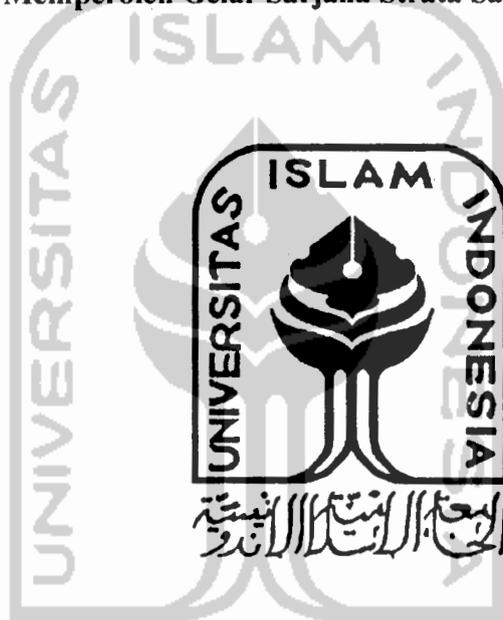


**BATAKO BERKAIT SEBAGAI ALTERNATIF MATERIAL
DINDING PASANGAN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



oleh :
Nama : Yogi Indra Prayoga
No. Mahasiswa : 03 511 195

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

2007

TUGAS AKHIR
BATAKO BERKAIT SEBAGAI ALTERNATIF
MATERIAL DINDING PASANGAN

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



Disusun oleh:

Yogi Indra Prayoga
03 511 195

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Ir.H.Faisol AM, MS

Tanggal :

Telah diperiksa dan disetujui oleh :
Dosen Pembimbing

Ir.H.A. Kadir Aboe, MS

Tanggal : 09/01-2008

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil'alamiin, tiada kata yang patut terucap atas segala nikmat-Nya yang telah diberikan untuk kita. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, inspirasi akhlak dan pribadi mulia. Dengan penuh konsentrasi, perjuangan yang keras serta kemudahan dari Allah akhirnya, tugas akhir berjudul **“BATAKO BERKAIT SEBAGAI ALTERNATIF MATERIAL DINDING PASANGAN”** ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir ini merupakan syarat untuk mencapai jenjang Strata Satu (S1), pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Masih terdapat banyak keterbatasan dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini, oleh karena itu penulis mohon maaf dan berharap akan ada pengembangan penelitian yang lebih baik dengan rekomendasi penelitian yang dikemukakan pada bagian akhir dari tugas akhir ini.

Penulis mengucapkan terima kasih tidak terhingga kepada pihak-pihak yang memberikan dukungan material dan spiritual sehingga tugas akhir ini dapat terwujud, yaitu kepada:

1. Bapak, Ibu, kakak dan adik-adik ku tercinta yang telah memberikan dorongan, do'a dan kasih sayang sehingga penulis selalu mendapat kemudahan dari Allah SWT.

2. Yth. Rektor Universitas Islam Indonesia.
3. Yth. Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-UII.
4. Yth. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Sipil FTSP-UII.
5. Yth. Bapak Ir. H. A. Kadir Aboe, MS, terima kasih atas bimbingan, nasehat, dan dukungan yang diberikan kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini dan selama penulis menjalani masa kuliah.
6. Seluruh civitas akademika FTSP-UII, terima kasih atas dukungan serta bantuannya.
7. Sobat-sobat terbaiku, Pordjo, Prima, Cilacap, Viktor, Rudi, Anton, Ivan, Wisnu, Emen, Teman-teman Sipil angkatan 2003, yang membantuku selama proses perkuliahan 4 tahun di UII.
8. Teman-teman KKN angkatan 33 unit 83.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis berharap semoga penelitian yang telah dilakukan dan disajikan dalam bentuk tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi dunia Teknik Sipil dan dapat bermanfaat untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Wabillahittaufig wal hidayah

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, November 2007

Penulis

Yogi Indra Prayoga

Motto

فَضْلُ الْعَالِمِ عَلَى الْعَابِدِ كَفَضْلِ الْقَمَرِ عَلَى النُّجُومِ. الْعُلَمَاءُ وَرَثَةُ الْأَنْبِيَاءِ،
وَالْأَنْبِيَاءُ لَمْ يُورَثُوا دِينَارًا وَلَا دِرْهَمًا وَإِنَّمَا وَرَثُوا الْعِلْمَ فَمَنْ أَخَذَهُ أَخَذَ بِحِطِّهِ وَافِرٍ.
(الترمذي).

"Keutamaan seseorang 'alim (berilmu) atas seorang 'abid (ahli ibadah) seperti keutamaan bulan atas seluruh bintang-bintang. Sesungguhnya ulama itu pewaris para nabi. Sesungguhnya para nabi tidaklah mewariskan dinar maupun dirham, mereka hanyalah mewariskan ilmu, maka barangsiapa mengambilnya (warisan ilmu) maka dia telah mengambil keuntungan yang banyak." (HR. Tirmidzi)

إِذَا مَاتَ الْإِنْسَانُ انْقَطَعَ عَمَلُهُ إِلَّا مِنْ ثَلَاثٍ؛ صَدَقَةٌ جَارِيَةٌ أَوْ عِلْمٌ يُنْتَفَعُ بِهِ أَوْ وَلَدٌ
صَالِحٌ يَدْعُو لَهُ.

"Jika manusia mati terputuslah amalnya kecuali tiga: shadaqah jaryyah, atau ilmu yang dia amalkan atau anak shalih yang mendoakannya." (HR. Muslim)

مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ.

Barangsiapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah mudahkan baginya jalan menuju Surga." (HR. Muslim)

" Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan. Karena itu bila selesai suatu tugas, mulailah tugas yang lain dengan sungguh – sungguh. Hanya kepada Tuhanmu hendaknya kau berharap " (QS, Asyarah : 6-8)

Special Dedicated to :

Tugas Akhir ini dapat terlaksana hanya karena nikmat Allah yang telah tercurah, berupa kesehatan, kemudahan, petunjuk dan kesabaran. Sehingga tiada kata lain yang patut terucap selain memuji kebesaran-Nya, alhamdulillah, segala puji hanya bagi Allah

untuk Kedua orang tuaku tercinta,

Bapakku, Edi Narwali, SSos dan ibuku , Neni Suherni

tugas akhir ini kupersembahkan sebagai jawaban atas kepercayaan yang telah kalian berikan serta perwujudan bhaktiku kepada kalian.

Tak lupa seluruh keluarga besar Adi Dasiyo dan Asdim, tugas akhir ini adalah buah dari do'a yang selalu kita mohonkan kepada-Nya. Semoga Allah senantiasa meridhoi apa yang kita usahakan dan mengabulkan apa yang kita mohonkan.

الجامعة الإسلامية
الربيعية
الابتدائية
الاندية

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Kata Pengantar	iii
Lembar Motto.....	v
Lembar Persembahan	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Notasi	x
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran.....	xiii
Abstraksi.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Tinjauan Umum.....	8
2.2 Bahan Penyusun	8
2.2.1 Semen.....	8
2.2.2 Pasir.....	9
2.2.3 Air.....	10
2.2.4 Mortar.....	11
2.2.5 Batako.....	12
2.3 Penelitian Terdahulu	12
2.3.1 Christensen (1974)	12

2.3.2	Widodo (2000)	13
2.3.3	CEEDEDS (2004)	14
2.3.4	Atindriana (2003)	14
2.3.5	Hidayat dan Purnomo (2003)	15
2.3.6	Prayogi dan Solihatun (2003).....	15
2.3.7	Yunianto dan Widodo (2004).....	16
BAB III	LANDASAN TEORI.....	17
3.1	Pendahuluan	17
3.2	Batako.....	17
3.3	Kuat Tekan	20
3.4	Kuat Lentur	22
3.4.1	Kuat Lentur Balok.....	22
3.4.2	Kuat Lentur Dinding Pasangan Bata.....	26
3.5	Kuat Geser.....	27
3.5.1	Prinsip Geser Murni	27
3.5.2	Prinsip Kuat Geser Pada Portal Dengan Dinding Pasangan Bata	30
3.6	Batako Berkait.....	33
3.7	Hipotesis.....	34
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN.....	35
4.1	Umum.....	35
4.2	Spesifikasi Bahan	35
4.3	Peralatan Penelitian	36
4.4	Benda Uji.....	37
4.5	Pengujian Bahan Dan Benda uji.....	37
4.5.1	Pengujian Kandungan Lumpur Dalam Pasir	37
4.5.2	Pengujian Kuat Tekan Pasangan Batako Berkait.....	39
4.5.3	Pengujian Kuat Lentur Pasangan Batako Berkait	40
4.5.4	Pengujian Kuat Geser Pasangan Batako Berkait.....	42

4.6	Tahapan Penelitian	56
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	45
5.1	Umum	45
5.2	Hasil Pengukuran Dimensi Batako Berkait.....	45
5.3	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Dalam Pasir	46
5.4	Hasil Pengujian Kuat Tekan Pasangan Batako Berkait.....	47
5.5	Hasil Pengujian Kuat Lentur Pasangan Batako Berkait	49
5.6	Hasil Pengujian Kuat Geser Pasangan Batako Berkait	50
5.7	Perbandingan Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Kuat Geser Pasangan Bata Merah dengan Pasangan Batako Berkait	52
5.8	Analisis Perbandingan Kuat Tekan Pasangan Bata Merah dengan Pasangan Batako Berkait	53
5.9	Analisis Perbandingan Kuat Lentur Pasangan Bata Merah dengan Pasangan Batako Berkait	54
5.10	Analisis Perbandingan Kuat Geser Pasangan Bata Merah dengan Pasangan Batako Berkait.....	55
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	57
6.1	Kesimpulan.....	57
6.2	Saran-saran.....	58
Daftar Pustaka	59
Lampiran		

DAFTAR NOTASI

A	= Luasan permukaan benda uji
A_l	= Luasan lubang benda uji
A_s	= Luas bidang geser benda uji
b	= Lebar benda uji
h	= Tinggi benda uji
t	= Tebal benda uji
σ_{tk}	= Kuat tekan batako berkait
σ_{lt}	= Kuat lentur batako berkait
τ	= Kuat geser batako berkait
n	= jumlah sampel
P_{max}	= Beban maksimum pengujian
L	= Jarak tumpuan

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
الجامعة الإسلامية
الابن تومر الاندوف

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Kekuatan Tekan Batu Cetak Beton	20
Tabel 5.1	Hasil Pengukuran Dimensi Batako Berkait	46
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Dalam Pasir	47
Tabel 5.3	Data Hasil Pengukuran Dimensi Sampel Kuat tekan Sampel I	48
Tabel 5.4	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako Berkait	48
Tabel 5.5	Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Batako Berkait	49
Tabel 5.6	Data Hasil Pengujian Kuat geser Batako Berkait.....	51
Tabel 5.7	Data Hasil Pengujian Pasangan Bata	52
Tabel 5.8	Data Hasil Pengujian Pasangan Bata	53
Tabel 5.9	Perbandingan Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Kuat Geser Pasangan Bata Merah dengan Pasangan Batako Berkait	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Perspektif Batako Berkait.....	5
Gambar 1.2	Tampak Depan Batako Berkait	6
Gambar 1.3	Tampak Samping Batako Berkait	6
Gambar 1.1	Tampak Atas Batako Berkait	7
Gambar 3.1.a	Sketsa Rumah Sederhana	21
Gambar 3.1.b	Distribusi Beban Pada Tembok.....	21
Gambar 3.2	Balok Dengan Pusat Berada Dalam Keadaan Lentur Murni.....	24
Gambar 3.3	Bentuk Penampang Balok	25
Gambar 3.4.a	Perspektif Lentur Pada Dinding	26
Gambar 3.4.b	Uji Lentur Pasangan bata	26
Gambar 3.5	Tegangan Geser Pada Bahan.....	28
Gambar 3.6	Analisa Tegangan Pada Bidang Miring	28
Gambar 3.7	<i>Deflected Shape</i>	31
Gambar 3.8	Pasangan Bata Sebagai <i>Bracing</i>	31
Gambar 3.9	Distribusi Beban Geser.....	32
Gambar 3.10	Rumah Sederhana Dengan Pasangan Bata.....	32
Gambar 4.1	Pengujian Kuat Tekan Batako Berkait	40
Gambar 4.2	Pengujian Kuat Lentur Batako Berkait	41
Gambar 4.3	Pengujian Kuat Geser Batako Berkait.....	42
Gambar 4.4	Bagan Alir Prosedur Penelitian	44

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir
- Lampiran 2 Hasil Pengukuran Dimensi Batako Berkait
- Lampiran 3 Hasil Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Batako Berkait
- Lampiran 4 Hasil Pengujian dan Perhitungan Kuat Lentur Batako Berkait
- Lampiran 5 Hasil Pengujian dan Perhitungan Kuat Geser Batako Berkait
- Lampiran 6 Dokumentasi
- Lampiran 7 Kartu Peserta Tugas Akhir



ABSTRAK

Dinding tembok atau pasangan bata pada prinsipnya berfungsi sebagai selimut/lapisan terluar dan membentuk pola/penyekat ruangan (fungsi non-struktural), tetapi pada bangunan sederhana (non engineering) dinding tembok juga berfungsi untuk menahan beban atap (fungsi struktural). Sehingga pada bangunan rumah sederhana dinding tembok berfungsi ganda yaitu fungsi struktural dan fungsi non struktural.

Pada umumnya dinding tembok merupakan kombinasi dari dua bahan penyusun, yaitu bata merah atau batako dan mortar sebagai bahan pengikat. Pada saat terjadi “kegagalan tembok” kerusakan tidak hanya dialami oleh bata tetapi juga pada mortarnya. Dari beberapa kejadian gempa di Indonesia, kerusakan yang paling banyak terjadi pada dinding adalah kerusakan geser pada dinding akibat retakan-retakan arah diagonal. Kerusakan geser pada dinding tembok salah satunya disebabkan oleh adanya perbedaan kekuatan antara mortar dan bata/batako dalam menahan gaya geser.

Guna memperkecil kerusakan yang terjadi akibat adanya perbedaan kekuatan tersebut, maka dibuatlah batako berkait yang pada aplikasinya mengandalkan kekuatan kaitan (interlocking) pada masing-masing sisinya sehingga menjadi dinding yang homogen ketika disusun sebagai satu kesatuan yang utuh.

Untuk dapat digunakan sebagai material alternatif penyusun dinding tembok, pasangan batako berkait harus dapat memenuhi fungsi strukturalnya. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian di laboratorium yang meliputi uji desak, uji lentur dan uji geser. Dari penelitian yang dilakukan, untuk batako berkait dengan komposisi campuran semen dan pasir 1:8 diperoleh nilai kuat tekan $25,219 \text{ kg/cm}^2$, kuat lentur sebesar $1,401 \text{ kg/cm}^2$ dan kuat geser sebesar $2,7 \text{ kg/cm}^2$. Berdasarkan kuat tekannya batako berkait dapat digolongkan sebagai batako kelas C (PUBI 1982). Berdasarkan hasil tersebut batako berkait dapat digunakan sebagai material alternatif penyusun dinding non struktural bagian dalam.

Kata kunci: batako berkait, interlocking, kuat tekan, kuat lentur, kuat geser.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Unsur kekuatan pada sebuah bangunan haruslah dipenuhi secara proporsional oleh elemen-elemen dari struktur bangunan tersebut untuk menjaga kestabilan bangunan ketika menahan beban atau gaya yang bekerja padanya, sehingga bangunan tersebut dapat berfungsi dengan baik. Untuk itulah perlu sekali dilakukan perancangan dan perencanaan yang matang sebelum pendirian bangunan serta pengujian bahan yang akan digunakan dalam struktur bangunan tersebut.

Pada dasarnya beban yang bekerja pada sebuah bangunan ditumpu oleh elemen-elemen strukturnya, dimana elemen-elemen tersebut harus mampu meneruskan gaya yang bekerja ke tanah sehingga terjadi reaksi yang dapat mereduksi seluruh beban agar bangunan tidak mengalami kerusakan/keruntuhan. Besarnya reaksi elemen-elemen struktur dipengaruhi oleh bentuk fisik bangunan serta jenis material penyusunnya.

Meningkatnya taraf perekonomian dan pesatnya pertumbuhan penduduk, mengakibatkan adanya peningkatan kebutuhan masyarakat akan tempat tinggal. Pada awalnya sebagian besar rumah tinggal penduduk di Indonesia dibangun secara tradisional sesuai kebudayaan (*culture*) dan material bangunan yang tersedia di alam sekitar. Perkembangan pesat dibidang industri dan terbatasnya ketersediaan material bangunan tradisional (kayu dan bambu) serta tingginya harga

dari material tersebut memunculkan kecenderungan untuk membangun rumah tinggal dengan dinding tembok.

Indonesia terletak diantara dua jalur gempa utama dunia yaitu sirkum Pasifik dan sirkum Mediterania, sehingga fenomena bencana alam ini sering terjadi. Dalam beberapa tahun terakhir, gempa sudah menghancurkan berbagai infrastruktur dan mengakibatkan munculnya korban jiwa yang tidak sedikit. Pada umumnya korban jiwa timbul akibat terjadinya “kegagalan tembok”, sehingga warga yang berada didalam bangunan mengalami luka-luka bahkan sampai meninggal dunia akibat tertimpa atap atau runtuh dinding.

Dinding tembok pada prinsipnya berfungsi sebagai selimut/lapisan terluar bangunan dan membentuk pola/penyekat ruangan (fungsi non-struktural), tetapi pada bangunan rumah sederhana (*non engineering*) dinding tembok juga berfungsi untuk menahan beban atap (fungsi struktural). Sehingga pada bangunan rumah sederhana dinding tembok berfungsi ganda yaitu fungsi struktural dan fungsi non-struktural. Fungsi struktural dinding tembok tersebut dapat diuraikan menjadi tiga macam, yaitu :

1. menahan gaya tekan,
2. menahan gaya lentur, dan
3. menahan gaya geser.

Jika dinding tembok tidak dapat memenuhi ketiga fungsi tersebut, maka implikasinya akan terjadi “kegagalan tembok” yaitu berupa retak-retak, hancur pada bagian tertentu dan keruntuhan. Fenomena ini dapat dijumpai pada rumah-rumah sederhana yang dibangun tanpa perencanaan yang baik dan pada saat

bangunan terkena beban gempa

Dinding tembok merupakan kombinasi dari dua bahan penyusun, yaitu bata atau batako dan mortar sebagai bahan pengikat. Pada saat terjadi “kegagalan tembok” kerusakan tidak hanya dialami oleh bata tetapi juga pada mortarnya. Dari beberapa kejadian gempa di Indonesia, terdapat efek kerusakan geser pada dinding tembok berupa retakan-retakan arah diagonal. Ini menunjukkan adanya pengaruh ketahanan dinding tembok terhadap gaya geser dalam melawan gaya horizontal searah bidang dinding tembok yang ditimbulkan oleh beban gempa dan bagian struktur tersebut sebagai dinding geser dengan tahanan terbatas pada bangunan rumah sederhana. Kerusakan geser pada dinding tembok salah satunya disebabkan oleh adanya perbedaan kekuatan antara mortar dan bata/batako dalam menahan gaya geser.

Guna memperkecil kerusakan yang terjadi akibat adanya perbedaan kekuatan antara mortar dan bata penyusun dinding pada saat menahan gaya geser, maka dibuatlah batako berkait yang merupakan hasil modifikasi dari batako konvensional. Pada aplikasinya batako berkait tidak menggunakan mortar sebagai perekat, tetapi mengandalkan kekuatan kaitan (*interlocking*) pada masing-masing sisinya dengan kekuatan yang sama dengan bahan itu sendiri. Dengan modifikasi bentuk ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan struktur (dinding pasangan) tersebut dalam menahan gaya tekan, gaya lentur dan gaya geser. Untuk itu penulis mencoba untuk melakukan suatu penelitian dengan judul “ *Batako Berkait Sebagai Bahan Alternatif Penyusun Dinding Pasangan* ” (*Penelitian Laboratorium*).

1.2 Rumusan Masalah

Perubahan bentuk dan dimensi bahan tentunya mempengaruhi kekuatan dan mekanisme transfer beban dari bahan itu sendiri. Maka perlu diteliti mengenai kekuatan dan kelayakan batako berkait sebagai material alternatif penyusun dinding tembok.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang ada maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hal-hal berikut ini.

1. Mengetahui kekuatan pasangan batako berkait dalam melayani/mendukung fungsinya sebagai elemen struktur pada bangunan sederhana.
2. Mengetahui perbandingan kekuatan antara pasangan batako berkait dengan pasangan tembok konvensional (pasangan bata merah/batako).

1.4 Manfaat Penelitian

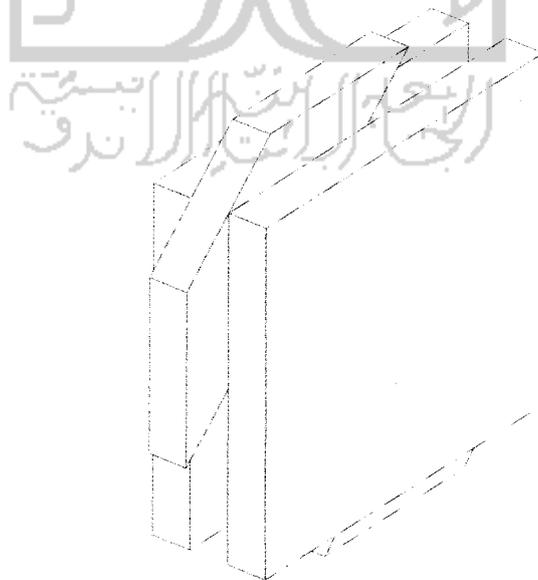
Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui kekuatan pasangan batako berkait dalam melayani/mendukung fungsinya sebagai elemen struktur pada bangunan sederhana.
2. Dapat dijadikan alternatif material penyusun dinding tembok.
3. Dapat digunakan sebagai referensi bagi para peneliti berikutnya.

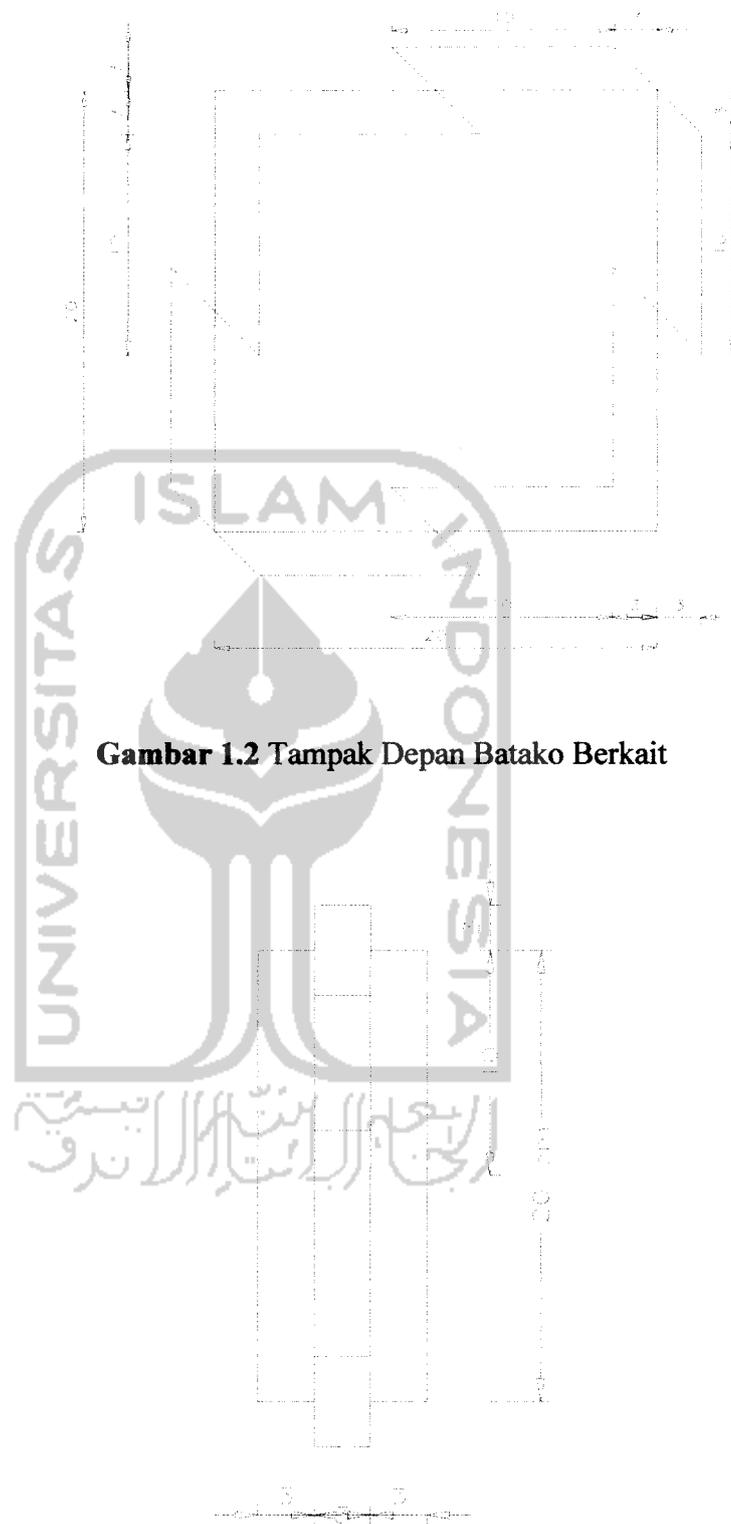
1.5 Batasan Masalah

Sesuai dengan tujuan penelitian, maka agar ruang lingkup penelitian lebih jelas dan terarah diperlukan adanya batasan-batasan masalah, yaitu :

1. Benda uji dan pengujian menggunakan standar SNI (Standar nasional Indonesia) dan ASTM (American Society for Testing and Materials).
2. Semen yang digunakan adalah Portland Cement (PC) tipe I merk Tiga Roda.
3. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Agregat halus (pasir) yang digunakan berasal dari Clereng.
5. Komposisi campuran semen-pasir yang digunakan adalah 1: 8.
6. Dimensi batako berkait adalah $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 9\text{cm}$.
7. Bentuk dan dimensi batako berkait dapat dilihat pada gambar 1.1 – 1.4.

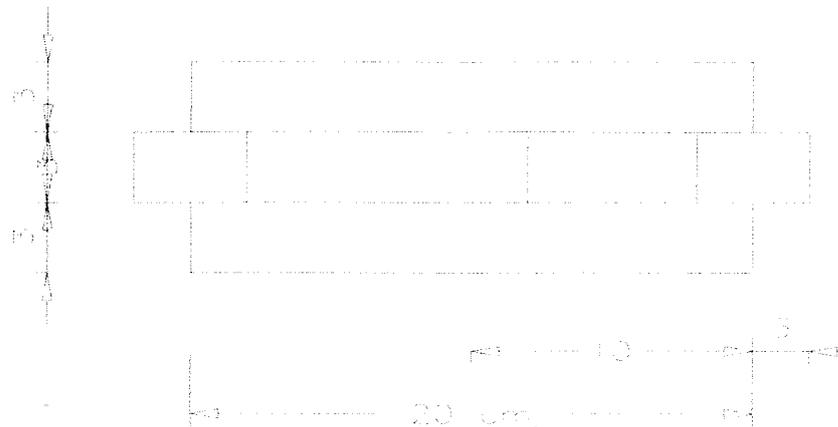


Gambar 1.1 Perspektif Batako Berkait



Gambar 1.2 Tampak Depan Batako Berkait

Gambar 1.3 Tampak Samping Batako Berkait



Gambar 1.4 Tampak Atas Batako berkait

8. Benda uji tekan berupa batako berkait dengan ukuran $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 9\text{cm}$ sejumlah 3 benda uji.
9. Benda uji geser berupa pasangan batako berkait dengan ukuran $40\text{cm} \times 20\text{cm} \times 9\text{cm}$ yang tersusun dari 2 buah batako berkait dengan jumlah 7 benda uji.
10. Benda uji lentur berupa pasangan batako berkait dengan ukuran $20\text{cm} \times 40\text{cm} \times 9\text{cm}$ yang tersusun dari 2 buah batako berkait dengan jumlah 3 benda uji.
11. Pengujian dilakukan dengan mesin uji tekan-tarik "shimadzu"
12. Pengujian sampel dilakukan minimal setelah 28 hari terhitung dari pembuatan sampel.
13. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Interlocking dalam arti bahasa dapat diartikan mempersambungkan satu sama lain. (Kamus Inggris – Indonesia, John M. Echols, 1992).

Sedangkan dalam istilah teknik sipil, dapat diartikan menyambung atau menyusun suatu bahan dengan bentuk/geometri tertentu sehingga dengan sendirinya dapat mencapai posisi stabil. (Kamus istilah Teknik Sipil, Erlangga).

2.2 Bahan Penyusun

Suatu semen jika dicampur dengan air akan terbentuk adukan pasta semen, sedangkan jika diaduk dengan air kemudian ditambah pasir menjadi mortar semen, dan jika ditambah lagi dengan kerikil atau batu pecah disebut beton. (Kardiyono Tjokrodimoeljo, 1992).

2.2.1 Semen

Semen Portland (PC) dibuat dari semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terbuat dari batu kapur (CaCO_3) yang jumlahnya amat banyak serta tanah liat dan bahan dasar berkadar besi, terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat. (SK SNI 03 – 2847 – 2002).

Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu masa yang kompak/padat. Semen Portland dibuat dengan melalui beberapa langkah sehingga sangat halus dan memiliki sifat adesif maupun kohesif. Semen diperoleh dengan membakar secara bersamaan, suatu campuran dari *calcareous* (yang mengandung kalsium karbonat atau batu gamping) dan *argillaceous* (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu (Kardiyono Tjokrodimoeljo,1992)

2.2.2 Pasir

Pasir adalah butiran-butiran mineral yang dapat melalui/lolos ayakan berlubang persegi 5 mm dan tertinggal/tertahan diatas ayakan 0,075 mm. Pasir untuk adukan pasangan, plesteran, dan bitumen harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Butiran pasir harus tajam dan keras, tidak dapat dihancurkan dengan jari.
2. Kadar lumpur tidak boleh lebih dari 5 %.
3. Warna larutan pada pengujian dengan 3 % natrium-hidroksida, akibat adanya zat-zat organik tidak boleh lebih tua dari warna larutan normal atau warna air teh yang sedang kepekatannya.
4. Bagian yang hancur pada pengujian dengan larutan jenuh natrium sulfat (Na_2SO_4) tidak boleh lebih dari 10 %.
5. Jika dipergunakan untuk adukan dengan semen yang mengandung lebih dari 0,6 alkali dihitung sebagai sebagai natrium oksida (Na_2O), pada pengujian tidak boleh menunjukkan sifat reaktif.

6. Keteguhan adukan percobaan dibandingkan dengan adukan pembanding yang menggunakan semen yang sama dan pasir normal tidak boleh lebih kecil dari 5 % pada pengujian 1-6 hari.
7. Pasir untuk adukan plesteran dan adukan pasangan butirannya harus dapat melalui ayakan berlubang persegi 3 mm (SNI NI-3, 1970).

2.2.3 Air

Air merupakan bahan dasar yang sangat penting dalam proses pembuatan beton dan mortar, Air pada campuran berfungsi sebagai media untuk mengaktifkan pada reaksi semen, pasir, dan kerikil agar saling menyatu. Air juga berfungsi sebagai pelumas antara butir-butir pasir dan kerikil yang berpengaruh pada sifat mudah dikerjakan (*Workability*) adukan beton. Jumlah dan kualitas air yang digunakan akan berpengaruh pada lama ikatan awal dan kekuatan beton setelah mengeras. Selain itu air juga digunakan untuk merawat beton yang telah selesai dicor agar tidak kering terlalu cepat, yaitu dengan cara menyirami permukaannya dan juga digunakan untuk keperluan rutinitas baik karyawan maupun pekerja. Persyaratan air yang digunakan untuk pengolahan dan perawatan beton sebaiknya memenuhi persyaratan :

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

Pada umumnya persyaratan air yang digunakan harus bersih, tidak berbau dan dapat dikonsumsi, tidak mengandung minyak, lemak, asam alkali, garam-garam, dan asam sulfat (Kardiyono Tjokrodimoeljo,1992).

2.2.4 Mortar

Mortar adalah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air. Bahan perekat dapat berupa tanah liat, kapur, maupun semen portland. Mortar dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu :

1. Mortar lumpur adalah mortar yang dibuat dari campuran pasir, tanah liat/lumpur dan air.
2. Mortar kapur adalah mortar yang dibuat dari campuran pasir, kapur dan air.
3. Mortar semen adalah mortar yang dibuat dari campuran pasir, semen portland dan air. Perbandingan antara volume pasir dan semen berkisar antara 1 : 2 dan 1 : 6 atau lebih besar. Proses pembuatannya yaitu pasir dan semen mula-mula dicampur secara kering sampai merata diatas suatu tempat yang rata dan rapat air, kemudian tambahkan air. Mortar ini memiliki kekuatan yang lebih besar dibanding kedua mortar sebelumnya, maka dari itu biasanya dipakai untuk tembok pilar, kolom atau bagian lain yang menahan beban.

Mortar yang baik harus memiliki sifat-sifat murah, tahan lama, mudah dikerjakan, melekat dengan baik, cepat kering/keras,tahan terhadap rembesan air dan tidak timbul retak-retak setelah dipasang (Kardiyono Tjokrodimoeljo,1992).

2.2.5 Batako

Batako atau batu cetak beton (*concrete block/conblock*) adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau sejenisnya, pasir, air dan atau tanpa vahan tambahan lainnya (*additive*), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding.

Batu cetak beton berlobang adalah batu cetak beton dengan memiliki luas penampang lobang lebih dari 25% luas penampang batunya dan isi lobang lebih dari 25% isi batu keseluruhan.

2.3 Penelitian Sebelumnya

Penelitian menyangkut dinding tembok pasangan sebelumnya telah banyak dilakukan, sehingga kesimpulan dan hasil dari beberapa penelitian tersebut dapat dijadikan sebagai bahan acuan pada penelitian ini. Beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

2.3.1 Christensen (1974)

Melakukan penelitian mengenai kekuatan lekatan pada bata dan mortar di Indonesia. Dalam penelitian tersebut menghasilkan beberapa kesimpulan, diantaranya :

1. Bata sebelum dipasang perlu untuk direndam terlebih dahulu sampai bata jenuh, hal ini akan membersihkan residu yang menempel pada permukaan bata dan akan membuat bata tidak menyerap air pada mortar pada saat pemasangan.

2. Mortar yang akan digunakan haruslah mampu memberikan kekuatan lekatan yang memadai, untuk itu pasir harus bersih dari bahan-bahan yang menyebabkan dapat menurunnya kekuatan lekatan, kadar air yang digunakan disesuaikan dengan kemudahan pengerjaannya sehingga mortar tidak terlalu kental dan tidak terlalu encer. Mortar dengan campuran yang terdiri dari semen, kapur dan pasir direkomendasikan untuk menghasilkan lekatan yang baik.

2.3.2 Widodo (2000)

Menurut penelitian ini, pola-pola kerusakan bangunan sederhana akibat gempa dapat dikategorikan menjadi tiga macam, yaitu kerusakan akibat struktur tanah, kerusakan akibat kurangnya perkuatan dan kekuatan, dan kerusakan akibat rendahnya mutu bahan bangunan yang dipakai.

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

Kerusakan akibat kurangnya perkuatan dan kekuatan pada dasarnya

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

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

2.3.3 CEEDEDS (2004)

penelitian ini berjudul “Mutu Material Tembokan di Pulau Jawa”. Cakupan penelitian ini meliputi pengujian kuat tekan bata, resapan air bata, kandungan garam bata, kandungan lumpur pasir, kuat tekan mortar dan kuat tarik mortar.

2.3.4 Atindriana (2003)

Topik penelitian yang diambil adalah ” Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Daerah Sleman Yogyakarta Dengan Variasi Campuran Mortar”. Salah satu tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan pasangan bata dengan variasi campuran mortar. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa material bata merah yang digunakan dalam penelitian termasuk dalam mutu bata merah kelas III, variasi campuran mortar yang menghasilkan kuat tekan terbesar adalah mortar

yang menggunakan campuran semen, kapur dan pasir dengan perbandingan 1:0,5:4.

2.3.5 Hidayat dan Purnomo (2003)

Pada penelitian ini diambil topik "Karakteristik Bata, Mortar dan dan Kuat Geser Dinding Pasangan Bata Dengan Variasi Proporsi Campuran Mortar". Tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah untuk mengetahui karakteristik bahan penyusun pasangan bata daerah Sleman, serta untuk mengetahui besar kuat geser pasangan bata dengan 5 variasi campuran mortar baik menggunakan pasir yang dicuci maupun pasir yang tidak dicuci. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa dari mutu tekannya bata merah yang digunakan termasuk golongan III berdasarkan NI-10 196, serta kuat geser terbesar pada pasangan bata didapatkan pada pasangan bata yang menggunakan perbandingan semen, kapur dan pasir sebesar 1:0,5:4.

2.3.6 Prayogi dan Solihatun (2004)

Topik yang diambil pada penelitian ini adalah "Sifat-sifat Fisik Bata, Kuat Lentur Dinding Pasangannya Dengan Variasi Campuran Mortar Menggunakan Pasir Dicuci dan Pasir Tidak Dicuci". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisik bata yang diambil dari salah satu pabrik bata daerah Sleman, mengetahui perbandingan kekuatan mortar dengan memakai pasir dicuci dan pasir tidak dicuci/ masih mengandung lumpur, mengetahui perbandingan kekuatan pasangan tembok bata dengan memakai pasir dicuci dan tidak dicuci/ masih

mengandung lumpur, dan lebih memfokuskan untuk mengetahui kuat lentur pasangan bata dengan variasi campuran mortar. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa material bata merah yang digunakan dalam penelitian termasuk dalam mutu bata merah kelas III, variasi campuran mortar yang menghasilkan kuat lentur terbesar adalah mortar yang menggunakan campuran semen, kapur dan pasir dengan perbandingan 1:0,5:4.

2.3.7 Penelitian Yuniarto dan Widodo (2004)

Topik yang diambil pada penelitian ini adalah " Pengaruh Variasi Kandungan Air Mortar Terhadap Kekuatan Pasangan Bata Sayegah Sleman". Tujuan dari penelitian ini salah satunya untuk mengetahui kandungan air yang optimum pada mortar. Hasil dari penelitian ini yaitu bahwa mortar dengan kandungan air 0,7 dari berat semen adalah yang optimum ditinjau dari kekuatan yang baik serta kemudahan dalam pembuatan maupun pemakaiannya. .

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pendahuluan

Dinding pasangan bata dapat memberikan sumbangan kekuatan pada portal-portal struktur untuk menahan beban atau gaya yang bekerja pada bangunan. Besarnya sumbangan kekuatan dinding dalam menahan beban tentunya berhubungan dengan kekuatan bata yang digunakan, kekuatan mortar serta lekatan antara bata dengan mortar, sehingga keduanya tidak terpisah atau pecah saat menahan beban yang bekerja. Oleh karena itu, pada bab ini berisi tentang teori-teori yang mendukung pemecahan berbagai kendala dalam penelitian.

3.2 Batako

Menurut pasal 18 PUBI 1982, batu cetak beton/batako adalah batu cetak (berlubang atau pejal) yang dibuat dari campuran semen Portland, dan agregat halus yang sesuai serta diperuntukkan bagi pembuatan konstruksi-konstruksi dinding bangunan, baik yang memikul beban, maupun yang tidak memikul beban.

Batu cetak beton berlubang ialah batu cetak beton yang memiliki lubang sedemikian rupa hingga jumlah luas penampang lubangnya serta jumlah isisnya lubangnya, masing-masing lebih besar dari 25% luas penampang serta isi batu cetak beton.

Berdasarkan pemakaiannya, batu cetak beton dibagi kedalam tiga kelas, yaitu :

1. Kelas A, untuk pemakaian di luar atau pada bagian luar bangunan, baik yang memikul beban maupun yang tidak memikul beban.
2. Kelas B, untuk pemakaian di dalam atau pada bagian dalam bangunan yang memikul beban.
3. Kelas C, untuk pemakaian di dalam atau pada bagian dalam bangunan yang tidak memikul beban.

Sifat-sifat batako sebagai bahan untuk pasangan dinding adalah sebagai berikut :

1. Ukuran dan mutunya seragam bila dibuat dengan cara yang sama.
2. Pemasangan mudah dan rapih tidak perlu pemotongan.
3. Permukaan menarik dan tidak perlu diplester lagi.
4. Harga pasangan jadi bersaing dengan bahan lainnya.

Jenis-jenis batako sebagai bahan penyusun pasangan dinding adalah sebagai berikut :

1. Ditinjau dari cara pembuatannya :

Ditinjau dari cara pembuatannya, batako ada 2 macam yaitu :

- Batako buatan tangan (manual) adalah batu cetak beton yang dibuat dengan mencetak campuran lembab dari pasir dan semen Portland di dalam sebuah cetakan dengan cara dipukul-pukul tangan. Setelah melalui proses pemeliharaan (di udara ruangan selama sekitar 4 minggu), batako siap untuk dipakai.
- Batako buatan mesin (vibrated conblock) adalah batu cetak beton yang dibuat dengan mencetak campuran lembab dari pasir dan semen Portland di dalam mesin cetak getar, sehingga diperoleh

pemampatan maksimum. Setelah proses pemeliharaan sekitar 4 minggu, batako siap untuk dipakai.

2. Ditinjau dari ukuran standar :

Ditinjau dari ukuran standar, batako ada 4 macam, yaitu :

- HB 10 = $10 \times 20 \times 40$ (dalam cm)
- HB 10 (1/2) = $10 \times 10 \times 20$ (dalam cm)
- HB 20 = $20 \times 20 \times 40$ (dalam cm)
- HB 15 = $15 \times 20 \times 40$ (dalam cm)

Perbandingan campuran semen : pasir untuk batako yang umum digunakan berkisar antara 1 : 8 sampai 1 : 10, dengan perbandingan air semah antara 0,3 – 0,4.

Persyaratan mutu batako menurut PUBI 1982 adalah sebagai berikut :

1. Ukuran nominal batu cetak beton termasuk 1 cm tempat melekatkan adukan (spesi) adalah berikut ini :
 - Panjang : 40 cm
 - Tinggi : 20 cm dan 10 cm
 - Tebal : 7,5 ; 10 ; 15 ; dan 20 cm.
2. Selain dari pada itu, dibuat pula batu cetak beton dengan ukuran masing-masing 1/4, 1/2 dan 3/4 panjang.
3. Tebal minimum setiap dinding lubang dan sirip pada batu cetak beton berlubang tidak boleh lebih tipis dari 20 mm.
4. Sisi-sisi kearah panjang, tebal dan tinggi dari batu cetak beton harus tegak lurus satu dengan yang lainnya; tepi-tepi serta sudut-sudutnya

harus cukup kuat sehingga tidak mudah diserpihkan dengan tangan; pada badan batu cetak tidak boleh terdapat cacat yang merugikan.

5. Kuat tekan rata-rata, σ_{tk} dari hasil pengujian 6 buah contoh yang diuji, tidak boleh lebih kecil dari harga yang tercantum dalam tabel 3.1

Tabel 3.1 Kekuatan Tekan Batu Cetak Beton

Klasifikasi batu cetak	Kekuatan tekan minimum, kg/f/cm ²			
	Termasuk luas penampang lubang		Tidak termasuk luas penampang lubang	
	Rata-rata 6 contoh	Masing-masing contoh	Rata-rata 6 contoh	Masing-masing contoh
Kelas A	70	55	125	100
Kelas B	50	40	85	70
Kelas C	25	20	35	30

Keuntungan dari penggunaan batako sebagai bahan untuk pasangan dinding adalah sebagai berikut :

1. Mudah mengontrol mutu produk hanya dengan mengatur komposisi campuran.
2. Dalam aplikasi dapat digunakan tanpa plester.
3. Pemasangan lebih cepat.

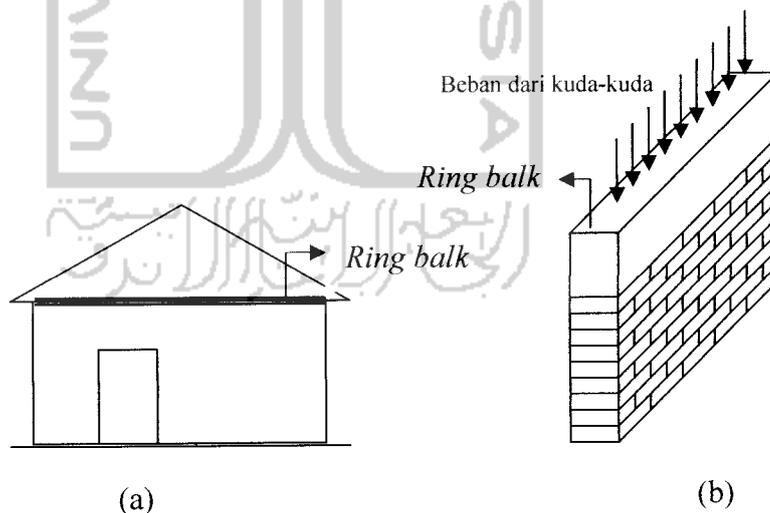
3.3 Kuat Tekan

Kuat tekan dinding pasangan bata adalah kemampuan dari pasangan bata untuk menahan besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan pasangan bata tersebut rusak/hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu.

Pada pembuatan dinding pasangan bata yang baik, kuat tekan dinding pasangan bata harus diperhitungkan. Hal ini dilakukan mengingat pasangan bata tembokan pada tiap satuan luas menerima beban yang dapat menyebabkan kerusakan/keretakan struktur dinding pasangan bata.

Beban-beban yang bekerja pada dinding pasangan bata dapat berupa beban struktur yang berada di atasnya, seperti beban atap yang didistribusikan melalui balok tembok (*ring balk*) yang diasumsikan sebagai beban terdistribusi merata. Selain dari beban atap, dinding pasangan bata bagian bawah juga menerima beban langsung dari dinding pasangan bata yang berada di atasnya.

Asumsi beban-beban struktur yang bekerja di atas dinding pasangan bata banyak dijumpai pada bangunan non teknis (*non-engineered structure*) dimana pasangan bata diasumsikan sebagai elemen yang mampu menahan beban seperti pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 (a) sketsa rumah sederhana (b) distribusi beban pada tembok.

Menurut ASTM/Vol 04.05/E-447 pengujian kuat tekan pasangan bata dilakukan dengan mengambil sampel minimal 3 buah sampel yang memiliki

ketinggian sampel minimal dua kali tebal pasangan bata dan paling sedikit mempunyai 2 sambungan mortar atau minimal tinggi sampel 380 mm. Pengujian dilakukan setelah sampel berumur 28 hari.

Besarnya kuat tekan pasangan bata dapat dicari dengan persamaan (3.1).

$$\sigma_{tk} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan : σ_{tk} = kuat tekan pasangan bata (kg/cm²),

P = pembebanan maksimum pada pengujian (kg),

A = luasan bidang tekan (cm²).

3.4 Kuat Lentur

3.4.1 Kuat Lentur Balok

Jika suatu batang dibebani gaya melintang maka balok akan melengkung/melentur dan menimbulkan momen lentur dalam balok tersebut (Daryanto, 1996). Syafi'i (1984), mengartikan kuat lentur statis sebagai ukuran kemampuan bahan untuk menahan beban yang bekerja tegak lurus sumbu memanjang serat di tengah-tengah yang disangga pada kedua ujungnya.

Jika suatu gelagar balok terletak diatas tumpuan sederhana dan menerima beban tertentu di atas balok, maka akan terjadi deformasi/regangan pada balok tersebut. Momen yang ditimbulkan pada peristiwa ini yaitu momen lentur positif sehingga regangan tekan yang terjadi pada atas balok dan regangan tarik terjadi pada bagian bawah balok.

Bila balok mengalami perubahan, dan karena itu mengalami momen-momen lentur, maka akan berubah bentuk. Tegangan yang timbul selama perubahan bentuk tidak boleh melewati tegangan lentur ijin untuk bahan dari balok. Untuk menentukan tegangan yang diakibatkan lentur, adalah perlu untuk mengamati balok yang berubah bentuk (Smith, 1995).

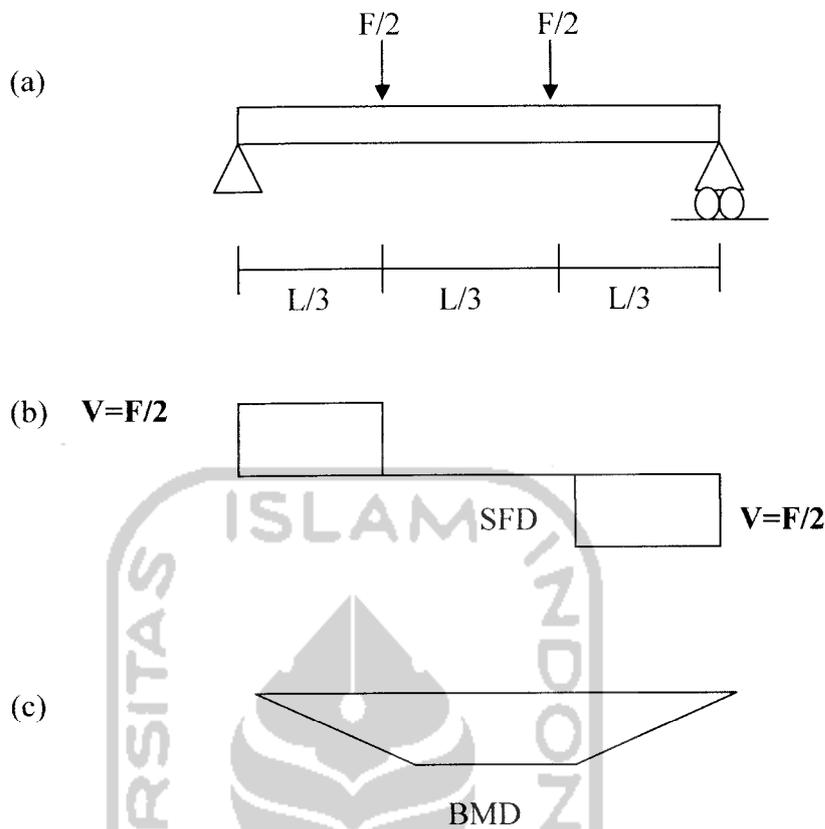
Analisa suatu penampang balok terhadap lentur dimaksudkan untuk menentukan apakah penampang memiliki kekuatan yang cukup atau tidak dalam memikul beban kerja atau momen kerja. Sistem juga harus memiliki pelayanan (*serviceability*) yakni harus memiliki penampilan yang memuaskan terhadap beban kerja tanpa memperhatikan efek-efek yang merugikan, seperti lendutan yang berlebihan, retak maupun getaran (Wang, 1993).

Kuat Lentur adalah nilai tegangan tarik yang dihasilkan dari momen lentur dibagi dengan momen penahan penampang balok uji. (SNI 03-4154-1996). Lentur suatu lenturan yang berhubungan dengan sebuah balok di bawah suatu momen lentur (*bending moment*) dengan gaya lintang sama dengan nol. Definisi dari lentur dapat diilustrasikan sebagai berikut :

- a. Sebuah balok sederhana yang dibebani secara sistematis oleh dua buah

gaya $\frac{F}{2}$ (Gambar 3.2.a)

- b. Gaya lintang (V) yang bersangkutan (Gambar 3.2.b)
- c. Diagram momen lentur (Gambar 3.2.c)



Gambar 3.2 Balok dengan pusat berada dalam keadaan lentur murni.

- a. balok dengan beban simetris
- b. diagram gaya lintang
- c. diagram momen

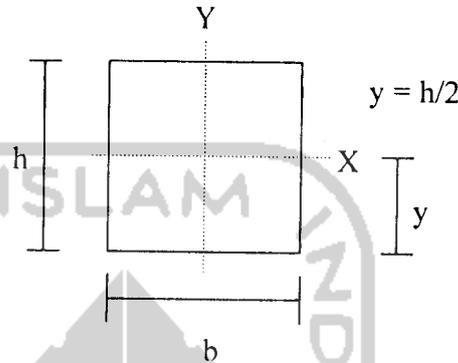
Daerah diantara beban-beban \$F/2\$ tidak memiliki gaya lintang, maka momen lentur yang terjadi besarnya :

$$M = \frac{F}{2} \frac{L}{3} \dots\dots\dots (3.2)$$

Karena itu daerah pusat dari balok berada dalam keadaan lentur murni. Daerah-daerah yang panjangnya \$L/3\$ didekat ujung-ujung balok berada dalam

keadaan lentur tidak merata dikarenakan momen (M) tidaklah konstan dan terdapat gaya-gaya lintang.

Tegangan lentur dalam balok berhubungan dengan momen lentur (M) dan momen inersia (I) dari tampang balok.



Gambar 3.3. Bentuk penampang balok

Dan nilai tegangan lentur dapat dinyatakan dalam rumus :

$$\sigma_{ll} = \frac{M \cdot y}{I} \dots\dots\dots(3.3)$$

dimana : $I = \frac{1}{12} b \cdot h^3 \dots\dots\dots(3.4)$

dengan substitusi persamaan dan kedalam persamaan didapat :

$$\sigma_{ll} = \frac{M(h/2)}{(1/12) \cdot b \cdot h^3} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$\sigma_{ll} = \frac{M}{(1/6)b \cdot h^2} \dots\dots\dots(3.6)$$

dengan : σ_{ll} = Kuat Lentur

F = beban (gaya)

L = jarak antar tumpuan

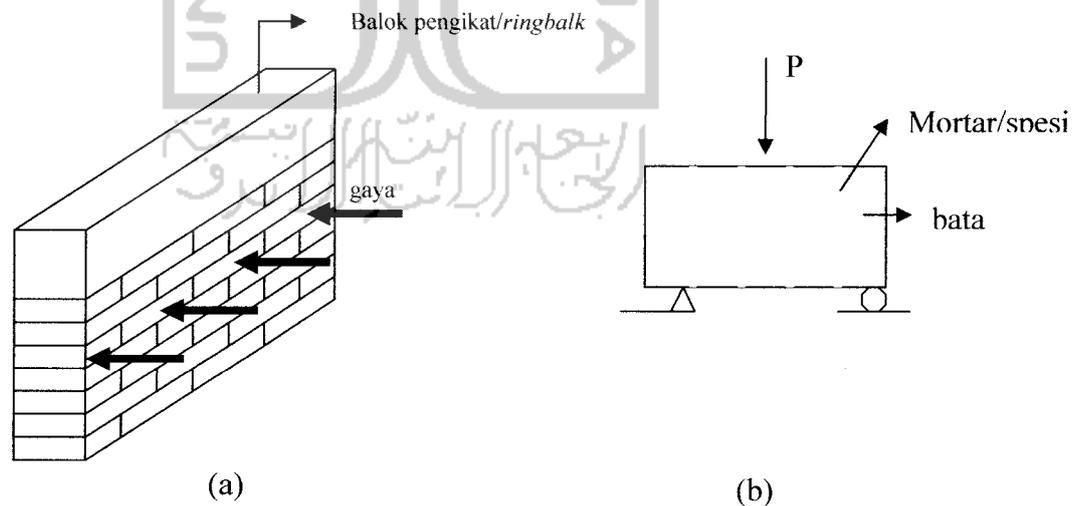
b = lebar tampang balok

h = tinggi tampang balok

Y = jarak antara titik berat tampang ke titik yang dituju

3.4.2 Kuat Lentur Dinding Pasangan Bata

Dinding akan menerima gaya lentur ketika ada gaya horizontal yang bekerja tegak lurus penampang dinding, seperti diperlihatkan pada gambar 3.2. Pada umumnya gaya horizontal tersebut ditimbulkan oleh angin dan gempa dengan arah gaya yang terjadi bolak-balik sedemikian hingga dinding mengalami lenturan. Besarnya gaya lentur tersebut harus dapat direduksi secara sempurna oleh dinding sehingga tidak menimbulkan keruntuhan.



Gambar 3.4 (a) perspektif lentur pada dinding (b) uji lentur pasangan bata

Menurut ASTM/Vol 04.05/E-518 pengujian kuat lentur pasangan bata dilakukan dengan cara mengambil sampel minimal 3 buah dengan panjang prisma minimal 460 mm, dengan ketebalan mortar $10 \pm 1,5$ mm (perlu diperhatikan perbandingan lebar prisma lebih besar sama dengan dua kali tebalnya). Pengujian dilakukan setelah sampel berumur 28 hari dengan uji pembebanan statis.

Besarnya *gross area solid masonry* untuk *modulus of rupture* (kuat lentur), dapat dicari dengan persamaan (3.7).

$$R = \frac{(2P + 0,75W) \cdot x}{b \cdot h^2} \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan : R = *modulus of rupture* (kg/cm²),

P = pembebanan maksimum pada pengujian (kg),

W = berat benda uji/sampel (kg),

x = jarak dukungan (cm),

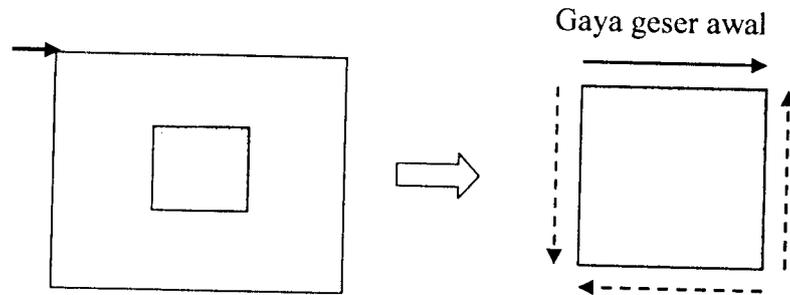
b = rata-rata lebar benda uji sampel (cm),

h = rata-rata tinggi benda uji/sampel (cm).

3.5 Kuat Geser

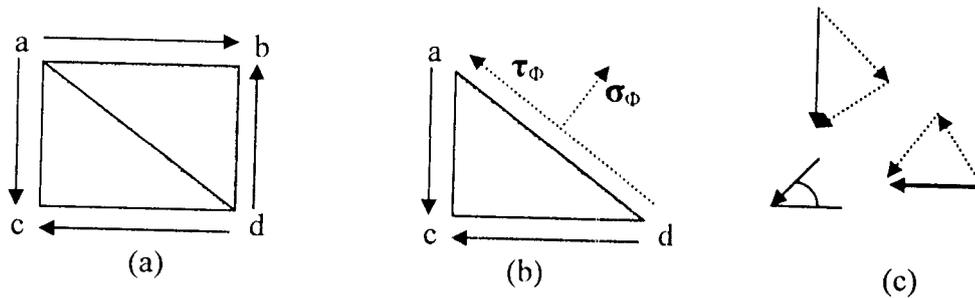
3.5.1 Prinsip geser murni

Geser murni adalah keadaan yang terjadi pada suatu elemen yang hanya mengalami tegangan geser saja. Untuk lebih jelasnya prinsip geser murni dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5 gambar tegangan geser pada bahan

Gambar 3.5 adalah gambar dari elemen kecil suatu bahan berbentuk empat persegi panjang dengan sisi searah sumbu x dan y. Misal suatu gaya geser bekerja pada permukaan atas elemen, maka gaya pada bawah elemen yang besarnya sama tetapi berlawanan arah bekerja untuk mencapai kesetimbangan. Kedua gaya tersebut akan membentuk kopel yang bekerja searah jarum jam sehingga harus diimbangi dengan momen kopel lain yang bekerja berlawanan arah dengan jarum jam untuk mencapai kesetimbangan. Momen kopel yang terakhir ini bekerja pada permukaan samping elemen tersebut. Penjelasan geser murni juga mencakup tegangan geser pada bidang miring seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.6 a



Gambar 3.6 Analisa Tegangan Pada Bidang Miring

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

Gambar 3.6 (a) memperlihatkan elemen tegangan abcd yang mengalami tegangan geser pada keempat permukaannya. Untuk memperoleh gambaran lebih jelas, kita potong elemen tersebut searah diagonal sehingga didapat elemen yang berbentuk baji (gambar 3.6(b))

Pada permukaan elemen baji sebelah kiri dan bawah terdapat tegangan geser, sedangkan pada bidang miringnya mungkin saja bekerja tegangan normal (σ_Φ) dan tegangan geser (τ_Φ) yang besarnya bergantung pada sudut (Φ).

Tegangan-tegangan yang bekerja pada permukaan kiri dan bawah diuraikan kedalam komponen-komponen tegangan yang bekerja dalam arah tegak-lurus bidang miring atau searah (σ_Φ) dan sejajar bidang miring atau searah (τ_Φ). Komponen-komponen tersebut dijumlahkan menurut arah (σ_Φ) dan (τ_Φ) sehingga dapat menentukan besar dan arah tegangan normal dan tegangan geser pada bidang miring seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.6 (c).

Persamaan untuk memperoleh (σ_Φ) dan (τ_Φ) dapat dilihat pada rumus 3.8.

$$\sigma_\Phi = \tau \sin 2\Phi \quad \tau_\Phi = \tau \cos 2\Phi \quad \dots\dots\dots(3.8)$$

keterangan :

σ_Φ = tegangan normal

τ_Φ = tegangan geser

τ = tegangan geser yang bekerja pada bidang x dan y

Φ = sudut orientasi bidang miring

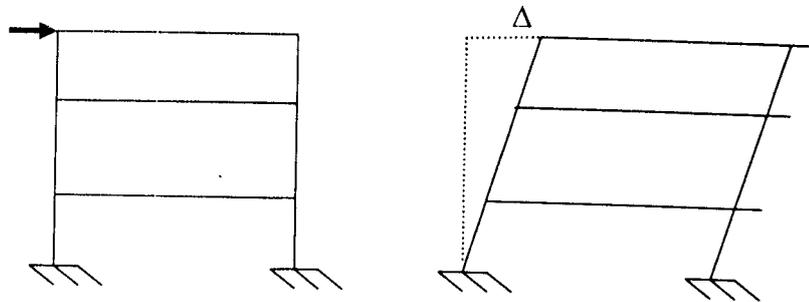
Dari kedua persamaan diatas kita dapat memperoleh tegangan geser maksimum (τ maks) dan tegangan normal maksimum (σ maks). Pada sudut orientasi bidang miring (Φ) = 0° tegangan geser mencapai nilai maksimumnya sedangkan tegangan normal bernilai = 0. Pada sudut orientasi bidang miring (Φ) = 45° tegangan normal mencapai nilai maksimumnya yang sama nilainya dengan tegangan geser maksimum sedangkan tegangan geser bernilai = 0.

Pemahaman mengenai geser murni akan berguna untuk memahami perilaku pasangan batako berkait bila dibebani beban geser.

3.5.2 Prinsip Kuat Geser pada Portal dengan Dinding Pasangan Bata

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

Sebelum membicarakan kombinasi portal dengan pasangan bata, maka akan dibahas terlebih dahulu perilaku portal terbuka (open frame) ketika dibebani beban horizontal seperti terlihat pada gambar 3.7a. dan 3.7b adalah deflected shape yang paling umum atas portal terbuka akibat beban horizontal (geser)

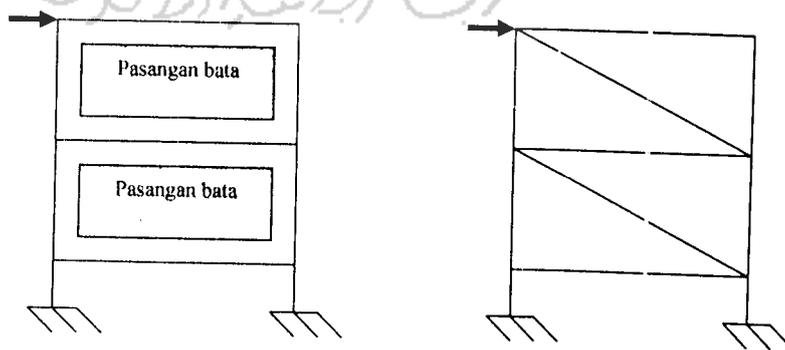


a. Gambar portal dengan beban horizontal

b. Gambar deflected shape dari portal

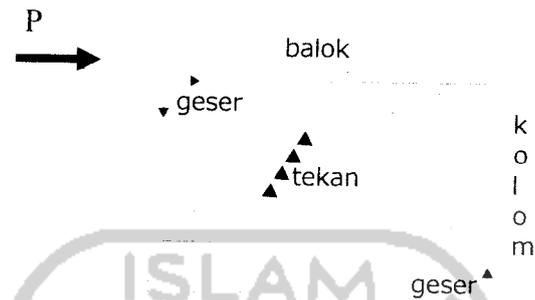
Gambar 3.7 Gambar Deflected Shape

Pada gambar 3.4b terjadi simpangan (Δ) antar tingkat pada portal. Simpangan inilah yang menyebabkan kerusakan pada portal dan yang elemen non strukturnya. Simpangan ini harus dibatasi agar dapat mengeliminir kerusakan-kerusakan tersebut. Simpangan dapat dibatasi dengan mengisi portal dengan pasangan bata karena pasangan bata lebih kaku dari kolom. Penambahan pasangan bata akan meningkatkan kekakuan portal sehingga pasangan bata berfungsi sebagai *bracing* dengan tahanan terbatas, seperti yang terlihat dalam gambar 3.8



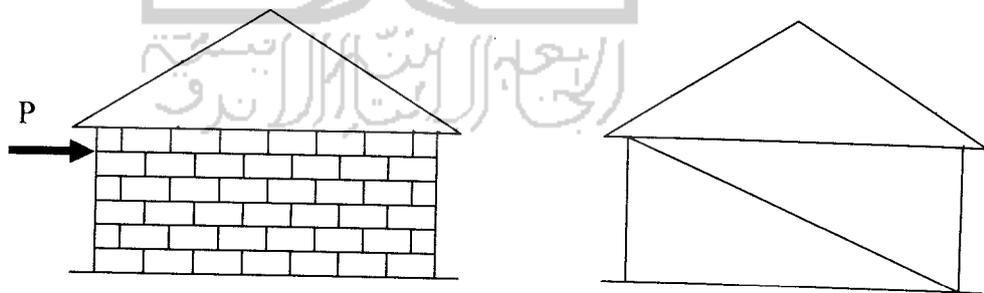
Gambar 3.8 Gambar Pasangan Bata Sebagai *Bracing*

Pasangan bata akan mendistribusikan beban horizontal (geser) tersebut sebagai beban tekan searah diagonal pasangan bata. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3.9



Gambar 3.9 Gambar Distribusi Beban Geser

Dengan pemahaman yang sama dapat diasumsikan prinsip tersebut juga bekerja pada pasangan bata rumah sederhana seperti pada Gambar 3.10



Gambar 3.10 Gambar Rumah Sederhana dengan Pasangan Bata

Besarnya tegangan geser dapat dicari dengan menggunakan persamaan (3.9) sampai persamaan (3.11) berikut ini.

$$S_s = \frac{0,707P}{A_n} \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan : S_s = Kuat geser (kg/cm²).

P = Pembebanan maksimum pada pengujian (kg).

A_n = Luasan bidang geser (cm²).

$$A_n = \left(\frac{b+h}{2} \right) \times d \times n \dots\dots\dots(3.10)$$

$$n = \frac{\left(\frac{d \times t}{d \times b} \right) + \left(\frac{l \times d}{d \times h} \right)}{2} \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan : b = Lebar pasangan bata (cm).

h = Tinggi pasangan bata (cm).

d = Tebal pasangan bata (cm).

t = Tebal bata merah (cm).

l = Panjang bata merah (cm).

n = Prosentase *gross area* dari ultimit *solid* (desimal).

3.6 Batako Berkait

Batako berkait adalah bahan/material penyusun dinding yang bentuk geometrinya didasarkan pada prinsip geser murni untuk dapat memperbaiki kelemahan-kelemahan yang terdapat pada dinding pasangan bata konvensional. Walaupun dibuat dari bahan yang sama, diharapkan dengan bentuknya yang telah di modifikasi sedemikian hingga batako berkait dapat memiliki sifat-sifat lebih unggul dibandingkan batako biasa. Gambar dan dimensi dari batako berkait dapat dilihat pada gambar 1.1 – 1.4.

Batako berkait didesain memiliki kaitan-kaitan pada keempat sisinya, yang berfungsi sebagai sambungan dan pengunci antar batako berkait sehingga menjadi satu-kesatuan yang utuh sebagai dinding pasangan. Dalam aplikasinya, batako berkait tidak menggunakan mortar/spesi sebagai perekat tetapi mengandalkan bentuknya sendiri yang saling mengunci dengan batako yang lain. Oleh karena itu dapat kita asumsikan bahwa dinding pasangan batako berkait merupakan dinding yang homogen, yaitu dinding yang tersusun dari bahan dengan bentuk dan kekuatan yang sama.

3.2 Hipotesis

Berdasarkan pembahasan dalam tinjauan pustaka dan landasan teori dapat dirumuskan hipotesis, bahwa pasangan batako berkait memiliki kuat tekan, kuat geser, dan kuat lentur lebih baik dari pasangan bata konvensional, dikarenakan dalam aplikasinya tidak menggunakan mortar/spesi tetapi mengandalkan kekuatan kaitan antar kunci-kunci yang terdapat pada masing-masing sisi dengan kekuatan yang sama dengan batako itu sendiri. Sehingga pada dinding yang tersusun dari batako berkait tidak terdapat perbedaan kekuatan antar penyusunnya yang merupakan salah satu kelemahan yang terdapat pada dinding pasangan bata.

BAB IV

METODA PENELITIAN

4.1 Umum

Dalam penelitian ini akan membandingkan kuat tekan, kuat lentur dan kuat geser pasangan batako berkait terhadap pasangan bata merah konvensional. Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium dengan membuat beberapa benda uji batako berkait.

Hasil akhir suatu penelitian berkaitan erat dengan metode penelitian yang disesuaikan dengan prosedur, jenis alat yang digunakan dan jenis penelitiannya.

4.2 Spesifikasi Bahan

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan pengujian dan klasifikasi terhadap bahan penyusun campuran batako berkait. Adapun bahan-bahan penyusun tersebut adalah sebagai berikut :

1. Semen Portland

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Portland tipe I merk tiga roda .

2. Agregat Halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam dari daerah Clereng.

3. Air

Air yang digunakan berasal dari air PDAM Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik FTSP UII.

4.3 Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Timbangan

Timbangan dengan kapasitas 30 kg digunakan untuk menimbang bahan – bahan dan benda uji.

2. Cetok

Berfungsi sebagai pengaduk dan merata adukan mortar.

3. Talam baja

Talam baja digunakan sebagai tempat untuk mengaduk campuran mortar.

4. Gayung

Gayung berfungsi untuk untuk mengambil air.

5. Kaliper / Jangka sorong

Kaliper adalah alat ukur dimensi benda uji (diameter, lebar,tinggi), dengan ketelitian hingga 0,001 mm.

6. Ember

Digunakan untuk menyiapkan bahan untuk membuat campuran.

7. Cetakan

Digunakan untuk mencetak benda uji.

8. Ayakan/saringan

Digunakan untuk mengayak atau menyaring pasir.

9. Kikir dan amplas

Digunakan untuk meratakan permukaan benda uji.

10. Mesin Uji Tekan-Lentur

Universal Testing Machine merk "Shimadzu", tipe UMH 30, dengan kekuatan tarik dan tekan maksimal sebesar 20 ton. Mesin Uji ini digunakan untuk mengukur kuat tekan, kuat lentur dan kuat geser pasangan batako berkait.

4.4 Benda Uji

Benda uji berupa batako berkait yang dibuat dari mortar dengan campuran 1 : 8 (semen : pasir). Adapun bentuk dan dimensinya seperti gambar 1.1 – 1.4.

4.5 Pengujian Bahan

Untuk mendapatkan hasil yang akurat, perlu dilakukan pengujian terhadap bahan-bahan yang digunakan untuk membuat sampel-sampel, dengan menggunakan metoda yang telah ditetapkan sebelumnya.

4.5.1 Pengujian Kandungan Lumpur pada Pasir

Pengujian kandungan lumpur pada pasir dilakukan untuk mengetahui kelayakan pasir yang akan digunakan dalam mortar. Pengujian ini mengacu pada PUBLI 1970 pasal 14 ayat 2b.

Metoda pengujian kadar lumpur pasir adalah sebagai berikut :

1. Disiapkan sampel pasir kemudian dikeringkan.
2. Disiapkan bejana yang akan digunakan sebagai penampung wadah pasir dan catat bobotnya.
3. Diambil pasir yang telah dikeringkan sebanyak 100 gram lalu dimasukan dalam gelas ukur 250 cc.
4. Pada gelas ukur yang telah diisi pasir masukan air, hingga ketinggian air mencapai 12 cm dari permukaan pasir.
5. Gelas ukur dikocok sampai ± 15 kali, lalu didiamkan hingga 1 menit, kemudian air keruh dibuang perlahan-lahan agar pasir tidak ikut terbang.
6. Percobaan 1-5 diulang hingga air jernih.
7. Pasir dipisahkan dengan air, kemudian pasir ditempatkan dalam bejana yang sudah ditimbang.
8. Pasir tersebut dikeringkan dalam oven dengan suhu $105^{\circ} \text{C} - 110^{\circ} \text{C}$ selama ± 36 jam.
9. Setelah ± 36 jam pasir dikeluarkan dari oven, didinginkan lalu ditimbang dan dicatat bobotnya.

Nilai kandungan lumpur pada pasir dapat dihitung dengan persamaan (4.1)

$$\text{Kandungan lumpur pasir (\%)} = \frac{B_0 - B}{B_0} \times 100\% \dots\dots\dots(4.1)$$

Keterangan : B_0 = berat pasir sebelum pencucian (kg).

B = berat pasir setelah dicuci dan dioven (kg).

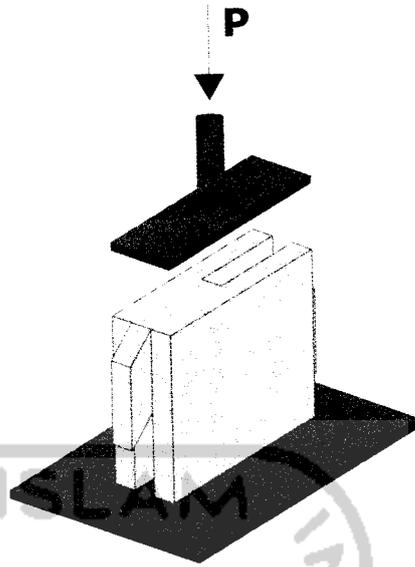
4.5.2 Pengujian Kuat Tekan Pasangan Batako Berkait

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan kuat tekan dari pasangan batako berkait. Pengujian dilakukan dengan membuat 3 buah benda uji. Karena pada aplikasinya batako ini tidak menggunakan mortar sebagai perekat, maka pengujian dilakukan dengan cara memberikan gaya tekan pada satu buah batako berkait saja. Hal ini dilakukan dengan asumsi bahwa dinding pasangan yang terdiri dari susunan batako berkait adalah dinding yang homogen, yaitu dinding yang tersusun dari bahan yang sama serta memiliki bentuk dan kekuatan yang sama.

Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat umur benda uji 28 hari. Pengujian kuat tekan dapat dilihat pada gambar 4.1. metoda pengujian kuat tekan pasangan adalah sebagai berikut :

1. Dibuat adukan mortar seperti spesifikasi yang telah ditetapkan.
2. Masukkan adukan kedalam cetakan kemudian dipadatkan dengan cara dipukul-pukul.
3. Cetakan dibuka dan diamankan benda uji dalam suhu kamar selama 28 hari.
4. Pada tepi atas dan bawah benda uji diratakan menggunakan kikir sebelum dilakukan pengujian agar pendistribusian beban tekan yang dikerjakan dapat merata keseluruh permukaan (bidang kontak).
5. Pengujian dilakukan dengan memberi beban pada permukaan atas sampel.

Besarnya kuat tekan pasangan bata yang diuji dapat dicari dengan persamaan (3.1)



Gambar 4.1 Pengujian Kuat Tekan Batako Berkait

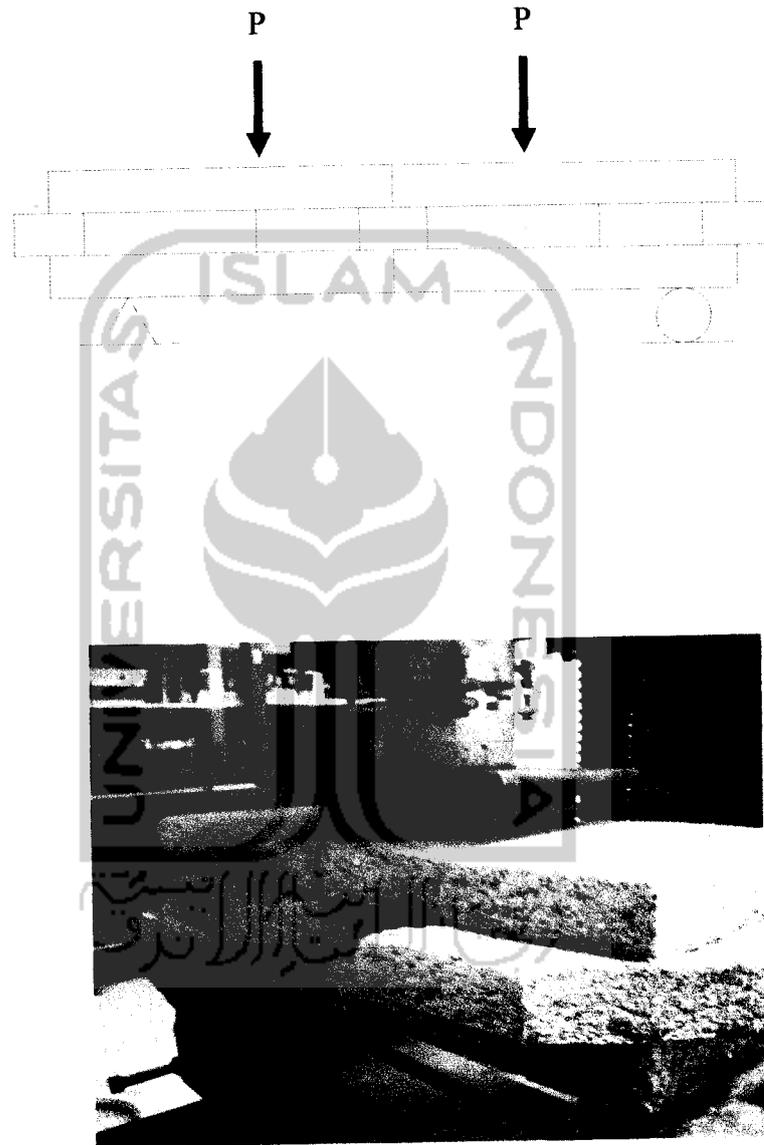
4.5.3 Pengujian Kuat Lentur Pasangan Batako Berkait

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan kekuatan lentur dari pasangan batako berkait akibat pembebanan yang terjadi pada pasangan batako tersebut. Pada pengujian ini digunakan 3 buah benda uji dan dilakukan pada umur benda uji 28 hari. Pembebanan dilakukan kearah tegak lurus bidang pasangan sehingga dapat menghasilkan keruntuhan lentur. Langkah pengujiannya adalah :

1. Buat adukan mortar dengan perbandingan 1 : 8 (semen : pasir), masukan kedalam cetakan batako berkait berukuran $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 9\text{cm}$.
2. Lepas batako berkait dari cetakannya beri nomor dan tanggal pembuatannya.
3. Simpan batako berkait ditempat terlindung, dan siram dengan air secukupnya. Kemudian diangin-anginkan dalam suhu ruang.
4. Setelah umur 28 hari diambil untuk diratakan bidang tekannya dan diukur

dimensinya.

5. Pengujian dengan memakai mesin uji desak seperti pada gambar 4.2.

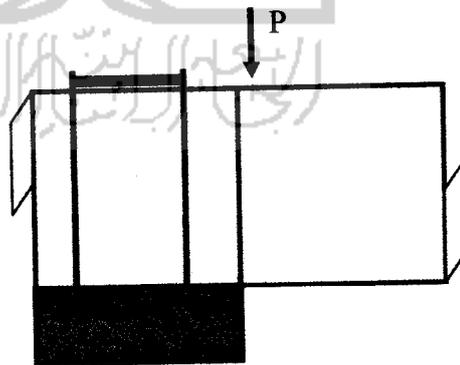


Gambar 4.2 Pengujian Kuat Lentur Batako Berkait

4.5.4 Pengujian Kuat Geser Pasangan Batako Berkait

Tujuan pengujian ini adalah memperoleh besarnya tegangan geser dari pasangan batako berkait setelah mendapatkan pembebanan. Pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari dengan sampel sebanyak 5 buah. Langkah pengujiannya adalah :

1. Buat adukan mortar dengan perbandingan 1 : 8 (semen : pasir), masukan kedalam cetakan batako berkait berukuran $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 9\text{cm}$.
2. Lepas batako berkait dari cetakannya beri nomor dan tanggal pembuatannya.
3. Simpan batako berkait ditempat terlindung, dan siram dengan air secukupnya, Kemudian diangin-anginkan dalam suhu ruang.
4. Setelah umur 28 hari diambil untuk diratakan bidang tekannya dan diukur dimensinya.
5. Pengujian dengan memakai mesin uji desak seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pengujian Kuat Geser Batako Berkait

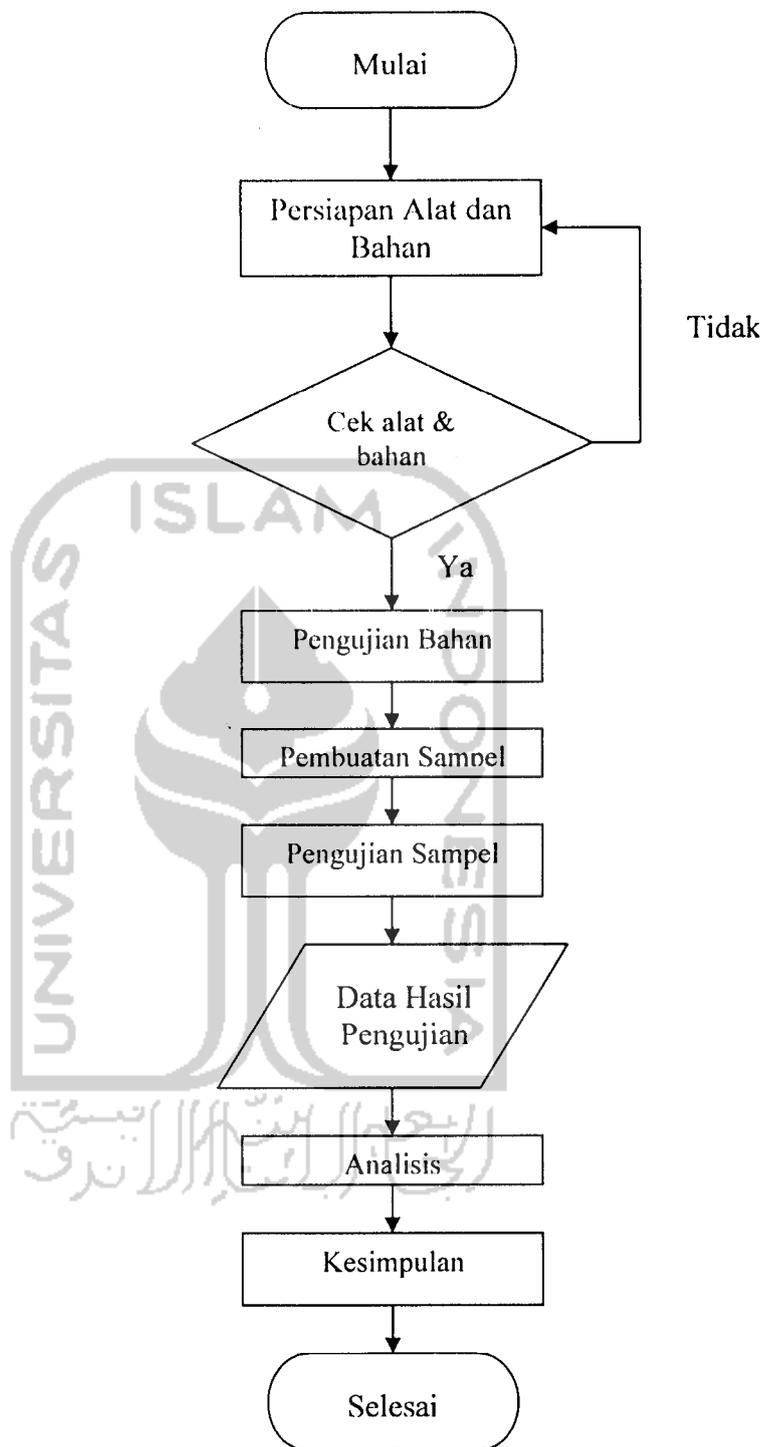
4.6 Tahapan Penelitian

Untuk mendapatkan hasil yang baik maka penelitian yang dilakukan harus memenuhi kaidah-kaidah metoda ilmiah berikut ini :

1. Persiapan alat dan bahan.
2. Pengujian bahan dan sampel.
3. Analisis data pengujian.
4. Pengambilan kesimpulan.

Secara sistematis kaidah-kaidah tahapan penelitian dalam tugas akhir ini seperti terlihat pada gambar 4.4 pada halaman berikutnya.





Gambar 4.4 Bagan Alir Proses Penelitian



BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium, dalam pelaksanaannya dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia.

Dalam bab ini akan menyajikan permasalahan yang timbul dalam proses pembuatan benda uji, hasil penelitian, pembahasan dan analisis data hasil penelitian berdasarkan teori yang mendukung analisis dari penelitian. Setelah melaksanakan penelitian dan pengujian di laboratorium, maka hal yang akan menjadi bahasan :

1. Membandingkan kuat desak pasangan batako berkait dengan pasangan bata merah konvensional dan batako.
2. Membandingkan kuat lentur pasangan batako berkait dengan pasangan bata merah konvensional dan batako
3. Membandingkan kuat geser pasangan batako berkait dengan pasangan bata merah konvensional dan batako.

5.2 Pengukuran Dimensi Batako Berkait

Pengukuran dimensi bertujuan untuk mengetahui tingkat keseragaman batako berkait yang didapat dengan mengambil rata-rata dimensi batako berkait

yang diukur menggunakan kaliper dengan ketelitian hingga 0,001 mm secara acak.

Dari hasil pengukuran dimensi 5 buah batako berkait, diperoleh data sebagai berikut : panjang rata-rata = 20,012 cm, lebar rata-rata = 19,981 cm dan tebal rata-rata = 9,018 cm. Hasil Pengukuran dimensi batako berkait dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Hasil Pengukuran Dimensi Batako Berkait

Sampel	<i>l</i> (cm)	<i>b</i> (cm)	<i>t</i> (cm)
1	20,153	20,125	8,965
2	20,075	19,865	8,950
3	19,907	19,875	9,100
4	19,875	20,065	9,050
5	20,050	19,975	9,025
Rerata	20,012	19,981	9,018

5.3 Pengujian Kadar lumpur Dalam Pasir

Pengujian kandungan lumpur bertujuan untuk mengetahui berapa persentase lumpur yang terkandung dalam pasir Clereng terhadap berat pasir tersebut. Hasil pengujian ini akan menentukan kualitas pasir daerah Clereng, semakin banyak lumpur yang terkandung dalam pasir maka kualitas pasir akan semakin jelek bila digunakan sebagai campuran mortar. Menurut PUBI 1970 pasir yang baik adalah pasir yang kandungan lumpurnya kurang dari 5% dari berat kering. Dari hasil penelitian (tabel 5.2) didapatkan nilai kadar lumpur pada pasir

Clereng adalah sebesar 2% maka dapat disimpulkan bahwa pasir Clereng memenuhi syarat untuk dipakai sebagai bahan bangunan.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Dalam Pasir

Sebelum Masuk Oven		Setelah di Oven	
Berat Piring (gr)	110	Berat Piring (gr)	110
Berat Pasir (gr)	100	Berat Pasir (gr)	98
Berat Piring + Pasir	210	Berat Piring + Pasir	208
Kadar Lumpur (% dari B_0)			2

Berikut ini adalah metoda perhitungan kandungan lumpur pasir Cangkringan.

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{B_0 - B}{B_0} \times 100\% = \frac{100 - 98}{100} \times 100\% = 2\%$$

5.4 Pengujian Kuat tekan Batako Berkait

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pasangan batako berkait dalam menahan beban tekan maksimal. Dari pengujian yang telah dilakukan diperoleh kuat tekan rata-rata terbesar = 25,219 kg/cm². Keruntuhan terjadi pada sudut batako berkait, hal ini terjadi karena adanya lubang pada bagian tersebut. Metoda perhitungan kuat tekan batako berkait adalah seperti contoh berikut ini :

Diketahui data pengukuran sampel kuat tekan batako berkait adalah seperti pada tabel 5.3

Tabel 5.3 Data Pengukuran Dimensi Sampel Kuat Tekan Sampel 1

Variabel	Data
Panjang bidang kontak (l)	20,153 cm
Lebar Bidang Kontak (b)	8,965 cm
Tinggi sampel (h)	20,125 cm
Luas lubang (A_l)	31,514 cm ²
Beban maksimum (P)	3780 kg

$$\begin{aligned} \text{Luas bidang tekan } (A) &= (l \times b) - A_l \\ &= (20,153 \times 8,965) - 31,514 = 149,071 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Sesuai persamaan (3.1) maka besarnya kuat tekan batako berkait sampel 1 adalah berikut ini :

$$\begin{aligned} \sigma_{tk} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{3780}{149,071} = 25,201 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Dari pengujian kuat tekan ketiga sampel diperoleh data seperti pada tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4 Data Hasil Pengujian Tekan Batako Berkait.

Sampel	Luas bidang kontak (A)	Beban Maks. (P)	σ_{tk}
1	149,157 cm ²	3780 kg	25,201 kg/cm ²
2	149,071 cm ²	3400 kg	25,350 kg/cm ²
3	150,553 cm ²	3620 kg	25,107 kg/cm ²
Kuat tekan rerata			25,219 kg/cm²

Berdasarkan data hasil pengujian di atas, kuat tekan rerata dinding pasangan batako berkait adalah 25,219 kg/cm², angka tersebut didapat dengan asumsi bahwa kuat tekan dinding sama dengan kuat tekan batako berkait sebagai bahan penyusunnya. Hal ini karena dinding batako berkait merupakan dinding yang homogen, tersusun dari bahan/material dengan ukuran dan kekuatan yang sama.

5.5 Pengujian Kuat Lentur Pasangan Batako Berkait

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur pasangan batako berkait, metoda pembebanan uji lentur pasangan ini menggunakan pembebanan 2 titik dengan jarak antar beban 1/3 jarak tumpuan seperti pada gambar 4.2. Dari pengujian 3 buah sampel didapatkan hasil seperti pada tabel 5.5, dengan nilai kuat lentur rerata sebesar 1,401 kg/cm². Keruntuhan terjadi pada pangkal kaitannya, hal itu terjadi karena momen lentur maksimum terjadi pada bagian tersebut. Kuat lentur dihitung dengan menggunakan rumus lentur untuk balok homogen dan elastis, dengan asumsi pasangan merupakan balok yang homogen. Metoda perhitungan kuat lentur pasangan batako berkait adalah seperti contoh berikut ini :

Tabel 5.5 Data hasil Pengujian Kuat Lentur Pasangan Batako Berkait.

Sampel	Berat (w)	Beban Maks. (P)	M	y	I	σ_u
1	17,28 kg	63,1 kg	411,9 cm	4,55 cm	1248,102 cm ⁴	1,502 kg/cm ²
2	17,18 kg	51,5 kg	353,4 cm	4,52 cm	1239,316 cm ⁴	1,290 kg/cm ²
3	17,22 kg	57,2 kg	382,1 cm	4,51 cm	1223,622 cm ⁴	1,409 kg/cm ²
Kuat lentur rerata						1,401 kg/cm ²

Sesuai persamaan (3.2) maka besarnya kuat lentur batako berkait sampel 1 adalah berikut ini :

$$\begin{aligned}\sigma_{ll} &= \frac{M.y}{I} \\ &= \frac{411,9 \times 4,55}{1248,102} = 1,502 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Nilai tersebut merupakan nilai kuat lentur pada satu sisi sambungan dari dua buah batako berkait.

5.6 Pengujian Kuat Geser Pasangan Batako Berkait

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat geser pasangan batako berkait, pada pengujian ini diasumsikan batako mengalami geser murni. Sehingga rumus kuat geser seperti pada persamaan 3.5 tidak dapat digunakan. Metoda pembebanan uji geser pada pasangan ini dilakukan dengan memberikan beban pada salah satu batako dari 2 batako berkait yang dirangkai seperti pada gambar 4.3, pembebanan diberikan pada batako yang menumpu pada batako yang terjepit.

Dari pengujian yang telah dilakukan diperoleh kuat geser rerata 2,700 kg/cm². Keruntuhan terjadi pada bagian kaitan yang menonjol keluar, hal ini disebabkan karena adanya perbedaan luas bidang geser antara kaitan bagian dalam dan bagian luar sehingga kekuatan antara keduanya dalam menahan beban yang bekerja tidak sama. Data hasil pengujian kuat geser batako berkait adalah seperti pada tabel 5.6 di bawah ini :

Tabel 5.6 Data Hasil Pengujian Kuat Geser Pasangan Batako Berkait.

Sampel	Luas Bidang Geser	Beban Maks.(P)	τ
1	29,117 cm ²	83,14 kg	2,855 kg/cm ²
2	29,212 cm ²	86,14 kg	2,949 kg/cm ²
3	29,595 cm ²	78,49 kg	2,652 kg/cm ²
4	29,308 cm ²	84,99 kg	2,900 kg/cm ²
5	29,403 cm ²	74,43 kg	2,531 kg/cm ²
6	29,499 cm ²	80,85 kg	2,741 kg/cm ²
7	29,690 cm ²	67,42kg	2,271 kg/cm ²
Kuat Geser Rerata			2,700 kg/cm²

Nilai kuat geser batako berkait diatas didapat dengan menggunakan persamaan umum tegangan. Dimana tegangan yang terjadi merupakan hasil dari beban maksimum pengujian dibagi oleh luas bidang geser yang menerima beban.

Contoh hitungan kuat geser batako berkait sampel 1 adalah berikut ini :

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{P}{A_s} \dots\dots\dots(5.1) \\ &= \frac{83,14}{(9,87 \times 2,95)} \\ &= 2,855 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Nilai tersebut merupakan nilai kuat geser pada salah satu sisi batako berkait. Kuat geser pasangan batako berkait akan meningkat pada saat digunakan sebagai dinding pada bangunan, karena pada saat digunakan sebagai elemen dinding kaitan pada batako berkait akan tertahan oleh batako yang lain sehingga

beban yang diterimanya akan disalurkan secara menerus dan pada akhirnya akan disalurkan pada kolom dan balok ikat.

5.7 Perbandingan Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Kuat Geser Pasangan Bata Merah dengan Pasangan Batako Berkait

Dari beberapa pengujian yang telah dilakukan, data yang telah diperoleh selanjutnya akan dibandingkan dengan data kuat tekan, kuat lentur dan kuat geser dari pasangan bata merah biasa dari penelitian-penelitian sebelumnya. Data pembanding (tabel 5.7 dan 5.8) diambil dari pengujian pasangan bata yang terbuat dari bata merah dan mortar pada penelitian terdahulu. Dari perbandingan tersebut (tabel 5.9), dapat dilihat apakah batako berkait layak digunakan sebagai material penyusun dinding sebagaimana bata merah dan batako biasa pada umumnya.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Pasangan Bata

	Komposisi mortar 1 semen : 8 pasir
Kuat Tekan	12,153 kg/cm ²
Kuat Lentur	2,515 kg/cm ²
Kuat Geser	2,314 kg/cm ³

**) Hasil pengujian pada penelitian Atindriana (2003), Prayogi dan Solihatun (2003), Hidayat dan Purnomo (2003).*

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Pasangan Bata

	Kadar air pada campuran mortar 1 semen : 5 pasir			
	0,65	0,7	0,75	0,8
Kuat Tekan	7,351 kg/cm ²	6,243 kg/cm ²	4,532 kg/cm ²	5,817 kg/cm ²
Kuat Lentur	2,243 kg/cm ²	1,381 kg/cm ²	1,710 kg/cm ²	1,298 kg/cm ²
Kuat Geser	2,992 kg/cm ²	2,827 kg/cm ²	2,599 kg/cm ²	2,875 kg/cm ²

*) Hasil pengujian pada penelitian Yuniarto dan Widodo (2004)

Perbandingan kuat tekan, kuat lentur dan kuat geser dari kedua material tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 5.9 Perbandingan Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Kuat Geser Pasangan Bata Merah dengan Pasangan Batako Berkait.

	Pasangan Bata Merah		Pasangan Batako Berkait
	1 semen : 5 pasir	1 semen : 8 pasir	1 semen : 8 pasir
Kuat Tekan	7,351 kg/cm ²	12,153 kg/cm ²	25,219 kg/cm ²
Kuat Lentur	2,243 kg/cm ²	2,515 kg/cm ²	1,401 kg/cm ²
Kuat Geser	2,992 kg/cm ²	2,314 kg/cm ³	2,700 kg/cm ³

5.8 Analisis Perbandingan Kuat Tekan Pasangan Bata Merah Dan Batako Berkait

Dari tabel 5.9 diperoleh perbandingan antara pasangan bata merah dengan pasangan batako berkait ditinjau dari kuat tekan, kuat lentur dan kuat gesernya. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa kuat tekan batako berkait jauh lebih besar dibandingkan kuat tekan pasangan bata merah dengan campuran mortar

yang sama bahkan dengan pasangan yang memiliki perbandingan komposisi campuran yang lebih kecil..

Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan kekuatan tersebut timbul akibat adanya perbedaan kuat tekan bata merah dan kuat tekan mortar pengikatnya. Perbedaan kekuatan antara kedua bahan penyusun dinding bata merah tersebut tidak terjadi pada dinding pasangan batako berkait. Karena pada pasangan batako berkait, dinding terdiri dari susunan batako-batako yang homogen.

Berdasarkan tabel 3.1 dan hasil pengujian yang telah dilaksanakan, maka batako berkait dapat digolongkan kedalam batu cetak beton kelas C. Nilai ini lebih rendah jika dibandingkan dengan kuat tekan batako biasa yang menggunakan komposisi campuran yang sama, kuat tekan batako biasa dengan campuran 1 : 8 pada umumnya berkisar antara 40 – 50 kg/cm², sehingga dapat digolongkan sebagai batu cetak beton kelas B. Perbedaan ini terjadi karena proses pemadatan batako berkait pada penelitian ini tidak dapat mencapai kepadatan optimumnya, disebabkan bekisting yang digunakan tidak cukup kuat untuk dapat menahan beban maksimum yang diberikan guna mendapatkan kepadatan optimum.

5.9 Analisis Perbandingan Kuat Lentur Pasangan Bata Merah Dan Batako Berkait

Perbandingan kuat lentur antara pasangan bata merah dan batako berkait menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Pasangan bata merah yang mengandalkan kuat lekatan antara bata dan mortar dalam menahan gaya lentur, memiliki kemampuan lebih besar jika dibandingkan dengan pasangan batako

berkait yang mengandalkan kaitan pada keempat sisinya ketika disusun sebagai dinding pasangan. Akan tetapi nilai ini hampir setara dengan kuat lentur pasangan bata dengan komposisi campuran mortar 1 semen : 5 pasir, dengan kadar air campuran sebesar 0,7 ; 0,75 ; dan 0,8 dari berat semen. Kuat lentur batako berkait diperkirakan akan meningkat ketika diaplikasikan sebagai dinding pasangan, karena beban yang bekerja akan ditahan oleh kaitan pada keempat sisinya dengan dimensi dan kekuatan yang sama.

Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada saat pengujian di laboratorium. Diketahui bahwa sebelum diberi beban lentur, pasangan batako berkait yang pada awalnya diasumsikan sebagai balok homogen. mengalami kerusakan hanya pada bagian kaitan yang menjadi penghubung dua batako tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa sambungan yang terdapat pada pasangan batako berkait merupakan titik lemah dari balok sehingga mengurangi kekakuan dan kuat lenturnya.

5.10 Analisis Perbandingan Kuat Geser Pasangan Bata Merah Dan Batako Berkait

Tabel 5.9 juga menunjukkan bahwa kuat geser kaitan batako berkait lebih besar dibandingkan dengan kuat geser pasangan bata merah dengan campuran mortar yang sama. Bahkan pada saat diaplikasikan sebagai dinding, dengan asumsi bahwa dinding pasangan adalah *bracing* dengan tahanan terbatas yang mendistribusikan beban horizontal (geser) sebagai beban tekan searah diagonal pasangan bata, performanya akan meningkat karena beban horizontal yang

bekerja pada kaitan akan disalurkan ke batako yang lain dan pada akhirnya akan diterima oleh kolom dan balok ikat.

Hal ini tidak terjadi pada dinding pasangan bata merah yang mengandalkan lekatan antara bata merah dan mortar pengikatnya pada saat beban horizontal bekerja pada dinding. Oleh karena itu keseragaman ukuran batako berkait memegang peranan yang penting terhadap kemampuan batako berkait dalam menyalurkan beban yang bekerja padanya. Adanya rongga pada sambungan antar batako akan mengakibatkan adanya perlemahan pada dinding pasangan.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan akhir untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

1. Batako berkait memiliki kuat tekan lebih besar dari pasangan bata merah dengan campuran mortar 1 : 5 dan 1 : 8.
2. Berdasarkan klasifikasi PUBI 1982, batako berkait dengan campuran mortar 1 : 8 termasuk kelas C dengan kuat tekan rerata $25,219 \text{ kg/cm}^2$. Tetapi lebih kecil dari batako biasa dengan campuran yang sama dengan kuat tekan rerata $40 - 50 \text{ kg/cm}^2$ (kelas B).
3. Kuat lentur rerata batako berkait adalah $1,507 \text{ kg/cm}^2$ hampir setara dengan kuat lentur rerata pasangan bata merah dengan campuran mortar (1 semen : 5 pasir) dengan kandungan air 0,7 ; 0,75 ; 0,8 ; dari berat semen.
4. Kuat geser rerata satu kaitan batako berkait adalah $2,7 \text{ kg/cm}^2$, lebih besar dari kuat geser pasangan bata merah dengan campuran mortar (1 semen : 8 pasir).
5. Batako berkait layak digunakan sebagai material alternatif penyusun dinding pasangan untuk pemakaian di dalam atau pada bagian dalam bangunan yang tidak memikul beban.

6.2 Saran

1. Pemeriksaan terhadap bahan – bahan penelitian harus lebih diperketat.
2. Perlu adanya ketelitian yang lebih baik pada saat pembuatan benda uji. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah pada saat pencampuran, agar didapat campuran yang homogen.
3. Perlunya cetakan yang lebih kuat dan presisi agar didapat batako berkait yang memiliki kepadatan yang optimum dan dimensi yang seragam.
4. Perlu adanya penelitian lebih lanjut yang difokuskan pada penyederhanaan bentuk, variasi campuran mortar dan dimensi batako berkait, dengan harapan dapat dihasilkan batako berkait yang memiliki keunggulan-keunggulan dibanding material lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, (1992), **Annual Book Of ASTM Standars**, Section 4 Construction, Volume 04.05, Philadelphia,USA.
- _____, (2005), **PEDOMAN TUGAS AKHIR DAN PRAKTEK KERJA**, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- _____, (2004), **Sosialisasi Bangunan Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa (Manual BRTSTG)**, Proyek Kerjasama CEEDEDS UII dan Pemerintah Jepang, Yogyakarta.
- _____, (2002), **SK SNI 03 – 2847 – 2002, Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung**, Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Atindriana, (2003), **Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Daerah Sleman Yogyakarta Dengan Variasi Campuran Mortar, Tugas Akhir Program S-1**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Dalzell,R. dan G. Townsend, (1948), **Masonry Simplified**, Volume I, American Technical Society
- 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.
- Departemen Pekerjaan Umum, (1973), **Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia NI-3 (PUBI 1970)**, Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, Bandung.
- Dipohusodo, Istimawan, 1994, **Struktur Beton Bertulang**, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Heinz Frick dan Koesmartadi Ch, 1999, **Ilmu Bahan Bangunan**, Kanisius, Yogyakarta
- Hidayat dan Purnomo, (2003), **Karakteristik Bata,Mortar dan Kuat Geser Dinding Pasangan Bata Dengan Variasi Proporsi Campuran Mortar, Tugas Akhir Program S-1**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

- Mamlouk, M.S. dan Zaniewsky, J. 1999, **Materials for Civil and Construction Engineer**, Addison Wesley California, USA.
- Munadhir, 2006, **METODOLOGI PENELITIAN**, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta
- Nawy, Edward G, (1990), **Beton Bertulang (Suatu Pendekatan Dasar)**, PT. Eresco, Bandung.
- Prayogi, P. dan Solihatun, (2003), **Sifat-sifat Fisik Bata, Kuat Lentur Dinding Pasangannya Dengan Variasi Campuran Mortar Menggunakan Pasir Dicuci dan Pasir Tidak Dicuci**, *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.
- Somayaji, S. (2004), **Civil Engineering Materials**, New Jersey, USA.
- Tisara Sita, (2007), **Pemanfaatan Limbah Sisa Bangunan Akibat Gempa Sebagai Pengganti Pasir Pad Bahan Perekat Pasangan**, *Tugas Akhir Program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII, Yogyakarta
- Tjokrodimoeljo Kardiyono, (1992), **Bahan Bangunan**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Tjokrodimoeljo Kardiyono, (1992), **Teknologi Beton**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Tjokrodimoeljo Kardiyono, (1993), **Teknik Gempa**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- www.PU.go.id, **Ketentuan Dinding Tembok Wilayah Gempa**, Ditulis Oleh Murdiati Munandar, (2001), Opened on 25 April 2007.
- www.kimpraswil.go.id, **Metode Pengujian Kuat Tekan Pasangan bata**, (2004), opened on 25 April 2007.
- www.kimpraswil.go.id, **Metode Pengujian Kuat Lentur Pasangan bata**, (2004), opened on 25 April 2007.

www.kimpraswil.go.id., Metode Pengujian Kuat Geser Pasangan bata, (2004),
opened on 25 April 2007.

Yunianto dan Widodo, (2004), **Pengaruh Variasi Kandungan Air Mortar Terhadap Kekuatan Pasangan Bata Sayegan Sleman**, *Tugas Akhir Program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

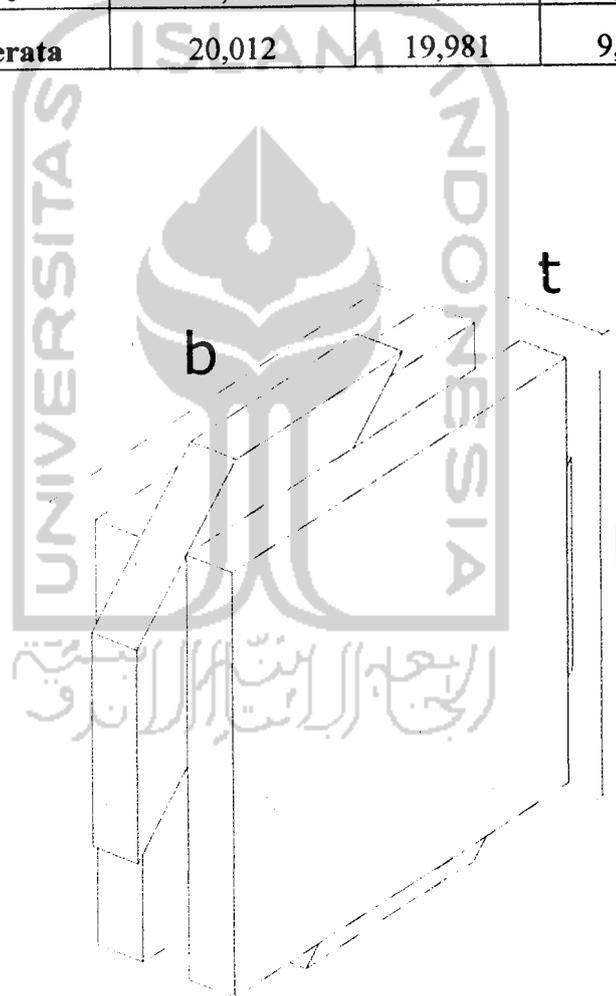


LAMPIRAN



Hasil Pengukuran Dimensi Batako Berkait

Sampel	l (cm)	b (cm)	t (cm)
1	20,153	20,125	8,965
2	20,075	19,865	8,950
3	19,907	19,875	9,100
4	19,875	20,065	9,050
5	20,050	19,975	9,025
Rerata	20,012	19,981	9,018





HASIL PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

Pengirim :
Diterima tanggal :
Agregat asal : Clereng
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Sebelum Masuk Oven		Setelah di Oven	
Berat Piring (gr)	110	Berat Piring (gr)	110
Berat Pasir (gr)	100	Berat Pasir (gr)	98
Berat Piring + Pasir	210	Berat Piring + Pasir	208
Kadar Lumpur (% dari B_0)			2

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{B_0 - B}{B_0} \times 100\% = \frac{100 - 98}{100} \times 100\% = 2\%$$

Menurut PUBI-1970 kadar lumpur dalam pasir untuk konstruksi bangunan adalah maksimal 5%

Yogyakarta, 21 Agustus 2007

Dikerjakan oleh :

Yogi Indra Prayoga

Hasil Uji Tekan Sampel 1

Variabel	Data
Panjang bidang kontak (l)	20,153 cm
Lebar Bidang Kontak (b)	8,965 cm
Tinggi sampel (h)	20,125 cm
Luas tampang (A)	180,671 cm ²
Luas lubang (A_l)	31,514 cm ²
Luas bidang kontak (A_n)	149,157 cm ²
Beban maksimum (P)	3760,1 kg
Kuat tekan (σ_{tk})	25,201 kg/cm ²

Hasil Uji Tekan Sampel 2

Variabel	Data
Panjang bidang kontak (l)	20,075 cm
Lebar Bidang Kontak (b)	8,950 cm
Tinggi sampel (h)	19,865 cm
Luas tampang (A)	179,671 cm ²
Luas lubang (A_l)	30,6 cm ²
Luas bidang kontak (A_n)	149,071 cm ²
Beban maksimum (P)	3780 kg
Kuat tekan (σ_{tk})	25,350 kg/cm ²

Hasil Uji Tekan Sampel 3

Variabel	Data
Panjang bidang kontak (l)	19,907 cm
Lebar Bidang Kontak (b)	9,100 cm
Tinggi sampel (h)	19,875 cm
Luas tampang (A)	181,153 cm ²
Luas lubang (A_l)	30,6007 cm ²
Luas bidang kontak (A_n)	150,553 cm ²
Beban maksimum (P)	3780,2 kg
Kuat tekan (σ_{tk})	25,107 kg/cm ²

Hasil Uji Lentur

Sampel	Berat (w)	b	h	I	y
1	17,28 kg	19,875 cm	9,100 cm	1248,102 cm ⁴	4,55 cm
2	17,18 kg	20,065 cm	9,050 cm	1239,316 cm ⁴	4,52 cm
3	17,22 kg	19,975 cm	9,025 cm	1223,622 cm ⁴	4,51 cm

Sampel	Berat (w)	Beban Maks. (P)	M	y	I	σ_u
1	17,28 kg	63,1 kg	411,9 cm	4,55 cm	1248,102 cm ⁴	1,502 kg/cm ²
2	17,18 kg	51,5 kg	353,4 cm	4,52 cm	1239,316 cm ⁴	1,290 kg/cm ²
3	17,22 kg	57,2 kg	382,1 cm	4,51 cm	1223,622 cm ⁴	1,409 kg/cm ²
Kuat lentur rerata						1,401 kg/cm²

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 M &= \left(\frac{P}{2} \times \frac{L}{3} \right) + \left(\frac{1}{8} \times Q \times L^2 \right) \\
 &= \left(\frac{63,1}{2} \times \frac{30}{3} \right) + \left(\frac{1}{8} \times 0,482 \times 30^2 \right) \\
 &= 411,9 \text{ kg cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 \\
 &= \frac{1}{12} \times 19,875 \times 9,1^3 \\
 &= 1248,102 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_u &= \frac{M \cdot y}{I} \\
 &= \frac{411,9 \times 4,55}{1248,102} \\
 &= 1,502 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$



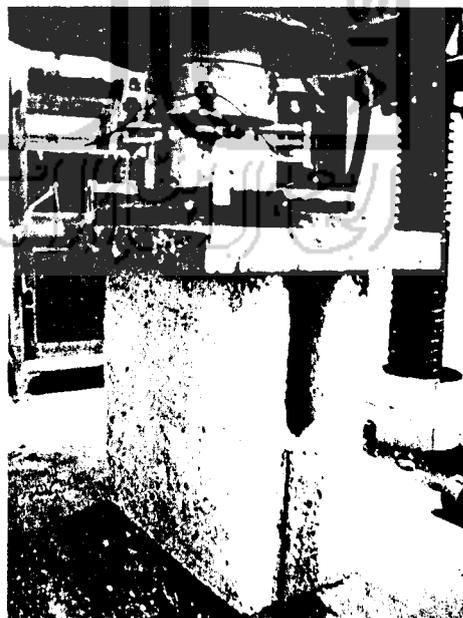
Batako Berkait



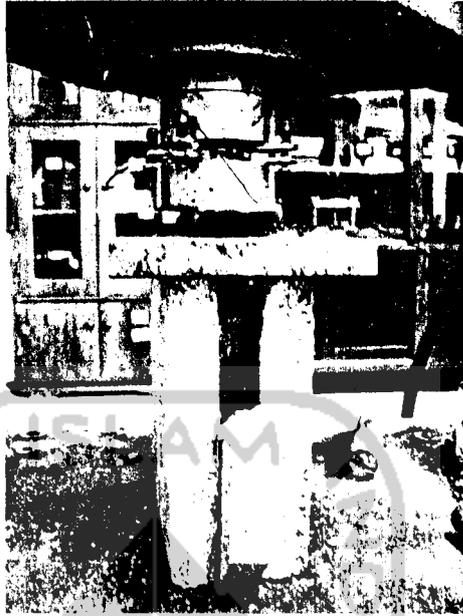
Pemasangan Batako Berkait



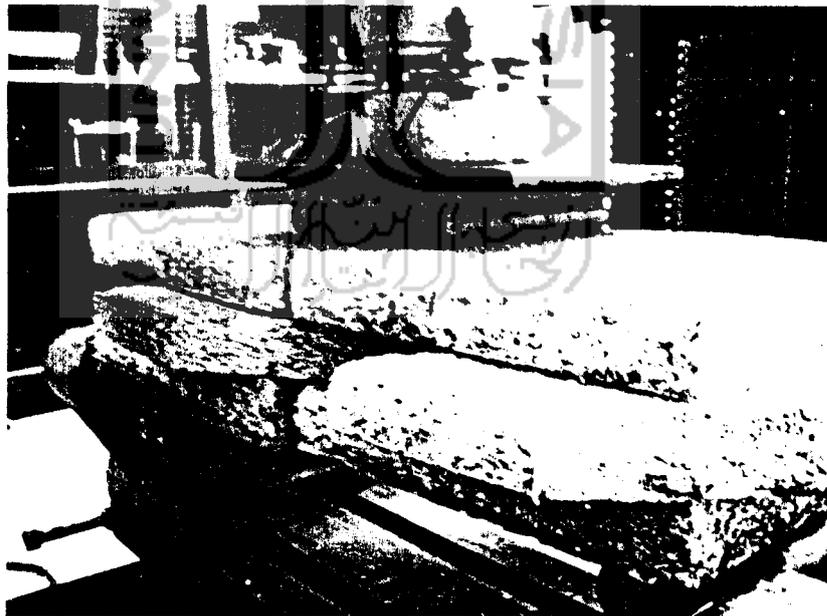
Uji Desak Sampel 1



Uji Desak Sampel 2



Uji Desak Sampel 3



Uji Lentur Sampel 1



Uji Lentur Sampel 2



Uji Lentur Sampel 3



Uji Geser Sampel 1



Uji Geser Sampel 2



Uji Geser Sampel 3



Pola Kerusakan Akibat Uji Tekan



Pola Kerusakan Akibat Uji Tekan



Pola Kerusakan Akibat Uji Tekan



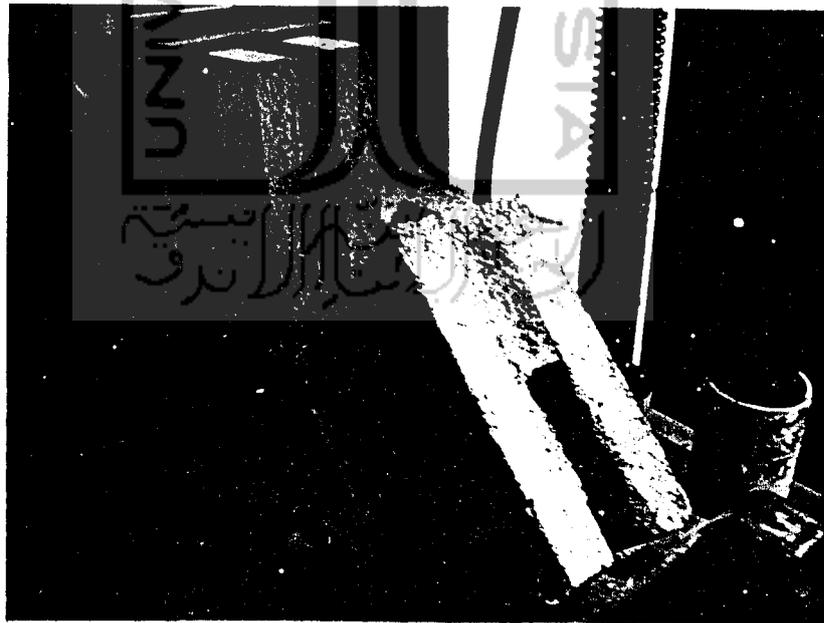
Pola Kerusakan Akibat Uji Lentur



Pola Kerusakan Akibat Uji Lentur



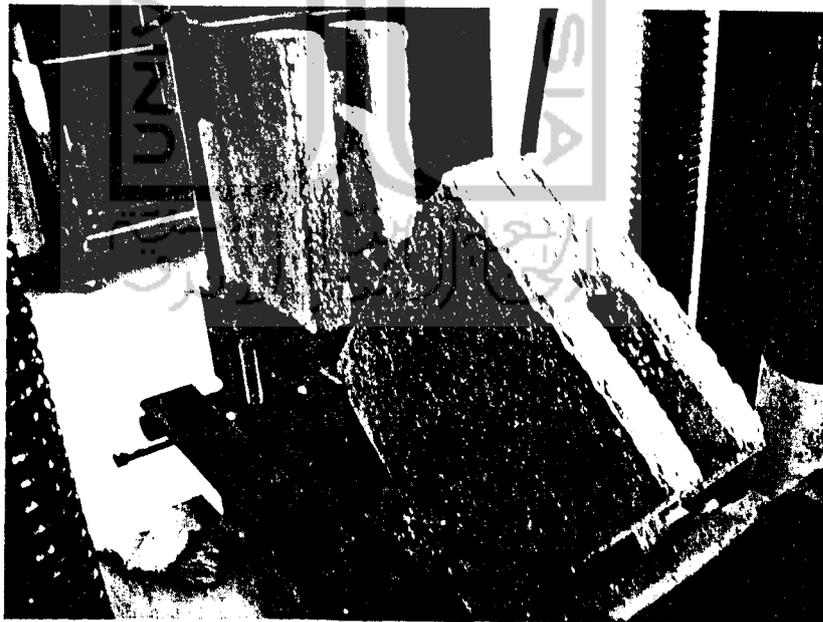
Pola Kerusakan Akibat Uji Lentur



Pola Kerusakan Akibat Uji Geser



Pola Kerusakan Akibat Uji Geser



Pola Kerusakan Akibat Uji Geser



UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA YOGI INDRA PRAYOGA	NO. MHS. 03511195	BIDANG STUDI TEKNIK SIPIL
---	-----------------------------	-------------------------------------

PERIODE KE : 3 (Maret 2007 - Ags 2007)

No.	Kegiatan	BULAN KE:					
		MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS
1	Pendaftaran	█					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	█					
3	Pembuatan Proposal		█				
4	Seminar Proposal		█				
5	Konsultasi Penyusunan TA			█	█	█	
6	Sidang-Sidang					█	
7	Pendadaran						█

Dosen Pembimbing I : A KADIR ABOE, Ir. MS. H.
 Dosen Pembimbing II: A KADIR ABOE, Ir. MS. H.

JUDUL TUGAS AKHIR

Uji Kekuatan Interlocking Block Sistem Pada Kontruksi Dinding Tanpa Spesi



Jogjakarta, 3/2/2007
 an. Dekan



Faisol AM, MS. *(Signature)*

Catatan:
 Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
1	15/03-07	- Summary	
2	27/11-07	Walaupun tidak di cover/ di dokumentasi, tetapi konsultasi berjalan kontinu	
3	27/11-07	Sidang	

