

PERPUSTAKAAN FTSP UH	
HANYUM/BELI	
TGL. TERIMA :	24-12-2004
NO. JUDUL :	001368
NO. BIK. :	99 511030
NO. BUKU :	

Tugas Akhir

MANFAAT ALTERNATIF PENGGUNAAN BETON RINGAN DENGAN BAHAN TAMBAH STYROFOAM UNTUK DINDING



R
691/13
Tri
M
1

XIV, 12, 100 : 28 cm
Beton & Batu Gamping

Disusun Oleh :

WIDYA TRIANI
99 511 030

ANDY AFRIADY R
99 511 352

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

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**MANFAAT ALTERNATIF PENGGUNAAN BETON
RINGAN DENGAN BAHAN TAMBAH *STYROFOAM*
UNTUK DINDING**

Disusun oleh:

WIDYA TRIANI

99 511 030

ANDY AFRIADY R

99 511 352

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

IR. H. ILMAN NOOR, MSCE

Dosen Pembimbing I



Tanggal : 04-08-2004



FM-UII-AA-FPU-09

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Widya Triani	99 511 030	Teknik Sipil
2	Andy Afriady	99 511 352	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR :

..... Investigasi kekuatan dinding dengan campuran styrofoam.....

PERIODE II : DESEMBER - MEI

TAHUN : 2003- 2004

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei.
1.	Pendaftaran	■					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3.	Pembuatan Proposal		■				
4.	Seminar Proposal		■	■			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6.	Sidang-Sidang					■	■
7.	Pendadaran.						■

DOSEN PEMBIMBING I : Ilman Noor,Ir,H,MSCE
 DOSEN PEMBIMBING II : *



Yogyakarta, 14 Januari 2004
 a.n. Dekan,

(Signature)
 (Ir. H. Munachir, MT)

Catatan.

Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, khususnya kepada kami sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tidak lupa sholawat serta salam kami pajatkan kehadiran Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat serta pengikutnya sampai akhir jaman.

Tugas akhir dengan judul “MANFAAT ALTERNATIF PENGGUNAAN BETON RINGAN DENGAN BAHAN TAMBAH *STYROFOAM* UNTUK DINDING “ ini diajukan sebagai syarat guna memperoleh derajat Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari sumbangan pemikiran dari berbagai pihak yang sangat membantu, sehingga penulis dapat menyelesaikan semua hambatan yang terjadi selama penyusunan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini. Untuk itu dengan penuh hormat, penyusun mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, yaitu yang akan disebutkan dibawah ini.

1. Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Ir. H. Ilman Noor, MSCE, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
3. Ir. H. Munadhir, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
4. Ir. Tri Fajar Budiono, MT dan Ir. Helmy Akbar Bale, MT, selaku Dosen Tamu Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
5. Staf dosen dan karyawan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
6. Kedua orang tua kami yang telah banyak memberikan bantuan dan dorongan, baik moral maupun material dalam penyusunan Tugas Akhir ini,
7. Fani Darmawan S.T, M.T. dan Ratih, yang tanpa bosan-bosannya memberikan bantuan dan dorongan dalam penyusunan Tugas Akhir ini,
8. Teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu kami dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, mengingat keterbatasan ilmu, kemampuan dan pengalaman kami dalam penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini. Untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat kami harapkan guna perbaikan dan pengembangan selanjutnya.

Tidak ada yang dapat kami berikan selain ucapan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan semoga dapat diterima sebagai amal baik disisi Allah SWT. Akhir kata, penyusun berharap semoga tulisan ini bermanfaat dan memberikan tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah meridhoi kita semua, Amiin

Wassalamu'alikum Warahmatullah Wabarakatuh

Yogyakarta, Juli 2004

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
INTISARI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Batasan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Beton.....	6
2.2. Batu Cetak Beton (Bataton).....	7
2.3. Bata merah.....	12
2.4. <i>Styrofoam</i> (Gabus).....	13
BAB III LANDASAN TEORI.....	14
3.1. Kuat Tekan Beton.....	14
3.2. Kuat Lentur.....	19
3.3. Kemudahan Pengerjaan (Workabilitas).....	20
3.4. Uji Kuat Tekan Silinder Beton.....	21

	Halaman
3.5. Uji Kuat Tekan (<i>Compressive Strength</i>).....	22
3.6. Uji <i>Modulus of Rupture</i> (Modulus runtuh).....	23
BAB IV METODE PENELITIAN.....	24
4.1. Penyediaan Bahan Penelitian.....	22
4.2. Peralatan yang digunakan.....	25
4.3. Pelaksanaan Penelitian.....	30
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	43
5.1. Pengamatan Benda Uji.....	43
5.2. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis.....	45
5.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	52
5.4. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton.....	58
5.5. Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton.....	60
5.6. Analisis Perbandingan Harga Bata yang disusun seukuran batako, Batako dan Beton <i>Styrofoam</i> Ringan.....	61
5.7. Analisis Perbandingan Berat Jenis Bata yang disusun seukuran batako, Batako dan Beton <i>Styrofoam</i> Ringan.....	62
5.8. Analisis Perbandingan Kuat Tekan Bata yang disusun seukuran batako, Batako dan Beton <i>Styrofoam</i> Ringan.....	64
5.9. Analisis Perbandingan Kuat Lentur Bata yang disusun seukuran batako, Batako dan Beton <i>Styrofoam</i> Ringan.....	66
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
6.1. Kesimpulan.....	68
6.2. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Klasifikasi Bataton (SII.0284-80)..... 11
Tabel 2.2	Dimensi dan Toleransi Bataton (SII. 0284-80)..... 11
Tabel 2.3	Syarat-syarat fisis bataton (SII. 0284-80)..... 12
Tabel 5.1	Berat jenis bata yang disusun seukuran batako..... 45
Tabel 5.2	Berat jenis batako 46
Tabel 5.3	Berat jenis beton <i>styrofoam</i> ringan dengan perbandingan 1 : 3 dengan ukuran benda uji silinder..... 48
Tabel 5.4	Berat jenis beton <i>styrofoam</i> ringan dengan perbandingan 1 : 4 dengan ukuran benda uji silinder..... 48
Tabel 5.5	Berat jenis beton <i>styrofoam</i> ringan dengan perbandingan 1 : 3 dengan ukuran benda uji Batako..... 49
Tabel 5.6	Berat jenis beton <i>styrofoam</i> ringan dengan perbandingan 1 : 4 dengan ukuran benda uji Batako..... 50
Tabel 5.7	Perbandingan Prosentase Berat jenis Bata yang disusun seukuran batako, Batako dan beton <i>styrofoam</i> ringan 51
Tabel 5.8	Kuat tekan bata yang disusun seukuran batako..... 53
Tabel 5.9	Kuat tekan beton <i>styrofoam</i> ringan dengan perbandingan 1 : 3 dengan ukuran benda uji silinder..... 54
Tabel 5.10	Kuat tekan beton <i>styrofoam</i> ringan dengan perbandingan 1 : 4 dengan ukuran benda uji silinder..... 54
Tabel 5.11	Kuat tekan beton <i>styrofoam</i> ringan dengan perbandingan 1 : 3 dengan ukuran benda uji batako..... 55
Tabel 5.12	Kuat tekan beton <i>styrofoam</i> ringan dengan perbandingan 1 : 4 dengan ukuran benda uji batako..... 56
Tabel 5.13	Kuat tekan batako..... 57

	Halaman
Tabel 5.14	Kuat lentur bata yang disusun seukuran batako..... 58
Tabel 5.15	Kuat lentur beton <i>styrofoam</i> ringan dengan perbandingan 1 : 3 dengan ukuran benda uji batako..... 59
Tabel 5.16	Kuat lentur beton <i>styrofoam</i> ringan dengan perbandingan 1 : 4 dengan ukuran benda uji batako..... 59
Tabel 5.17	Kuat lentur batako..... 60
Tabel 5.18	Perbandingan kuat tekan bata yang disusun seukuran batako, Batako dan beton <i>styrofoam</i> ringan..... 60
Tabel 5.19	Perbandingan kuat lentur bata yang disusun seukuran batako, Batako dan beton <i>styrofoam</i> ringan..... 61
Tabel 5.20	Perbandingan harga bata yang disusun seukuran batako, Batako dan beton <i>styrofoam</i> ringan..... 61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Variasi bentuk dan ukuran bataton.....	10
Gambar 3.1 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton (Tjokrodimuljo, 1996).....	15
Gambar 3.2 Diagram umur dan kuat tekan beton (Tjokrodimuljo, 1996).....	16
Gambar 3.3 Kuat tekan beton untuk berbagai jenis semen (Tjokrodimuljo, 1996)	17
Gambar 3.4 Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton pada faktor air sama (Tjokrodimuljo, 1996).....	18
Gambar 3.5 Pengujian Kuat Tekan.....	22
Gambar 3.6 Pengujian <i>modulus of rupture</i>	23
Gambar 4.1 Semen Portland Nusantara jenis I.....	24
Gambar 4.2 <i>Styrofoam</i> diameter 1 - 4 mm.....	25
Gambar 4.3 Mesin desak merk <i>Controls</i>	25
Gambar 4.4 Mesin desak tarik merk <i>Shimadzu</i>	26
Gambar 4.5 Cetakan Silinder Beton.....	27
Gambar 4.6 Cetakan Batako.....	27
Gambar 4.8 Gelas Ukur.....	28
Gambar 4.9 Cetok, ember, canting, dan sekop.....	29
Gambar 4.9a Bagan alir pelaksanaan penelitian.....	30
Gambar 4.10 Semen Portland jenis I, pasir, <i>styrofoam</i> , air.....	31
Gambar 4.11 Tahap 1, semen dimasukkan.....	32
Gambar 4.12 Tahap 2, pasir dimasukan dan diaduk sampai rata/homogen.....	32

Halaman

Gambar 4.13	Tahap3, Air dimasukan dan diaduk sampai rata/homogen.....	33
Gambar 4.14	Tahap4, <i>Styrofoam</i> dimasukan dan diaduk sampai rata/homogen.	33
Gambar 4.15	Pengecoran untuk silinder beton.....	34
Gambar 4.16	Pengecoran untuk seukuran batako.....	34
Gambar 4.17	Benda uji silinder beton	34
Gambar 4.18	Benda uji batako dari bahan penyusun beton <i>styrofoam ringan</i>	35
Gambar 4.19	Benda uji bata yang disusun seukuran batako.....	35
Gambar 4.20	Benda uji batako.....	35
Gambar 4.21	Perawatan Benda Uji.....	36
Gambar 4.22	Pemasangan benda uji silinder pada alat uji.....	37
Gambar 4.23	Benda uji silinder setelah diuji.....	37
Gambar 4.24	Benda uji bata sebelum diuji desak.....	38
Gambar 4.25	Benda uji bata setelah diuji desak.....	38
Gambar 4.26	Benda uji bata sebelum diuji lentur.....	38
Gambar 4.27	Benda uji bata setelah diuji lentur.....	39
Gambar 4.28	Benda uji batako dari beton styrofoam sebelum diuji desak.....	39
Gambar 4.29	Benda uji batako dari beton styrofoam setelah diuji desak.....	40
Gambar 4.30	Benda uji batako dari beton styrofoam sebelum diuji lentur.....	40
Gambar 4.31	Benda uji batako dari beton styrofoam setelah diuji lentur.....	40
Gambar 4.32	Benda uji batako sebelum diuji desak.....	41
Gambar 4.33	Benda uji batako setelah diuji desak.....	41
Gambar 4.34	Benda uji batako sebelum diuji lentur.....	42
Gambar 4.35	Benda uji batako setelah diuji lentur	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pemeriksaan Berat Jenis Bata yang disusun seukuran batako.
Lampiran 2	Pemeriksaan Berat Jenis batako.
Lampiran 3	Pemeriksaan Berat Jenis Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 3.
Lampiran 4	Pemeriksaan Berat Jenis Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 4.
Lampiran 5	Pengujian Kuat Tekan Bata yang disusun seukuran batako.
Lampiran 6	Pengujian Kuat Tekan batako.
Lampiran 7	Pengujian Kuat Tekan Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 3.
Lampiran 8	Pengujian Kuat Tekan Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 4.
Lampiran 9	Pengujian Kuat Lentur Bata yang disusun seukuran batako.
Lampiran 10	Pengujian Kuat Lentur batako.
Lampiran 11	Pengujian Kuat Lentur Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 3.
Lampiran 12	Pengujian Kuat Lentur Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 4.
Lampiran 13	Pemeriksaan Berat Jenis ukuran Silinder Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 3.
Lampiran 14	Pemeriksaan Berat Jenis ukuran Silinder Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 4.
Lampiran 15	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 3.
Lampiran 16	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 4.
Lampiran 17	Harga Satuan Material.
Lampiran 18	Perhitungan detail harga.
Lampiran 19	Lanjutan Perhitungan detail harga.
Lampiran 20	Lanjutan Perhitungan detail harga.
Lampiran 21	Lanjutan Perhitungan detail harga.
Lampiran 22	Lanjutan Perhitungan detail harga.

DAFTAR NOTASI

A	= Luas bidang tekan benda uji seukuran batako
A_c	= Luas penampang silinder beton
b	= Lebar balok
BA	= Bata yang disusun seukuran batako
BS	= Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 3 seukuran batako
BSs	= Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 4 seukuran batako
BT	= Batako
C	= Kuat tekan benda uji seukuran batako
f_c	= Kuat tekan beton
f_r	= <i>Modulus of Rupture</i>
h	= Tinggi balok
l	= Bentang bersih
P	= Beban maksimum
P_{maks}	= Beban maksimum
q	= Berat sendiri beton
S	= Beton <i>styrofoam</i> ringan seukuran silinder
W	= Beban maksimum benda uji seukuran batako
\emptyset	= Diameter

INTISARI

Perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya bidang teknik sipil menuntut teknologi beton yang lebih baik. Dinding yang dipakai dalam suatu bangunan terutama untuk gedung ataupun perumahan biasanya menggunakan batako atau bata merah. Dalam penelitian ini dicoba beton *styrofoam* ringan sebagai alternatif pengganti batako dan bata merah. Variasi campuran bahan untuk beton *styrofoam* ringan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu semen : pasir, 1 : 3 dan 1 : 4. Penelitian dengan menggunakan bahan tambah *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar pernah dilakukan oleh Maria Salet (1990), Hunaiti (1997) dan Fani Darmawan (2004) dengan menggunakan campuran bahan yang berbeda-beda.

Penelitian yang dilakukan meliputi pemeriksaan berat jenis, pengujian kuat tekan silinder beton *styrofoam* ringan, pengujian kuat tekan seukuran batako, pengujian *modulus of rupture* dan pemeriksaan harga bahan per meter kubik. Pengujian beton *styrofoam* ringan dilakukan setelah berumur 28 hari.

Hasil pengujian diperoleh berat jenis bata yang disusun seukuran batako 1.752 t/m^3 , berat jenis batako 1.937 t/m^3 , berat jenis *styrofoam* 1 : 3 sebesar 1.115 t/m^3 , berat jenis beton *styrofoam* ringan 1 : 4 sebesar 1.191 t/m^3 , kuat tekan bata yang disusun seukuran batako 2.550 MPa, kuat tekan beton *styrofoam* ringan 1 : 3 dengan ukuran silinder 1.846 MPa, kuat tekan beton *styrofoam* ringan 1 : 4 dengan ukuran silinder 1.764 MPa, kuat tekan beton *styrofoam* ringan 1 : 3 dengan ukuran batako 2.042 MPa, kuat tekan beton *styrofoam* ringan 1 : 4 dengan ukuran batako 1.281 MPa, kuat tekan batako 4.945 MPa, kuat lentur bata yang disusun seukuran batako 1.495 MPa, kuat lentur beton *styrofoam* ringan 1 : 3 dengan ukuran batako 0.911 MPa, kuat lentur beton *styrofoam* ringan 1 : 4 dengan ukuran batako 0.383 MPa, kuat lentur batako 0.878 MPa, harga bahan per meter kubik bata disusun batako Rp. 156,920, harga bahan per meter kubik batako Rp. 258,595, harga bahan per meter kubik beton *styrofoam* ringan 1 : 3 Rp. 327,345, harga bahan per meter kubik beton *styrofoam* ringan 1 : 4 Rp. 306,345.

Kata kunci : *styrofoam*, dinding.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan beton dalam bidang teknik sipil terus bertambah, dan dituntut teknologi beton yang lebih baik. Dalam teknologi beton dikenal ada beberapa jenis beton antara lain: beton normal, beton ringan, dan beton berat. Dikatakan beton normal apabila mempunyai berat 2400 kg/m^3 , beton ringan mempunyai berat kurang dari 1800 kg/m^3 dan beton berat mempunyai berat lebih dari 2800 kg/m^3 .

Kebutuhan beton untuk struktur dalam bidang teknik sipil khususnya saat ini terus bertambah. Dengan meningkatnya taraf perekonomian dan pesatnya pertumbuhan penduduk maka kebutuhan akan tempat tinggal sangat meningkat pula. Terbatasnya ketersediaan material bangunan tradisional (kayu dan bambu) terdapat kecenderungan membangun rumah dengan dinding tembok.

Ada berbagai macam bahan utama dinding tembok, diantaranya bata dan batako. Batako banyak dipakai sebagai komponen dinding baik dinding struktural maupun dinding non struktural. Di pasaran, bahan batako ini dibuat dari pasir sebagai salah satu bahan penyusunnya yang sulit dicari khususnya di daerah Kalimantan, bahan bata dibuat dari tanah subur sebagai salah satu bahan penyusunnya yang semakin lama semakin sedikit jumlahnya. Sebagai alternatif pengganti batako dan bata ini dibuat dari bahan beton *styrofoam* ringan sebagai bahan penyusun untuk dibuat ukuran batako.

Ada beberapa keuntungan komparatif dari penggunaan beton *styrofoam* ringan ini jika dibandingkan dengan bahan bangunan lainnya, misalnya batako dan batu bata. Keuntungan beton *styrofoam* ringan antara lain:

1. Berat jenis ringan yaitu 1100-1150 kg/m³ dibandingkan dengan batako 2200 kg/m³ dan bata 1700 kg/m³.
2. Kedap suara dan kedap air.
3. Mudah dalam pengerjaan/pembuatan.
4. Ukurannya seragam.
5. Mutunya seragam apabila dibuat dengan cara yang sama.
6. Cukup kuat, dan awet.
7. Mudah dipasang dan rapi.
8. Secara kuantitatif jumlah batako yang diperlukan per m² luas tembok lebih sedikit dibanding dengan batu bata.

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

1. Menahan gaya tekan.

2. Menahan gaya lentur.
3. Menahan gaya geser.

Oleh karena itu suatu dinding tembok harus mampu melayani/mendukung ketiga fungsi struktur tersebut, jika tidak terpenuhi implikasinya akan terjadi kegagalan tembok, yaitu berupa retak-retak, hancur pada bagian tertentu dan keruntuhan. Fenomena ini juga dapat dijumpai pada rumah-rumah sederhana (non-engineered) yang dibangun tanpa perencanaan dan pada saat bangunan terkena beban gempa.

1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini batako yang dibuat bukanlah seperti yang biasa dibuat selama ini (batako yang terbuat dari campuran semen, pasir, dan air). Batako yang dibuat dalam penelitian ini terbuat dari beton *styrofoam* ringan yaitu campuran semen, pasir, *styrofoam* dan air. Pemakaian *styrofoam* ini dipilih karena apabila sudah menjadi beton mempunyai berat jenis yang ringan jika dibandingkan dengan batako atau bata.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan *styrofoam* terhadap:

1. Hasil penelitian dibandingkan dengan batu bata yang diplester seukuran batako dan batako.
2. Untuk mengetahui perbandingan variasi campuran beton *styrofoam* ringan yang tepat untuk diaplikasikan sebagai dinding.

3. Untuk mengetahui prosentase kekuatan, berat dan harga antara bata yang diplester seukuran batako, beton *styrofoam* ringan dan batako.

1.4. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian diharapkan dapat diketahui besarnya kuat tekan silinder beton, kuat tekan batako dari bahan penyusun beton *styrofoam* ringan dan kuat lentur dari bahan penyusun beton *styrofoam* ringan, serta kemungkinan dapat diaplikasikan sebagai dinding alternatif pengganti bata atau batako.

1.5. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuan maka penelitian ini dibatasi pada permasalahan berikut:

1. Batako yang dipakai adalah jenis batako rakyat yang mempunyai ukuran 10x20x40 cm.
2. Bata disusun seukuran batako dengan cara diplester.
3. Beton *styrofoam* ringan dibuat seukuran batako.
4. Tinjauan pada kuat tekan silinder beton *styrofoam* ringan, kuat tekan seukuran batako dan kuat lentur seukuran batako.
5. Semen yang digunakan adalah semen Nusantara tipe 1 (50kg/zak).
6. Pasir yang digunakan dari daerah Sleman.
7. Air yang digunakan dari Lab.BKT Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
8. *Styrofoam* yang digunakan mempunyai diameter 1 - 4 mm.

9. Digunakan 2 variasi campuran bahan untuk beton *styrofoam* ringan, yaitu semen : pasir, 1 : 3 dengan volume *styrofoam* 58.574 % dan 1 : 4 dengan volume *styrofoam* 50.882 %.
10. Faktor air semen yang digunakan adalah 0.6.
11. Benda uji silinder beton *styrofoam* ringan untuk setiap variasi terdiri dari 10 sampel sehingga jumlah totalnya ada 20 sampel.
12. Benda uji untuk kuat tekan seukuran batako dari bahan penyusun beton *styrofoam* ringan untuk setiap variasi terdiri dari 15 sampel sehingga jumlah totalnya 30 sampel.
13. Benda uji untuk kuat lentur seukuran batako dari bahan penyusun beton *styrofoam* ringan untuk setiap variasi terdiri dari 5 sampel sehingga jumlah totalnya 10 sampel.
14. Benda uji untuk kuat tekan batako ada 15 sampel.
15. Benda uji untuk kuat lentur batako ada 5 sampel.
16. Benda uji untuk kuat tekan bata seukuran batako ada dari 15 sampel.
17. Benda uji untuk kuat lentur bata seukuran batako ada dari 5 sampel.
18. Jumlah Total semua benda uji 100 sampel
19. Batako diambil dari PT. DIAMOND, Jl. Magelang.
20. Perawatan beton dengan cara benda uji ditutupi karung goni lalu disiram air.
21. Pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari.
22. Penelitian dilakukan di Lab. BKT, Fakultas Teknik Sipil dan perencanaan

UII.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Menurut PUBI 1982 pengertian beton adalah bahan yang diperoleh dengan cara mencampurkan agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dan semen portland atau bahan pengikat hidrolis lain yang sejenis, dengan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu.

Tjokrodimuljo (1996) menyatakan bahwa secara umum bahan penyusun beton dapat dibedakan menjadi dua, yaitu bahan aktif dan bahan pasif. Bahan yang bersifat pasif adalah agregat yang meliputi agregat kasar dan agregat halus yang merupakan bahan pengisi sedangkan bahan aktif meliputi air dan semen yang merupakan bahan pengikat.

Dalam perkembangannya beton diinginkan memiliki sifat-sifat khusus sesuai dengan tujuan pemakaian. Menurut Tjokrodimuljo (1996) beton-beton ini misalnya beton normal, beton ringan, beton massa, ferosemen, beton serat, beton non-pasir beton siklop, beton hampa (*Vacuum Concrete*), mortar. Beton normal mempunyai berat 2400 kg/m^3 dan beton ringan mempunyai berat kurang dari 1800 kg/m^3 .

Menurut Murdock (1986), berat jenis beton ringan berkisar antara 1360 – 1840 kg/m^3 dan berat jenis 1850 kg/m^3 dapat dianggap sebagai batas dari beton ringan yang sebenarnya, meskipun nilai ini kadang-kadang melebihi.

Maria Salet (1990) melakukan penelitian membuat beton ringan dengan menggunakan *foam* yang mempunyai berat jenis 50 kg/m^3 pada campuran beton

mortar dengan proporsi campuran: 340 kg semen, 70 kg pasir, 136 liter air dan 50 kg *foam*. Ternyata mempunyai *workability* yang tinggi dan menghasilkan kuat tekan beton 2.25 – 2.75 MPa, kuat tarik 0.28 MPa dan *modulus Young's* (E) = 1506 MPa dengan berat jenis sebesar 600 kg/m³.

Hunaiti (1997) melakukan penelitian dengan menggunakan *foam* (busa) NEOPORE pada campuran beton mortar dengan rasio perbandingan semen : pasir adalah 1 : 3 dengan faktor air semen 0.5 dan ditambahkan dengan busa (*foam*) sebanyak 2% dari berat total campuran. Kuat tekan pada umur beton 28 hari sebesar 12.11 MPa.

Fani Darmawan (2004) melakukan penelitian dengan menggunakan *styrofoam* dengan diameter 4 mm, dengan proporsi campuran per m³ nya: 350 kg semen, 200 kg pasir, 1 m³ *styrofoam*, dengan faktor air semen 0.45 menghasilkan berat jenis 0.718 t/m³, kuat tekan 1.519 MPa, modulus elastisitas 339.897 MPa, kuat lekat tulangan 2.824 MPa, *modulus of rupture* 0.623 MPa.

2.2. Batu Cetak Beton (Bataton)

2.2.1 Definisi dan jenis bataton

Menurut SII.0284-80 bata beton ialah suatu jenis unsur bangunan yang berbentuk bata yang dibuat dari bahan perekat hidrolis atau sejenisnya, air dan agregat, dengan atau tanpa bahan tambah lainnya yang tidak merugikan sifat bata beton itu. Dalam pengertian ini tercakup jenis-jenis bata bangunan yang terbuat dari tanah stabilisasi kapur atau semen (*lime stabilized bricks or soil cement bricks*), bata kapur tras, dan bata semen portland-pasir/agregat.

Dengan mengacu pada pengertian diatas, maka jenis-jenis bataton dapat dibedakan berdasarkan:

1. Bahan susunnya.
2. Bentuknya.
3. Cara pembuatannya.

Berdasarkan bahan susunnya, dikenal jenis bataton sebagai berikut:

1. Batu cetak tanah (*mud/soil/clay bricks*).

Batu cetak tanah ini berasal dari adukan tanah lembab (*moist-soil*) yang dicetak kemudian dikeringkan dengan atau tanpa dibakar. Batu cetak tanah yang dibakar lebih dikenal dengan nama bata merah (*red brick*). Batu cetak tanah merupakan bahan konstruksi yang paling tua dan masih digunakan hingga kini. Ada pendapat yang menyebutkan bahwa batu cetak tanah ini telah dipakai orang sejak tahun 3000 SM (Wilson, 1918).

2. Bata adobe (*adobe bricks*).

Bata adobe adalah bata yang dibuat dari adukan tanah liat dan pasir yang dicampur dengan potongan-potongan batang jerami atau rumput, dan kadang-kadang juga dicampur dengan kotoran hewan (Boen, tanpa tahun).

3. Batu cetak kapur (*lime stabilized bricks*).

Batu cetak kapur terbuat dari adukan tanah liat dengan kapur sebagai bahan pemantapnya.

4. Batu cetak tras.

Batu cetak tras terbuat dari adukan tanah liat dengan tras sebagai bahan pemantapnya.

5. Batu cetak tras-kapur.

Batu cetak tras-kapur ini menggunakan tars dan kapur sebagai bahan pemantap untuk adukan tanah liat sebagai bahan dasarnya.

6. Batu cetak tanah (*soil cement bricks*).

Batu cetak jenis tanah ini menggunakan tanah lembab sebagai bahan dasarnya dan semen sebagai bahan pemantapnya.

7. Batu cetak tanah asphalt (*soil asphalt bricks*).

Batu cetak tanah ini dibuat dengan memantapkan adukan tanah liat dengan bahan asphalt. Batu cetak tanah jenis ini banyak digunakan sebagai bahan konstruksi kedap air.

8. Batu cetak beton (*bataton/conblock*).

Batu cetak beton atau *conblock* dibuat dari campuran adukan pasir/agregat atau pasir-agregat dengan semen sebagai bahan pemantapnya.

9. Batu cetak beton-serat (*bataton-serat*).

Batu cetak beton-serat dihasilkan dengan menambahkan potongan-potongan serat kedalam campuran adukan bataton.

Dikalangan masyarakat umum semua jenis bataton diatas dikenal dengan sebutan batako.

Dari segi bentuknya, secara garis besar bataton dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

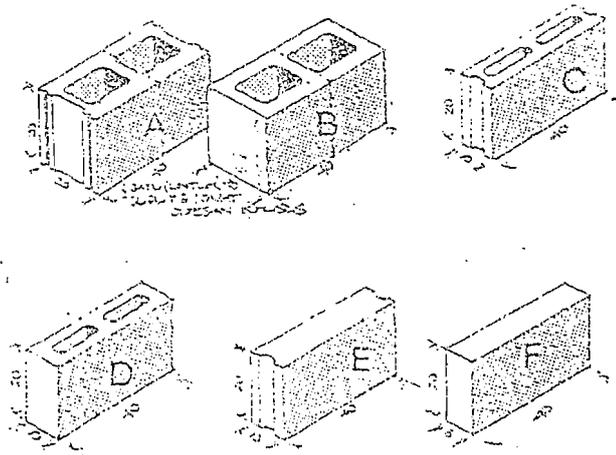
1. Bata terlubang (*Hollow blocks*/HB).

Menurut SII 0284-80, bata beton berlubang adalah bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume bata seluruhnya.

2. Bata pejal (*solid blocks*/SB).

Menurut SII 0284-80, bata pejal adalah bata bata yang memiliki penampang pejal 75% lebih luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume seluruhnya.

Variasi bentuk dan ukuran bataton dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Variasi bentuk dan ukuran bataton

2.2.2 Klasifikasi bataton.

SII.0284-80 mengklasifikasikan bataton menurut kuat tekannya sebagai berikut:

Tabel 2.1 Klasifikasi Bataton (SII.0284-80)

MUTU	KUAT TEKAN (Kg/cm ²)
B 25	≥ 25
B 40	≥ 40
B 70	≥ 70
B 100	≥ 100

2.2.3 Syarat Mutu bataton (SII.0284-80)

1. Pandangan Luar.

Bata beton harus tidak terdapat retak-retak dan cacat, rusak-rusaknya siku satu terhadap siku yang lain, dan sudut rusaknya tidak boleh mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

2. Dimensi dan Toleransi

Dimensi bata beton pejal ialah seperti tertera pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Dimensi dan Toleransi Bataton (SII. 0284-80)

Bata Beton Pejal Jenis	Ukuran Nominal \pm Toleransi (mm)		
	Panjang	Lebar	Tebal
Besar	400 ± 3	200 ± 3	100 ± 2
Sedang	300 ± 3	150 ± 3	100 ± 2
Kecil	200 ± 3	100 ± 2	80 ± 2

3. Syarat-syarat fisis

Bata beton pejal harus mempunyai syarat - syarat fisis seperti tertera pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Syarat-syarat fisis bataton (SII. 0284-80)

Bata Beton Pejal	Kuat Tekan Min. (Kg/cm ²)		Penyerapan Air Maks. (% vol.)
	Rerata 5 Bata	Tiap Bata	
B 25	25	21	---
B 40	40	35	---
B 70	70	65	35
B 100	100	90	25

2.3. Bata Merah

Bata merah adalah suatu unsur bangunan yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain, dibakar pada suhu tinggi hingga tidak hancur lagi bila direndam dalam air (Tjokrodinuljo, 1992).

Bentuk umum dari bata merah adalah empat persegi panjang, bersudut siku-siku, tajam dan permukaannya rata. Panjang bata merah umumnya dua kali lebarnya. Adapun tebalnya sekitar setengah atau tiga perempat lebarnya. Ukuran tersebut dipilih agar batu merah dapat diangkat hanya dengan satu tangan tanpa alat bantu. Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI – 1982) menetapkan ukuran standar bata merah sebagai berikut :

1. Modul M - 5a : 190 x 90 x 65 mm.
2. Modul M - 5b : 190 x 140 x 65 mm.
3. Modul M - 6 : 230 x 110 x 55 mm.

Berdasarkan kuat tekannya, PUBI – 1982 membagi bata merah ke dalam enam kelas, yaitu : kelas 25, kelas 50, kelas 100, kelas 150, kelas 200, dan kelas 250 (dalam kg/cm²).

Bata merah banyak digunakan sebagai komponen dinding mengingat jenisnya yang cukup rendah bila dibandingkan dengan komponen dinding lainnya, misalnya batu cetak beton. Dari hasil pengujian berat jenis terhadap bata merah yang didatangkan dari daerah pleret, klaten, jawa tengah, diperoleh nilai berat jenis rata-rata dari 5 buah bata merah yang diuji sebesar 1758 kg/m^3 .

2.4. *Styrofoam*

Styrofoam termasuk dalam kategori polimer sintetik dengan berat molekul tinggi. Polimer sintetik berbahan baku monomer berbasis *etilena* serta berbagai turunannya yang berasal dari perengkahan minyak bumi. *Styrofoam* hanya sebuah nama dalam dunia perdagangan, nama sesungguhnya adalah *polystyrene* atau *poli(feniletena)* dalam bentuk *foam*. *Feniletena* atau *styrene* dapat dipolimerkan dengan menggunakan panas, sinar ultraviolet, atau katalis. *Poli(feniletena)* merupakan bahan termo plastik yang bening (kecuali jika ditambahkan pewarna atau pengisi), dan dapat dilunakkan pada suhu sekitar 100°C . *Poli(feniletena)* tahan terhadap asam, basa, dan zat pengarat (korosif) lainnya, tetapi mudah larut dalam hidrokarbon aromatik dan berklor. Dalam propanon (aseton) *poli(feniletena)* hanya mengembang. Penyinaran dalam waktu lama oleh sinar ultra-ungu, sinar putih, atau panas, sedikit mempengaruhi kekuatan dan ketahanan polimer terhadap panas. *Poli(feniletena)* berbusa atau *styrofoam* diperoleh dari pemanasan *poli(feniletena)* yang menyerap hidrokarbon volatil. Ketika dipanasi oleh kukus (steam), butiran akan melunak, dan penguapan hidrokarbon di dalam butiran akan menyebabkan butiran mengembang (Cowd, 1991).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Kuat tekan beton

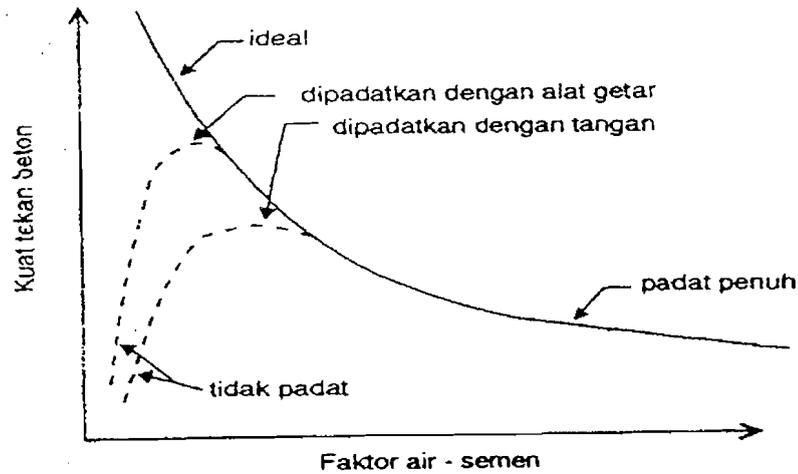
Beton sebagai bahan bangunan diperoleh dengan mencampurkan semen portland, air dan agregat dengan perbandingan tertentu. Pencampuran dilakukan sampai warna adukan tampak rata, kelecekan yang cukup (tidak cair dan tidak padat) dan tampak campurannya juga homogen. Campuran tersebut bilamana dituang didalam cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras seperti batuan. Pengerasan itu terjadi karena adanya peristiwa reaksi antara air dan semen, yang berlangsung selama waktu yang panjang dan akibatnya campuran itu selalu bertambah keras setara dengan umurnya. Didalam adukan beton, air dan semen membentuk pasta yang disebut pasta semen. Pasta ini selain mengisi pori-pori diantara butiran-butiran agregat halus juga sebagai perekat atau pengikat selama dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang kompak atau padat.

Dalam pembuatan campuran beton ada beberapa hal yang mempengaruhi kekuatan beton antara lain:

a. Faktor air semen (fas)

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dengan berat semen. Bahwa semakin rendah nilai fas semakin tinggi kuat tekannya. Namun pada kenyataannya pada suatu nilai faktor air – semen tertentu, semakin rendah nilai fas, kuat tekan betonnya semakin rendah, karena dengan fas terlalu rendah

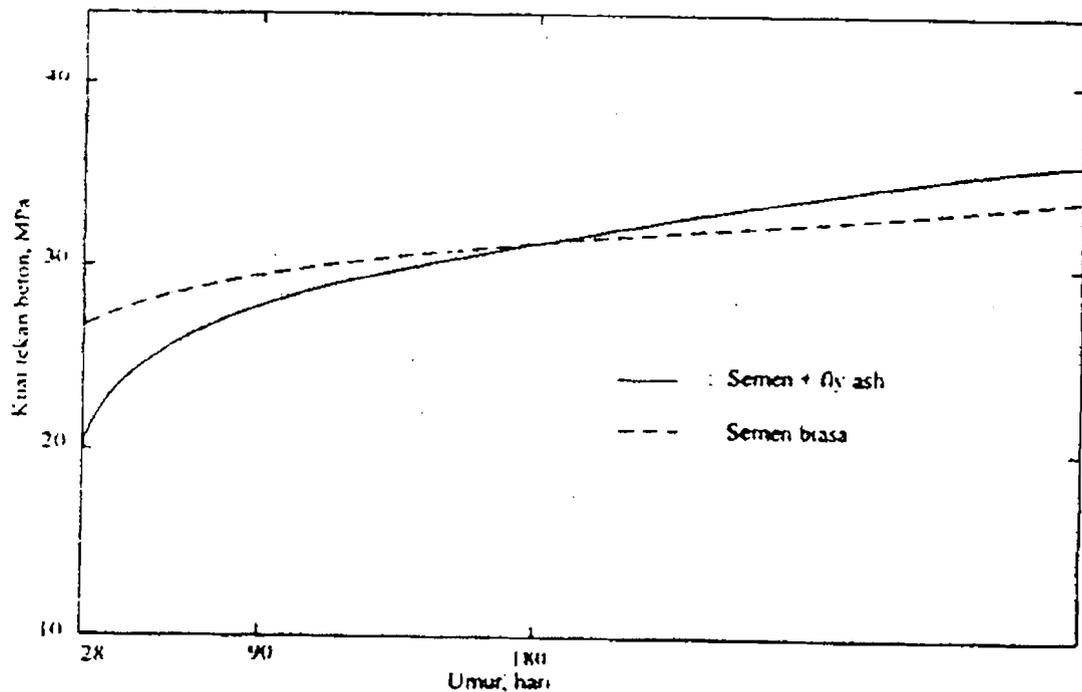
adukan beton sulit dipadatkan. Dengan demikian ada nilai fas tertentu yang optimum yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum, lihat Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton
(Tjokrodinuljo, 1996)

b. Umur beton

Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut sangat dipengaruhi berbagai faktor antara lain fas dan suhu perawatan. Semakin tinggi fas semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatan betonnya, lihat Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram umur dan kuat tekan beton
(Tjokrodimuljo, 1996)

c. Jenis Semen

Setiap jenis semen mempunyai laju kenaikan kekuatan yang berbeda. Pemakaian semen pozzolan, pada umur 28 hari kuat tekannya lebih rendah dari pada beton normal, tetapi setelah umur 90 hari kuat tekannya dapat lebih tinggi, sehingga penggunaan atau pemilihan jenis semen tergantung pada fungsinya, lihat Gambar 3.3. Semen portland dibagi menjadi 5 jenis, yaitu:

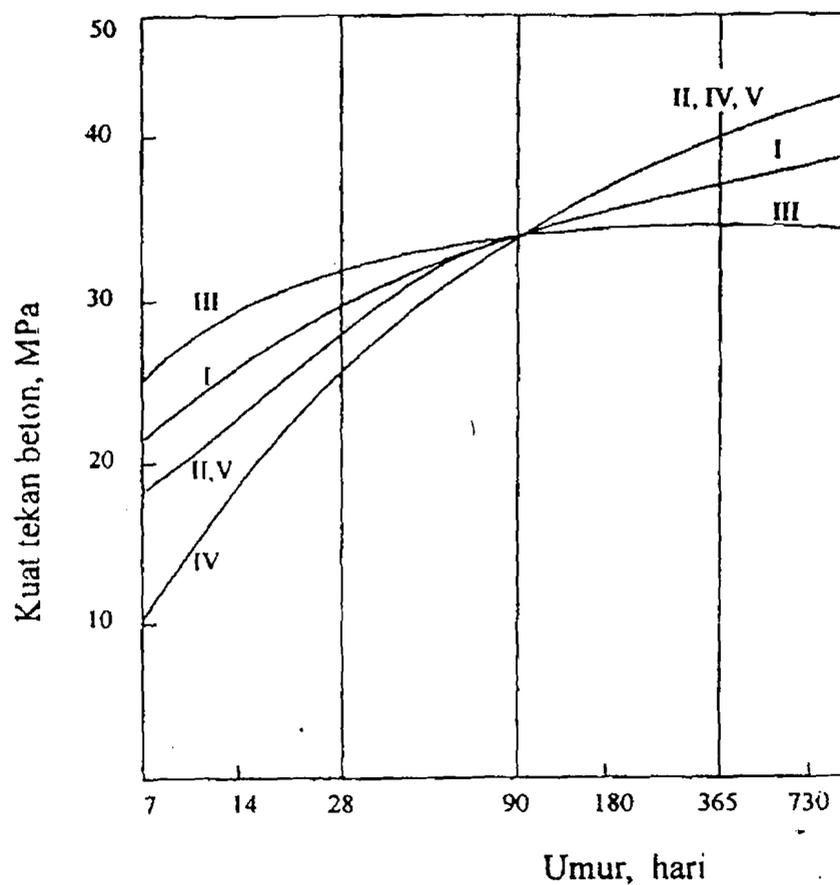
Jenis I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis semen lain.

Jenis II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

Jenis III: Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.

Jenis IV: Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

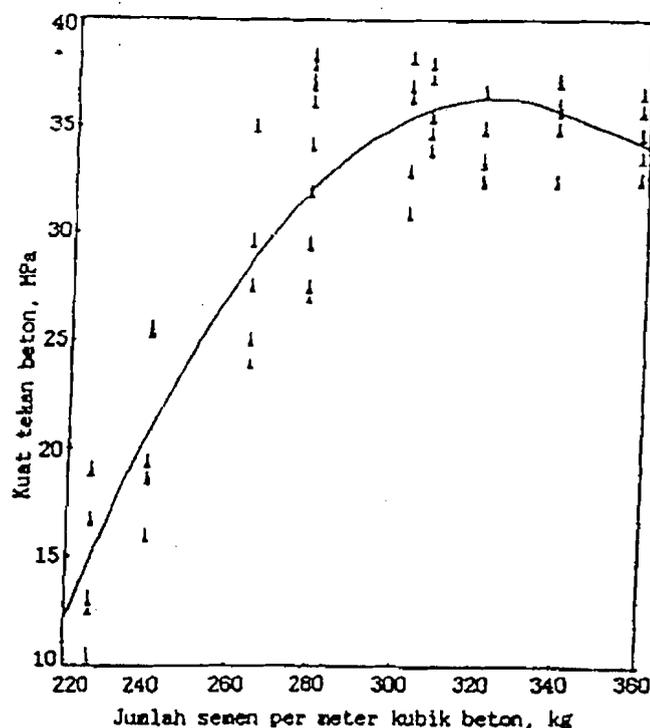
Jenis V: Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.



Gambar 3.3. Kuat tekan beton untuk berbagai jenis semen (Tjokrodimuljo, 1996)

d. Jumlah Semen

Jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Dalam kondisi fas yang sama beton dengan jumlah kandungan semen tertentu mempunyai nilai kuat tekan tertinggi. Bila jumlah semen yang digunakan terlalu sedikit dan jumlah air yang digunakan juga sedikit maka adukan beton akan sulit dipadatkan karena kekurangan air, sehingga kuat tekannya rendah, jika jumlah semen yang digunakan berlebihan dan penggunaan air yang berlebihan beton akan terlalu encer sehingga akan menjadi berpori, akibatnya kuat tekan beton rendah, lihat Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton pada faktor air sama (Tjokrodinuljo, 1996)

e. Sifat Agregat

Menurut Tjokrodimuljo (1996), sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah berat jenis, berat satuan, serapan air, gradasi butiran, keausan dan kekerasan.

3.2. Kuat Lentur

Beban-beban yang bekerja pada struktur, menyebabkan adanya lentur dan deformasi pada elemen struktur. Lentur pada balok merupakan akibat dari adanya regangan yang timbul karena adanya beban luar (Nawy, 1998).

Bila suatu gelagar balok terletak diatas dua tumpuan sederhana, menerima beban yang menimbulkan momen lentur, maka akan terjadi deformasi (regangan) lentur di dalam balok tersebut. Pada kejadian momen lentur positif, regangan tekan terjadi pada bagian atas balok, dan pada bagian bawah penampang balok terjadi regangan tarik. Regangan-regangan ini menimbulkan tegangan tekan disebelah atas dan tegangan tarik di bagian bawah, yang harus ditahan oleh balok. Agar stabilitas terjamin, balok sebagai bagian dari sistem, harus mampu menahan tegangan tekan dan tarik tersebut.

Kuat lentur pada balok homogen dan elastik dapat dihitung menurut rumus lenturan seperti yang dikemukakan oleh Dipohusodo (1994) sebagai berikut:

$$f = \frac{M.c}{I} \dots\dots\dots 3.1$$

Keterangan:

f = Tegangan Lentur, MPa

M = Momen yang bekerja pada balok, Nmm

c = Jarak serat terluar terhadap garis netral, baik didaerah tekan maupun tarik, mm

I = Momen inersia penampang balok terhadap garis netral, mm⁴

3.3. Kemudahan pengerjaan (Workabilitas)

Sifat ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan untuk diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan. Perbandingan bahan maupun sifat bahan secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton segar. Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan (keenceran) adukan beton, makin cair adukan makin mudah cara pengerjaannya. Definisi workabilitas meliputi tiga sifat secara terpisah yaitu kompatibilitas, mobilitas dan stabilitas (Murdock, 1986). Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan antara lain (Tjokrodimuljo, 1992) :

- a. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. Makin banyak air yang dipakai makin mudah beton segar itu dikerjakan.
- b. Penambahan semen ke dalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai f.a.s tetap.
- c. Gradasi campuran pasir dan kerikil. Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton akan mudah dikerjakan.
- d. Pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempermudah cara pengerjaan beton.
- e. Pemakaian butir maksimum agregat yang dipakai juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan pengerjaan.
- f. Cara pemadatan adukan beton menentukan sifat pengerjaan yang berbeda.

Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakan yang lebih rendah daripada jika dipadatkan dengan tangan.

Ukuran yang biasa digunakan untuk mengetahui kelecakan suatu adukan adalah dengan mengukur nilai slam (*slump*) pada beton dan nilai sebar pada mortar. Besarnya nilai slam yang dianjurkan adalah 5-12.5 cm, sedangkan nilai sebar adalah 57.5-117. Pemeriksaan kelecakan pada adukan bata beton adalah dengan cara meremas adukan dengan tangan menjadi bentuk seperti bola (Aksa, tanpa tahun). Kelecakan yang baik adalah apabila bola adukan tidak pecah ketika dilepaskan dari kepalan tangan dan tidak meninggalkan bekas tangan.

3.4. Uji Kuat Tekan Silinder Beton

Dari pengujian didapat nilai beban maksimum (P_{maks}). Kuat tekan beton (f'_c) dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$f'_c = \frac{P_{maks}}{A_c} \dots\dots\dots 3.2$$

Keterangan:

f'_c = kuat tekan beton, MPa

P_{maks} = beban maksimum, N

A_c = luas penampang, mm²

3.5. Uji Kuat Tekan (*Compressive Strength*)

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui luas bidang tekan dan kuat tekan bata dari suatu batako, batako dari bahan penyusun beton *styrofoam* ringan, pasangan bata yang disusun batako. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.5.

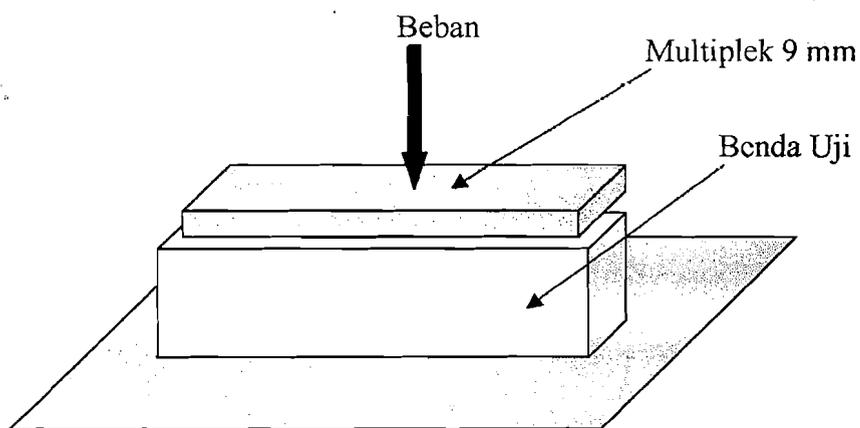
$$\text{Kuat Tekan (C)} = \frac{W}{A} \dots\dots\dots 3.3$$

Keterangan:

C = kuat tekan, kg/cm^2

W = beban maksimum, kg

A = luas bidang tekan, cm^2



Gambar 3.5. Pengujian Kuat Tekan

3.6. Uji *Modulus of rupture*

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan lentur dari suatu batako, batako dari bahan penyusun beton *styrofoam* ringan, pasangan bata yang disusun batako. Hal ini dapat dilihat dalam Gambar 3.6.

$$f_r = \frac{\frac{1}{4} P \cdot l + \frac{1}{8} q \cdot l^2}{\frac{1}{6} b \cdot h^2} \dots\dots\dots 3.4$$

Keterangan:

f_r = *modulus of rupture*, MPa

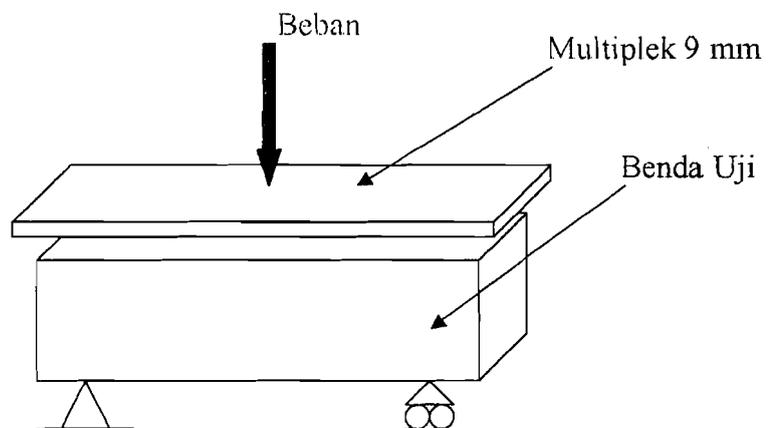
P = beban maksimum, Nmm

l = bentang bersih, mm

q = berat sendiri beton, N/mm

b = lebar balok, mm

h = tinggi balok, mm



Gambar 3.6. Pengujian *modulus of rupture*

BAB IV

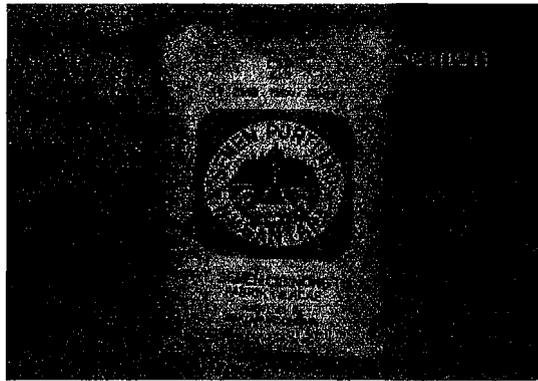
METODE PENELITIAN

4.1. Penyediaan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri:

1. Semen Portland

Semen Portland yang digunakan adalah semen jenis I yang diproduksi oleh PT. Semen Nusantara dengan berat 50 kg/zak, seperti terlihat pada Gambar 4.1. di bawah ini,



Gambar 4.1. Semen Portland Nusantara jenis I

2. Pasir

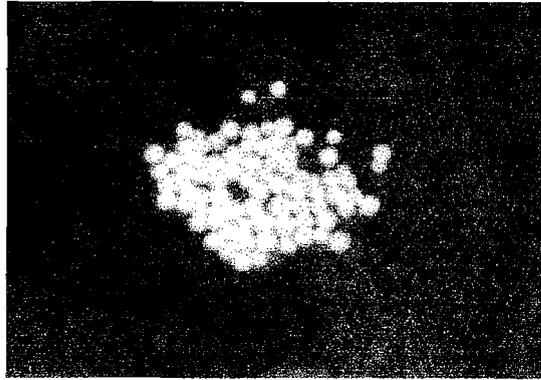
Pasir yang digunakan adalah pasir dari daerah Sleman.

3. Air

Air yang digunakan adalah air dari Laboratorium BKT UII.

4. *Styrofoam*

Styrofoam yang dipakai mempunyai diameter 1 - 4 mm dan berat jenis *styrofoam* 14.2 kg/m³, *styrofoam* tersebut diperoleh di toko yang ada di Yogyakarta, seperti terlihat pada Gambar 4.2. di bawah ini,



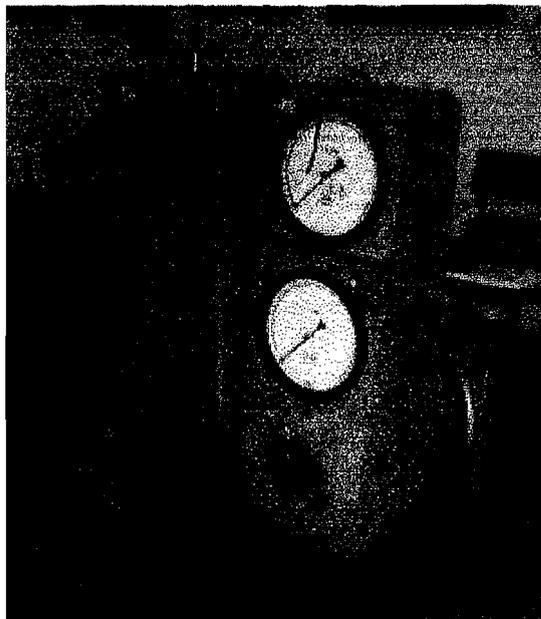
Gambar 4.2. *Styrofoam* diameter 1 - 4 mm

4.2. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan adalah:

1. Mesin desak merk *Controls*.

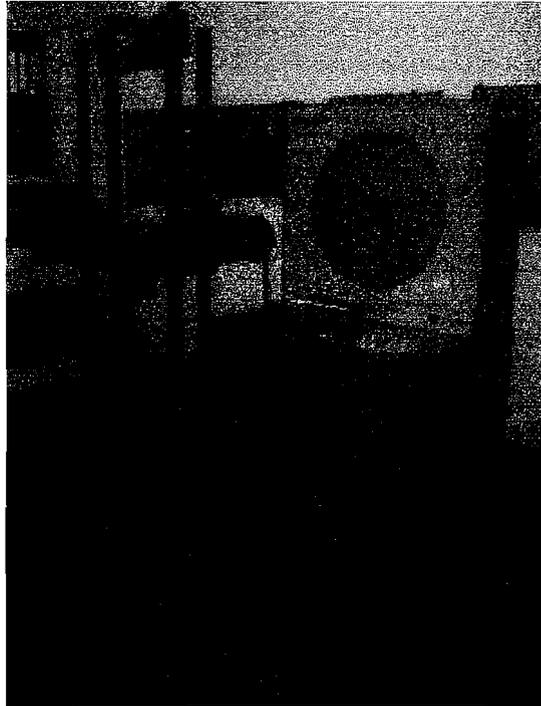
Mesin desak merk *Controls* mempunyai kapasitas maksimum 2000 KN, berat mesin 800 kg, buatan milano-italy, tahun pembuatan 25/7/85.



Gambar 4.3. Mesin desak merk *Controls*

2. Mesin desak tarik merk *Shimadzu*.

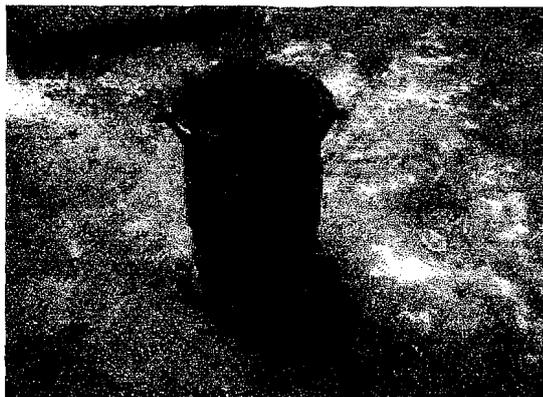
Mesin desak tarik atau multi guna merk. *Shimadzu* UMH-30 mempunyai kapasitas maksimum 30000 kg, tahun pembuatan 25/7/85.



Gambar 4.4. Mesin desak tarik merk *Shimadzu*.

3. Cetakan silinder beton.

Cetakan Silinder beton yang digunakan mempunyai diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, seperti terlihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Cetakan silinder beton

4. Cetakan batako.

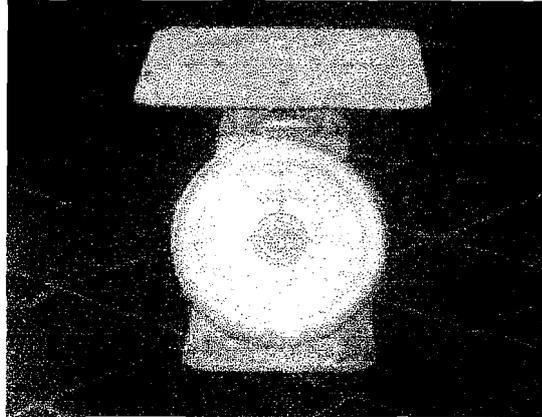
Cetakan batako yang digunakan untuk pembuatan benda uji batako dari bahan penyusun beton *styrofoam* ringan dibuat dari kayu kalimantan jenis bengkirai, mempunyai panjang 40 cm, lebar 10 cm dan tinggi 20 cm, seperti terlihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Cetakan batako

5. Timbangan.

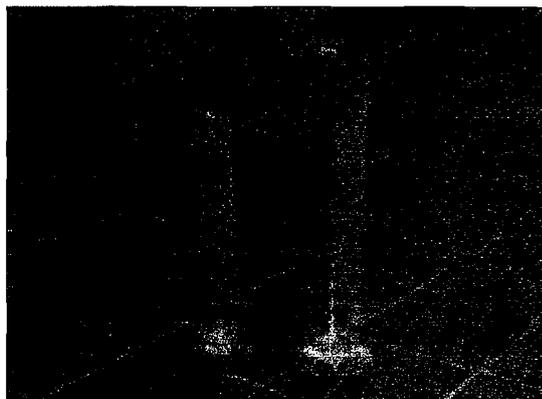
Timbangan yang digunakan mampu menahan beban maksimum 30 kg dengan ketelitian setiap 0.1 kg, seperti terlihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Timbangan

6. Gelas ukur.

Gelas ukur yang digunakan mempunyai kapasitas maksimum 1000 ml dan 500 ml dengan ketelitian 10 ml, seperti terlihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Gelas ukur

7. Cetok, ember, canting, sekop.

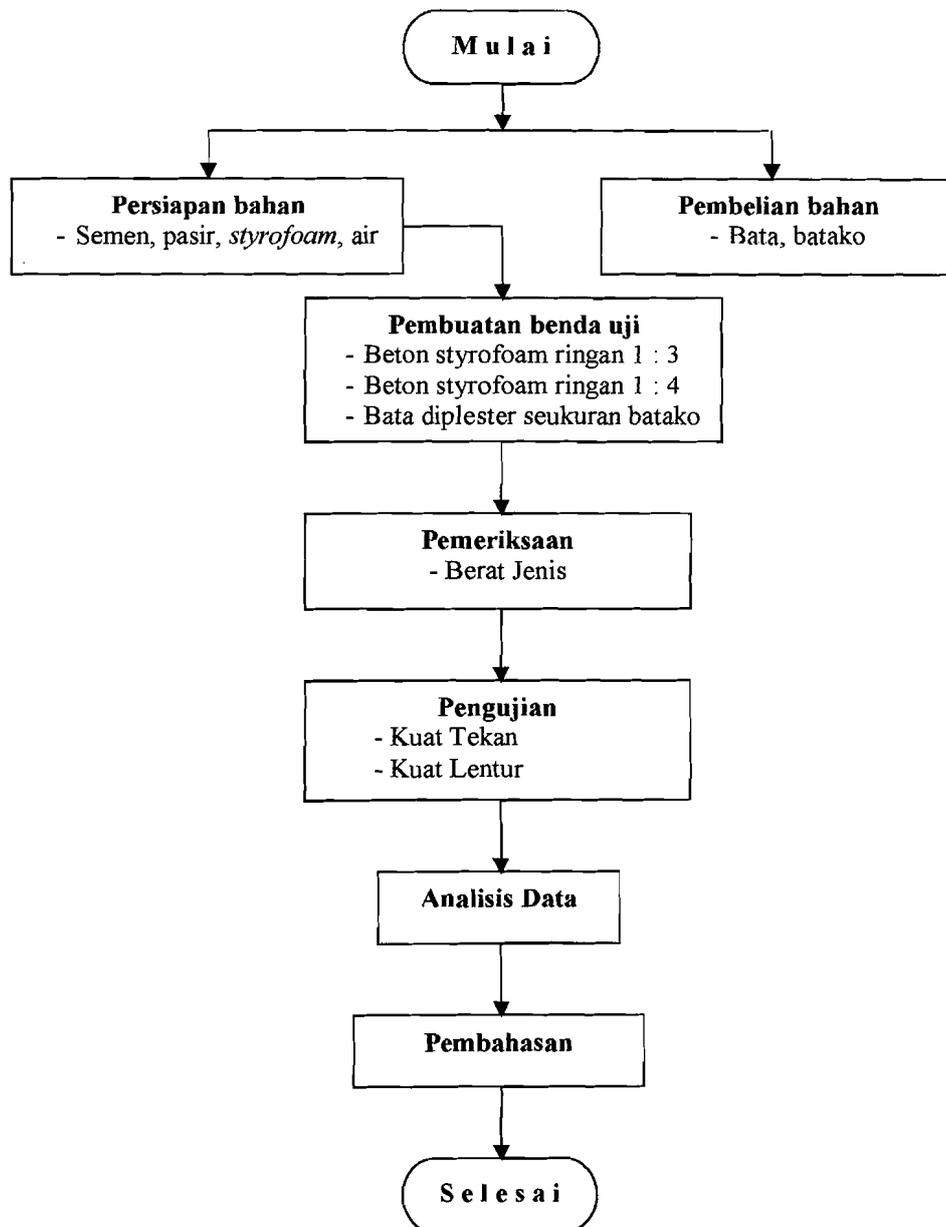
Cetok, ember, canting, sekop yang digunakan seperti terlihat pada Gambar 4.9. Untuk canting yang digunakan mempunyai kapasitas 1 liter.

Gambar 4.9. Cetok, ember, canting, sekop.



4.3. Pelaksanaan Penelitian

Jalannya penelitian secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.9a.



Gambar 4.9a. Bagan alir pelaksanaan penelitian

1. Persiapan Bahan dan Cetakan benda uji

Bahan-bahan yang dipersiapkan untuk pembuatan benda uji adalah semen portland jenis I, pasir, air, *styrofoam* dan cetakan yang dipersiapkan adalah cetakan silinder, cetakan batako. Pencampuran bahan untuk menghasilkan satu benda uji seukuran batako dengan panjang 40 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 20 cm bisa dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Semen Portland jenis I, pasir, *styrofoam*, air

2. Pelaksanaan pembuatan benda uji

Tahapan pencampuran bahan dilaksanakan secara berurutan agar proses pengadukan dapat mudah dilaksanakan. Tahapan pencampuran yaitu semen, pasir, lalu semen dan pasir diaduk sampai rata/homogen, lalu air dimasukkan dan diaduk sampai rata/homogen, setelah itu baru *styrofoam* dimasukkan secara bertahap tidak sekaligus. Tahapan pencampuran tersebut berlaku untuk penggunaan mesin ataupun manual. Tetapi dikarenakan mesin yang harus digunakan tidak tersedia di Laboratorium maka pengadukan dilakukan secara manual.

Di bawah ini adalah gambar tahapan pencampuran bahan secara berurutan dan dilaksanakan dengan manual.

Untuk tahapan pencampuran dengan menggunakan manual dapat dilihat pada Gambar 4.11, 4.12, 4.13, 4.14.



Gambar 4.11. Tahap 1, semen dimasukkan



Gambar 4.12. Tahap 2, pasir dimasukkan dan diaduk sampai rata/homogen



Gambar 4.13. Tahap 3, air dimasukkan dan diaduk sampai rata/homogen

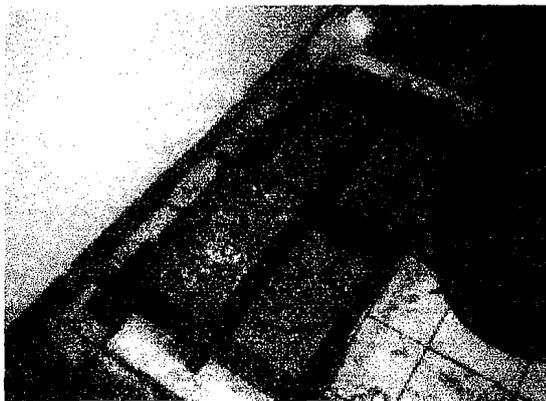


Gambar 4.14. Tahap 4, *styrofoam* dimasukkan dan diaduk sampai rata/homogen

Setelah bahan-bahan yang dicampur homogen baik dengan menggunakan mesin atau manual lalu dituang ke dalam cetakan benda uji yang tahap pelaksanaannya dapat dilihat pada Gambar 4.15, 4.16.



Gambar 4.15. Pengecoran untuk silinder beton

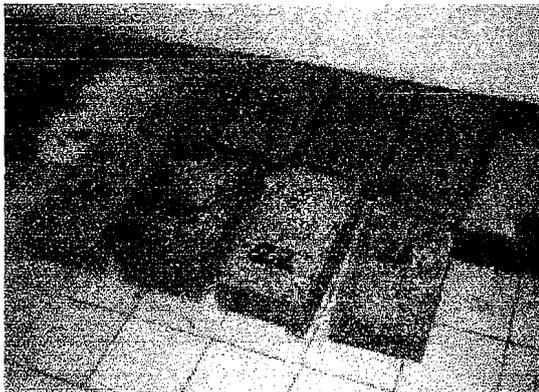


Gambar 4.16. Pengecoran untuk seukuran batako

Dibawah ini gambar benda uji Silinder beton, batako dari bahan penyusun beton *styrofoam* ringan, bata disusun seukuran batako dan batako, seperti terlihat pada Gambar 4.17, 4.18, 4.19, 4.20.



Gambar 4.17. Benda uji silinder beton



Gambar 4.18. Benda uji batako dari bahan penyusun beton *styrofoam* ringan



Gambar 4.19. Benda uji bata yang disusun seukuran batako



Gambar 4.20. Benda uji batako

3. Perawatan Benda uji

Perawatan benda uji dilakukan dengan menggunakan karung goni yang dibasahi dengan air selama benda uji berumur 28 hari, seperti terlihat pada Gambar 4.21.



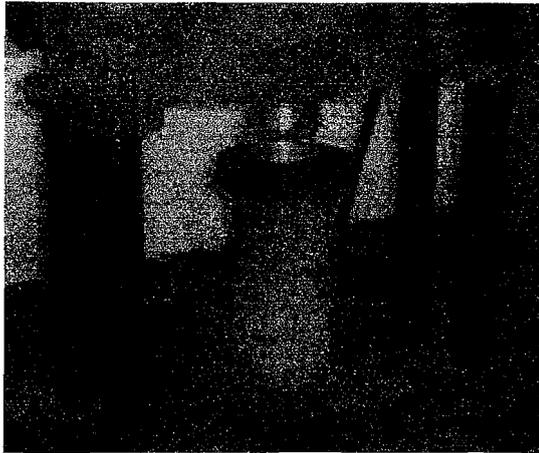
Gambar 4.21. Perawatan benda uji

4. Pelaksanaan Pengujian

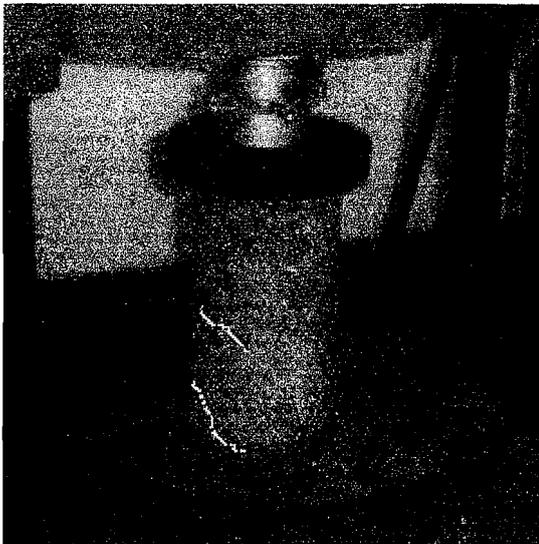
Pengujian dilakukan di Lab. BKT UII. Pelaksanann pengujian meliputi:

a. Pengujian Silinder beton

Benda uji Silinder diuji setelah berumur 28 hari. Sebelum pengujian silinder beton dilakukan terlebih dahulu dilakukan pengukuran diameter, tinggi dan berat silinder beton. Untuk lebih jelasnya pelaksanaan pengujian silinder beton dapat dilihat pada Gambar 4.22, 4.23.



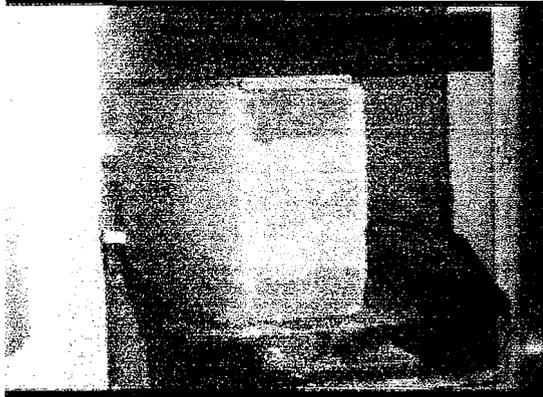
Gambar 4.22. Pemasangan benda uji silinder pada alat uji



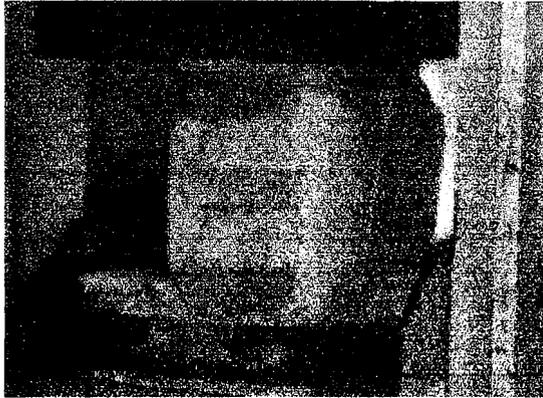
Gambar 4.23. Benda uji silinder setelah diuji

b. Pengujian Bata yang disusun seukuran batako

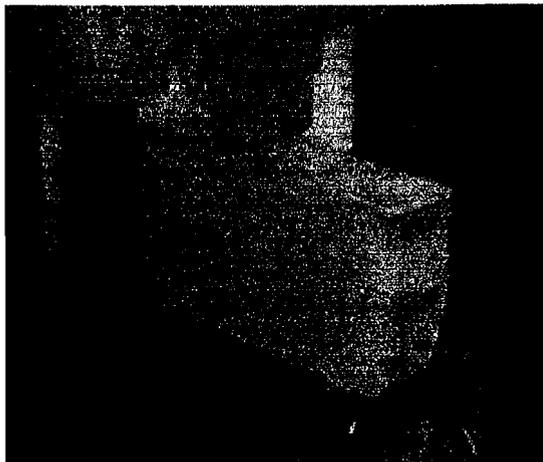
Pengujian bata yang disusun batako meliputi dua pengujian yaitu uji desak dan uji lentur. Sebelum pengujian dilakukan terlebih dahulu dilakukan pengukuran panjang, lebar dan tinggi benda uji. Untuk lebih jelasnya pelaksanaan pengujian bata yang disusun seukuran batako dapat dilihat pada Gambar 4.24, 4.25, 4.26, 4.27.



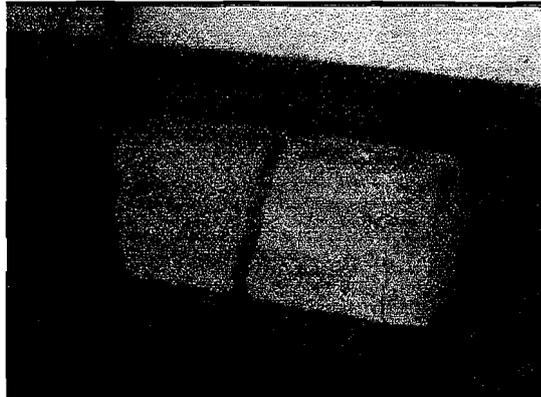
Gambar 4.24. Benda uji bata sebelum diuji desak



Gambar 4.25. Benda uji bata setelah diuji desak



Gambar 4.26. Benda uji bata sebelum diuji lentur



Gambar 4.27. Benda uji bata setelah diuji lentur

c. Pengujian batako dari bahan penyusun beton *styrofoam* ringan

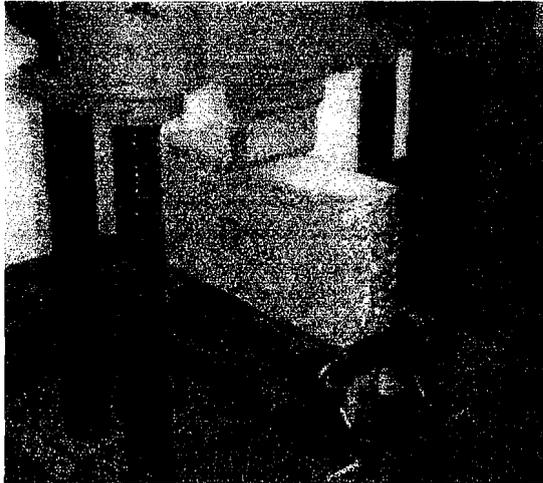
Benda uji batako dari bahan penyusun beton *styrofoam* ringan diuji setelah berumur 28 hari. Pengujian batako dari bahan penyusun beton *styrofoam* ringan meliputi dua pengujian yaitu uji desak dan uji lentur. Sebelum pengujian dilakukan terlebih dahulu dilakukan pengukuran panjang, lebar dan tinggi benda uji. Untuk lebih jelasnya pelaksanaan pengujian silinder beton dapat dilihat pada Gambar 4.28, 4.29, 4.30, 4.31.



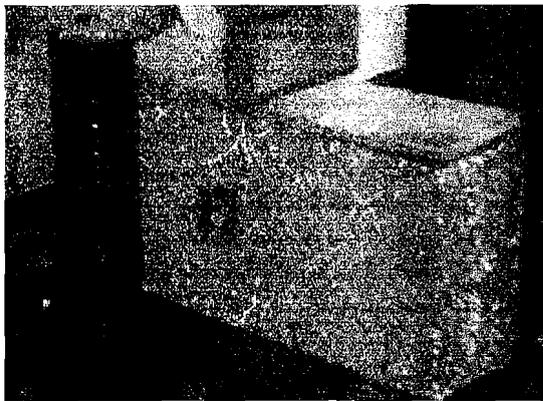
Gambar 4.28. Benda uji batako dari beton *styrofoam* sebelum diuji desak



Gambar 4.29. Benda uji batako dari beton *styrofoam* setelah diuji desak



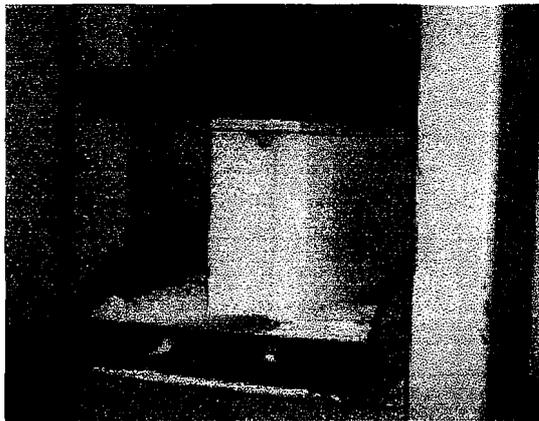
Gambar 4.30. Benda uji batako dari beton *styrofoam* sebelum diuji lentur



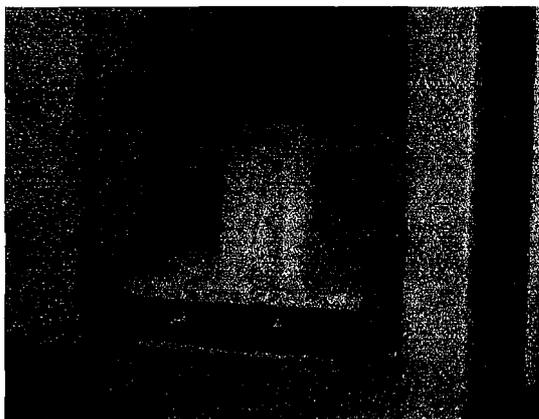
Gambar 4.31. Benda uji batako dari beton *styrofoam* setelah diuji lentur

d. Pengujian batako

Pengujian batako meliputi dua pengujian yaitu uji desak dan uji lentur. Sebelum pengujian dilakukan terlebih dahulu dilakukan pengukuran panjang, lebar dan tinggi benda uji. Untuk lebih jelasnya pelaksanaan pengujian silinder beton dapat dilihat pada Gambar 4.32, 4.33, 4.34, 4.35.



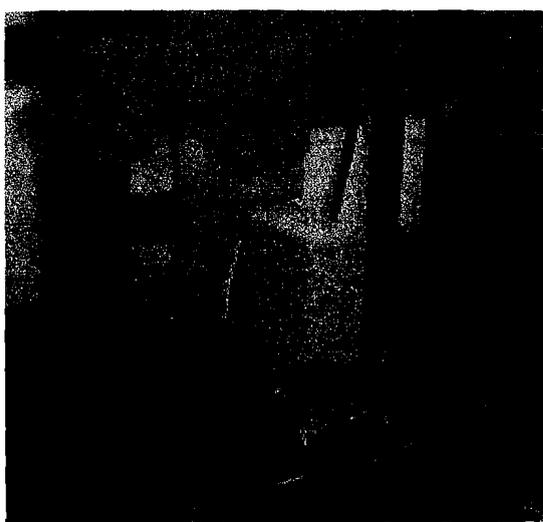
Gambar 4.32. Benda uji batako sebelum diuji desak



Gambar 4.33. Benda uji batako setelah diuji desak



Gambar 4.34. Benda uji batako sebelum diuji lentur



Gambar 4.35. Benda uji batako setelah diuji lentur

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Pengamatan Benda Uji

1. Pengamatan proses pengadukan

Pada proses pengadukan, hal utama yang diamati adalah *workability*/kemudahan pengadukan. Dalam menentukan faktor air semen beton *styrofoam* ringan dilakukan dengan cara coba-coba dikarenakan untuk perbandingan semen : pasir telah ditentukan yaitu 1 : 3 dan 1 : 4 sehingga setelah berkali-kali melakukan percobaan ternyata faktor air semen yang dalam proses pengadukan mudah dilakukan adalah 0.6 untuk semua variasi.

2. Pengamatan proses pencetakan

Hal penting yang dicatat pada pengamatan proses pencetakan beton *styrofoam* ringan ini adalah bahwa dalam pencoran dilakukan 1/3 tinggi cetakan batako lalu dipadatkan dengan cara ditumbuk beralaskan cetok sampai semua sisinya rata dan padat, setelah itu dilakukan pencoran 2/3 tinggi lalu dipadatkan dengan cara yang sama, setelah itu dilakukan pencoran terakhir setinggi cetakan lalu dipadatkan lagi. Maksud dilakukan pencoran secara bertahap tersebut adalah agar diperoleh pemadatan seoptimal mungkin.

Hal penting lainnya yang dicatat pada pengamatan proses pencetakan adalah keluarnya air semen akibat penekanan. Peristiwa keluarnya air semen terbesar terjadi pada saat pencetakan benda uji beton *styrofoam* ringan adalah benda uji beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan semen : pasir (1 : 3).

benda uji beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan semen : pasir (1 : 3). Keluarnya air semen ini akan mempengaruhi kuat tekan dan kuat lentur yang dihasilkan.

3. Pengamatan pengujian kuat tekan dan kuat lentur

Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat lentur, dilakukan pengamatan terhadap benda uji yang meliputi bentuk, dimensi dan beratnya. Pengamatan dimensi dan berat dilakukan untuk keperluan perhitungan kuat tekan, kuat lentur dan berat jenis.

Pada tahap pengujian kuat tekan dan kuat lentur dilakukan pengamatan berupa pencatatan beban maksimum/beban pecah/benda uji tidak mampu menahan beban lagi dan perilaku benda uji pada saat pembebanan. Dari pengamatan kuat tekan terlihat bahwa batako dan bata yang disusun seukuran batako mengalami kehancuran total/patah kejut tetapi untuk beton *styrofoam* ringan tidak mengalami kehancuran total meskipun nilai beban yang mampu dipikul lebih kecil dari batako ataupun bata yang disusun seukuran batako. Begitupun yang terjadi pada pengujian kuat lentur, pada batako dan bata yang disusun seukuran batako mengalami patah secara tiba-tiba dan langsung terbelah dua, tetapi pada beton *styrofoam* ringan tidak terjadi patah secara tiba-tiba maupun langsung terbagi dua. Pola retak yang terjadi akibat pengujian kuat lentur pada beton *styrofoam* ringan berupa serabut sedangkan pada batako maupun bata yang disusun seukuran batako berupa garis lurus atau lebih jelasnya bisa dilihat pada foto.

5.2. Hasil pemeriksaan berat jenis

1. Pemeriksaan berat jenis bata yang disusun seukuran batako

Pemeriksaan berat jenis bata dilakukan dengan cara bata disusun seukuran batako dengan diplester. Pemeriksaan berat jenis dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari dan dilakukan sebelum pengujian kuat tekan ataupun kuat lentur dengan jumlah benda uji 20 buah.

Pemeriksaan berat jenis bata yang disusun seukuran batako dapat dilihat pada Tabel 5.1 atau Lampiran 1.

Tabel 5.1. Berat jenis bata yang disusun seukuran batako

No.	Kode	Berat jenis (t/m^3)	Rata-rata (t/m^3)
1	BA01	1.728	
2	BA02	1.728	
3	BA03	1.672	
4	BA04	1.629	
5	BA05	1.691	
6	BA06	1.618	
7	BA07	1.734	
8	BA08	1.757	
9	BA09	1.778	
10	BA10	1.843	
11	BA11	1.760	
12	BA12	1.743	
13	BA13	1.821	
14	BA14	1.786	
15	BA15	1.822	
16	BA16	1.819	
17	BA17	1.825	
18	BA18	1.694	
19	BA19	1.749	
20	BA20	1.833	1.752



Hasil pemeriksaan berat jenis bata yang disusun seukuran batako dengan jumlah benda uji 20 buah pasangan bata diperoleh rata-rata sebesar 1.752 t/m^3 atau 1752 kg/m^3 .

2. Pemeriksaan berat jenis batako

Pemeriksaan berat jenis batako dilakukan sebelum pengujian kuat tekan ataupun kuat lentur dengan jumlah benda uji 20 buah.

Pemeriksaan berat jenis batako dapat dilihat pada Tabel 5.2 atau Lampiran 2.

Tabel 5.2. Berat jenis batako

No.	Kode	Berat jenis (t/m^3)	Rata-rata (t/m^3)
1	BT01	2.047	
2	BT02	2.123	
3	BT03	1.998	
4	BT04	1.940	
5	BT05	2.039	
6	BT06	2.059	
7	BT07	1.993	
8	BT08	1.898	
9	BT09	1.973	
10	BT10	1.925	
11	BT11	1.944	
12	BT12	1.923	
13	BT13	2.012	
14	BT14	2.073	
15	BT15	2.002	
16	BT16	1.904	
17	BT17	1.956	
18	BT18	1.903	
19	BT19	2.003	
20	BT20	1.982	1.985

Hasil pemeriksaan berat jenis batako dengan jumlah benda uji 20 buah diperoleh rata-rata sebesar 1.985 t/m^3 atau 1985 kg/m^3 .

3. Pemeriksaan berat jenis beton *styrofoam* ringan

Pemeriksaan berat jenis beton *styrofoam* ringan dilakukan pada 2 variasi yaitu perbandingan semen : pasir dengan 1 : 3 dan 1 : 4. Pemeriksaan berat jenis beton *styrofoam* ringan dilakukan pada ukuran benda uji silinder dan ukuran benda uji batako dan dirawat menggunakan karung goni yang dibasahi air. Pemeriksaan berat jenis beton *styrofoam* ringan dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari dan dilakukan sebelum pengujian kuat tekan ataupun kuat lentur dengan jumlah benda uji 20 buah untuk ukuran benda uji silinder dan 40 buah untuk benda uji seukuran batako.

Pemeriksaan berat jenis beton *styrofoam* ringan dapat dilihat pada Tabel 5.3, 5.4, 5.5 dan 5.6 atau Lampiran 3, 4.

Tabel 5.3. Berat jenis beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 3 dengan ukuran benda uji silinder

No.	Kode	Berat jenis (t/m^3)	Rata-rata (t/m^3)
1	S01	1.125	
2	S02	1.057	
3	S03	1.113	
4	S04	1.076	
5	S05	1.095	
6	S06	1.144	
7	S07	1.125	
8	S08	1.132	
9	S09	1.170	
10	S10	1.189	1.123

Tabel 5.4. Berat jenis beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 4 dengan ukuran benda uji silinder

No.	Kode	Berat jenis (t/m^3)	Rata-rata (t/m^3)
1	S11	1.236	
2	S12	1.225	
3	S13	1.222	
4	S14	1.227	
5	S15	1.227	
6	S16	1.213	
7	S17	1.242	
8	S18	1.230	
9	S19	1.284	
10	S20	1.252	1.236

**Tabel 5.5. Berat jenis beton *styrofoam* ringan
dengan perbandingan 1 : 3 dengan ukuran benda uji batako**

No.	Kode	Berat jenis (t/m^3)	Rata-rata (t/m^3)
1	BS01	1.113	
2	BS02	1.138	
3	BS03	1.148	
4	BS04	1.115	
5	BS05	1.113	
6	BS06	1.131	
7	BS07	1.136	
8	BS08	1.127	
9	BS09	1.121	
10	BS10	1.064	
11	BS11	1.113	
12	BS12	1.148	
13	BS13	1.020	
14	BS14	1.046	
15	BS15	1.071	
16	BS16	1.125	
17	BS17	1.125	
18	BS18	1.125	
19	BS19	1.023	
20	BS20	1.125	1.106

Tabel 5.6. Berat jenis beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 4 dengan ukuran benda uji batako

No.	Kode	Berat jenis (t/m^3)	Rata-rata (t/m^3)
1	BSs01	1.145	
2	BSs02	1.167	
3	BSs03	1.133	
4	BSs04	1.137	
5	BSs05	1.157	
6	BSs06	1.166	
7	BSs07	1.158	
8	BSs08	1.140	
9	BSs09	1.186	
10	BSs10	1.167	
11	BSs11	1.162	
12	BSs12	1.217	
13	BSs13	1.118	
14	BSs14	1.032	
15	BSs15	1.230	
16	BSs16	1.025	
17	BSs17	1.115	
18	BSs18	1.168	
19	BSs19	1.143	
20	BSs20	1.156	1.146

Hasil pemeriksaan berat jenis beton *styrofoam* ringan dengan variasi perbandingan 1 : 3 dengan menggunakan ukuran benda uji silinder dengan jumlah benda uji 10 buah diperoleh rata-rata sebesar $1.123 t/m^3$ atau $1123 kg/m^3$ dan dengan variasi perbandingan 1 : 4 dengan menggunakan ukuran benda uji silinder dengan jumlah benda uji 10 buah diperoleh rata-rata sebesar $1.236 t/m^3$ atau $1236 kg/m^3$.

Hasil pemeriksaan berat jenis beton *styrofoam* ringan dengan variasi perbandingan 1 : 3 dengan menggunakan ukuran benda uji batako dengan

jumlah benda uji 20 buah diperoleh rata-rata sebesar 1.106 t/m^3 atau 1106 kg/m^3 dan dengan variasi perbandingan 1 : 4 dengan menggunakan ukuran benda uji batako dengan jumlah benda uji 20 buah diperoleh rata-rata sebesar 1.146 t/m^3 atau 1146 kg/m^3 .

Hasil pemeriksaan berat jenis beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 3 rata-rata sebesar 1.115 t/m^3 atau 1115 kg/m^3 dan berat jenis beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 4 rata-rata sebesar 1.191 t/m^3 atau 1191 kg/m^3 .

4. Perbandingan berat jenis bata yang disusun seukuran batako, batako dan beton *styrofoam* ringan

Perbandingan berat jenis bata yang disusun seukuran batako, batako dan beton *styrofoam* ringan dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7. Perbandingan prosentase berat jenis bata yang disusun seukuran batako, batako dan beton *styrofoam* ringan

No.	Benda Uji	Berat jenis (kg/m^3)
1	Bata disusun batako	1752
2	Batako	1985
3	Beton <i>styrofoam</i> ringan 1:3	1115
4	Beton <i>styrofoam</i> ringan 1:4	1191

Perbandingan berat jenis bata yang disusun seukuran batako, batako dan beton *styrofoam* ringan seperti terlihat pada Tabel 5.7 bahwa berat jenis beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 3 sebesar 1115 kg/m^3 lebih kecil dari beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 4 sebesar 1191 kg/m^3 lebih kecil dari bata disusun batako 1752 kg/m^3 dan lebih kecil dari

batako yaitu sebesar 1985 kg/m^3 dikarenakan pemakaian *styrofoam* per satuan volume pada perbandingan 1 : 3 sebesar 58.6 %, sedangkan pemakaian *styrofoam* per satuan volume pada perbandingan 1 : 4 sebesar 50.9 %.

5.3. Hasil pengujian kuat tekan beton

1. Kuat tekan bata yang disusun seukuran batako

Kuat tekan bata yang disusun seukuran batako dengan cara diplester dilakukan setelah berumur 28 hari. Besar kuat tekan diperoleh dari pembagian beban maksimum dengan luas tampang benda uji.

Dalam menentukan kuat tekan bata yang disusun seukuran batako dilakukan 15 buah sampel.

Hasil pengujian kuat tekan bata yang disusun seukuran batako dapat dilihat pada Tabel 5.8 atau Lampiran 5.

Tabel 5.8. Kuat tekan bata yang disusun seukuran batako

No.	Kode	Kuat tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	BA06	2.971	
2	BA07	1.977	
3	BA08	2.365	
4	BA09	1.620	
5	BA10	2.404	
6	BA11	2.542	
7	BA12	2.486	
8	BA13	3.241	
9	BA14	2.594	
10	BA15	2.905	
11	BA16	3.306	
12	BA17	2.949	
13	BA18	2.080	
14	BA19	2.591	
15	BA20	2.215	2.550

Hasil rata-rata pengujian kuat tekan bata yang disusun seukuran batako dengan mengambil 15 sampel adalah 2.550 MPa atau 25.550 kg/cm².

2. Kuat tekan beton *styrofoam* ringan

Kuat tekan beton *styrofoam* ringan dilakukan dengan ukuran benda uji silinder dan ukuran benda uji batako dan dilakukan setelah berumur 28 hari dengan 2 variasi yaitu perbandingan 1 : 3 dan perbandingan 1 : 4. Besar kuat tekan diperoleh dari pembagian beban maksimum dengan luas tampang benda uji.

Hasil pengujian kuat tekan beton *styrofoam* ringan dapat dilihat pada Tabel 5.9, 5.10, 5.11, 5.12 atau Lampiran 7, 8.

Tabel 5.9. Kuat tekan beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 3 dengan ukuran benda uji silinder

No.	Kode	Kuat tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	S01	2.151	
2	S02	1.132	
3	S03	1.982	
4	S04	1.529	
5	S05	1.699	
6	S06	2.208	
7	S07	1.812	
8	S08	1.699	
9	S09	1.982	
10	S10	2.265	1.846

Tabel 5.10. Kuat tekan beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 4 dengan ukuran benda uji silinder

No.	Kode	Kuat tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	S11	1.189	
2	S12	2.166	
3	S13	1.444	
4	S14	1.851	
5	S15	1.851	
6	S16	1.942	
7	S17	1.641	
8	S18	1.955	
9	S19	2.106	
10	S20	1.489	1.764

**Tabel 5.11. Kuat tekan beton *styrofoam* ringan
dengan perbandingan 1 : 3 dengan ukuran benda uji batako**

No.	Kode	Kuat tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	BS06	2.375	
2	BS07	2.000	
3	BS08	2.080	
4	BS09	2.005	
5	BS10	1.793	
6	BS11	1.850	
7	BS12	2.679	
8	BS13	1.902	
9	BS14	1.919	
10	BS15	2.000	
11	BS16	1.850	
12	BS17	2.250	
13	BS18	2.100	
14	BS19	1.950	
15	BS20	1.875	2.042

Tabel 5.12. Kuat tekan beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 4 dengan ukuran benda uji batako

No.	Kode	Kuat tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	BSs01	1.471	
2	BSs02	1.005	
3	BSs03	1.176	
4	BSs04	1.389	
5	BSs05	1.429	
6	BSs06	1.123	
7	BSs07	1.029	
8	BSs08	1.003	
9	BSs09	1.658	
10	BSs10	1.026	
11	BSs11	1.515	
12	BSs12	1.192	
13	BSs13	1.572	
14	BSs14	1.054	
15	BSs15	1.579	1.281

Hasil pengujian kuat tekan beton *styrofoam* ringan dengan variasi perbandingan 1 : 3 dengan menggunakan ukuran benda uji silinder dengan jumlah benda uji 10 buah diperoleh rata-rata sebesar 1.846 MPa atau 18.46 kg/cm² dan dengan variasi perbandingan 1 : 4 dengan menggunakan ukuran benda uji silinder dengan jumlah benda uji 10 buah diperoleh rata-rata sebesar 1.764 MPa atau 17.64 kg/cm².

Hasil pengujian kuat tekan beton *styrofoam* ringan dengan variasi perbandingan 1 : 3 dengan menggunakan ukuran benda uji batako dengan jumlah benda uji 15 buah diperoleh rata-rata sebesar 2.042 MPa atau 20.42 kg/cm² dan dengan variasi perbandingan 1 : 4 dengan menggunakan ukuran

benda uji silinder dengan jumlah benda uji 15 buah diperoleh rata-rata sebesar 1.281 MPa atau 12.81 kg/cm².

3. Kuat tekan batako

Besar kuat tekan batako diperoleh dari pembagian beban maksimum dengan luas tampang benda uji.

Dalam menentukan kuat tekan batako dilakukan 15 buah sampel. Hasil pengujian kuat tekan batako dapat dilihat pada Tabel 5.13 atau Lampiran 6.

Tabel 5.13. Kuat tekan batako

No.	Kode	Kuat tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	BT01	5.128	
2	BT02	7.249	
3	BT03	6.079	
4	BT04	3.798	
5	BT05	2.956	
6	BT06	4.627	
7	BT07	6.853	
8	BT08	4.247	
9	BT09	4.190	
10	BT10	3.424	
11	BT11	7.196	
12	BT12	3.392	
13	BT13	6.859	
14	BT14	3.487	
15	BT15	4.692	4.945

Hasil rata-rata pengujian kuat tekan batako dengan mengambil 15 sampel adalah 4.945 MPa atau 49.450 kg/cm².

5.4. Hasil pengujian kuat lentur beton

1. Kuat lentur bata yang disusun seukuran batako

Kuat lentur bata yang disusun seukuran batako dengan cara diplester dilakukan setelah berumur 28 hari.

Dalam menentukan kuat lentur bata yang disusun seukuran batako dilakukan 5 buah sampel.

Hasil pengujian kuat lentur bata yang disusun seukuran batako dapat dilihat pada Tabel 5.14 atau Lampiran 9.

Tabel 5.14. Kuat lentur bata yang disusun seukuran batako

No.	Kode	Kuat lentur (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	BA01	1.646	
2	BA02	1.528	
3	BA03	1.116	
4	BA04	1.923	
5	BA05	1.264	1.495

Hasil rata-rata pengujian kuat lentur bata yang disusun seukuran batako dengan mengambil 5 sampel adalah 1.495 MPa atau 14.950 kg/cm².

2. Kuat lentur beton *styrofoam* ringan

Kuat lentur beton *styrofoam* ringan dilakukan dengan ukuran benda uji batako dan dilakukan setelah berumur 28 hari dengan 2 variasi yaitu perbandingan 1 : 3 dan perbandingan 1 : 4.

Hasil pengujian kuat lentur bata yang disusun seukuran batako dapat dilihat pada Tabel 5.15, 5.16 atau Lampiran 11, 12.

Tabel 5.15. Kuat lentur beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 3 dengan ukuran benda uji batako

No.	Kode	Kuat lentur (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	S01	1.109	
2	S02	0.937	
3	S03	0.865	
4	S04	0.819	
5	S05	0.825	0.911

Tabel 5.16. Kuat lentur beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 4 dengan ukuran benda uji batako

No.	Kode	Kuat lentur (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	BSs16	0.538	
2	BSs17	0.342	
3	BSs18	0.319	
4	BSs19	0.346	
5	BSs20	0.370	0.383

Hasil pengujian kuat lentur beton *styrofoam* ringan dengan variasi perbandingan 1 : 3 dengan menggunakan ukuran benda uji batako dengan jumlah benda uji 5 buah diperoleh rata-rata sebesar 0.911 MPa atau 9.110 kg/cm² dan dengan variasi perbandingan 1 : 4 dengan menggunakan ukuran benda uji batako dengan jumlah benda uji 5 buah diperoleh rata-rata sebesar 0.383 MPa atau 3.830 kg/cm².

3. Kuat lentur batako

Dalam menentukan kuat lentur batako dilakukan 5 buah sampel. Hasil pengujian kuat lentur batako dapat dilihat pada Tabel 5.17 atau Lampiran 10.

Tabel 5.17. Kuat lentur batako

No.	Kode	Kuat lentur (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	BT16	0.853	
2	BT17	0.887	
3	BT18	0.754	
4	BT19	1.257	
5	BT20	0.638	0.878

Hasil rata-rata pengujian kuat lentur batako dengan mengambil 5 sampel adalah 0.878 MPa atau 8.780 kg/cm².

5.5. Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat lentur Beton

1. Perbandingan kuat tekan bata yang disusun seukuran batako, batako dan beton *styrofoam* ringan

Perbandingan kuat tekan bata yang disusun seukuran batako, batako dan beton *styrofoam* ringan dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18. Perbandingan kuat tekan bata yang disusun seukuran batako, batako dan beton *styrofoam* ringan

No.	Benda Uji	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	Bata disusun batako	25.500
2	Batako	49.450
3	Beton <i>styrofoam</i> ringan 1:3	20.420
4	Beton <i>styrofoam</i> ringan 1:4	12.810

2. Perbandingan kuat lentur bata yang disusun seukuran batako, batako dan beton *styrofoam* ringan

Perbandingan kuat lentur bata yang disusun seukuran batako, batako dan beton *styrofoam* ringan dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19. Perbandingan kuat lentur bata yang disusun seukuran batako, batako dan beton *styrofoam* ringan

No.	Benda Uji	Kuat Lentur (kg/cm ²)
1	Bata disusun batako	14.950
2	Batako	8.780
3	Beton <i>styrofoam</i> ringan 1:3	9.110
4	Beton <i>styrofoam</i> ringan 1:4	3.830

5.6. Analisis Perhitungan Perbandingan Harga Bata yang disusun seukuran batako, Batako dan Beton *Styrofoam* Ringan

Perbandingan harga bata yang disusun seukuran batako, batako dan beton *styrofoam* ringan dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20. Perbandingan Harga Bahan bata yang disusun seukuran batako, batako dan beton *styrofoam* ringan

No.	Benda Uji	Harga /m ³ (Rp.)
1	Bata disusun batako	156,920
2	Batako	258,595
3	Beton <i>styrofoam</i> ringan 1:3	327,345
4	Beton <i>styrofoam</i> ringan 1:4	306,345

Untuk perhitungan harga detail pada Tabel 5.20 dapat dilihat pada Lampiran 18, 19,20 dan 21.

Apabila dilihat dari perbandingan harga per m^3 pada Tabel 5.20, harga beton *styrofoam* ringan lebih mahal dibandingkan dengan batako ataupun bata tetapi apabila ditinjau dari keseluruhan total suatu bangunan struktur tentunya bangunan struktur yang didesain dengan menggunakan dinding dari bahan beton *styrofoam* ringan, beban mati akibat dinding beton *styrofoam* ringan per meter panjangnya jauh lebih kecil sehingga akan mengurangi besarnya dimensi dan tulangan baik itu balok, kolom, pelat atau fondasi maupun elemen struktur lainnya, berarti mengurangi biaya struktur tersebut.

5.7. Analisis Perbandingan Berat Jenis Bata yang disusun seukuran batako, Batako dan Beton *Styrofoam* Ringan

Suatu beton disebut beton ringan jika beratnya kurang dari 1800 kg/m^3 dan suatu beton disebut beton biasa jika beratnya 2400 kg/m^3 (Tjokrodomuljo, 1996).

Beton ringan dibedakan dalam tiga kelompok yaitu beton dengan berat jenis rendah, yang terutama dipakai sebagai isolasi dengan berat jenis kurang dari 800 kg/m^3 ; beton berkekuatan menengah, dengan berat jenis berkisar antara 960 kg/m^3 - 1360 kg/m^3 dan berkekuatan tekannya antara 6.89 MPa sampai 17.225 MPa yang terutama dipakai sebagai pengisi, misalnya pada panel-panel lantai baja berukuran ringan ; dan beton struktur, dengan berat jenis berkisar antara 1440 kg/m^3 – 1920 kg/m^3 dan kekuatan tekan yang sama besarnya dengan kekuatan beton normal (Winter dan Nilson, 1993).

Hasil pemeriksaan rata-rata berat jenis bata yang disusun seukuran batako dengan cara diplester sebesar 1752 kg/m^3 dan tidak jauh berbeda berat jenis pasangan bata merah menurut PBI 1983 sebesar 1700 kg/m^3 dan menurut Tjokrodomuljo (1996) termasuk beton ringan dan menurut Winter dan Nilson (1993) termasuk beton struktur.

Hasil pemeriksaan rata-rata berat jenis batako sebesar 1985 kg/m^3 dan menurut PBI 1983 berat jenis pasangan batu cetak sebesar 2200 kg/m^3 dan menurut Tjokrodomuljo (1996) termasuk beton biasa.

Hasil pemeriksaan berat jenis beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 3 rata-rata sebesar 1.115 t/m^3 atau 1115 kg/m^3 menurut Tjokrodomuljo (1996) termasuk beton ringan dan menurut Winter dan Nilson (1993) termasuk beton berkekuatan menengah.

Hasil pemeriksaan berat jenis beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 4 rata-rata sebesar 1.191 t/m^3 atau 1191 kg/m^3 dan menurut Tjokrodomuljo (1996) termasuk beton ringan dan menurut Winter dan Nilson (1993) termasuk beton berkekuatan menengah.

Hasil pemeriksaan berat jenis beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan semen : pasir yaitu 1 : 3 lebih kecil dibandingkan dengan berat jenis menggunakan perbandingan 1 : 4 dikarenakan jumlah pasir yang digunakan untuk campuran beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 4 lebih banyak daripada pada perbandingan 1 : 3 seiring dengan penambahan volume sedangkan *styrofoam* yang digunakan untuk perbandingan 1 : 4 lebih

sedikit dibandingkan dengan perbandingan 1 : 3 seiring dengan penambahan volume.

5.8. Analisis Perbandingan Kuat Tekan Bata yang disusun seukuran batako, Batako dan Beton *Styrofoam* Ringan

Hasil rata-rata pengujian kuat tekan bata yang disusun seukuran batako adalah 2.550 MPa atau 25.550 kg/cm² dan berdasarkan PUBI-1982 maka bata yang disusun seukuran batako tersebut termasuk dalam **Kelas 25** karena hasil pengujian kuat tekan bata yang disusun seukuran batako lebih besar dari 25 kg/cm² dan kurang dari 50 kg/cm².

Hasil rata-rata pengujian kuat tekan batako adalah 4.945 MPa atau 49.450 kg/cm² dan berdasarkan PUBI-1982 maka batako dari Toko Diamond tersebut termasuk dalam **Kelas B** karena hasil pengujian kuat tekan batako ada diantara 40 kg/cm² dan 55 kg/cm² dan berdasarkan SII.0284-80 termasuk **Mutu B 40** karena hasil pengujian kuat tekan batako lebih besar 40 kg/cm² dan kurang dari 70 kg/cm².

Hasil pengujian kuat tekan beton *styrofoam* ringan dengan variasi perbandingan 1 : 3 dengan menggunakan ukuran benda uji batako dengan jumlah benda uji 15 buah diperoleh rata-rata sebesar 2.042 MPa atau 20.42 kg/cm² dan dengan variasi perbandingan 1 : 4 dengan menggunakan ukuran benda uji batako dengan jumlah benda uji 15 buah diperoleh rata-rata sebesar 1.281 MPa atau 12.81 kg/cm².

Hasil pengujian kuat tekan beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan semen : pasir yaitu 1 : 3 lebih besar dibandingkan dengan kuat tekan beton *styrofoam* ringan menggunakan perbandingan 1 : 4 dikarenakan jumlah pasir yang digunakan untuk campuran beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 4 lebih banyak daripada pada perbandingan 1 : 3 sedangkan jumlah semen per satuan volumenya sama baik itu 1 : 3 atau 1 : 4 dan juga faktor air semen yang digunakan sama yaitu 0.6 sehingga adukan beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 4 mengakibatkan berkurangnya lekatan antara semen dengan pasir. Berkurangnya lekatan mengakibatkan gesekan dan ikatan antara bahan susun beton *styrofoam* ringan setelah mengeras menurun, sehingga kuat tekan yang dihasilkan juga menurun.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton maka beton tersebut berkekuatan rendah mempunyai sifat kurang rapuh, yaitu akan mengalami retak-retak pada tegangan maksimum yang lebih besar dibandingkan dengan beton berkekuatan tinggi maka beton *styrofoam* ringan dengan campuran bahan pada penelitian ini tidak dapat digunakan sebagai bahan untuk tujuan pemakaian struktural tetapi dapat digunakan sebagai bahan untuk tujuan pemakaian non-struktural misalnya dinding.

5.9. Analisis Perbandingan Kuat Lentur Bata yang disusun seukuran batako, Batako dan Beton *Styrofoam* Ringan

Hasil rata-rata pengujian kuat lentur bata yang disusun seukuran batako adalah 1.495 MPa atau 14.950 kg/cm² dan hasil rata-rata pengujian kuat lentur batako adalah 0.878 MPa atau 8.780 kg/cm².

Hasil pengujian kuat lentur beton *styrofoam* ringan dengan variasi perbandingan 1 : 3 diperoleh rata-rata sebesar 0.911 MPa atau 9.110 kg/cm² dan variasi perbandingan 1 : 4 diperoleh rata-rata sebesar 0.383 MPa atau 3.830 kg/cm².

Hasil pengujian kuat lentur beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan semen : pasir yaitu 1 : 3 lebih besar dibandingkan dengan kuat lentur beton *styrofoam* ringan menggunakan perbandingan 1 : 4 dikarenakan jumlah pasir yang digunakan untuk campuran beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 4 lebih banyak daripada pada perbandingan 1 : 3 sedangkan jumlah semen per satuan volumenya sama baik itu 1 : 3 atau 1 : 4 dan juga faktor air semen yang digunakan sama yaitu 0.6 sehingga adukan beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 4 mengakibatkan berkurangnya lekatan antara semen dengan pasir. Berkurangnya lekatan mengakibatkan gesekan dan ikatan antara bahan susun beton *styrofoam* ringan setelah mengeras menurun, sehingga kuat lentur yang dihasilkan juga menurun.

Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur antara bata yang disusun seukuran batako, batako dan beton *styrofoam* ringan diperoleh nilai yang terbesar untuk kuat lentur adalah bata yang disusun seukuran batako lalu

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan:

1. Dari hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton maka beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan semen : pasir yaitu 1 : 3 lebih besar dibandingkan dengan kuat tekan beton *styrofoam* ringan menggunakan perbandingan 1 : 4 dikarenakan jumlah pasir yang digunakan untuk campuran tersebut lebih banyak daripada perbandingan 1 : 3 sehingga mengakibatkan berkurangnya lekatan antara semen dengan pasir. Berkurangnya lekatan mengakibatkan gesekan dan ikatan antara bahan susun beton *styrofoam* ringan setelah mengeras menurun, sehingga kuat tekan yang dihasilkan juga menurun. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton maka beton *styrofoam* ringan tersebut berkekuatan rendah, sehingga beton *styrofoam* ringan dengan campuran bahan pada penelitian ini tidak dapat digunakan sebagai bahan untuk tujuan pemakaian struktural tetapi dapat digunakan sebagai bahan untuk tujuan pemakaian non-struktural misalnya dinding.
2. Dilihat dari perbandingan harga per m³, harga beton *styrofoam* ringan sedikit lebih mahal dibandingkan dengan batako maupun bata tetapi apabila ditinjau dari keseluruhan total suatu bangunan struktur tentunya bangunan struktur yang didesain dengan menggunakan dinding dari bahan beton *styrofoam* ringan, beban mati akibat dinding beton *styrofoam* ringan per meter panjang

diikuti dengan beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 3 lalu diikuti batako dan kuat lentur yang terendah adalah beton *styrofoam* ringan dengan perbandingan 1 : 4.

jauh lebih kecil sehingga akan mengurangi besarnya dimensi dan tulangan baik itu balok, kolom, pelat atau fondasi maupun elemen struktur lainnya, berarti mengurangi biaya keseluruhan struktur.

3. Dari hasil pemeriksaan diperoleh bahwa **prosentase berat jenis** terhadap bata yang disusun seukuran batako (1.752 t/m^3) untuk batako sebesar +13.299 %, untuk berat jenis beton *styrofoam* ringan 1 : 3 sebesar -36.359 %, untuk berat jenis beton *styrofoam* ringan 1 : 4 sebesar -32.021 %.

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa **prosentase kuat tekan** terhadap bata yang disusun seukuran batako (2.550 MPa) untuk batako sebesar +93.922 %, untuk kuat tekan beton *styrofoam* ringan 1 : 3 sebesar -19.922 %, untuk kuat tekan beton *styrofoam* ringan 1 : 4 sebesar -49.765 %.

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa **prosentase kuat lentur** terhadap bata yang disusun seukuran batako (1.495 MPa) untuk batako sebesar -41.271 %, untuk kuat lentur beton *styrofoam* ringan 1 : 3 sebesar -39.064 %, untuk kuat lentur beton *styrofoam* ringan 1 : 4 sebesar -74.381 %.

Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa **prosentase harga/m³** terhadap bata yang disusun seukuran batako (Rp. 156,920) untuk batako +64.794 %, untuk beton *styrofoam* ringan 1 : 3 sebesar +108.606 %, untuk beton *styrofoam* ringan 1 : 4 sebesar +95.224 %.

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa **mutu beton *styrofoam* ringan 1 : 3** sebesar 1.846 MPa, mutu beton *styrofoam* ringan 1 : 4 sebesar 1.764 MPa.

6.2. Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai beton *styrofoam* ringan dengan komposisi campuran semen : pasir (1 : 1 atau 1 : 2) agar menghasilkan kuat tekan dan kuat lentur yang lebih besar dibandingkan beton *styrofoam* ringan 1 : 3 dan menghasilkan berat jenis yang lebih ringan dibandingkan dengan beton *styrofoam* ringan 1 : 3.
2. Untuk meningkatkan nilai kuat tekan beton *styrofoam* ringan perlu dicoba dengan menambahkan bahan *Pozzolan* (abu sekam dan atau *fly ash*), serat, kedalam adukan beton *styrofoam* ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksa, Z., (tanpa tahun), "*Batako*" *A Lime Based Building Materials*, Directorate of Building Research/UN Regional Housing Center, Bandung.
- Anonim, 1984, *Bata Beton Pejal (SII.0284-80)*, Departemen Perindustrian, Jakarta.
- Anonim, 1985, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia 1982 (PUBI-1982)*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Balitbang Dep. PU, Bandung.
- Boen, Teddy, (tanpa tahun), *Manual Bangunan Tahan Gempa (Rumah Tinggal)*.
- Cowd, M.A., 1991, *Kimia Polimer*, Penerbit OTB, Bandung.
- Darmawan, Fani, (2004), *Beton Styrofoam Ringan Pracetak untuk bahan Panel Dinding*, Tesis, Program Studi Teknik Struktur, Pascasarjana, UGM, Yogyakarta.
- Dipohusodo, I., 1994, *Struktur Beton Bertulang*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hunaiti, Y.M., 1997, *Composite Action of Foamed and Lightweight Aggregate Concrete*, Journal of Material in Civil Engineering, August 1996, pp 111 – 113.
- Hunaiti, Y.M., 1997, *Strength of Composite Section with Foamed and Lightweight Aggregate Concrete*, Journal of Material in Civil Engineering, May 1997, pp 58 – 61.
- Maria Salet, T.A., 1990, *Structure Analisis of Sandwich Beam Composed of Reinforced Concrete Faces and a Foamed Concrete Core*, Desertation, Univercity Eindhoven, Belanda.
- Murdock, L.J., et.al., 1986, *Bahan dan Praktek Beton*, edisi ke-4, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E.G., 1998, *Beton Bertulang suatu pendekatan dasar*, cetakan kedua, Refika Aditama, Bandung.
- Tjokrodimuljo, K., 1992, *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta.
- Wilson, Forest, 1918, *Building Materials Evaluation Handbook*, Van Nostrand Reinhold, New York.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pemeriksaan Berat Jenis Bata yang disusun seukuran batako.
Lampiran 2	Pemeriksaan Berat Jenis batako.
Lampiran 3	Pemeriksaan Berat Jenis Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 3.
Lampiran 4	Pemeriksaan Berat Jenis Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 4.
Lampiran 5	Pengujian Kuat Tekan Bata yang disusun seukuran batako.
Lampiran 6	Pengujian Kuat Tekan batako.
Lampiran 7	Pengujian Kuat Tekan Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 3.
Lampiran 8	Pengujian Kuat Tekan Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 4.
Lampiran 9	Pengujian Kuat Lentur Bata yang disusun seukuran batako.
Lampiran 10	Pengujian Kuat Lentur batako.
Lampiran 11	Pengujian Kuat Lentur Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 3.
Lampiran 12	Pengujian Kuat Lentur Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 4.
Lampiran 13	Pemeriksaan Berat Jenis ukuran Silinder Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 3.
Lampiran 14	Pemeriksaan Berat Jenis ukuran Silinder Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 4.
Lampiran 15	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 3.
Lampiran 16	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton <i>styrofoam</i> ringan 1 : 4.
Lampiran 17	Harga Satuan Material.
Lampiran 18	Perhitungan detail harga.
Lampiran 19	Lanjutan Perhitungan detail harga.
Lampiran 20	Lanjutan Perhitungan detail harga.
Lampiran 21	Lanjutan Perhitungan detail harga.
Lampiran 22	Lanjutan Perhitungan detail harga.

PEMERIKSAAN BERAT JENIS
Bata yang disusun seukuran batako

Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Volume mm ³	BJ t/m ³
BA01	393.000	110.830	194.000	14.600	8449900.860	1.728
BA02	398.000	113.083	198.000	15.400	8911392.732	1.728
BA03	400.000	107.250	200.625	14.390	8606812.500	1.672
BA04	406.000	111.250	203.875	15.000	9208524.063	1.629
BA05	399.000	112.333	199.500	15.120	8941762.967	1.691
BA06	403.000	110.250	212.125	15.250	9424872.844	1.618
BA07	407.000	111.833	196.375	15.500	8938210.588	1.734
BA08	405.000	110.666	198.375	15.620	8891113.939	1.757
BA09	395.000	121.916	197.375	16.900	9504952.348	1.778
BA10	395.000	119.000	196.125	16.990	9218855.625	1.843
BA11	384.000	122.916	201.000	16.700	9487148.544	1.760
BA12	393.000	112.583	194.500	15.000	8605675.646	1.743
BA13	402.000	116.666	197.875	16.900	9280284.470	1.821
BA14	384.000	110.416	190.125	14.400	8061251.328	1.786
BA15	392.000	114.166	193.750	15.800	8670907.700	1.822
BA16	409.000	112.416	194.875	16.300	8959990.812	1.819
BA17	400.000	117.000	189.625	16.200	8874450.000	1.825
BA18	414.000	112.666	189.875	15.000	8856477.095	1.694
BA19	403.000	114.916	191.250	15.490	8857007.055	1.749
BA20	392.000	109.416	185.750	14.600	7967016.624	1.833

PEMERIKSAAN BERAT JENIS
Batako

Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Volume mm ³	Vol. Lobang mm ³	BJ t/m ³
BT01	398.000	98.000	197.000	14.500	7683788.000	601731.250	2.047
BT02	404.000	98.000	196.000	15.200	7760032.000	601731.250	2.123
BT03	403.000	100.000	195.000	14.500	7858500.000	601731.250	1.998
BT04	403.000	98.000	198.000	14.000	7819812.000	601731.250	1.940
BT05	397.000	98.000	197.000	14.400	7664482.000	601731.250	2.039
BT06	397.000	98.000	199.000	14.700	7742294.000	601731.250	2.059
BT07	402.000	98.000	198.000	14.350	7800408.000	601731.250	1.993
BT08	405.000	100.000	197.000	14.000	7978500.000	601731.250	1.898
BT09	405.000	99.000	197.000	14.400	7898715.000	601731.250	1.973
BT10	403.000	100.000	198.000	14.200	7979400.000	601731.250	1.925
BT11	403.000	100.000	200.000	14.500	8060000.000	601731.250	1.944
BT12	398.000	100.000	198.000	14.000	7880400.000	601731.250	1.923
BT13	405.000	99.000	196.000	14.600	7858620.000	601731.250	2.012
BT14	395.000	98.000	195.000	14.400	7548450.000	601731.250	2.073
BT15	398.000	98.000	196.000	14.100	7644784.000	601731.250	2.002
BT16	405.000	100.000	199.000	14.200	8059500.000	601731.250	1.904
BT17	405.000	99.000	198.000	14.350	7938810.000	601731.250	1.956
BT18	404.000	100.000	197.000	14.000	7958800.000	601731.250	1.903
BT19	396.000	100.000	198.000	14.500	7840800.000	601731.250	2.003
BT20	396.000	100.000	198.000	14.350	7840800.000	601731.250	1.982

PEMERIKSAAN BERAT JENIS
Beton styrofoam ringan 1 : 3

Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Volume mm³	BJ t/m³
BS01	400.000	100.000	200.000	8.900	8000000.000	1.113
BS02	399.000	98.000	200.000	8.900	7820400.000	1.138
BS03	400.000	98.000	200.000	9.000	7840000.000	1.148
BS04	399.000	100.000	200.000	8.900	7980000.000	1.115
BS05	400.000	100.000	200.000	8.900	8000000.000	1.113
BS06	400.000	100.000	199.000	9.000	7960000.000	1.131
BS07	400.000	100.000	198.000	9.000	7920000.000	1.136
BS08	399.000	100.000	198.000	8.900	7900200.000	1.127
BS09	399.000	100.000	199.000	8.900	7940100.000	1.121
BS10	410.000	102.000	200.000	8.900	8364000.000	1.064
BS11	400.000	100.000	200.000	8.900	8000000.000	1.113
BS12	400.000	98.000	200.000	9.000	7840000.000	1.148
BS13	440.000	98.000	200.000	8.800	8624000.000	1.020
BS14	400.000	99.000	210.000	8.700	8316000.000	1.046
BS15	400.000	100.000	210.000	9.000	8400000.000	1.071
BS16	400.000	100.000	200.000	9.000	8000000.000	1.125
BS17	400.000	100.000	200.000	9.000	8000000.000	1.125
BS18	400.000	100.000	200.000	9.000	8000000.000	1.125
BS19	400.000	100.000	220.000	9.000	8800000.000	1.023
BS20	400.000	100.000	200.000	9.000	8000000.000	1.125

PEMERIKSAAN BERAT JENIS
Beton styrofoam ringan 1 : 4

Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Volume mm ³	BJ t/m ³
BSs01	408.000	100.000	199.000	9.300	8119200.000	1.145
BSs02	398.000	100.000	198.000	9.200	7880400.000	1.167
BSs03	408.000	100.000	199.000	9.200	8119200.000	1.133
BSs04	404.000	98.000	200.000	9.000	7918400.000	1.137
BSs05	410.000	99.000	198.000	9.300	8036820.000	1.157
BSs06	409.000	98.000	199.000	9.300	7976318.000	1.166
BSs07	408.000	100.000	199.000	9.400	8119200.000	1.158
BSs08	399.000	100.000	200.000	9.100	7980000.000	1.140
BSs09	400.000	98.000	200.000	9.300	7840000.000	1.186
BSs10	398.000	98.000	200.000	9.100	7800800.000	1.167
BSs11	400.000	99.000	200.000	9.200	7920000.000	1.162
BSs12	398.000	97.000	200.000	9.400	7721200.000	1.217
BSs13	440.000	94.000	199.000	9.200	8230640.000	1.118
BSs14	460.000	99.000	200.000	9.400	9108000.000	1.032
BSs15	380.000	100.000	199.000	9.300	7562000.000	1.230
BSs16	456.000	100.000	199.000	9.300	9074400.000	1.025
BSs17	401.000	104.000	200.000	9.300	8340800.000	1.115
BSs18	398.000	100.000	200.000	9.300	7960000.000	1.168
BSs19	397.000	103.000	199.000	9.300	8137309.000	1.143
BSs20	396.000	101.000	199.000	9.200	7959204.000	1.156

PENGUJIAN KUAT TEKAN
Bata yang disusun seukuran batako

Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Beban (KN)	Luas mm²	Kuat Tekan MPa
BA06	403.000	110.250	132.000	44430.750	2.971
BA07	407.000	111.833	90.000	45516.031	1.977
BA08	405.000	110.666	106.000	44819.730	2.365
BA09	395.000	121.916	78.000	48156.820	1.620
BA10	395.000	119.000	113.000	47005.000	2.404
BA11	384.000	122.916	120.000	47199.744	2.542
BA12	393.000	112.583	110.000	44245.119	2.486
BA13	402.000	116.666	152.000	46899.732	3.241
BA14	384.000	110.416	110.000	42399.744	2.594
BA15	392.000	114.166	130.000	44753.072	2.905
BA16	409.000	112.416	152.000	45978.144	3.306
BA17	400.000	117.000	138.000	46800.000	2.949
BA18	414.000	112.666	97.000	46643.724	2.080
BA19	403.000	114.916	120.000	46311.148	2.591
BA20	392.000	109.416	95.000	42891.072	2.215

PENGUJIAN KUAT TEKAN
Batako

Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Beban (KN)	Luas mm²	Kuat Tekan MPa
BT01	398.000	98.000	200.000	39004.000	5.128
BT02	404.000	98.000	287.000	39592.000	7.249
BT03	403.000	100.000	245.000	40300.000	6.079
BT04	403.000	98.000	150.000	39494.000	3.798
BT05	397.000	98.000	115.000	38906.000	2.956
BT06	397.000	98.000	180.000	38906.000	4.627
BT07	402.000	98.000	270.000	39396.000	6.853
BT08	405.000	100.000	172.000	40500.000	4.247
BT09	405.000	99.000	168.000	40095.000	4.190
BT10	403.000	100.000	138.000	40300.000	3.424
BT11	403.000	100.000	290.000	40300.000	7.196
BT12	398.000	100.000	135.000	39800.000	3.392
BT13	405.000	99.000	275.000	40095.000	6.859
BT14	395.000	98.000	135.000	38710.000	3.487
BT15	398.000	98.000	183.000	39004.000	4.692

BT15 = ...

PENGUJIAN KUAT TEKAN
Beton styrofoam ringan 1 : 3

Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Beban (KN)	Luas mm²	Kuat Tekan MPa
BS06	400.000	100.000	95.000	40000.000	2.375
BS07	400.000	100.000	80.000	40000.000	2.000
BS08	399.000	100.000	83.000	39900.000	2.080
BS09	399.000	100.000	80.000	39900.000	2.005
BS10	410.000	102.000	75.000	41820.000	1.793
BS11	400.000	100.000	74.000	40000.000	1.850
BS12	400.000	98.000	105.000	39200.000	2.679
BS13	440.000	98.000	82.000	43120.000	1.902
BS14	400.000	99.000	76.000	39600.000	1.919
BS15	400.000	100.000	80.000	40000.000	2.000
BS16	400.000	100.000	74.000	40000.000	1.850
BS17	400.000	100.000	90.000	40000.000	2.250
BS18	400.000	100.000	84.000	40000.000	2.100
BS19	400.000	100.000	78.000	40000.000	1.950
BS20	400.000	100.000	75.000	40000.000	1.875

PENGUJIAN KUAT TEKAN
Beton styrofoam ringan 1 : 4

Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Beban (KN)	Luas mm²	Kuat Tekan MPa
BSs01	408.000	100.000	60.000	40800.000	1.471
BSs02	398.000	100.000	40.000	39800.000	1.005
BSs03	408.000	100.000	48.000	40800.000	1.176
BSs04	404.000	98.000	55.000	39592.000	1.389
BSs05	410.000	99.000	58.000	40590.000	1.429
BSs06	409.000	98.000	45.000	40082.000	1.123
BSs07	408.000	100.000	42.000	40800.000	1.029
BSs08	399.000	100.000	40.000	39900.000	1.003
BSs09	400.000	98.000	65.000	39200.000	1.658
BSs10	398.000	98.000	40.000	39004.000	1.026
BSs11	400.000	99.000	60.000	39600.000	1.515
BSs12	398.000	97.000	46.000	38606.000	1.192
BSs13	440.000	94.000	65.000	41360.000	1.572
BSs14	460.000	99.000	48.000	45540.000	1.054
BSs15	380.000	100.000	60.000	38000.000	1.579

PENGUJIAN KUAT LENTUR
Bata yang disusun seukuran batako

$l = 300 \text{ mm}$ (jarak dari dukungan – dukungan)

Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (kg)	q N/mm	Kuat Lentur MPa
BA01	393.000	110.830	194.000	14.600	1520.000	0.372	1.646
BA02	398.000	113.083	198.000	15.400	1500.000	0.387	1.528
BA03	400.000	107.250	200.625	14.390	1065.000	0.360	1.116
BA04	406.000	111.250	203.875	15.000	1970.000	0.369	1.923
BA05	399.000	112.333	199.500	15.120	1250.000	0.379	1.264

PENGUJIAN KUAT LENTUR
Batako

$l = 300$ mm (jarak dari dukungan – dukungan)

Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (kg)	q N/mm	Kuat Lentur MPa
BT16	405.000	100.000	199.000	14.200	745.000	0.351	0.853
BT17	405.000	99.000	198.000	14.350	760.000	0.354	0.887
BT18	404.000	100.000	197.000	14.000	645.000	0.347	0.754
BT19	396.000	100.000	198.000	14.500	1090.000	0.366	1.257
BT20	396.000	100.000	198.000	14.350	550.000	0.362	0.638

PENGUJIAN KUAT LENTUR
Beton *styrofoam* ringan 1 : 3

$l = 300$ mm (jarak dari dukungan – dukungan)

Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (kg)	q N/mm	Kuat Lentur MPa
BS01	400.000	100.000	200.000	8.900	982.500	0.223	1.109
BS02	399.000	98.000	200.000	8.900	812.500	0.223	0.937
BS03	400.000	98.000	200.000	9.000	750.000	0.225	0.865
BS04	399.000	100.000	200.000	8.900	725.000	0.223	0.819
BS05	400.000	100.000	200.000	8.900	730.000	0.223	0.825

PENGUJIAN KUAT LENTUR
Beton *styrofoam* ringan 1 : 4

$l = 300$ mm (jarak dari dukungan – dukungan)

Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (kg)	q N/mm	Kuat Lentur MPa
BSs16	456.000	100.000	199.000	9.300	470.000	0.204	0.538
BSs17	401.000	104.000	200.000	9.300	312.500	0.232	0.342
BSs18	398.000	100.000	200.000	9.300	280.000	0.234	0.319
BSs19	397.000	103.000	199.000	9.300	310.000	0.234	0.346
BSs20	396.000	101.000	199.000	9.200	325.000	0.232	0.370

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ukuran SILINDER
Beton *styrofoam* ringan 1 : 3

Kode	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	BJ t/m³
S01	150.000	302.000	6.000	1.125
S02	150.000	300.000	5.600	1.057
S03	150.000	300.000	5.900	1.113
S04	150.000	300.000	5.700	1.076
S05	150.000	300.000	5.800	1.095
S06	150.000	302.000	6.100	1.144
S07	150.000	302.000	6.000	1.125
S08	150.000	300.000	6.000	1.132
S09	150.000	300.000	6.200	1.170
S10	150.000	300.000	6.300	1.189

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ukuran SILINDER
Beton styrofoam ringan 1 : 4

Kode	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	BJ t/m³
S11	150.000	300.000	6.550	1.236
S12	149.500	300.000	6.450	1.225
S13	150.000	310.500	6.700	1.222
S14	150.000	300.000	6.500	1.227
S15	150.000	300.000	6.500	1.227
S16	150.000	315.000	6.750	1.213
S17	149.500	303.000	6.600	1.242
S18	151.000	302.000	6.650	1.230
S19	150.000	302.000	6.850	1.284
S20	150.000	303.000	6.700	1.252

PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER
Beton styrofoam ringan 1 : 3

Kode	Diameter (mm)	Beban (KN)	f'_c MPa
S01	150.000	38.000	2.151
S02	150.000	20.000	1.132
S03	150.000	35.000	1.982
S04	150.000	27.000	1.529
S05	150.000	30.000	1.699
S06	150.000	39.000	2.208
S07	150.000	32.000	1.812
S08	150.000	30.000	1.699
S09	150.000	35.000	1.982
S10	150.000	40.000	2.265

PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER
Beton *styrofoam* ringan 1 : 4

Kode	Diameter (mm)	Beban (KN)	f'_c MPa
S11	150.000	21.000	1.189
S12	149.500	38.000	2.166
S13	150.000	25.500	1.444
S14	150.000	32.700	1.851
S15	150.000	32.700	1.851
S16	150.000	34.300	1.942
S17	149.500	28.800	1.641
S18	151.000	35.000	1.955
S19	150.000	37.200	2.106
S20	150.000	26.300	1.489

HARGA SATUAN MATERIAL

Material	Satuan	Harga (Rp.)
Semen	zak (50 kg)	27,500
Pasir	m ³	30,000
<i>Styrofoam</i>	kg	22,000
Bata	buah	150
Batako	buah	1,850

PERHITUNGAN DETAIL HARGA

• BATAKO

$$\begin{aligned} \text{Volume Batako} &= (0.4 \times 0.2 \times 0.1) \\ &= 0.008 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Batako dalam } 1 \text{ m}^3 = 1/0,008 = 125 \text{ buah batako}$$

$$\text{Harga Satuan Batako} = \text{Rp. } 1,850.00/\text{buah}$$

$$\text{Total Harga Batako untuk } 1 \text{ m}^3 = \text{Rp. } 231,250$$

Analisa Harga Satuan Bahan

1 M³ Pasangan Batako (1 PC : 4 Ps)

0.846 Zak PC	Rp. 27,500	= Rp. 23,265
0.136 m ³ . Pasir	Rp. 30,000	= Rp. 4,080
125 buah Batako	Rp. 1,850	= Rp. 231,250

$$\text{Total} = \text{Rp. } 258,595$$

1 M² Plesteran (1 PC : 4 Ps) dengan Tebal 10 mm

0.0868 Zak PC	Rp. 27,500	= Rp. 2,387
0.014056 m ³ Pasir	Rp. 30,000	= Rp. 422

$$\text{Total} = \text{Rp. } 2,809$$

$$\text{Untuk menjadi M}^3 = \text{Rp. } 2,809 \times 10 = \text{Rp. } 28,090$$

$$2 \text{ sisi} = \text{Rp. } 28,090 \times 2 = \text{Rp. } 56,180$$

Analisa Harga Satuan Upah

1 M³ Pasangan Batako (1 PC : 4 Ps) :

0.12 x Kep. Tukang batu	Rp. 22,500	= Rp. 2,700
1.20 x Tukang batu	Rp. 20,000	= Rp. 24,000
3.6 x Pekerja	Rp. 12,500	= Rp. 45,000
0.18 x Mandor	Rp. 25,000	= Rp. 4,500

$$\text{Total} = \text{Rp. } 76,200$$

1 M² Plesteran (1 PC : 4 Ps) :

0.150 x Kep. Tukang batu	Rp. 22,500	= Rp. 3,375
0.015 x Tukang batu	Rp. 20,000	= Rp. 300
0.400 x Pekerja	Rp. 12,500	= Rp. 5,000
0.020 x Mandor	Rp. 25,000	= Rp. 500

$$\text{Total} = \text{Rp. } 9,175$$

Untuk menjadi $M^3 = \text{Rp. } 9,175 \times 10 = \text{Rp. } 91,750$

2 sisi = $\text{Rp. } 91,750 \times 2 = \text{Rp. } 183,500$

Total Harga = $\text{Rp. } 258,595 + \text{Rp. } 56,180 + \text{Rp. } 76,200 + \text{Rp. } 183,500$
 = **$\text{Rp. } 574,475/M^3$**

• **BATA yang disusun seukuran batako**

Analisa Harga Satuan Bahan

1 M^3 Pasangan Batu Bata (1 PC : 4 Ps)

500 bh Batu Bata	Rp. 150	= Rp. 75,000
2.536 zak PC	Rp. 27,500	= Rp. 69,740
0.406 m^3 Pasir	Rp. 30,000	= Rp. 12,180

Total = Rp. 156,920

1 M^2 Plesteran (1 PC : 4 Ps) dengan Tebal 10 mm

0.0868 Zak PC	Rp. 27,500	= Rp. 2,387
0.014056 m^3 Pasir	Rp. 30,000	= Rp. 422

Total = Rp. 2,809

Untuk menjadi $M^3 = \text{Rp. } 2,809 \times 10 = \text{Rp. } 28,090$

2 sisi = $\text{Rp. } 28,090 \times 2 = \text{Rp. } 56,180$

Analisa Harga Satuan Upah

1 M^3 Pasangan batu bata (1 PC : 4 Ps) :

0.15 x Kep. Tukang batu	Rp. 22,500	= Rp. 3,375
1.50 x Tukang batu	Rp. 20,000	= Rp. 30,000
4.50 x Pekerja	Rp. 12,500	= Rp. 56,250
0.225 x Mandor	Rp. 25,000	= Rp. 5,625

Total = Rp. 95,250

1 M^2 Plesteran (1 PC : 4 Ps) :

0.150 x Kep. Tukang batu	Rp. 22,500	= Rp. 3,375
0.015 x Tukang batu	Rp. 20,000	= Rp. 300
0.400 x Pekerja	Rp. 12,500	= Rp. 5,000
0.020 x Mandor	Rp. 25,000	= Rp. 500

Total = Rp. 9,175

Untuk menjadi $M^3 = \text{Rp. } 9,175 \times 10 = \text{Rp. } 91,750^*$

$$2 \text{ sisi} = \text{Rp. } 91,750 \times 2 = \text{Rp. } 183,500$$

$$\begin{aligned} \text{Total Harga} &= \text{Rp. } 156,920 + \text{Rp. } 56,180 + \text{Rp. } 95,250 + \text{Rp. } 183,500 \\ &= \text{Rp } 491,850/\text{M}^3 \end{aligned}$$

Catatan: * Tebal bata diambil 10 cm

• **BETON STYROFOAM RINGAN 1 : 3**

Campuran beton *styrofoam* ringan 1 : 3 per m^3

Semen	63.492 liter	3.150 t/m^3	200 kg
Pasir	230.769 liter	2.600 t/m^3	600 kg
<i>Styrofoam</i>	585.739 liter	14.2 kg/m^3	585.739 liter
Air	120.000 liter	1.000 t/m^3	120 liter

$$\text{Harga Semen} = (200/50) \times \text{Rp. } 27,500 = \text{Rp. } 110,000$$

$$\text{Harga Pasir} = 0.231 \times \text{Rp. } 30,000 = \text{Rp. } 6,930$$

$$\text{Harga Styrofoam} = (0.586 \times 14.2) \times \text{Rp. } 22,000 = \text{Rp. } 183,067$$

$$\begin{aligned} \text{Total Harga beton styrofoam ringan 1 : 3 per } \text{m}^3 &= \text{Rp. } 299,997 \\ &\approx \text{Rp. } 300,000 \end{aligned}$$

Analisa Harga Satuan Bahan

1 M^3 Pasangan Patu Belah (1 PC : 4 Ps)

$$0.846 \text{ Zak PC} \quad \text{Rp. } 27,500 = \text{Rp. } 23,265$$

$$0.136 \text{ m}^3 \text{ Pasir} \quad \text{Rp. } 30,000 = \text{Rp. } 4,080$$

$$1 \text{ m}^3 \text{ Beton Sty } 1 : 3 \quad \text{Rp. } 300,000 = \text{Rp. } 300,000$$

$$\text{Total} = \text{Rp. } 327,345$$

1 M^2 Plesteran (1 PC : 4 Ps) dengan Tebal 10 mm

$$0.0868 \text{ Zak PC} \quad \text{Rp. } 27,500 = \text{Rp. } 2,387$$

$$0.014056 \text{ m}^3 \text{ Pasir} \quad \text{Rp. } 30,000 = \text{Rp. } 422$$

$$\text{Total} = \text{Rp. } 2,809$$

$$\text{Untuk menjadi } \text{M}^3 = \text{Rp. } 2,809 \times 10 = \text{Rp. } 28,090$$

$$2 \text{ sisi} = \text{Rp. } 28,090 \times 2 = \text{Rp. } 56,180$$

Analisa Harga Satuan Upah1 M³ Pasangan Beton Styrofoam Ringan (1 PC : 4 Ps) :

0.12 x Kep. Tukang batu	Rp. 22,500 = Rp. 2,700
1.20 x Tukang batu	Rp. 20,000 = Rp. 24,000
3.6 x Pekerja	Rp. 12,500 = Rp. 45,000
0.18 x Mandor	Rp. 25,000 = Rp. 4,500

 Total = Rp. 76,200
1 M² Plesteran (1 PC : 4 Ps) :

0.150 x Kep. Tukang batu	Rp. 22,500 = Rp. 3,375
0.015 x Tukang batu	Rp. 20,000 = Rp. 300
0.400 x Pekerja	Rp. 12,500 = Rp. 5,000
0.020 x Mandor	Rp. 25,000 = Rp. 500

 Total = Rp. 9,175
Untuk menjadi M³ = Rp. 9,175 x 10 = Rp. 91,750

2 sisi = Rp. 91,750 x 2 = Rp. 183,500

Total Harga = Rp. 327,345 + Rp. 56,180 + Rp. 76,200 + Rp. 183,500
 = **Rp. 643,225/M³**

- BETON STYROFOAM RINGAN 1 : 4**

Campuran beton *styrofoam* ringan 1 : 4 per m³

Semen	63.492 liter	3.150 t/m ³	200 kg
Pasir	307.692 liter	2.600 t/m ³	800 kg
<i>Styrofoam</i>	508.816 liter	14.2 kg/m ³	508.816 liter
Air	120.000 liter	1.000 t/m ³	120 liter

Harga Semen = (200/50)xRp. 27,500 = Rp. 110,000

Harga Pasir = 0.308x Rp. 30,000 = Rp. 9,240

Harga *Styrofoam* = (0.509x14.2)x Rp. 22,000 = Rp. 159,012

Total Harga beton *styrofoam* ringan 1 : 4 per m³ = **Rp. 278,252**
 ≈ **Rp. 279,000**

Analisa Harga Satuan Bahan

1 M ³ Pasangan Batu Belah (1 PC : 4 Ps)		
0.846 Zak PC	Rp. 27,500	= Rp. 23,265
0.136 m ³ . Pasir	Rp. 30,000	= Rp. 4,080
1 m ³ Beton Sty 1 : 4	Rp. 291,000	= Rp. 279,000
		<hr/>
	Total	= Rp. 306,345

1 M ² Plesteran (1 PC : 4 Ps) dengan Tebal 10 mm		
0.0868 Zak PC	Rp. 27,500	= Rp. 2,387
0.014056 m ³ Pasir	Rp. 30,000	= Rp. 422
		<hr/>
	Total	= Rp. 2,809

Untuk menjadi M³ = Rp. 2,809 x 10 = Rp. 28,090

2 sisi = Rp. 28,090 x 2 = Rp. 56,180

Analisa Harga Satuan Upah

1 M ³ Pasangan Beton Styrofoam Ringan (1 PC : 4 Ps) :		
0.12 x Kep. Tukang batu	Rp. 22,500	= Rp. 2,700
1.20 x Tukang batu	Rp. 20,000	= Rp. 24,000
3.6 x Pekerja	Rp. 12,500	= Rp. 45,000
0.18 x Mandor	Rp. 25,000	= Rp. 4,500
		<hr/>
	Total	= Rp. 76,200

1 M ² Plesteran (1 FC : 4 Ps) :		
0.150 x Kep. Tukang batu	Rp. 22,500	= Rp. 3,375
0.015 x Tukang batu	Rp. 20,000	= Rp. 300
0.400 x Pekerja	Rp. 12,500	= Rp. 5,000
0.020 x Mandor	Rp. 25,000	= Rp. 500
		<hr/>
	Total	= Rp. 9,175

Untuk menjadi M³ = Rp. 9,175 x 10 = Rp. 91,750

2 sisi = Rp. 91,750 x 2 = Rp. 183,500

Total Harga = Rp. 306,345 + Rp. 56,180 + Rp. 76,200 + Rp. 183,500
= Rp. 622,225/M³