihi 5% dari berat keringnya dapat

menghalangi ikatan antara pasta semen dengan pasir. Jadi dapat disimpulkan bahwa pasir Boyong, Sleman memenuhi persyaratan sebagai bahan adukan pasangan, adukan plesteran, dan beton bitumen. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat data kandungan lumpur dalam pasir pada Lampiran II.18.

5.1.8 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan terhadap mortar dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan mortar yang akan digunakan sebagai perekat antar bata merah pada pasangan bata merah atau tembokan. Komposisi campuran (spesi) yang digunakan adalah 1 pc (semen) : 1 kapur : 5 pasir dengan penambahan air sebagai pereaksi. Mortar yang diuji kuat tekannya sebanyak 3 sampel. Hasil pengujian berupa data dimensi, beban maksimum, dan penurunan/*strain* (ΔL), data tersebut selanjutnya dilakukan perhitungan dimensi rata-rata, luas bidang tekan (A), tegangan, regangan dan grafik tegangan-regangan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.5, nilai kuat tekan mortar rata-rata sebesar 54.527 kg/cm^2, selain itu selisih rata-rata kuat tekan mortar kurang dari 15% maka pengujian ini tidak perlu diulangi.

Tabel 5.5 Nilai Kuat Tekan Mortar

Sampel	1	2	3
A (cm^2)	25.072	25.137	25.362
W (kg)	1460	1320	1340
S (kg/cm^2)	58.233	52.512	52.835
S_{rerata}	54.527		
Std. Deviasi	3.214		

Perhitungan untuk memperoleh kuat tekan mortar seperti berikut ini.

Diketahui data: $L_1 = 5.065$ cm, $L_2 = 4.950$ cm, dan $W = 1460$ kg

Maka nilai kuat tekan mortar menurut persamaan (3.6). (ASTM/Vol 04.05/C-579)

$$Compressive\ Strength,\ S = \frac{W}{L_1 x L_2}$$

$$S = \frac{1460}{5.065x4.950}$$

$$S = 58.233\ \text{kg/cm}^2$$

Bentuk perhitungan untuk nilai standar deviasi sebagai berikut.

Tabel 5.6 Data hasil pengujian kuat tekan mortar

X_i (nilai kuat tekan mortar, kg/cm^2)	X_i^2
58.233	3391.067
52.512	2757.535
52.835	2791.507
$\sum$ = 163.580	$\sum$ = 8940.109

Dari Tabel 5.6 diperoleh: $\sum X = 163.580$ dan $n = 3$. Sesuai persamaan (3.14)

$$X_{rerata} = \frac{\sum X}{n}$$

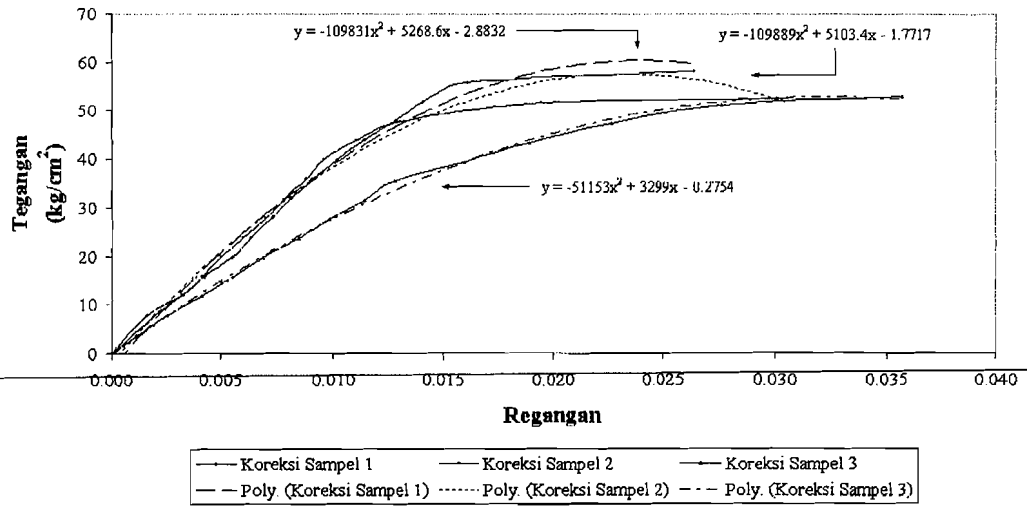
$$= \frac{163.580}{3} = 54.527$$

Untuk perhitungan standar deviasi, diperoleh data $\sum X^2 = 8940.109$, sehingga sesuai persamaan (3.15)

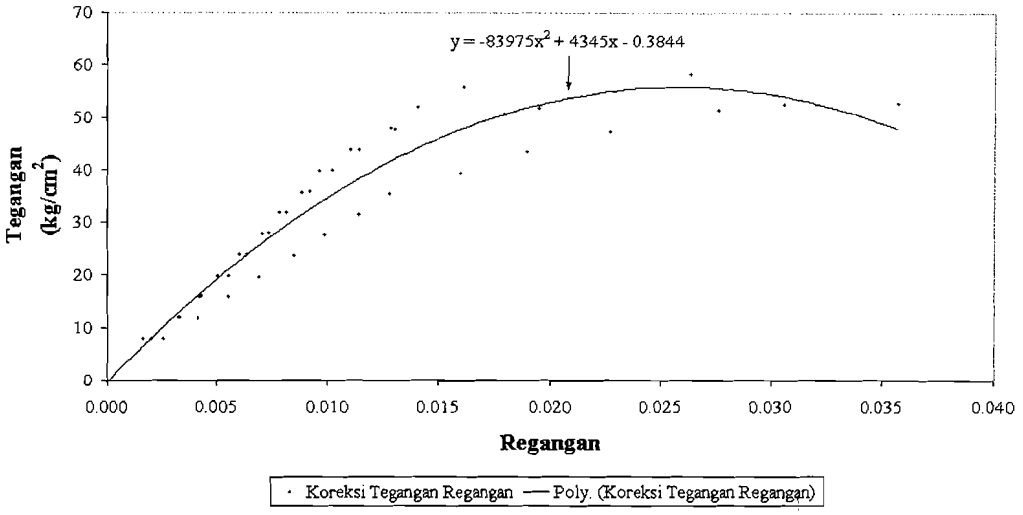
$$s = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

$$s = \sqrt{\frac{(3x8940.109) - (163.580)^2}{3(3-1)}} = 3.212$$

Berdasarkan perhitungan tegangan dan regangan kuat tekan mortar pada Tabel Lampiran II.20 dapat dicari nilai koreksi tegangan dan regangan kuat tekan mortar (lihat Tabel Lampiran II.20) yang digunakan untuk membuat grafik koreksi tegangan dan regangan kuat tekan mortar (lihat Gambar Lampiran II.22). Setelah itu diperoleh grafik regresi tegangan dan regangan kuat tekan mortar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.9.



Gambar 5.8 Kurva Koreksi Tegangan Regangan Kuat Tckan Mortar



Gambar 5.9 Sebaran Data dan Kurva Regresi Tegangan Regangan

Kuat Tekan Mortar

Berdasarkan grafik regresi tegangan regangan di atas, diperoleh persamaan regresi y = -83975x^2 + 4345x - 0.3844, dimana x adalah regangan dan y adalah tegangan. Dari persamaan regresi tersebut dapat dicari nilai tegangan maksimum kuat tekan mortar. Perhitungan mencari nilai tegangan maksimum kuat tekan mortar seperti berikut ini.

Diketahui: Persamaan regresi y = -83975x^2 + 4345x - 0.3844

Maka nilai puncak dari x menurut persamaan (3.18)

$$x = -\frac{\text{koefisien dari X}}{2(\text{koefisien dari X}^2)} = -\frac{b}{2a}$$

$$x = -\frac{4345}{2(-83975)} = 0.0259$$

Dan, jika $x = 0.0259$, maka:

$$y = -83975(0.0259^2) + 4345(0.0259) - 0.3844$$

$$y = 55.8198$$

Dengan demikian tegangan max (σ_{max}) = 55.8198 kg/cm^2 pada regangan (ε) = 0.0259

5.1.9 Pengujian Kuat Tarik Mortar

Mortar yang digunakan untuk pelekat antara bata merah perlu diuji kekuatannya dalam menahan tarik. Komposisi campuran (spesi) yang digunakan adalah 1 pc (semen) : 1 kapur : 5 pasir dengan penambahan air sebagai pereaksi. Pengujian kuat tarik mortar dilakukan setelah benda uji mortar berumur 28 hari. Sampel mortar yang diuji kuat tariknya sebanyak 3 sampel. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.7, nilai kuat tarik mortar rata-rata sebesar 6.903 kg/cm^2.

Tabel 5.7 Nilai Kuat Tarik Mortar

Sampel	1	2	3
A (cm^2)	7.934	8.165	8.351
P (kg)	54.6	55.6	58.6
T (kg/cm^2)	6.881	6.809	7.017
T_{rerata}	6.903		

Perhitungan untuk memperoleh kuat tarik mortar seperti berikut ini.

Diketahui data: b_{mortar} = 2.930 cm, h_{mortar} = 2.708 cm, dan P = 54.6 kg.

Maka nilai kuat tarik mortar menurut persamaan (3.7)

$$\text{Kuat Tarik, } T = \frac{P}{A}$$

$$T = \frac{54.6}{2.930x2.708}$$

$$T = 6.881 \text{ kg/cm}^2$$

5.2 Pengujian *Medium Specimen*

Pengujian *mudium specimen* yang dilakukan meliputi uji kuat lekat bata mortar, kuat tekan pasangan, kuat lentur pasangan, dan kuat geser pasangan.

5.2.1 Uji Kuat Lekatan Bata

Kuat lekatan (*bonding strength)* antara bata dan mortar ditunjukkan dengan hasil pengujian seperti pada Gambar 5.10. Diketahui bahwa kerusakan umumnya terjadi pada bata, yakni bata patah, terkelupas, dan menempel sebagian pada mortar serta lekatan lepas. Dapat dikatakan bahwa mortar cukup kuat dengan kondisi mortar yang umumnya tetap utuh walaupun lepas, hal ini disebabkan oleh penggunaan pasir yang kandungan lumpurnya kurang dari 5%, sehingga tidak menghalangi ikatan antara pasta semen dengan pasir. Lepasnya mortar juga karena kurangnya ikatan antara permukaan bata dan mortar sendiri.

Bata yang umumnya mengalami kerusakan memperlihatkan komposisi campuran yang kurang baik/heterogen, sesuai dengan hasil pengamatan bata pada Sub bab 5.1.1. Disamping itu juga karena faktor kematangan batanya yang bervariasi. Menurut variasi letak pembakaran, bata yang kekuatannya tinggi terletak pada variasi tengah, sesuai dengan hasil pengujian kandungan garam bata pada Sub bab 5.1.2,

dimana persentase kandungan garam pada bata Agung Senuko yang paling rendah terdapat pada variasi tengah sebesar 8.9%, sehingga memiliki ikatan bata dengan mortar yang paling baik dibandingkan dengan variasi lainnya.

Perhitungan kuat lekat bata terhadap mortar seperti berikut ini.

Diketahui data: $d_{bid.\ Lekatan\ bata} = 11.498$ cm, $b_{bid.\ Lekatan\ bata} = 10.824$ cm

$L = 40.4$ kg

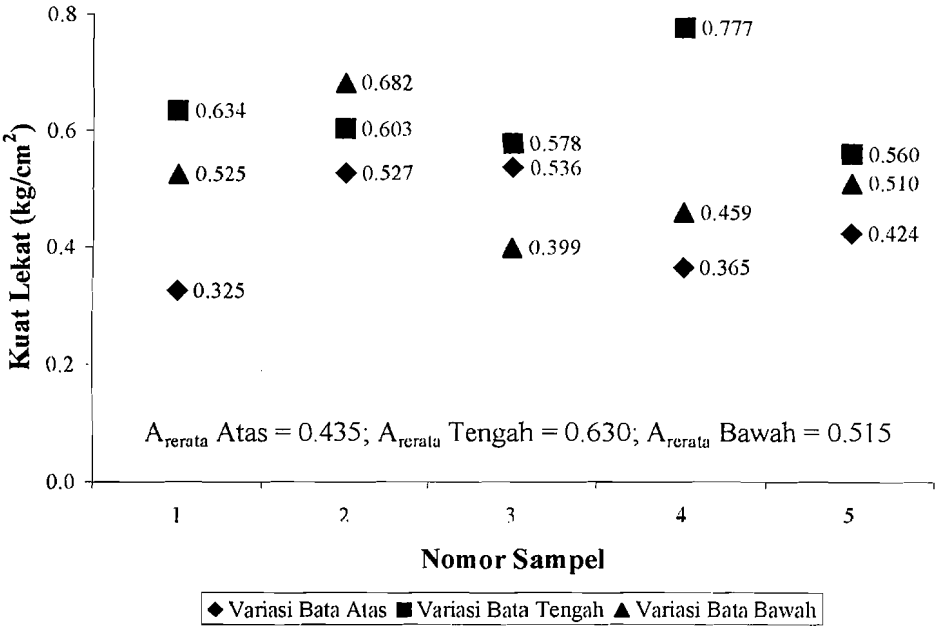
Menurut persamaan (3.8). (ASTM/Vol 04.05/C-321) nilai kuat lekat bata seperti berikut.

$$Bond\ Strength,\ A = \frac{L}{J}$$

$$A = \frac{40.4}{10.824x11.498}$$

$$A = 0.325\ \text{kg/cm}^2$$

Untuk lebih detail hasil perhitungan kuat lekat bata terhadap mortar dapat dilihat pada Lampiran II.25.



Gambar 5.10 Grafik Kuat Lekat Bata Agung Senuko

Bentuk perhitungan untuk nilai standar deviasi dari salah satu variasi sebagai berikut.

Tabel 5.8 Data pengujian kuat lekat bata mortar variasi atas

X_i (nilai kuat lekat bata variasi atas, kg/cm^2)	X_i^2
0.325	0.106
0.527	0.278
0.536	0.287
0.365	0.133
0.424	0.180
$\sum$ = 2.177	$\sum$ = 0.984

Dari Tabel 5.8 diperoleh: $\sum X = 2.177$ dan $n = 5$. Sesuai persamaan (3.14).

$$X_{rerata} = \frac{\sum X}{n}$$

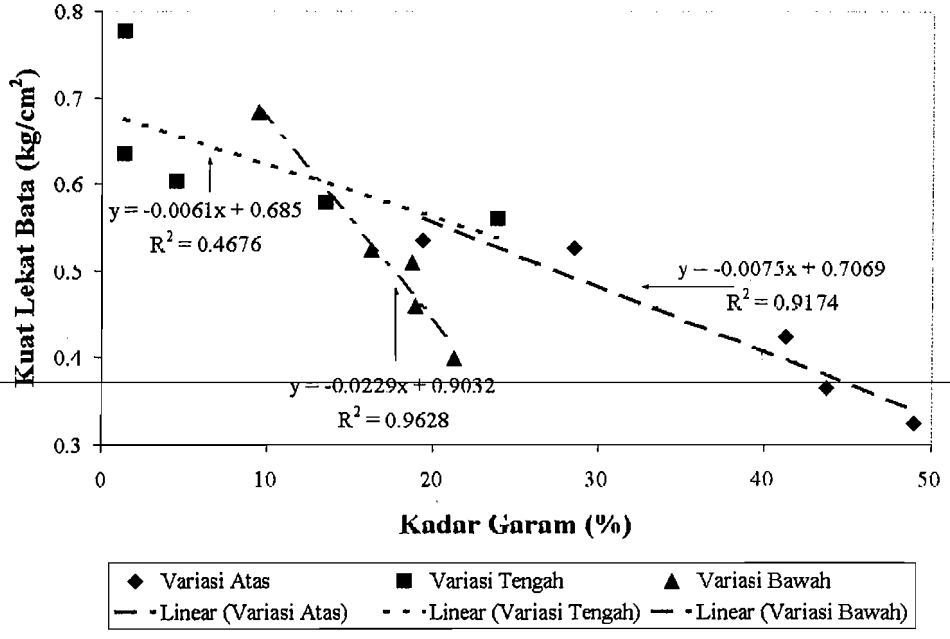
$$= \frac{2.177}{5} = 0.435$$

untuk perhitungan standar deviasi, diperoleh data $\sum X^2 = 0.984$, sehingga sesuai persamaan (3.15)

$$s = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

$$s = \sqrt{\frac{(5x0.984) - (2.177)^2}{5(5-1)}} = 0.095$$

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara kuat lekat bata dengan kadar garam pada bata Agung Senuko dapat dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Grafik Hubungan Antara Kadar Garam Bata Dengan Kuat Lekat Bata Agung Senuko

Gambar 5.11 menunjukan bahwa pada tiap variasi ternyata terdapat korelasi negatif antara kadar garam pada bata Agung Senuko dengan kuat lekat bata, artinya jika kadar garam pada bata Agung Senuko semakin tinggi maka kuat lekat bata semakin rendah. Dari nilai koefisien determinasi (R^2) yang didapatkan pada variasi atas, tengah, dan bawah secara berturut-turut sebesar 91.74%; 46.76%; dan 96.28% dapat disimpulkan bahwa kenaikan kadar garam pada variasi atas dan bawah berpengaruh sangat kuat terhadap penurunan kuat lekat bata, sedangkan untuk variasi tengah kurang kuat pengaruhnya. Adapun sensitivitas terbesar untuk hubungan antara kadar garam pada bata Agung Senuko dengan kuat lekat bata ternyata terdapat pada variasi bawah dengan persamaan linier y = -0.0229x + 0.9032 diperoleh nilai a sebagai bilangan konstan sebesar |-0.0229| , dapat disimpulkan bahwa kenaikan kadar garam pada variasi bawah berpengaruh besar terhadap penurunan kuat lekat bata dibandingkan variasi atas (|-0.0075|) dan tengah (|-0.0061|).

5.2.2 Kuat Tekan Pasangan Bata

Dari hasil pengamatan, kerusakan yang dialami pada tiap variasi letak pembakaran umumnya hampir sama yakni:

a. retak rambut maupun retak agak merenggang dengan arah vertical/memanjang patah-patah,
b. kondisi bata rusak/compel pada bagian sudut atas, atau sudut-sudut bawah, maupun kedua-duanya, dan
c. mortar secara umum cukup baik, walaupun terdapat sedikit kerusakan/terlepas.

Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.9, nilai kuat tekan maksimum terdapat pada variasi tengah kemudian bawah.

Tabel 5.9 Nilai Kuat Tekan Maksimum Pasangan Bata

Sampel Bata	Variasi Bata Atas			Variasi Bata Tengah			Variasi Bata Bawah		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Luas, A (cm^2)	253.42	250.62	253.63	255.70	253.67	247.53	253.17	250.37	250.31
W (kg)	3960	3050	3080	3980	3590	3790	3340	3180	3830
C (kg/cm^2)	15.627	12.170	12.144	15.565	14.152	15.311	13.193	12.701	15.301
C_{rerata}	13.313			15.010			13.732		
Std. Deviasi	2.0			0.8			1.4		

Perhitungan untuk memperoleh kuat tekan pasangan bata seperti berikut ini.

Diketahui data: $P_{atas} = 22.973$ cm, $L_{atas} = 11.031$ cm

$W = 3960$ kg

Maka nilai kuat tekan pasangan bata menurut persamaan (3.9)

$$\text{Kuat Tekan, } C = \frac{W}{A}$$

$$C = \frac{3960}{22.973x11.031}$$

$$C = 15.627 \text{ kg/cm}^2$$

Bentuk perhitungan untuk nilai standar deviasi dari satu variasi dari salah satu variasi sebagai berikut.

Tabel 5.10 Data hasil pengujian kuat tekan pasangan variasi atas

X_i (nilai kuat tekan pasangan variasi atas, kg/cm^2)	$X_i{}^2$
15.627	244.203
12.170	148.109
12.144	147.477
$\sum$ = 39.941	$\sum$ = 539.789

Dari Tabel 5.10 diperoleh: $\sum X = 39.941$ dan $n = 3$. Sesuai persamaan (3.14)

$$X_{rerata} = \frac{\sum X}{n}$$

$$= \frac{39.941}{3} = 13.314$$

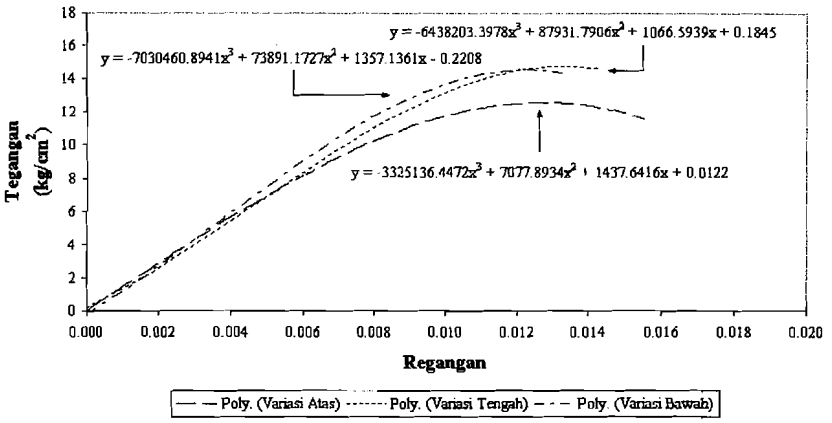
Untuk perhitungan standar deviasi, diperoleh data $\sum X^2 = 539.789$, sehingga sesuai persamaan (3.15)

$$s = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

$$s = \sqrt{\frac{(3x539.789) - (39.941)^2}{3(3-1)}} = 2.003$$

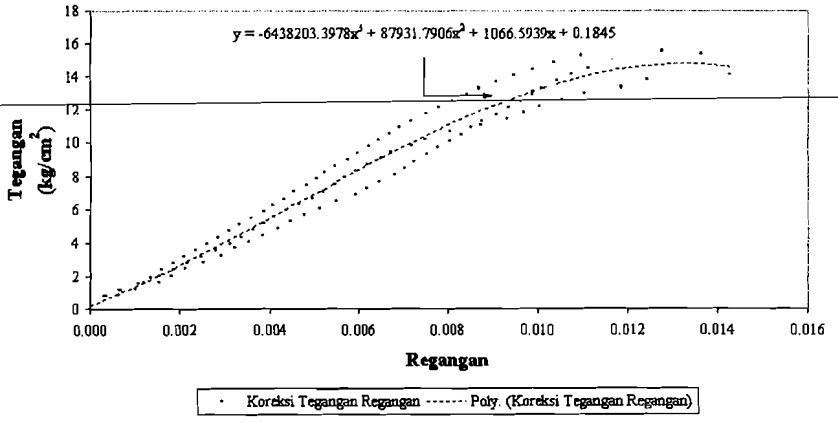
Berdasarkan perhitungan tegangan dan regangan kuat tekan pasangan bata dengan variasi letak pembakaran (lihat Tabel Lampiran II.29; II.35; II.41) dapat dicari nilai koreksi tegangan dan regangan kuat tekan pasangan bata (lihat Tabel Lampiran II.30; II.36; II.42) yang digunakan untuk membuat grafik koreksi tegangan dan regangan kuat tekan pasangan bata (lihat Gambar Lampiran II.32; II.38; II.44). Setelah itu diperoleh grafik regresi tegangan dan regangan kuat tekan pasangan bata

pervariasi letak pembakaran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.12, Gambar 5.13, dan Gambar 5.14.



Gambar 5.12 Kurva Regresi Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata

Berdasarkan grafik regresi tegangan dan regangan di atas, dapat dilihat bahwa nilai tegangan maksimum berada pada grafik regresi dengan letak pembakaran variasi tengah, sedangkan untuk regangan maksimum berada pada grafik regresi dengan letak pembakaran variasi atas.



Gambar 5.13 Sebaran Data dan Kurva Regresi Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Variasi Tengah

Berdasarkan grafik regresi tegangan regangan diatas, diperoleh persamaan regresi y = -6438203.3978x^3 + 87931.7906x^2 + 1066.5939x + 0.1845, dimana x adalah regangan dan y adalah tegangan. Dari persamaan regresi tersebut dapat dicari nilai tegangan maksimum kuat tekan pasangan bata. Perhitungan mencari nilai tegangan maksimum kuat tekan pasangan bata dengan letak pembakaran variasi tengah seperti berikut ini.

Diketahui:

Persamaan regresi y = -6438203.3978x^3 + 87931.7906x^2 + 1066.5939x + 0.1845

$f(x)$ = -6438203.3978x^3 + 87931.7906x^2 + 1066.5939x + 0.1845

$f'(x)$ = -19314610.19x^2 + 175863.5812x + 1066.5939

Akar-akar dari persamaan $f'(x)$ = -19314610.19x^2 + 175863.5812x + 1066.5939 adalah x_1 dan x_2, dan dapat dicari dengan:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$= \frac{-175863.5812 \pm \sqrt{175863.5812^2 - (4x(-19314610.19)x1066.5939)}}{2x(-19314610.19)}$$

Dan, jika x_1 = -0.0042 serta x_2 = 0.0133, maka:

$f''(x)$ = -38629220.38x + 175863.5812

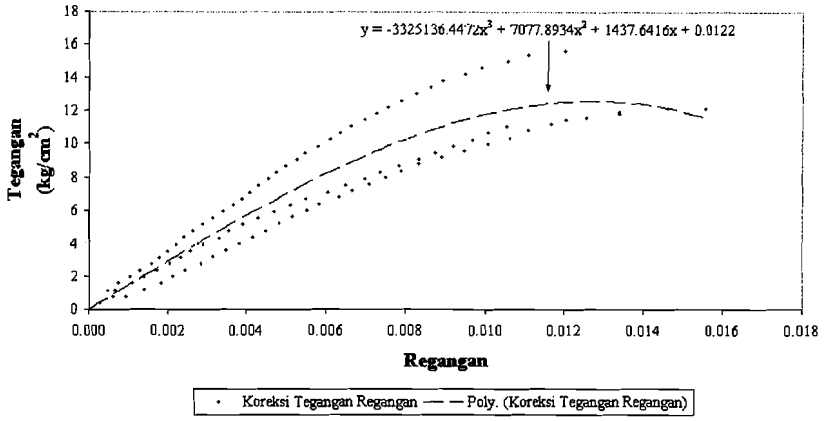
- f''(-0.0042) = -38629220.38(-0.0042) + 175863.5812
  = 338106.3068 > 0
- f''(0.0133) = -38629220.38(0.0133) + 175863.5812
  = -337905.0499 < 0

Jadi f mencapai maksimum relatif di $x_2 = 0.0133$

y_{max} $= -6438203.3978x^3 + 87931.7906x^2 + 1066.5939x + 0.1845$

$= 14.7777$

Dengan demikian tegangan max (σ_{max}) = 14.7777 kg/cm^2 pada regangan (ε) = 0.0133



Gambar 5.14 Sebaran Data dan Kurva Regresi Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Variasi Atas

Berdasarkan grafik regresi tegangan regangan diatas, diperoleh persamaan regresi $y = -3325136.4472x^3 + 7077.8934x^2 + 1437.6416x + 0.0122$, dimana x adalah regangan dan y adalah tegangan. Dari persamaan regresi tersebut dapat dicari nilai tegangan pada regangan maksimum kuat tekan pasangan bata. Perhitungan mencari nilai tegangan pada regangan maksimum kuat tekan pasangan bata dengan letak pembakaran variasi atas seperti berikut ini.

Diketahui:

Persamaan regresi $y = -3325136.4472x^3 + 7077.8934x^2 + 1437.6416x + 0.0122$

Dan, jika regangan maksimum = 0.016 (lihat Tabel Lampiran II.30), maka:

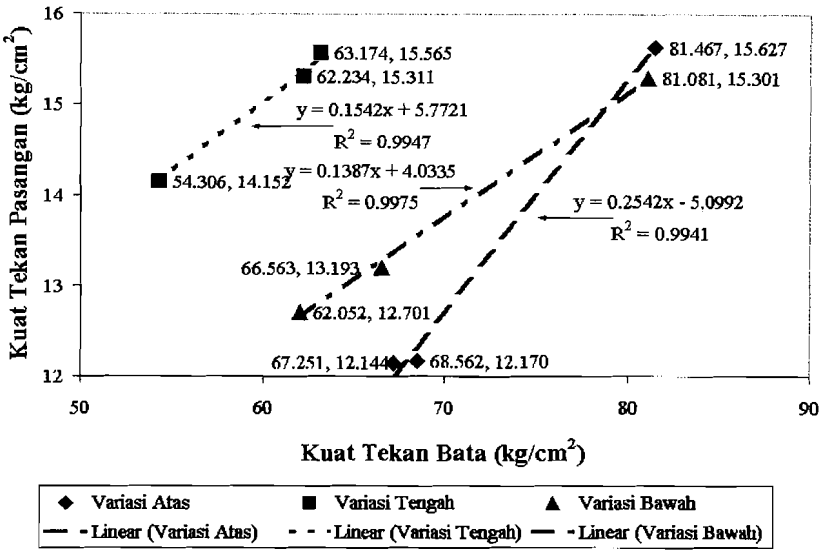
$y = -3325136.4472(0.016)^3 + 7077.8934(0.016)^2 + 1437.6416(0.016) + 0.0122$

$y = 11.2066$

Dengan demikian tegangan (σ) = 11.2066 kg/cm^2 pada regangan max (ε_{max}) = 0.016

Pasangan bata dengan letak pembakaran variasi atas memiliki regangan yang paling tinggi, hal ini menunjukkan bahwa sifat kohesi (ikatan) antar partikel-partikel penyusun tanah pada bata variasi atas lebih baik dibandingkan dengan variasi lainnya. Dari hasil yang ada dapat dikatakan bahwa faktor letak pembakaran dan pengaruh panas pembakaran merupakan faktor utama penentu sifat kohesi bata, dimana bahan pembentuk utamanya sebagian besar berupa tanah liat (*alumina*), yang akan bersifat plastis jika diberi air. Sesuai dengan hasil pengujian kandungan air bata (lihat Tabel Lampiran II.5), dimana persentase kandungan air rata-rata pada bata Agung Senuko yang paling tinggi terdapat pada variasi atas sebesar 1.169%.

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara kuat tekan pasangan dengan kuat tekan bata Agung Senuko dapat dilihat pada Gambar 5.15.



Gambar 5.15 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Bata Dengan Kuat Tekan Pasangan Bata Agung Senuko

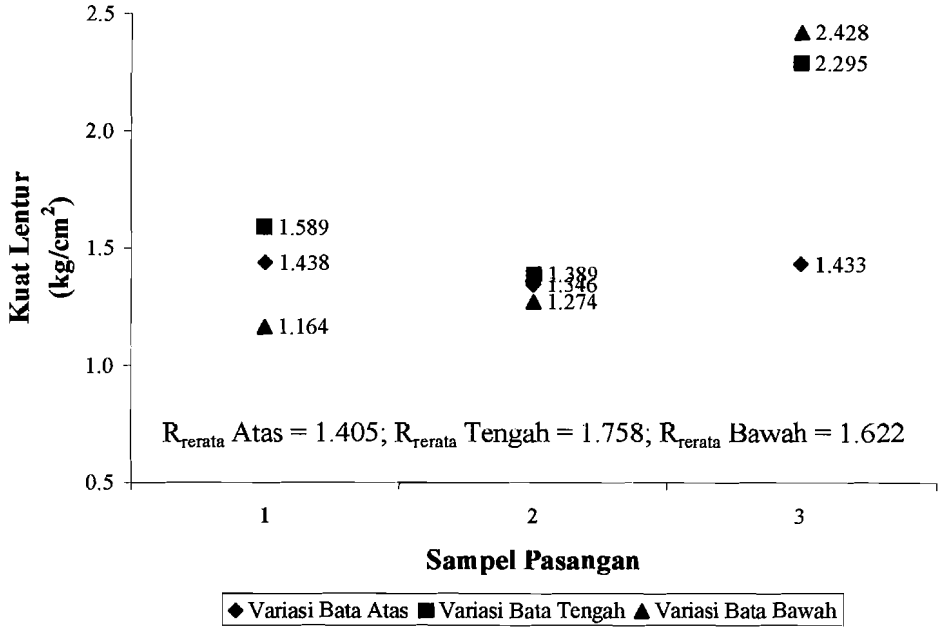
Gambar 5.15 menunjukan bahwa pada tiap variasi ternyata terdapat korelasi positif antara kuat tekan bata Agung Senuko dengan kuat tekan pasangan, artinya jika kuat tekan bata Agung Senuko semakin tinggi maka kuat tekan pasangan juga meningkat. Dari nilai koefisien determinasi (R^2) yang didapatkan pada variasi atas, tengah, dan bawah secara berturut-turut sebesar 99.41%; 99.47%; dan 99.75% dapat disimpulkan bahwa besarnya kuat tekan pasangan pada variasi atas, tengah, dan bawah sangat dipengaruhi oleh kuat tekan batanya. Adapun sensitivitas terbesar untuk hubungan antara kuat tekan bata Agung Senuko dengan kuat tekan pasangan ternyata terdapat pada variasi atas dengan persamaan linier y = 0.2542x – 5.0992 diperoleh nilai a sebagai bilangan konstan sebesar 0.2542, dapat disimpulkan bahwa kenaikan

kuat tekan bata pada variasi atas berpengaruh besar terhadap meningkatnya kuat tekan pasangan dibandingkan variasi tengah (0.1542) dan bawah (0.1387).

5.2.3 Kuat Lentur Pasangan Bata

Kuat lentur pasangan bata ditunjukkan dengan hasil pengujian seperti pada Gambar 5.16. Mekanisme kerusakan pada lentur pasangan bata umumnya karena dari faktor berat sendiri terhadap beban serta kualitas pasangan yang dibuat. Kerusakan yang umum terjadi pada model lentur adalah:

a. patah spesimen terjadi ditengah bentang dengan lepasnya bata dari mortarnya,
b. sebagian ikatan mortar dan bata kurang, ditandai dengan mortar yang hanya menempel pada bagian tengah bata sementara pada ujung-ujung bata, lekatan mortar lepas dari bata,
c. lekatan antar mortar terhadap bata cukup kuat ditandai dengan banyaknya bata yang compel (*spalling*) dan menempel pada mortar, dan
d. sama halnya dengan pengujian rupture, diketahui bahwa campuran bata tidak homogen.



Gambar 5.16 Grafik Kuat Lentur Pasangan Bata Agung Senuko

Dari pengujian kuat lentur pasangan diperoleh hasil maksimum pada variasi pembakaran bata tengah dengan nilai kuat lentur pasangan rata-rata sebesar 1.758 kg/cm^2, sesuai dengan hasil pengujian kuat lekat bata pada Sub bab 5.2.1, dimana kuat lekat maksimum bata Agung Senuko terdapat pada variasi tengah sebesar 0.630 kg/cm^2, hal ini menunjukkan bahwa kuat lekat bata memiliki hubungan yang sinergi dengan kuat lentur pasangan. Perhitungan untuk memperoleh kuat lentur pasangan bata seperti berikut ini.

Tabel 5.11 Dimensi sampel kuat lentur pasangan variasi bata atas

Variabel	Dimensi
$b_{specimen}$ (cm)	23.091
$d_{specimen}$ (cm)	10.818
Ps (kg)	20.258
P (kg)	62.5
l (cm)	50

Berdasarkan data dimensi pada Tabel 5.11, maka menurut persamaan (3.10)

$$\textit{Modulus Rupture, } R = \frac{(P + 0.75P_s)\,x\,l}{b\,x\,d^2}$$

$$R = \frac{(62.5 + (0.75x20.258))\,x\,50}{23.091x10.818^2}$$

$$R = 1.438 \text{ kg/cm}^2$$

Untuk perhitungan nilai standar deviasi dari salah satu variasi sebagai berikut.

Tabel 5.12 Data hasil pengujian kuat lentur pasangan variasi bata atas

X_i nilai kuat lentur pasangan variasi atas, kg/cm^2)	X_i^2
1.438	2.066
1.346	1.811
1.433	2.053
$\sum$ = 4.216	$\sum$ = 5.930

Dari Tabel 5.12 diperoleh: $\sum X = 4.216$ dan $n = 3$. Sesuai persamaan (3.14)

$$X_{rerata} = \frac{\sum X}{n}$$

$$= \frac{4.216}{3} = 1.405$$

Untuk perhitungan standar deviasi, diperoleh data $\sum X^2$ = 5.930, sehingga sesuai persamaan (3.15)

$$s = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

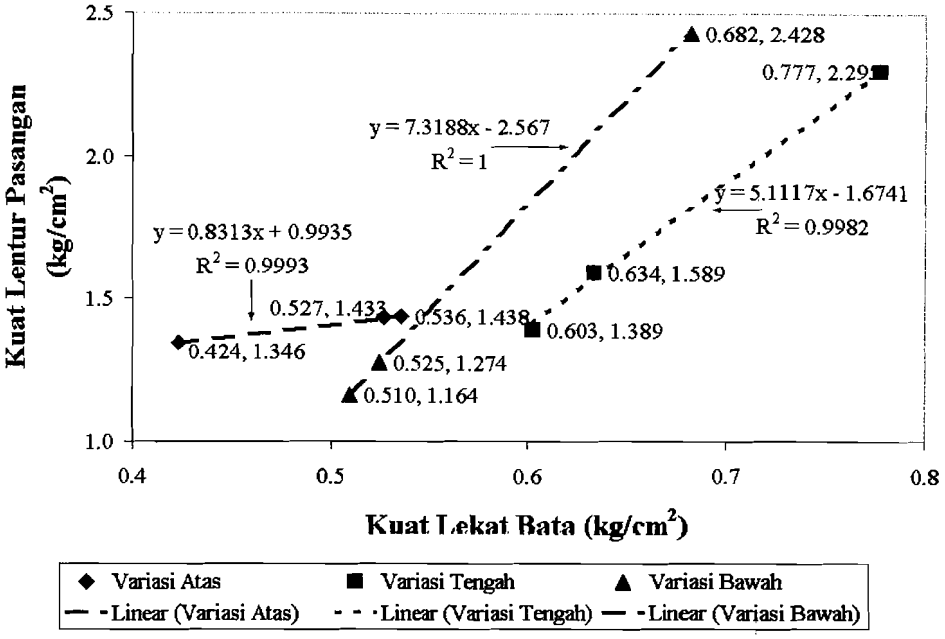
$$s = \sqrt{\frac{(3x5.930) - (4.216)^2}{3(3-1)}} = 0.051$$

Untuk lebih jelasnya, data kuat lentur pasangan bata setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Nilai Kuat Lentur Maksimum Pasangan

Sampel	Variasi Bata Atas			Variasi Bata Tengah			Variasi Bata Bawah		
Bata	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Lebar, b (cm)	23.091	23.080	23.099	22.975	23.043	23.027	22.876	23.144	23.038
Tebal, d (cm)	10.818	11.039	10.817	10.837	10.998	10.996	10.993	10.902	11.067
Ps (kg)	20.258	20.913	19.935	17.662	19.937	20.392	19.135	20.125	19.333
P (kg)	62.5	60.0	62.5	72.5	62.5	112.5	50.0	55.0	122.5
R (kg/cm2)	1.438	1.346	1.433	1.589	1.389	2.295	1.164	1.274	2.428
$R_{rata\text{-}rata}$	1.405			1.758			1.622		
Std. Deviasi	0.1			0.5			0.7		

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara kuat lentur pasangan dengan kuat lekat bata Agung Senuko dapat dilihat pada Gambar 5.17.



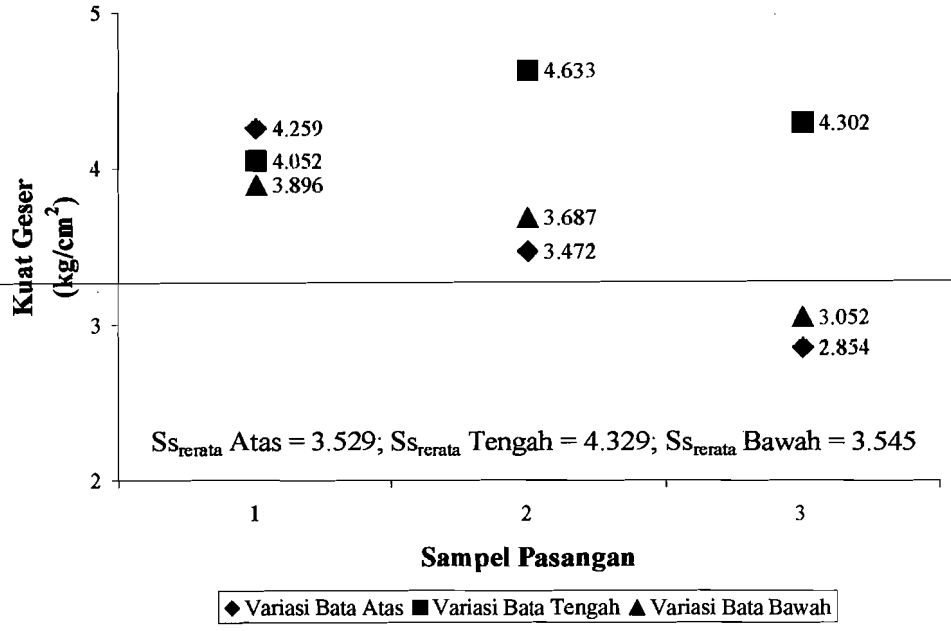
Gambar 5.17 Grafik Hubungan Antara Kuat Lekat Bata Dengan Kuat Lentur Pasangan Bata Agung Senuko

Gambar 5.17 menunjukan bahwa pada tiap variasi ternyata terdapat korelasi positif antara kuat lekat bata Agung Senuko dengan kuat lentur pasangan, artinya jika kuat lekat bata Agung Senuko semakin tinggi maka kuat lentur pasangan juga meningkat. Dari nilai koefisien determinasi (R^2) yang didapatkan pada variasi atas, tengah, dan bawah secara berturut-turut sebesar 99.93%; 99.82%; dan 100% dapat disimpulkan bahwa besarnya kuat lentur pasangan pada variasi atas dan tengah sangat dipengaruhi oleh kuat lekat batanya, sedangkan untuk variasi bawah mempunyai hubungan yang sempurna. Adapun sensitivitas terbesar untuk hubungan antara kuat lekat bata Agung Senuko dengan kuat lentur pasangan ternyata terdapat pada variasi bawah dengan persamaan linier y = 7.3188x – 2.567 diperoleh nilai a sebagai

bilangan konstan sebesar 7.3188, dapat disimpulkan bahwa kenaikan kuat lekat bata pada variasi bawah berpengaruh besar terhadap meningkatnya kuat lentur pasangan dibandingkan variasi atas (0.8313) dan tengah (5.1117).

5.2.4 Kuat Geser Pasangan Bata

Kuat geser pasangan bata ditunjukkan dengan hasil pengujian seperti pada Gambar 5.18. 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.



Gambar 5.18 Grafik Kuat Geser Pasangan Bata Agung Senuko

Dengan menggunakan persamaan (3.11), maka dari hasil pengujian didapat variasi bata yang lebih kuat menahan geser yakni variasi tengah seperti tertera pada Tabel 5.16 yang menjelaskan nilai kuat geser dari setiap variasi. Perhitungan untuk memperoleh kuat geser pasangan bata seperti berikut ini.

Diketahui ukuran sampel untuk pengujian geser = 1.5 x 1.5 bata

Tabel 5.14 Dimensi sampel kuat geser pasangan variasi bata atas

Variabel	Dimensi
P_{bata} (cm)	22.638
T_{bata} (cm)	4.828
$W_{spesimen}$ (cm)	36.250
$t_{spesimen}$ (cm)	10.890
$h_{specimen}$ (cm)	35.850
W x h	1299.563
n	0.757
P (kg)	1790

Perhitungan kuat geser pasangan dengan persamaan (3.11) dan (3.12) berikut ini. (ASTM/Vol 04.05/E-519).

$$Shear\ Stress,\ Ss = \frac{0.707P}{An},\ \text{dimana}\ An = \left(\frac{W+h}{2}\right).t.n$$

Dari Tabel 5.14 diperoleh,

$n = (9 \text{ x } P_{bata} \text{ x } T_{bata}) / (W \text{ x } h) = (9 \text{ x } 22.638 \text{ x } 4.828) / 1299.563 = 0.757$

Sesuai persamaan (3.12),

$$An = \left(\frac{W+h}{2}\right).t.n = \left(\frac{36.250+35.850}{2}\right)(10.890 \text{ x } 0.757)$$

$An = 297.186\ cm^2$

sehingga sesuai persamaan (3.11),

$$Shear\ Stress,\ Ss = \frac{0.707P}{An} = \frac{0.707\,x\,1790}{297.186} = 4.258\ \text{kg/cm}^2$$

Untuk perhitungan nilai standar deviasi dari salah satu variasi sebagai berikut.

Tabel 5.15 Data kuat geser pasangan variasi bata atas

X_i (nilai kuat geser pasangan variasi atas, kg/cm^2)	X_i^2
4.259	18.142
3.472	12.058
2.854	8.147
$\sum$ = 10.586	$\sum$ = 38.347

Dari Tabel 5.15 diperoleh: $\sum X = 10.586$ dan $n = 3$. Sesuai persamaan (3.14)

$$X_{rerata} = \frac{\sum X}{n}$$

$$= \frac{10.586}{3} = 3.529$$

Untuk perhitungan standar deviasi, diperoleh data $\sum X^2 = 38.347$, sehingga sesuai persamaan (3.15)

$$s = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

$$s = \sqrt{\frac{(3x38.347) - (10.586)^2}{3(3-1)}} = 0.704$$

Untuk data nilai kuat geser maksimum pasangan bata setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 5.16.

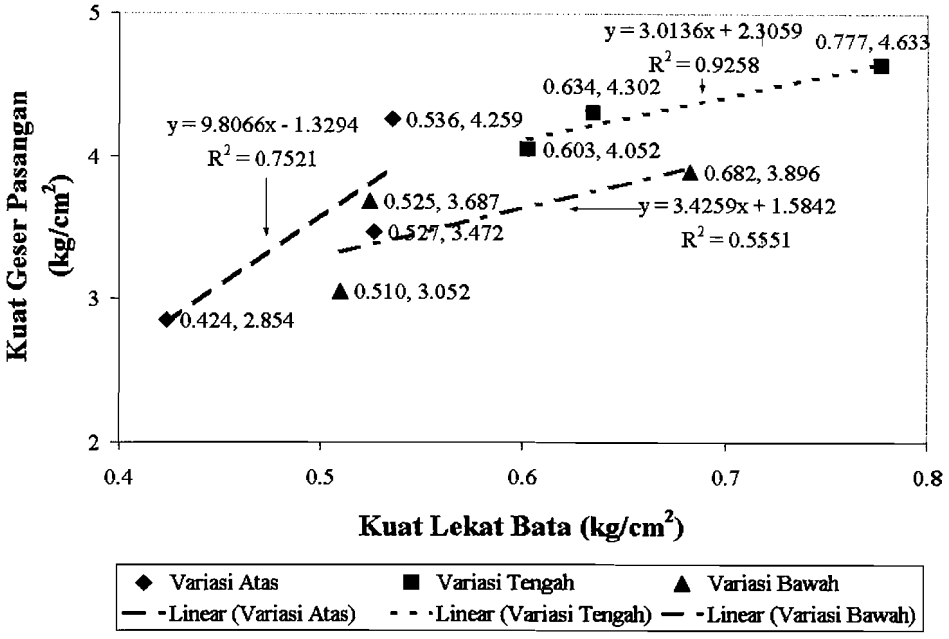
Tabel 5.16 Nilai Kuat Geser Maksimum Pasangan

Sampel	Variasi Bata Atas			Variasi Bata Tengah			Variasi Bata Bawah		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
n	0.757	0.802	0.869	0.760	0.780	0.749	0.812	0.794	0.779
Luas, An	297.118	315.584	336.874	298.356	309.795	302.355	326.606	318.328	305.805
P (kg)	1790	1550	1360	1710	2030	1840	1800	1660	1320
Ss (kg/cm^2)	4.259	3.472	2.854	4.052	4.633	4.302	3.896	3.687	3.052
$Ss_{rata\text{-}rata}$	3.529			4.329			3.545		
Std. Deviasi	0.7			0.3			0.4		

Dari Tabel 5.16 terlihat bahwa variasi pembakaran bata pada bagian tengah memiliki tegangan geser yang cukup besar, ini juga mengidentifikasikan kematangan bata yang cukup baik pada bagian tengah, sesuai dengan hasil pengamatan bata pada Sub bab 5.1.1.

Kerusakan awal yang umum terjadi pada geser pasangan ini, yaitu retak yang agak memanjang putus-putus arah diagonal. Namun ada sebagian yang lain patah pada specimen (terbagi dua) dan rusak pada ujung specimen.

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara kuat geser pasangan dengan kuat lekat bata Agung Senuko dapat dilihat pada Gambar 5.19.



Gambar 5.19 Grafik Hubungan Antara Kuat Lekat Bata Dengan Kuat Geser Pasangan Bata Agung Senuko

Gambar 5.19 menunjukan bahwa pada tiap variasi ternyata terdapat korelasi positif antara kuat lekat bata Agung Senuko dengan kuat geser pasangan, artinya jika kuat lekat bata Agung Senuko semakin tinggi maka kuat geser pasangan juga meningkat. Dari nilai koefisien determinasi (R^2) yang didapatkan pada variasi atas, tengah, dan bawah secara berturut-turut sebesar 75.21%; 92.58%; dan 55.51% dapat disimpulkan bahwa kenaikan kuat lekat bata Agung Senuko pada variasi atas dan bawah mempunyai pengaruh yang kuat terhadap naiknya kuat geser pasangan, sedangkan untuk variasi tengah mempunyai pengaruh yang sangat kuat. Adapun sensitivitas terbesar untuk hubungan antara kuat lekat bata Agung Senuko dengan kuat geser pasangan ternyata terdapat pada variasi atas dengan persamaan linier

y = 9.8066x – 1.3294 diperoleh nilai a sebagai bilangan konstan sebesar 9.8066, dapat disimpulkan bahwa kenaikan kuat lekat bata pada variasi atas berpengaruh besar terhadap meningkatnya kuat geser pasangan dibandingkan variasi tengah (3.0136) dan bawah (3.4259).

5.3 Pembahasan

Pada pengujian pendahuluan atau pengujian yang menunjukkan kriteria bata yang baik, dimana ditinjau dari segi warna serta bunyinya memperlihatkan bata Agung Senuko didalam proses pembakaran menghasilkan bata yang cukup matang, untuk dimensinya bata ini sesuai dengan standar bata NI-10 yang memiliki ukuran panjang = 22-25 cm, lebar = 10.5-12 cm, dan tebal = 4.6-5.6 cm. Bata Agung Senuko tidak mudah hancur hal ini sesuai dengan hasil pengujian kandungan garam pada Sub bab 5.1.2 yang ternyata bagian-bagian dari permukaan bata masih bagus tidak menjadi bubuk ataupun terlepas ketika setelah dilakukan pengujian, sehingga diperoleh deskripsi bata pada penelitian ini seperti pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Deskripsi bata Agung Senuko

Warna bata	Bunyi	Ukuran	Hancur/tidak
sampel bata pada penelitian ini, rata-rata berwarna agak merah muda, merah dan sedikit sampel berwana hitam sebagian pada salah satu sisi	secara umum, sampel bata pada penelitian ini bunyinya nyaring	bata Agung Senuko pada penelitian ini rata-rata berukuran 22.9x10.8x5.2 cm. ukuran ini masih termasuk dalam batasan NI-10	bata Agung Senuko tidak mudah hancur

Pengujian kuat lekat bata mortar, tekan, lentur serta geser pasangan pada *medium specimen* ternyata kekuatan yang paling baik terletak pada variasi pembakaran bagian tengah. Hal ini dikarenakan pada bagian tengah suhu yang terjadi selama proses pembakaran bertambah secara bertahap, dan pada waktu proses pendinginan mengalami penurunan suhu secara lambat, dilihat dari letak bata yang tertutup rapat oleh bata atas dan bawah, sehingga bata dimungkinkan terbakar sempurna. Sedangkan pada bagian bawah terjadi proses pembakaran yang berlebihan dilihat dari letak bata yang dekat dengan titik api, sehingga akan mengakibatkan bata berwarna hitam atau hangus dan retak-retak hal ini disebabkan tidak cukup waktu bagi plastisitas air untuk menguap, sesuai dengan hasil pengamatan bata pada Sub bab 5.1.1. Untuk bagian atas bata belum memiliki kematangan yang tepat, karena letaknya yang jauh dari titik api, selain itu juga terjadi proses pendinginan secara cepat, karena pada salah satu sisinya agak terbuka dengan udara luar sehingga panas bereaksi terhadap udara hal ini menyebabkan satu permukaan akan lebih panas daripada permukaan lain, sehingga yang satu volumenya berubah dan yang lain tidak.

Sementara itu pada pengujian *small specimen* yakni kuat tekan bata ternyata variasi yang kekuatan lebih baik terletak pada variasi bagian atas, sedangkan untuk kuat lentur/*rupture* bata lebih didominasi oleh bata variasi pembakaran bawah. Hal ini disamping faktor panas pembakaran, dimungkinkan juga karena faktor propertis masing-masing bata yang berbeda seperti tanah tidak homogen. Dimana proses dalam pembuatan bata mentah dilakukan secara tradisional, baik itu mulai dari proses pengulenan/pengadukan adonan bata sampai pencetakan bata yang masih secara

manual tidak menggunakan mesin *press*, disini faktor *human error* sangat mempengaruhi seperti faktor kelelahan, meskipun tiap tahap pembuatan dilakukan oleh satu orang yang diharapkan dapat menghasilkan kualitas bata yang sama.

Pada pengujian nilai serapan air bata Agung Senuko cukup tinggi (>20%) yang mengidentifikasikan bahwa bata merah asal Godean tidak padat/porous. Tidak padatnya bata kemungkinan karena faktor pembuatan yang kurang baik karena bata hanya dicetak dengan cetakan kayu dan diratakan dengan tangan. Sedang untuk komposisi campuran bata, secara umum bata Agung Senuko yang diteliti saat ini terdiri atas campuran yang lebih banyak mengandung pasir, sehingga bata bersifat sedikit getas.

5.4 Hal-hal Berpengaruh Dalam Penelitian

Pada bagian ini akan diuraikan hal-hal yang kiranya berpengaruh terhadap material dan teknik pengerjaannya.

Dari hasil penelitian khususnya pengujian kuat lekat bata dan mortar, ternyata mutu dan kekuatan bata kurang baik dibandingkan kekuatan mortar yang digunakan, padahal kekuatan bata untuk pasangan haruslah kuat untuk mengimbangi kekuatan mortar. Selain itu, kekuatan/daya ikat antara bata dan mortar dipengaruhi oleh banyak faktor. Disini akan diterangkan 8 faktor yang berpengaruh dalam penelitian ini.

a. Mutu agregat.

   Penggunaan butiran pasir yang tajam dan kasar sangat disarankan dalam pemilihan jenis pasir (agregat halus).

b. Penyebaran butiran dan semen saat penghamparan mortar pada bata.

Ketika penyebaran usahakan jangan terlalu berlebihan dalam pengambilan penghamparan mortar pada pasangan.

c. Kandungan air bata.

Sebelum pemasangan bata sebaiknya bata direndam 3-5 menit hingga jenuh kering muka.

d. Kandungan air mortar.

Penggunaan air pada mortar disesuaikan antara kemudahan pengerjaan (*workability*) pasangan serta kekuatan dari mortar tersebut yaitu sekitar 60-70% berat material pengikatnya (semen, dan kapur).

e. Penekanan saat pembuatan.

Diperlukan penekanan yang cukup untuk meratakan luas permukaan lekatan serta untuk mengurangi pori udara pada mortar.

f. Tekstur dan permukaan bata.

Permukaan bata yang kasar dapat meningkatkan daya lekatan antara mortar dan bata.

g. Pembersihan permukaan lekatan.

Bidang lekatan bata harus dibersihkan terhadap debu/kotoran yang melekat.

h. Sampel yang telah dibuat perlu diawasi dan dirawat dengan cara dibasahi.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab kesimpulan dan saran berisi pembahasan yang secara umum dari data hasil penelitian. Pada bagian saran berisi tentang rekomendasi terhadap mutu material atau teknik pengerjaan pasangan dan hal-hal lain yang berhubungan dengan penelitian.

6.1 Kesimpulan

Pada bagian kesimpulan ini menjawab tujuan dari penelitian yang telah dilakukan. Adapun yang dapat ditarik menjadi kesimpulan penelitian ini adalah:

1. sifat fisik bata Agung Senuko antara lain warna umumnya agak merah muda tidak merata, sedikit coklat muda/*cream*, pada salah satu sisinya bersudut tajam dan permukaannya agak cekung/tidak rata, campuran lebih banyak pasir dan serapan air yang tinggi (> 20%). Ukuran bata Agung Senuko berkisar 22.9x10.8x5.2 cm. Kekuatan bata lebih kecil bila dibandingkan dengan kekuatan mortar, dimana hal ini dibuktikan dengan terjadinya kerusakan lebih banyak pada bata daripada mortar, dan

2. bata yang kekuatannya lebih baik dalam pengujian *medium specimen* yakni kuat lekat bata mortar, tekan, lentur, serta geser pada dinding pasangan ternyata terletak pada variasi letak pembakaran bagian tengah.

6.2 Saran

Saran memberikan masukkan untuk penelitian berikutnya ataupun petunjuk teknis pekerjaan pemasangan bata. Terdapat hal-hal penting yang bisa menjadi rujukan dalam membuat pasangan bata ataupun penelitian berikutnya.

1. Didalam proses pembakaran, untuk dapat menghasilkan batu bata yang bermutu sesuai dengan standar perlu diperhatikan lama pembakarannya, serta jumlah bata yang tepat untuk setiap pembakaran, dengan demikian diharapkan agar kualitas bata yang dihasilkan akan sama untuk setiap lapisnya.
2. Perlu dicoba menggunakan bata mentah yang diproses dengan mesin (bata *press*) yang memiliki tingkat kepadatan yang seragam.
3. Perlunya juga diketahui kekuatan bata, apabila bahan bakar yang digunakan berupa solar ataupun batubara.
4. Sampel bata yang diambil dalam penelitian ini berasal dari satu pabrik dilokasi Godean, perlu diteliti apakah kekuatan bata akan sama untuk setiap pabrik di Godean.
5. Penelitian akibat variasi letak pembakaran ini menggunakan dinding pasangan tanpa plesteran, sehingga perlu penelitian yang sama apabila dinding dengan plesteran.

6. Permukaan bata harus dibersihkan terlebih dahulu dari debu/kotoran yang menempel guna menghindari terlepasnya ikatan mortar pada bata.
7. Bata direndam didalam air hingga jenuh isi dengan maksud agar bata tidak menyerap kandungan air mortar.
8. Campuran mortar yang dibuat jangan terlalu berlebihan, guna menghindari waktu ikat mortar bila campuran di diamkan terlalu lama (lebih dari 1 jam).

DAFTAR PUSTAKA

———————— . (1992), **Annual Book Of ASTM Standars**, Section 4 Construction, Volume 04.05, Philadelphia, USA.

———————— . (2003), **Proposal Penelitian Kekuatan Material Tembokan Di Wilayah Pulau Jawa Pada Bangunan Rumah Sederhana**, CEEDEDS UII, Yogyakarta.

———————— . (2004), **Sosialisasi Bangunan Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa (Manual BRTSTG)**, Proyek Kerjasama CEEDEDS UII dan Pemerintah Jepang, Yogyakarta.

Amelia, A. F., (2004), **Pengaruh Variasi Letak Pembakaran Bata Merah Terhadap Kekuatan Dinding Pasangan Bata**, *Tugas Akhir Program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Anshar, M., Anwar, M., dan Indris, M., (2001), **Perilaku Suhu dan Waktu Pembakaran terhadap Ciri Batu Bata Merah**, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Departemen Pekerjaan Umum, (1964), **Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan NI-10**, Yayasan dana Normalisasi Indonesia, Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum. (1982), **Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982)**, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.

Hartanta, H., (2004), **Analisis Kualitas Bata Gadjah (Bata tanpa Proses Pembakaran) terhadap Sifat Fisik dan Mekanis**, *Tugas Akhir Program S-1*, Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.

Heinz Frick. (1980), **Ilmu Konstruksi Bangunan I**, Kanisius, Bandung.

Heinz Frick dan Koesmartadi Ch. (1999), **Ilmu Bahan Bangunan**, Kanisius, Yogyakarta.

Mangkoesoebroto, Sindur P. (2002), **Pasangan Dinding Terkekang Agar Tak Ambrol Digoyang Gempa**, Artikel Surat kabar Pikiran Rakyat, Bandung.

Pambudiono, P. S., dan Setyowati, E., (2004), **Perilaku Fisik Dan Mekanika Bata Produksi Djagadbata Dusun Klangkapan Godean Sleman Jogjakarta**, *Proposal Tugas Akhir Program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Prayogi, P., dan Solihatun, (2004), **Sifat-sifat Fisik Bata, Kuat Lentur Dinding Pasangannya Dengan Variasi Campuran Mortar Menggunakan Pasir Dicuci dan Pasir Tidak Dicuci (Dengan Kadar Lunpur Rendah)**, *Tugas Akhir Program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Pertrencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Purnomo, S., dan S. N. Hidayat, (2003), **Kuat Geser Dinding Pasangan Bata Daerah Sleman Dengan Variasi Campuran Mortar**, *Tugas Akhir Program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Ratmana, B. M., dan Sutrisno, P., (2004), **Analisis Kekuatan Dinding Pasangan Bata Dengan Menggunakan Bata Super, Godean, Sleman, Jogjakarta**, *Proposal Tugas Akhir Program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Sarwidi dan Satrio, P., (2004), **Makalah Kelemahan Dan Kelebihan Menonjol Material Tembokan Untuk Bangunan Di Wilayah Kerusakan Gempa Pulau Jawa**, *Seminar Nasional Konferensi Kegempaan II*, Perkembangan Terbaru Rekayasa Kegempaan dan Mitigasi Bencana Gempa Bumi Di Indonesia, AARGI dan PAU tanggal 20 Januari 2004 di Gedung Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Schodek, D. L., (1999), **Struktur**, edisi kedua, Penerbit Erlangga.

Suwardono, (2002), **Mengenal Pembuatan Bata, Genteng, Dan Genteng Berglasir**, CV. Yrama Widya, Bandung.

Tjokrodimuljo, K. (1992), **Bahan Bangunan**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Tjokrodimuljo, K. (1992), **Teknologi Beton**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

www.hebel.co.id., **Tren Membangun Dinding Tembok**, Ditulis oleh Elisa Haryonugroho, (2002), *opened on* 30 September 2004, 00.25 WIB.

www.mortarutama.com., **Adukan Semen Instan**, Ditulis oleh PT. Cipta Mortar Utama, (2003), *opened on* 30 September 2004, 00.26 WIB.

www.pikiran-rakyat.com., **Pasangan Dinding Terkekang Agar tak Ambrol Digoyang Gempa**, Ditulis oleh Dr. Ir. Sindur P. Mangkoesoebroto dan Dr. Tetsuro Goto, (2002), *opened on* 30 September 2004, 00.15 WIB.

www.PU.go.id., **Ketentuan Dinding Tembok Wilayah Gempa**, Ditulis oleh Murdiati Munandar, (2001), *opened on* 29 September 2004, 23.12 WIB.

www.arnidaambar.com., **Bagaimana sih mendesain struktur rumah tinggal tembokan tidak bertingkat yang memenuhi persyaratan tahan gempa? (2001)**, *opened on* 30 September 2004, 00.30 WIB.

LAMPIRAN I

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

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

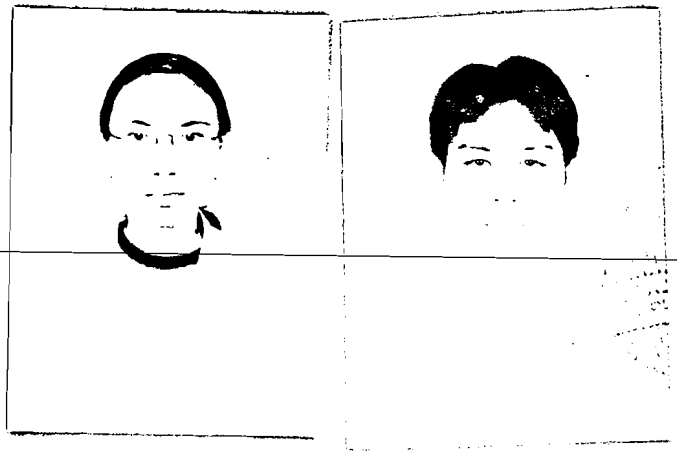
PERIODE KE : I (Sep 04 - Peb 05)
TAHUN : 2004 - 2005

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Elmi Irma Panduwati	00 511 180	Teknik Sipil
2.	Kwartono Setiawan	00 511 194	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Analisis kekuatan bata bakar kayu terhadap variasi letak pembakaran sebagai material tembokan pasangan bata

Dosen Pembimbing I : Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D
Dosen Pembimbing II : Much.Samsudin,Ir,H,MT



Jogjakarta ,6-Oct-04
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan :

Seminar : _____
Sidang : _____
Pendadaran : _____

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14.4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Elmi Irma Panduwati	00 511 180	Teknik Sipil
2.	Kwartono Setiawan	00 511 194	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Analisis kekuatan bata bakar kayu terhadap variasi letak pembakaran sebagai material tembokan pasangan bata

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

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

Dosen Pembimbing I : Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D

Dosen Pembimbing II : Much.Samsudin,Ir,H,MT





Jogjakarta, 6-Oct-04
a.n Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Cat

Seminar :

Sidang :

Pendadaran :

LAMPIRAN II

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

PENGUJIAN DIMENSI BATA

Variasi I **Atas**

Dimensi	Sampel Bata																				Rata-rata
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
P (cm)	22.655	22.783	22.710	22.735	22.720	22.948	23.035	23.118	22.775	22.880	23.210	22.978	23.285	23.080	22.950	22.805	22.440	22.658	23.130	23 003	22.899
	22.910		22.760		23.175		23.200		22.985		22.745		22.875		22.660		22.875		22.875		
L (cm)	10.825	10.808	10.750	10.788	10.875	10.960	10.925	10.940	10.975	10.983	10.885	10.708	10.875	10.850	10.975	10.933	10.740	10.820	10.780	10 745	10.853
	10.790		10.825		11.045		10.955		10.990		10.530		10.825		10.890		10.900		10.710		
T (cm)	5.515	5.373	4.930	4.933	5.565	5.548	5.000	5.088	5.110	5.155	5.150	5.360	5.500	5.445	5.310	5.298	5.500	5.573	5.440	5.380	5.315
	5.230		4.935		5.530		5.175		5.200		5.570		5.390		5.285		5.645		5.320		

Variasi II **Tengah**

Dimensi	Sampel Bata																				Rata-rata
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
P (cm)	22.615	22.495	23.250	23.005	22.745	23.000	22.710	23.000	22.775	22.610	22.680	22.800	23.050	23.008	22.560	22.643	23.365	23.195	23.155	22.965	22.872
	22.375		22.760		23.255		23.290		22.445		22.920		22.965		22.725		23.025		22.775		
L (cm)	10.635	10.538	10.640	10.603	10.745	10.763	10.720	10.765	10.775	10.750	10.675	10.778	10.950	10.923	10.780	10.768	10.810	10.755	10.770	10.773	10.741
	10.440		10.565		10.780		10.810		10.725		10.880		10.895		10.755		10.700		10.775		
T (cm)	5.475	5.133	5.380	5.478	5.310	5.175	5.340	5.180	5.245	5.168	5.490	5.288	5.490	5.255	5.220	5.233	4.890	5.078	5.060	5.098	5.208
	4.790		5.575		5.040		5.020		5.090		5.095		5 020		5.245		5.265		5.135		

Variasi III **Bawah**

Dimensi	Sampel Bata																				Rata-rata
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
P (cm)	22.730	22.810	22.710	22.870	22.575	22.753	23.000	22.825	23.010	23.065	23.040	22.813	22.750	22.850	22.500	22.605	22.790	23.060	22.625	22.888	22.854
	22.890		23.030		22.930		22.650		23.120		22.585		22.950		22.710		23.330		23.150		
L (cm)	10.860	10.908	10.725	10.693	10.750	10.663	10.710	10.673	10.850	10.920	10.630	10.658	10.700	10.785	10.785	10.900	10.920	10.840	10.740	10.750	10.779
	10.955		10.660		10.575		10.635		10.990		10.685		10.870		11.015		10.760		10.760		
T (cm)	5.340	5.108	5.025	5.075	5.630	5.298	5.030	5.163	4.920	4.880	5.220	5.110	5.150	5.043	5.065	5.215	5.115	5.195	5.385	5.280	5.137
	4.875		5.125		4.965		5.295		4.840		5.010		4.935		5.365		5.275		5.175		

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

PENGUJIAN KADAR GARAM BATA AGUNG SENUKO

Asal Aquades : Lab. FMIPA UGM
Tanggal Pemberian I : 24-Des-04
Tanggal Pemberian II : 27-Des-04
Tanggal Pengamatan : 03-Jan-05

Variasi I : **Atas**

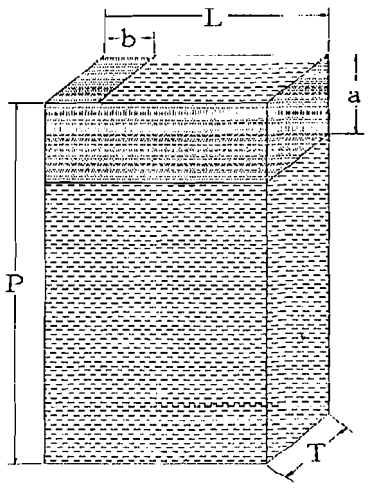
Dimensi	Sampel Bata									
	1		2		3		4		5	
P (cm)	22.765	23.025	23.100	23.010	22.450	22.745	22.895	23.063	22.620	22.775
	23.285		22.920		23.040		23.230		22.930	
L (cm)	10.545	10.553	10.850	10.855	10.810	10.873	10.635	10.705	11.125	11.145
	10.560		10.860		10.935		10.775		11.165	
T (cm)	5.115	5.148	5.360	5.498	5.375	5.373	5.265	5.200	5.415	5.365
	5.180		5.635		5.370		5.135		5.315	
Lapisan putih (a) cm	9.820		3.980		11.080		7.020		9.070	
Lapisan putih (b) cm	10.553		6.950		10.873		3.360		11.145	
Luas lapisan putih (cm^2)	362.670		168.374		418.404		240.778		359.284	
Luas total bata (cm^2)	831.623		871.893		855.810		844.950		871.616	
Persentase garam (%)	43.6		19.3		48.9		28.5		41.2	
Keterangan	Lapisan putih tipis, ada bubuk halus sedikit & tidak merata, bagian atas terdapat lapisan putih		Lapisan putih tipis, ada bubuk halus sedikit & tidak merata, bagian atas terdapat lapisan putih		Lapisan putih tipis, ada bubuk halus sedikit & tidak merata, bagian atas terdapat lapisan putih		Lapisan putih tipis, ada bubuk halus sedikit & tidak merata, bagian atas terdapat lapisan putih		Lapisan putih tipis, ada bubuk halus sedikit & tidak merata, bagian atas terdapat lapisan putih	

Contoh hitungan :

Luas lap. putih = (2((Lxa)+(Txa)))+(Txb)
= (2((10,553x9,820)+(5,148x9,820)))+(5,148x10,55
= 362.670

Luas total = 2((PxL)+(PxT)+(LxT))
= 2((23,025x10,553)+(23,025x5,148)+(10,553x5,14
= 831.623

Persentase garam = (Luas lap. putih/Luas total)x100
= (362,670/831,623)x100
= 43.6



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

PENGUJIAN KADAR GARAM BATA AGUNG SENUKO

Asal Aquades : Lab. FMIPA UGM
Tanggal Pemberian I : 24-Des-04
Tanggal Pemberian II : 27-Des-04
Tanggal Pengamatan : 03-Jan-05

Variasi II : **Tengah**

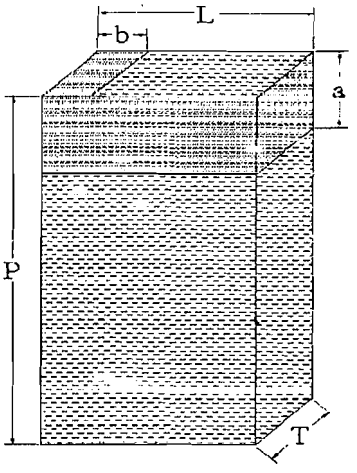
Dimensi	Sampel Bata									
	1		2		3		4		5	
P (cm)	22.980	22.818	23.055	23.290	22.700	22.800	22.700	22.943	23.320	23.173
	22.655		23.525		22.900		23.185		23.025	
L (cm)	10.750	10.795	10.810	10.865	10.660	10.645	10.870	10.950	10.980	10.873
	10.840		10.920		10.630		11.030		10.765	
T (cm)	5.355	5.373	5.415	5.338	5.475	5.338	5.230	5.310	5.405	5.295
	5.390		5.260		5.200		5.390		5.185	
Lapisan putih (a) cm	0.370		3.630		0.375		1.200		6.380	
Lapisan putih (b) cm	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
Luas lapisan putih (cm^2)	11.964		117.630		11.987		39.024		206.297	
Luas total bata (cm^2)	853.796		870.696		842.437		862.379		864.423	
Persentase garam (%)	1.4		13.5		1.4		4.5		23.9	
Keterangan	Lapisan putih sangat tipis, ada bubuk halus sedikit, tidak rata, bagian atas tidak terdapat lapisan putih		Lapisan putih tipis, ada bubuk halus sedikit & tidak rata, bagian atas tidak terdapat lapisan putih		Lapisan putih sangat tipis, ada bubuk halus sedikit, tidak rata, bagian atas tidak terdapat lapisan putih		Lapisan putih sangat tipis, ada bubuk halus sedikit, tidak rata, bagian atas tidak terdapat lapisan putih		Lapisan putih tipis, ada bubuk halus sedikit & tidak rata, bagian atas tidak terdapat lapisan putih	

Contoh hitungan :

Luas lap. putih = (2((Lxa)+(Txa)))+(Txb)
= (2((10,795x0,370)+(5,373x0,370)))+(5,373x0,000)
= 11.964

Luas total = 2((PxL)+(PxT)+(LxT))
= 2((22,818x10,795)+(22,818x5,373)+(10,795x5,373))
= 853.796

Persentase garam = (Luas lap. putih/Luas total)x100
= (11,964/853,796)x100
= 1.4



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

PENGUJIAN KADAR GARAM BATA AGUNG SENUKO

Asal Aquades : Lab. FMIPA UGM
Tanggal Pemberian I : 24-Des-04
Tanggal Pemberian II : 27-Des-04
Tanggal Pengamatan : 03-Jan-05

Variasi III : **Bawah**

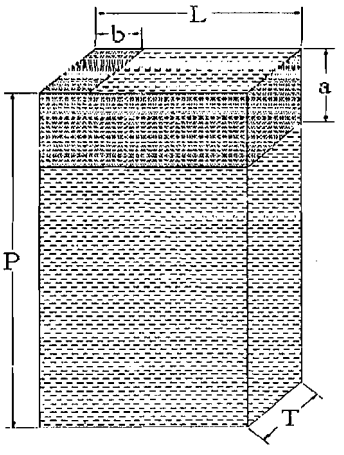
Dimensi	Sampel Bata									
	1		2		3		4		5	
P (cm)	22.880	22.680	22.680	22.840	22.990	22.695	23.050	22.818	22.730	22.870
	22.480		23.000		22.400		22.585		23.010	
L (cm)	10.865	10.908	10.760	10.800	10.845	10.798	10.980	10.895	10.700	10.770
	10.950		10.840		10.750		10.810		10.840	
T (cm)	5.170	5.035	5.290	5.258	4.900	4.880	5.150	5.170	5.110	5.243
	4.900		5.225		4.860		5.190		5.375	
Lapisan putih (a) cm	4.500		2.500		3.930		3.850		3.170	
Lapisan putih (b) cm	2.770		0.000		2.000		10.895		10.770	
Luas lapisan putih (cm^2)	157.429		80.288		132.985		180.028		157.981	
Luas total bata (cm^2)	832.990		847.069		816.985		845.781		845.335	
Persentase garam (%)	18.9		9.5		16.3		21.3		18.7	
Keterangan	Lapisan putih tipis, ada bubuk halus sedikit & tidak rata, lapisan atas terdapat lapisan putih		Lapisan putih tipis, ada bubuk halus sedikit & tidak rata, lapisan atas tidak terdapat Lapisan putih		Lapisan putih tipis, ada bubuk halus sedikit & tidak rata, lapisan atas terdapat lapisan putih		Lapisan putih tipis, ada bubuk halus sedikit & tidak rata, lapisan atas terdapat lapisan putih		Lapisan putih tipis, ada bubuk halus sedikit & tidak rata, lapisan atas terdapat lapisan putih	

Contoh hitungan :

Luas lap. putih = 2((Lxa)+(Txa)))+(Txb)
= (2((10,908x4,500)+(5,035x4.500)))+(5,035x2,770)
= 157.429

Luas total = 2((PxL)+(PxT)+(LxT))
= 2((22,680x10,908)+(22,680x5,035)+(10,908x5,035))
= 832.990

Persentase garam = (Luas lap. putih/Luas total)x100
= (157,429/832,990)x100
= 18.9



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

PENGUJIAN SERAPAN AIR BATA AGUNG SENUKO

Varasi I : **Atas**

Tanggal Penelitian	Berat	Sampel Bata									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20-Okt-04	Wasal (gr)	1620	1545	1688	1627	1675	1606	1771	1738	1686	1695
22-Okt-04	Wkering (gr)	1601	1530	1666	1617	1675	1579	1738	1708	1662	1682
23-Okt-04	Wbasah (gr)	2127	2034	2202	2127	2212	2105	2290	2254	2229	2209
	% Kand. Air	1.187	0.980	1.321	0.618	0.000	1.710	1.899	1.756	1.444	0.773
	% Penyerapan Air	32.854	32.941	32.173	31.542	32.060	33.312	31.761	31.967	34.116	31.332

Variasi II : **Tengah**

Tanggal Penelitian	Berat	Sampel Bata									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20-Okt-04	Wasal (gr)	1576	1708	1620	1667	1619	1706	1733	1674	1654	1523
22-Okt-04	Wkering (gr)	1575	1708	1620	1661	1616	1701	1714	1652	1653	1519
23-Okt-04	Wbasah (gr)	2074	2244	2125	2190	2132	2229	2247	2165	2182	2036
	% Kand. Air	0.063	0.000	0.000	0.361	0.186	0.294	1.109	1.332	0.060	0.263
	% Penyerapan Air	31.683	31.382	31.173	31.848	31.931	31.041	31.097	32.264	32.002	34.036

Variasi III **Bawah**

Tanggal Penelitian	Berat	Sampel Bata									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20-Okt-04	Wasal (gr)	1594	1630	1596	1637	1638	1664	1630	1619	1714	1737
22-Okt-04	Wkering (gr)	1585	1626	1589	1622	1637	1655	1624	1617	1707	1726
23-Okt-04	Wbasah (gr)	2115	2137	2127	2148	2157	2188	2146	2146	2239	2262
	% Kand. Air	0.568	0.246	0.441	0.925	0.061	0.544	0.369	0.124	0.410	0.637
	% Penyerapan Air	33.438	31.427	33.858	32.429	31.765	32.205	32.143	32.715	31.166	31.054

$$\text{Kandungan Air} = \frac{\text{W asal - W kering}}{\text{W kering}} \times 100\%$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{\text{W basah - W kering}}{\text{W kering}} \times 100\%$$

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

PENGUJIAN BERAT VOLUME KERING

Variasi I: **Atas**

Tabel Dimensi

Dimensi	Sampel Bata																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
P (cm)	22.585	22.643	22.600	22.593	22.515	22.798	22.900	23.008	22.690	22.745	23.090	22.858	23.150	22.863	22.950	22.763	22.250	22.555	22.865	22.868
	22.700		22.585		23.080		23.115		22.800		22.625		22.575		22.575		22.860		22.870	
L (cm)	10.420	10.545	10.690	10.683	10.750	10.838	10.855	10.893	10.915	10.883	10.750	10.635	10.750	10.770	10.830	10.845	10.590	10.723	10.725	10.713
	10.670		10.675		10.925		10.930		10.850		10.520		10.790		10.860		10.855		10.700	
T (cm)	5.435	5.175	4.870	4.863	5.255	5.350	4.925	5.035	5.030	5.108	5.025	5.088	5.410	5.335	5.225	5.248	5.445	5.533	5.360	5.323
	4.915		4.855		5.445		5.145		5.185		5.150		5.360		5.270		5.620		5.285	
Vol (cm^3)	1235.610		1173.537		1321.813		1261.817		1264.221		1236.718		1325.944		1295.394		1338.013		1303.843	

Tabel Berat Material

Berat	Sampel Bata									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wasal (gr)	1620	1545	1638	1627	1675	1606	1771	1738	1686	1695
Wkering (gr)	1601	1530	1666	1617	1675	1579	1738	1708	1662	1682
BVk (gr/cm^3)	1.296	1.304	1.260	1.281	1.325	1.277	1.311	1.319	1.242	1.290

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

PENGUJIAN BERAT VOLUME KERING

Variasi II: **Tengah**

Tabel Dimensi

Dimensi	Sampel Bata																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
P (cm)	22.600	22.473	23.150	22.953	22.615	22.930	22.555	22.715	22.665	22.530	22.520	22.660	23.035	22.985	22.340	22.470	23.285	23.033	22.975	22.850
	22.345		22.755		23.245		22.875		22.395		22.800		22.935		22.600		22.780		22.725	
L (cm)	10.530	10.388	10.400	10.432	10.665	10.663	10.475	10.608	10.700	10.665	10.625	10.688	10.870	10.830	10.565	10.585	10.720	10.703	10.620	10.630
	10.245		10.460		10.660		10.740		10.630		10.750		10.790		10.605		10.685		10.640	
T (cm)	5.350	5.025	5.335	5.440	5.270	5.130	5.305	5.115	5.245	5.168	5.350	5.205	5.440	5.220	5.165	5.065	4.855	5.023	4.875	4.953
	4.700		5.545		4.990		4.925		5.090		5.060		5.000		4.965		5.190		5.030	
Vol (cm^3)	1173.001		1302.306		1254.239		1232.456		1241.660		1260.540		1299.402		1204.685		1238.073		1202.940	

Tabel Berat Material

Berat	Sampel Bata									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wasal (gr)	1576	1708	1620	1667	1619	1706	1733	1674	1654	1523
Wkering (gr)	1575	1708	1620	1661	1616	1701	1714	1652	1653	1519
BVk (gr/cm^3)	1.343	1.312	1.292	1.348	1.301	1.349	1.319	1.371	1.335	1.263

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

PENGUJIAN BERAT VOLUME KERING

Variasi III **Bawah**

Tabel Dimensi

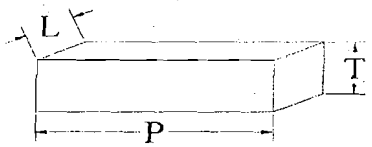
Dimensi	Sampel Bata																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
P (cm)	22.650	22.748	22.700	22.770	22.565	22.698	22.990	22.808	22.590	22.833	22.920	22.753	22.325	22.600	22.470	22.553	22.655	22.960	22.525	22.818
	22.845		22.840		22.830		22.625		23.075		22.585		22.875		22.635		23.265		23.110	
L (cm)	10.800	10.858	10.660	10.648	10.660	10.593	10.725	10.690	10.850	10.863	10.615	10.643	10.675	10.710	10.690	10.780	10.825	10.795	10.735	10.693
	10.915		10.635		10.525		10.655		10.875		10.670		10.745		10.870		10.765		10.650	
T (cm)	5.330	5.083	4.860	4.975	5.500	5.230	5.040	5.160	4.870	4.813	5.190	5.085	5.080	5.005	5.020	5.148	5.040	5.098	5.285	5.218
	4.835		5.090		4.960		5.280		4.765		4.980		4.930		5.275		5.155		5.150	
Vol (cm^3)	1255.281		1206.157		1257.414		1258.071		1194.827		1231.300		1211.440		1251.439		1263.432		1272.945	

Tabel Berat Material

Berat	Sampel Bata									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wasal (gr)	1594	1630	1596	1637	1638	1664	1630	1619	1714	1737
Wkering (gr)	1585	1626	1589	1622	1637	1655	1624	1617	1707	1726
BVk (gr/cm^3)	1.2627	1.3481	1.2637	1.2893	1.3701	1.3441	1.3406	1.2921	1.3511	1.3559

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BATA AGUNG SENUKO



Variasi I : Atas
Tanggal Pengujian : 29-Nov-04

Tabel Dimensi

Dimensi	Sampel Bata									
	1		2		3		4		5	
P (cm)	23.180	23.095	22.895	22.683	22.710	22.870	23.070	23.160	22.755	22.898
	23.010		22.470		23.030		23.250		23.040	
L (cm)	10.770	10.863	10.710	10.715	10.820	10.725	10.850	10.795	10.810	10.845
	10.955		10.720		10.630		10.740		10.880	
T (cm)	5.100	5.150	5.220	5.305	4.780	4.808	4.800	4.858	5.030	4.873
	5.200		5.390		4.835		4.915		4.715	
A (cm^2)	250.869		243.043		245.281		250.012		248.323	
W (kg)	17200		19800		15700		16700		16700	
C (kg/cm^2)	68.562		81.467		64.008		66.797		67.251	

$$\text{Compressive Strength, } (C) = \frac{W}{A}$$

Keterangan: W = Beban Maksimum (kg)
A = Luas Bidang Tekan (cm^2)

Penurunan/dial (ΔL)

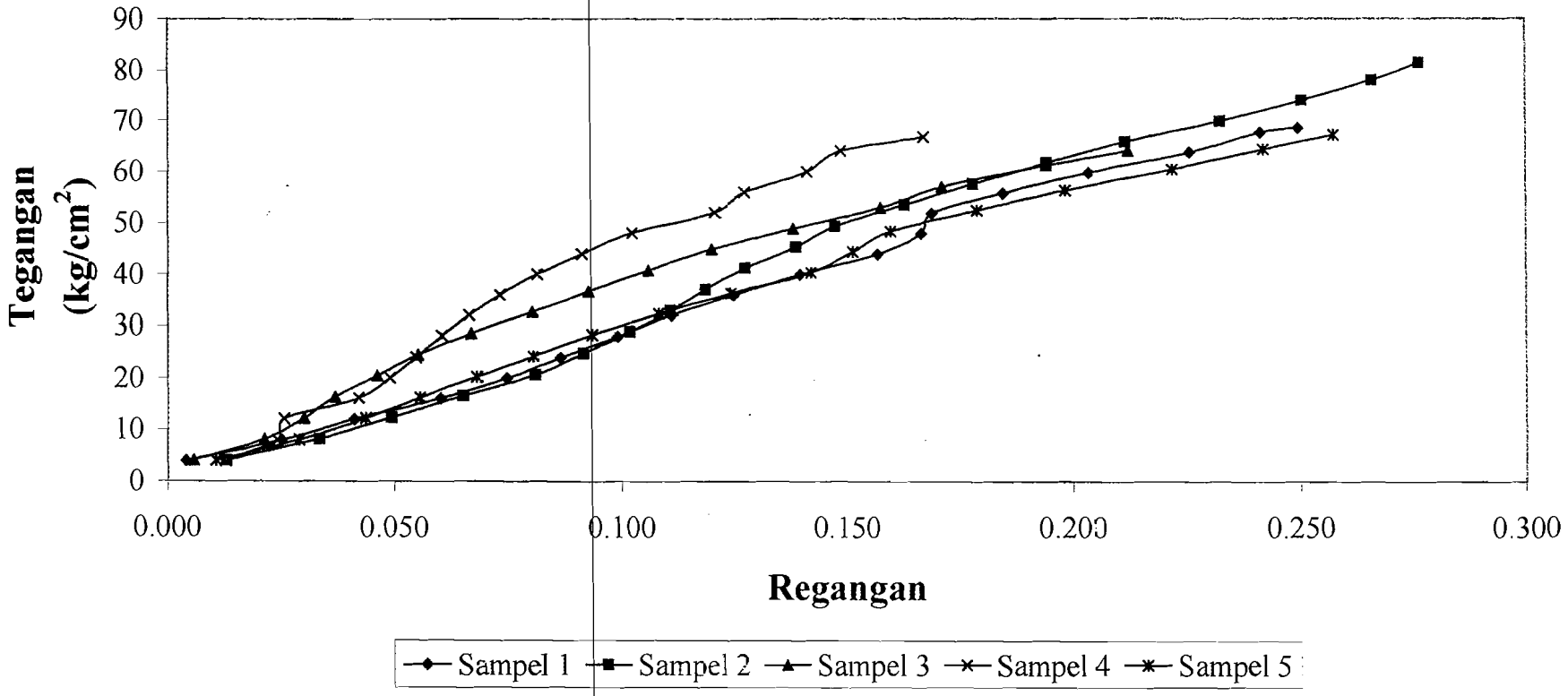
Beban P (KN)	Strain (ΔL).10^{-3} cm				
	1	2	3	4	5
10	21	69	28	62	52
20	130	178	103	118	142
30	212	262	145	125	213
40	309	345	178	205	271
50	384	429	222	238	331
60	445	485	265	266	392
70	510	540	321	293	455
80	572	588	386	322	527
90	643	629	445	355	605
100	719	676	509	395	692
110	808	736	577	443	738
120	858	782	664	497	779
130	870	864	758	586	872
140	951	944	823	618	967
150	1048	1031	934	686	1081
160	1162	1122	1020	722	1178
170	1242	1233	P_{157}	812	1254
180	1285	1328		P_{167}	P_{167}
190	P_{172}	1411			
200		1466			
210		P_{198}			
220					
230					
240					
250					

Tabel Tegangan - Regangan Kuat Tekan Bata Variasi Atas

Strain (ΔL)										
ε_1	τ_1	ε_2	τ_2	ε_3	τ_3	ε_4	τ_4	ε_5	τ_5
0.004	3.986	0.013	4.114	0.006	4.077	0.013	4.000	0.011	4.027
0.025	7.972	0.034	8.229	0.021	8.154	0.024	8.000	0.029	8.054
0.041	11.958	0.049	12.343	0.030	12.231	0.026	11.999	0.044	12.081
0.060	15.945	0.065	16.458	0.037	16.308	0.042	15.999	0.056	16.108
0.075	19.931	0.081	20.572	0.046	20.385	0.049	19.999	0.068	20.135
0.086	23.917	0.091	24.687	0.055	24.462	0.055	23.999	0.08	24.162
0.099	27.903	0.102	28.801	0.067	28.539	0.06	27.999	0.093	28.189
0.111	31.889	0.111	32.916	0.080	32.616	0.066	31.998	0.108	32.216
0.125	35.875	0.119	37.030	0.093	36.693	0.073	35.998	0.124	36.243
0.140	39.861	0.127	41.145	0.106	40.770	0.081	39.998	0.142	40.270
0.157	43.848	0.139	45.259	0.120	44.847	0.091	43.998	0.151	44.297
0.167	47.834	0.147	49.374	0.138	48.924	0.102	47.998	0.16	48.324
0.169	51.820	0.163	53.488	0.158	53.000	0.121	51.997	0.179	52.351
0.185	55.806	0.178	57.603	0.171	57.077	0.127	55.997	0.198	56.378
0.203	59.792	0.194	61.717	0.194	61.154	0.141	59.997	0.222	60.405
0.226	63.778	0.211	65.832	0.212	64.008	0.149	63.997	0.242	64.432
0.241	67.764	0.232	69.946	$P_{15700=64.008}$		0.167	66.797	0.257	67.251
0.250	68.562	0.250	74.061			$P_{16700=66.797}$		$P_{16700=67.251}$	
$P_{17200=68.562}$		0.266	78.175						
		0.276	81.467						
		$P_{19800=81.467}$							

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

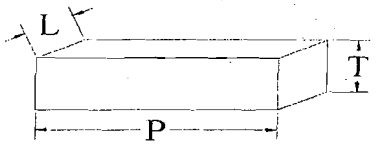
Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Bata
Variasi Atas



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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BATA AGUNG SENUKO

Variasi II : Tengah
Tanggal Pengujian : 29-Nov-04



Tabel Dimensi

Dimensi	Sampel Bata									
	1		2		3		4		5	
P (cm)	23.185	22.995	22.815	22.953	23.105	23.065	22.865	23.013	23.300	23.055
	22.805		23.090		23.025		23.160		22.810	
L (cm)	10.930	10.978	10.855	10.828	10.775	10.938	10.800	10.840	10.885	10.863
	11.025		10.800		11.100		10.880		10.840	
T (cm)	4.830	4.908	4.935	4.860	4.720	4.713	4.935	4.868	4.720	4.708
	4.985		4.785		4.705		4.800		4.695	
A (cm^2)	252.428		248.518		252.273		249.456		250.435	
W (kg)	11700		15700		15700		10900		13600	
C (kg/cm2)	46.350		63.174		62.234		43.695		54.306	

$$\text{Compressive Strength, } (C) = \frac{W}{A}$$

Keterangan: W = Beban Maksimum (kg)
A = Luas Bidang Tekan (cm^2)

Penurunan/dial (ΔL)

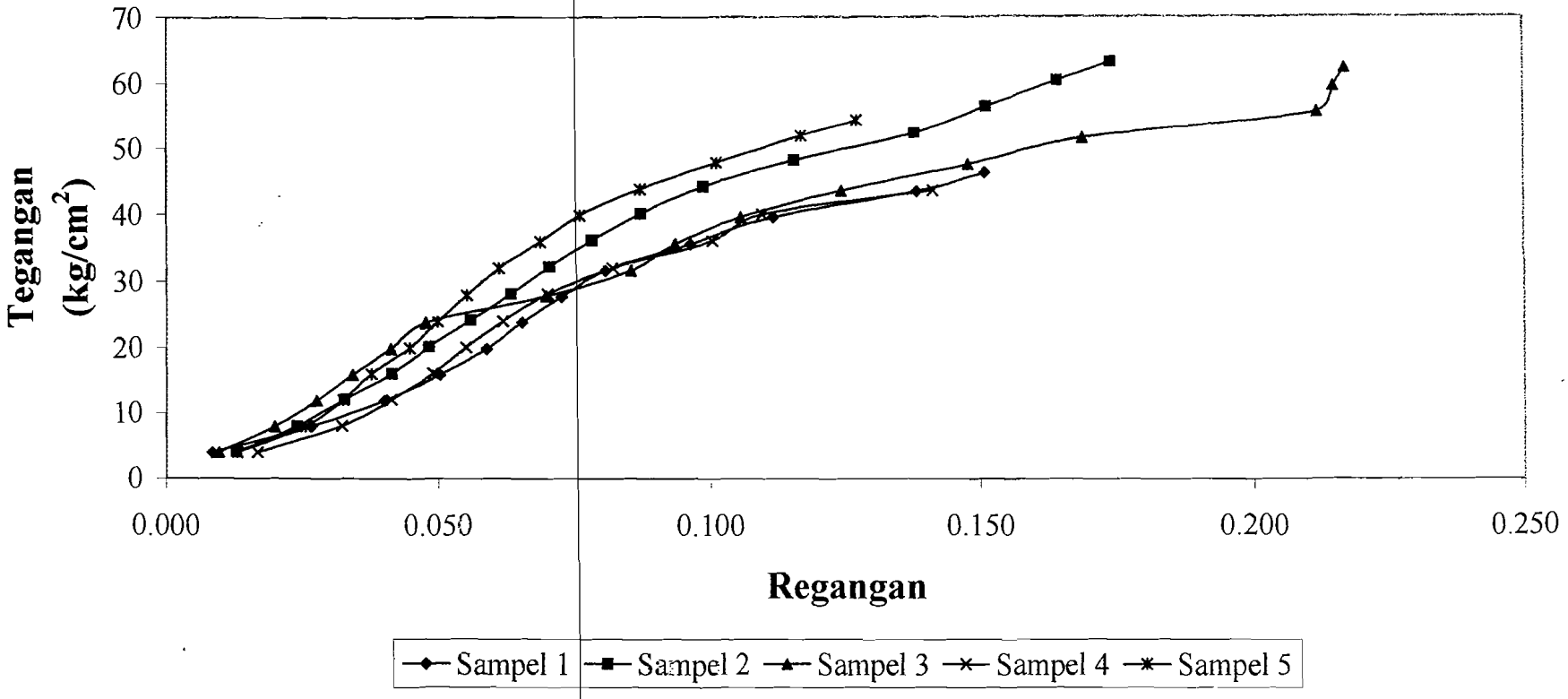
Beban P (KN)	Strain (ΔL).10^{-3} cm				
	1	2	3	4	5
10	42	63	46	82	62
20	132	118	95	158	121
30	197	160	131	202	154
40	247	202	162	239	178
50	289	235	195	268	211
60	321	272	225	301	235
70	356	308	329	341	260
80	396	342	402	399	288
90	473	380	441	489	324
100	548	424	498	534	358
110	679	480	586	688	410
120	741	562	697	P_{109}	476
130	P_{117}	671	796		550
140		735	998		599
150		799	1012		P_{136}
160		846	1022		
170		P_{157}	P_{157}		
180					
190					
200					
210					
220					
230					
240					
250					

Tabel Tegangan - Regangan Kuat Tekan Bata Variasi Tengah

Strain (ΔL)										
ε_1	τ_1	ε_2	τ_2	ε_3	τ_3	ε_4	τ_4	ε_5	τ_5
0.009	3.962	0.013	4.024	0.010	3.964	0.017	4.009	0.013	3.993
0.027	7.923	0.024	8.048	0.020	7.928	0.032	8.017	0.026	7.986
0.040	11.885	0.033	12.072	0.028	11.892	0.041	12.026	0.033	11.979
0.050	15.846	0.042	16.095	0.034	15.856	0.049	16.035	0.038	15.972
0.059	19.808	0.048	20.119	0.041	19.820	0.055	20.044	0.045	19.965
0.065	23.769	0.056	24.143	0.048	23.784	0.062	24.052	0.050	23.958
0.073	27.731	0.063	28.167	0.070	27.748	0.070	28.061	0.055	27.951
0.081	31.692	0.070	32.191	0.085	31.712	0.082	32.070	0.061	31.944
0.096	35.654	0.078	36.215	0.094	35.676	0.100	36.079	0.069	35.937
0.112	39.615	0.087	40.239	0.106	39.640	0.110	40.087	0.076	39.931
0.138	43.577	0.099	44.262	0.124	43.603	0.141	43.695	0.087	43.924
0.151	46.350	0.116	48.286	0.148	47.567	$P_{10800=43.695}$		0.101	47.917
$P_{11700=46.350}$		0.138	52.310	0.169	51.531			0.117	51.910
		0.151	56.334	0.212	55.495			0.127	54.306
		0.164	60.358	0.215	59.459			$P_{13600=54.306}$	
		0.174	63.174	0.217	62.234				
		$P_{15700=63.174}$		$P_{15700=62.234}$					

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

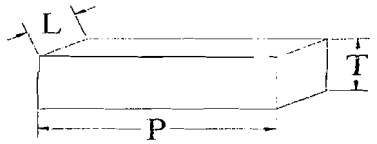
Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Bata
Variasi Tengah



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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BATA AGUNG SENUKO

Variasi III : Bawah
Tanggal Pengujian : 29-Nov-04



Tabel Dimensi

Dimensi	Sampel Bata									
	1		2		3		4		5	
P (cm)	22.935	22.813	22.700	22.900	22.985	22.750	23.315	23.203	22.890	22.793
	22.690		23.100		22.515		23.090		22.695	
L (cm)	10.740	10.793	10.865	10.838	10.855	10.830	10.945	10.950	10.695	10.800
	10.845		10.810		10.805		10.955		10.905	
T (cm)	4.850	4.930	4.935	4.935	4.830	4.753	4.930	4.848	4.965	4.928
	5.010		4.935		4.675		4.765		4.890	
A (cm^2)	246.204		248.179		246.383		254.067		246.159	
W (kg)	13800		15400		16400		20600		12800	
C (kg/cm^2)	56.051		62.052		66.563		81.081		51.999	

$$\text{Compressive Strength, } (C) = \frac{W}{A}$$

Keterangan: W = Beban Maksimum (kg)
A = Luas Bidang Tekan (cm^2)

Penurunan/dial (ΔL)

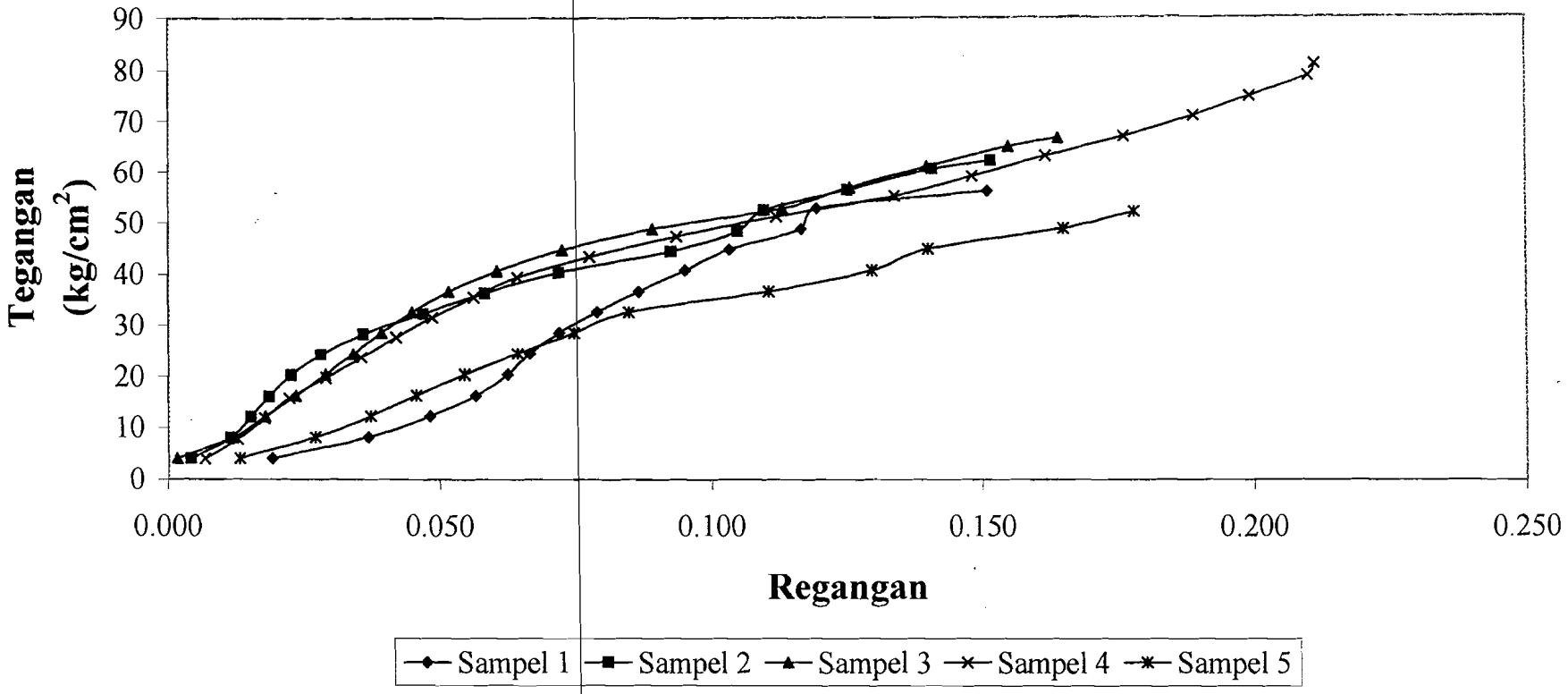
Beban P (KN)	Strain (ΔL).10^{-3} cm				
	1	2	3	4	5
10	95	21	8	33	65
20	182	57	57	62	134
30	238	75	85	86	184
40	279	92	112	108	225
50	308	112	138	141	269
60	328	139	162	173	317
70	355	178	187	204	368
80	389	232	214	236	418
90	427	288	246	273	545
100	469	355	288	312	639
110	510	457	345	376	690
120	575	518	424	454	814
130	589	542	538	543	878
140	745	618	597	649	P_{128}
150	P_{138}	695	665	719	
160		749	737	785	
170		P_{154}	781	855	
180			P_{164}	917	
190				967	
200				1019	
210				1025	
220				P_{206}	
230					
240					
250					

Tabel Tegangan - Regangan Kuat Tekan Bata Variasi Bawah

Strain (ΔL)										
ε_1	τ_1	ε_2	τ_2	ε_3	τ_3	ε_4	τ_4	ε_5	τ_5
0.019	4.062	0.004	4.029	0.002	4.059	0.007	3.936	0.013	4.062
0.037	8.123	0.012	8.059	0.012	8.117	0.013	7.872	0.027	8.125
0.048	12.185	0.015	12.088	0.018	12.176	0.018	11.808	0.037	12.187
0.057	16.247	0.019	16.117	0.024	16.235	0.022	15.744	0.046	16.250
0.062	20.308	0.023	20.147	0.029	20.294	0.029	19.680	0.055	20.312
0.067	24.370	0.028	24.176	0.034	24.352	0.036	23.616	0.064	24.374
0.072	28.432	0.036	28.205	0.039	28.411	0.042	27.552	0.075	28.437
0.079	32.493	0.047	32.235	0.045	32.470	0.049	31.488	0.085	32.499
0.087	36.555	0.058	36.264	0.052	36.529	0.056	35.424	0.111	36.562
0.095	40.617	0.072	40.294	0.061	40.587	0.064	39.360	0.130	40.624
0.103	44.678	0.093	44.323	0.073	44.646	0.078	43.296	0.140	44.687
0.117	48.740	0.105	48.352	0.089	48.705	0.094	47.232	0.165	48.749
0.119	52.802	0.110	52.382	0.113	52.763	0.112	51.168	0.178	51.999
0.151	56.051	0.125	56.411	0.126	56.822	0.134	55.103	$P_{12800=51.999}$	
$P_{13800=56.051}$		0.141	60.440	0.140	60.881	0.148	59.039		
		0.152	62.052	0.155	64.940	0.162	62.975		
		$P_{15400=62.052}$		0.164	66.563	0.176	66.911		
				$P_{16400=66.563}$		0.189	70.847		
						0.199	74.783		
						0.210	78.719		
						0.211	81.081		
						$P_{20600=81.081}$			

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

Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Bata Variasi Bawah



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

PENGUJIAN RUPTURE BATA

Variasi I : Atas
Tgl Pengujian : 22-Dec-04

Tabel Dimensi
Jarak antar dukungan (cm) = 15

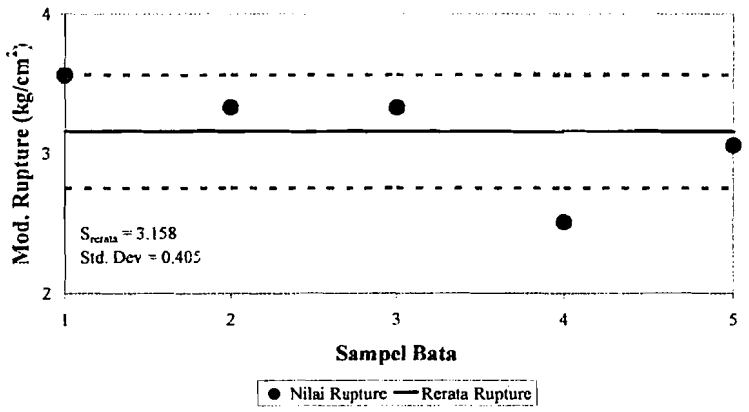
Dimensi	Sampel Bata									
	1		2		3		4		5	
P (cm)	22.700	22.778	22.950	22.820	23.050	23.138	23.120	23.143	23.022	23.091
	22.855		22.690		23.225		23.165		23.160	
b (cm)	11.080	11.045	11.000	10.965	10.845	10.843	10.865	10.933	10.790	10.845
	11.010		10.930		10.840		11.000		10.900	
d (cm)	5.130	5.095	5.410	5.345	5.480	5.320	5.500	5.313	5.200	5.170
	5.060		5.280		5.160		5.125		5.140	

Beban	Sampel Bata				
	1	2	3	4	5
W (kg)	45.4	46.4	45.4	34.4	39.4
Waktu	2' 34"	2' 38"	2' 36"	2' 01"	2' 13"
Modulus of Rupture	3.563	3.333	3.329	2.509	3.058
Keterangan	*bata berpori *pembakaran tidak merata *patah jadi 2	*bata berpori *pembakaran tidak merata *patah miring	*bata berpori *pembakaran tidak merata *patah jadi 2	*bata berpori *pembakaran tidak merata *patah hancur	*bata berpori *pembakaran tidak merata *patah hancur

$$\textit{Modulus Rupture}, S = \frac{1{,}5 \cdot W \cdot l}{b \cdot d^2}$$

Keterangan: W = Beban Maksimum (kg)
l = Jarak Dukungan (cm)
b = Lebar Bata (cm)
d = Tebal Bata (cm)

Variasi Letak Pembakaran Bata Atas terhadap Mod. Rupture Bata Agung Senuko



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

PENGUJIAN RUPTURE BATA

Variasi I : Tengah
Tgl Pengujian : 22-Dec-04

Tabel Dimensi
Jarak antar dukungan (cm) = 15

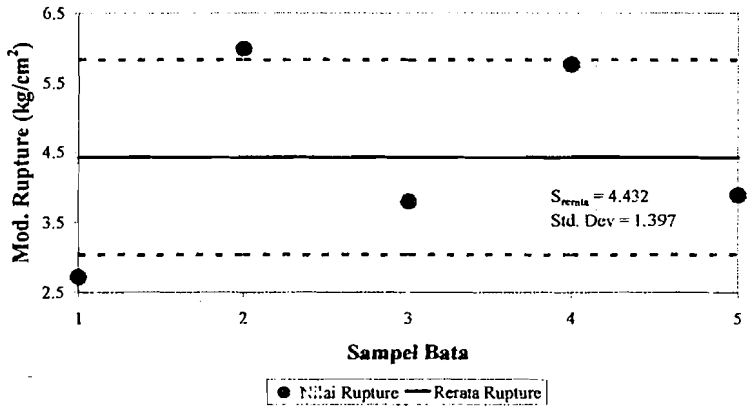
Dimensi	Sampel Bata									
	1		2		3		4		5	
P (cm)	22.620	22.643	22.730	22.660	22.700	22.800	22.800	22.550	23.235	23.208
	22.665		22.590		22.900		22.300		23.180	
b (cm)	10.800	10.800	10.890	10.863	10.550	10.590	10.750	10.675	10.890	10.863
	10.800		10.835		10.630		10.600		10.835	
d (cm)	5.170	5.280	5.275	5.373	5.420	5.310	5.330	5.490	5.330	5.380
	5.390		5.470		5.200		5.650		5.430	

Beban	Sampel Bata				
	1	2	3	4	5
W (kg)	36.4	83.4	50.4	82.4	54.4
Waktu	2' 05"	5' 00"	2' 50"	4' 48"	3' 20"
Modulus of Rupture	2.720	5.985	3.798	5.762	3.893
Keterangan	*bata berpori *berlubang *pembakaran merata *patah miring	*bata berpori *pembakaran merata *patah jadi 2	*bata berpori banyak *pembakaran merata *patah jadi 2	*bata berpori *pembakaran merata *patah jadi 2	*bata berpori *berlubang *pembakaran merata *patah jadi 2

$$\textit{Modulus Rupture}, S = \frac{1{,}5 \cdot W \cdot l}{b \cdot d^2}$$

Keterangan: W = Beban Maksimum (kg)
l = Jarak Dukungan (cm)
b = Lebar Bata (cm)
d = Tebal Bata (cm)

Variasi Letak Pembakaran Bata Tengah terhadap Mod. Rupture Bata Agung Senuko



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

PENGUJIAN RUPTURE BATA

Variasi I : Bawah
Tgl Pengujian : 22-Dec-04

Tabel Dimensi
Jarak antar dukungan (cm) = 15

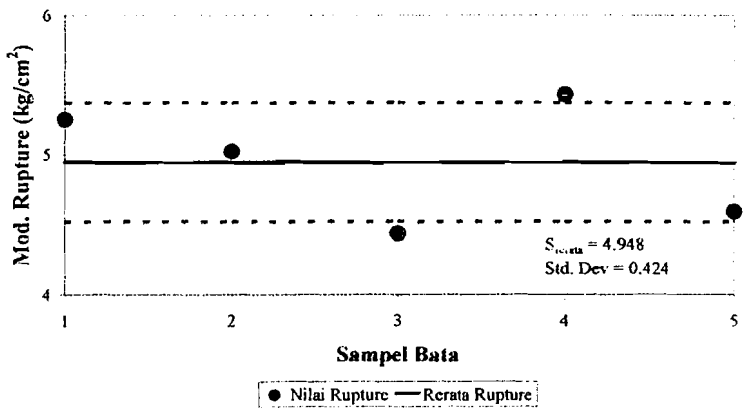
Dimensi	Sampel Bata									
	1		2		3		4		5	
P (cm)	22.740	22.980	22.586	22.692	22.520	22.660	22.628	22.749	22.768	22.953
	23.220		22.798		22.800		22.870		23.138	
b (cm)	10.864	10.938	10.914	10.946	10.730	10.750	10.814	10.857	11.018	11.109
	11.012		10.978		10.770		10.900		11.200	
d (cm)	5.358	5.434	5.324	5.367	5.525	5.383	5.696	5.504	5.260	5.245
	5.510		5.410		5.240		5.312		5.230	

Beban	Sampel Bata				
	1	2	3	4	5
W (kg)	75.4	70.4	61.4	79.4	62.4
Waktu	4' 28"	4' 12"	3' 34"	4' 41"	3' 36"
Modulus of Rupture	5.253	5.024	4.436	5.432	4.594
Keterangan	*bata berpori *pembakaran tidak merata *patah jadi 2	*bata berpori *pembakaran merata *patah jadi 2	*bata berpori *berlubang *pembakaran merata *patah jadi 2	*bata berpori *pembakaran merata *patah jadi 2	*bata berpori *pembakaran merata *patah jadi 2

$$\textit{Modulus Rupture}, S = \frac{1{,}5 \cdot W \cdot l}{b \cdot d^2}$$

Keterangan: W = Beban Maksimum (kg)
l = Jarak Dukungan (cm)
b = Lebar Bata (cm)
d = Tebal Bata (cm)

Variasi Letak Pembakaran Bata Bawah terhadap Mod. Rupture Bata Agung Senuko



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

PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

I. Bahan – bahan

Pasir kering tungku asal : Kali Boyong, Sleman

Berat piring : 94 gram

Berat pasir : 100 gram

Berat pasir + piring (B_0): 194 gram

II. Alat – alat

1. Gelas ukur kapasitas 250 cc
2. Timbangan halus ketelitian 0.05 gram
3. Oven (suhu $105^0 - 110^0$ C)
4. Piring, sendok, corong, dan lain-lain

III. Hasil percobaan

- Air tetap jernih setelah 12 kali pergantian air
- Piring + pasir masuk Oven tanggal : 29 Oktober 2004
- Dikeluarkan tanggal : 30 Oktober 2004
- Berat piring + pasir (B) : 188 gram
- Berat piring : 94 gram
- Berat pasir : 94 gram
- Kandungan Lumpur pasir:

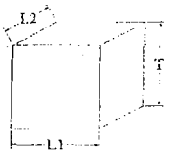
$$\frac{Bo - B}{Bo} \times 100\% = \frac{194 - 188}{194} \times 100\% = 3{,}093\ \% \leq 5\ \%$$

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN MORTAR

BENDA UJI

Nama Benda Uji : Mortar Campuran 1:1:5
Tanggal Pembuatan : 31-Nov-04
Tanggal Pengujian : 28-Dec-04
Umur Sampel : 28 hari

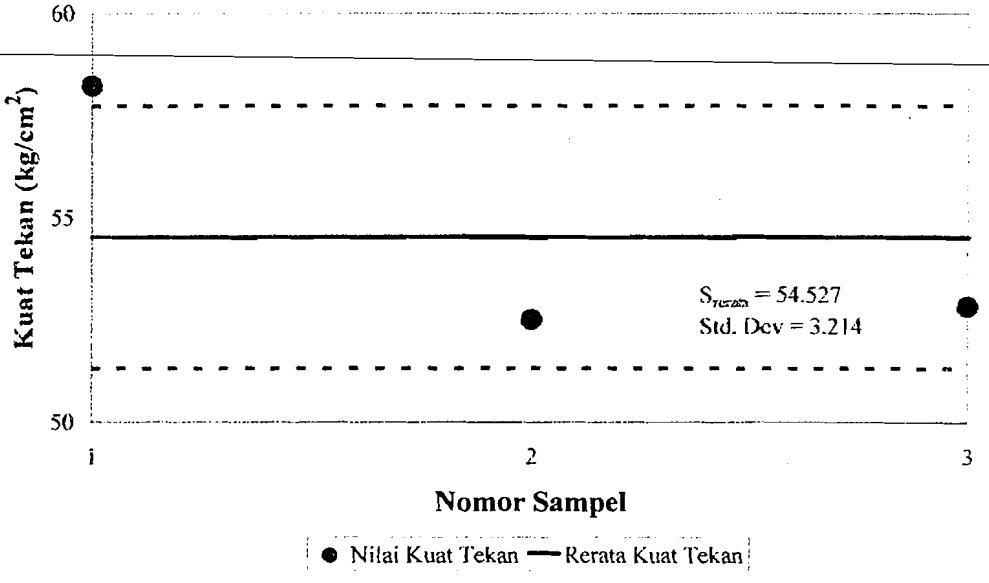


Dimensi	Nomor Mortar					
	1		2		3	
L_1 (cm)	5.070	5.065	5.040	5.040	4.950	4.995
	5.060		5.040		5.040	
L_2 (cm)	4.975	4.950	4.960	4.988	5.090	5.078
	4.925		5.015		5.065	
T (cm)	4.925	4.900	4.980	4.980	5.085	5.073
	4.875		4.980		5.060	
A (cm^2)	25.072		25.137		25.362	
Vol. (cm^3)	122.852		125.182		128.649	
W_s (gr)	258		265		265	
Berat Vol. (gr/cm^3)	2.100		2.117		2.060	
W (kg)	1460		1320		1340	
S (kg/cm^2)	58.233		52.512		52.835	

$$\text{Kuat Tekan, } S = \frac{W}{L_1 . L_2}$$

Keterangan: W = Beban Maksimum (kg)
L_1, L_2 = Dimensi/Ukuran Bidang Tekan (cm)

Pengujian Kuat Tekan Mortar 1:1:5



Penurunan/dial (ΔL)

Beban (kg)	Strain (ΔL).10^{-3} cm		
	1	2	3
100	22	11	29
200	32	19	42
300	40	25	50
400	45	30	57
500	51	34	64
600	55	39	72
700	60	44	79
800	64	48	87
900	69	53	94
1000	74	57	110
1100	80	64	125
1200	87	74	144
1300	93	106	169
1400	103	161	210
1500	153		
1600			
1700			
1800			
1900			
2000			

Tabel Tegangan-Regangan Kuat Tekan Mortar 1:1;5

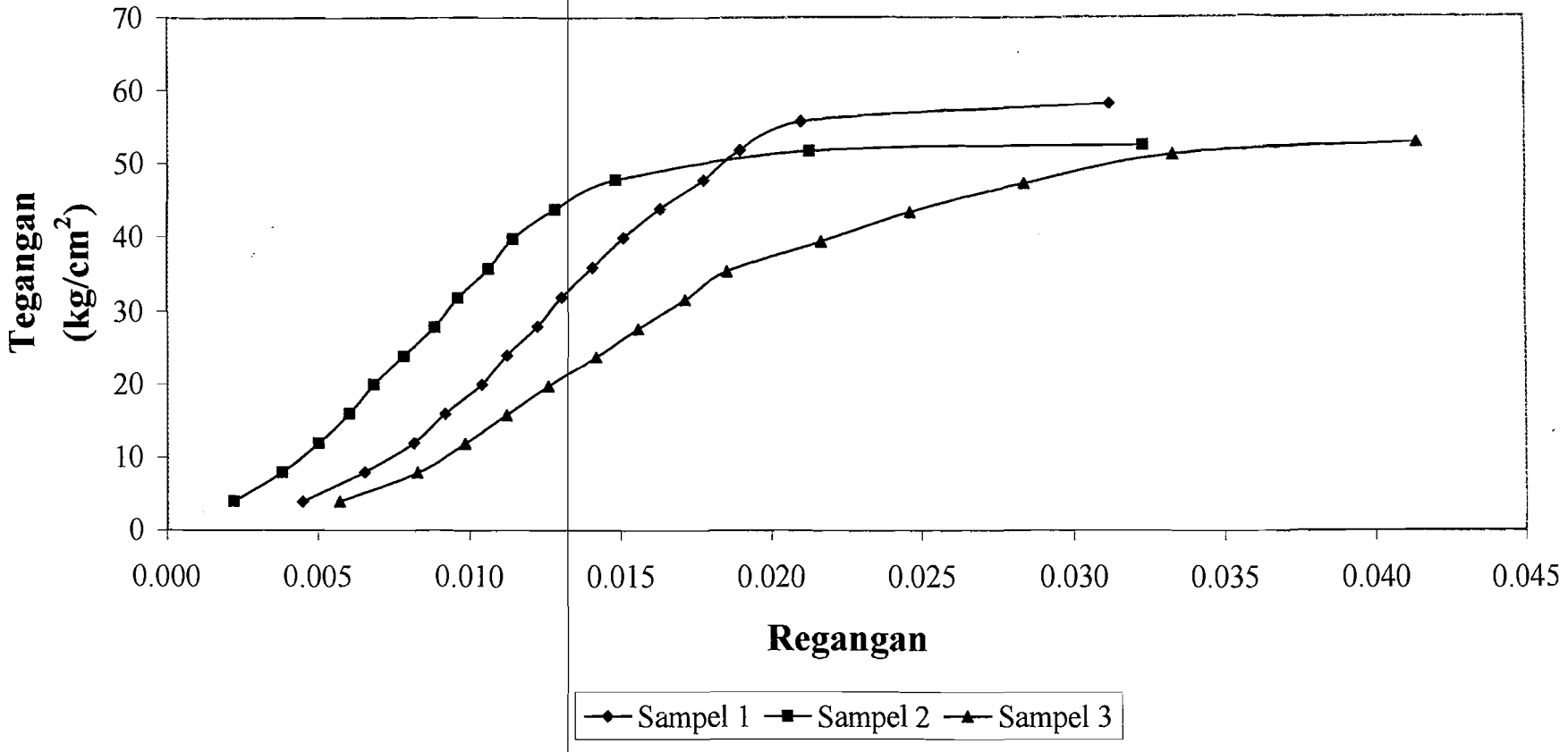
Beban (kg)	Strain (ΔL)					
	ε_1	τ_1	ε_2	τ_2	ε_3	τ_3
100	0.004	3.989	0.002	3.978	0.006	3.943
200	0.007	7.977	0.004	7.956	0.008	7.886
300	0.008	11.966	0.005	11.935	0.010	11.829
400	0.009	15.954	0.006	15.913	0.011	15.772
500	0.010	19.943	0.007	19.891	0.013	19.714
600	0.011	23.931	0.008	23.869	0.014	23.657
700	0.012	27.920	0.009	27.847	0.016	27.600
800	0.013	31.908	0.010	31.826	0.017	31.543
900	0.014	35.897	0.011	35.804	0.019	35.486
1000	0.015	39.886	0.011	39.782	0.022	39.429
1100	0.016	43.874	0.013	43.760	0.025	43.372
1200	0.018	47.863	0.015	47.738	0.028	47.315
1300	0.019	51.851	0.021	51.717	0.033	51.258
1400	0.021	55.840	0.032	52.512	0.041	52.835
1500	0.031	58.233	$P_{1320=52,512}$		$P_{1340=52,835}$	
1600	$P_{1460=58,233}$					
1700						
1800						
1900						
2000						

Tabel Koreksi Tegangan-Regangan Kuat Tekan Mortar 1:1;5

Beban (kg)	Sampel I		Sampel II		Sampel III	
	τ_1	ε_1	τ_2	ε_2	τ_3	ε_3
100	0	0	0	0	0	0
200	7.977	0.002	7.956	0.002	7.886	0.003
300	11.966	0.003	11.935	0.003	11.829	0.004
400	15.954	0.004	15.913	0.004	15.772	0.006
500	19.943	0.006	19.891	0.005	19.714	0.007
600	23.931	0.006	23.869	0.006	23.657	0.008
700	27.920	0.007	27.847	0.007	27.600	0.010
800	31.908	0.008	31.826	0.008	31.543	0.011
900	35.897	0.009	35.804	0.009	35.486	0.013
1000	39.886	0.010	39.782	0.010	39.429	0.016
1100	43.874	0.011	43.760	0.011	43.372	0.019
1200	47.863	0.013	47.738	0.013	47.315	0.023
1300	51.851	0.014	51.717	0.019	51.258	0.028
1400	55.840	0.016	52.512	0.031	52.835	0.036
1500	58.233	0.026				
1600						
1700						
1800						
1900						
2000						

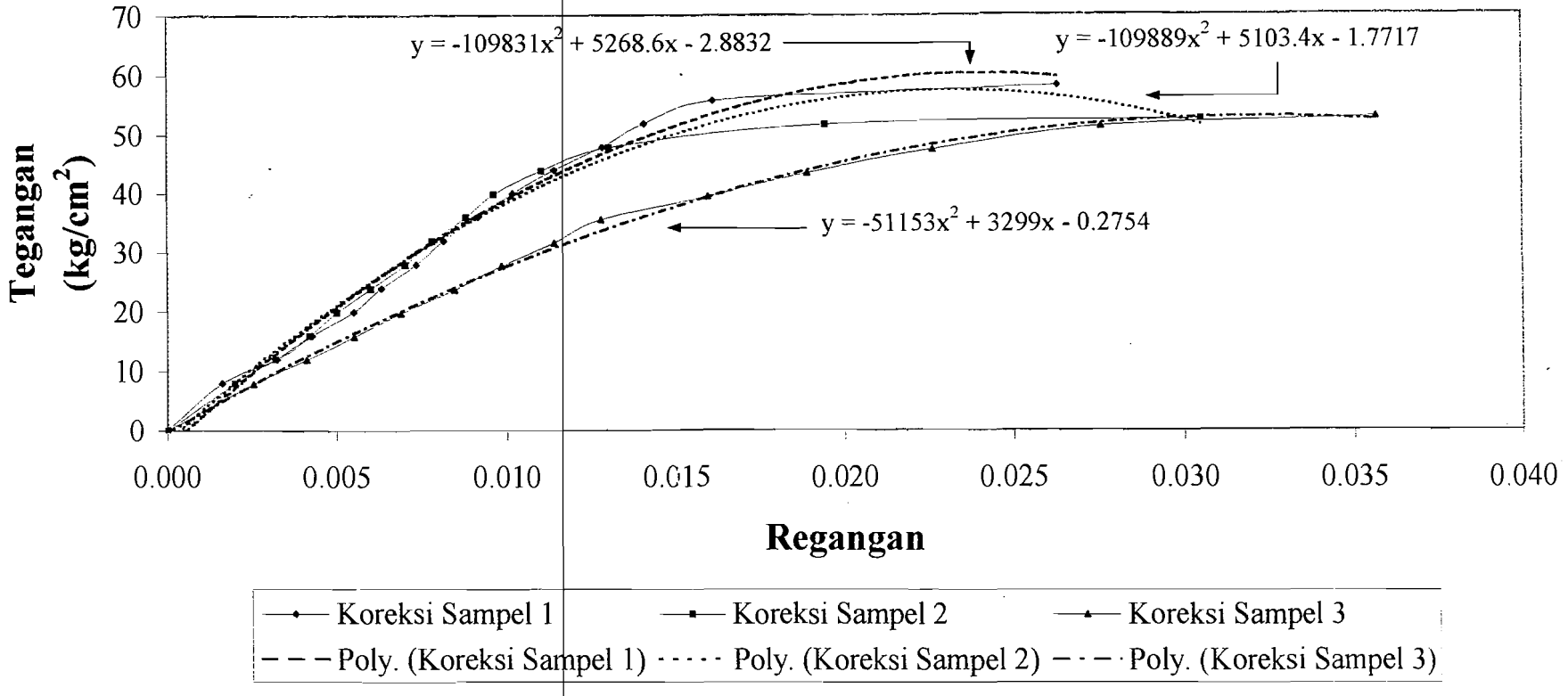
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Mortar 1:1:5



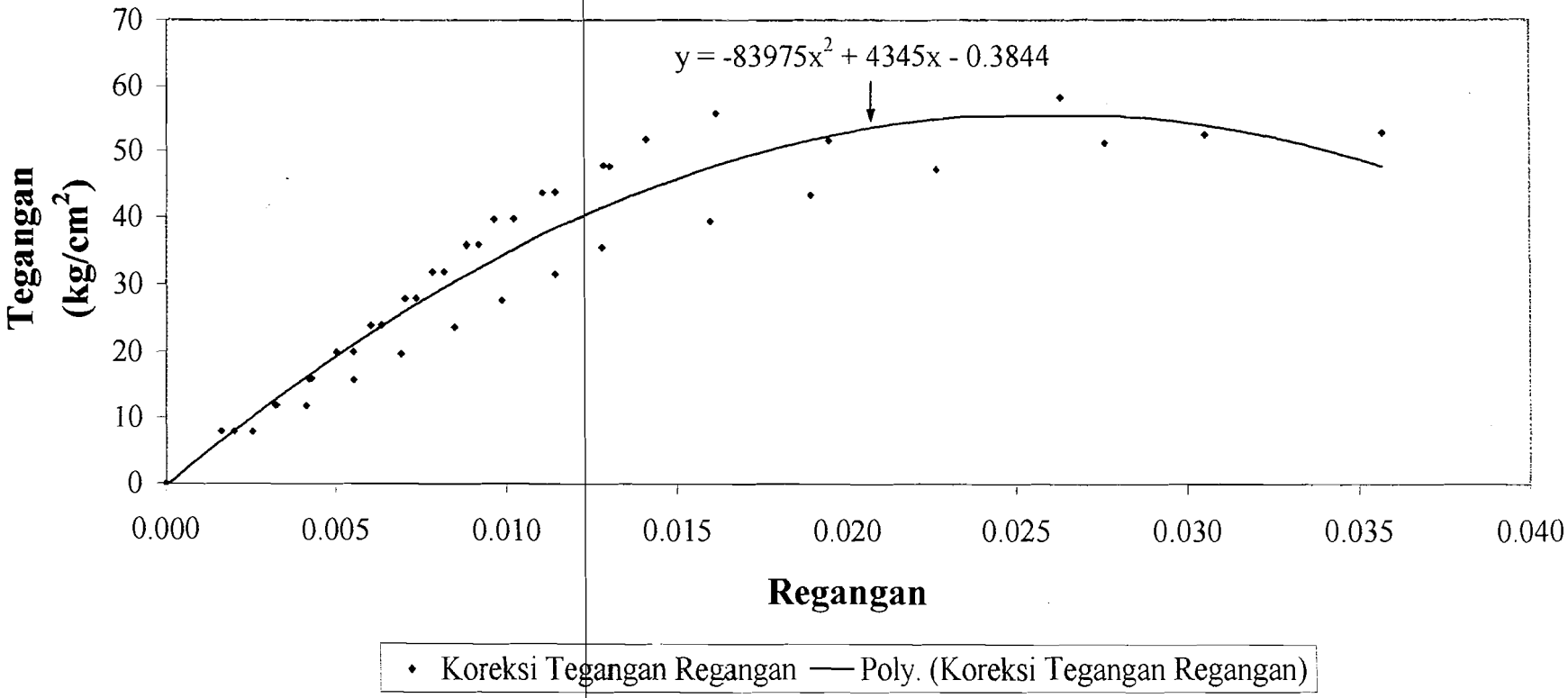
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Kurva Koreksi Tegangan Regangan
Kuat Tekan Mortar 1:1:5



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

Sebaran Data dan Kurva Regresi Tegangan Regangan Kuat Tekan Mortar 1:1:5



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

PENGUJIAN TARIK MORTAR

BENDA UJI

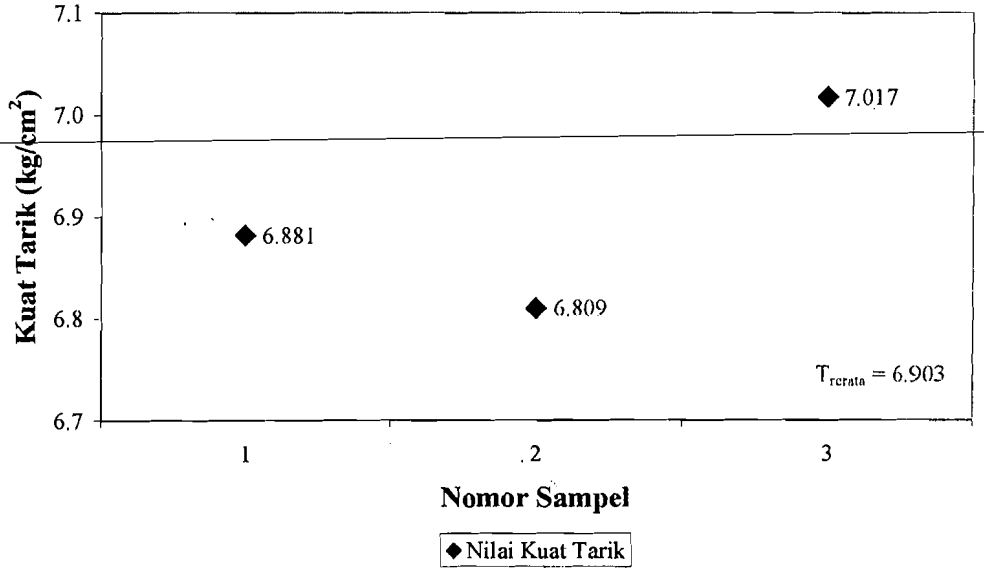
Nama Benda Uji : Tarik Mortar
Tanggal Pembuatan : 30-Nov-04
Tanggal Pengujian : 28-Dec-04
Umur Sampel : 28 hari

Dimensi Mortar	Campuran: 1 ; 1 ; 5		
	1	2	3
b (cm)	2.930	2.850	2.925
h (cm)	2.708	2.865	2.855
Luas, A (cm^2)	7.934	8.165	8.351
P (kg)	54.6	55.6	58.6
Berat (gr)	143.0	163.0	159.0
T (kg/cm^2)	6.881	6.809	7.017

$$\text{Kuat Tarik, } T = \frac{P}{A}$$

Keterangan: P = Beban Maksimum (kg)
A = Luas Bidang Tarik (cm^2)

Grafik Kuat Tarik Mortar



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

PENGUJIAN LEKATAN BATA

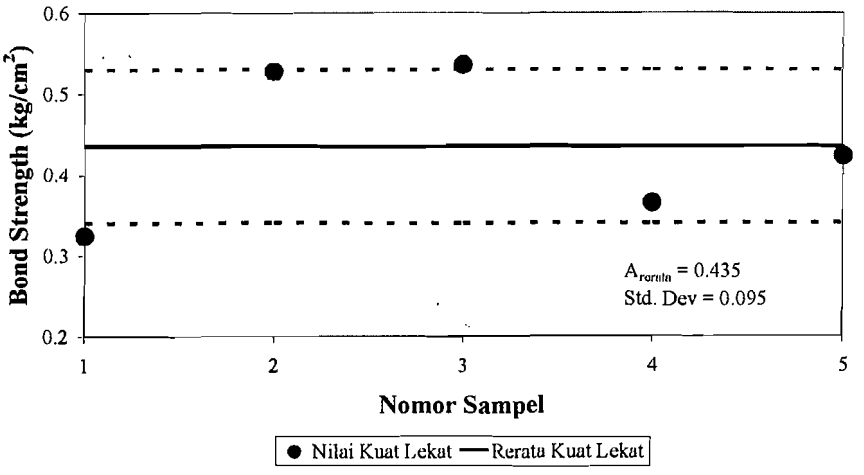
Variasi I : Atas
Camp. : 1;1;5
Tanggal Pembuatan : 7-Dec-04
Tanggal Pengujian : 4-Jan-05
Umur Sampel : 28 hari

Dimensi Lekatan Bata	Sampel Bata									
	1		2		3		4		5	
b (cm)	10.920 10.728	10.824	11.140 10.800	10.970	10.846 11.130	10.988	10.780 10.638	10.709	10.710 11.020	10.865
d (cm)	11.432 11.564	11.498	11.390 11.590	11.490	11.880 11.700	11.790	11.576 11.640	11.608	11.502 11.700	11.601
J (cm^2)	124.454		126.045		129.549		124.310		126.045	
W_s (kg)	3.75		3.95		4.40		4.00		3.90	
L (kg)	40.4		66.4		69.4		45.4		53.4	
Waktu	2' 23"		4' 04"		4' 28"		2' 42"		2' 55"	
A (kg/cm^2)	0.325		0.527		0.536		0.365		0.424	
Ket	bata patah		bata patah		bata patah, lekatan lepas		bata patah		bata patah	

$$Bond\ Strength,\ A = \frac{L}{J}$$

Keterangan : L = Beban Maksimum (kg)
J = Luas Bidang Lekat (cm^2)

Variasi Letak Pembakaran Bata Atas terhadap Kuat Lekatan Mortar pada Bata Agung Senuko



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

PENGUJIAN LEKATAN BATA

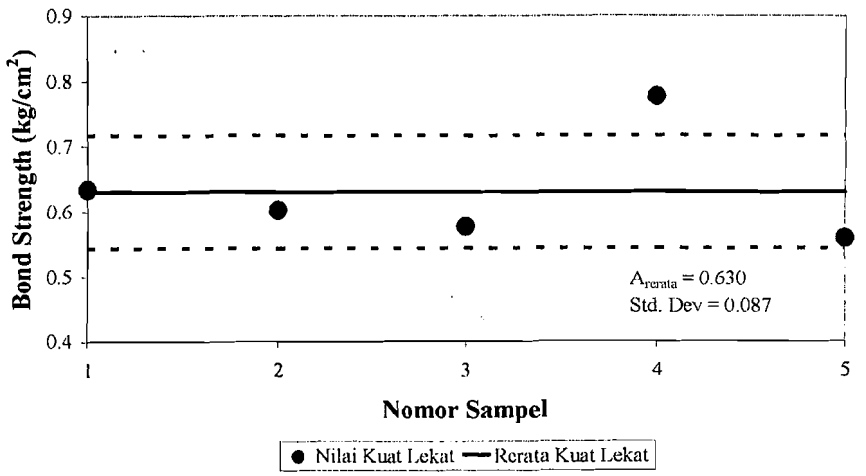
Variasi I : Tengah
Camp. : 1;1;5
Tanggal Pembuatan : 7-Dec-04
Tanggal Pengujian : 4-Jan-05
Umur Sampel : 28 hari

Dimensi Lekatan Bata	Sampel Bata									
	1		2		3		4		5	
b (cm)	10.880 10.830	10.855	10.675 10.890	10.783	10.825 10.810	10.818	10.966 10.876	10.921	10.770 10.690	10.730
d (cm)	11.438 11.344	11.391	10.870 10.790	10.830	10.640 10.610	10.625	11.300 11.178	11.239	10.855 10.910	10.883
J (cm^2)	123.649		116.774		114.936		122.741		116.769	
W_s (kg)	3.80		4.400		4.350		4.10		4.200	
L (kg)	78.4		70.4		66.4		95.4		65.4	
Waktu	4' 56"		4' 20"		4' 04"		6' 35"		3' 48"	
A (kg/cm^2)	0.634		0.603		0.578		0.777		0.560	
Ket	lekatan lepas, bata sedikit terkelupas		bata patah, lekatan lepas, bata terkelupas		bata patah, lekatan lepas, bata terkelupas		bata patah		bata patah	

$$Bond\ Strength,\ A = \frac{L}{J}$$

Keterangan : L = Beban Maksimum (kg)
J = Luas Bidang Lekat (cm^2)

Variasi Letak Pembakaran Bata Tengah terhadap Kuat Lekatan Mortar pada Bata Agung Senuko



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

PENGUJIAN LEKATAN BATA

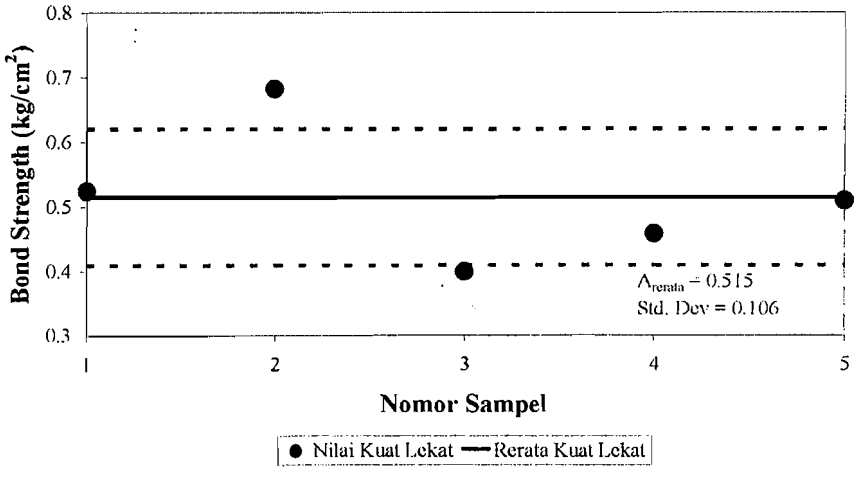
Variasi I : Bawah
Camp. : 1;1;5
Tanggal Pembuatan : 7-Dec-04
Tanggal Pengujian : 4-Jan-05
Umur Sampel : 28 hari

Dimensi Lekatan Bata	Sampel Bata									
	1		2		3		4		5	
b (cm)	11.156	11.100	10.938	10.907	11.034	11.063	11.454	11.173	10.890	10.835
	11.044		10.876		11.092		10.892		10.780	
d (cm)	11.690	11.575	11.900	12.010	12.000	11.865	11.744	11.784	10.850	10.750
	11.460		12.120		11.730		11.824		10.650	
J (cm^2)	128.483		130.993		131.262		131.663		116.476	
W_s (kg)	4.10		3.90		4.10		4.10		4.300	
L (kg)	67.4		89.4		52.4		60.4		59.4	
Waktu	4' 12"		5' 16"		2' 57"		3' 20"		3' 25"	
A (kg/cm^2)	0.525		0.682		0.399		0.459		0.510	
Ket	bata patah		bata patah, lekatan lepas		bata patah		bata patah		lekatan lepas, bata sedikit terkelupas	

$$\textit{Bond Strength, } A = \frac{L}{J}$$

Keterangan : L = Beban Maksimum (kg)
J = Luas Bidang Lekat (cm^2)

Variasi Letak Pembakaran Bata Bawah terhadap Kuat Lekatan Mortar pada Bata Agung Senuko

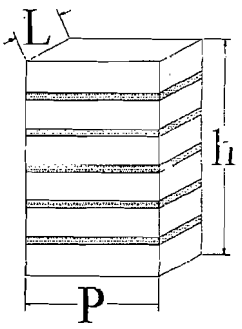


Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN PASANGAN BATA

Variasi I : Atas
Camp. : 1;1;5
Tanggal Pembuatan : 08-Nov-04
Tanggal Pengujian : 7-Dec-04
Umur Sampel : 29 hari

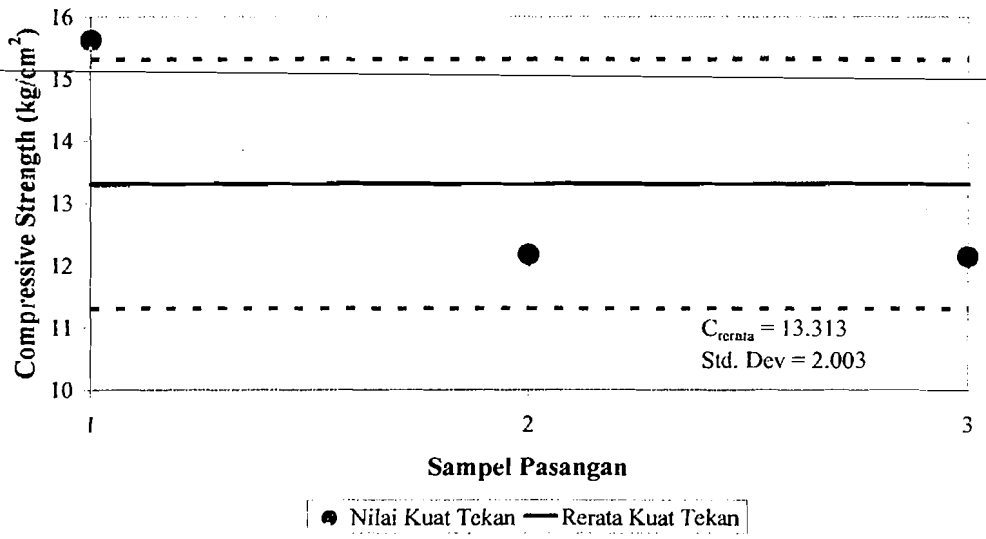
Dimensi	Number of Specimen					
	1		2		3	
P_{atas} (cm)	23.000	22.973	22.920	22.986	22.916	22.978
	22.946		23.052		23.040	
L_{atas} (cm)	11.030	11.031	10.906	10.903	11.028	11.038
	11.032		10.900		11.048	
W_s (kg)	14.25		14.10		15.00	
$h_{specimen}$ (cm)	36.300		36.200		39.000	
A (cm^2)	253.415		250.616		253.631	
W (kg)	3960		3050		3080	
C (kg/cm^2)	15.627		12.170		12.144	



$$C = \frac{W}{A}$$

Keterangan : W= Beban Maksimum (kg)
A = Luas Bidang Tekan (cm^2)

Variasi Letak Pembakaran Bata Atas terhadap Kuat Tekan Pas. Bata Agung Senuko



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

Penurunan/dial (ΔL)

Beban P (kg)	(ΔL) .10^{-3} cm		
	1	2	3
100	39	38	27
200	45	62	54
300	67	79	57
400	77	95	74
500	87	106	85
600	96	117	98
700	107	131	111
800	114	142	121
900	122	154	131
1000	130	167	143
1100	137	179	159
1200	145	190	169
1300	155	203	183
1400	163	215	198
1500	173	229	213
1600	182	240	229
1700	190	257	245
1800	197	269	267
1900	205	285	283
2000	215	300	302
2100	222	313	317
2200	231	329	335
2300	240	350	354
2400	248	371	370
2500	260	392	388
2600	271	412	408
2700	280	429	422
2800	290	450	440
2900	303	483	500
3000	314	512	552
3100	323	557	637
3200	335		
3300	349		
3400	362		
3500	373		
3600	393		
3700	408		
3800	432		
3900	451		
4000	485		
4100			
4200			
4300			
4400			
4500			

Tabel Tegangan-Regangan Kuat Tekan Pas. Variasi Atas

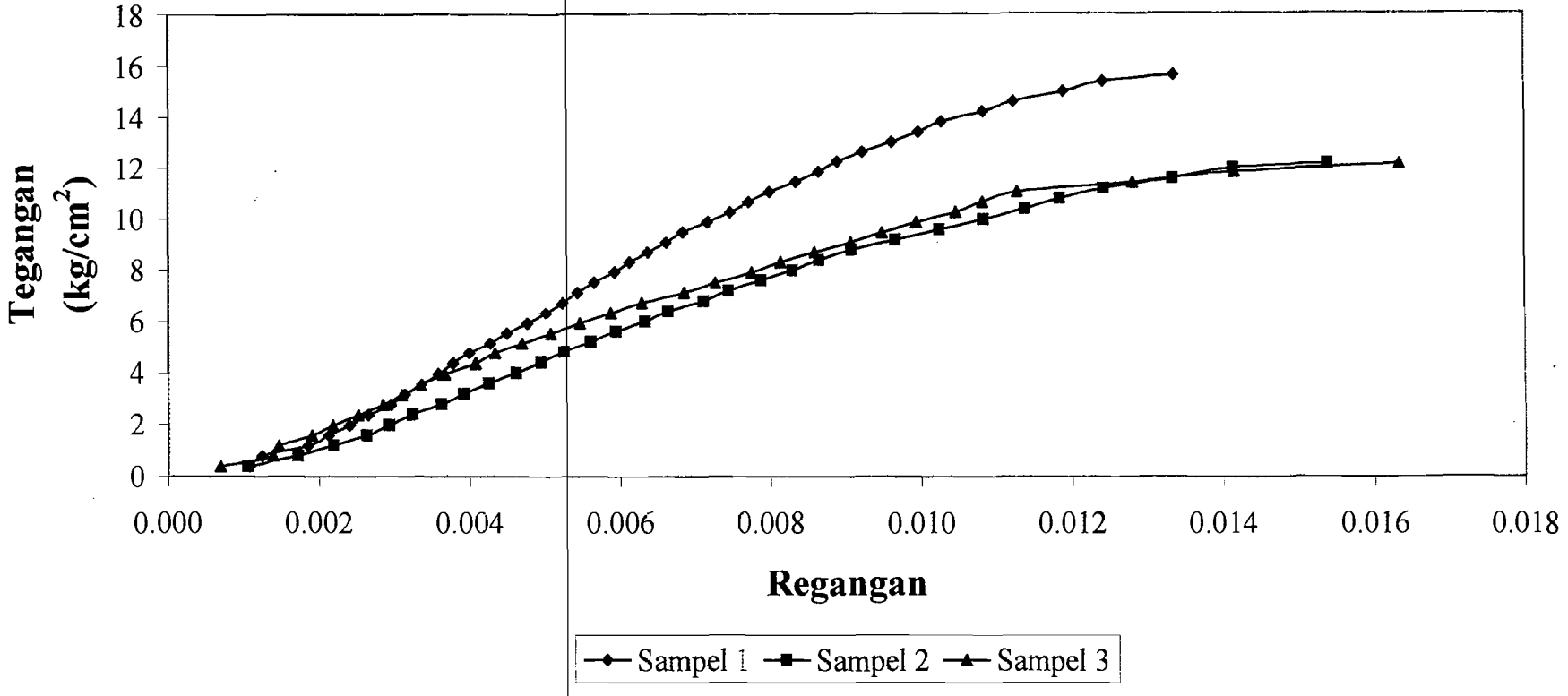
Beban P (kg)	Strain (ΔL)					
	ε_1	τ_1	ε_2	τ_2	ε_3	τ_3
100	0,001	0,395	0,001	0,399	0,001	0,394
200	0,001	0,789	0,002	0,798	0,001	0,789
300	0,002	1,184	0,002	1,197	0,001	1,183
400	0,002	1,578	0,003	1,596	0,002	1,577
500	0,002	1,973	0,003	1,995	0,002	1,971
600	0,003	2,368	0,003	2,394	0,003	2,366
700	0,003	2,762	0,004	2,793	0,003	2,760
800	0,003	3,157	0,004	3,192	0,003	3,154
900	0,003	3,551	0,004	3,591	0,003	3,548
1000	0,004	3,946	0,005	3,990	0,004	3,943
1100	0,004	4,341	0,005	4,389	0,004	4,337
1200	0,004	4,735	0,005	4,788	0,004	4,731
1300	0,004	5,130	0,006	5,187	0,005	5,126
1400	0,004	5,525	0,006	5,586	0,005	5,520
1500	0,005	5,919	0,006	5,985	0,005	5,914
1600	0,005	6,314	0,007	6,384	0,006	6,308
1700	0,005	6,708	0,007	6,783	0,006	6,703
1800	0,005	7,103	0,007	7,182	0,007	7,097
1900	0,006	7,498	0,008	7,581	0,007	7,491
2000	0,006	7,892	0,008	7,980	0,008	7,885
2100	0,006	8,287	0,009	8,379	0,008	8,280
2200	0,006	8,681	0,009	8,778	0,009	8,674
2300	0,007	9,076	0,010	9,177	0,009	9,068
2400	0,007	9,471	0,010	9,576	0,009	9,463
2500	0,007	9,865	0,011	9,975	0,010	9,857
2600	0,007	10,260	0,011	10,374	0,010	10,251
2700	0,008	10,654	0,012	10,773	0,011	10,645
2800	0,008	11,049	0,012	11,172	0,011	11,040
2900	0,008	11,444	0,013	11,571	0,013	11,434
3000	0,009	11,838	0,014	11,970	0,014	11,828
3100	0,009	12,233	0,015	12,170	0,016	12,144
3200	0,009	12,628	$P_{3050=12,170}$		$P_{3080=11,911}$	
3300	0,010	13,022				
3400	0,010	13,417				
3500	0,010	13,811				
3600	0,011	14,206				
3700	0,011	14,601				
3800	0,012	14,995				
3900	0,012	15,390				
4000	0,013	15,627				
4100	$P_{3900=15,627}$					
4200						
4300						
4400						
4500						

Tabel Koreksi Tegangan-Regangan Pas. Bata Variasi Atas

Beban P (kg)	Sampel I		Sampel II		Sampel III	
	τ_1	ε_1	τ_2	ε_2	τ_3	ε_3
100	0	0	0	0	0	0
200	1.184	0.000	0.399	0.000	0.789	0.001
300	1.578	0.001	0.798	0.001	1.183	0.001
400	1.973	0.001	1.197	0.001	1.577	0.001
500	2.368	0.001	1.596	0.002	1.971	0.001
600	2.762	0.002	1.995	0.002	2.366	0.002
700	3.157	0.002	2.394	0.002	2.760	0.002
800	3.551	0.002	2.793	0.003	3.154	0.002
900	3.946	0.002	3.192	0.003	3.548	0.003
1000	4.341	0.002	3.591	0.003	3.943	0.003
1100	4.735	0.003	3.990	0.004	4.337	0.003
1200	5.130	0.003	4.389	0.004	4.731	0.004
1300	5.525	0.003	4.788	0.004	5.126	0.004
1400	5.919	0.003	5.187	0.005	5.520	0.004
1500	6.314	0.004	5.586	0.005	5.914	0.005
1600	6.708	0.004	5.985	0.006	6.308	0.005
1700	7.103	0.004	6.384	0.006	6.703	0.006
1800	7.498	0.004	6.783	0.006	7.097	0.006
1900	7.892	0.005	7.182	0.007	7.491	0.006
2000	8.287	0.005	7.581	0.007	7.885	0.007
2100	8.681	0.005	7.980	0.008	8.280	0.007
2200	9.076	0.005	8.379	0.008	8.674	0.008
2300	9.471	0.005	8.778	0.008	9.068	0.008
2400	9.865	0.006	9.177	0.009	9.463	0.009
2500	10.260	0.006	9.576	0.009	9.857	0.009
2600	10.654	0.006	9.975	0.010	10.251	0.010
2700	11.049	0.007	10.374	0.011	10.645	0.010
2800	11.444	0.007	10.773	0.011	11.040	0.011
2900	11.838	0.007	11.172	0.012	11.434	0.012
3000	12.233	0.008	11.571	0.013	11.828	0.013
3100	12.628	0.008	11.970	0.013	12.144	0.016
3200	13.022	0.008	12.170	0.015		
~~3300~~	~~13.417~~	~~0.009~~				
3400	13.811	0.009				
3500	14.206	0.009				
3600	14.601	0.010				
3700	14.995	0.011				
3800	15.390	0.011				
3900	15.627	0.012				
4000						
4100						
4200						
4300						
4400						
4500						

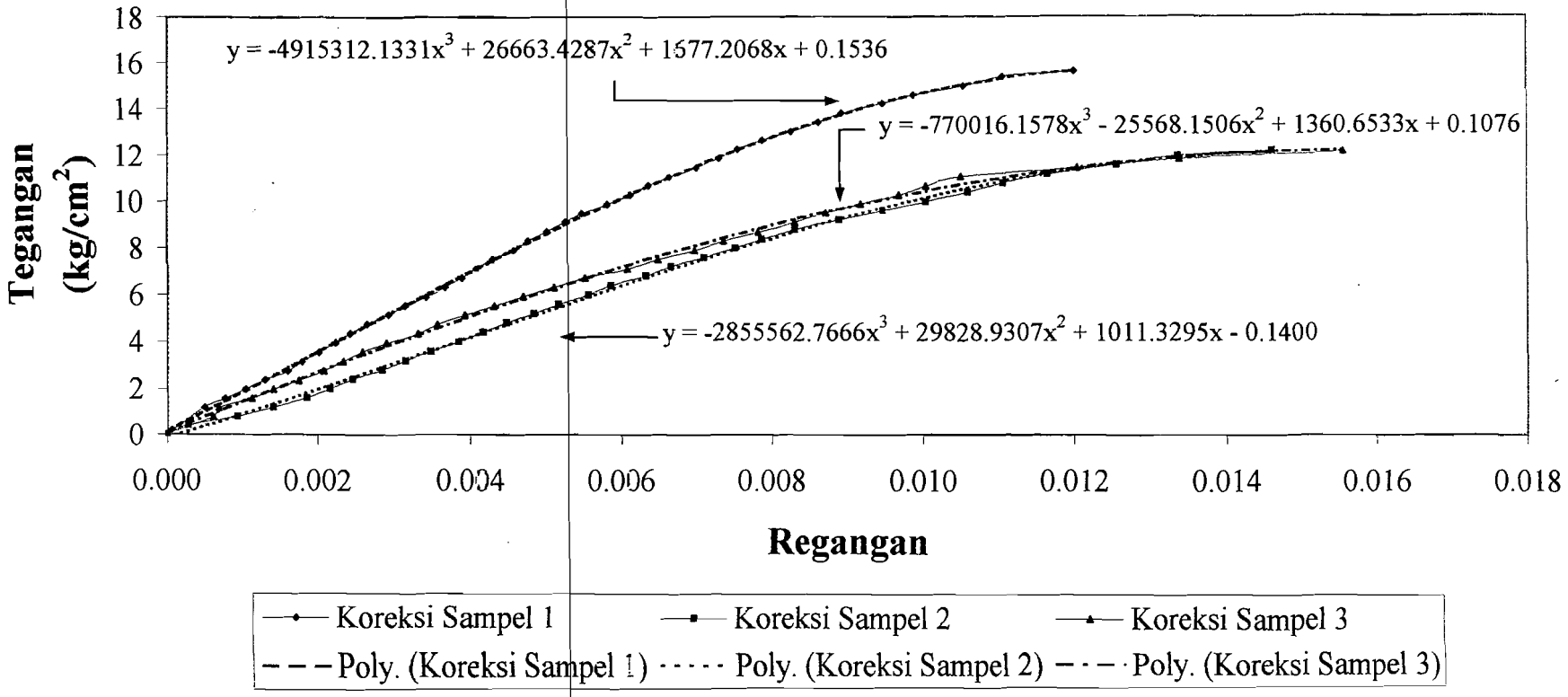
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Agung Senuko Variasi Atas



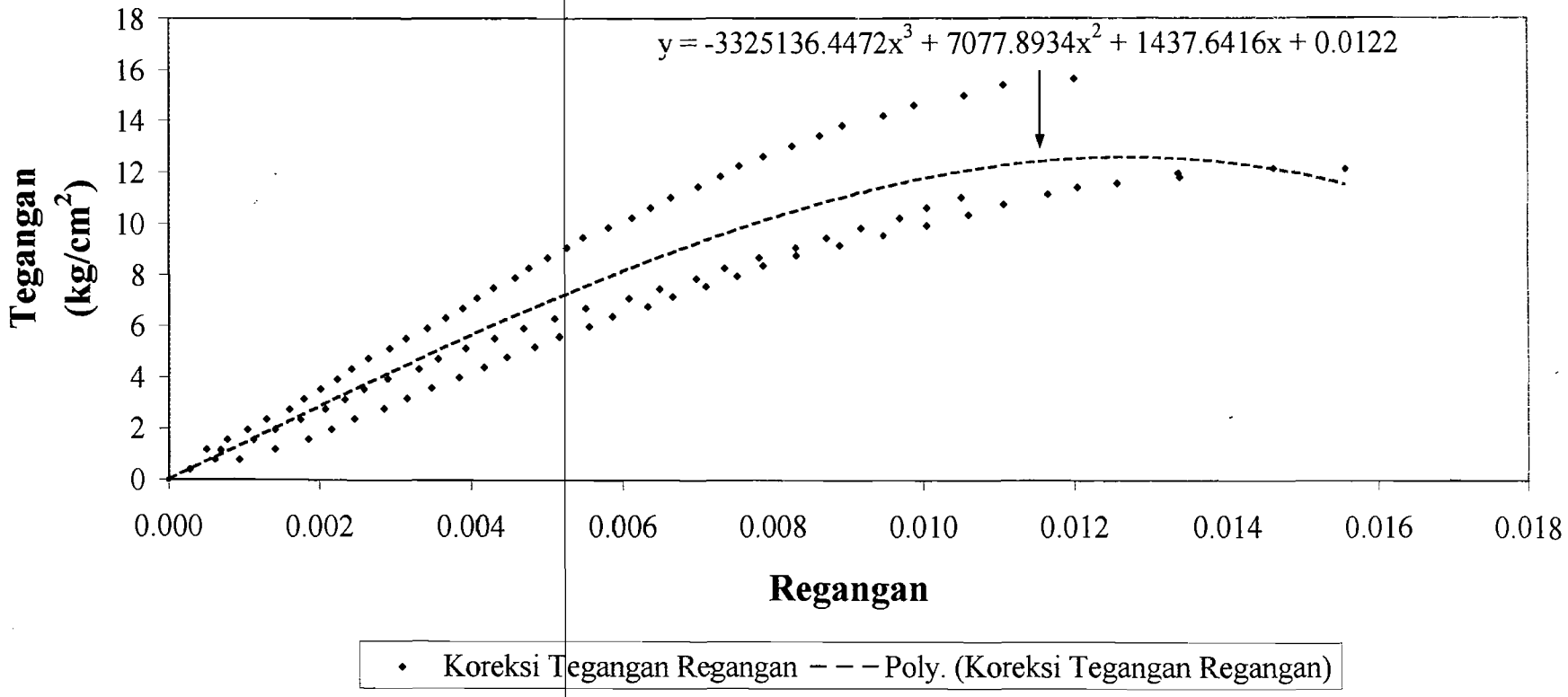
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Kurva Koreksi Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Agung Senuko Variasi Atas



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

Sebaran Data dan Kurva Regresi Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Agung Senuko Variasi Atas

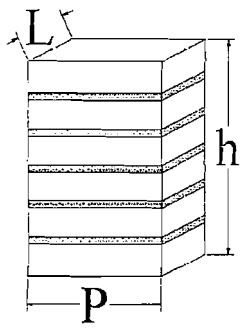


Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN PASANGAN BATA

Variasi II : Tengah
Camp. : *1;1;5*
Tanggal Pembuatan : 08-Nov-04
Tanggal Pengujian : 7-Dec-04
Umur Sampel : 29 hari

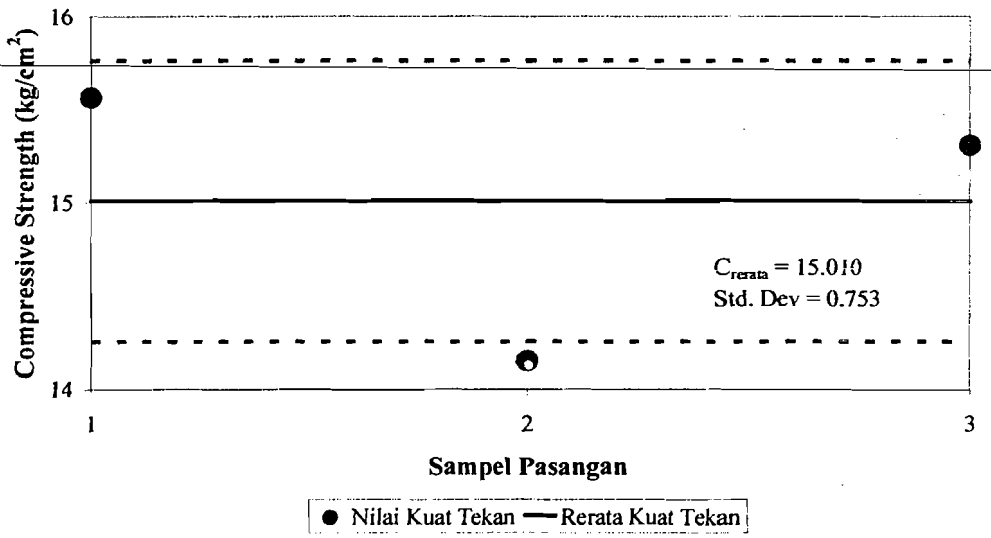
Dimensi	Number of Specimen					
	1		2		3	
P_{atas} (cm)	23.086	23.132	23.128	23.124	22.756	22.778
	23.178		23.120		22.800	
L_{atas} (cm)	11.008	11.054	11.130	10.970	10.954	10.867
	11.100		10.810		10.780	
W_s (kg)	14.15		13.60		14.80	
$h_{specimen}$ (cm)	36.900		35.400		35.700	
A (cm^2)	255.701		253.670		247.529	
W (kg)	3980		3590		3790	
C (kg/cm^2)	15.565		14.152		15.311	



$$C = \frac{W}{A}$$

Keterangan : W= Beban Maksimum (kg)
A = Luas Bidang Tekan (cm^2)

Variasi Letak Pembakaran Bata Tengah terhadap Kuat Tekan Pas. Bata Agung Senuko



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

Penurunan/dial (ΔL)

Beban P (kg)	(ΔL) ,10^{-3} cm		
	1	2	3
100	62	42	28
200	78	66	52
300	90	80	65
400	105	98	84
500	115	110	94
600	124	121	105
700	134	132	120
800	143	143	133
900	152	154	144
1000	161	165	155
1100	170	174	166
1200	179	183	178
1300	187	192	189
1400	197	200	200
1500	208	210	212
1600	215	220	225
1700	225	230	240
1800	233	239	250
1900	243	248	260
2000	251	256	272
2100	258	265	280
2200	267	274	288
2300	277	285	298
2400	285	293	307
2500	295	310	316
2600	303	320	326
2700	312	340	334
2800	320	365	342
2900	330	385	353
3000	342	398	363
3100	353	411	372
3200	364	429	382
3300	376	447	390
3400	386	475	402
3500	400	496	413
3600	415	560	428
3700	430		446
3800	448		516
3900	471		
4000	537		
4100			
4200			
4300			
4400			
4500			

Tabel Tegangan-Regangan Kuat Tekan Pas. Variasi Tengah

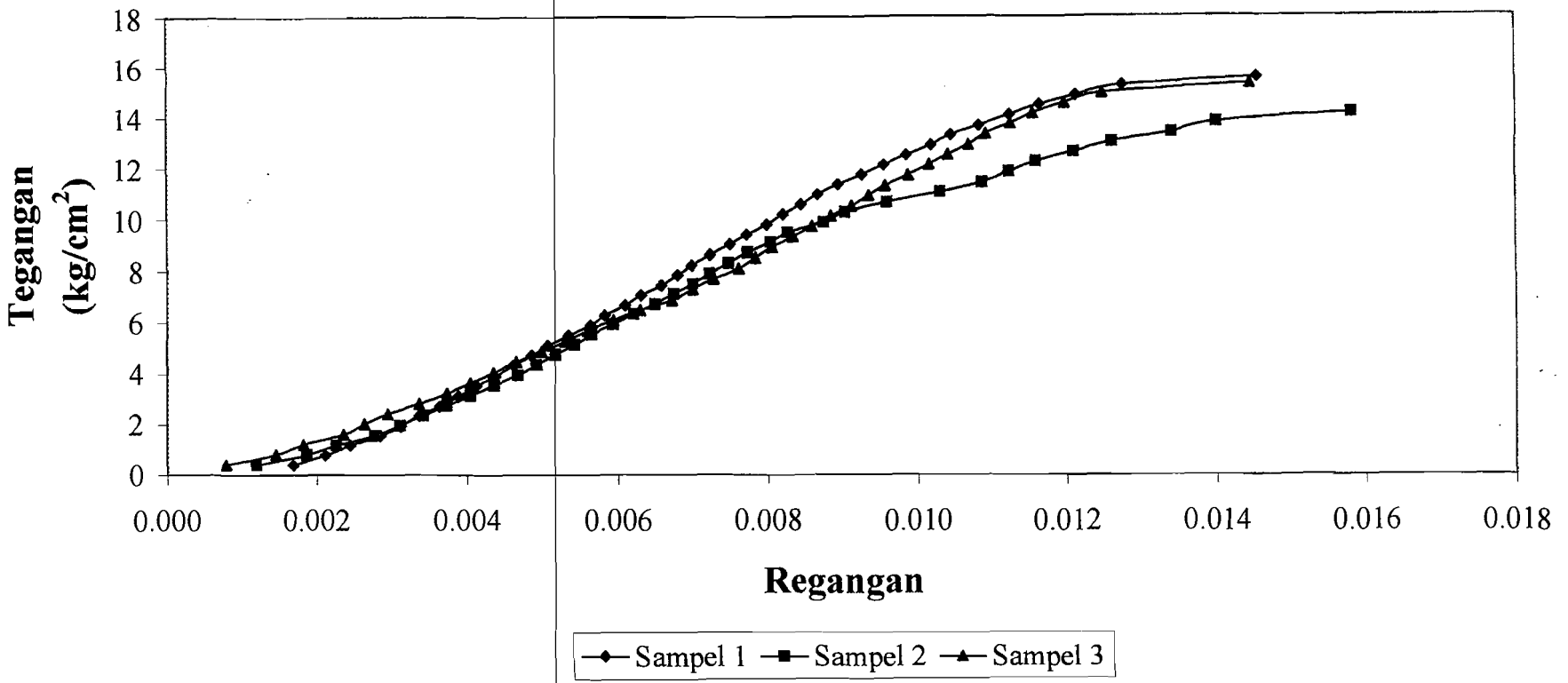
Beban P (Kg)	Strain (ΔL)					
	e_1	t_1	e_2	t_2	e_3	t_3
100	0,002	0,391	0,001	0,394	0,001	0,404
200	0,002	0,782	0,002	0,788	0,001	0,808
300	0,002	1,173	0,002	1,183	0,002	1,212
400	0,003	1,564	0,003	1,577	0,002	1,616
500	0,003	1,955	0,003	1,971	0,003	2,020
600	0,003	2,346	0,003	2,365	0,003	2,424
700	0,004	2,738	0,004	2,759	0,003	2,828
800	0,004	3,129	0,004	3,154	0,004	3,232
900	0,004	3,520	0,004	3,548	0,004	3,636
1000	0,004	3,911	0,005	3,942	0,004	4,040
1100	0,005	4,302	0,005	4,336	0,005	4,444
1200	0,005	4,693	0,005	4,731	0,005	4,848
1300	0,005	5,084	0,005	5,125	0,005	5,252
1400	0,005	5,475	0,006	5,519	0,006	5,656
1500	0,006	5,866	0,006	5,913	0,006	6,060
1600	0,006	6,257	0,006	6,307	0,006	6,464
1700	0,006	6,648	0,006	6,702	0,007	6,868
1800	0,006	7,039	0,007	7,096	0,007	7,272
1900	0,007	7,431	0,007	7,490	0,007	7,676
2000	0,007	7,822	0,007	7,884	0,008	8,080
2100	0,007	8,213	0,007	8,278	0,008	8,484
2200	0,007	8,604	0,008	8,673	0,008	8,888
2300	0,008	8,995	0,008	9,067	0,008	9,292
2400	0,008	9,386	0,008	9,461	0,009	9,696
2500	0,008	9,777	0,009	9,855	0,009	10,100
2600	0,008	10,168	0,009	10,250	0,009	10,504
2700	0,008	10,559	0,010	10,644	0,009	10,908
2800	0,009	10,950	0,010	11,038	0,010	11,312
2900	0,009	11,341	0,011	11,432	0,010	11,716
3000	0,009	11,732	0,011	11,826	0,010	12,120
3100	0,010	12,124	0,012	12,221	0,010	12,524
3200	0,010	12,515	0,012	12,615	0,011	12,928
3300	0,010	12,906	0,013	13,009	0,011	13,332
3400	0,010	13,297	0,013	13,403	0,011	13,736
3500	0,011	13,688	0,014	13,797	0,012	14,140
3600	0,011	14,079	0,016	14,152	0,012	14,544
3700	0,012	14,470	$P_{3590=14,152}$		0,012	14,948
3800	0,012	14,861			0,014	15,311
3900	0,013	15,252			$P_{3790=15,311}$	
4000	0,015	15,565				
4100	$P_{3980=15,565}$					
4200						
4300						
4400						
4500						

Tabel Koreksi Tegangan Regangan Pas. Bata Variasi Tengah

Beban P (kg)	Sampel I		Sampel II		Sampel III	
	τ_1	ε_1	τ_2	ε_2	τ_3	ε_3
100	0	0	0	0	0	0
200	0.782	0.000	0.788	0.000	0.808	0.001
300	1.173	0.001	1.183	0.001	1.212	0.001
400	1.564	0.001	1.577	0.001	1.616	0.002
500	1.955	0.001	1.971	0.002	2.020	0.002
600	2.346	0.002	2.365	0.002	2.424	0.002
700	2.738	0.002	2.759	0.002	2.828	0.003
800	3.129	0.002	3.154	0.002	3.232	0.003
900	3.520	0.002	3.548	0.003	3.636	0.003
1000	3.911	0.003	3.942	0.003	4.040	0.004
1100	4.302	0.003	4.336	0.003	4.444	0.004
1200	4.693	0.003	4.731	0.004	4.848	0.004
1300	5.084	0.003	5.125	0.004	5.252	0.004
1400	5.475	0.004	5.519	0.004	5.656	0.005
1500	5.866	0.004	5.913	0.004	6.060	0.005
1600	6.257	0.004	6.307	0.005	6.464	0.005
1700	6.648	0.004	6.702	0.005	6.868	0.006
1800	7.039	0.005	7.096	0.005	7.272	0.006
1900	7.431	0.005	7.490	0.005	7.676	0.006
2000	7.822	0.005	7.884	0.006	8.080	0.007
2100	8.213	0.005	8.278	0.006	8.484	0.007
2200	8.604	0.005	8.673	0.006	8.888	0.007
2300	8.995	0.006	9.067	0.006	9.292	0.008
2400	9.386	0.006	9.461	0.007	9.696	0.008
2500	9.777	0.006	9.855	0.007	10.100	0.008
2600	10.168	0.006	10.250	0.007	10.504	0.008
2700	10.559	0.007	10.644	0.008	10.908	0.009
2800	10.950	0.007	11.038	0.009	11.312	0.009
2900	11.341	0.007	11.432	0.009	11.716	0.009
3000	11.732	0.008	11.826	0.010	12.120	0.009
3100	12.124	0.008	12.221	0.010	12.524	0.010
3200	12.515	0.008	12.615	0.011	12.928	0.010
3300	12.906	0.008	13.009	0.011	13.332	0.010
3400	13.297	0.009	13.403	0.012	13.736	0.010
3500	13.688	0.009	13.797	0.012	14.140	0.011
3600	14.079	0.009	14.152	0.014	14.544	0.011
3700	14.470	0.010			14.948	0.012
3800	14.861	0.010			15.311	0.014
3900	15.252	0.011				
4000	15.565	0.013				
4100						
4200						
4300						
4400						
4500						

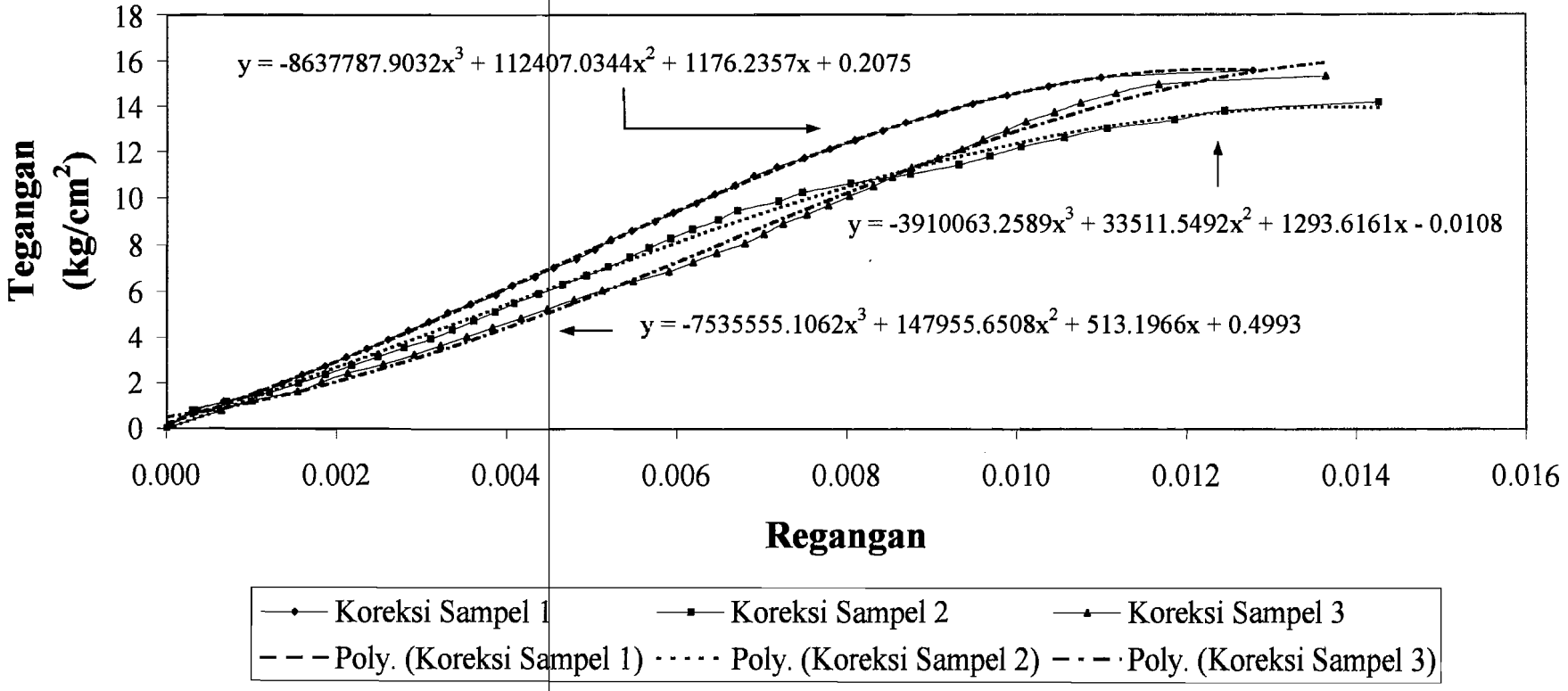
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan
Pasangan Bata Agung Senuko Variasi Tengah



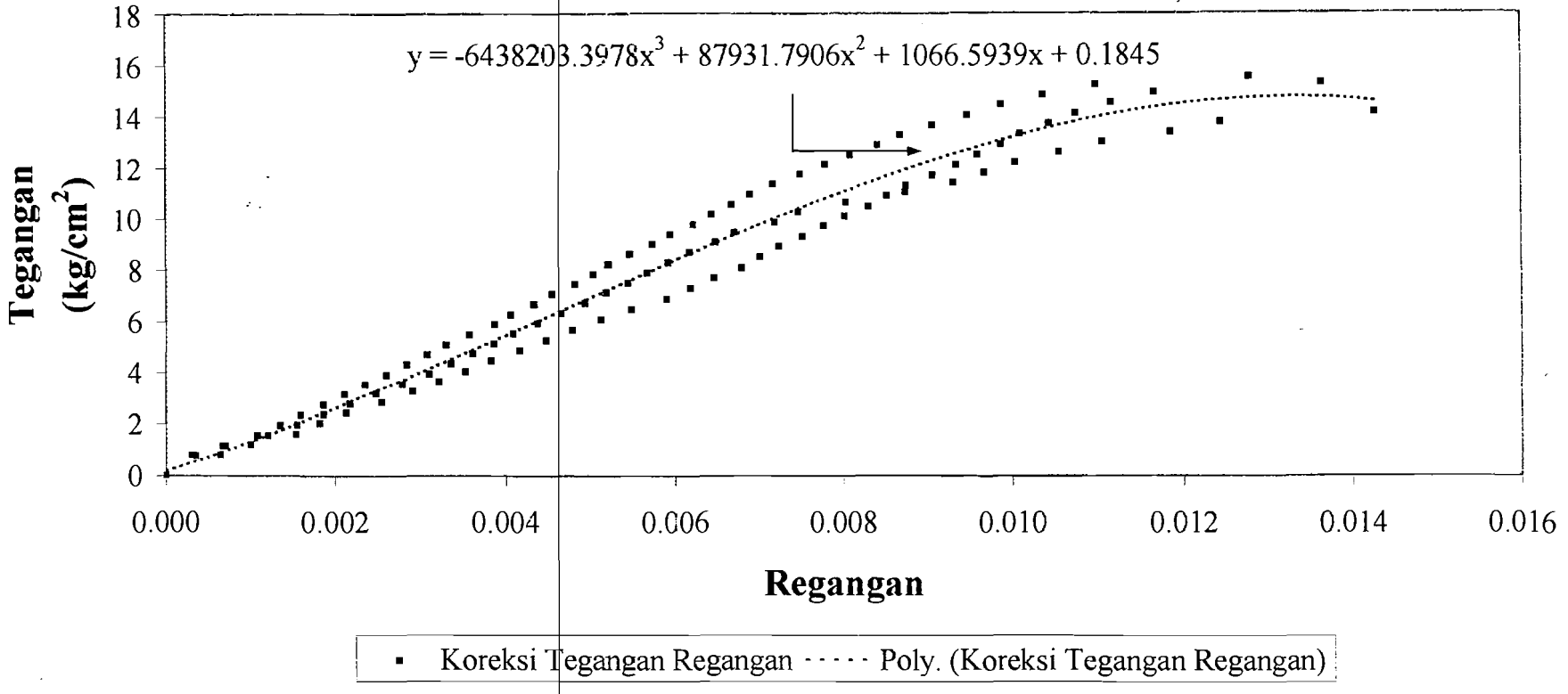
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Kurva Koreksi Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Agung Senuko Variasi Tengah



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

Sebaran Data dan Kurva Regresi Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Agung Senuko Variasi Tengah

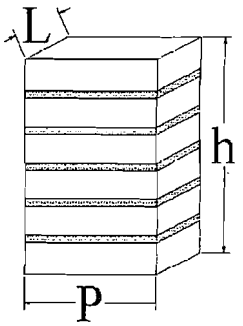


Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN PASANGAN BATA

Variasi III : Bawah
Camp. : 1;1;5
Tanggal Pembuatan : 08-Nov-04
Tanggal Pengujian : 7-Dec-04
Umur Sampel : 29 hari

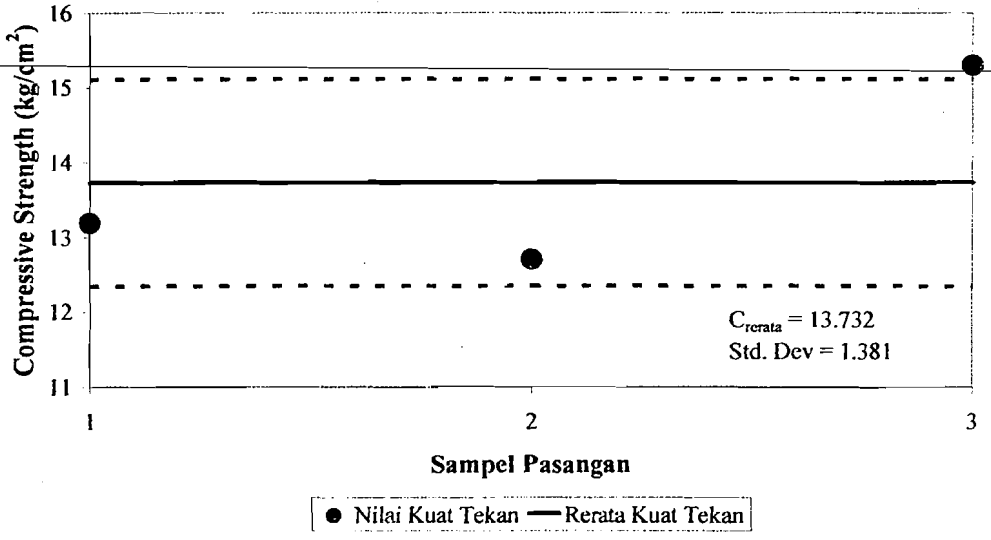
Dimensi	Number of Specimen					
	1		2		3	
P_{atas} (cm)	22.980	22.980	22.820	22.695	23.000	22.966
	22.980		22.570		22.932	
L_{atas} (cm)	11.114	11.017	10.984	11.032	10.986	10.899
	10.920		11.080		10.812	
W_s (kg)	13.45		15.40		14.40	
$h_{specimen}$ (cm)	34.400		36.200		35.000	
A (cm^2)	253.171		250.371		250.306	
W (kg)	3340		3180		3830	
C (kg/cm^2)	13.193		12.701		15.301	



$$C = \frac{W}{A}$$

Keterangan : W= Beban Maksimum (kg)
A = Luas Bidang Tekan (cm^2)

Variasi Letak Pembakaran Bata Bawah terhadap Kuat Tekan Pas. Bata Agung Senuko



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

Penurunan/dial (ΔL)

Beban P (kg)	(ΔL) ,10^{-3} cm		
	1	2	3
100	23	25	42
200	47	42	63
300	60	57	80
400	74	68	97
500	84	75	104
600	93	85	115
700	102	93	125
800	113	104	135
900	120	113	145
1000	128	123	155
1100	135	133	165
1200	141	141	173
1300	148	150	181
1400	155	163	188
1500	162	171	198
1600	169	180	204
1700	177	190	213
1800	183	199	219
1900	191	207	226
2000	202	220	234
2100	209	230	240
2200	219	241	248
2300	227	252	255
2400	236	266	263
2500	247	278	270
2600	256	291	279
2700	265	304	287
2800	283	315	295
2900	297	332	303
3000	319	357	312
3100	335	375	321
3200	352	410	335
3300	375		343
3400	408		360
3500			372
3600			395
3700			430
3800			478
3900			522
4000			
4100			
4200			
4300			
4400			
4500			

Tabel Tegangan-Regangan Kuat Tekan Pas. Variasi Bawah

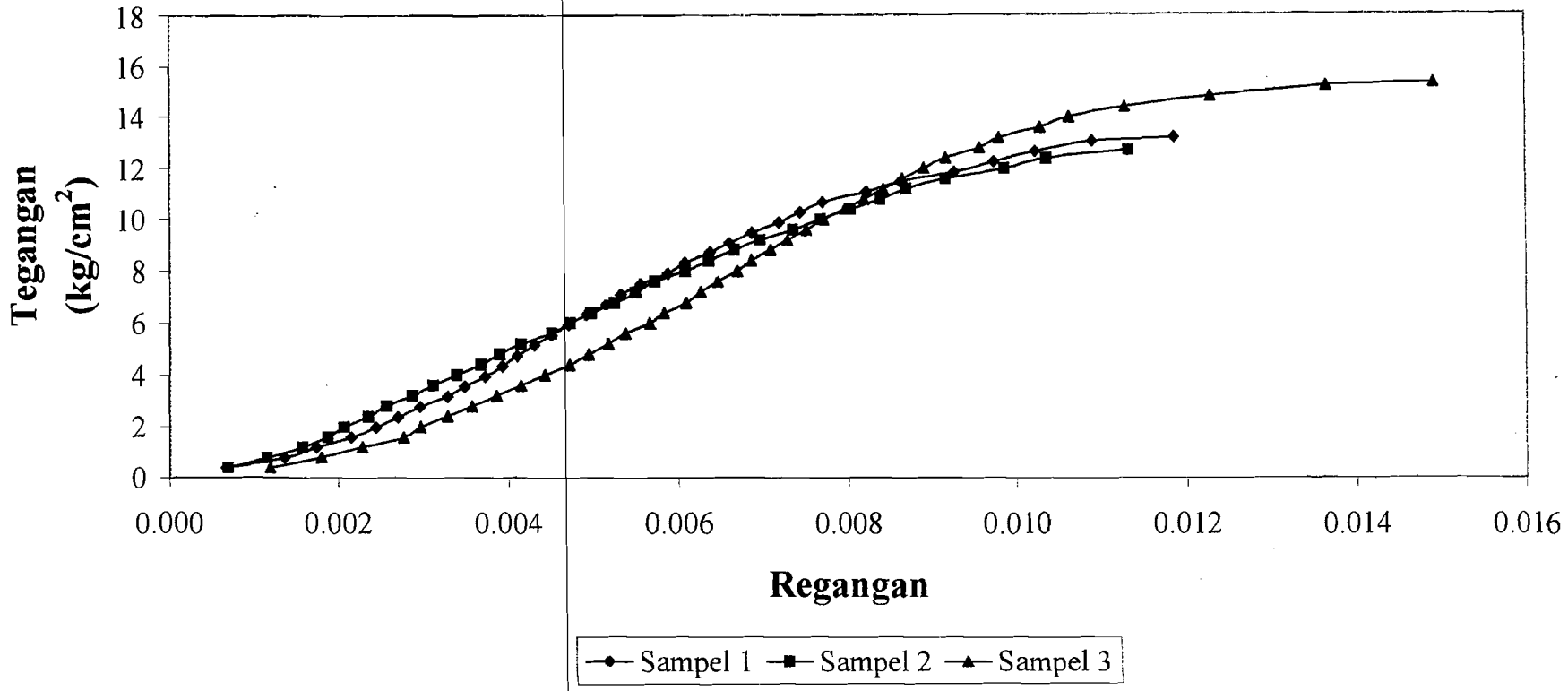
Beban P (kg)	Strain (ΔL)					
	ε_1	τ_1	ε_2	τ_2	ε_3	τ_3
100	0,001	0,395	0,001	0,399	0,001	0,400
200	0,001	0,790	0,001	0,799	0,002	0,799
300	0,002	1,185	0,002	1,198	0,002	1,199
400	0,002	1,580	0,002	1,598	0,003	1,598
500	0,002	1,975	0,002	1,997	0,003	1,998
600	0,003	2,370	0,002	2,396	0,003	2,397
700	0,003	2,765	0,003	2,796	0,004	2,797
800	0,003	3,160	0,003	3,195	0,004	3,196
900	0,003	3,555	0,003	3,595	0,004	3,596
1000	0,004	3,950	0,003	3,994	0,004	3,995
1100	0,004	4,345	0,004	4,393	0,005	4,395
1200	0,004	4,740	0,004	4,793	0,005	4,794
1300	0,004	5,135	0,004	5,192	0,005	5,194
1400	0,005	5,530	0,005	5,592	0,005	5,593
1500	0,005	5,925	0,005	5,991	0,006	5,993
1600	0,005	6,320	0,005	6,391	0,006	6,392
1700	0,005	6,715	0,005	6,790	0,006	6,792
1800	0,005	7,110	0,005	7,189	0,006	7,191
1900	0,006	7,505	0,006	7,589	0,006	7,591
2000	0,006	7,900	0,006	7,988	0,007	7,990
2100	0,006	8,295	0,006	8,388	0,007	8,390
2200	0,006	8,690	0,007	8,787	0,007	8,789
2300	0,007	9,085	0,007	9,186	0,007	9,189
2400	0,007	9,480	0,007	9,586	0,008	9,588
2500	0,007	9,875	0,008	9,985	0,008	9,988
2600	0,007	10,270	0,008	10,385	0,008	10,387
2700	0,008	10,665	0,008	10,784	0,008	10,787
2800	0,008	11,060	0,009	11,183	0,008	11,186
2900	0,009	11,455	0,009	11,583	0,009	11,586
3000	0,009	11,850	0,010	11,982	0,009	11,985
3100	0,010	12,245	0,010	12,382	0,009	12,385
3200	0,010	12,640	0,011	12,701	0,010	12,784
3300	0,011	13,035	$P_{3180=12,701}$		0,010	13,184
3400	0,012	13,193			0,010	13,583
3500	$P_{3340=13,193}$				0,011	13,983
3600					0,011	14,382
3700					0,012	14,782
3800					0,014	15,181
3900					0,015	15,301
4000					$P_{3830=15,301}$	
4100						
4200						
4300						
4400						
4500						

Tabel Koreksi Tegangan-Regangan Pas. Bata Variasi Bawah

Beban P (kg)	Sampel I		Sampel II		Sampel III	
	τ_1	ε_1	τ_2	ε_2	τ_3	ε_3
100	0	0	0	0	0	0
200	0.790	0.001	0.799	0.000	1.199	0.001
300	1.185	0.001	1.198	0.001	1.598	0.001
400	1.580	0.002	1.598	0.001	1.998	0.001
500	1.975	0.002	1.997	0.001	2.397	0.002
600	2.370	0.002	2.396	0.002	2.797	0.002
700	2.765	0.002	2.796	0.002	3.196	0.002
800	3.160	0.003	3.195	0.002	3.596	0.003
900	3.555	0.003	3.595	0.002	3.995	0.003
1000	3.950	0.003	3.994	0.003	4.395	0.003
1100	4.345	0.003	4.393	0.003	4.794	0.003
1200	4.740	0.003	4.793	0.003	5.194	0.004
1300	5.135	0.004	5.192	0.003	5.593	0.004
1400	5.530	0.004	5.592	0.004	5.993	0.004
1500	5.925	0.004	5.991	0.004	6.392	0.004
1600	6.320	0.004	6.391	0.004	6.792	0.005
1700	6.715	0.005	6.790	0.005	7.191	0.005
1800	7.110	0.005	7.189	0.005	7.591	0.005
1900	7.505	0.005	7.589	0.005	7.990	0.005
2000	7.900	0.005	7.988	0.005	8.390	0.005
2100	8.295	0.005	8.388	0.006	8.789	0.006
2200	8.690	0.006	8.787	0.006	9.189	0.006
2300	9.085	0.006	9.186	0.006	9.588	0.006
2400	9.480	0.006	9.586	0.007	9.988	0.006
2500	9.875	0.007	9.985	0.007	10.387	0.006
2600	10.270	0.007	10.385	0.007	10.787	0.007
2700	10.665	0.007	10.784	0.008	11.186	0.007
2800	11.060	0.008	11.183	0.008	11.586	0.007
2900	11.455	0.008	11.583	0.009	11.985	0.007
3000	11.850	0 009	11 982	0.009	12.385	0.008
3100	12.245	0.009	12.382	0.010	12.784	0.008
3200	12.640	0.010	12.701	0.011	13.184	0.008
3300	13.035	0.010			13.583	0.009
3400	13.193	0.011			13.983	0.009
3500					14.382	0.010
3600					14.782	0.011
3700					15.181	0.012
3800					15.301	0.013
3900						
4000						
4100						
4200						
4300						
4400						
4500						

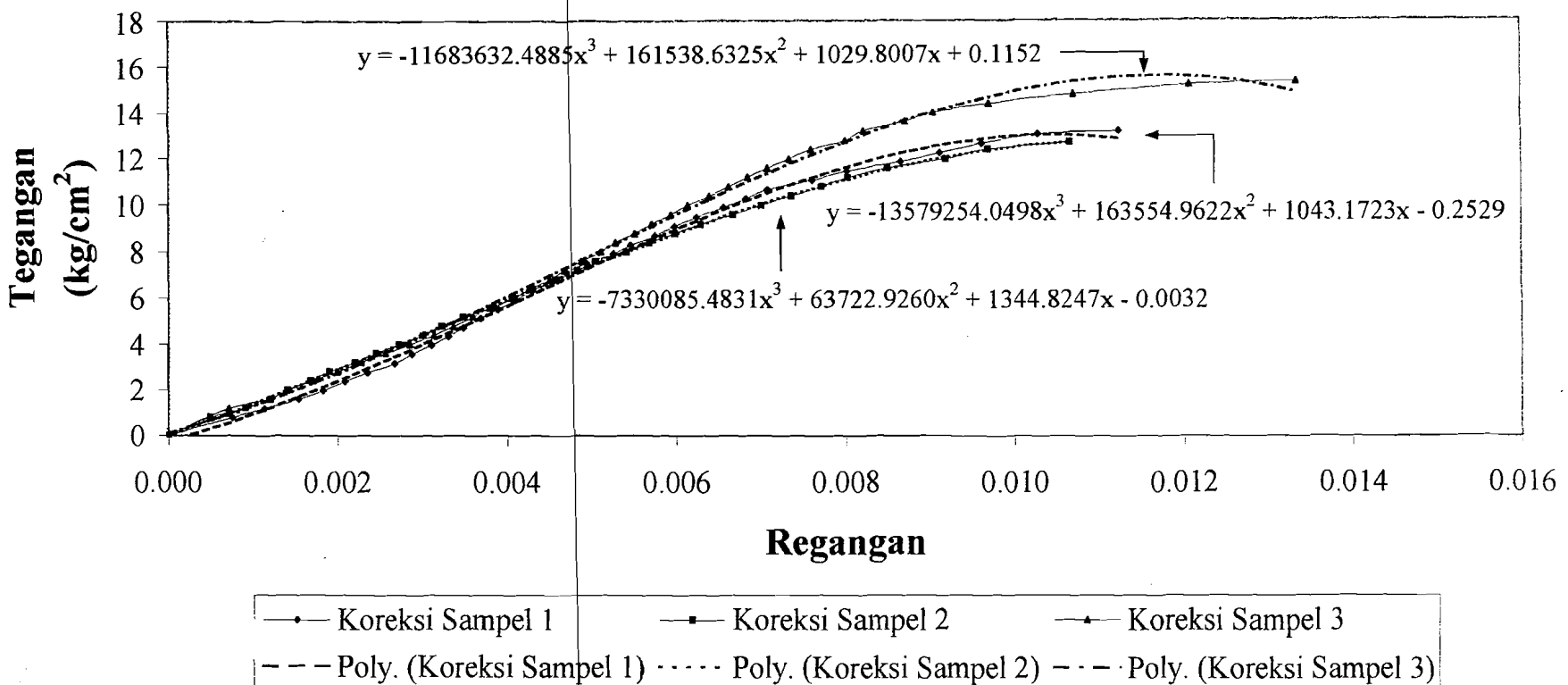
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Agung Senuko Variasi Bawah



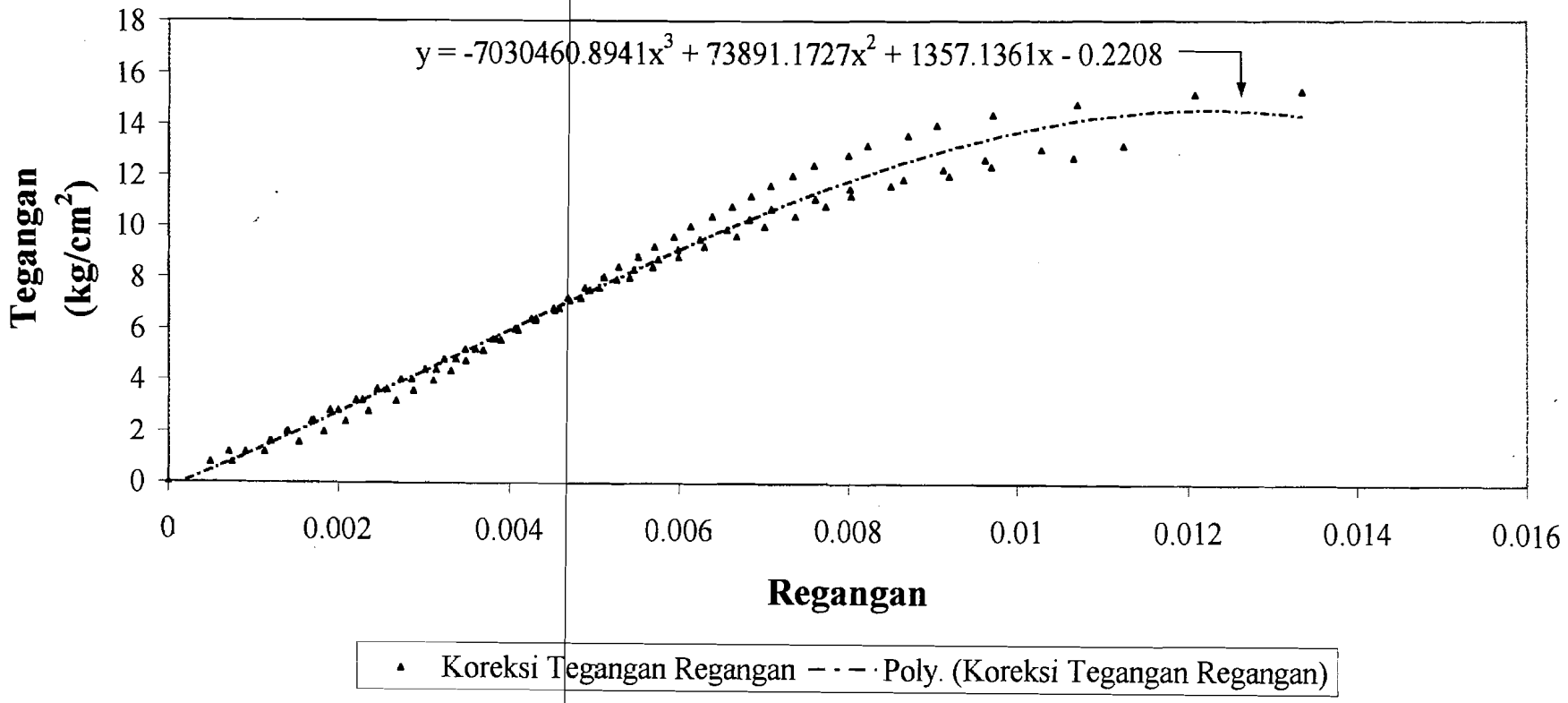
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Kurva Koreksi Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Agung Senuko Variasi Bawah



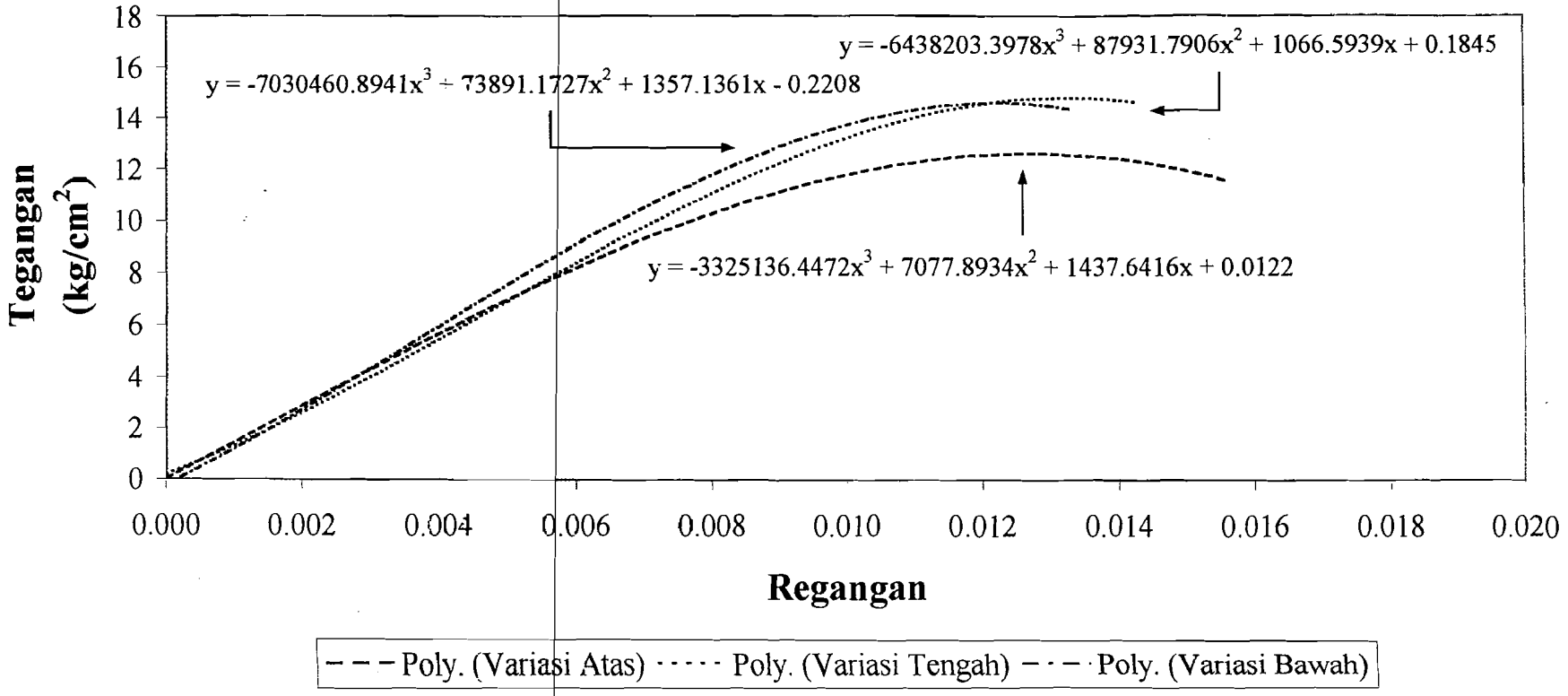
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Sebaran Data dan Kurva Regresi Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Agung Senuko Variasi Bawah



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

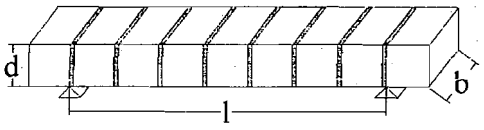
Kurva Regresi Tegangan Regangan Kuat Tekan Pasangan Bata Agung Senuko



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

PENGUJIAN KUAT LENTUR PASANGAN BATA

Variasi I : Atas
Tanggal Pembuatan : 07-Nov-04
Tanggal Pengujian : 11-Des-04
Umur Specimen : 34 hari



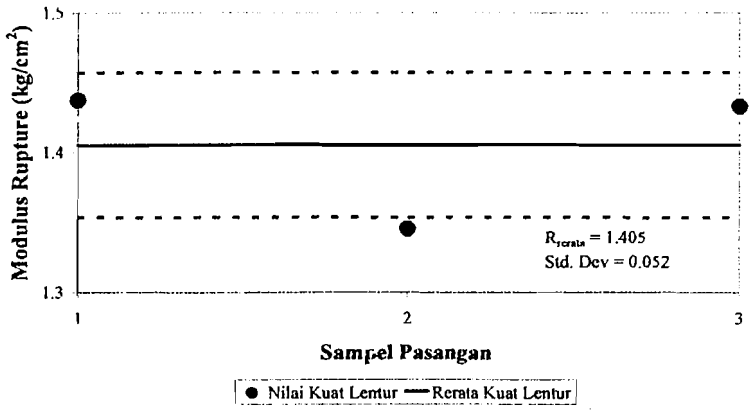
KET: Jarak antar dukungan (cm) = 50

Dimensi atas	Number of Specimen					
	1		2		3	
$b_{specimen}$ (cm)	23.500	23.091	23.060	23.080	22.970	23.099
	22.834		22.900		23.328	
	22.940		23.280		23.000	
$l_{specimen}$ (cm)	54.500	54.300	55.000	54.750	54.300	54.175
	54.000		54.300		54.500	
	54.000		54.000		54.000	
	54.700		55.700		53.900	
$d_{specimen}$ (kg)	10.550	10.818	10.984	11.039	10.930	10.817
	11.150		11.086		10.530	
	10.754		11.046		10.990	
W (kg)	22.000		22.900		21.600	
P_s (kg)	20.258		20.913		19.935	
P (kg)	62.5		60.0		62.5	
R (kg/cm^2)	1.438		1.346		1.433	

$$R = \frac{(P + 0.75\,P_s) \times l}{b \times d^2}$$

Keterangan :
P = Beban Maksimum (kg)
P_s = Berat Benda Uji (kg)
l = Jarak Dukungan = 50 (cm)
b = Lebar Benda Uji (cm)
d = Tebal Benda Uji (cm)

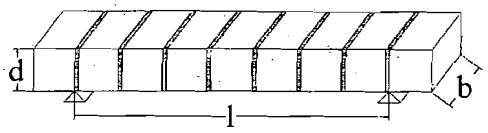
Variasi Letak Pembakaran Bata Atas terhadap Kuat Lentur Pas. Bata Agung Senuko



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

PENGUJIAN KUAT LENTUR PASANGAN BATA

Variasi II : Tengah
Tanggal Pembuatan : 07-Nov-04
Tanggal Pengujian : 11-Des-04
Umur Specimen : 34 hari



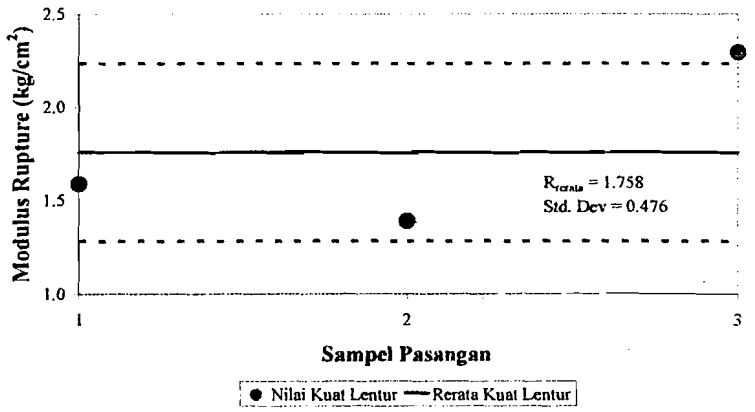
KET: Jarak antar dukungan (cm) = 50

Dimensi atas	Number of Specimen					
	1		2		3	
$b_{specimen}$ (cm)	22.940	22.975	23.146	23.043	23.032	23.027
	22.930		22.982		23.162	
	23.056		23.000		22.886	
$l_{specimen}$ (cm)	67.500	67.375	55.500	55.675	58.000	57.375
	66.800		55.100		57.200	
	67.200		55.900		56.700	
	68.000		56.200		57.600	
$d_{specimen}$ (kg)	10.894	10.837	10.854	10.998	11.000	10.996
	10.682		11.014		10.974	
	10.934		11.126		11.014	
W (kg)	23.800		22.200		23.400	
P_s (kg)	17.662		19.937		20.392	
P (kg)	72.5		62.5		112.5	
R (kg/cm^2)	1.589		1.389		2.295	

$$R = \frac{(P + 0.75\,P_s) \times l}{b \times d^2}$$

Keterangan :
P = Beban Maksimum (kg)
P_s = Berat Benda Uji (kg)
l = Jarak Dukungan = 50 (cm)
b = Lebar Benda Uji (cm)
d = Tebal Benda Uji (cm)

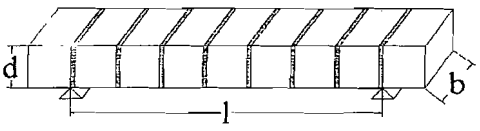
Variasi Letak Pembakaran Bata Tengah terhadap
Kuat Lentur Pas. Bata Agung Senuko



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

PENGUJIAN KUAT LENTUR PASANGAN BATA

Variasi III : Bawah
Tanggal Pembuatan : 07-Nov-04
Tanggal Pengujian : 11-Des-04
Umur Specimen : 34 hari



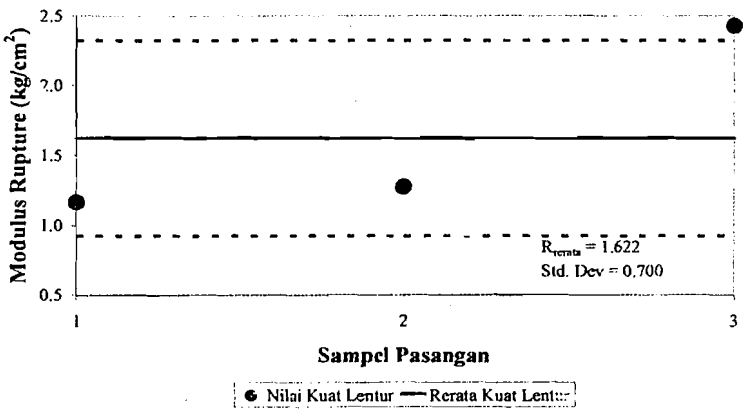
KET: Jarak antar dukungan (cm) = 50

Dimensi atas	Number of Specimen					
	1		2		3	
$b_{specimen}$ (cm)	22.570	22.876	23.130	23.144	22.500	23.038
	22.896		23.254		23.240	
	23.162		23.048		23.374	
$l_{specimen}$ (cm)	57.100	57.225	60.100	60.125	57.800	58.450
	57.600		60.000		59.000	
	57.200		60.000		59.000	
	57.000		60.400		58.000	
$d_{specimen}$ (kg)	11.030	10.993	10.860	10.902	10.852	11.067
	10.874		10.914		11.248	
	11.076		10.932		11.100	
W (kg)	21.900		24.200		22.600	
P_s (kg)	19.135		20.125		19.333	
P (kg)	50.0		55.0		122.5	
R (kg/cm^2)	1.164		1.274		2.428	

$$R = \frac{(P + 0.75\,P_s) \times l}{b \times d^2}$$

Keterangan :
P = Beban Maksimum (kg)
P_s = Berat Benda Uji (kg)
l = Jarak Dukungan = 50 (cm)
b = Lebar Benda Uji (cm)
d = Tebal Benda Uji (cm)

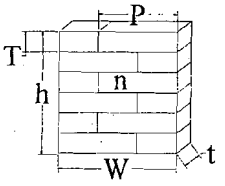
Variasi Letak Pembakaran Bata Bawah terhadap
Kuat Lentur Pas. Bata Agung Senuko



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

PENGUJIAN KUAT GESER PASANGAN BATA

Variasi I : Atas
Tanggal Pembuatan : 10-Nov-04
Tanggal Pengujian : 13-Des-04
Umur Specimen : 33 hari

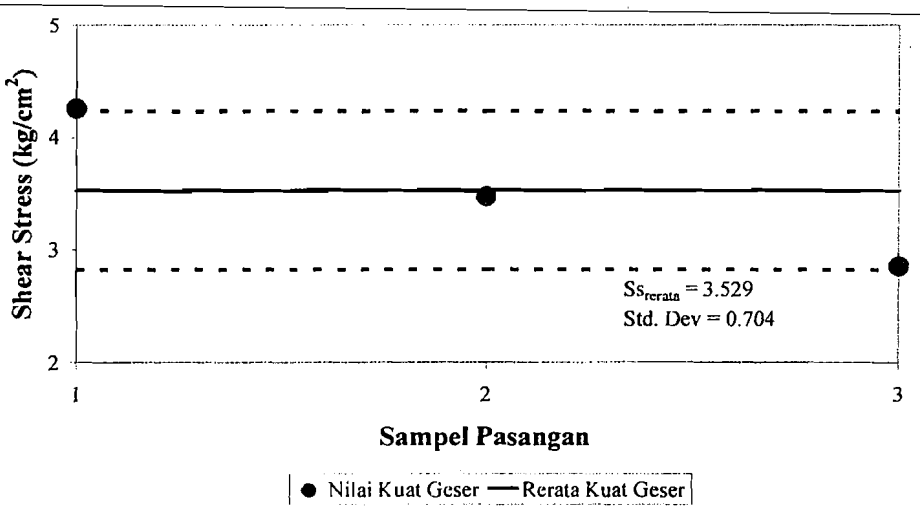


Dimensi	Number of Specimen					
	1		2		3	
P_{bata} (cm)	22.540	22.638	22.825	22.840	22.715	22.758
	22.735		22.855		22.800	
T_{bata} (cm)	4.580	4.828	5.050	4.985	5.250	5.300
	5.075		4.920		5.350	
$W_{spesimen}$ (cm)	36.000	36.250	35.500	35.750	35.200	35.200
	36.500		36.000		35.200	
$t_{spesimen}$ (cm)	10.900	10.890	11.000	11.010	10.980	10.970
	10.880		11.020		10.960	
$h_{spesimen}$ (cm)	35.900	35.850	35.500	35.750	35.800	35.500
	35.800		36.000		35.200	
W x h	1299.563		1278.063		1249.600	
n	0.757		0.802		0.869	
P (kg)	1790		1550		1360	
An	297.118		315.584		336.874	
Ss	4.259		3.472		2.854	

$$\text{Shear Stress, } Ss = \frac{0.707\,P}{A_n}$$

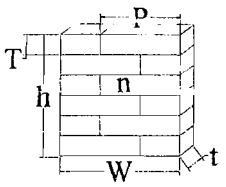
$$A_n = \left(\frac{W+h}{2}\right).t.n$$

Variasi Letak Pembakaran Bata Atas terhadap Kuat Geser Pas. Bata Agung Senuko



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

PENGUJIAN KUAT GESER PASANGAN BATA



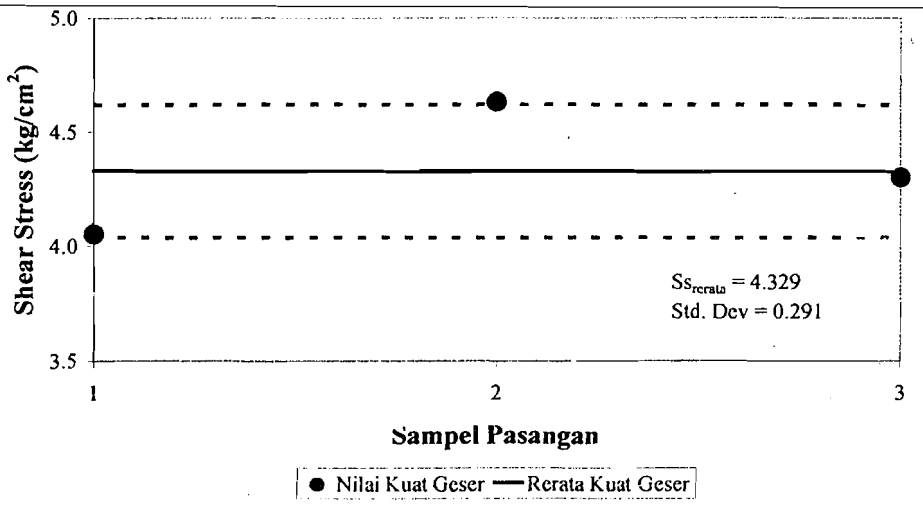
Variasi II : Tengah
Tanggal Pembuatan : 10-Nov-04
Tanggal Pengujian : 13-Des-04
Umur Specimen : 33 hari

Dimensi	Number of Specimen					
	1		2		3	
P_{bata} (cm)	23.060	22.930	22.735	22.918	23.185	22.893
	22.800		23.100		22.600	
T_{bata} (cm)	4.775	4.628	4.725	4.765	4.845	4.928
	4.480		4.805		5.010	
$W_{spesimen}$ (cm)	35.300	35.650	35.100	35.500	37.400	37.350
	36.000		35.900		37.300	
$t_{spesimen}$ (cm)	11.070	11.075	11.180	11.190	10.980	10.965
	11.080		11.200		10.950	
$h_{spesimen}$ (cm)	35.000	35.250	35.200	35.500	36.500	36.300
	35.500		35.800		36.100	
W x h	1256.663		1260.250		1355.805	
n	0.760		0.780		0.749	
P (kg)	1710		2030		1840	
An	298.356		309.795		302.355	
Ss	4.052		4.633		4.302	

$$\text{Shear Stress, } Ss = \frac{0.707\,P}{A_n}$$

$$A_n = \left(\frac{W + h}{2}\right).t.n$$

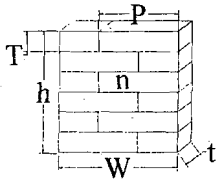
Variasi Letak Pembakaran Bata Tengah terhadap Kuat Geser Pas. Bata Agung Senuko



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

PENGUJIAN KUAT GESER PASANGAN BATA

Variasi III : Bawah
Tanggal Pembuatan : 10-Nov-04
Tanggal Pengujian : 13-Des-04
Umur Specimen : 33 hari

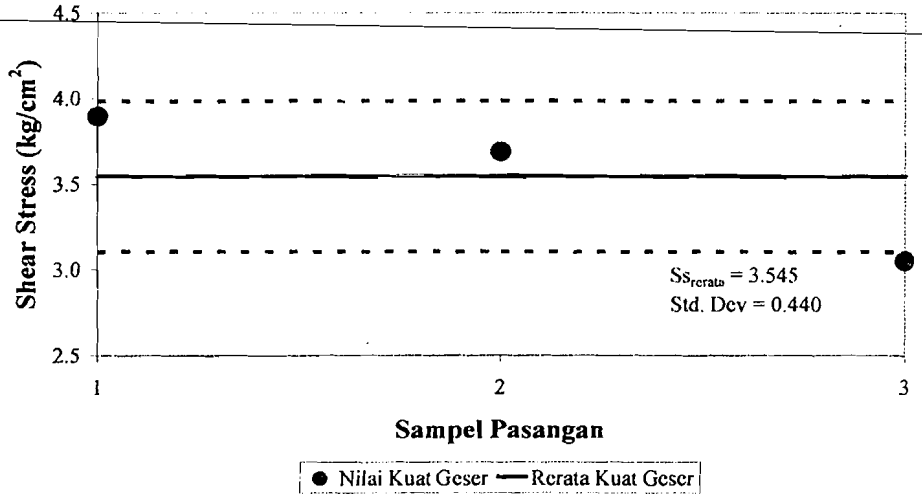


Dimensi	Number of Specimen					
	1		2		3	
P_{bata} (cm)	23.040	22.980	22.610	22.730	22.580	22.620
	22.920		22.850		22.660	
T_{bata} (cm)	5.185	5.068	5.135	5.100	5.020	4.995
	4.950		5.065		4.970	
$W_{spesimen}$ (cm)	35.700	36.100	34.900	35.450	36.800	36.800
	36.500		36.000		36.800	
$t_{spesimen}$ (cm)	11.150	11.195	10.890	11.055	10.950	10.860
	11.240		11.220		10.770	
$h_{spesimen}$ (cm)	36.000	35.750	37.500	37.050	35.900	35.450
	35.500		36.600		35.000	
W x h	1290.575		1313.423		1304.560	
n	0.812		0.794		0.779	
P (kg)	1800		1660		1320	
An	326.606		318.328		305.805	
Ss	3.896		3.687		3.052	

$$\text{Shear Stress, } Ss = \frac{0.707\,P}{A_n}$$

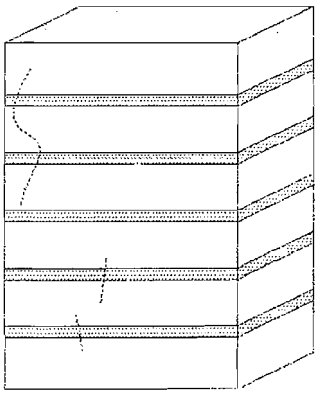
$$A_n = \left(\frac{W+h}{2}\right).t.n$$

Variasi Letak Pembakaran Bata Bawah terhadap Kuat Geser Pas. Bata Agung Senuko



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

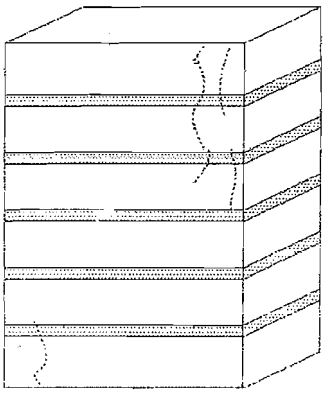
Model Kerusakan Tekan Pasangan Variasi Bata Atas



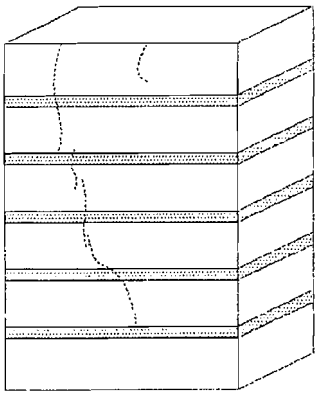
depan

Specimen 1

pasangan retak-retak pada sisi panjang



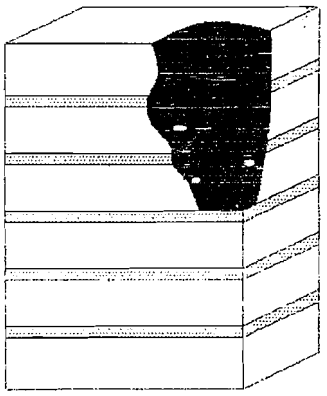
belakang



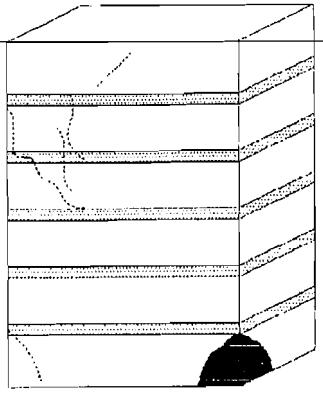
depan

Specimen 2

pasangan retak-retak pada satu sisinya, bata lapisan 1, 2, dan 3 dari atas hancur pada salah satu bagian ujungnya



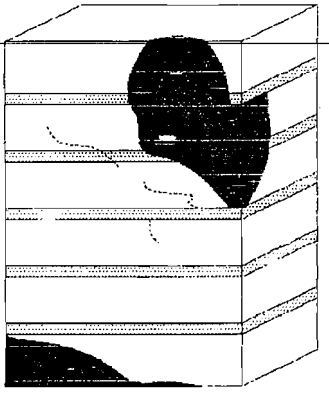
belakang



depan

Specimen 3

pasangan retak rambut dikedua sisinya, bata lapisan 1, 2, 3, dan 6 dari atas hancur pada salah satu bagian ujungnya

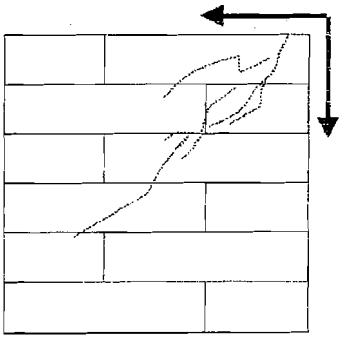


belakang

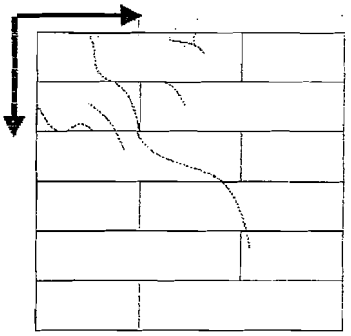
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Model Kerusakan Geser Pasangan Variasi Bata Tengah

Specimen 1

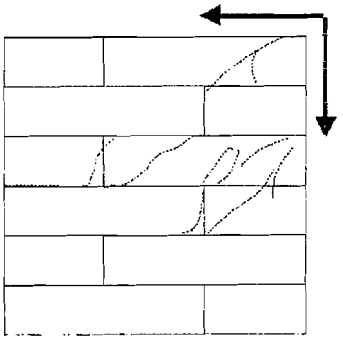


depan

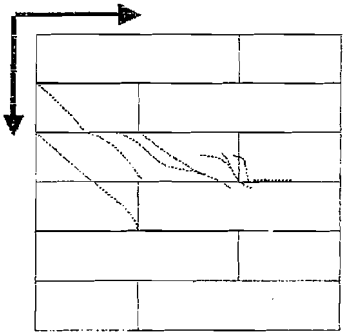


belakang

Specimen 2

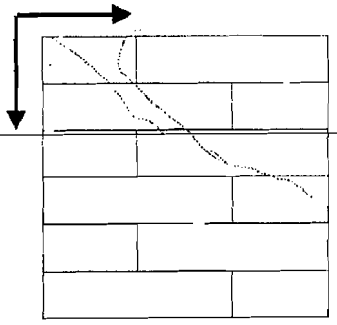


depan

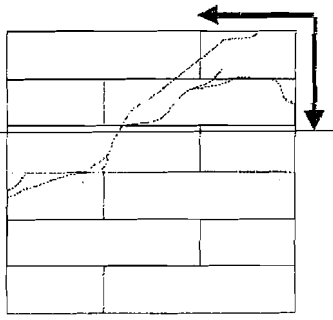


belakang

Specimen 3



depan

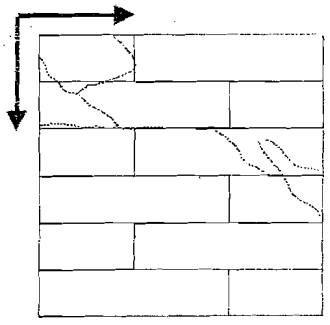


belakang

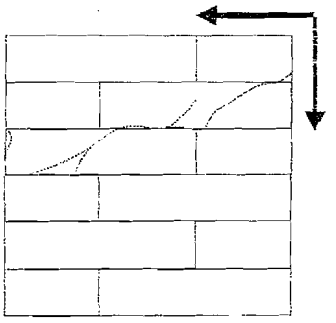
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Model Kerusakan Geser Pasangan Variasi Bata Bawah

Specimen 1

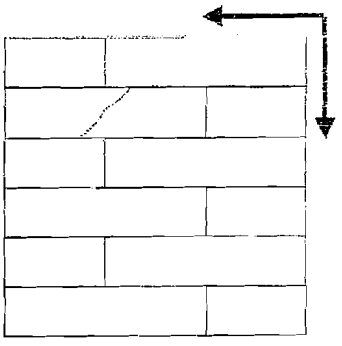


depan

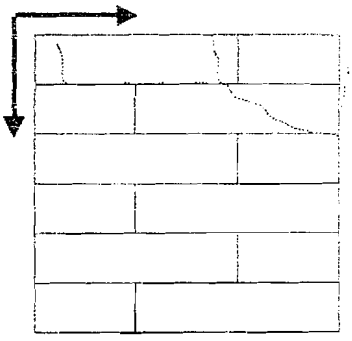


belakang

Specimen 2

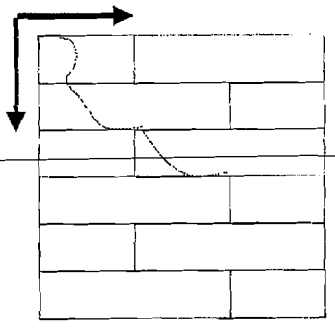


depan

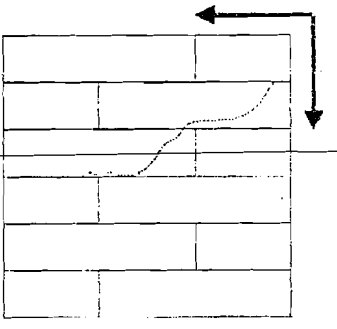


belakang

Specimen 3

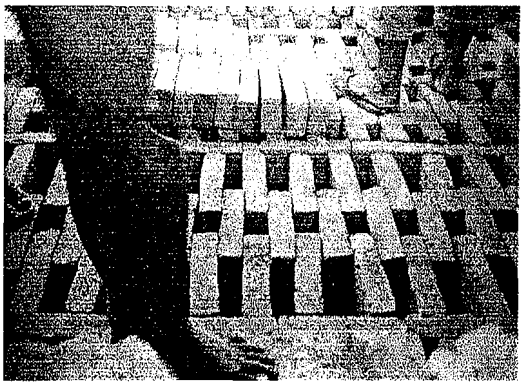


depan



belakang

LAMPIRAN III



Gambar III.1 Penyusunan Bata Dalam Tungku



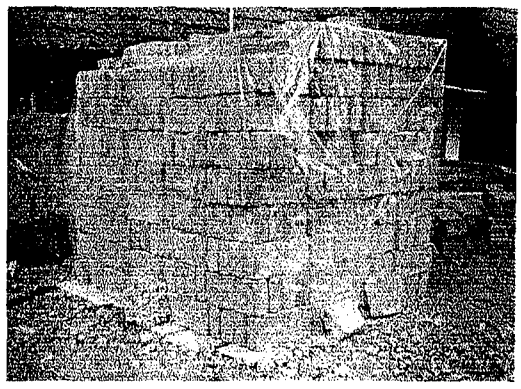
Gambar III.2 Bahan Bakar Kayu



Gambar III.3 Pembakaran Bata Menggunakan Kayu



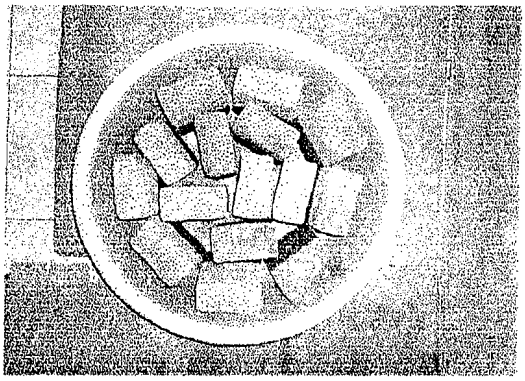
Gambar III.4 Pembongkaran/Pengambilan Bata



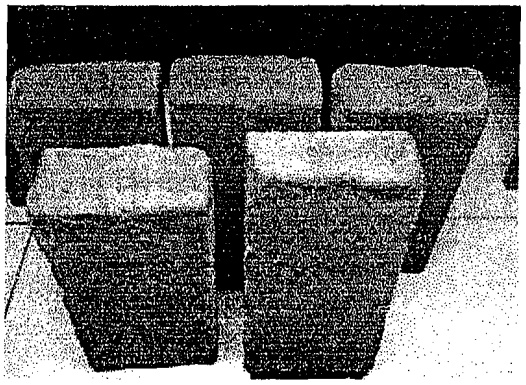
Gambar III.5 Penyimpanan Bata di Laboratorium



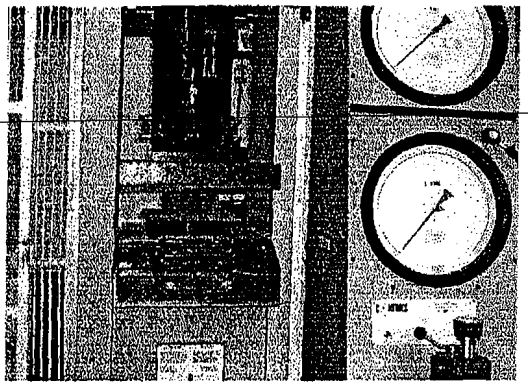
Gambar III.6 Pengukuran Dimensi Bata



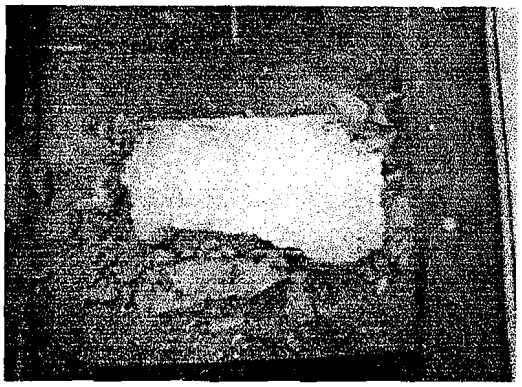
Gambar III.7 Pengujian Kadar Garam Bata



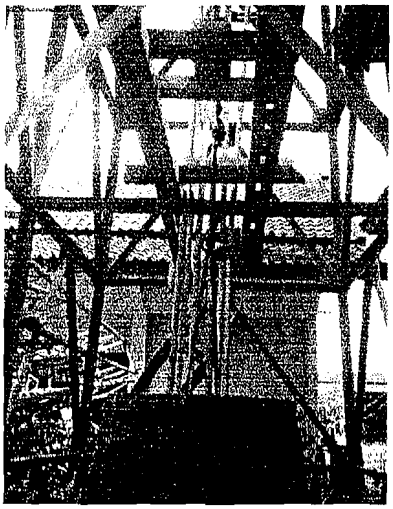
Gambar III.8 Hasil Pengujian Kadar Garam Bata



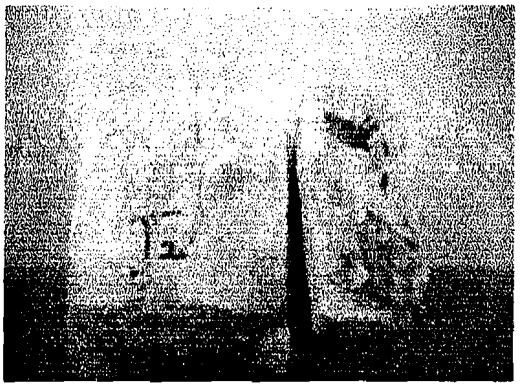
Gambar III.9 Pengujian Kuat Tekan Bata



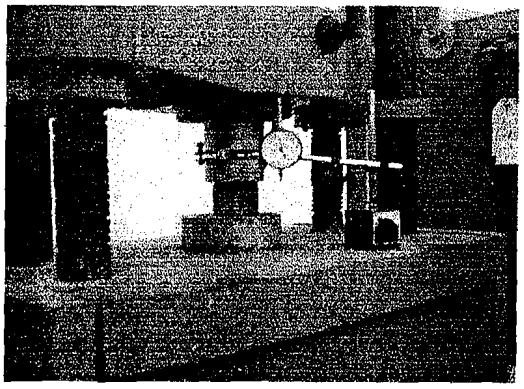
Gambar III.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bata



Gambar III.11 Pengujian *Modulus Rupture* Bata



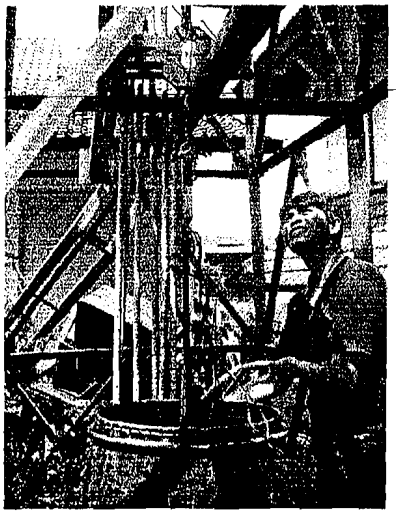
Gambar III.12 Hasil Pengujian *Modulus Rupture* Bata



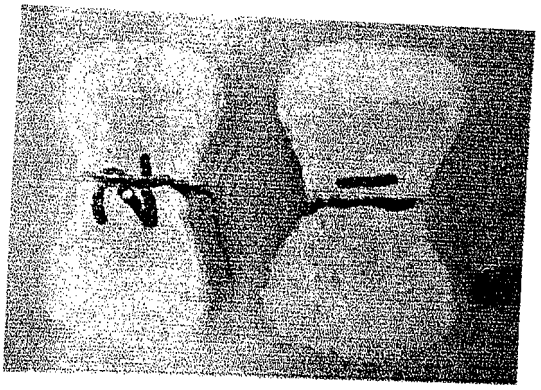
Gambar III.13 Pengujian Kuat Tekan Mortar



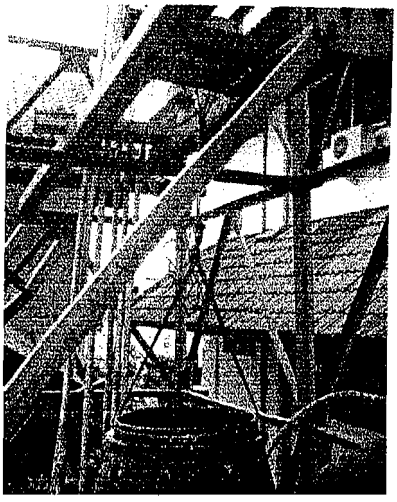
Gambar III.14 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar



Gambar III.15 Pengujian Kuat Tarik Mortar



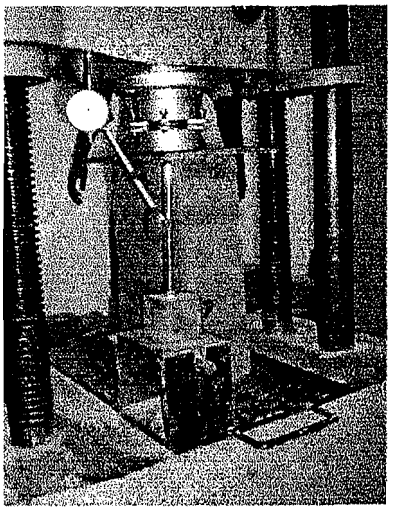
Gambar III.16 Hasil Pengujian Kuat Tarik Mortar



Gambar III.17 Pengujian Kuat Lekat Bata Mortar



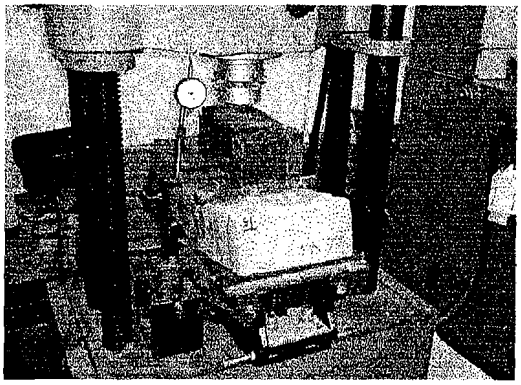
Gambar III.18 Hasil Pengujian Kuat Lekat Bata Mortar



Gambar III.19 Pengujian Kuat Tekan Pasangan Bata



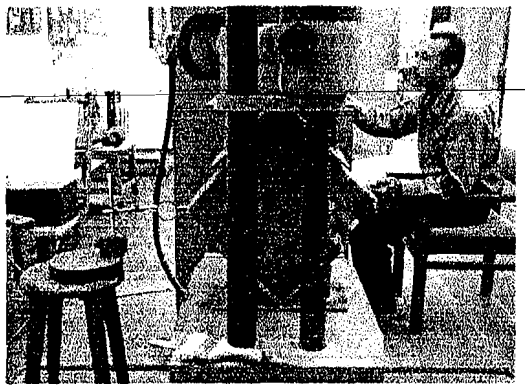
Gambar III.20 Hasil Pengujian Kuat Tekan Pasangan Bata



Gambar III.21 Pengujian Kuat Lentur Pasangan Bata



Gambar III.22 Hasil Pengujian Kuat Lentur Pasangan Bata



Gambar III.23 Pengujian Kuat Geser Pasangan Bata