

PERPUSTAKAAN FTSP UIN	
RADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	29 - 11 - 2007
NO. JUDUL :	2624
NO. INV. :	5120002624001
NO. INDUK :	002624

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN KEKUATAN BATA MERAH DENGAN BATU
BATA CAMPURAN LUMPUR DAERAH
SIDOARJO JAWA TIMUR**



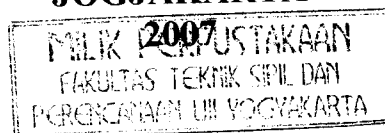
Disusun Oleh:

NAMA : RAMADHAN YORY HERVANDA

NO. MHS : 01 511 234

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

JOGJAKARTA



LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PERBANDINGAN KEKUATAN BATA MERAH
DENGAN BATU BATA CAMPURAN LUMPUR DAERAH
SIDOARJO JAWA TIMUR

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh derajat sarjana Teknik Sipil

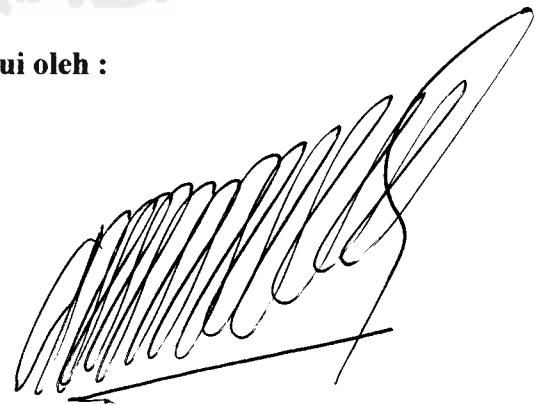
Dibuat oleh :

RAMADHAN YORY HERYANDA

No. Mhs : 01 511 234

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

A Kadir Aboe, Ir, H, MS
Dosen Pembimbing



Tanggal 22/06-2007

MOTTO

“Allah satu-satunya tempat bergantung”

(QS Al – Ikhlas : 2)

“Tak ada yang lebih setia menepati janji daripada Allah.”

(QS At Taubah : 111)

“ Sesungguhnya sholatku, ibadahku, hidup dan matiku hanyalah untuk Allah, penguasa semesta alam tiada sekutu bagi-Nya, dan demikian itulah yang diperintahkan kepadaku dan aku adalah orang yang pertama-tama menyerahkan diri kepada Allah.”

(QS Al An’am : 162-163)

“Sesungguhnya Allah tiada mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(QS Ar-Ra’du : 11)

“Orang yang menghadapi maut yakin bahwa waktu perpisahan telah tiba.”

(QS Al – Qiyaamah : 28)

“Hendaklah ada diantaramu kelompok yang selalu mengajak kepada kebajikan, memerintahkan kepada yang makruf dan mencegah dari kemungkaran, Mereka itulah orang – orang yang bakal mencapai kebahagiaan.”

(QS Ali Imran : 104)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbilalamin segala puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan petunjuknya yang dilimpakan kepada kami dan sholawat salam kami haturkan kepada rasul Allah Muhammad SAW atas kerja kerasnya untuk mengajak umat manusia kedalam jalan kebaikan.

Kupersembakan Tugas Akhir ini untuk:

Ibunda dan Ayahanda yang tercinta yang telah memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materiil sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik, Terimalah salamku ini sebagai bukti baktiku sebagai anak yang tidak akan pernah bisa mengantikan waktu dan tenaga Ibunda dan Ayahanda yang telah merawat ananda penuh dengan kesabaran sampai sekarang dan seterusnya.....

Terima kasihku untuk:

"My inspiration" Nike Risveni S.psi untuk dukungan, kasih sayang serta kegalakannya...

Adikoe tercinta.. terimakasih atas doanya..

Teman-teman seperjuang yang sudah lulus jo salu yo nek ono lowongan kabari yo cak, konco-koncoku nek durung lulus lanjutkan perjuangan kamu jangan muda putus asa penuhi keinginan orang tuamu ...

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah ﷻ atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya. Tak lupa shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad ﷺ, keluarga, para sahabat, dan para pengikutnya. Karena keridhoan-Nya, penyusunan Tugas Akhir dengan judul **PERBANDINGAN KEKUATAN BATA MERAH DENGAN BATU BATA CAMPURAN LUMPUR DAERAH SIOARJO JAWA TIMUR** dapat terselesaikan.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, banyak bimbingan dan bantuan yang diperoleh dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Ruzardi, MS. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
2. Bapak Ir. H, Faisol A.M, MS selaku Ketua Jurusan teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

3. Bapak Kadir Aboe Ir, H,MS selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran dan ketelitian telah memberikan saran, nasihat serta bimbingan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
4. Bapak, ibu dan adik koe serta seluruh keluarga tercinta yang dengan tulus ikhlas telah memberi dukungan moril maupun materil sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik.
5. "My inspiration" Nike Risveni, S.psi untuk dukungan, kasih sayang serta kegalakannya...
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan hingga terselesainya penyusunan Tugas Akhir ini.

Besar harapan saya semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada siapa saja yang membutuhkan referensi mengenai beton pasir.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالرَّحْمَةُ لِلَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Jogjakarta, April 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR RUMUS	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAKSI	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Batu Bata	6
2.3 Lumpur Panas Sidoarjo	9

BAB III LANDASAN TEORI

3.1	Pengujian Awal	11
3.1.1	Pengujian Dimensi Batu Bata.....	11
3.1.2	Pengujian berat Volume.....	12
3.2	Pengujian Akhir	13
3.2.1	Pengujian Kuat Tekan.....	13
3.2.2	Pengujian Kuat Lentur	16
3.2.3	Pengujian Kuat Geser.....	18

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1	Bahan Penyusun Batu Bata	20
4.1.1	Tanah Liat.....	20
4.1.2	Air.....	20
4.2	Lumpur.....	21
4.3	Alat Yang Digunakan.....	21
4.4	Pelaksanaan penelitian	22
4.4.1	Dimensi Bata.....	22
4.4.2	Berat Volume Batu Bata.....	22
4.4.3	Uji Kuat Tekan.....	23
4.4.4	Uji Kuat Lentur.....	23
4.4.5	Uji Kuat Geser.....	24
4.5	Jumlah sampel	24

4.6	Pengolahan data.....	25
4.7	Langkah-Langkah Penelitian.....	25
4.8	Waktu Pelaksanaan	28

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1	Pengukuran Dimensi Batu Bata	29
	5.1.1 Hasil Penelitian.....	29
	5.1.2 Pembahasan Hasil Penelitian.....	32
5.2	Pengukuran Berat Volume Batu Bata	34
	5.2.1 Hasil Penelitian.....	34
	5.2.2 Pembahasan Hasil Penelitian.....	35
5.3	Pegujian Kuat Tekan	36
	5.3.1 Hasil Penelitian.....	37
	5.3.2 Pembahasan Hasil Penelitian.....	38
5.4	Pengujian Kuat Lentur	40
	5.4.1 Hasil Penelitian.....	40
	5.4.2 Pembahasan Hasil Penelitian.....	41
5.5	Pengujian Kuat Geser.....	43
	5.5.1 Hasil Penelitian.....	43
	5.5.2 Pembahasan Hasil Penelitian.....	44
5.6	Pengaruh Kandungan Lumpur Terhadap Kekuatan Batu Bata.....	46
	5.6.1 Pembahasan Hasil Uji.....	46

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan.....	48
6.2	Saran.....	50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

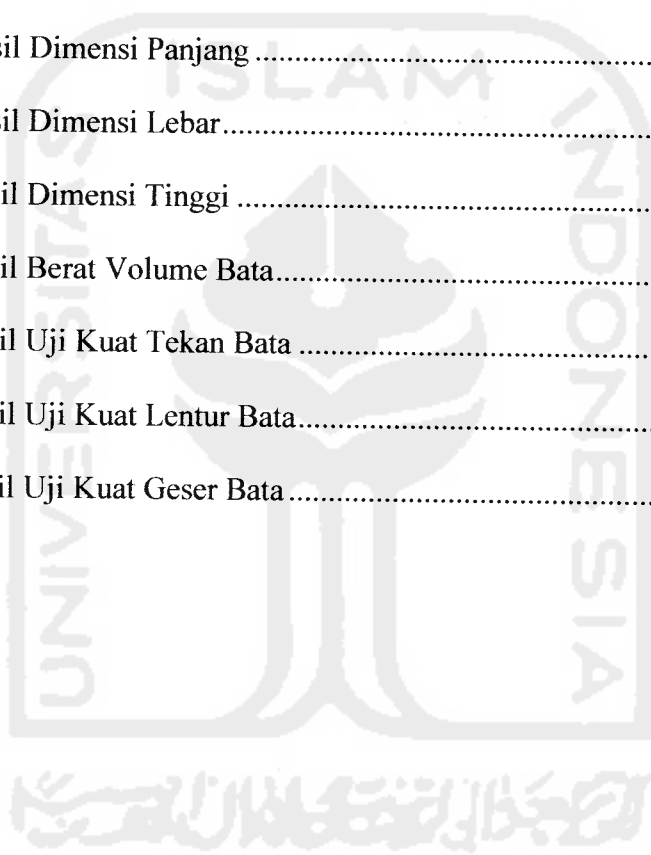


DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ukuran Bata Merah (PUBI 1982)	8
Tabel 2.2	Dimensi Standar Bata Indonesia (NI-10)	9
Tabel 2.3	Penyimpangan Dimensi Yang Diperbolehkan (NI-10).....	9
Tabel 2.4	Kandungan Lumpur Lapindo.....	10
Tabel 3.1	Syarat Ukuran Bata (NI-10)	12
Tabel 3.2	Kelas dan Kuat Tekan Bata (PUBI 1982)	14
Tabel 3.3	Mutu dan Kuat Tekan Bata (NI-10)	14
Tabel 4.1	Peralatan Penelitian	21
Tabel 4.2	Jumlah Benda Uji	24
Tabel 4.3	Rencana Jadwal Kegiatan Penelitian.....	28
Tabel 5.1	Hasil Rata-Rata Dimensi Bata.....	30
Tabel 5.2	Nilai Penyimpangan Dimensi Bata	30
Tabel 5.3	Hasil Uji Berat Volume Bata	34
Tabel 5.4	Hasil Uji Kuat Tekan Bata	37
Tabel 5.5	Hasil Uji Kuat Lentur Bata.....	40
Tabel 5.6	Hasil Uji Kuat Geser Bata.....	43
Tabel 5.7	Hasil Uji Kuat Tekan, Lentur Dan geser Bata	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Uji Kuat Tekan Bata.....	15
Gambar 3.2 Uji Kuat Lentur Bata	17
Gambar 3.3 Uji Kuat Geser Bata	19
Gambar 4.1 Langkah-Langkah Penelitian	27
Gambar 5.1 Hasil Dimensi Panjang.....	31
Gambar 5.2 Hasil Dimensi Lebar.....	31
Gambar 5.3 Hasil Dimensi Tinggi	31
Gambar 5.4 Hasil Berat Volume Bata.....	35
Gambar 5.2 Hasil Uji Kuat Tekan Bata	37
Gambar 5.2 Hasil Uji Kuat Lentur Bata.....	41
Gambar 5.2 Hasil Uji Kuat Geser Bata.....	44



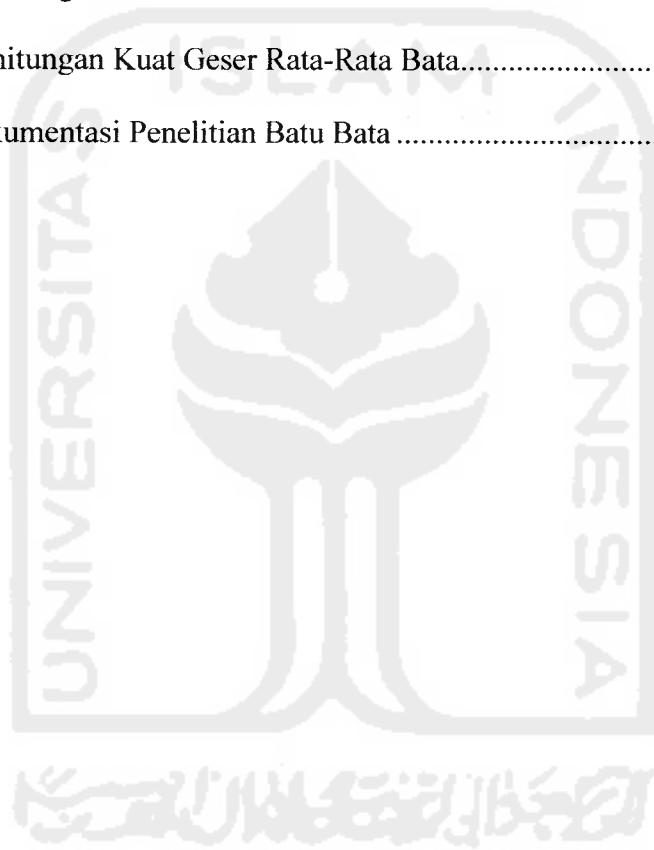
DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1 Berat Volume Bata.....	13
Rumus 3.2 Kuat Tekan.....	14
Rumus 3.3 Kuat Lentur	16
Rumus 3.4 Kuat Geser	18



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengukuran Dimensi Rata-Rata Bata	
Lampiran 2 Perhitungan Berat Volume Rata-Rata Bata	
Lampiran 3 Perhitungan Kuat Tekan Rata-Rata Bata.....	
Lampiran 4 Perhitungan Kuat Lentur Rata-Rata Bata	
Lampiran 5 Perhitungan Kuat Geser Rata-Rata Bata.....	
Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian Batu Bata	



ABSTRAKSI

Batu bata yaitu suatu unsur bangunan yang digunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan, dan sangat digemari karena bahan baku batu bata tersedia cukup melimpah. Obyek dalam Tugas Akhir ini mengambil topik mengenai sifat kekuatan batu bata yaitu kuat tekan, kuat lentur dan kuat geser dari bata merah standar yang umum digunakan oleh masyarakat dengan batu bata lumpur dengan perbandingan variasi campuran lumpur 25%, 50%, 75% dan 100%. Penelitian ini menggunakan metode uji eksperimental di laboratorium BKT FTSP UII dengan jumlah sampel 25 bata pada pengujian awal dan 5 bata bervariasi pada pengujian akhir dan dilaksanakan dari bulan Desember 2006 sampai Mei 2007.

Dari hasil penelitian diperoleh batu bata Lumpur mengalami penyusutan dimensi lebih besar daripada batu bata merah, tapi memiliki berat volume lebih berat yaitu dengan nilai berat volume optimum sebesar $0,0015 \text{ kg/cm}^3$ dengan prosentase kenaikannya sebesar 9,09%, 18,18%, 27,27% dan 36,36%. Bata lumpur memiliki nilai kuat tekan optimum sebesar $223,68 \text{ kg/cm}^2$ termasuk mutu tingkat 1, kelas 200 menurut NI-10 dan PUBI, dengan prosentase kenaikannya sebesar 11,95%, 23,17%, 33,62% dan 43,53%. Bata lumpur memiliki nilai kuat lentur optimum sebesar $9,387 \text{ kg/cm}^2$ dengan prosentase kenaikannya sebesar 44,1%, 82,76%, 51,05% dan 12,88%. Bata lumpur memiliki nilai kuat geser optimum sebesar $11,31 \text{ kg/cm}^2$ dengan prosentase kenaikannya sebesar 115,8%, 243,7%, 132,2% dan 17,6%.

Berdasarkan hasil pengujian mengenai kekuatan batu bata didapatkan bahwa batu bata Lumpur dengan penambahan variasi campuran memiliki kekuatan lebih baik daripada batu bata merah standar yang digunakan pada masyarakat umumnya.

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab Pendahuluan ini membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta batasan masalah sebagaimana yang akan diuraikan berikut ini :

I.1 Latar Belakang Masalah

Sudah kita ketahui bahwa perkembangan era globalisasi mengalami kemajuan dengan pesat. Indonesia merupakan negara berkembang yang harus senantiasa siap dengan perubahan-perubahan yang mungkin terjadi. Hal ini ditandai dengan persaingan negara berkembang termasuk Indonesia untuk menyiapkan sumber daya manusia yang handal. Usaha ini menjadi kunci penting dalam menciptakan segala ilmu dan teknologi demi tercapainya segala kebutuhan manusia. Kebutuhan akan tempat tinggal menjadi sangat penting mengingat semakin bertambahnya jumlah dari penduduk Indonesia dan terbatasnya luas tanah untuk pembangunan. Hal ini menjadi motivasi dalam hal menciptakan teknologi yang tepat guna dalam hal konstruksi.

Di Indonesia sudah membudaya penggunaan batu bata merah sebagai bahan konstruksi dinding sejak jaman kolonial belanda, baik itu rumah tinggal sederhana maupun bangunan bertingkat. Bahkan lebih dari 50% dari volume bangunan terdiri dari batu bata. Selain itu bahan baku untuk pembuatan batu bata yang relatif banyak menjadikan salah satu alasan untuk menggunakan batu bata sebagai bahan konstruksi. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha penelitian untuk mendapatkan suatu alternatif baru dalam komposisi pembentuk batu bata, dengan menggunakan bahan campuran

penyusun batu bata yang berbeda misalnya, diharapkan dapat memberikan pengaruh atau perubahan terhadap kuat batu bata secara mekanis.

Pada bencana banjir lumpur panas dilokasi pengeboran PT lapindo Brantas di desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, yang terjadi sejak tanggal 29 Mei 2006. Hal ini menyebabkan tergenangnya kawasan pemukiman, pertanian dan perindustrian di empat kecamatan sekitarnya. Diperkirakan banjir lumpur ini untuk satu tahun kedepan belum bisa di pastikan berhenti. Dengan melihat permasalahan luapan lumpur ini maka peneliti tertarik untuk menggunakan sebagai bahan penelitian. Bahan penambahan campuran lumpur ini diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanis dari batu bata itu sendiri.

Kaitannya dengan penelitian kali ini adalah seberapa besar pengaruh penambahan lumpur sebagai bahan tambahan campuran terhadap kekuatan batu bata yaitu kuat desak, kuat lentur dan kuat geser.

I.2 Rumusan Masalah

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

1. Berapa besar kuat tekan, kuat lentur dan kuat geser pada bata dengan variasi campuran Lumpur PT. Lapindo Brantas, 25%, 50%, 75%, 100%, dengan batu bata standar yang umum di pasaran ?
2. Apakah dapat dikatakan lebih baik dalam kualitas jika dibandingkan dengan batu bata standar yang umum di pasaran ?

I.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui berapa besar kekuatan batu bata dengan penambahan campuran Lumpur PT. lapindo Brantas.
2. Mengetahui nilai kualitas perbandingan batu bata dengan variasi campuran Lumpur PT. lapindo Brantas.

I.4 Manfaat Penelitian

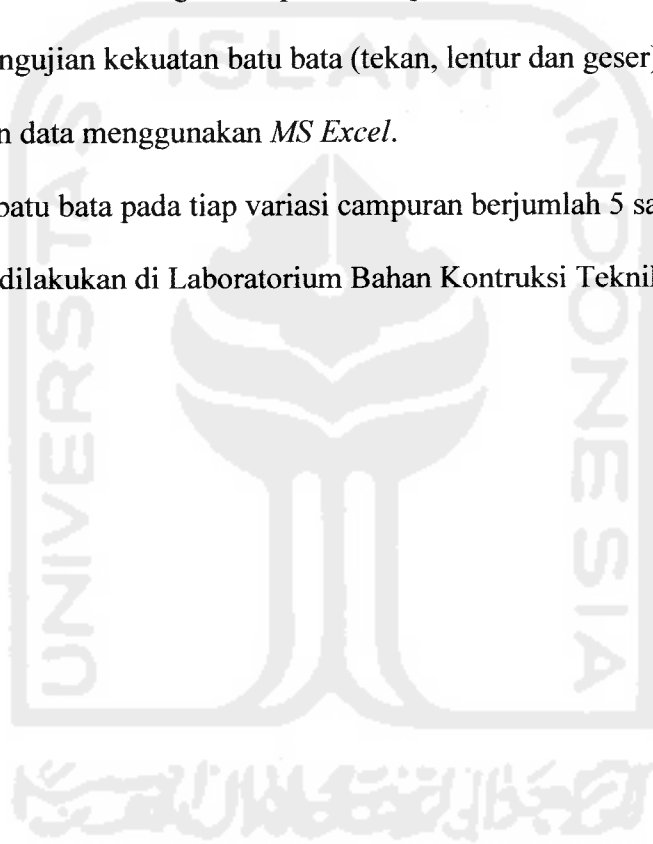
1. Untuk mengetahui jenis bahan material baru, dalam hal ini pembentuk batu bata.
2. Dapat diekspor keluar negeri.
3. Sebagai bahan pertimbangan untuk pemilihan bahan material Pembentuk batu bata yang baik
4. Dapat digunakan sebagai referensi bagi para peneliti berikutnya, dan
5. Ditemukan dan diperkenalkannya batu bata jenis baru sebagai bahan bangunan, kepada masyarakat Yogyakarta khususnya serta para praktisi pada umumnya.

I.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 ditentukan sebagai berikut :

1. Lumpur yang digunakan adalah Lumpur dari PT. Lapindo brantas, pada jarak \pm 100 Meter dari pusat semburan. di desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur
2. Penelitian ini menggunakan perbandingan batu bata standar berasal dari dari Dusun Nganten, Desa Ngawen, Muntilan, Magelang, Jawa Tengah.

3. Penelitian ini menggunakan bahan uji dengan bentuk sesuai dengan ukuran batu bata yang ada dipasaran. Dengan ukuran sampel 240 x 120 x 50 mm.
4. Komposisi bahan pembentuk batu bata adalah tanah liat dan air dengan penambahan lumpur sebagai variasi uji.
5. Variasi campuran untuk penambahan pembentuk batu bata digunakan penambahan variasi dengan campuran lumpur 25%, 50%, 75%, 100%.
6. Metoda pengujian kekuatan batu bata (tekan, lentur dan geser)
7. Pengolahan data menggunakan *MS Excel*.
8. Benda uji batu bata pada tiap variasi campuran berjumlah 5 sampel.
9. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik FTSP UII.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini sangat dibutuhkan pustaka yang mendukung pencapaian tujuan penelitian, sehingga akan diperoleh suatu hasil yang akurat serta dapat dijadikan pedoman dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang akan terjadi. Tinjauan pustaka tersebut diambil dari jurnal, makalah, buku-buku, serta dari internet.

2.1 Tinjauan Umum

Penggunaan bata sebagai material bangunan pada awalnya sangat menarik karena bahannya yang terdiri dari material tanah dan proses pembuatannya merupakan salah satu perwujudan dari kebudayaan manusia. Batu bata merupakan bahan bangunan yang pada awalnya berfungsi sebagai pembatas antar ruang pada suatu bangunan konstruksi. Batu bata juga dapat digunakan untuk berbagai kegunaan struktur termasuk berbagai macam dinding dan bagiannya, pondasi, kolom, plesteran, cerobong asap dan perapian, tungku pembakaran, trotoar dan tangga, lantai, pot tanaman, sandaran dan pagar jembatan, dan perkerasan. Kemungkinan penggunaan bata tidak ada batasannya. Hal ini ditandai dengan banyaknya kegunaan dari bata itu sendiri yang telah dimanfaatkan oleh manusia.

2.2 Batu Bata

Batu bata yaitu suatu unsur bangunan yang digunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air, Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982), dari Yayasan Dana Normalisasi Indonesia. Proses pembuatan dapat dilakukan dengan cara tradisional dan cara mekanis sebagaimana yang akan dijelaskan berikut ini:

a. Cara tradisional (industri rumah tangga)

Bahan dasar (tanah liat, air) di campur dan diaduk/dicampur sampai rata. Batu-batu kerikil atau bahan lain yang dapat menurunkan kualitas batu bata dikeluarkan. Kemudian dicetak dengan cetakan kayu atau baja. Setelah keras bata ditumpuk setinggi 10-15 bata untuk diangin-anginkan \pm 2-7 hari. Bata yang sudah kering ditumpuk membentuk gunungan yang diberi celah/lubang untuk diisi bahan bakar dari kayu atau sekam padi, pembakaran menggunakan sekam padi tentunya akan menghasilkan kematangan bata yang berbeda dengan pembakaran menggunakan bahan bakar kayu. Bata yang dibakar dengan menggunakan bahan bakar kayu umumnya akan lebih matang dari bata yang dibakar dengan bahan bakar sekam padi. Panas yang terjadi dalam pembakaran menggunakan kayu lebih tinggi dibandingkan sekam padi yang cepat menjadi abu.

b. Cara mekanis

Penggalian tanah liat dilakukan dengan mesin keruk besar untuk diangkut ke mesin adonan. Tanah liat dicampur dengan air dibentuk bulatan-bulatan panjang, dipotong-potong dan digiling agar menjadi adonan yang homogen. Adonan yang

sudah homogen dimasukkan kedalam mesin pemeras untuk selanjutnya dipotong panjangnya dengan kawat sehingga ukuran dan bentuk tepat. Setelah itu dikeringkan pada suhu 37 - 200°C selama 24 - 48 jam didalam dapur pengeringan, sedangkan pembakaran dilakukan dengan suhu 1000°C selama 24 jam setelah itu didinginkan selama 48 – 72 jam.

Menurut Heinz Frick (1999), bata merah sebagai hasil *home industry*, yang biasanya dilakukan oleh rakyat didesa-desa, dibuat dengan menggunakan bahan-bahan dasar seperti tanah liat, sekam padi, kotoran binatang, dan air. Adapun bahan bata merah terdiri dari :

1. Tanah liat

Tanah liat merupakan bagian berat yang mengandung silika sebesar 50% sampai dengan 70%. Bata yang terlalu banyak tanah liat mengakibatkan susutan bata cukup besar selama proses pengeringan dan pembakaran, yang dapat menimbulkan retak atau melengkung.

2. Air

Air digunakan untuk melunakkan dan merendam tanah liat. Sehingga tanah liat bersifat plastis, sifat plastis ini penting agar tanah dapat dicetak dengan mudah, dikeringkan tanpa susut, retak-retak, maupun melengkung.

Setelah diaduk sampai rata, campuran itu direndam selama satu hari satu malam dan campuran dibersihkan dahulu dari batu-batu kerikil atau bahan lain yang menjadikan bata merah jelek. Ciri-ciri bata merah yang baik, buatan *home industry* maupun perusahaan besar ialah :

- a. permukaannya kasar,

- b. warnanya merah seragam (merata),
- c. bunyinya nyaring, dan
- d. tidak mudah hancur atau patah.

Tinggi rendahnya kualitas bata merah ini tergantung pada : kualitas tanah liat sebagai bahan mentah, metode serta pengawasan proses pengolahan dan pencetakan yang tergantung pada proses pembakaran Secara fisik ukuran atau dimensi bata merah harus diperhatikan, walaupun modifikasi ukuran dan bentuk dari bata merah yang sudah umum dibuat (konvensional) diperbolehkan, karena ukuran bata merah berhubungan dengan inersia penampang pada bata merah tersebut, sehingga dapat juga berpengaruh terhadap besarnya kekuatan bata tersebut. Menurut Departemen Pekerjaan Umum, Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982), dari Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, ukuran standar bata merah (konvensional) adalah seperti dijelaskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Ukuran Bata Merah Menurut PUBI-1982

Acuan yang dipakai	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Modul M-5a	190	90	65
Modul M-5b	190	140	65
Modul M-6	230	110	55

Sumber: Persyaratan Umum bahan bangunan, (PUBI-1982)

Acuan lain yang dipakai dalam pengukuran dimensi bata merah di Indonesia adalah Peraturan Bata Merah sebagai Bahan Bangunan yang berlaku di Indonesia (NI-10) dari Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, yang menyatakan bahwa dimensi bata merah yang sudah umum digunakan sebagai bahan bangunan (bata konvensional) adalah seperti yang dijelaskan dalam Tabel 2.2. dan tabel 2.3.

Tabel 2.2 Dimensi (Standar Indonesia NI-10)

Jenis	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Bata I	240	112	50
Bata II	230	110	50

Sumber: Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan, SNI NI-10, 1964

Tabel 2.3 Penyimpangan yang diperbolehkan (Standar Indonesia NI-10)

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

Sumber: Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan, SNI NI-10, 1964

2.3. Lumpur Panas Sidoarjo

Menurut Rovicky Dwi Putrohari (2006), Pada waktu awal terjadinya lumpur di Sidoarjo ini diperkirakan dari material yang berada pada kedalaman sekitar 2000-6000 ft (1-3 Km) dibawah permukaan tanah. Ketika lumpur ini keluar dari perut bumi banyak mengandung solid atau material padatan berupa tanah lempung dan tanah pekat yg ikut terproduksi. Solid atau material padatan berupa tanah lempung yang meluap ke permukaan tanah dengan cara menggerus pasir dan silt. Gerusan itulah yang membuat luapan air panas itu berbentuk mirip lumpur panas dengan kandungan air yang dominan, terdapat 70% air dan 30% solid. Panas lumpur ini mencapai 90 derajat celsius, dan terasa asin istilahnya, formasi saline. Lumpur ini apabila mengeras akan tampak seperti bongkahan lempung dan berwarna abu-abu kerasnya seperti batu. Berdasarkan pengujian toksikologis di 3 laboratorium terakreditasi (Sucofindo, Corelab dan Bogorlab) diperoleh kesimpulan ternyata lumpur Sidoarjo tidak termasuk limbah berbahaya baik untuk bahan anorganik seperti Arsen, Barium, Pozolan, Mangan, Zeng, Kapur Tohor dan sebagainya, maupun untuk untuk bahan organik seperti Trichlorophenol, Chlordane, Chlorobenzene, Chloroform dan

sebagainya. Hasil pengujian menunjukkan semua parameter bahan kimia itu berada di bawah baku mutu dan aman bagi lingkungan.

Tabel 2.4 Kandungan mutu lumpur Lapindo

Beberapa hasil pengujian

Parameter	Hasil uji maks	Baku Mutu (PP Nomor 18/1999)
Arsen	0,045 Mg/L	5 Mg/L
Barium	1,066 Mg/L	100 Mg/L
Pozolan	5,097 Mg/L	500 Mg/L
Mangan	0,05 Mg/L	5 Mg/L
Zeng	0,004 Mg/L	0,2 Mg/L
Kapur Tohor	0,02 Mg/L	20 Mg/L
Trichlorophenol	0,017 Mg/L	2 Mg/L (2,4,6 Trichlorophenol) 400 Mg/L (2,4,4 Trichlorophenol)

Sumber : [www. Rovicky. Wordpress.com.](http://www.Rovicky.Wordpress.com), Lumpur panas sidoarjo, Ditulis oleh *Rovicky Dwi Putrohari*, (2006) opened on 26 Des 2006, 11.05

BAB III

LANDASAN TEORI

Landasan teori memuat dasar-dasar teori yang akan dipergunakan secara garis besar dan merupakan tuntunan yang akan digunakan untuk merumuskan hipotesis. Landasan teori ini meliputi teori dalam pengujian awal dan pengujian akhir.

3.1 Pengujian Awal

Pengujian awal yakni pengujian skala kecil, yang lebih bersifat untuk mengetahui karakteristik (pengujian dimensi dan berat volume batu bata) sample uji secara khusus. Sebelum diuji dalam lingkup pengujian awal, bata terlebih dahulu diuji secara visual untuk mengetahui kualitas bata tersebut.

3.1.1 Pengujian Dimensi Batu Bata

Secara fisik ukuran atau dimensi bata harus diperhatikan, Acuan yang dipakai dalam pengukuran dimensi bata dalam penelitian adalah Peraturan Bata Merah sebagai Bahan Bangunan yang berlaku di Indonesia (NI-10) dari Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, yang menyatakan bahwa dimensi bata yang sudah umum digunakan sebagai bahan bangunan (bata konvensional) adalah seperti yang dijelaskan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Syarat Ukuran Bata Menurut NI-10

Ukuran	Jenis besar	Jenis kecil	Toleransi ukuran
Panjang	240 mm	230 mm	kurang lebih 3% selisih ukuran bata merah terbesar dengan terkecil 10 mm
Lebar	112 mm	110 mm	kurang lebih 4% selisih ukuran bata merah terbesar dengan terkecil 5 mm
Tebal	50 mm	50 mm	kurang lebih 5% selisih ukuran bata merah terbesar dengan terkecil 4 mm

Untuk keperluan tertentu penggunaan bata dengan dimensi lain (non-konvensional) diperbolehkan. Bata harus dibersihkan dahulu dari kotoran yang menempel sebelum diukur panjang, lebar dan tingginya agar tidak terjadi penyimpangan maupun kesalahan yang fatal. Disamping itu, bata yang dipilih untuk pengukuran usahakan bata merah yang tidak terlalu lama setelah pembakaran, karena bila terlalu lama berada pada udara terbuka dimungkinkan pori-pori bata banyak dimasuki air. Dimensi bata merah yang digunakan pada penelitian ini (panjang, lebar dan tingginya).

3.1.2 Pengujian Berat Volume Batu Bata

Berat volume bata bata yang akan diuji, batu bata ditimbang kemudian diukur dimensinya sehingga mendapatkan berat volume batu bata.

Kalkulasi uji berat volume sebagai berikut :

$$BV = \frac{W}{V} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

BV = Berat volume (kg/cm³)

W = Berat (kg)

V = Volume (cm³)

3.2 Pengujian Akhir Sampel

Pengujian akhir sampel perlu dilakukan untuk mendapatkan data-data yang cukup akurat sehingga dapat dilakukan analisis dan pembahasan tentang permasalahan yang terjadi untuk kemudian diambil kesimpulan.

3.2.1 Pengujian Kuat Tekan.

Pengujian kuat tekan batu bata menunjukkan mutu dan kelas kuat tekannya. Kuat tekan sebuah benda percobaan didapat sebagai hasil bagi beban tekan maksimal dan luas permukaan bata. Nilai standar kelas dan mutu bata merah berdasarkan kuat tekan rata-rata dapat dilihat pada peraturan bata merah sebagai bahan bangunan, seperti tertera pada Tabel 3.2 persyaratan umum bahan bangunan di indonesia (PUBI – 1982) dari Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, dan Peraturan Bata sebagai Bahan Bangunan yang berlaku di

Indonesia (NI-10) dari Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan seperti tertera pada Tabel 3.3 :

Tabel 3.2 Kelas dan Kuat Tekan Bata (PUBI – 1982)

Kelas	Kuat tekan Rata-rata (kg/cm ²)
25	25
50	50
100	100
150	150
200	200
250	250

Tabel 3.3 Mutu dan Kuat Tekan Bata (NI-10)

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

Kalkulasi kuat tekan bahan uji sebagai berikut : (NI-10)

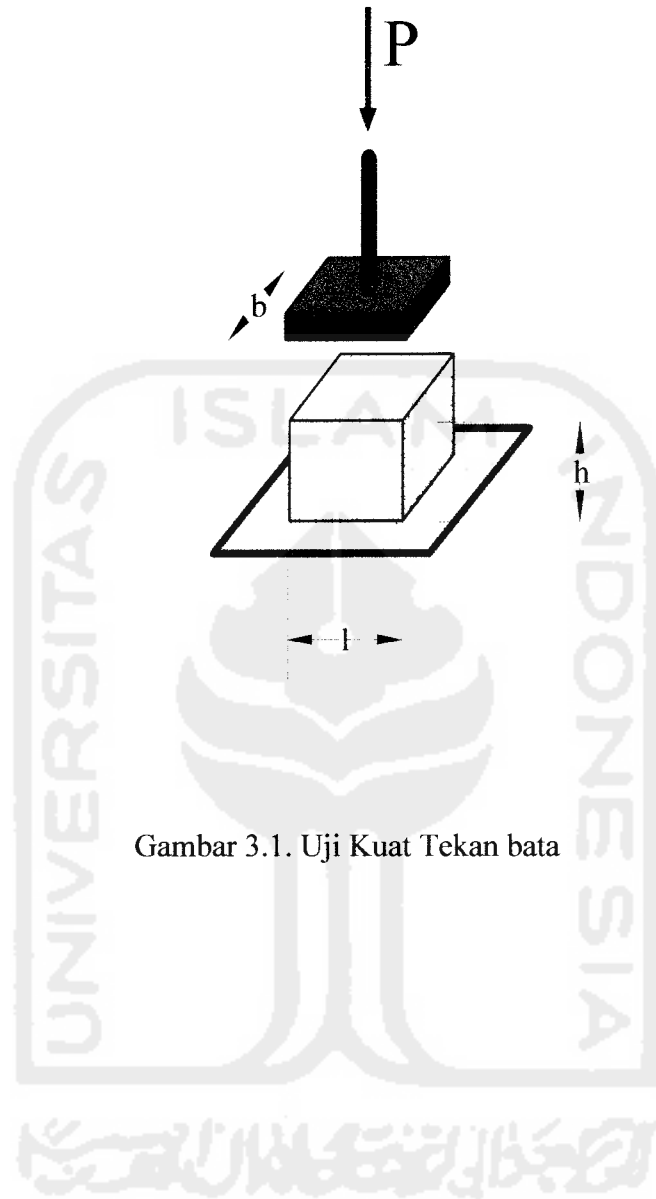
$$\text{Kuat Tekan (f)} = \frac{P_{\max}}{A} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

f = Kuat tekan (kg/cm²)

Pmax = Maksimum pembebanan (kg)

A = Luas permukaan bidang tekan (cm²)



3.2.2 Pengujian Kuat Lentur

Kuat Lentur Bata adalah tegangan dalam serat yang paling dekat, di hitung berdasarkan rumus lenturan elastis untuk momen lentur ultimit yang ditentukan secara eksperimental dari bahan yang melentur. Uji kuat lentur dilakukan dengan cara meletakkan bata secara mendatar (pembebanan pada arah permukaan bata) dan pembebanan diberikan 1 titik pada tengah bentang.

Tumpuan pada bata harus dapat bebas berotasi arah memanjang dan melintang, dengan demikian tidak ada gaya yang bekerja pada arah tersebut.

Kalkulasi kuat lentur sebagai berikut : (SNI 03-2823-1992)

a. Untuk benda uji dengan bidang pecah ditengah-tengah bentang maka dipakai rumus 3.2. :

$$\text{Kuat Lentur } (\sigma_p) = \frac{3P_{\max} l_s}{2bh^2} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana :

σ_p = Kuat lentur (kg/cm^2)

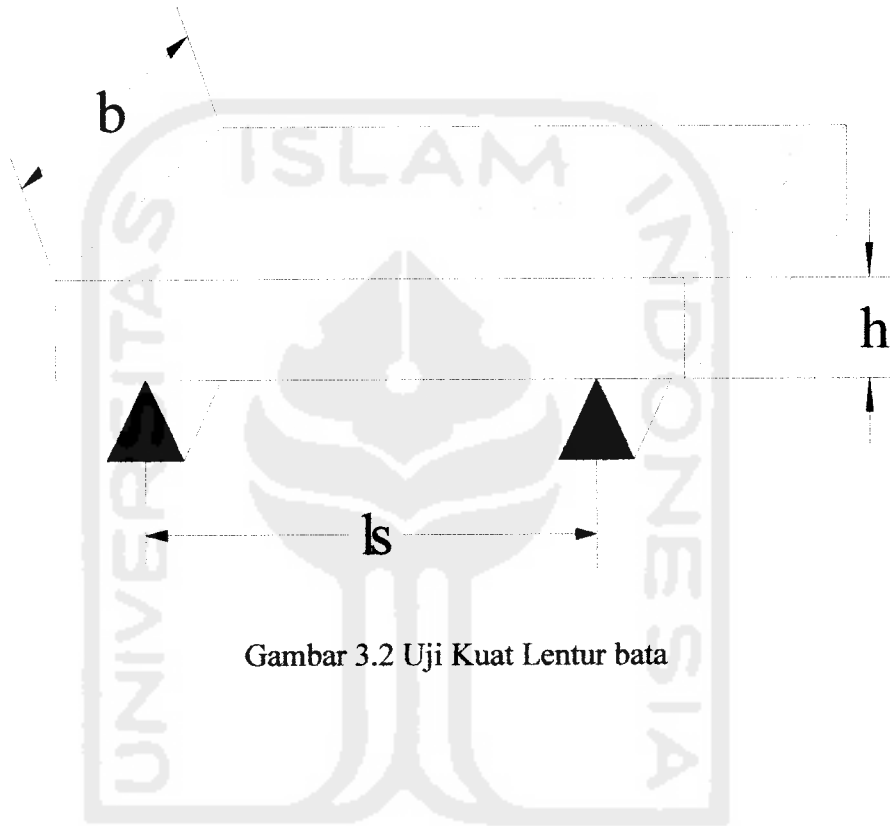
P_{\max} = Maksimum pembebanan (kg)

l_s = Jarak tumpuan (cm)

b = Lebar bata (cm)

h =Tinggi bata (cm)

P



Gambar 3.2 Uji Kuat Lentur bata

3.2.3 Pengujian Kuat Geser.

Bata dibuat berbentuk persegi panjang. Pembebanan diberikan pada satu sisi tegak. Sehingga kerusakan yang terjadi adalah geser tegak yang tegak lurus dengan pembebanan dan tekan pada daerah yang searah dengan arah pembebanan. Untuk memberikan gaya yang tepat maka dibuatkan sepatu pembebanan berbentuk persegi panjang. Sepatu pembebanan ini diletakkan pada ke dua sisi permukaan yang berlawanan. Pembebanan dilakukan secara vertikal. Maka dari itu batu bata diletakkan sehingga sepatu pembebannya tepat tengah-tengah mesin/alat pembebanan. Uji kuat geser ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan yang dihasilkan untuk mengimbangi gaya *horizontal*/gempa. Metode ini digunakan untuk menentukan kuat geser tegak lurus batu bata.

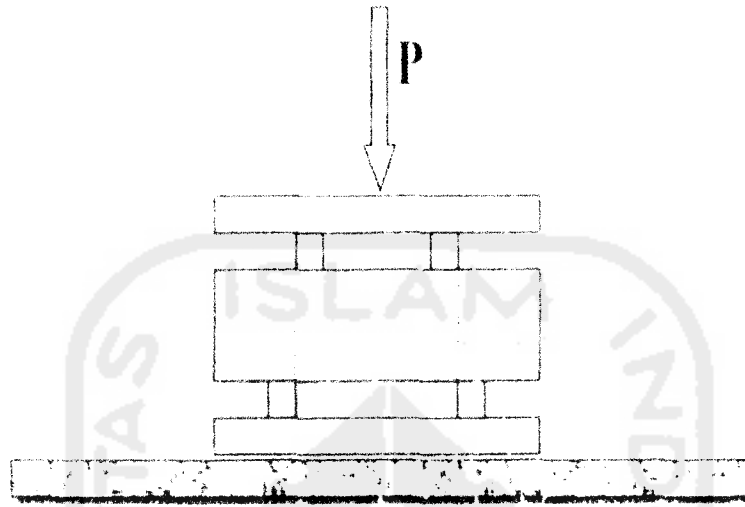
Metode ini untuk menentukan kuat geser maksimum bata. Dengan menggunakan *specimen*/bahan uji pada posisi tegak lurus, menunjukkan model keruntuhan tegangan tegak lurus pada arah beban.

Kalkulasi kuat geser sebagai berikut : (SII-0021-1978)

$$\text{Kuat Geser } (f_u) = \frac{P_{\max}}{2.b.h} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana :

f_u	= Kuat geser	(kg/cm^2)
P_{\max}	= Maksimum pembebanan	(kg)
b	= Lebar bata	(cm)
h	= Tinggi bata	(cm)



Gambar 3.3 Sketsa pembebanan kuat geser benda uji

BAB IV

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian tugas akhir ini mencakup hal-hal yang berkaitan dengan topik penelitian ini. Dimulai dari tinjauan 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 permasalahan yang telah diuraikan dalam tugas akhir ini.

4.1 Bahan Penyusun batu bata

Dalam penelitian ini bahan-bahan penyusun batu bata adalah tanah liat, air, dan penambahan lumpur. Adapun penjelasan akan diuraikan seperti dibawah ini.

4.1.1 Tanah liat

Tanah liat yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Dusun Nganten, Desa Ngawen, Muntilan, Magelang, Jawa Tengah.

4.1.2 Air

Air yang digunakan berdasarkan pengamatan visual tampak jernih, tidak berbau dan tidak berwarna. Sedangkan air diambil berasal dari Dusun Nganten, Desa Ngawen, Muntilan, Magelang, Jawa Tengah.

4.2 Lumpur

Lumpur yang digunakan dalam campuran batu bata ini berasal dari sumberan, luapan, lumuran lumpur panas dilokasi pengeboran PT lapindo Brantas di desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Dengan cara pengambilan sebagai berikut;

1. secara fisik diperhatikan bentuk, texture, dan warna.
2. Pengambilan lumpur dengan menggunakan cangkul dan sekop kemudian dimasukkan didalam karung.

4.3 Alat yang Digunakan

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel

4.1.

Tabel 4.1 Peralatan Penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Timbangan	Menimbang bahan-bahan
2	Kaliper	Mengukur dimensi benda uji
3	Grenda	Meratakan permukaan bata
4	Mesin uji tekan	Menguji kuat tekan sampel
5	Mesin uji lentur	Menguji kuat lentur sampel
6	Mesin uji geser	Menguji kuat geser sampel
7	Spidol	Mencatat Nomer sampel
8	Cangkul	Mengambil sampel
9	Sekop	Mengambil sampel

4.4 Pelaksanaan Penelitian.

Pengujian awal meliputi penentuan dimensi dan berat volume batu bata kemudian pengujian akhir meliputi uji tekan, uji lentur, dan uji geser. Uji pelaksanaan penelitian yang perlu dilakukan antara lain meliputi :

1. Penentuan Dimensi Bata
2. Penentuan Berat Volume Bata
3. Uji Kuat Tekan
4. Uji Kuat Lentur
5. Uji Kuat Geser

4.4.1 Dimensi Bata

Langkah pengujian ;

- a. Bata di bersihkan dari debu dan bahan residual yang melekat,
- b. Diukur dengan menggunakan kaliper tiap arah panjang, lebar dan tinggi, dan
- c. Di ukur minimal pada tiga lokasi yang terkait kemudian hasilnya di rata-rata.

4.4.2 Berat Volume Batu Bata

Langkah pengujian ;

- a. Bata di bersihkan dari debu dan bahan residual yang melekat
- b. Di timbang dengan menggunakan timbangan, dan
- c. Kemudian dibagi dengan dimensi dari batu bata tersebut dan hasilnya di rata-rata.

4.4.3 Uji Kuat Tekan

Langkah pengujian ;

- a. Sebelum pengujian, ratakan permukaan bata dengan menggunakan grenda
- b. Ambil batu bata merah tanah liat dan batu bata variasi campuran lumpur secara acak sebanyak 5 buah sampel untuk tiap jenis variasi bata.
- c. Beri nomor benda uji
- d. Benda uji di tekan dengan mesin uji tekan, dan
- e. Hasilnya di rata-rata.

4.4.4 Uji Kuat Lentur

Langkah pengujian ;

- a. Sebelum pengujian, ratakan permukaan bata dengan menggunakan grenda
- b. Ambil batu bata merah tanah liat dan batu bata variasi campuran lumpur secara acak sebanyak 5 buah sampel untuk tiap jenis variasi bata.
- c. Beri nomor benda uji
- d. Di berikan tekanan sepanjang permukaan bata dan di pastikan pada arah panjang dan lebar permukaan dengan pengujian beban 1 titik, dan
- e. Hasilnya dirata-rata.

4.4.5 Uji Kuat Geser

Langkah pengujian ;

- a. Sebelum pengujian, ratakan permukaan bata dengan menggunakan grenda
- b. Ambil batu bata merah tanah liat dan batu bata variasi campuran lumpur secara acak sebanyak 5 buah sampel untuk tiap jenis variasi bata.
- c. Beri nomor benda uji
- d. Tarik garis lurus dikedua sisinya dengan menggunakan penggaris dan spidol agar bata berada ditengah benda uji.
- e. Sampel uji di uji dengan menggunakan mesin uji tekan geser, dan
- f. Hasilnya dirata-rata.

4.5 Jumlah Sampel

Jumlah sampel dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 4.2

Tabel 4.2 Jumlah benda uji

no	Sampel uji	Jenis pengujian		
		Tekan	lentur	geser
1	BB TL	5	5	5
2	BB L 25 %	5	5	5
3	BB L 50 %	5	5	5
4	BB L 75 %	5	5	5
5	BB L 100 %	5	5	5

Keterangan :

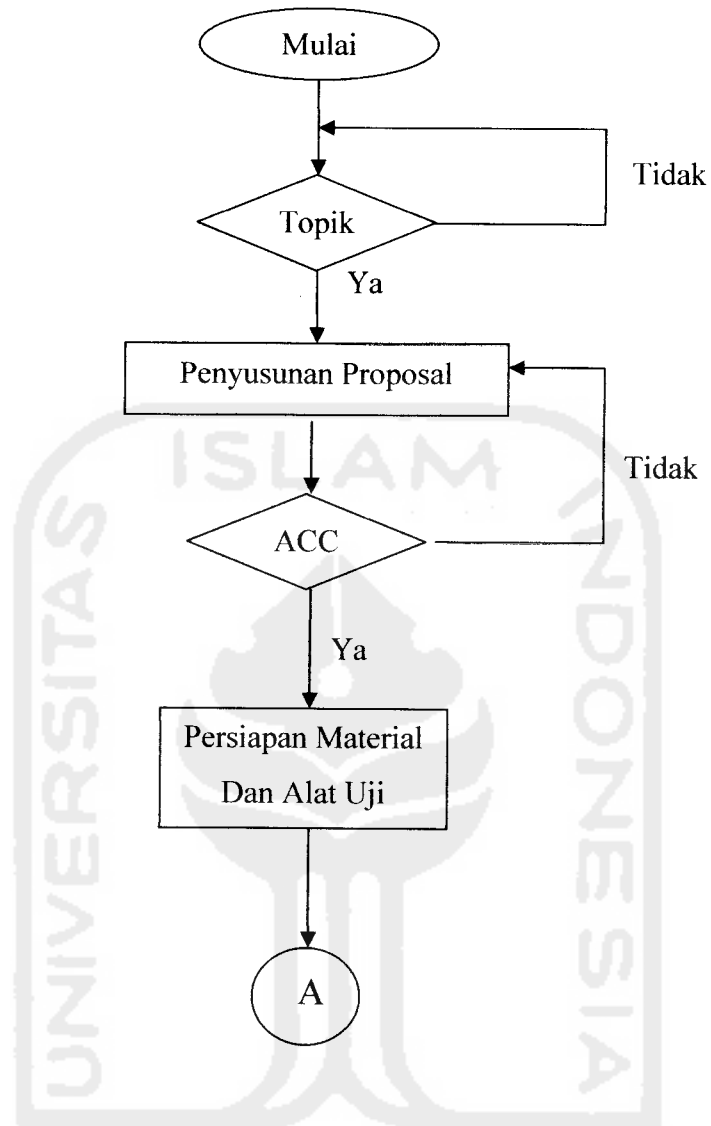
No	Sampel Uji	Lumpur	Tanah Liat
1	BB TL	–	100 %
2	BB L 25 %	25 %	75 %
3	BB L 50 %	50 %	50 %
4	BB L 75 %	75 %	25 %
5	BB L 100 %	100 %	–

4.6 Pengolahan Data

Hasil dari pengujian berupa data-data kasar yang masih perlu diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan/korelasi antar satu pengujian dengan pengujian lainnya. Secara umum dari pengujian-pengujian yang akan di lakukan nantinya akan menghasilkan nilai perbandingan bata merah local tanah liat dengan batu bata di campur dengan lumpur. Pengolahan data dengan menggunakan Microsoft Excel.

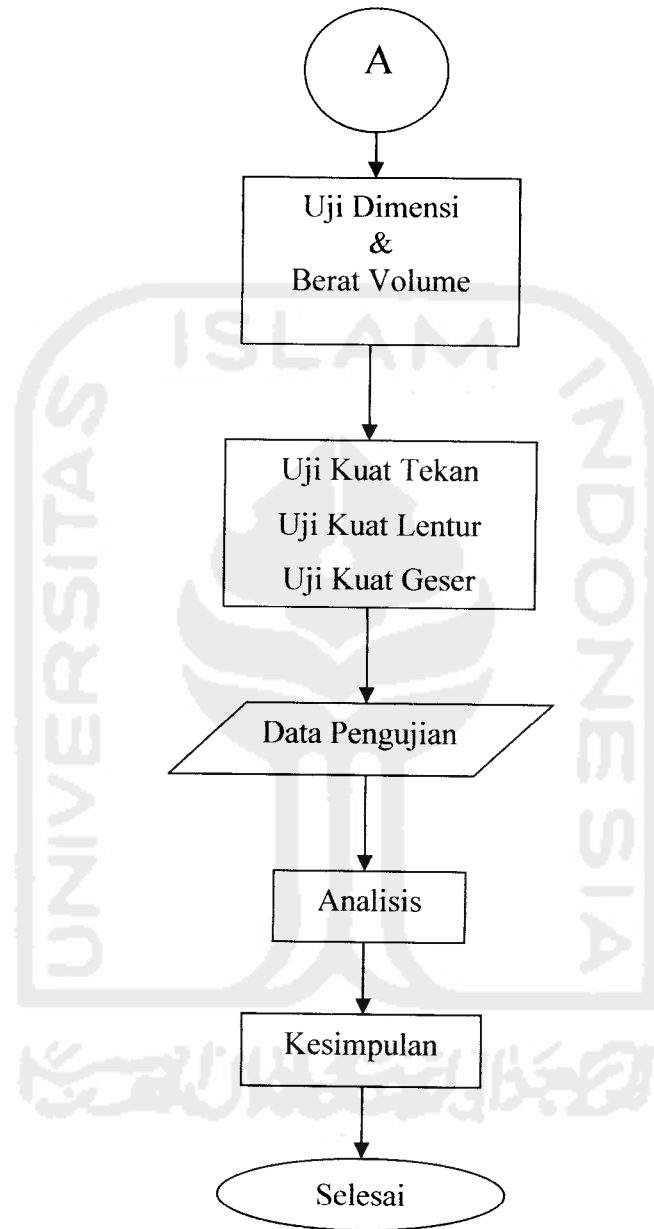
4.7 Langkah-langkah Penelitian

Untuk langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 *Flowchart* Penelitian

Lanjutan *Flowchart* Penelitian....



Gambar 4.1 *Flowchart* Penelitian

4.8 Waktu Pelaksanaan

Rencana penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2006 sampai dengan bulan Mei 2007, rencana kegiatan penelitian secara umum ditunjukkan pada Tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Rencana Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Tahun					
		2006/2007					
		Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei
1	Pendaftaran	■					
2	Pembuatan Proposal		■				
3	Seminar Proposal		■				
4	Pelaksanaan Penelitian			■	■	■	
5	Penyusunan Laporan				■	■	■
6	Sidang dan Pendadaran						■

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil pengujian, pembahasan dan analisis data hasil penelitian berdasarkan teori yang mendukung analisis, diantaranya meliputi pengukuran dimensi dan berat volume, pengujian kuat tekan, kuat lentur, dan kuat geser. Adapun hasil dari pengujian yang telah dilakukan, saya lampirkan dalam bentuk tabel dan gambar pada sub-sub bab berikut ini.

5.1 Pengukuran Dimensi Batu Bata

Pengukuran dimensi bertujuan untuk mengetahui tingkat keseragaman batu bata yang didapat dengan mengambil rata-rata dimensi batu bata yang diukur menggunakan Kaliper dengan ketelitian hingga 0,001 mm secara acak.

5.1.1. Hasil Penelitian.

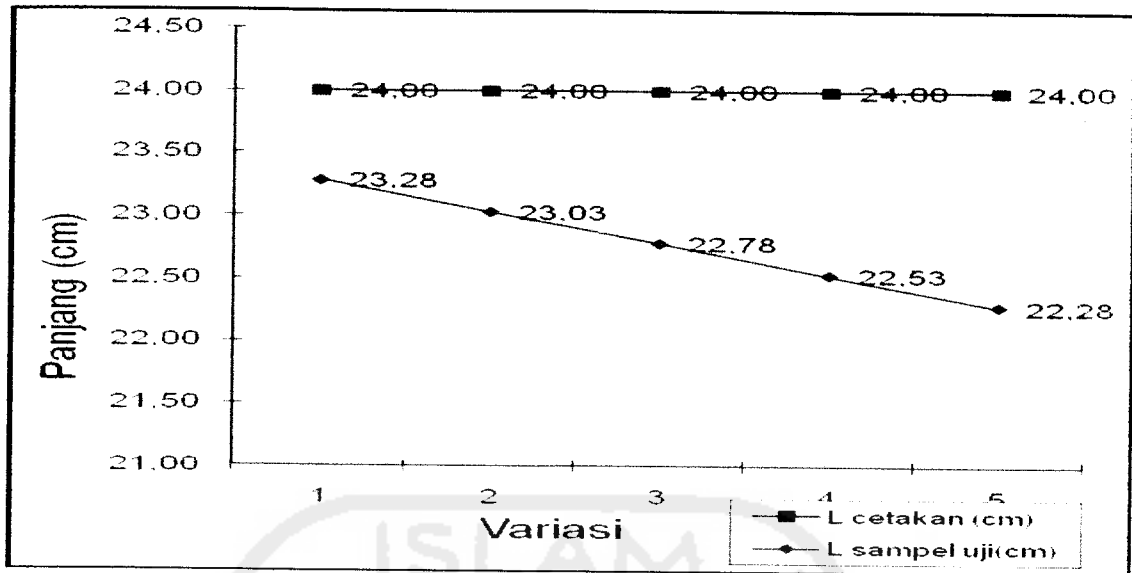
Dari hasil pengukuran dimensi batu bata merah diperoleh data dalam bentuk tabel dan gambar sebagai berikut :

Tabel 5.1 Hasil rata-rata uji dimensi bata

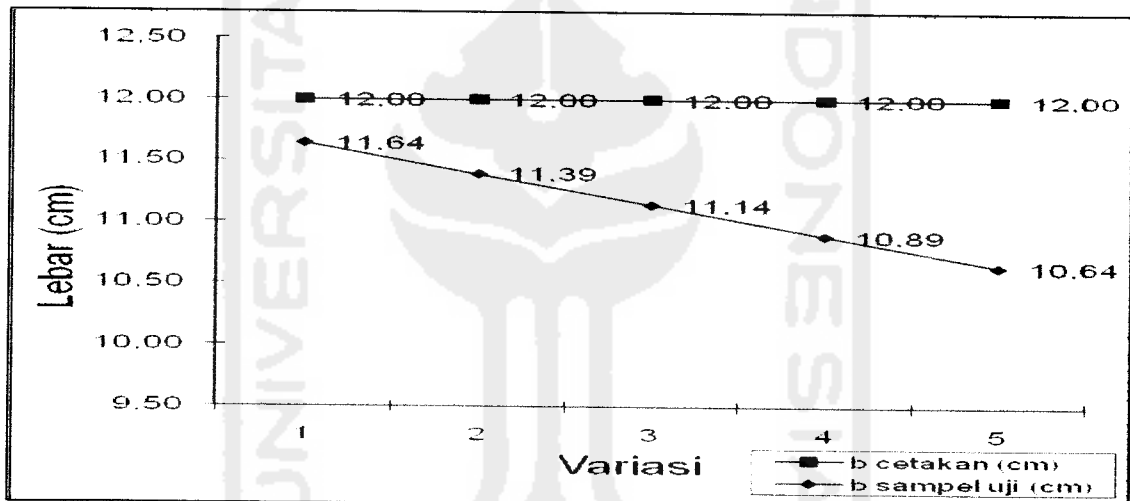
% Variasi	Panjang rata-rata (cm)	Lebar rata-rata (cm)	Tinggi rata-rata (cm)
BBTL 100%	23,28	11,64	4,76
BB L 25%	23,03	11,39	4,51
BB L 50%	22,78	11,14	4,26
BB L 75%	22,53	10,89	4,01
BB L 100%	22,28	10,64	3,76
Dimensi yang ditetapkan (Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan, SNI NI-10, 1964)			
bata I (cm)	24	12	5
bata II (cm)	23	11	5

Tabel 5.2 Nilai penyimpangan uji dimensi bata

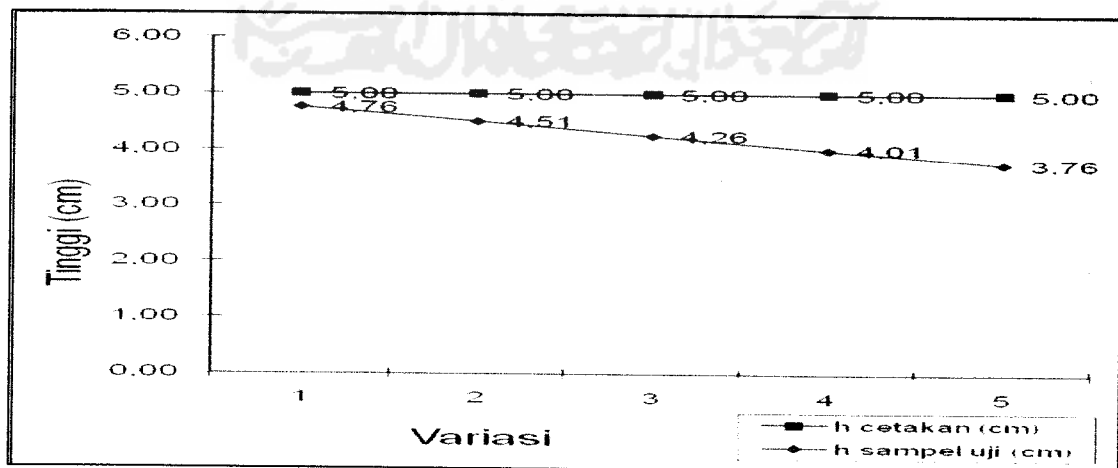
% Variasi	Panjang (%)	Lebar (%)	Tinggi (%)
BBTL 100%	3	3	4,8
BB L 25%	4,04	5,08	9,8
BB L 50%	5,08	7,16	14,8
BB L 75%	6,125	9,25	19,8
BB L 100%	7,16	11,33	24,8
Nilai Penyimpangan yang diperbolehkan (Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan, SNI NI-10, 1964)			
Penyimpangan %	3	4	5



Gambar 5.1. Hasil dimensi panjang



Gambar 5.2. hasil dimensi lebar



Gambar.5.3. Hasil dimensi tinggi

5.1.2. Pembahasan Hasil Penelitian.

Penyimpangan ukuran pada batu bata hasil pengujian BB TL 100% adalah 3 % pada panjang, 3 % pada lebar dan 4,8 % pada tingginya. Menurut Bata Merah sebagai Bahan bangunan (NI-10), penyimpangan ukuran panjang, lebar dan tinggi bata merah masih memenuhi syarat. Penyimpangan ukuran pada batu bata hasil pengujian BB L 25% adalah 4,04 % pada panjang, 5,08 % pada lebar dan 9,8 % pada tingginya. Penyimpangan ukuran pada batu bata hasil pengujian BB L 50% adalah 5,08 % pada panjang, 7,16 % pada lebar dan 14,8 % pada tingginya. Penyimpangan ukuran pada batu bata hasil pengujian BB L 75% adalah 6,125 % pada panjang, 9,25 % pada lebar dan 19,8 % pada tingginya. Penyimpangan ukuran pada batu bata hasil pengujian BB L 100% adalah 7,16 % pada panjang, 11,3 % pada lebar dan 24,8 % pada tingginya. Menurut Bata Merah sebagai Bahan bangunan (NI-10), penyimpangan ukuran panjang, lebar dan tinggi batu bata lumpur sudah melebihi toleransi yang diberikan.

Maka dengan membandingkan hasil pengukuran dimensi Bata Merah sebagai Bahan bangunan (NI-10), pada Tabel 3.1, dengan ukuran standar bata merah menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982), pada Tabel 2.1, diperoleh kesimpulan bahwa :

1. panjang dan lebar bata merah hasil pengujian lebih besar, namun tinggi bata merah hasil pengujian lebih kecil dari ketetapan pada Modul M-5a,
2. panjang bata merah hasil pengujian lebih besar, namun lebar dan tinggi bata merah hasil pengujian lebih kecil dari ketetapan pada Modul M-5b, dan

3. panjang dan lebar bata merah hasil pengujian lebih besar, namun tinggi bata merah hasil pengujian lebih kecil dari ketetapan pada Modul M-6.

Maka batu bata dengan variasi campuran lumpur memiliki dimensi yang masih dalam ketentuan standar bata merah menurut Departemen Pekerjaan Umum, Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982), tapi untuk keperluan tertentu penggunaan bata merah dengan dimensi lain (non-konvensional) diperbolehkan. Namun secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa bata merah dengan campuran lumpur mempunyai tingkat keseragaman yang baik walaupun terdapat penyimpangan dimensi yang melebihi toleransi yang diberikan, sebab dalam proses pembuatan batu bata dengan variasi campuran lumpur menggunakan cara tradisional yang digunakan oleh masyarakat setempat selaku produsen batu bata.

Batu bata dengan penambahan variasi campuran lumpur mengalami penyusutan dimensi yang lebih besar dari pada batu bata tanah liat, Pada pengujian dimensi batu bata lumpur mengalami penyusutan setelah dilakukan penambahan variasi campuran lumpur, penyusutan dimensi ini bertambah seiring bertambahnya jumlah variasi campuran lumpur. ini diakibatkan oleh lumpur yang memiliki kandungan air yang lebih dominan daripada tanah liat, didalam pembuatan batu bata terjadi proses pengeringan dan pembakaran bata. Didalam proses pengeringan dan pembakaran bata variasi lumpur mengalami penguapan air yang lebih dominan. Menguapnya kandungan air didalam lumpur ini mengakibatkan terjadinya perapatan buntiran-butiran lumpur pada celah-celah yang sebelumnya terisi oleh air yang telah menjadi kosong akibat

terjadinya proses penguapan, sehingga variasi penambahan campuran lumpur menjadi menyusut, baik dimensi panjang, lebar maupun tinggi batu bata.

5.2 Pengukuran Berat Volume Bata Merah

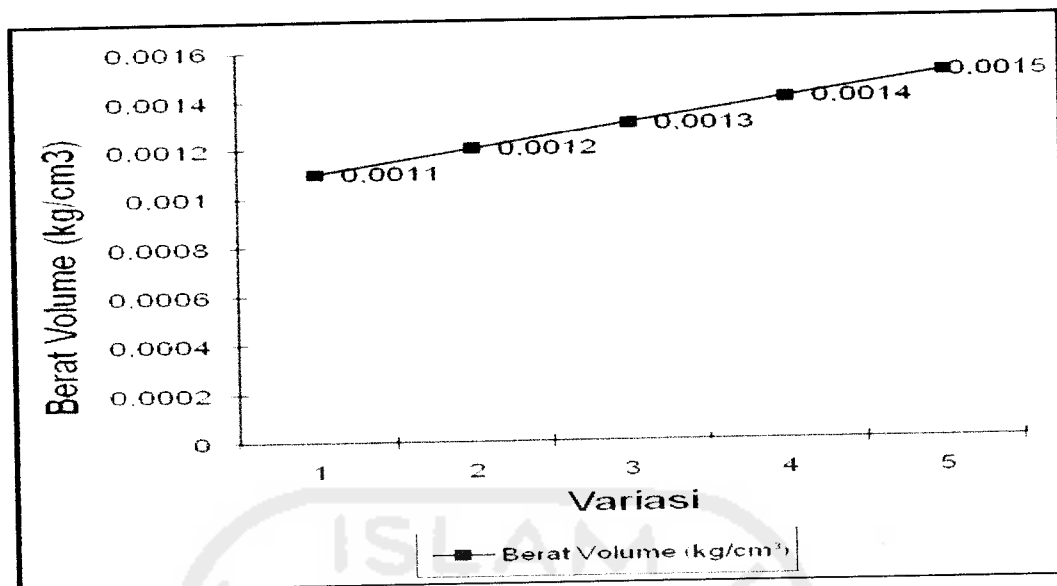
Pengukuran berat volume bertujuan untuk mengetahui tingkat keseragaman berat volume batu bata yang didapat dengan mengambil rata-rata berat batu bata yang ditimbang dengan menggunakan timbangan secara acak kemudian dibagi dengan dimensi dari batu bata tersebut. Berat batu bata sangat tergantung dari komposisi material campuran penyusun batu bata yang direncanakan, yang merupakan perbandingan antara tanah liat sebagai bahan dasar batu bata dengan lumpur sebagai bahan material variasi campuran penyusun batu bata.

5.2.1. Hasil Penelitian.

Dari hasil pengukuran berat volume batu bata merah diperoleh data dalam bentuk tabel dan gambar sebagai berikut :

Tabel 5.3 Hasil Uji Berat volume batu bata

Benda Uji	Berat Volume Rata-rata (Kg/cm ³)	% Penurunan	% peningkatan
BB TL 100 %	0,0011	-	-
BB L 25 %	0,0012	-	9,09
BB L 50 %	0,0013	-	18,18
BB L 75 %	0,0014	-	27,27
BB L 100 %	0,0015	-	36,36



Gambar 5.4 Hasil Berat Volume Batu Bata

5.2.2 Pembahasan Hasil Penelitian.

Dari hasil penelitian berat volume batu bata merah standar BB TL 100 % mempunyai berat volume rata-rata $0,0011 \text{ kg/cm}^3$. Sedangkan dari Tabel 5.3 dan gambar 5.4 prosentase perbandingan berat volume batu bata dengan BB L 25 % sebagai variasi bahan penambahan awal campuran lumpur penyusun batu bata terhadap BB TL 100 % sebagai dasar acuan sebagai pembanding berat batu bata mengalami kenaikan berat volume sebesar 9,09 % terhadap berat volume batu bata standar. BB L 50 % mengalami kenaikan berat volume sebesar 18,18 % terhadap berat volume batu bata standar. BB L 75 % mengalami kenaikan berat volume sebesar 27,27 % terhadap berat volume batu bata standar, BB L 100 % mengalami kenaikan berat volume sebesar 36,36 % terhadap berat volume batu bata standar. Pada variasi campuran lumpur BB L 100 % mengalami nilai berat volume optimun dengan berat volume $0,0015 \text{ kg/cm}^3$.

Pencampuran bahan penyusun batu bata dilakukan agar diperoleh suatu komposisi yang kompak (padat) dari bahan penyusun berdasarkan rancangan campuran batu bata. Komposisi yang baik dari campuran diharapkan akan menghasilkan kepadatan tinggi yang dapat diketahui dari berat volume yang tinggi. Pemadatan menentukan berat batu bata tersebut, pemadatan dimaksudkan untuk menghilangkan rongga-rongga udara yang terdapat dalam batu bata. Bertambahnya kandungan udara dalam batu bata akan menyebabkan berat batu bata berkurang. Peningkatan berat batu bata tersebut dimungkinkan oleh penambahan berat lumpur. Ini dapat dilihat Pada penambahan variasi campuran lumpur BB L 100 % mengalami nilai berat volume optimum dengan berat volume $0,0015 \text{ kg/cm}^3$. Campuran lumpur yang mengandung bahan anorganik yang lebih dominan mengakibatkan proses pengkristalan butiran terhadap tanah liat sebagai bahan dasar batu bata. Pengkristalan butiran mengakibatkan lumpur lebih berat daripada tanah liat. Campuran lumpur juga mengandung CaO (kapur tohor), menurut Heinz Frick Kapur tohor ini akan bereaksi dan mengembang bila terkena air yang berlebihan. Reaksi kandungan CaO (kapur tohor) didalam lumpur yang berlebihan ini mengakibatkan lumpur lebih berat dari pada tanah liat.

5.3. Pengujian Kuat Tekan

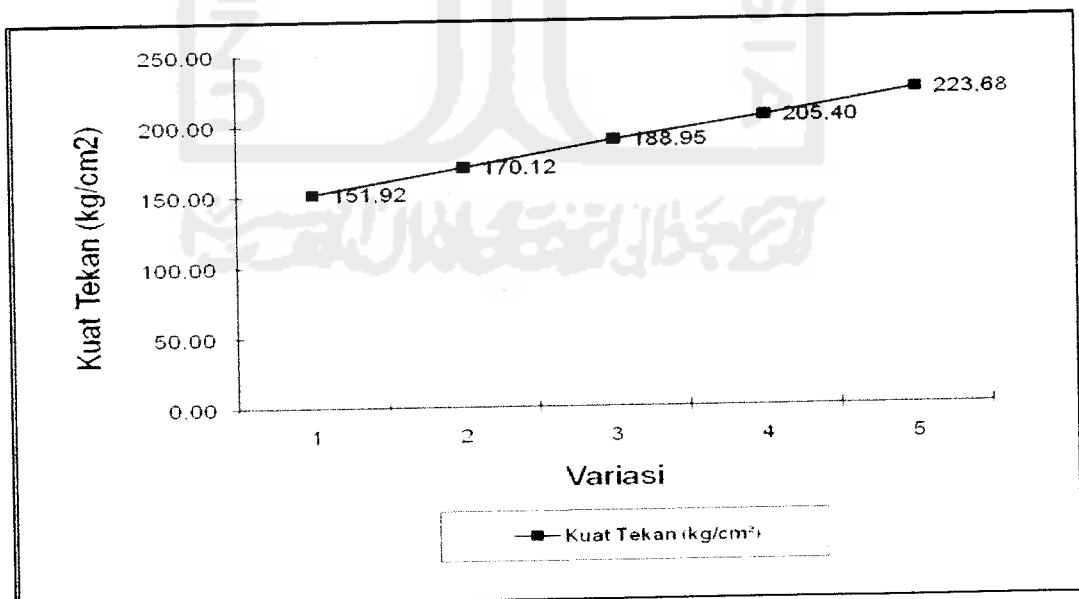
Pengujian kuat tekan ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan batu bata dan batu bata variasi campuran lumpur daerah Sidoarjo, Jawa Timur dalam menahan beban tekan maksimal.

5.3.1. Hasil Penelitian

Dari hasil pengujian kuat tekan batu bata per variasi dengan jumlah sampel 5 bata tiap variasi, diperoleh data dalam bentuk tabel dan gambar sebagai berikut :

Tabel 5.4 Hasil uji kuat tekan batu bata

Benda Uji	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)	% Penurunan	% peningkatan
BB TL 100 %	151,92	-	-
BB L 25 %	170,12	-	11,95
BB L 50 %	188,95	-	23,17
BB L 75 %	205,40	-	33,62
BB L 100 %	223,68	-	43,53



Gambar 5.5 Hasil Uji Kuat Tekan

5.3.2. Pembahasan Hasil Penelitian.

Dari hasil penelitian kuat tekan batu bata merah standar BB TL 100 % mempunyai kuat tekan rata-rata 151,92 kg/cm². Sedangkan dari tabel 5.4 dan gambar 5.5 prosentase perbandingan pengujian kuat tekan batu bata per variasi campuran, BB L 25 % sebagai variasi bahan campuran penyusun batu bata terhadap BB TL 100 % sebagai dasar acuan sebagai pembanding Kuat tekan batu bata mengalami kenaikan kuat tekan sebesar 11,95 % terhadap kuat tekan batu bata standar. BB L 50 % mengalami kenaikan sebesar 23,17 % terhadap kuat tekan batu bata standar. BB L 75 % mengalami kenaikan sebesar 33,62 % terhadap kuat tekan batu bata standar, BB L 100 % mengalami kenaikan sebesar 43,53 % terhadap kuat tekan batu bata standar. Pada variasi campuran lumpur BB L 100 % mengalami nilai kuat tekan optimun dengan kuat tekan 223,68 kg/cm².

Standar kelas kuat tekan batu bata menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI – 1982) dapat dilihat pada tabel 3.2. Standar mutu dan kuat tekan menurut Bata Merah sebagai Bahan bangunan (NI-10), dapat dilihat pada tabel 3.3. Dapat diambil kesimpulan bahwa kuat tekan batu bata standar daerah Muntilan, Jawa Tengah termasuk kelas 100 sedangkan batu bata dengan penambahan variasi campuran lumpur daerah Sidoarjo, Jawa Timur kekuatannya termasuk kelas 200 yang ditentukan oleh (PUBI-1982). Sedangkan menurut (NI-10) dapat diambil kesimpulan bahwa mutu dan kuat tekan kuat tekan bata merah daerah Muntilan, Jawa Tengah termasuk mutu 1

dengan kuat tekan $> 100\text{kg/cm}^2$, sedangkan batu bata variasi campuran lumpur daerah Sidoarjo, Jawa Timur kekuatannya termasuk mutu 1 dengan kuat tekan $> 100\text{kg/cm}^2$.

Dari hasil uji didapat kuat tekan batu bata standar lebih kecil dibandingkan dengan kuat tekan bata bata dengan variasi penambahan campuran lumpur. Hal ini bisa terjadi karena batu bata variasi lumpur mengandung tanah pekat yang cenderung mengikat dengan baik bahan yang lain (adhesi) terutama tanah liat. Menurut Heinz Frick (1999) Campuran 10 % tanah pekat sangat baik dan cocok untuk bahan bangunan khususnya batu bata. Sedangkan beberapa kandungan anorganik lumpur seperti Pozolan sebagai salah satu bahan perekat semen memasuki pori-pori dan mengikat tanah liat yang mengakibatkan butiran tanah liat akan menjadi lebih kuat. Campuran lumpur mempunyai pengaruh yang besar terhadap kepadatannya dan juga kekerasannya lebih baik dibandingkan dengan tanah liat. Kenaikan nilai kuat tekan bertambah seiring bertambahnya jumlah variasi campuran lumpur. Ini dapat dilihat Pada penambahan variasi campuran lumpur BB L 100 % mengalami nilai kuat tekan optimum dengan kuat tekan $223,68\text{ kg/cm}^2$. Sehingga beban yang mampu dipikul oleh batu bata dengan penambahan variasi lumpur lebih besar dibanding dengan bata bata merah biasa dan hal ini sesuai dengan deskripsi dari lumpur, bahwa lumpur panas Sidoarjo asalnya adalah keras apabila telah mengering akan kembali menjadi keras, kemudian akan berubah susunan strukturnya menjadi material padatan, tahan terhadap pukulan/tidak mudah hancur dan sangat keras.

5.4 Pengujian Kuat lentur

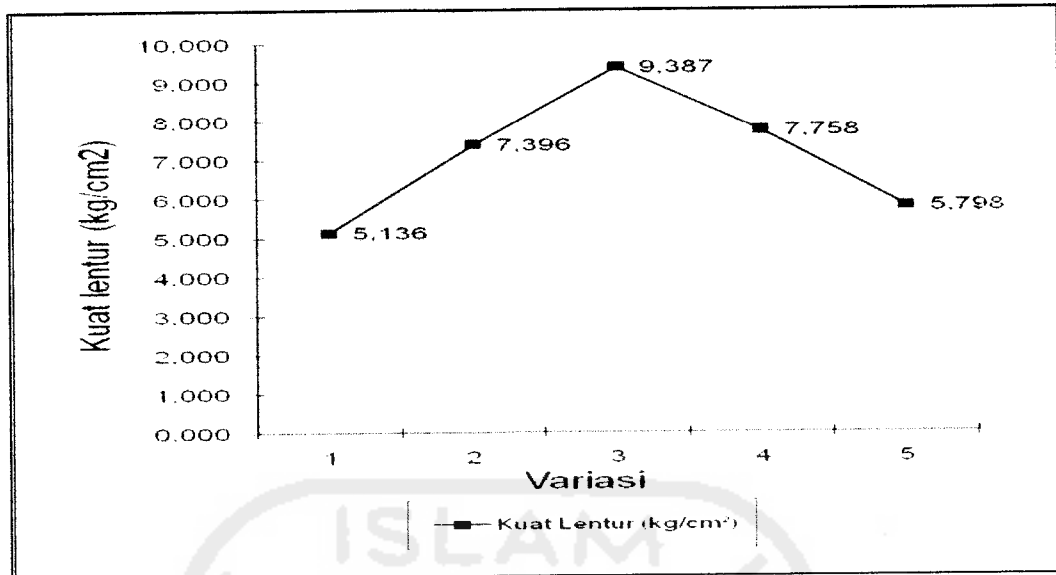
Pengujian kuat lentur ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat lentur batu bata standar dengan batu bata variasi campuran lumpur daerah Sidoarjo, Jawa Timur, metode pembebanan uji lentur batu bata ini dengan menggunakan pembebanan 1 titik.

5.4.1. Hasil Penelitian

Dari hasil pengujian kuat lentur batu bata per variasi dengan jumlah sampel 5 bata tiap variasi, diperoleh data dalam bentuk tabel dan gambar sebagai berikut :

Tabel 5.5. Hasil uji kuat lentur batu bata

Benda Uji	Kuat lentur Rata – rata (kg/cm ²)	% Penurunan	% peningkatan
BB TL 100 %	5,136	-	-
BB L 25 %	7,396	-	44,1
BB L 50 %	9,387	-	82,76
BB L 75 %	7,758	-	51,05
BB L 100 %	5,798	-	12,88



Gambar 5.6 Hasil Uji Kuat lentur bata

5.4.2. Pembahasan Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian kuat lentur batu bata merah standar BB TL 100 % mempunyai kuat lentur rata-rata 5,136 kg/cm², sedangkan dari tabel 5.5 dan gambar 5.6 prosentase perbandingan pengujian kuat lentur batu bata penambahan per variasi campuran, BB L 25 % sebagai variasi penambahan awal bahan campuran penyusun batu bata terhadap BB TL 100 % sebagai dasar acuan standar, mengalami kenaikan kuat lentur sebesar 44,1 % terhadap kuat lentur batu bata standar. BB L 50 % mengalami kenaikan sebesar 82,76 % terhadap kuat lentur batu bata standar. BB L 75 % mengalami kenaikan sebesar 51,05 % terhadap kuat lentur batu bata standar, BB L 100 % mengalami kenaikan sebesar 12,88 % terhadap kuat lentur batu bata standar. Pada variasi campuran lumpur BB L 50 % mengalami nilai kuat lentur optimum dengan kuat lentur 9,387 kg/cm².

Dari hasil uji didapat kuat lentur batu bata merah lebih kecil dibanding dengan kuat lentur bata bata dengan variasi penambahan campuran lumpur. Hal ini terjadi karena adanya tegangan bagian benda yang terlemah akibat dari meleburnya mineral-mineral tanah liat. Lumpur juga mengandung bahan anorganik seperti Mangan (Mg) dan Zeng (Zn) sebagai bahan dasar besi, oksidasi besi berfungsi untuk memperbaiki proses ikatan. Dengan sifat cepat mengeras apabila terkena suhu panas maka campuran lumpur mempunyai pengaruh yang besar terhadap kepadatannya dan juga kekerasannya lebih baik dibandingkan dengan tanah liat. Ini dapat dilihat Pada penambahan variasi campuran lumpur BB L 50 % mengalami nilai kuat lentur optimun dengan kuat lentur 9,387 kg/cm². Menurut Kardiyono Cokrodimulyo pengaruh Mangan (Mg) dan Zeng (Zn) yang berlebihan mengakibatkan suhu menjadi lebih cepat panas, sehingga mengakibatkan bata menjadi retak-retak pada proses pembakaran. Ini bisa dilihat dari variasi penambahan lumpur BB L 75% dan 100 % yang mengalami penurunan pengujian kuat lentur. Selain itu bagian batu bata tanah liat yang terjadi selama proses pembakaran mengalami proses pendinginan suhu yang lambat atau tidak sempurna sehingga mengakibatkan bata menjadi retak-retak, hal ini disebabkan tidak cukup waktu bagi plastis menyebabkan satu permukaan akan lebih panas dari pada permukaan yang lain, sehingga yang satu volumenya berubah dan yang lain tidak. Selain itu beberapa kandungan tanah liat berupa Silika dan Alumina membentuk sebuah jaringan kristal yang mengikat bahan-bahan menjadi lebih keras dan menjadi kedap air yang disebut vitrifikasi. Idealnya dalam proses vitrifikasi tanah liat tanpa terjadi

perubahan bentuk (deformasi), dalam praktik, vitrifikasi sering kali di ikuti dengan perubahan bentuk.

5.5. Pengujian Kuat Geser

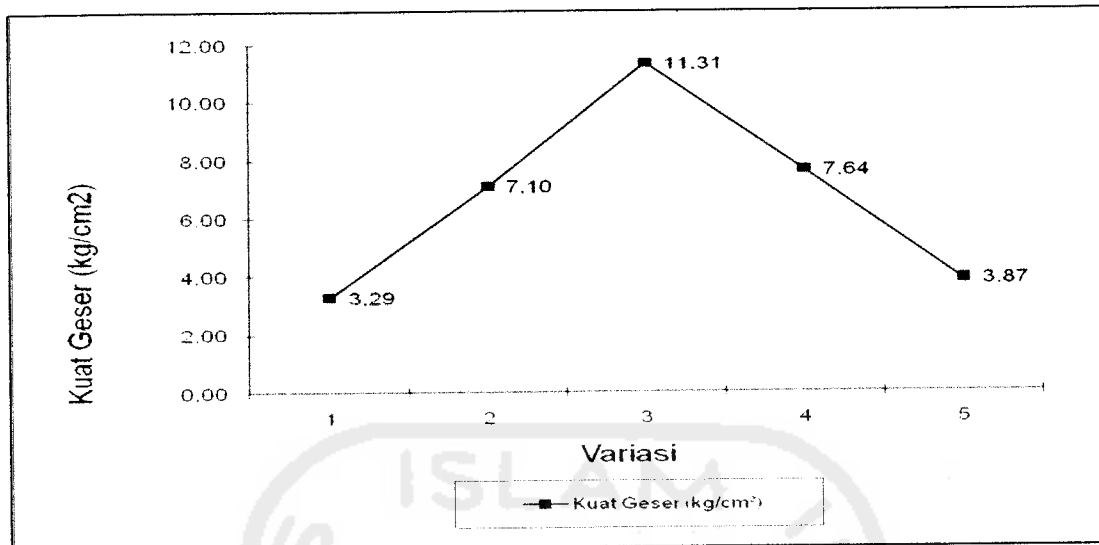
Pengujian kuat geser ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat geser batu bata merah dengan batu bata variasi campuran lumpur daerah Sidoarjo, Jawa Timur. Uji kuat geser ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan yang dihasilkan untuk mengimbangi gaya *horizontal*/gempa. Metode ini digunakan untuk menentukan kuat geser tegak lurus batu bata.

5.5.1. Hasil Penelitian

Dari hasil pengujian kuat geser batu bata per variasi dengan jumlah sampel 5 bata tiap variasi, diperoleh data dalam bentuk tabel dan gambar sebagai berikut :

Tabel 5.6. Hasil Uji Kuat Geser Batu Bata

Benda Uji	Kuat Geser Rata – rata (kg/cm ²)	% Penurunan	% peningkatan
BB TL 100 %	3,29	-	-
BB L 25 %	7,10	-	115,8
BB L 50 %	11,31	-	243,7
BB L 75 %	7,64	-	132,2
BB L 100 %	3,87	-	17,6



Gambar 5.7 Hasil Uji Kuat Geser Bata

5.5.2. Pembahasan Hasil Penelitian.

Dari hasil penelitian kuat geser bata merah mempunyai kuat geser rata-rata 3,29 kg/cm², sedangkan dari tabel 5.7 dan gambar 5.8 prosentase perbandingan pengujian kuat geser batu bata dengan variasi penambahan per variasi campuran lumpur, BB L 25 % sebagai variasi awal bahan campuran penyusun batu bata terhadap BB TL 100 % sebagai dasar acuan standar, mengalami kenaikan berat sebesar 115,8 % terhadap kuat geser batu bata standar. BB L 50 % mengalami kenaikan sebesar 243,7 % terhadap kuat lentur batu bata standar. BB L 75 % mengalami kenaikan sebesar 132,2 % terhadap kuat geser batu bata standar, BB L 100 % mengalami kenaikan sebesar 17,6 % terhadap kuat geser batu bata standar. Pada variasi campuran lumpur BB L 50 % mengalami nilai nilai kuat geser optimum dengan kuat geser 11,31 kg/cm².

Dari hasil uji kuat geser didapat kuat geser batu bata merah lebih kecil dibanding dengan kuat geser bata bata dengan variasi penambahan campuran

lumpur. Sifat-sifat bahan termasuk kekuatan dan kekakuan tergantung pada material penyusun bahan tersebut. Hal ini bisa dilihat bahwa lumpur yang memiliki kandungan anorganik seperti Arsen dan Barium menurut Kardiyono Cokrodimulyo akan menjadi lebih aktif bila dipanasi, tetapi perubahan panas akan mengalami percepatan kekosongan air pada pori-pori tanah pekat, kekosongan air ini akan terisi oleh atom unsur logam lain. Susunan yang tidak sempurna didalam kandungan lumpur menimbulkan pengaruh yang cukup besar pada sifat mekanikanya. Diantara pengaruh-pengaruh sifat mekanika mengakibatkan timbulnya konsentrasi tekanan didalam bahan. Konsentrasi tekanan ini berpengaruh pada penyempitan tekanan sehingga terjadi bidang patah geser atau retak-retak pada batu bata lumpur tampak seperti serat-serat dan berbentuk miring dibagian luarnya. Pada pengujian kuat geser, patahan geser yang terjadi terletak pada bidang retak-retak pada bagian terlemah batu bata. ini dapat dilihat pada variasi penambahan campuran lumpur BB L 75% dan 100 % mengalami penurunan nilai kuat geser. Akan tetapi, beberapa ketidak sempurnaan kadang dapat menambah kekuatan bahan, yaitu dengan bertambah kuatnya bidang-bidang kristal yang lemah tekanan geser sepanjang bidang kadang-kadang menempatkan unsur didalam lumpur dalam posisi yang baik, sehingga kekuatannya malah bertambah. ini dapat dilihat pada variasi penambahan campuran lumpur BB L 50 % mengalami nilai kuat geser optimum dengan nilai kuat geser 11,31 kg/cm².



5.6. Pengaruh Kandungan Lumpur Terhadap Kekuatan Batu bata

Dari hasil pengujian kuat tekan, kuat lentur dan kuat geser batu bata dengan penambahan campuran per variasi lumpur dengan jumlah sampel 5 bata tiap variasi, diperoleh data dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5.1 Hasil Uji Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Kuat Geser

Benda Uji	Kuat Tekan Rata – rata (kg/cm ²)	Kuat Lentur Rata – rata (kg/cm ²)	Kuat Geser Rata – rata (kg/cm ²)
BB TL 100 %	151,92	5,136	3,29
BB L 25 %	170,12	7,396	7,10
BB L 50 %	188,95	9,387	11,31
BB L 75 %	205,10	7,758	7,64
BB L 100 %	223,68	5,798	3,87

5.6.1. Pembahasan Hasil Uji

Batu bata variasi lumpur mengandung tanah pekat yang cenderung mengikat dengan baik bahan yang lain (adhesi) terutama tanah liat. Menurut Heinz Frick (1999) Campuran 10 % tanah pekat sangat baik dan cocok untuk bahan bangunan khususnya batu bata. Lumpur juga mengandung Mangan (mg) dan Zeng (zn) sebagai bahan dasar besi, okidasi besi berfungsi untuk memperbaiki proses ikatan. Dengan sifat cepat mengeras apabila terkena suhu panas maka campuran lumpur mempunyai pengaruh yang besar terhadap kepadatannya dan juga kekerasannya lebih baik dibandingkan dengan tanah liat. Sedangkan beberapa kandungan anorganik lumpur seperti Pozolan sebagai bahan dasar perekat semen memasuki pori-pori dan mengikat tanah liat yang

mengakibatkan butiran tanah liat akan menjadi lebih kuat. Menurut Kardiyono Cokrodimulyo pengaruh anorganik lumpur Arsen dan Barium mengakibatkan suhu menjadi lebih cepat panas, panas pada proses pembakaran bata sangat dibutuhkan untuk memperoleh hasil yang baik. Hal ini bisa dilihat bahwa lumpur yang memiliki kandungan beberapa unsur anorganik Arsen dan Barium akan menjadi lebih aktif bila dipanasi, tetapi perubahan panas akan mengalami percepatan kekosongan air pada pori-pori tanah pekat, kekosongan air ini akan terisi oleh atom unsur logam lain. Susunan yang tidak sempurna didalam kandungan lumpur menimbulkan pengaruh yang cukup besar pada sifat mekaniknya. lumpur mempunyai sifat mengikat atau mengeras dengan adanya kapur tohor (CaO) dan air didalamnya.

Menurut pendapat saya sebagai peneliti dilihat dari hasil penelitian maka yang paling baik digunakan batu bata sebagai bahan kontruksi adalah batu bata dengan penambahan variasi campuran lumpur 50 %. BB L 50 % memiliki nilai kuat lentur dan kuar geser optimum. Dilihat secara visual fisik BB L 50 % memiliki permukaan yang kasar, bunyinya nyaring dan tidak mudah hancur atau patah, ini sesuai dengan syarat-syarat yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum, (1964), Bata Merah sebagai Bahan bangunan (NI-10), dari Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung. Selain itu perbandingan tanah liat 50 % dan lumpur 50 % memudahkan produsen batu bata untuk mendapatkan hasil perbandingan dalam proses pengulenan/pengadukan adonan bata yang sesuai.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil-hasil yang diperoleh dalam penelitian ini :

1. Pada pengujian dimensi batu bata lumpur mengalami penyusutan, penyusutan dimensi ini bertambah seiring bertambahnya jumlah lumpur. Berikut ini adalah prosentase penyusutan BB L 25%, 50%, 75% dan 100 %, penyusutan dimensi panjang yang terjadi sebesar 4,04%, 5,08%, 6,125% dan 7,16%. Pada dimensi lebar yang terjadi sebesar 5,08%, 7,16%, 9,25% dan 11,33%. Pada dimensi tinggi yang terjadi sebesar 9,8%, 14,8%, 19,8% dan 24,8%.
2. Pada pengujian berat volume batu bata lumpur mengalami kenaikan, kenaikan berat volume ini bertambah seiring bertambahnya jumlah lumpur. Berikut ini adalah prosentase kenaikan berat volume BB L 25%, 50%, 75% dan 100 %, kenaikan berat volume yang terjadi sebesar 9,09%, 18,18%, 27,27% dan 36,36%.
3. Dari hasil uji didapat kuat tekan batu bata merah lebih kecil dibanding dengan kuat tekan bata bata dengan variasi penambahan lumpur. Pada pengujian kuat tekan batu bata lumpur mengalami kenaikan setelah dilakukan penambahan lumpur, kenaikan nilai kuat tekan ini bertambah seiring bertambahnya jumlah lumpur. Berikut ini adalah

prosentase kenaikan nilai kuat tekan BB L 25%, 50%, 75% dan 100 %, kenaikan nilai kuat tekan yang terjadi sebesar 11,95%, 23,17%, 33,62% dan 43,53%.

4. Dari hasil uji didapat kuat lentur batu bata merah lebih kecil dibanding dengan kuat lentur bata bata dengan penambahan lumpur, kenaikan nilai kuat lentur optimum pada BB L 50%. Sedangkan penambahan lumpur diatas 50%, mengakibatkan kuat lentur mengalami penurunan. Berikut ini adalah prosentase kenaikan nilai kuat lentur BB L 25%, 50%, 75% dan 100 %, kenaikan nilai kuat lentur yang terjadi sebesar 44,1%, 82,76%, 51,05% dan 12,88%.
5. Dari hasil uji didapat kuat geser batu bata merah lebih kecil dibanding dengan kuat geser bata bata dengan penambahan lumpur, kenaikan nilai kuat geser optimum pada BB L 50%. Sedangkan penambahan lumpur diatas 50%, mengakibatkan kuat geser mengalami penurunan. Berikut ini adalah prosentase kenaikan nilai kuat geser BB L 25%, 50%, 75% dan 100 %, kenaikan nilai kuat geser yang terjadi sebesar 115,8%, 243,7%, 132,2% dan 17,6%.
6. BB L 50% menurut peneliti adalah batu bata dengan variasi penambahan lumpur yang paling baik digunakan sebagai bahan kontruksi bangunan.

6.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah kami lakukan dan keterbatasan dalam penyusunan Tugas Akhir ini baik dari segi waktu, biaya dan material, maka dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan variasi campuran lumpur yang berbeda,
2. Untuk mengurangi susut pada batu bata lumpur sebaiknya ditambahkan unsur lain didalamnya seperti pasir.
3. Dilakukan penelitian sejenis dengan pengambilan sampel bata merah dan batu bata variasi campuran lumpur dari daerah lain,
4. Dilakukan penelitian mengenai unsur-unsur logam lumpur Daerah Sidoarjo, Jawa Timur, yang lebih mendalam dan
5. Perlu adanya ketetapan standar tentang batu bata lumpur dari instansi terkait.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum, (1978), **Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan (SII - 0021, 1987)**, Balai Penelitian bahan-bahan, Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum, (1982), **Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982)**, Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum, (1964), **Bata Merah sebagai Bahan bangunan (NI-10)**, Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.

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

Tjokrodimuldjo, Kardiyono, 1992, **Bahan Bangunan**, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

www.PU.go.id, **Ketentuan Dinding Tembok Wilayah Gempa**, Ditulis oleh Murdiati Munandar, (2001), opened on 26 Des 2006, 09.56 WIB.

[www. Rovicky. Wordpress.com](http://www.Rovicky.Wordpress.com), **Lumpur panas sidoarjo**, Ditulis oleh *Rovicky Dwi Putrohari*, (2006) opened on 26 Des 2006, 11.05 WIB.



LAMPIRAN 1

(Pengujian Dimensi Bata Rata-Rata)

الجامعة الإسلامية في إندونيسيا

PENGUJIAN DIMENSI BATA RATA-RATA

Sampel : 25 batu bata

Hasil rata-rata uji dimensi bata			
% Variasi	Panjang rata-rata (cm)	Lebar rata-rata (cm)	Tinggi rata-rata (cm)
BBTL 100%	23,8	11,64	4,76
BB L 25%	23,03	11,39	4,51
BB L 50%	22,78	11,14	4,26
BB L 75%	22,53	10,89	4,01
BB L 100%	22,289	10,64	3,76





LAMPIRAN 2

(Pengujian Berat Volume Bata Rata-Rata)

الجامعة الإسلامية في إندونيسيا

Sampel : 25 Batu bata

UJI BERAT VOLUME BATU BATA

Dimensi	Sampel Uji Berat Volume Rata-rata Batu Bata				
	BB TL	BB L25%	BB L50%	BB L75%	BB L100%
l (cm)	23,8	23,03	22,78	22,53	22,28
b (cm)	11,64	11,39	11,14	10,89	10,64
h (cm)	4,76	4,51	4,26	4,01	3,76
V (cm ³)	1289,86	1183,03	1081,06	983,86	891,34
W (Kg)	1,327	1,432	1,556	1,565	1,603
BV (Kg/cm ³)	0,0011	0,0012	0,0013	0,0014	0,0015

$$BV = \frac{W}{V}$$

Dimana:

BV = Berat volume (kg/cm³)

W = Berat (kg)

V = Volume (cm³)

Sampel

1. BB TL = $1,327 / 1289,86 = 0,0011 \text{ kg/cm}^3$
2. BB L 25% = $1,432 / 1183,03 = 0,0012 \text{ kg/cm}^3$
3. BB L 50% = $1,556 / 1081,06 = 0,0013 \text{ kg/cm}^3$
4. BB L 75% = $1,565 / 983,86 = 0,0014 \text{ kg/cm}^3$
5. BB L 100% = $1,603 / 891,34 = 0,0015 \text{ kg/cm}^3$



LAMPIRAN 3

(Pengujian Kuat Tekan Bata Rata-Rata)

Sampel : 5 Bata tiap variasi

UJI KUAT TEKAN BATU BATA

Dimensi	Sampel Uji Kuat tekan Rata-Rata Batu Bata				
	BB TL	BB L25%	BB L50%	BB L75%	BB L100%
l (cm)	22,10	21,86	22,70	22,80	22,30
b (cm)	10,80	10,64	11,00	11,20	10,80
h (cm)	4,10	3,98	4,10	4,10	4,00
A (cm ²)	238,68	232,63	249,70	255,36	240,84
P max (kg)	36260,00	39417,20	47180,00	52340,00	53870,00
f (kg/cm ²)	151,92	170,12	188,95	205,40	223,68

$$\text{Kuat Tekan (f)} = \frac{P \text{ max}}{A}$$

Dimana :

f = Kuat tekan (kg/cm²)

Pmax = Maksimum pembebanan (kg)

A = Luas bidang tekan (cm²)

Sampel

1. BB TL = $36260,00 / 238,68 = 151,92 \text{ kg/cm}^2$
2. BB L 25% = $39417,20 / 232,63 = 170,12 \text{ kg/cm}^2$
3. BB L 50 % = $48180,00 / 249,70 = 188,95 \text{ kg/cm}^2$
4. BB L 75% = $52340,00 / 255,36 = 205,40 \text{ kg/cm}^2$
5. BB L 100% = $53870,00 / 240,84 = 223,68 \text{ kg/cm}^2$



LAMPIRAN 4

(Pengujian Kuat Lentur Bata Rata-Rata)

الجامعة الإسلامية في إندونيسيا

Sampel : 5 Bata tiap Variasi

UJI KUAT LENTUR BATU BATA

Dimensi	Sampel Uji Kuat Lentur Rata-Rata Batu Bata				
	BB TL	BB L25%	BB L50%	BB L75%	BB L100%
l (cm)	23,06	21,60	22,60	22,64	22,00
b (cm)	11,56	10,50	11,00	11,08	10,20
h (cm)	4,06	4,00	3,80	4,04	4,10
A (cm ²)	266,59	226,80	248,60	250,86	224,40
P max (kg)	31,88	41,42	49,70	46,39	33,14
σ_p (kg/cm ²)	5,136	7,396	9,387	7,758	5,798

$$\text{Kuat Lentur } (\sigma_p) = \frac{3P_{\max} l_s}{2bh^2}$$

Dimana :

σ_p = Kuat lentur (kg/cm²)

P_{max} = Maksimum pembebanan (kg)

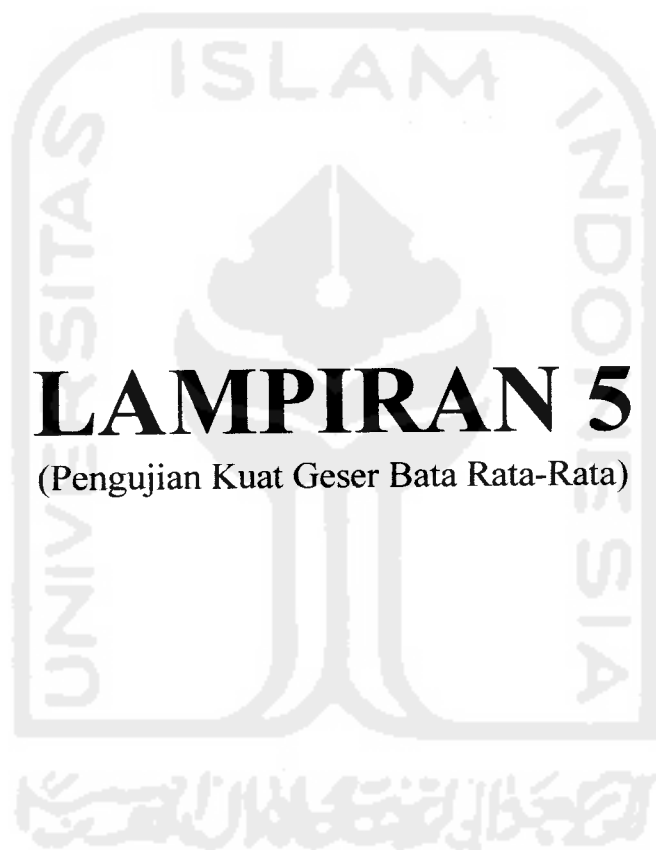
l_s = Jarak tumpuan (cm)

b = Lebar bata (cm)

h = Tinggi bata (cm)

Sampel

1. BB TL = $3 \times 31,88 \times 20 / (2 \times 11,56 \times 4,06^2) = 5,136 \text{ kg/cm}^2$
2. BB L 25% = $3 \times 41,42 \times 20 / (2 \times 10,50 \times 4^2) = 7,396 \text{ kg/cm}^2$
3. BB L 50% = $3 \times 49,70 \times 20 / (2 \times 11 \times 3,80^2) = 9,387 \text{ kg/cm}^2$
4. BB L 75% = $3 \times 46,39 \times 20 / (2 \times 11,08 \times 4,04^2) = 7,758 \text{ kg/cm}^2$
5. BB L 100% = $3 \times 33,14 \times 20 / (2 \times 10,20 \times 4,10^2) = 5,798 \text{ kg/cm}^2$



LAMPIRAN 5

(Pengujian Kuat Geser Bata Rata-Rata)

Sampel : 5 Bata tiap Variasi

UJI KUAT GESER BATU BATA

Dimensi	Sampel Uji Kuat Geser Rata-Rata Batu Bata				
	BB TL	BB L25%	BB L50%	BB L75%	BB L100%
l (cm)	22,70	22,00	21,82	22,90	22,90
b (cm)	11,00	10,50	10,46	11,30	11,10
h (cm)	4,40	4,00	3,94	4,00	3,90
A (cm ²)	48,40	42,00	41,22	45,20	43,29
P max (kg)	318,69	596,23	1088,06	691,02	334,98
fu (kg/cm ²)	3,29	7,10	13,21	7,64	3,87

$$\text{Kuat Geser (fu)} = \frac{P_{\max}}{2 \cdot b \cdot h}$$

Dimana :

fu = Kuat geser (kg/cm²)

Pmax = Maksimum pembebanan (kg)

b = Lebar bata (cm)

h = Tinggi bata (cm)

Sampel

1. BB TL = $318,69 / (2 \times 48,40) = 3,29 \text{ kg/cm}^2$

2. BB L 25% = $596,23 / (2 \times 42) = 7,10 \text{ kg/cm}^2$

3. BB L 50% = $1088,06 / (2 \times 41,22) = 13,21 \text{ kg/cm}^2$

4. BB L 75% = $691,02 / (2 \times 45,20) = 7,64 \text{ kg/cm}^2$

5. BB L 100% = $334,98 / (2 \times 43,29) = 3,87 \text{ kg/cm}^2$



LAMPIRAN 6

(Dokumentasi Penelitian Batu Bata)

الجامعة الإسلامية في إندونيسيا

