

SKRIPSI

**PENELITIAN PEMANFAATAN MATERIAL
STYROFOAM PABRIK SEBAGAI BAHAN PENGISI
PADA PEMBUATAN ELEMEN DINDING BETON
RINGAN DENGAN BENDA UJI BATA**



Disusun oleh :

ERITA YOHARDINA MULIANA

03.21.126

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**

2010

SKRIPSI

PENELITIAN PEMANFAATAN MATERIAL
STYROFOAM PABRIK SEBAGAI BAHAN PENGISI
PADA PEMBUATAN ELEMEN DINDING BETON
RINGAN DENGAN BENDA UJI BATA

MILIK
PUSKASAT
ITH MALANG

Disusun oleh :

ERITA YOHARDINA MULIANA

0321126

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MAJALANG

2010

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PENELITIAN PEMANFAATAN MATERIAL STYROFOAM
PABRIK SEBAGAI BAHAN PENGISI PADA PEMBUATAN
ELEMEN DINDING BETON RINGAN DENGAN BENDA UJI
BATA**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S – 1

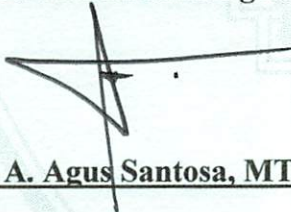
Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

**ERITA YO HARDINA MULIANA
03.21.126**

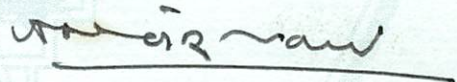
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Ir. A. Agus Santosa, MT.

Dosen Pembimbing II



Ir. H. Sudirman Indra, Msc.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



Ir. H. Hirijanto, MT.

LEMBAR PENGESAHAN

PENELITIAN PEMANFAATAN MATERIAL STYROFOAM PABRIK SEBAGAI BAHAN PENGISI PADA PEMBUATAN ELEMEN DINDING BETON RINGAN DENGAN BENDA UJI BATA

SKRIPSI

*Dipertahankan Di hadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi
Jenjang Strata Satu (S-1)
Pada Hari : Selasa
Tanggal : 24 Agustus 2010
Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :

ERITA YOHARDINA MULIANA
03.21.126

Disahkan Oleh :

Ketua


(Ir. H. Hirijanto, MT.)

Sekretaris




(Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT.)

Anggota Penguji :

Penguji I


(Ir. Eding Iskak Imananto, MT.)

Penguji II


(Ir. H. Hirijanto, MT.)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2010**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Erita Yohardina Muliana
Nim : 03.21.126
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik Sipil Dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya dengan judul :

PENELITIAN PEMANFAATAN MATERIAL STYROFOAM PABRIK SEBAGAI BAHAN PENGISI PADA PEMBUATAN ELEMEN DINDING BETON RINGAN DENGAN BENDA UJI BATA

adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya dari hasil karya orang lain, kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, September 2010

Yang Membuat Pernyataan



(Erita Yohardina Muliana)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat dan hidayah – Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penelitian Pemanfaatan Material Styrofoam Pabrik Sebagai Bahan Pengisi Pada Pembuatan Elemen Dinding Beton Ringan Dengan Benda Uji Bata” ini yang merupakan salah satu prasyarat yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa Program Studi Teknik Sipil S – 1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, diantaranya :

1. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT. selaku Dekan FTSP Institut Teknologi Nasional Malang sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu penyelesaian Skripsi ini dan sekaligus pula sebagai dosen pengajar Struktur Beton Bertulang.
2. Bapak Ir. H. Hirijanto, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S – 1 Institut Teknologi Nasional Malang sekaligus Anggota Dewan Penguji pada Ujian Skripsi ini.
3. Ibu Lila Ayu Ratna W., ST., MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S – 1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang sekaligus dosen pengajar Struktur Beton Bertulang.

5. Bapak Ir. H. Sudirman Indra, MSc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu penyelesaian Skripsi ini
6. Bapak Ir. Eding Iskak Imananto, MT selaku Anggota Dewan Penguji Ujian Skripsi ini.
7. Mas Mahfud selaku Asisten Laboratorium Bahan Konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang
8. Orang Tua n Keluarga saya tercinta yang selalu support dengan Doa dan Materi, Love U.....
9. Buat temen – temen seperjuangan W.t.W, Po2et Tambur, Bodonk, makasih buanyak ya atas kerjasamanya.
10. Semua pihak yang telah membantu pelaksanaan dan penyusunan Laporan Skripsi ini, Special thanx Luk' n Q'tal.....

Saya sangat menyadari bahwa di dalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan karena adanya keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang saya miliki. Oleh karena itu, saya mengharapkan berbagai kritik dan saran yang bersifat membangun untuk tercapainya hasil yang lebih baik. Harapan saya semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amien.....

Malang, September 2010

Penyusun

ABSTRAKSI

Erita Yohardina Muliana (03.21.126), 2010, “**PENELITIAN PEMANFAATAN MATERIAL STYROFOAM PABRIK SEBAGAI BAHAN PENGISI PADA PEMBUATAN ELEMEN DINDING BETON RINGAN DENGAN BENDA UJI BATA**”. Dosen Pembimbing I : Ir. A. Agus Santosa, M.T., Dosen Pembimbing II : Ir. H. Sudirman Indra, Msc.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan bahan tambahan Styrofoam pada campuran beton terhadap peningkatan kuat tekan beton serta kuat lentur beton yang dapat mengurangi berat beton atau beban struktur jika digunakan sebagai bahan pengisi dalam *mix design*. Pemilihan bahan Styrofoam dan Pulverized Fly Ash (PFA) pada pembuatan beton ringan ini dikarenakan berat jenis Styrofoam yang ringan dan PFA yang diambil dari limbah pembakaran batu bara pada PLTU Paiton yang nantinya akan dicampur dengan semen untuk pembuatan beton ringan sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan dinding partisi sebagai pengganti batu bata.

Permasalahan tersebut merupakan latar belakang pengambilan judul penelitian ini yang akan mampu menciptakan elemen dinding beton ringan yang akan mengurangi efek kerusakan bangunan akibat gempa.

Penelitian ini terdiri dari pencampuran 3 material yang diantaranya adalah : Semen, PFA, Styrofoam Toko (butiran jadi) yang masing-masing komposisinya adalah : 45% : 45% : 10% ; 42.5% : 42.5% : 15% ; 40% : 40% : 20% dan 37.5% : 37.5% : 25%. Jenis pengujian yang dilakukan diantaranya uji tekan, uji lentur, uji mortar yang disesuaikan dengan fungsi dinding itu sendiri sebagai sekat yang mempunyai beban tekan dan lentur.

Penelitian untuk beton ringan dengan Styrofoam Pabrik komposisi 10%, 15% , 20% dan 25% dengan benda uji bata didapat kuat tekan beton sebesar 36.73 MPa, 22.22 MPa, 18.83 MPa, 18.52 MPa, dan nilai kuat lentur beton sebesar 21.4 MPa, 15.5 MPa, 13.9 MPa dan 13.5 Mpa pada masing – masing persentase campuran. Berdasarkan hasil pengujian beton, campuran beton yang menggunakan komposisi Styrofoam Pabrik 10% sampai 25% termasuk dalam struktur beton ringan. Semakin besar kadar styrofoam maka semakin kecil berat volume, kuat tekan, dan kuat lentur betonnya.

Kata kunci: Beton ringan, Pulverized fly ash, Styrofoam pabrik.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAKSI	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR GRAFIK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Kegunaan Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Beton Ringan	5
2.2. Styrofoam	8
2.3. Pulverized Fly Ash (PFA).....	10
2.4. Komposisi Campuran.....	11

2.5. Hasil Penelitian Beton Ringan Terdahulu	12
2.6. Mortar	16
2.6.1 Jenis Mortar	16
2.6.2 Benda Uji	18
2.7. Kuat Lentur	18
2.8. Kuat Tekan	22
2.8.1 Pengujian Kuat Tekan Mortar	25
2.8.2 Mesin Uji Kuat Tekan	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.2. Standar Penelitian	27
3.3. Kerangka Penelitian	28
3.4. Alat dan Bahan Penelitian	30
3.5. Pelaksanaan Penelitian	31
3.5.1. Perencanaan Campuran Beton Ringan	32
3.5.2. Pembuatan Benda Uji	34
3.5.3. Perawatan Benda Uji (Curing)	39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	40
4.1. Pemeriksaan Bahan Penyusun Elemen Dinding Beton Ringan	40
4.2. Pengujian Mortar	40
4.3. Pengujian Kuat Tekan	48
4.4. Pengujian Kuat Lentur	62

4.5. Pembahasan Hasil Analisa	69
4.5.1. Mortar	69
4.5.2. Kuat Tekan	70
4.5.3. Kuat Lentur	70
4.5.4. Hipotesis	71
4.5.5. Tinjauan Biaya	73
BAB V KESIMPULAN	77
5.1. Kesimpulan	77
5.2. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Pembagian beton ringan menurut penggunaan dan persyaratannya	7
Tabel 2.2.	Spesifikasi Weather Panel	15
Tabel 3.1.	Standar yang dipakai dalam penelitian material	27
Tabel 3.2.	Variasi Campuran I (Air, Semen, PFA, Styrofoam Pabrik)	33
Tabel 3.3.	Variasi Campuran II (Air, Semen, PFA, Styrofoam Pabrik) ...	33
Tabel 3.4.	Variasi Campuran III (Air, Semen, PFA, Styrofoam Pabrik) .	33
Tabel 3.5.	Variasi Campuran IV (Air, Semen, PFA, Styrofoam Pabrik) .	33
Tabel 3.6.	Jadwal Pelaksanaan Pengecoran Mortar	37
Tabel 3.7.	Jadwal Pelaksanaan Pengecoran Silinder	37
Tabel 3.8.	Jadwal Pelaksanaan Pengecoran Balok	38
Tabel 3.9.	Jadwal Pelaksanaan Pengecoran Bata	38
Tabel 4.1.	Hasil uji material pengisi beton ringan	40
Tabel 4.2.	Pengujian Kuat Tekan Mortar Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 10 %	41
Tabel 4.3.	Pengujian Kuat Tekan Mortar Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 15 %	42
Tabel 4.4.	Pengujian Kuat Tekan Mortar Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 20 %.....	44
Tabel 4.5.	Pengujian Kuat Tekan Mortar Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 25 %	46

Tabel 4.6.	Nilai Kuat Tekan Dengan Benda Uji Mortar	47
Tabel 4.7.	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 10 %	48
Tabel 4.8.	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 15 %	50
Tabel 4.9.	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 20 %	51
Tabel 4.10.	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 25 %	53
Tabel 4.11.	Nilai Kuat Tekan Dengan Benda Uji Silinder	54
Tabel 4.12.	Pengujian Kuat Tekan Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 10 %	55
Tabel 4.13.	Pengujian Kuat Tekan Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 15 %	57
Tabel 4.14.	Pengujian Kuat Tekan Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 20 %	58
Tabel 4.15.	Pengujian Kuat Tekan Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 25 %	60
Tabel 4.16.	Nilai Kuat Tekan Dengan Benda Uji Bata	61
Tabel 4.17.	Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 10 %	62
Tabel 4.18.	Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 15 %	63

Tabel 4.19. Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 20 %	64
Tabel 4.20. Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 25 %	64
Tabel 4.21. Nilai Kuat Tarik Lentur tertinggi antar Persentase campuran dengan Benda Uji Balok	65
Tabel 4.22. Pengujian Kuat Lentur Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 10 %	66
Tabel 4.23. Pengujian Kuat Lentur Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 15 %	67
Tabel 4.24. Pengujian Kuat Lentur Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 20 %	67
Tabel 4.25. Pengujian Kuat Lentur Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 25 %	68
Tabel 4.26. Nilai Kuat Tarik Lentur tertinggi antar Presentase campuran dengan Benda Uji Bata	68
Tabel 4.27. Perbandingan Mutu Kuat Tekan Beton Ringan Antara Styrofoam Pabrik Dengan Styrofoam Limbah Pada Benda Uji Bata	71
Tabel 4.28. Perhitungan Biaya Campuran Beton Dengan Styrofoam Pabrik	73
Tabel 4.29. Perhitungan Biaya Campuran Beton Dengan Styrofoam Limbah	74

Tabel 4.30. Perbandingan Harga Dan Nilai Kuat Tekan Antara Styrofoam

Pabrik Dan Styrofoam Limbah 75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Hubungan antara berat jenis dan persentase penggunaan styrofoam	12
Gambar 2.2. Hubungan antara kuat tekan dan persentase penggunaan styrofoam	13
Gambar 2.3. Hubungan antara kuat lentur dan persentase penggunaan styrofoam	14
Gambar 2.4. Benda Uji Kuat Tekan Mortar	18
Gambar 2.5. Ilustrasi Pengujian Kuat Lentur Pada Balok	19
Gambar 2.6. Sketsa Pembebanan Tes Tekan Sampel	24
Gambar 2.7. Pengujian Kuat tekan Silinder	25
Gambar 2.8. Mesin Uji Kuat Tekan	26
Gambar 3.1. Bagan alir langkah – langkah penelitian	28
Gambar 3.2. Peralatan Slump Test	35
Gambar 3.3. Ilustrasi Pengujian Slump	36
Gambar 4.1. Sketsa Pembebanan Tes Tekan Mortar	40

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.	Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata – Rata Dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Dengan Benda Uji Mortar	48
Grafik 4.2.	Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata – Rata Dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Dengan Benda Uji Silinder	55
Grafik 4.3.	Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata – Rata Dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Dengan Benda Uji Bata	62
Grafik 4.4.	Perbandingan Berat Benda Uji Dan Kuat Tarik lentur Beton Dengan Benda Uji Balok	65
Grafik 4.5.	Perbandingan Berat Benda Uji Dan Kuat Tarik lentur Beton Dengan Benda Uji Bata	69
Grafik 4.6.	Perbedaan Berat Jenis	71
Grafik 4.7.	Perbedaan Kuat Tekan	72
Grafik 4.8.	Perbandingan Harga Bahan Styrofoam Pabrik Dan Styrofoam Limbah	74
Grafik 4.9.	Perbandingan Antara Kuat Tekan Dan Harga	75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan di Indonesia dalam arti fisik seperti perumahan dan sarana yang lain semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Berbagai peristiwa alam seperti gempa bumi dan tsunami yang sering terjadi belakangan ini juga menuntut kita untuk selalu berinovasi dalam desain rancang bangun. Sebagai contoh adanya bencana gempa, banyak bangunan gedung yang diperkirakan bisa tahan lama malah runtuh. Hal ini menjadi salah satu sebab munculnya penelitian beton ringan yang diharapkan bisa digunakan di daerah yang sering terjadi gempa. Inovasi dan produksi terhadap panel dinding rumah yang tahan terhadap cuaca dan tidak membahayakan penghuninya akibat gangguan gempa pada saat ini sangat dibutuhkan.

Beton adalah suatu bahan dasar yang terdiri dari campuran agregat kasar dan halus yang secara bersama-sama diikat oleh suatu pasta hidrolis (air dan semen) dan kadang – kadang ditambah bahan yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non-kimia pada perbandingan tertentu. Campuran ini apabila dibuat dalam perbandingan yang tepat, akan didapat suatu campuran yang beberapa saat dapat dibentuk sesuai dengan keperluan (bersifat plastis), kemudian campuran tersebut akan mengeras. Dalam keadaan mengeras beton akan mempunyai kekuatan sehingga dapat dibuat berbagai tujuan.

Beton dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan beratnya yaitu beton berat, beton sedang dan beton ringan. Umumnya beton dibuat dengan menggunakan bahan agregat yang diinginkan.

Beton merupakan material yang sangat populer dan menjadi salah satu pilihan utama dalam pembuatan suatu struktur. Namun beton memiliki kelemahan mendasar yakni kuat tariknya rendah dan berat sendiri yang besar. Kuat tarik yang rendah bisa diatasi dengan serat, sedangkan berat sendiri beton normal yang tinggi bisa diatasi dengan agregat ringan.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian elemen dinding beton ringan adalah penelitian yang belum terbiasa dilakukan oleh peneliti – peneliti kita, hal ini akan membawa konsekuensi permasalahan yang harus terpecahkan dalam penelitian elemen dinding beton ringan, yang diantaranya :

1. Apakah ada pengaruh faktor bentuk styrofoam pabrik dengan styrofoam limbah pada campuran beton ringan sebagai bahan pengisi ?
2. Berapa besar hasil kekuatan beton yang didapat antara benda uji yang menggunakan Styrofoam Pabrik dengan benda uji yang menggunakan Styrofoam Limbah pada benda uji bata antar variasi campuran ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh Styrofoam dengan variasi campuran yang ada

terhadap kekuatan dan perbedaan mutu betonnya yaitu kuat tekan dan kuat lentur jika Styrofoam Pabrik dan Styrofoam Limbah digunakan sebagai bahan pengisi tambahan pada elemen dinding beton ringan.

1.4. Kegunaan Penelitian

a. Bagi peneliti :

- Sebagai prasyarat penyusun untuk menempuh jenjang pendidikan Strata-1 dan memperoleh kelulusan Strata-1.
- Merupakan kesempatan yang baik untuk menerapkan teori yang ada khususnya mengenai beton, guna menambah wawasan dan pengetahuan.
- Dapat memahami proses pembuatan beton dengan benda uji sesuai ketentuan yang berlaku.
- Memberikan gambaran umum tentang perilaku beton dilapangan jika nantinya menggunakan metode yang diteliti.
- Memberikan pengetahuan tentang Styrofoam sesuai dengan spesifikasi dalam pemakaian untuk bahan tambahan pengisi beton ringan.

b. Bagi lembaga pendidikan :

Laporan hasil penelitian ini dapat menambah perbendaharaan kepustakaan, khususnya mengenai masalah beton, sehingga dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam proses akademik.

Diharapkan dari hasil penelitian ini akan didapatkan beton ringan yang kuat, awet, mudah dikerjakan, dan mempunyai kontribusi besar dalam menciptakan rumah yang bisa mengurangi kerusakan akibat gempa serta tidak membahayakan penghuninya jika terjadi gempa.

1.5. Batasan Masalah

Karena sangat luasnya permasalahan diatas, maka supaya penelitian ini mengarah dan mendapatkan hasil yang diharapkan maka kami membatasi masalah sebagai berikut :

1. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Gresik Jenis I, Pulverized Fly Ash (PFA) dari PLTU Paiton, Air PDAM Malang dan Styrofoam Pabrik yang ada dipasaran.
2. Sifat mekanis beton yang di bahas adalah kuat tekan dan kuat lentur.
3. Mengetahui mutu terbaik dari beton ringan pada pemanfaatan Styrofoam dengan empat variasi campuran yang berbeda dari hasil pengujian yang terdiri dari Semen : PFA : Styrofoam Pabrik dengan persentase :
 - 45 % : 45 % : 10 %
 - 42.5 % : 42.5 % : 15 %
 - 40 % : 40 % : 20 %
 - 37.5 % : 37.5 % : 25 %
4. Membandingkan kuat tekan dan kuat lentur dari empat variasi campuran antara benda uji yang menggunakan Styrofoam Pabrik dengan benda uji yang menggunakan Styrofoam Limbah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton Ringan

Beton ringan merupakan salah satu material ringan pembentuk struktur. Dalam hal penelitian ini salah satu bahan alternatif tambahan pembuatan beton ringan yang digunakan yaitu dengan memanfaatkan material Styrofoam Pabrik dan Pulverized Fly Ash (PFA) sebagai bahan pengisi pada pembuatan elemen dinding beton ringan.

Agregat ringan akan membentuk beton dengan berat volume ringan. Terminologi ASTM C 125 mendefinisikan bahwa agregat ringan adalah agregat yang digunakan untuk menghasilkan beton ringan, meliputi batu apung (pumice), scoria, vulkanik cinder, tuff, diatomite, hasil pembakaran lempung, residu batubara, dll.

Penggunaan material ringan sebagai bahan pembentuk struktur akan mengurangi berat total dari suatu bangunan, sehingga mengurangi bagian pendukung dan pondasi atau dengan kata lain memperingan beban struktur sehingga struktur akan lebih cocok untuk daerah rawan gempa.

Menurut ASTM C 330, agregat ringan ini dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Agregat yang dihasilkan dari pengembangan (*expanded*), kalsinasi (*calcining*) atau hasil pengendapan (*sintering*), misalnya dapur tanur tinggi, tanah liat, diatome, abu terbang (*fly ash*), lempung atau slate.

2. Agregat yang dihasilkan melalui pengolahan bahan alam, misalnya: scoria, batu apung (*purnice*).

Satyarno (2004) menyebutkan ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi berat jenis beton atau membuat beton lebih ringan antara lain adalah sebagai berikut:

1. Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menambah bubuk alumunium kedalam campuran adukan beton.
2. Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar, batu apung atau agregat buatan (misal: Styrofoam) sehingga beton yang dihasilkan akan lebih ringan dari pada beton biasa.
3. Dengan cara membuat beton tanpa menggunakan butir-butir agregat halus atau pasir yang disebut beton non pasir.

Pada tabel dibawah ini Satyarno (2004) memperlihatkan pembagian penggunaan beton ringan berdasarkan berat jenis dan kuat tekan minimum yang harus dipenuhi.

Tabel 2.1 Pembagian beton ringan menurut penggunaan dan persyaratannya

Pustaka	Jenis Beton Ringan	Berat Jenis (kg/m ³)	Kuat Tekan (MPa)
1	2	3	4
Dobrowolski (1998)	Beton dengan berat jenis rendah (<i>Low-Density Concrete</i>)	240 – 800	0.35 - 6.9
	Beton ringan dengan kekuatan menengah (<i>Moderate-Strength Lightweight Concrete</i>)	800 – 1440	6.9 - 17.3
1	2	3	4
	Beton ringan struktur (<i>Structural Lightweight Concrete</i>)	1440 – 1900	> 17.3
Neville and Brooks (1987)	Beton ringan struktur (<i>Structural Lightweight Concrete</i>)	1400 – 1800	> 17
	Beton ringan untuk pasangan batu (<i>Masonry Concrete</i>)	500 – 800	7 - 14
	Beton ringan penahan panas (<i>Insulating Concrete</i>)	< 800	0.7 - 7

Kesimpulannya, Satyarno (2004) menyebutkan bahwa secara garis besar kalau diringkas pembagian penggunaan beton ringan dapat dibagi tiga yaitu:

1. Untuk nonstruktur dengan berat jenis antara 240 kg/m³ sampai 800 kg/m³ dan kuat tekan antara 0.35 MPa sampai 7 MPa yang umumnya digunakan seperti untuk dinding pemisah atau dinding isolasi.
2. Untuk struktur ringan dengan berat jenis antara 800 kg/m³ sampai 1400 kg/m³ dan kuat tekan antara 7 MPa sampai 17 MPa yang umumnya digunakan seperti untuk dinding yang juga memikul beban.
3. Untuk struktur dengan berat jenis antara 1400 kg/m³ sampai 1800 kg/m³ dan kuat tekan lebih dari 17 MPa yang dapat digunakan sebagaimana beton normal.

2.2. Styrofoam

Penggunaan Styrofoam dalam beton dapat dianggap sebagai udara yang terjebak. Namun keuntungan menggunakan Styrofoam dibandingkan menggunakan rongga udara dalam beton berongga adalah Styrofoam mempunyai kekuatan tarik. Dengan demikian selain akan membuat beton menjadi ringan, dapat juga bekerja sebagai serat yang meningkatkan kemampuan kekuatan dan khususnya daktilitas beton. Kerapatan beton atau berat jenis beton dengan campuran Styrofoam dapat diatur dengan mengontrol jumlah campuran Styrofoam dalam beton. Semakin banyak Styrofoam yang digunakan dalam beton maka akan dihasilkan beton dengan berat jenis yang lebih kecil. Namun kuat

tekan beton yang diperoleh tentunya akan lebih rendah dan hal tersebut harus disesuaikan dengan kegunaannya (Satyarno 2004).

Styrofoam atau *expanded polystyrene* dikenal sebagai gabus putih yang biasa digunakan untuk membungkus barang elektronik. *Polystyrene* sendiri dihasilkan dari *styrene* ($C_6H_5CH=CH_2$), yang mempunyai gugus *phenyl* (enam cincin karbon) yang tersusun secara tidak teratur sepanjang garis karbon dari molekul. Penggabungan acak benzena mencegah molekul membentuk garis yang sangat lurus sebagai hasilnya *polyester* mempunyai bentuk yang tidak tetap, transparan dan dalam berbagai bentuk plastik. *Polystyrene* merupakan bahan yang baik ditinjau dari segi mekanis maupun suhu, namun bersifat agak rapuh dan lunak pada suhu dibawah $100^{\circ}C$. *Polystyrene* memiliki berat jenis sampai 1050 kg/m^3 , kuat tarik sampai 40 MN/m^2 , modulus lentur sampai 3 GN/m^2 , modulus geser sampai 0.99 GN/m^2 , angka poisson 0.33 (Satyarno, 2004). Jika dibentuk *granular Styrofoam* atau *expanded polystyrene* maka berat satuannya menjadi sangat kecil yaitu hanya berkisar antara $13 - 16 \text{ kg/m}^3$.

Selain bahannya yang ringan, beton dengan menggunakan Styrofoam sebagai bahan pengganti agregat ini mempunyai keuntungan yang lain yaitu:

1. Tahan terhadap cuaca
2. Mempunyai berat yang ringan tapi kuat
3. Tahan terhadap bahan – bahan kimia
4. Karena berat struktur berkurang, maka beban gempa yang bekerja juga akan lebih kecil sehingga struktur akan lebih aman dan sangat cocok untuk perumahan di daerah rawan gempa.

Satyarno dkk (2004) telah melakukan penelitian yaitu penggunaan Styrofoam untuk membuat beton ringan dengan menggunakan semen biasa atau semen Portland Tipe I. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan campuran Styrofoam ini dapat mempunyai berat jenis yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan beton normal. Jika beton normal mempunyai berat jenis sekitar 2400 kg/m^3 , maka beton dengan campuran Styrofoam dapat mempunyai berat jenis hanya sekitar 600 kg/m^3 . Namun kuat tekan yang diperoleh juga lebih kecil yaitu sekitar 1.5 Mpa sampai 2 MPa yang mana cukup kecil jika dibandingkan dengan kuat tekan beton normal yang sekitar 20 MPa.

2.3. Pulverized Fly Ash (PFA)

PFA berfungsi sebagai bahan tambah mineral (*additive*) yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton. Pada saat ini, bahan tambah mineral ini lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kuat tekan beton, sehingga bahan tambah mineral ini cenderung bersifat penyemenan (*cementitious*). PFA selain sebagai material cementitious juga berfungsi sebagai pengisi beton (*filler*).

Keuntungan menggunakan PFA pada beton:

1. Dapat menggantikan semen karena bersifat pozzolanic.

Menurut ASTM C 618-96 (Tjokrodimuljo, 2002) pozzolan adalah bahan yang mengandung senyawa silika atau silika dan alumina, dimana bahan pozzolan itu sendiri tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, maka senyawa tersebut akan

bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu biasa membentuk senyawa yang memiliki sifat-sifat seperti semen (kalsium silikat dan kalsium aluminat hidrat).

2. Meningkatkan workability.
3. Mengisi rongga-rongga dengan material cementitious dan berfungsi sebagai pengisi (*filler*), sehingga dapat mengurangi total area permukaan yang harus ditutup oleh semen.
4. Memperlambat timbulnya panas hidrasi.
5. Meningkatkan kekuatan (*strength*).

Menurut Triwulan, dkk (2002), nilai kuat tekan beton yang menggunakan fly ash dapat naik sampai 125 %.

2.4. Komposisi Campuran

Setelah didapat informasi awal dari material – material di atas dan dengan meninjau keuntungan – keuntungan yang terdapat pada Styrofoam dan PFA, maka dilakukan perencanaan campuran agar diketahui perbandingan yang optimum antara Semen dan PFA. Setelah mendapatkan komposisi campuran Semen dan PFA yang tepat, maka didapat prosentase campuran bahan material beton dengan menggunakan Semen : PFA : Styrofoam Pabrik tanpa agregat kasar seperti terlihat di bawah ini :

- 45 % : 45 % : 10 %
- 42.5 % : 42.5 % : 15 %
- 40 % : 40 % : 20 %

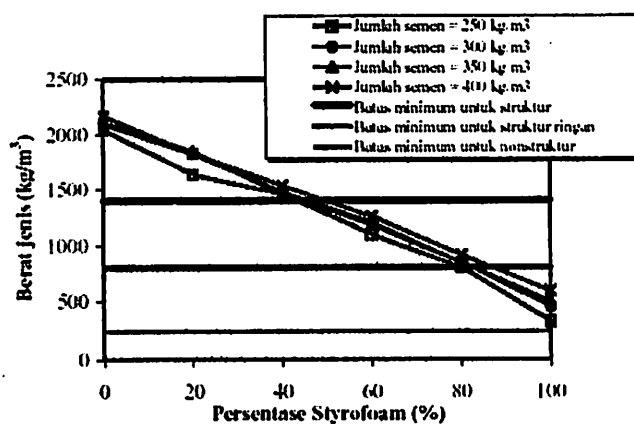
- 37.5 % : 37.5 % : 25 %

Dalam campuran beton ini, tidak digunakan pasir sebagai gantinya digunakan Styrofoam Pabrik dengan bentuk benda uji batu bata.

Setelah komposisi didapat, maka dibuat elemen dinding yang kemudian perilaku benda uji dites layaknya untuk material dinding yang mengalami tekan dan lentur.

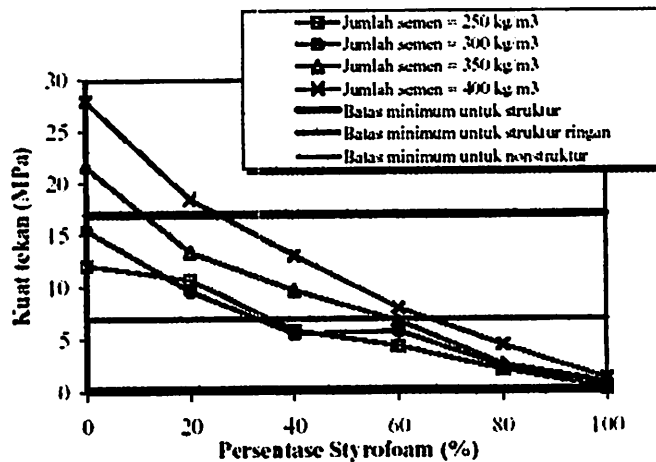
2.5. Hasil Penelitian Beton Ringan Terdahulu

Pengujian kuat tekan beton ringan telah dilakukan oleh Iman Satyarno, 2004 dengan menggunakan komposisi Styrofoam yang bervariasi yaitu dari 0% sampai dengan 100% dari volume pasir pada benda uji BATAFOAM. Dari hasil penelitian yang ada bisa disimpulkan, semakin tinggi prosentase Styrofoam akan semakin rendah nilai berat jenis BATAFOAM, sehingga bila disekat nilai berat jenis untuk struktur, struktur ringan dan non structural bisa dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 Hubungan antara berat jenis dan persentase penggunaan styrofoam

Sedangkan hasil penelitian tekan dengan variasi komposisi Styrofoam antara 0% sampai dengan 100% hasilnya ada pada gambar dibawah ini :

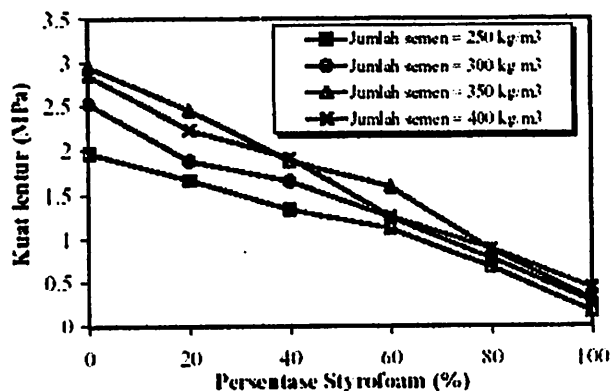


Gambar 2.2 Hubungan antara kuat tekan dan persentase penggunaan styrofoam

Dari hasil pengujian tekan pada gambar 2.2 diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Untuk penggunaan nonstruktural dengan persyaratan kuat tekan 0.35 Mpa sampai 7 Mpa, maka jumlah persentasi Styrofoam adalah antara 60% sampai dengan 100%.
2. Untuk penggunaan struktur ringan dengan persyaratan kuat tekan antara 7 Mpa maka jumlah persentase Styrofoam yang dipakai antara 0% sampai 60% untuk kandungan semen 250 kg/m³ sampai 300 kg/m³ dan antara 20% sampai 60% untuk kandungan semen 350 kg/m³ sampai 400 kg/m³.

Kuat lentur dari BATAFOAM yang didapat dari penelitian untuk berbagai variasi campuran dapat lihat pada gambar 2.3. sebagaimana kuat tekan, kuat lentur BATAFOAM juga menurun sehubungan dengan penambahan Styrofoam yang dipakai. Namun berbeda dengan kuat tekan dan berat jenis, batasan kuat lentur untuk beton ringan belum ada ketentuannya. Untuk itu batasan persentase Styrofoam yang akan digunakan harus ditentukan saja dengan besarnya minimum minimum kuat lentur yang diperlukan.



Gambar 2.3 Hubungan antara kuat lentur dan persentase penggunaan styrofoam

Disamping hasil penelitian diatas, juga ada salah satu perusahaan yang memproduksi dinding panel beton pracetak PT. SARANA UTAMA SUKSES yang berkantor pusat di Jl. Muara Karang Blok B8 Timur no. 106, Jakarta utara menampilkan spesifikasi produksi panel dinding sebagaimana tertera pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.2 Spesifikasi Weather Panel

Jenis ukuran	Spesifikasi
Weight	50 mm thick 40 kg/m ² 75 mm thick 58 kg/m ² 100 mm thick 70 kg/m ² 150 mm thick 100 kg/m ²
Thermal Conductivity(BS 874:part 2:1986)	0.221 W/mK
Large Soft Body Impact Test	No Collapse or dislocation after impact from 15 kg sand bag.
Anchorage Load	45 kg
Flexural Strength(longitudinal)	4.27 Mpa
Flexural Strength(tranverse)	4118 N
Moisture movement	0.06%
Moisture content	9%
Resistance to continuous heating	80°C
Surface alkalinity	BS 476 : Part 4 ISO 1182:1990 GB8624-1977, Grade A
Water tightness to BS 4315: Part 2: 1970	No Water leakage after 6 hours continuous water spray
Acoustic Performance	50 mm thick 37 dB 75mm thick 40 dB 100mm thick 43 dB 150mm thick 46 dB

Sumber : iklan perusahaan yang bersangkutan

Menurut perusahaan ini pula, Ada banyak keuntungan jika menggunakan sandwich panel dalam pembangunan rumah yang diantaranya:

1. Mempunyai berat dinding hanya 1/5 sampai 1/7 dari dinding bata yang tebalnya 120mm
2. Pemasangan lebih mudah dan tidak membutuhkan keterampilan khusus dalam instalasinya.
3. Rata-rata buruh yang berpengalaman mampu memasang 25 m² perhari, dimana hal ini berarti 15 x lebih cepat dari pada pemasangan dinding tradisional.

2.6. Mortar

Mortar adalah bahan bangunan berbahan dasar semen yang digunakan sebagai "perekat" untuk membuat struktur bangunan. Mortar terdiri dari agregat halus, bahan pengikat dan air dengan cara diaduk sampai homogen. Mortar sering digunakan sebagai bahan plesteran, pekerjaan pasangan dan banyak pekerjaan lainnya.

Menurut Tjokrodimuljo (1996) mortar sering kali disebut sebagai mortel atau spesi, yaitu adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air. Bahan perekat dapat berupa tanah liat, kapur maupun semen portland.

2.6.1. Jenis Mortar

Tjokrodimulyo (1996) membagi mortar berdasarkan jenis bahan ikatnya menjadi empat jenis, yaitu :

- **Mortar lumpur**

Mortar lumpur dibuat dari campuran pasir, tanah liat/lumpur dan air. Mortar ini biasanya dipakai sebagai bahan tembok atau bahan tungku api didesa.

- **Mortar kapur**

Mortar kapur dibuat dari campuran pasir, kapur dan air. Mortar ini biasa dipakai untuk pembuatan tembok bata.

- **Mortar Semen**

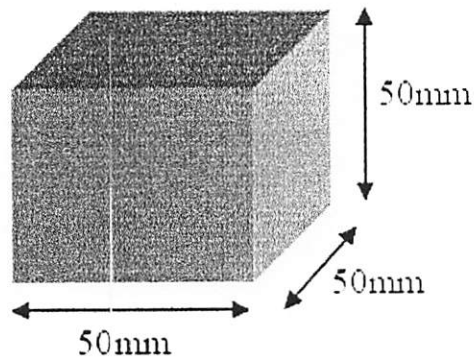
Mortar semen dibuat dari campuran pasir, semen portland dan air dalam perbandingan campuran yang tepat. Perbandingan antara volume semen dan volume pasir berkisar antara 1 : 2 dan 1 : 6 atau lebih besar. Mortar ini kekuatannya lebih besar dari pada kedua mortar sebelumnya, oleh karena itu biasa dipakai untuk tembok, pilar, kolom atau bagian lain yang menahan beban. Karena mortar ini rapat air maka dipakai juga untuk bagian luar dan yang berada dibawah tanah.

- **Mortar Khusus**

Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar kapur dan mortar semen dengan tujuan tertentu. Mortar ringan diperoleh dengan menambahkan *asbestos fibers*, *jute fibers* (serat rami), butir kayu, serbuk gergajian kayu dan sebagainya. Mortar ini digunakan untuk bahan isolasi panas atau peredam suara. Selain itu juga ada mortar tahan api, diperoleh dengan menambahkan bubuk bata-api dengan *aluminous cement*, dengan perbandingan satu *aluminous cement* dan dua bubuk bata-api. Mortar ini biasanya dipakai untuk tungku api dan sebagainya.

2.6.2. Benda Uji

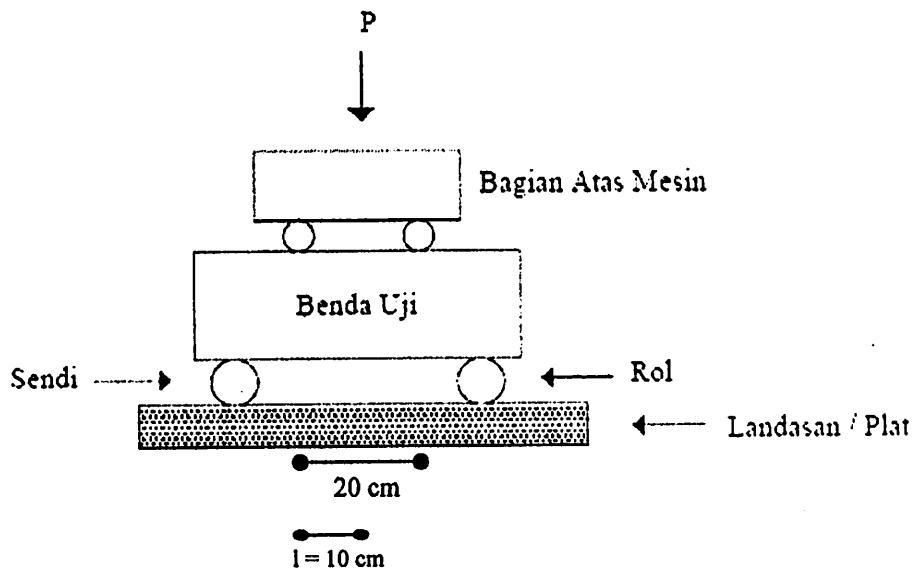
Pada penelitian ini dibuat satu macam bentuk benda uji mortar, yaitu berbentuk kubus dengan ukuran : 50 x 50 x 50 mm seperti dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.4 Benda uji kuat tekan mortar

2.7. Kuat Lentur

Kuat tarik lentur merupakan bagian penting didalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air maupun suhu. Cara lain menaksir kekuatan tarik beton yang menyebar adalah dengan cara terlentur. Pada penelitian ini digunakan benda uji untuk kuat lentur berupa batu bata berukuran 6 x 12 x 27 cm dan balok beton berukuran 15 x 15 x 60 cm. Balok beton dirawat sesuai dengan pedoman dan uji kelenturannya pada sepertiga ($1/3$) muatan, seperti pada gambar berikut ini :
(Aman subakti hal 181)



Gambar 2.5 Ilustrasi Pengujian Kuat Lentur Pada Balok

Benda uji harus memiliki permukaan yang halus, datar dan sejajar bagi beban muatan. Kekuatan tarik maksimum secara teoritis atau modulus Rupture (R) diuji dengan balok terlentur dengan beban tiga muatan seperti rumus berikut :

$$\text{Tarik Lentur } (f_r) = \frac{P.L}{b.d^2}$$

Dimana : P = Beban Maksimum (Kg)

L = Panjang Efektif Bentang (cm)

b = Lebar benda uji (cm)

d = Tinggi benda uji (cm)

Rumus diatas dengan $l = 10 \text{ cm}$ atau $1/6L$ seperti terlihat pada gambar diatas didapat dari perhitungan dibawah ini :

- Momen Ditengah Bentang :

$$\begin{aligned} M &= 1/2P \times 1/2L - 1/2 P \times 1/6 L \\ &= 1/4 PL - 1/12 PL \\ &= \frac{3PL - PL}{12} \\ &= \frac{2}{12} PL = \frac{1}{6} PL \end{aligned}$$

- Momen Tahanan :

$$W = \frac{1}{6} b.d^2$$

- Kuat Lentur :

$$f_r = \frac{M}{W} = \frac{1/6PL}{1/6b.d^2} = \frac{PL}{b.d^2}$$

Sedangkan untuk $l = 10,5 \text{ cm}$ dengan benda uji Balok berukuran $15 \times 15 \times 60 \text{ cm}$, maka rumus bisa didapat dengan perhitungan seperti dibawah ini :

- Momen Ditengah Bentang :

$$\begin{aligned} M &= 1/2P \times 1/2L - 1/2 P \times \frac{10,5}{58} L \\ &= 1/4 PL - \frac{10,5}{58} PL \\ &= \frac{29 - 10,5}{116} PL \\ &= \frac{18,5}{116} PL = 0,16 PL \end{aligned}$$

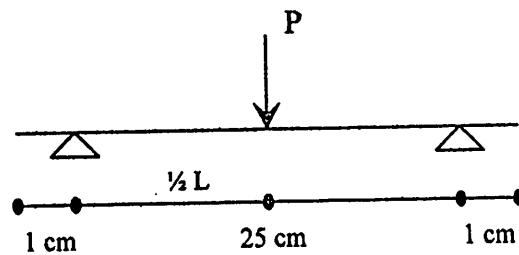
- Momen Tahanan :

$$W = \frac{1}{6} b.d^2$$

- Kuat Lentur :

$$f_r = \frac{M}{W} = \frac{0,16PL}{1/6b.d^2} = 0,96 \frac{PL}{b.d^2}$$

Sedangkan untuk benda uji Bata berukuran 6 x 12 x 27 cm, maka rumus bisa didapat dengan perhitungan seperti dibawah ini :



- Momen Ditengah Bentang :

$$M = 1/2 P \cdot 1/2 L$$

$$= 1/4 PL$$

- Momen Tahanan :

$$W = \frac{1}{6} b.d^2$$

- Kuat Lentur :

$$f_r = \frac{M}{W} = \frac{1/4PL}{1/6b.d^2} = \frac{3}{2} \frac{PL}{b.d^2} = 1,5 \frac{PL}{b.d^2}$$

Rumus tersebut diatas berlaku bila balok retak diantara titik muatan (pada sepertiga bagian tengah balok). Bila balok beton pecah diluar titik tersebut, ujung-ujungnya dihitung dengan jarak tak lebih dari 5% bentangan, maka perhitungan memakai rumus :

$$\text{Tarik Lentur } (f_r) = \frac{3P.a}{b.d}$$

Dimana : a = Jarak tumpuan antara titik retak dan tumpuan terdekat

2.8. Kuat Tekan

Beton memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dari bahan lain, hal ini dikarenakan beton terdiri dari dua lapisan, yaitu adonan semen, koral, pasir menjadikan beton tahan terhadap tekanan.

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan salah satu dari sifat fisik yang terpenting dari beton, karena nilai kuat tekan beton sangat identik dengan mutu beton yang diinginkan. Disamping itu pula banyak faktor lain yang harus dipertimbangkan, misalnya faktor durabilitas, impermeabilitas dan lain sebagainya. Yang dimaksud dengan nilai kuat tekan beton berdasarkan ASTM, PBI 1991 adalah kuat tekan beton benda uji yang dicapai pada umur 28 hari. Alasan ini diambil dengan dasar pertimbangan bahwa kuat tekan beton setelah umur 28 hari tidak mengalami perubahan nilai kuat tekan yang berarti. Banyak

faktor yang berpengaruh terhadap nilai kuat tekan diantaranya adalah pemilihan agregat, tipe semen yang dipakai, umur beton, nilai faktor air semen (FAS), proses curing, penggunaan admixture dan sebagainya. Perkembangan nilai kuat tekan beton pada umur sebelum 28 hari banyak dipengaruhi oleh jalannya proses reaksi C₃S dan C₂S yang merupakan komponen karakteristik dari semen yang berlangsung di dalam beton. Semakin cepat jalannya reaksi semakin tinggi pula nilai kuat tekan beton yang dicapai, sebaliknya semakin lambat jalannya reaksi semakin rendah pula nilai kuat tekan yang dicapai.

Untuk mengetahui kekuatan tekan beton, maka perhitungan kekuatan tekan beton dipakai rumus sebagai berikut :

a. Tegangan Hancur (f_c) :

Kuat tekan beton :

$$f'_{ci} = \frac{P}{A \times Fu}$$

Dimana : P = Beban Maksimum (Kg)

A = Luas Penampang benda uji (cm²)

Fu = Faktor umur

b. Kuat Tekan Rata – Rata (f_{cr}) :

$$f'_{cr} = \frac{\sum_1^n f'_{ci}}{n}$$

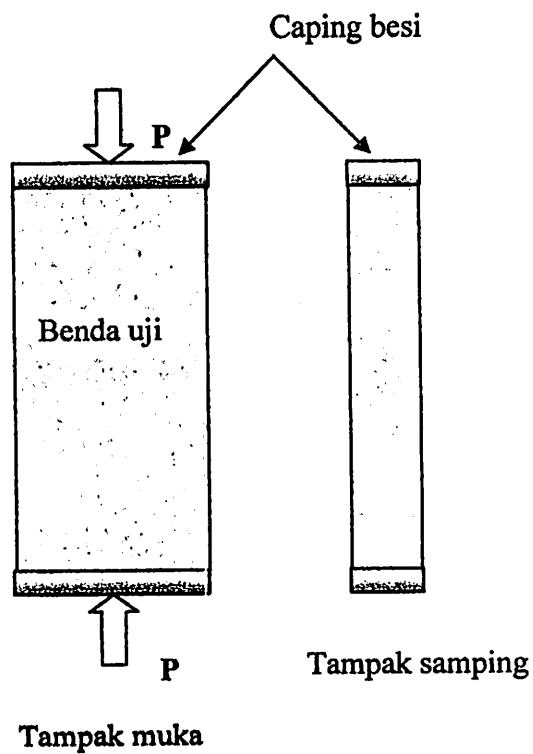
Dimana : f_{ci} = Jumlah kuat tekan beton antara benda uji
 n = Jumlah seluruh nilai hasil pemeriksaan

c. Simpangan Baku (S)

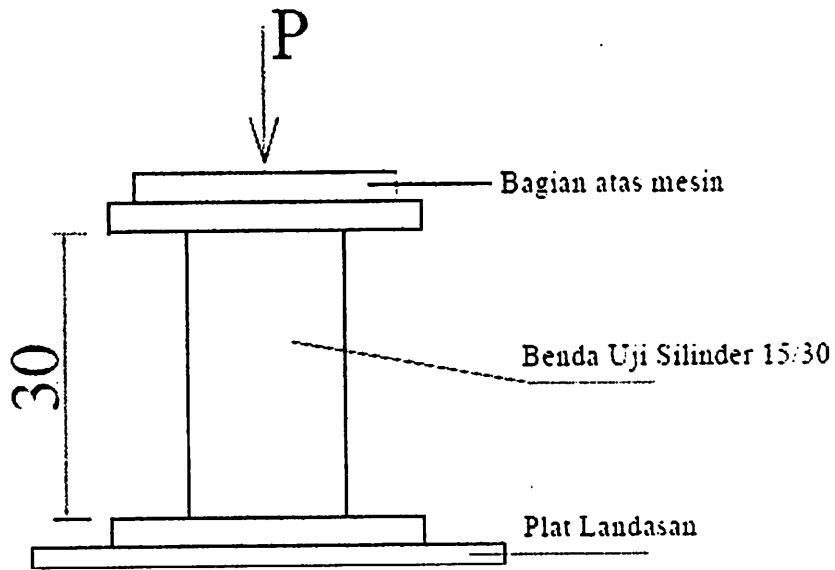
$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'_{ci} - f'_{cr})^2}{n-1}}$$

Dimana : S = Standar Deviasi

f'_{cr} = Kekuatan tekan beton rata – rata (Kg/cm^2)



Gambar 2.6 Sketsa Pembebanan Tes Tekan Sampel



Gambar 2.7 Pengujian Kuat tekan Silinder

2.8.1. Pengujian Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar adalah kemampuan mortar untuk menahan gaya luar yang datang pada arah sejajar serat yang menekan mortar. Pasangan dinding menerima beban tekan yang diakibatkan oleh pengaruh dari atas, angin atau gaya samping lainnya. Kuat tekan mortar dihitung berdasarkan besarnya tekanan dibagi dengan luas permukaan tekan, yang dirumuskan dengan :

$$f'c = \frac{P_{\max}}{A}$$

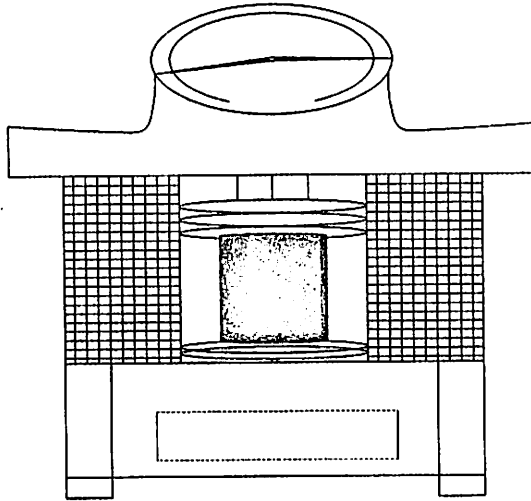
Dimana : $f'c$ = Kuat tekan mortar (Kg/cm^2)

P_{\max} = Beban maksimum yang diterima mortar (Kg)

A = Luas permukaan benda uji (cm^2)

2.8.2. Mesin uji kuat tekan

Mesin uji kuat tekan yang digunakan adalah *Universal Testing Machine* merk **Indotest** berkapasitas 60 ton.



Gambar 2.8 Mesin Uji Kuat Tekan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian dan pengujian seluruhnya dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Kampus I ITN Malang, waktu penelitian dimulai akhir Oktober 2009.

3.2. Standar Penelitian

Untuk melaksanakan penelitian ini, standar yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.1.

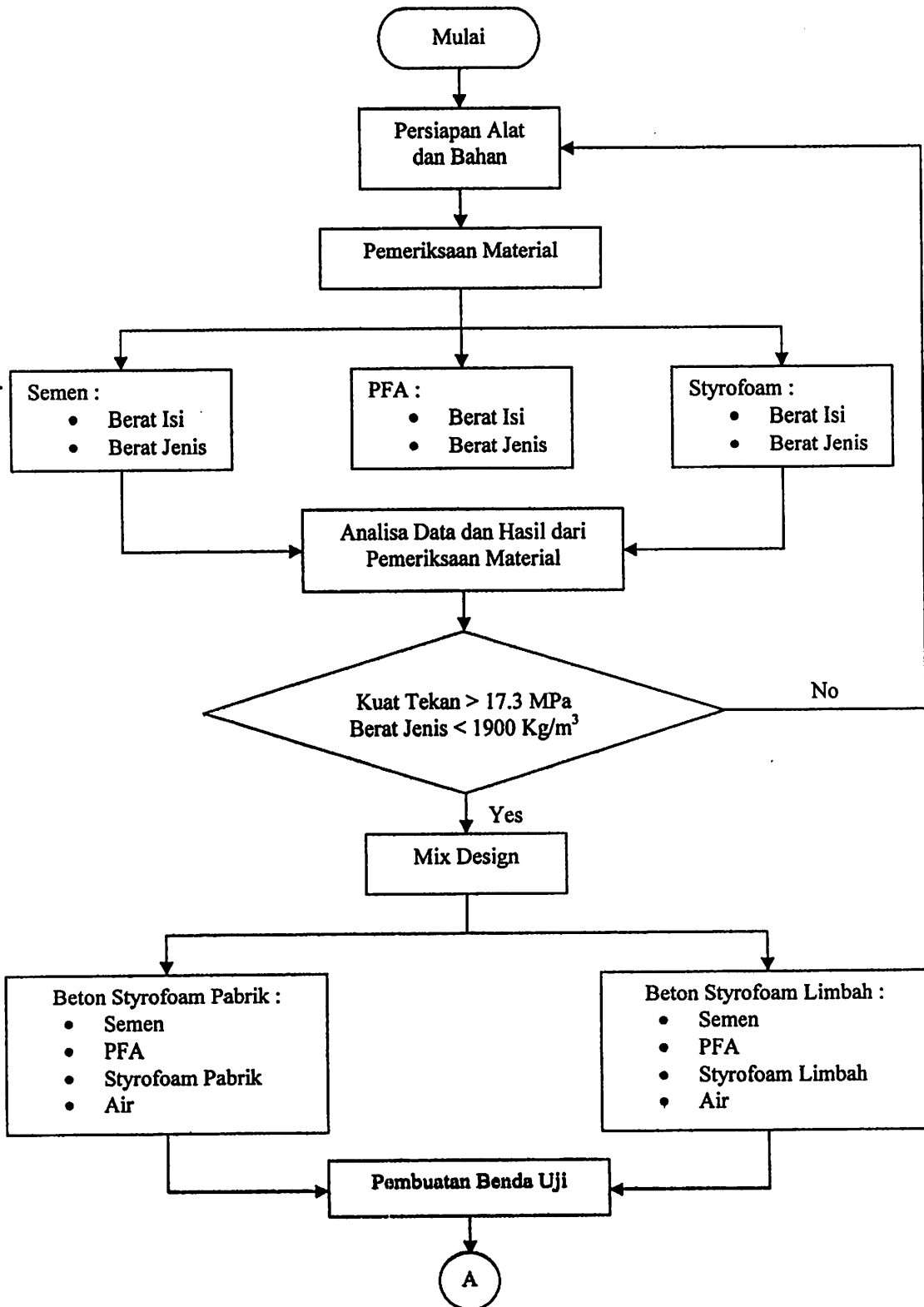
Tabel 3.1 Standar yang dipakai dalam penelitian material

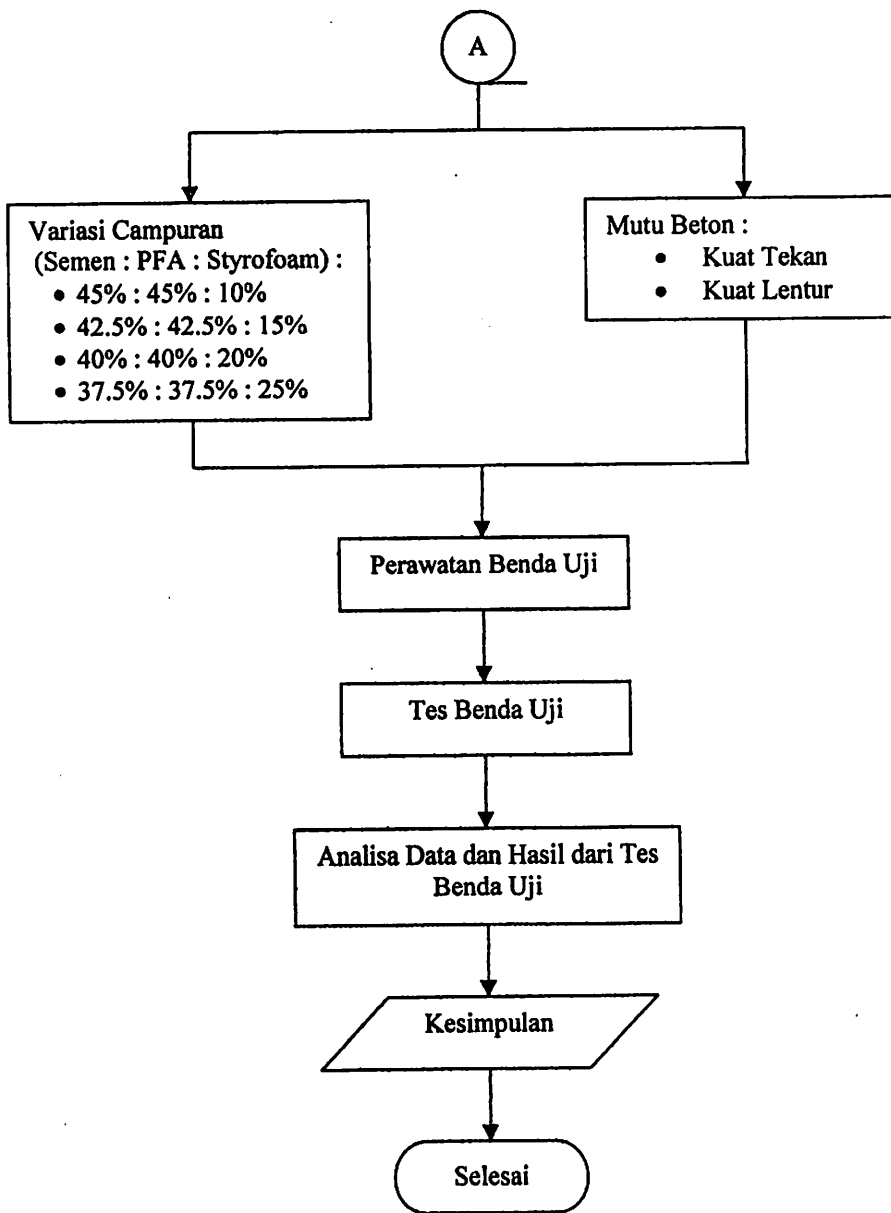
Penelitian Material		
Material	Sifat-Sifat Fisika	
Styrofoam	Styrofoam yang digunakan dalam bentuk butiran-butiran kecil.	ASTM C578-03a
Semen	Hal yang disyaratkan ASTM C150 tabel 3 & 4 (Air content of mortar, fineness, spesific surface dan lain-lain).	ASTM C150-02a Tabel 3 & 4
Air	Beberapa jenis garam (chlorida, sulfat, anorganik), karbonat & bikarbonat, kotoran dan bahan (limbah) industri.	Air dari PDAM Malang



3.3. Kerangka Penelitian

Tahap kegiatan yang dilaksanakan dalam penelitian ini sebagai berikut :





Gambar 3.1 Bagan alir langkah – langkah penelitian

3.4. Alat Dan Bahan Penelitian

Untuk keperluan penelitian baik analisa pendahuluan maupun pengujian secara keseluruhan diperlukan peralatan dan bahan.

a. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

i. Semen : Semen Gresik Jenis I

Jenis I (*Ordinat Portland Cement*)

Semen portland untuk penggunaan umum, yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

Produksi PT. Semen Gresik, dengan standar mutu mengacu pada ASTM C 150 dan SNI 0013-81. Semen berfungsi sebagai pengikat (*binder*).

ii. PFA : PFA yang akan digunakan berasal dari PLTU Paiton Probolinggo.

PFA berfungsi sebagai pengisi beton (*filler*) dan material cementitious yang bisa menggantikan fungsi semen.

iii. Air : Air yang dipakai dalam penelitian ini berasal dari instalasi air bersih Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Kampus I ITN Malang

iv. Styrofoam : Styrofoam berfungsi sebagai agregat ringan. Styrofoam yang digunakan adalah Styrofoam Pabrik dan Styrofoam Limbah. Styrofoam Pabrik dibeli sudah dalam bentuk butiran jadi dengan diameter butir rata – rata 3 mm. Sedangkan pembentukan styrofoam dari limbah pembungkus barang elektronik menjadi bentuk butiran-butiran kecil dilakukan dengan menggunakan sikat baja atau dengan cara diparut. Diameter styrofoam yang terbentuk maksimum 10 mm.

b. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- i. Peralatan Slump Test
- ii. Timbangan
- iii. Cetakan Mortar yang berukuran 5 x 5 x 5 cm
- iv. Cetakan Balok yang berukuran 15 x 15 x 60 cm
- v. Cetakan Silinder 15/30
- vi. Cetakan Bata
- vii. Talam, ember plastic, gayung
- viii. Palu Karet, kapi, tang, centong, sutil, tongkat pemadat
- ix. Gelas ukur 1000 mm
- x. Mesin pencampur beton (Concrete Mixer), dengan kapasitas 0,15 m³
- xi. Alat Uji Tekan Beton
- xii. Alat Uji Tarik Lentur
- xiii. Mistar perata (straight edge)
- xiv. Bak air untuk perendaman perawatan beton (moist curing)
- xv. Sikat baja halus
- xvi. Termometer

3.5. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melihat kualitas material semen, PFA, dan Styrofoam untuk mendapatkan informasi awal tentang sifat-sifat fisik dari material tersebut. Dengan menggunakan standar yang ada (ASTM) akan diketahui kelayakan material tersebut untuk dijadikan bahan campuran beton.

Setelah didapat informasi awal dari material tersebut, maka dilakukan perencanaan campuran semen dan PFA agar diketahui perbandingan yang optimum antara semen dan PFA. Dengan menggunakan perbandingan antara semen dan PFA yang optimum dilakukan pengujian dan analisa hasil campuran beton ringan dengan menambahkan Styrofoam sebagai bahan pengganti agregat untuk mendapatkan perbandingan jenis campuran terbaik sebagai elemen dinding beton ringan.

Untuk mencapai tujuan penelitian yang diharapkan, maka pada penelitian ini dibagi dalam beberapa tahapan penelitian, yaitu :

3.5.1. Perencanaan Campuran Beton Ringan

Perencanaan campuran yang digunakan dalam penelitian beton ringan ini disesuaikan dengan berpedoman pada ACI 212.2-98 tentang *Standard Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete*. Pedoman ini memungkinkan nilai slump sebesar 60 – 180 mm dan faktor air semen (f.a.s) sebesar 0,50. Adapun beton ringan yang terbentuk ditargetkan mempunyai berat jenis 240 kg/m^3 sampai 950 kg/m^3 dengan kuat tekan antara 0.35 MPa sampai 7 MPa sesuai fungsinya sebagai dinding pemisah atau nonstruktural. Setelah dilakukan pengujian percobaan berkali kali, maka didapatkan komposisi campuran yang memenuhi kriteria seperti yang dimaksudkan di atas.

Tabel 3.2 Variasi Campuran I (Air, Semen, PFA, Styrofoam Pabrik)

No	Jenis Pengujian	Rencana Benda Uji				Jumlah Sampel	Bentuk benda uji Bata
		Fas	Semen	PFA	Sty Pabrik		
1	Tes Tekan	0.5	45%	45%	10%	2	(6x12x27)
2	Tes Lentur	0.5	45%	45%	10%	2	(6x12x27)

Tabel 3.3 Variasi Campuran II (Air, Semen, PFA, Styrofoam Pabrik)

No	Jenis Pengujian	Rencana Benda Uji				Jumlah Sampel	Bentuk benda uji Bata
		Fas	Semen	PFA	Sty Pabrik		
1	Tes Tekan	0.5	42.5%	42.5%	15%	2	(6x12x27)
2	Tes Lentur	0.5	42.5%	42.5%	15%	2	(6x12x27)

Tabel 3.4 Variasi Campuran III (Air, Semen, PFA, Styrofoam Pabrik)

No	Jenis Pengujian	Rencana Benda Uji				Jumlah Sampel	Bentuk benda uji Bata
		Fas	Semen	PFA	Sty Pabrik		
1	Tes Tekan	0.5	40%	40%	20%	2	(6x12x27)
2	Tes Lentur	0.5	40%	40%	20%	2	(6x12x27)

Tabel 3.5 Variasi Campuran IV (Air, Semen, PFA, Styrofoam Pabrik)

No	Jenis Pengujian	Rencana Benda Uji				Jumlah Sampel	Bentuk benda uji Bata
		Fas	Semen	PFA	Sty Pabrik		
1	Tes Tekan	0.5	37.5%	37.5%	25%	2	(6x12x27)
2	Tes Lentur	0.5	37.5%	37.5%	25%	2	(6x12x27)

3.5.2. Pembuatan Benda Uji

3.5.2.1. Persiapan Material

Persiapan yang dilakukan adalah mengumpulkan material Semen, PFA, Styrofoam. Semen yang dipakai adalah semen Gresik Jenis I yang dibeli dari toko bahan bangunan yang ada di sekitar laboratorim Bahan Konstruksi. Styrofoam yang dipakai dalam penelitian ini ada dua macam, yaitu Styrofoam Pabrik yang dibeli dari toko dalam bentuk butiran-butiran kecil dan Styrofoam Limbah (yang biasa digunakan dalam pembungkusan barang elektronik) yang diambil dari limbah dilingkungan ITN (Institut Teknologi Nasional Malang), kemudian diparut sampai lolos saringan 10 mm. PFA yang digunakan adalah PFA yang dibeli dari sisa pembakaran Batubara PLTU Paiton Probolinggo. Dan material lain yang digunakan adalah air yang diambil dari keran Laboratorium Bahan Konstruksi ITN Malang.

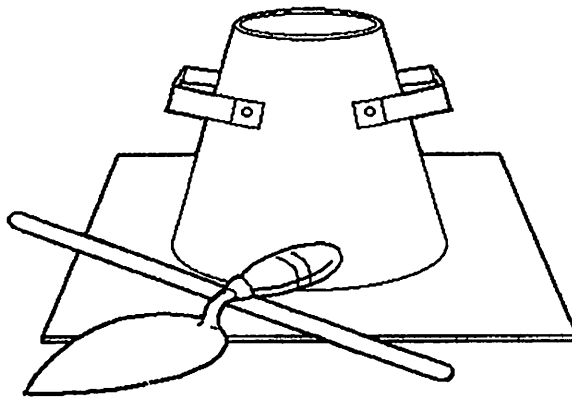
Bahan – bahan atau material yang ada kemudian ditimbang sesuai perbandingan dan kapasitas cetakan benda uji yang digunakan.

3.5.2.2. Pembuatan Benda Uji Coba – Coba

Pembuatan benda uji ini adalah dalam rangka menciptakan komposisi elemen dinding beton ringan yang ideal yang layak diteliti guna mencapai kategori patokan sebagaimana tertera dalam diagram penelitian. Pengujian ini hanya terbatas pada kuat tekan dan berat jenis karena sifat ini yang paling utama sebagai penentu ciri khas beton ringan.

3.5.2.3. Tes Slump

Slump dilakukan sesuai yang disyaratkan ASTM C143/C143M-00. Tes ini adalah untuk menentukan konsistensi adukan (kekentalan mortar) dengan cara mengukur besarnya diameter setelah dilakukan ketukan hingga 25 x.

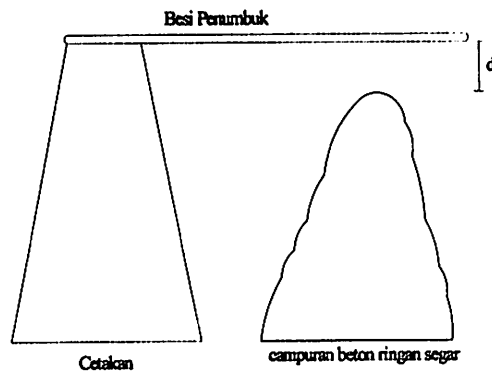


Gambar 3.2 Peralatan Slump Test

Prosedur Pelaksanaan:

- cetakan dan pelat dibasahi dengan kain basah
- letakkan cetakan diatas pelat
- isilah cetakan sampai penuh dengan campuran beton segar dalam 3 lapis. Tiap lapis kira kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Tongkat pemadat harus masuk tepat sampai bagian bawah tiap tiap lapisan. Pada lapisan pertama, penusukan bagian tepi dilakukan dengan tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan dinding cetakan.

- Setelah selesai pemadatan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat, tunggu selama setengah menit, dan dalam jangka waktu itu semua kelebihan beton segar di sekitar cetakan harus dibersihkan.
- Cetakan diangkat perlahan lahan tegak lurus ke atas.
- Letakkan cetakan disamping benda uji.
- Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata rata dari benda uji.
- Laporkan hasil pengukuran slump dalam satuan cm.
- Dimana d = penurunan sampel



Gambar 3.3 Ilustrasi Pengujian Slump

3.5.2.4. Pelaksanaan Pengecoran

Pelaksanaan pengecoran dilakukan setelah semua perhitungan mix design telah dihitung, lalu dilanjutkan dengan persiapan dan pembuatan benda uji. Adapun pengecoran dapat ditabelkan dalam tabel 3.6, 3.7, 3.8, dan 3.9 berikut :

Tabel 3.6 Jadwal Pelaksanaan Pengecoran Mortar

Tanggal Pengecoran	Prosentase (%)			Jumlah	Volume (cm ³)	Kebutuhan Bahan		Slump (mm)
	S	PFA	Sty			gr		
17/11/09	45	45	10	4	500	S	348.233	-
						PFA	519.750	
						Sty	0.880	
3/11/09	42.5	42.5	15	4	500	S	328.886	-
						PFA	490.875	
						Sty	1.320	
19/11/09	40	40	20	4	500	S	309.540	-
						PFA	462.000	
						Sty	1.760	
29/10/09	37.5	37.5	25	4	500	S	290.194	-
						PFA	433.125	
						Sty	2.200	

Tabel 3.7 Jadwal Pelaksanaan Pengecoran Silinder

Tanggal Pengecoran	Prosentase (%)			Jumlah	Volume (cm ³)	Kebutuhan Bahan		Slump (mm)
	S	PFA	Sty			gr		
8/12/09	45	45	10	2	10597.5	S	7380.788	80
						PFA	11016.101	
						Sty	18.652	
8/12/09	42.5	42.5	15	2	10597.5	S	6970.744	90
						PFA	10404.096	
						Sty	27.977	
10/12/09	40	40	20	2	10597.5	S	6560.700	83
						PFA	9792.090	
						Sty	37.303	
10/12/09	37.5	37.5	25	2	10597.5	S	6150.657	85
						PFA	9180.084	
						Sty	46.629	

Tabel 3.8 Jadwal Pelaksanaan Pengecoran Balok

Tanggal Pengecoran	Prosentase (%)			Jumlah	Volume (cm ³)	Kebutuhan Bahan		Slump (mm)
	S	PFA	Sty			gr		
6/12/09	45	45	10	3	40500	S	28206.833	92
						PFA	42099.750	
						Sty	71.280	
3/11/09	42.5	42.5	15	3	40500	S	26639.786	85
						PFA	39760.875	
						Sty	106.920	
5/11/09	40	30	20	3	40500	S	25072.740	80
						PFA	28066.500	
						Sty	142.560	
19/11/09	37.5	37.5	25	3	40500	S	23505.694	95
						PFA	35083.125	
						Sty	178.200	

Tabel 3.9 Jadwal Pelaksanaan Pengecoran Bata

Tanggal Pengecoran	Prosentase (%)			Jumlah	Volume (cm ³)	Kebutuhan Bahan		Slump (mm)
	S	PFA	Sty			gr		
5/12/09	45	45	10	4	7776	S	5415.712	90
						PFA	8083.152	
						Sty	13.686	
5/12/09	40	40	20	4	7776	S	4813.966	80
						PFA	7185.024	
						Sty	27.372	
7/12/09	37.5	37.5	25	4	7776	S	4513.093	85
						PFA	6735.960	
						Sty	34.214	
7/12/09	42.5	42.5	15	4	7776	S	5114.839	80
						PFA	7634.088	
						Sty	20.529	

Setiap kejadian dalam penelitian ini harus diikuti pengamatan, semakin detil pengamatan akan semakin besar manfaat dari penelitian ini. Sehingga dari pengamatan tersebut bisa mengambil suatu kesimpulan yang merupakan akhir dari penelitian ini.

3.5.3. Perawatan Benda Uji (Curing)

Benda uji dirawat setelah pengecoran selesai dan dituang kedalam cetakan, perawatan awal yang dilakukan adalah menjaga agar air semen yang dituang kedalam cetakan tidak keluar terlalu banyak yaitu dengan cara mengencangkan sela-sela yang terdapat pada cetakan, dan setelah selesai mengecor benda uji ditaruh ditempat yang aman dari getaran selama 24 jam sebelum cetakan dibuka. Terhadap semua benda uji akan dilakukan perawatan dengan cara perendaman. Perendaman sesuai dengan standar ASTM C192/C192M-02 yaitu dengan air yang dapat digunakan untuk pekerjaan beton.

Untuk pengujian mutu dirawat dengan perendaman dalam bak perendaman selama 28 hari dan direndam langsung setelah cetakan dilepas. Sedangkan untuk benda uji yang hendak diteliti perawatan dilakukan dengan menyiram-nyiram beton selama 7 hari setelah dilepas dari cetakan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemeriksaan Bahan Penyusun Elemen Dinding Beton Ringan

Tes fisik bahan-bahan penyusun elemen dinding beton ringan diantaranya:

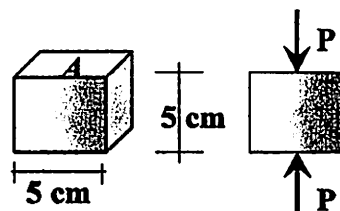
Tabel 4.1 Hasil uji material pengisi beton ringan

No.	Jenis Material	Jenis Pengujian	Nilai	Keterangan
1.	Semen	Berat volume	1.407 (gr/cm ³)	Kondisi kering
2.	PFA	Berat volume	2.1 (gr/cm ³)	Kondisi kering
3.	Styrofoam Pabrik	Unit weight	0.016 (gr/cm ³)	Kondisi kering

4.2. Pengujian Mortar

Tes Kuat Tekan Mortar

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan mortar dalam menerima beban tekan. Sampel berukuran 5x5x5 cm³, masing-masing 4 buah pada setiap macam komposisi PFA dan semen. Sebelum melakukan pengujian, sampel direndam dalam air (*curing*) untuk menjaga agar selama berlangsung proses pengerasan mortar tidak kekurangan air. Setelah umur 28 hari sampel dites tekan dengan alat tekan Torsee's Universal Testing Machine. Untuk mengevaluasi kuat tekan hancur adalah sesuai yang disyaratkan oleh ASTM C109/C109M-02.



Gambar 4.1 Sketsa Pembebanan Tes Tekan Mortar

Tabel 4.2 Pengujian Kuat Tekan Mortar Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 10 %

Perihal : 10 %Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Mortar 5 x 5 x 5 cm

No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan Hancur (Kg)	Teg. Hancur Riil (Kg/cm ²)	Teg. Hancur 28 hari (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty							
1	45	45	10	17/11/09	17/12/09	28	0.243	4000	160	160
2				17/11/09	17/12/09	28	0.250	5700	228	228
3				17/11/09	17/12/09	28	0.243	4100	164	164
4				17/11/09	17/12/09	28	0.264	6000	240	240

Keterangan :

- Contoh perhitungan benda uji 1

$$\begin{aligned} \text{Tegangan hancur riil :} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{4000}{25} \\ &= 160 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan hancur 28 hari : } f'_{ci} &= \frac{P}{A.Fu} \\ &= \frac{4000}{25.1} \\ &= 160 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Kuat tekan rata – rata

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= \frac{\sum f'c}{n} \\ &= \frac{792}{4} \\ &= 198 \text{ Kg/cm}^2 = 19.8 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Standar deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c - f'cr)^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(160-198)^2 + (228-198)^2 + (164-198)^2 + (240-198)^2}{4-1}}$$

$$= 41.889 \text{ Kg/cm}^2 = 4.189 \text{ Mpa}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$f_c = f_{cr} - (1,64 \times S)$$

$$= f_{cr} - (1,64 \times (4.189))$$

$$= 19.8 - 6.87$$

$$= 12.93 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.3 Pengujian Kuat Tekan Mortar Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 15 %

Perihal : 15 %Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Mortar 5 x 5 x 5 cm

No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan Hancur (Kg)	Teg. Hancur Riil (Kg/cm ²)	Teg. Hancur 28 hari (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty							
1	42.5	42.5	15	3/11/09	3/12/09	28	0.240	3500	140	140
2				3/11/09	3/12/09	28	0.240	3500	140	140
3				3/11/09	3/12/09	28	0.248	5500	220	220
4				3/11/09	3/12/09	28	0.240	4000	160	160

Keterangan :

- Contoh perhitungan benda uji 1

$$\begin{aligned}\text{Tegangan hancur riil :} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{3500}{25} \\ &= 140 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tegangan hancur 28 hari : } f'_{ci} &= \frac{P}{A.Fu} \\ &= \frac{3500}{25.1} \\ &= 140 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

- Kuat tekan rata – rata

$$\begin{aligned}f_{cr} &= \frac{\sum_1^4 f'c}{n} \\ &= \frac{660}{4} \\ &= 165 \text{ Kg/cm}^2 = 16.5 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

- Standar deviasi

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c - f'_{cr})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(140-165)^2 + (140-165)^2 + (220-165)^2 + (160-165)^2}{4-1}} \\ &= 37.859 \text{ Kg/cm}^2 = 3.786 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$f_c = f_{cr} - (1,64 \times S)$$

$$= f_{cr} - (1,64 \times (3,786))$$

$$= 16,5 - 6,21$$

$$= 10,29 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.4 Pengujian Kuat Tekan Mortar Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 20 %

Perihal : 20 %Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Mortar 5 x 5 x 5 cm

No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan Hancur (Kg)	Teg. Hancur Riil (Kg/cm ²)	Teg. Hancur 28 hari (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty							
1	40	40	20	19/11/09	12/12/09	28	0.232	3100	124	124
2				19/11/09	12/12/09	28	0.229	2800	112	112
3				19/11/09	12/12/09	28	0.236	3300	132	132
4				19/11/09	12/12/09	28	0.227	2300	92	92

Keterangan :

- Contoh perhitungan benda uji 1

$$\begin{aligned} \text{Tegangan hancur riil :} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{3100}{25} \\ &= 124 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan hancur 28 hari : } f'_{ci} &= \frac{P}{A.Fu} \\ &= \frac{3100}{25.1} \\ &= 124 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Kuat tekan rata – rata

$$\begin{aligned}
 f_{cr} &= \frac{\sum_1^4 f'_c}{n} \\
 &= \frac{460}{4} \\
 &= 115 \text{ Kg/cm}^2 = 11.5 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

- Standar deviasi

$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'_c - f'_{cr})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(124 - 115)^2 + (112 - 115)^2 + (132 - 115)^2 + (92 - 115)^2}{4-1}} \\
 &= 17.397 \text{ Kg/cm}^2 = 1.74 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$\begin{aligned}
 f_c &= f_{cr} - (1,64 \times S) \\
 &= f_{cr} - (1.64 \times (1.74)) \\
 &= 11.5 - 2.85 \\
 &= 8.65 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Pengujian Kuat Tekan Mortar Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 25 %

Perihal : 25 %Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Mortar 5 x 5 x 5 cm

No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan Hancur (Kg)	Teg. Hancur Riil (Kg/cm ²)	Teg. Hancur 28 hari (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty							
1	37.5	37.5	25	29/10/09	28/11/09	28	0.225	2500	100	100
2				29/10/09	28/11/09	28	0.226	3000	120	120
3				29/10/09	28/11/09	28	0.215	2000	80	80
4				29/10/09	28/11/09	28	0.218	2000	80	80

Keterangan :

- Contoh perhitungan benda uji 1

$$\begin{aligned} \text{Tegangan hancur riil :} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{2500}{25} \\ &= 100 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan hancur 28 hari : } f'_{ci} &= \frac{P}{A.Fu} \\ &= \frac{2500}{25.1} \\ &= 100 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Kuat tekan rata – rata

$$\begin{aligned} f_{cr} &= \frac{\sum_1^4 f'c}{n} \\ &= \frac{380}{4} \\ &= 95 \text{ Kg/cm}^2 = 9.5 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Standar deviasi

$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c - f'cr)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(100-95)^2 + (120-95)^2 + (80-95)^2 + (80-95)^2}{4-1}} \\
 &= 19.149 \text{ Kg/cm}^2 = 1.915 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$f_c = f_{cr} - (1,64 \times S)$$

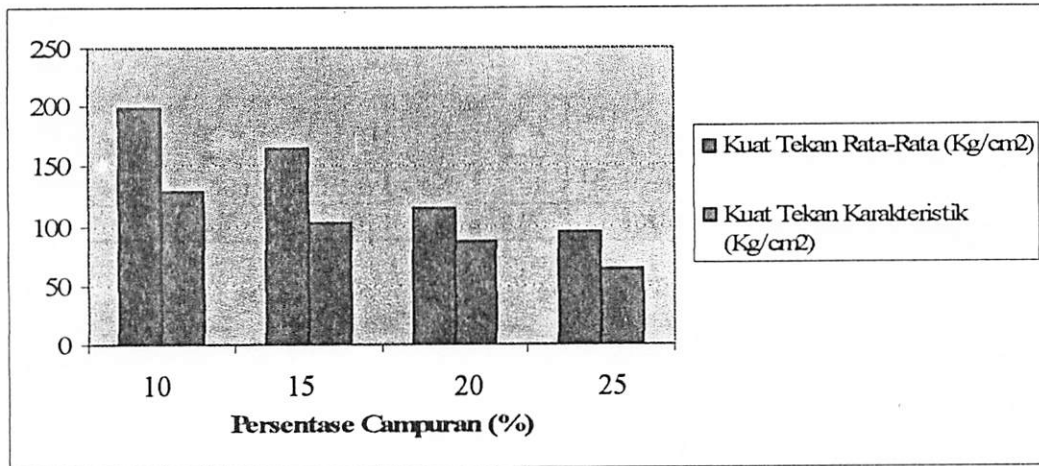
$$= f_{cr} - (1.64 \times (1.915))$$

$$= 9.5 - 3.14$$

$$= 6.36 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.6 Nilai Kuat Tekan Dengan Benda Uji Mortar

No.	Persentase Campuran (%)			Kuat Tekan	Kuat Tekan
	S	PFA	Sy	Rata-Rata (Kg/cm2)	Karakteristik (Kg/cm2)
1	45	45	10	198	129.3
2	42.5	42.5	15	165	102.9
3	40	40	20	115	86.5
4	37.5	37.5	25	95	63.6



Grafik 4.1 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata – Rata Dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Dengan Benda Uji Mortar

4.3. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilaksanakan pada saat umur beton mencapai 28 hari

adapun hasil pengujiannya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7 Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 10 %

Perihal : 10 % Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Silinder 15 x 30 cm

No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan Hancur (Kg)	Teg. Hancur Riil (Kg/cm ²)	Teg. Hancur 28 hari (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty							
1	45	45	10	8/12/09	7/1/10	28	9.98	46000	260.202	260.202
2				8/12/09	7/1/10	28	9.96	38000	214.949	214.949

Keterangan :

- Contoh perhitungan benda uji 1

$$\begin{aligned}\text{Tegangan hancur riil :} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{46000}{(3.14 \times 7.5^2)} \\ &= 260.202 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tegangan hancur 28 hari : } f'_{ci} &= \frac{P}{A \cdot F_u} \\ &= \frac{46000}{(3.14 \times 7.5^2) \times 1} \\ &= 260.202 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

- Kuat tekan rata – rata

$$\begin{aligned}f_{cr} &= \frac{\sum_1^2 f'_c}{n} \\ &= \frac{475.152}{2} \\ &= 237.576 \text{ Kg/cm}^2 = 23.76 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

- Standar deviasi

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'_c - f'_{cr})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(260.202 - 237.576)^2 + (214.949 - 237.576)^2}{2-1}} \\ &= 31.998 \text{ Kg/cm}^2 = 3.2 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$f_c = f_{cr} - (1,64 \times S)$$

$$= f_{cr} - (1,64 \times (3,2))$$

$$= 23,76 - 5,25$$

$$= 18,512 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.8 Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 15 %

Perihal : 15 % Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Silinder 15 x 30 cm

No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan Hancur (Kg)	Teg. Hancur Riil (Kg/cm ²)	Teg. Hancur 28 hari (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty							
1	42,5	42,5	15	8/12/09	7/1/10	28	9,67	33000	186,667	186,667
2				8/12/09	7/1/10	28	9,79	38000	214,949	214,949

Keterangan :

- Contoh perhitungan benda uji 1

$$\begin{aligned} \text{Tegangan hancur riil :} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{33000}{(3,14 \times 7,5^2)} \\ &= 186,667 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan hancur 28 hari : } f'_{ci} &= \frac{P}{A \cdot Fu} \\ &= \frac{33000}{(3,14 \times 7,5^2) \times 1} \\ &= 186,667 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Kuat tekan rata – rata

$$f_{cr} = \frac{\sum_1^2 f'_c}{n}$$

$$= \frac{401.616}{2}$$

$$= 200.808 \text{ Kg/cm}^2 = 20.1 \text{ Mpa}$$

- Standar deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'_c - f'_{cr})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(186.667 - 200.808)^2 + (214.949 - 200.808)^2}{2-1}}$$

$$= 19.999 \text{ Kg/cm}^2 = 1.99 \text{ Mpa}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$f_c = f_{cr} - (1,64 \times S)$$

$$= f_{cr} - (1.64 \times (1.99))$$

$$= 20.1 - 3.264$$

$$= 16.836 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.9 Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 20 %

Perihal : 20 % Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Silinder 15 x 30 cm

No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (kg)	Tekanan Maksimum (kg)	Teg. Hancur Baku (kg/cm ²)	Teg. Hancur 28 Hari (kg/cm ²)
	R	PFA	Blk							
1	20	30	40	10/10/00	10/10/00	28	1000	100000	10000	10000

Keterangan :

- Contoh perhitungan benda uji 1

$$\begin{aligned}\text{Tegangan hancur riil :} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{26000}{(3.14 \times 7.5^2)} \\ &= 147.071 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tegangan hancur 28 hari : } f'_{ci} &= \frac{P}{A \cdot Fu} \\ &= \frac{26000}{(3.14 \times 7.5^2) \times 1} \\ &= 147.071 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

- Kuat tekan rata – rata

$$\begin{aligned}f'_{cr} &= \frac{\sum_1^2 f'c}{n} \\ &= \frac{311.111}{2} \\ &= 155.556 \text{ Kg/cm}^2 = 15.56 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

- Standar deviasi

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c - f'_{cr})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(147.071 - 155.556)^2 + (164.040 - 155.556)^2}{2-1}} \\ &= 11.999 \text{ Kg/cm}^2 = 1.19 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$f_c = f'_{cr} - (1,64 \times S)$$

$$= f'_{cr} - (1,64 \times (1,19))$$

$$= 15,56 - 1,952$$

$$= 13,608 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.10 Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 25 %

Perihal : 25 % Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Silinder 15 x 30 cm

No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan Hancur (Kg)	Teg. Hancur Riil (Kg/cm ²)	Teg. Hancur 28 hari (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty							
1	37,5	37,5	25	10/12/09	9/1/10	28	8,70	25000	141,414	141,414
2				10/12/09	9/1/10	28	8,65	24000	135,758	135,758

Keterangan :

- Contoh perhitungan benda uji 1

$$\begin{aligned} \text{Tegangan hancur riil :} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{25000}{(3,14 \times 7,5^2)} \\ &= 141,414 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan hancur 28 hari : } f'_{ci} &= \frac{P}{A \cdot Fu} \\ &= \frac{25000}{(3,14 \times 7,5^2) \times 1} \\ &= 141,414 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Kuat tekan rata – rata

$$f'_{cr} = \frac{\sum_1^2 f'c}{n}$$

$$= \frac{277.172}{2}$$

$$= 138.586 \text{ Kg/cm}^2 = 13.86 \text{ Mpa}$$

- Standar deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c - f'_{cr})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(141.414 - 138.586)^2 + (135.758 - 138.586)^2}{2-1}}$$

$$= 3.999 \text{ Kg/cm}^2 = 0.39 \text{ Mpa}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$f_c = f'_{cr} - (1,64 \times S)$$

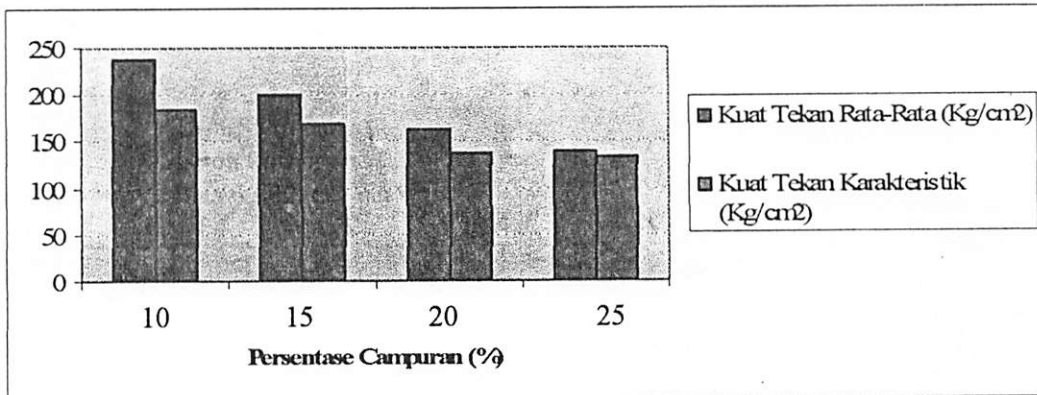
$$= f'_{cr} - (1.64 \times (0.39))$$

$$= 13.86 - 0.64$$

$$= 13.22 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.11 Nilai Kuat Tekan Dengan Benda Uji Silinder

No.	Persentase Campuran (%)			Kuat Tekan Rata-Rata (Kg/cm2)	Kuat Tekan Karakteristik (Kg/cm2)
	S	PFA	Sty		
1	45	45	10	237.576	185.12
2	42.5	42.5	15	200.808	168.36
3	40	40	20	161.78	136.08
4	37.5	37.5	25	138.586	132.2



Grafik 4.2 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata – Rata Dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Dengan Benda Uji Silinder

Tes Kuat Tekan Elemen Dinding Beton Ringan

Pengujian kuat tekan (ASTM C 39-94) dimaksudkan mengetahui kuat tekan beton pada umur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan cara memberi tekanan benda uji berbentuk persegi ukuran 6 x 12 x 27 cm dengan kecepatan konstan, sehingga benda uji retak.

Tabel 4.12 Pengujian Kuat Tekan Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 10 %

Perihal : 10 % Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Bata 6 x 12 x 27 cm

No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan Hancur (Kg)	Teg. Hancur Riil (Kg/cm ²)	Teg. Hancur 28 hari (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty							
1	45	45	10	5/12/09	4/1/10	28	2,120	110000	339.506	339.506
2				5/12/09	4/1/10	28	2,300	119000	367.284	367.284

Keterangan :

- Contoh perhitungan benda uji 1

$$\begin{aligned}\text{Tegangan hancur riil :} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{110000}{(12 \times 27)} \\ &= 339.506 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tegangan hancur 28 hari : } f'_{ci} &= \frac{P}{A \cdot Fu} \\ &= \frac{110000}{(12 \times 27) \times 1} \\ &= 339.506 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

- Kuat tekan rata – rata

$$\begin{aligned}f_{cr} &= \frac{\sum_1^2 f'c}{n} \\ &= \frac{706.790}{2} \\ &= 353.395 \text{ Kg/cm}^2 = 35.34 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

- Standar deviasi

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c - f'_{cr})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(339.506 - 353.395)^2 + (367.284 - 353.395)^2}{2-1}} \\ &= 19.642 \text{ Kg/cm}^2 = 1.964 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$f_c = f_{cr} - (1,64 \times S)$$

$$= f_{cr} - (1,64 \times (1.964))$$

$$= 35.34 - 3.221$$

$$= 32.119 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.13 Pengujian Kuat Tekan Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 15 %

Perihal	: 15 % Styrofoam									
Pekerjaan	: Beton Ringan									
Bentuk Benda Uji	: Bata 6 x 12 x 27 cm									
No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan Hancur (Kg)	Teg. Hancur Riil (Kg/cm ²)	Teg. Hancur 28 hari (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty							
1	42.5	42.5	15	5/12/09	4/1/10	28	2,030	70800	218.519	218.519
2				5/12/09	4/1/10	28	2,060	72000	222.222	222.222

Keterangan :

- Contoh perhitungan benda uji 1

$$\begin{aligned} \text{Tegangan hancur riil :} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{70800}{(12 \times 27)} \\ &= 218.519 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan hancur 28 hari : } f'_{ci} &= \frac{P}{A \cdot Fu} \\ &= \frac{70800}{(12 \times 27) \times 1} \\ &= 218.519 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Kuat tekan rata – rata

$$f_{cr} = \frac{\sum_1^2 f'c}{n}$$

$$= \frac{440.741}{2}$$

$$= 220.37 \text{ Kg/cm}^2 = 22.04 \text{ Mpa}$$

- Standar deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c - f'cr)^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(218.519 - 220.37)^2 + (222.222 - 220.37)^2}{2-1}}$$

$$= 2.619 \text{ Kg/cm}^2 = 0.262 \text{ Mpa}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$f_c = f_{cr} - (1,64 \times S)$$

$$= f_{cr} - (1.64 \times (0.262))$$

$$= 22.04 - 0.43$$

$$= 21.61 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.14 Pengujian Kuat Tekan Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 20 %

Perihal : 20 % Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Bata 6 x 12 x 27 cm

No.	Persentase (%)			Tanggal	Tanggal	Umur (hari)	Berat (kg)	Tekanan Hancur (kN)	Teg. Hancur (Kg/cm ²)	Teg. Hancur (kN/cm ²)
	B	PPA	Sty							
1	20	20	20	20/11/2019	20/11/2019	28	11.11	11.11	11.11	11.11

Keterangan :

- Contoh perhitungan benda uji 1

$$\begin{aligned} \text{Tegangan hancur riil :} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{58000}{(12 \times 27)} \\ &= 179.012 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan hancur 28 hari : } f'_{ci} &= \frac{P}{A \cdot F_u} \\ &= \frac{58000}{(12 \times 27) \times 1} \\ &= 179.012 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Kuat tekan rata – rata

$$\begin{aligned} f_{cr} &= \frac{\sum_1^2 f'_c}{n} \\ &= \frac{367.284}{2} \\ &= 183.642 \text{ Kg/cm}^2 = 18.36 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Standar deviasi

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'_c - f'_{cr})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(179.012 - 183.642)^2 + (188.272 - 183.642)^2}{2-1}} \\ &= 6.547 \text{ Kg/cm}^2 = 0.655 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$\begin{aligned}
 f_c &= f_{cr} - (1,64 \times S) \\
 &= f_{cr} - (1,64 \times (0.655)) \\
 &= 18.36 - 1.074 \\
 &= 17.286 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Pengujian Kuat Tekan Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 25 %

Perihal : 25 % Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Bata 6 x 12 x 27 cm

No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan Hancur (Kg)	Teg. Hancur Riil (Kg/cm ²)	Teg. Hancur 28 hari (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty							
1	37.5	37.5	25	7/12/09	6/1/10	28	1,950	60000	185.185	185.185
2				7/12/09	6/1/10	28	1,920	57500	177.469	177.469

Keterangan :

- Contoh perhitungan benda uji 1

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan hancur riil :} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{60000}{(12 \times 27)} \\
 &= 185.185 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan hancur 28 hari : } f'_{ci} &= \frac{P}{A.Fu} \\
 &= \frac{58000}{(12 \times 27) \times 1} \\
 &= 185.185 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

- Kuat tekan rata – rata

$$\begin{aligned}
 f_{cr} &= \frac{\sum_1^2 f'_c}{n} \\
 &= \frac{362.654}{2} \\
 &= 181.327 \text{ Kg/cm}^2 = 18.13 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

- Standar deviasi

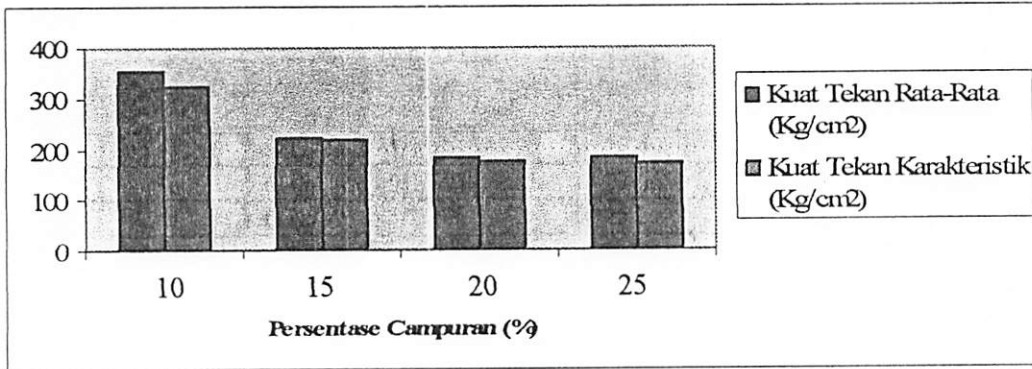
$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'_c - f'_{cr})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(185.185 - 181.327)^2 + (177.469 - 181.327)^2}{2-1}} \\
 &= 5.456 \text{ Kg/cm}^2 = 0.546 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$\begin{aligned}
 f_c &= f_{cr} - (1,64 \times S) \\
 &= f_{cr} - (1.64 \times (0.546)) \\
 &= 18.13 - 0.895 \\
 &= 17.235 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.16 Nilai Kuat Tekan Dengan Benda Uji Bata

No.	Persentase Campuran (%)			Kuat Tekan Rata-Rata (Kg/cm2)	Kuat Tekan Karakteristik (Kg/cm2)
	S	PFA	Sty		
1	45	45	10	353.4	321.19
2	42.5	42.5	15	220.37	216.1
3	40	40	20	183.64	172.86
4	37.5	37.5	25	181.33	172.35



Grafik 4.3 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata – Rata Dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Dengan Benda Uji Bata

4.4. Pengujian Kuat Lentur

Sebagaimana dalam uji tekan, dinding juga tidak mengalami beban selain beban di atasnya, tetapi keberadaan dinding yang memenuhi syarat keamanan terhadap berbagai macam gangguan atau kejadian yang tak terduga sangatlah mutlak dibutuhkan, termasuk untuk uji lentur ini.

Tabel 4.17 Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 10 %

Perihal : 10 % Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Balok 15 x 15 x 60 cm

No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan P (Kg)	Kuat Tarik Lentur Fr (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty						
1	45	45	10	6/12/09	5/1/10	28	27.49	1800	29.696
2				6/12/09	5/1/10	28	27.66	2000	32.996
3				6/12/09	5/1/10	28	25.21	1600	26.396

Contoh perhitungan Benda Uji 1 :

$$\begin{aligned}
 f_r &= 0,96 \frac{P.L}{b.d^2} \\
 &= 0,96 \frac{1800.58}{15.15^2} \\
 &= 29.696 \text{ Kg/cm}^2 = 2.97 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.18 Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 15 %

Perihal : 15 % Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Balok 15 x 15 x 60 cm

No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan P (Kg)	Kuat Tarik Lentur Fr (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty						
1	42.5	42.5	15	3/11/09	3/12/09	28	25.13	1580	26.066
2				3/11/09	3/12/09	28	24.37	1400	23.097
3				3/11/09	3/12/09	28	24.67	1450	23.922

Contoh perhitungan Benda Uji 1 :

$$\begin{aligned}
 f_r &= 0,96 \frac{P.L}{b.d^2} \\
 &= 0,96 \frac{1580.58}{15.15^2} \\
 &= 26.066 \text{ Kg/cm}^2 = 2.61 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.19 Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 20 %

Perihal : 20 % Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Balok 15 x 15 x 60 cm

No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan P (Kg)	Kuat Tarik Lentur Fr (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty						
1	40	40	20	5/11/09	3/12/09	28	24.16	1300	21.447
2				5/11/09	3/12/09	28	23.53	1150	18.972
3				5/11/09	3/12/09	28	23.74	1200	19.797

Contoh perhitungan Benda Uji 1 :

$$\begin{aligned}
 fr &= 0,96 \frac{P.L}{b.d^2} \\
 &= 0,96 \frac{1300.58}{15.15^2} \\
 &= 21.447 \text{ Kg/cm}^2 = 2.14 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.20 Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 25 %

Perihal : 25 % Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Balok 15 x 15 x 60 cm

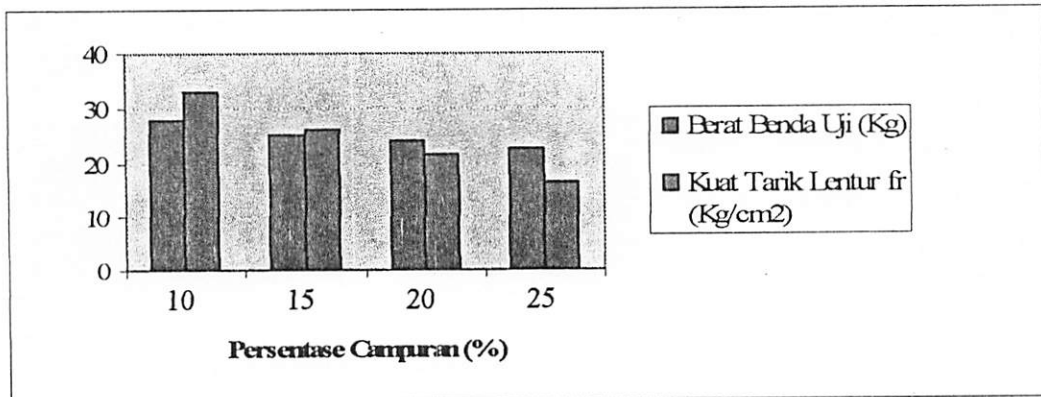
No.	Persentase (%)			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan P (Kg)	Kuat Tarik Lentur Fr (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty						
1	37.5	37.5	25	19/11/09	19/12/09	28	22.69	1000	16.498
2				19/11/09	19/12/09	28	22.63	950	15.673
3				19/11/09	19/12/09	28	22.60	900	14.848

Contoh perhitungan Benda Uji 1 :

$$\begin{aligned}
 f_r &= 0,96 \frac{P.L}{b.d^2} \\
 &= 0,96 \frac{1000.58}{15.15^2} \\
 &= 16.498 \text{ Kg/cm}^2 = 1.65 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.21 Nilai Kuat Tarik Lentur tertinggi antar Persentase campuran dengan Benda Uji Balok

No.	Persentase Campuran (%)			No. Benda Uji	Berat Benda Uji (Kg)	Kuat Tarik Lentur f_r (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty			
1	45	45	10	2	27.66	32.996
2	42.5	42.5	15	1	25.13	26.066
3	40	40	20	1	24.16	21.447
4	37.5	37.5	25	1	22.69	16.498



Grafik 4.4 Perbandingan Berat Benda Uji Dan Kuat Tarik lentur Beton Dengan Benda Uji Balok

Tes Kuat Lentur Elemen Dinding Beton Ringan

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui perilaku lentur beton dan beban pada balok beton sederhana pada umur rendaman benda uji beton 28 hari. Benda uji adalah balok beton ukuran 60 x 120 x 270 mm yang ditumpu sederhana. Alat yang digunakan adalah Universal testing Machine model Torssee untuk pembebanannya. Standar pengujian menggunakan Balok Sederhana dengan Pembebanan Pada Segitiga Bentang (Simple Beam With Third Point Loading) sesuai ASTM C.78-02.

Tabel 4.22 Pengujian Kuat Lentur Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 10 %

Perihal : 10 % Styrofoam
Pekerjaan : Beton Ringan
Bentuk Benda Uji : Bata 6 x 12 x 27 cm

No.	Prosentase			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan P (Kg)	Kuat Tarik Lentur Fr (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty						
1	45	45	10	5/12/09	4/1/10	28	2.35	246	21.4
2				5/12/09	4/1/10	28	2.3	184	16.0

Contoh perhitungan Benda Uji 1 :

$$\begin{aligned}fr &= 1.5 \frac{P.L}{b.d^2} \\ &= 1.5 \frac{246.25}{12.6^2} \\ &= 21.4 \text{ Kg/cm}^2 = 2.14 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Tabel 4.23 Pengujian Kuat Lentur Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 15 %

Perihal : 15 % Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Bata 6 x 12 x 27 cm

No.	Prosentase			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan P (Kg)	Kuat Tarik Lentur Fr (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty						
1	42.5	42.5	15	5/12/09	4/1/10	28	2.05	179	15.5
2				5/12/09	4/1/10	28	2.02	175	15.2

Contoh perhitungan Benda Uji 1 :

$$\begin{aligned}
 f_r &= 1.5 \frac{P.L}{b.d^2} \\
 &= 1.5 \frac{179.25}{12.6^2} \\
 &= 15.5 \text{ Kg/cm}^2 = 1.55 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.24 Pengujian Kuat Lentur Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 20 %

Perihal : 20 % Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Bata 6 x 12 x 27 cm

No.	Prosentase			Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan P (Kg)	Kuat Tarik Lentur Fr (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty						
1	40	40	20	7/12/09	6/1/10	28	2.01	160	13.9
2				7/12/09	6/1/10	28	1.98	157	13.6

Contoh perhitungan Benda Uji 1 :

$$\begin{aligned}
 f_r &= 1.5 \frac{P.L}{b.d^2} \\
 &= 1.5 \frac{160.25}{12.6^2} \\
 &= 13.9 \text{ Kg/cm}^2 = 1.39 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.25 Pengujian Kuat Lentur Bata Beton Dengan Persentase Campuran Styrofoam 25 %

Perihal : 25 % Styrofoam
 Pekerjaan : Beton Ringan
 Bentuk Benda Uji : Bata 6 x 12 x 27 cm

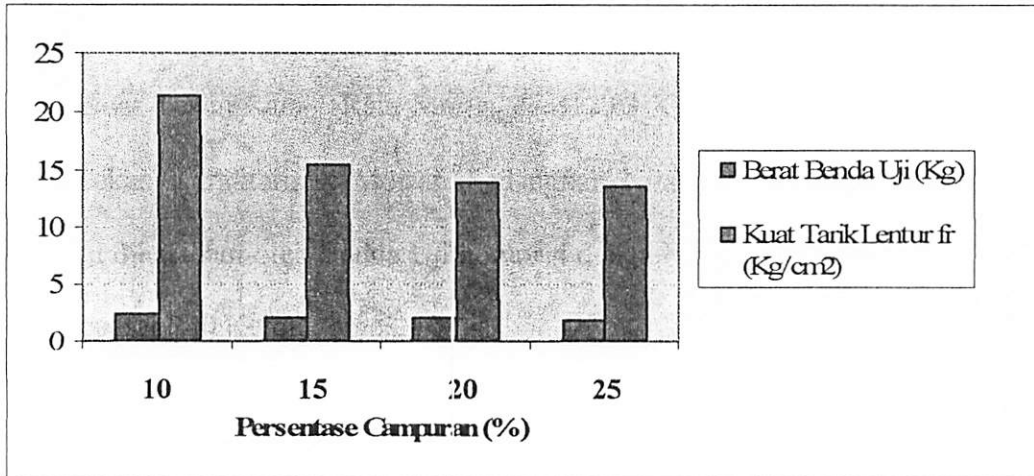
No.	Prosentase			Tanggal Buat	Tanggal Tes	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tekanan P (Kg)	Kuat Tarik Lentur Fr (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty						
1	37.5	37.5	25	7/12/09	6/1/10	28	1.93	155	13.5
2				7/12/09	6/1/10	28	1.91	152	13.2

Contoh perhitungan Benda Uji 1 :

$$\begin{aligned}
 f_r &= 1.5 \frac{P.L}{b.d^2} \\
 &= 1.5 \frac{155.25}{12.6^2} \\
 &= 13.5 \text{ Kg/cm}^2 = 1.35 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.26 Nilai Kuat Tarik Lentur tertinggi antar Persentase campuran dengan Benda Uji Bata

No.	Persentase Campuran (%)			No. Benda Uji	Berat Benda Uji (Kg)	Kuat Tarik Lentur fr (Kg/cm ²)
	S	PFA	Sty			
1	45	45	10	1	2.35	21.4
2	42.5	42.5	15	1	2.05	15.5
3	40	40	20	1	2.01	13.9
4	37.5	37.5	25	1	1.93	13.5



Grafik 4.5 Perbandingan Berat Benda Uji Dan Kuat Tarik lentur Beton Dengan Benda Uji Bata

4.5. Pembahasan Hasil Analisa

4.5.1. Mortar

Dari pengujian Mortar diatas maka didapat Nilai Kuat Tekan Rata – Rata dan Kuat Tekan Karakteristik Mortar yang Tertinggi dari masing – masing persentase campuran. Nilai Kuat Tekan Mortar yang tertinggi dihasilkan oleh persentase campuran 45% : 45% : 10 %, yaitu sebesar 198 Kg/cm² atau 19.8 Mpa untuk Kuat Tekan Rata – Rata Mortar dan 129.3 Kg/cm² atau 12.93 MPa untuk Kuat Tekan Karakteristik Mortar. Sedangkan Nilai Tegangan Hancur 28 hari tertinggi dihasilkan oleh Benda Uji nomor 4 dengan campuran 45% : 45% : 10%, yaitu sebesar 240 Kg/cm² atau 24 Mpa.

4.5.2. Kuat Tekan

Didapat nilai kuat tekan terbesar dengan benda uji Silinder yang digunakan pada penelitian dan pengujian, yaitu nilai kuat tekan rata – rata sebesar 237.576 Kg/cm² atau 23.76 Mpa dan 185.12 Kg/cm² atau 18.51 Mpa untuk nilai kuat tekan karakteristik dengan persentase campuran 45% : 45% : 10%. Sedangkan nilai tegangan hancur terbesar didapat dari sampel nomor 1 sebesar 260.202 Kg/cm² atau 26.02 Mpa dengan persentase campuran yang sama.

Dari pengujian didapat juga nilai kuat tekan yang terbesar pada benda uji Bata dengan persentase campuran 45% : 45% : 10% dengan nilai kuat tekan rata – rata sebesar 353.4 Kg/cm² atau 35.34 Mpa dan kuat tekan karakteristik sebesar 321.19 Kg/cm² atau 32.12 Mpa. Sedangkan nilai tegangan hancur tertinggi didapat nilai 367.284 Kg/cm² atau 36.73 Mpa pada benda uji Bata dengan nomor sampel 2 dengan persentase campuran yang sama.

4.5.3. Kuat Lentur

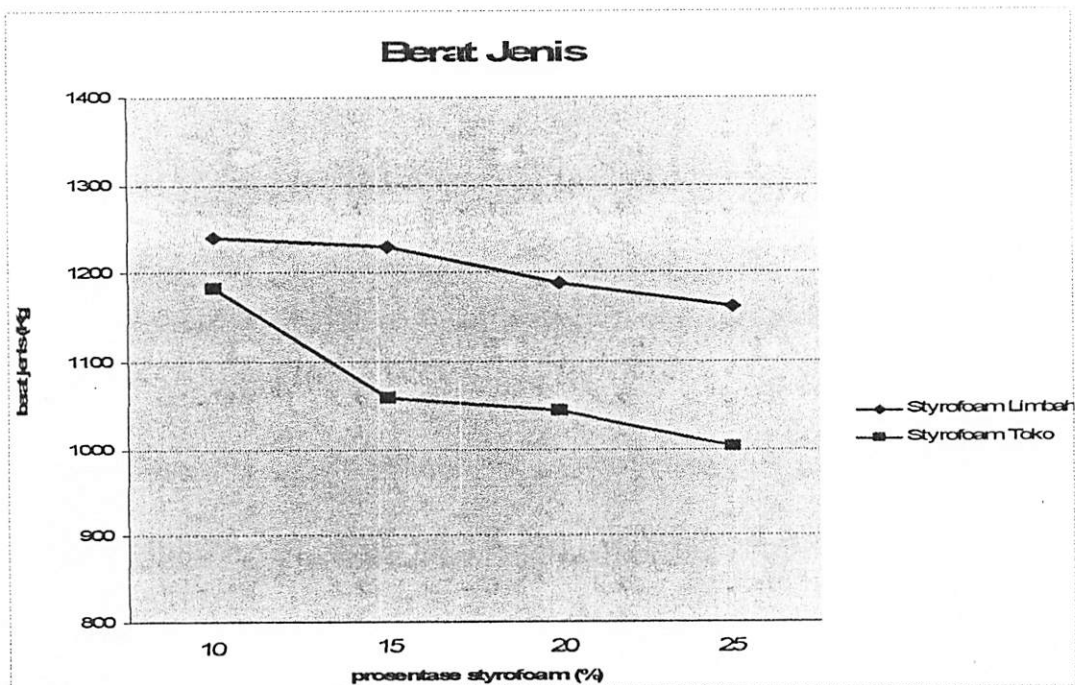
Dari penelitian dan pengujian dengan benda uji balok, maka didapat nilai kuat lentur yang terbesar terdapat pada benda uji Balok dengan nomor sampel 2 dengan persentase campuran 45% : 45% : 10% yaitu 32.996 Kg/cm² atau 3.3 Mpa. Sedangkan pada benda uji Bata didapat nilai kuat lentur terbesar pada nomor sampel 1 dengan persentase campuran 45% : 45% : 10% yaitu 21.4 Kg/cm² atau 2.14 Mpa.

4.5.4. Hipotesis

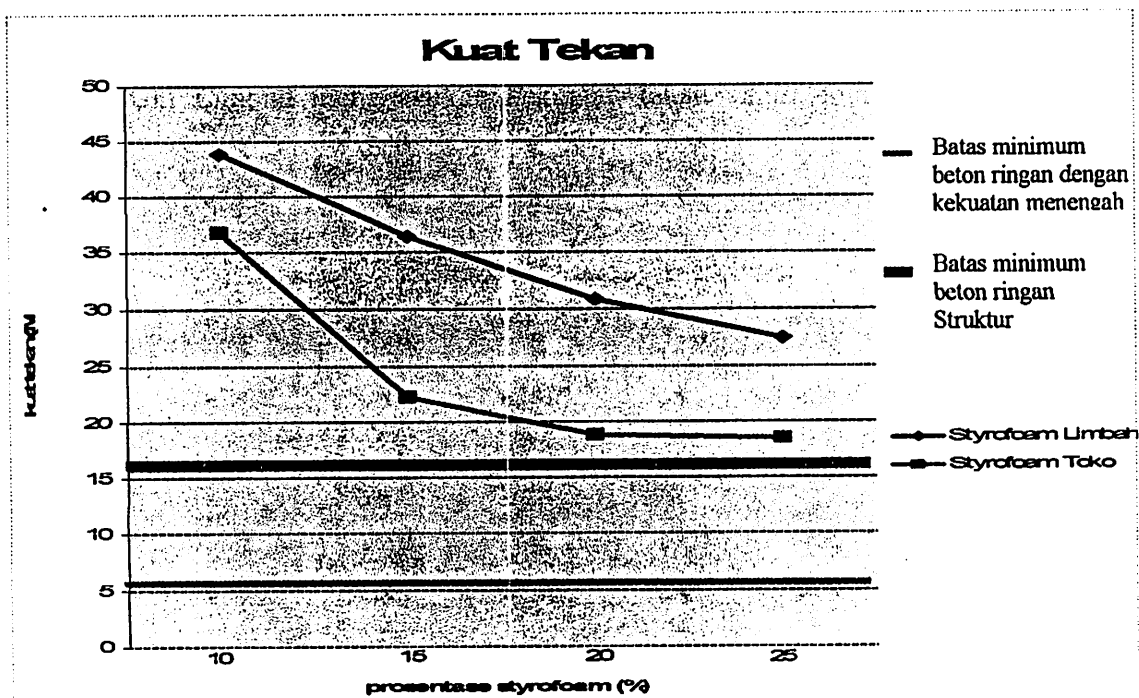
Dari analisa diatas dengan pembandingan antara material Styrofoam Pabrik dan Styrofoam Limbah, maka didapatkan beberapa campuran yang memenuhi dan tidak memenuhi dengan ketentuan standar beton ringan seperti terlihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.27 Perbandingan Mutu Kuat Tekan Beton Ringan Antara Styrofoam Pabrik Dengan Styrofoam Limbah Pada Benda Uji Bata

Komposisi Styrofoam	Styrofoam Limbah		Styrofoam Pabrik	
	Berat Jenis (Kg/m ³)	Kuat Tekan 28 hari (MPa)	Berat Jenis (Kg/m ³)	Kuat Tekan 28 hari (MPa)
10%	1239.71	43.83	1183.13	36.73
15%	1229.42	36.42	1059.67	22.22
20%	1188.27	30.86	1044.24	18.83
25%	1162.55	27.47	1003.09	18.52



Dari grafik diatas diperoleh perbandingan berat jenis beton ringan dengan campuran styrofoam Pabrik dan limbah. Dalam variasi campuran beton diatas, maka dapat disimpulkan bahwa beton termasuk dalam kategori beton ringan dengan berat jenis antara 800 Kg/m^3 sampai 1440 Kg/m^3 yang umumnya digunakan untuk dinding yang juga memikul beban.



Grafik 4.7 Perbedaan Kuat Tekan

Dari grafik diatas diperoleh perbandingan kuat tekan beton ringan dengan campuran styrofoam Pabrik dan limbah. Dalam variasi campuran beton ringan termasuk dalam kategori beton ringan Struktur dengan kuat tekan lebih besar 17.3 MPa yang dapat digunakan sebagai beton normal.

Dari tabel dan grafik diatas dapat diketahui bahwa campuran dengan Styrofoam Limbah menghasilkan kekuatan tekan yang lebih besar dibanding

dengan campuran yang menggunakan Styrofoam Pabrik. Hal ini dikarenakan bentuk dari Styrofoam Limbah yang tidak beraturan dan memiliki permukaan yang kasar sehingga lebih mengikat campuran.

4.5.5. Tinjauan Biaya

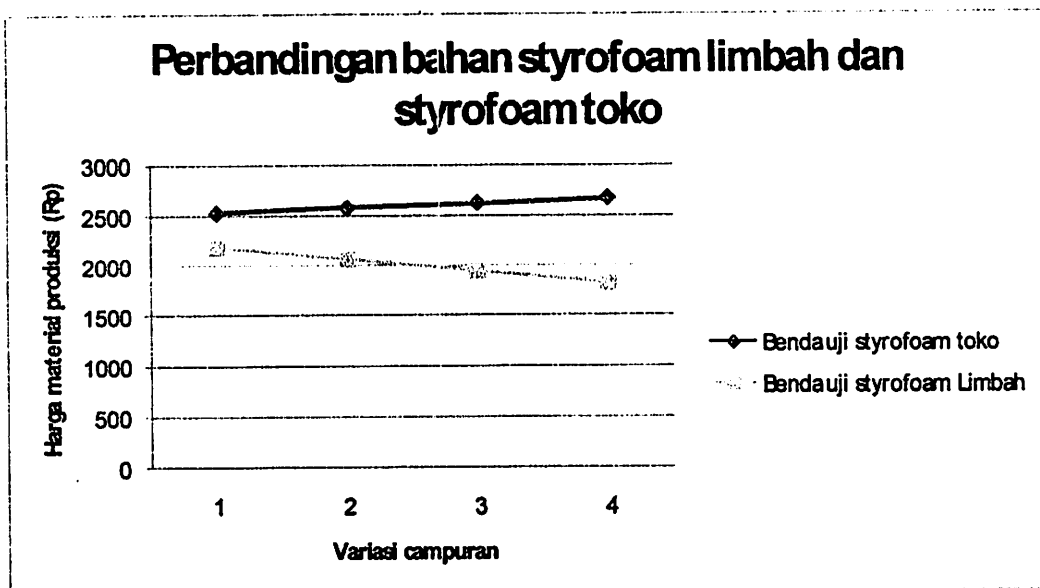
Berdasarkan penelitian dan pengamatan tentang nilai produksi yang di tinjau dari segi material di dapatkan perbandingan selisih harga antara benda uji Styrofoam Pabrik dan Styrofoam limbah yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.28 Perhitungan Biaya Campuran Beton Dengan Styrofoam Pabrik

Variasi campuran	kebutuhan bahan		Harga satuan		Jumlah Harga
		gr		Rp	
45% , 45% , 10%	S	1353.928	S	1462.24	2531.87
	PFA	2020.788	PFA	727.48	
	Sty	3.42144	Sty	342.14	
42.5% , 42.5% , 15%	S	1278.71	S	1381.01	2581.29
	PFA	1908.522	PFA	687.07	
	Sty	5.13216	Sty	513.22	
40% , 40% , 20%	S	1203.492	S	1299.77	2630.71
	PFA	1796.256	PFA	646.65	
	Sty	6.84288	Sty	684.29	
37.5% , 37.5% , 25%	S	1128.273	S	1218.53	2680.13
	PFA	1683.99	PFA	606.24	
	Sty	8.5536	Sty	855.36	

Tabel 4.29 Perhitungan Biaya Campuran Beton Dengan Styrofoam Limbah

Variasi campuran	kebutuhan bahan		Harga satuan		Jumlah Harga
		gr		Rp	
45% , 45% , 10%	S	1353.928	S	1462.24	2189.73
	PFA	2020.788	PFA	727.48	
	Sty	3.42144	Sty	0.00	
42.5% , 42.5% , 15%	S	1278.71	S	1381.01	2068.07
	PFA	1908.522	PFA	687.07	
	Sty	5.13216	Sty	0.00	
40% , 40% , 20%	S	1203.492	S	1299.77	1946.42
	PFA	1796.256	PFA	646.65	
	Sty	6.84288	Sty	0.00	
37.5% , 37.5% , 25%	S	1128.273	S	1218.53	1824.77
	PFA	1683.99	PFA	606.24	
	Sty	8.5536	Sty	0.00	

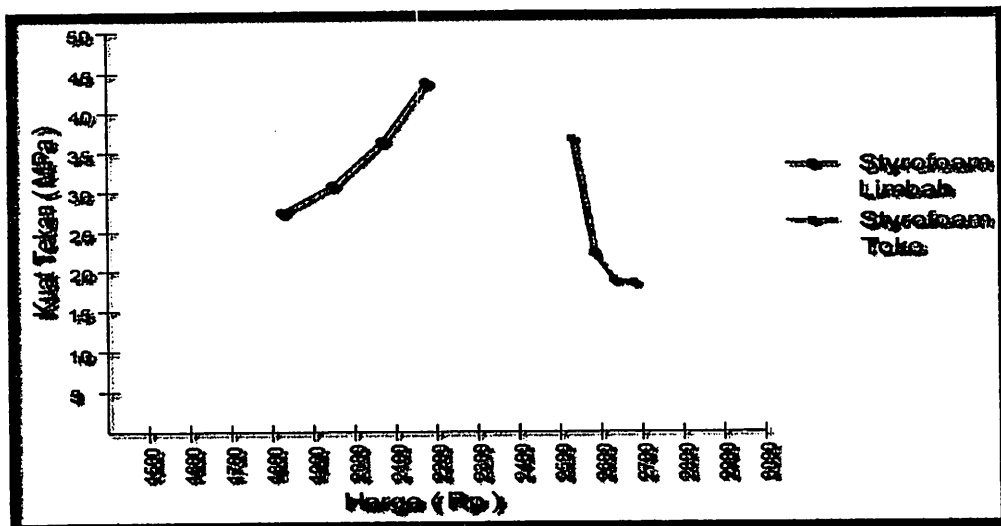


Grafik 4.8 Perbandingan Harga Bahan Styrofoam Pabrik Dan Styrofoam Limbah

Jadi menurut pengamatan dari perbandingan harga styrofoam limbah lebih murah (ekonomis) di banding dengan Styrofoam Pabrik. Akan tetapi di tinjau dari pengadaan material Styrofoam Pabrik lebih menjanjikan di karenakan mudah mencarinya dan dapat di produksi dalam jumlah massal dan dapat di pesan menurut kebutuhan, sedangkan untuk styrofoam limbah masih menunggu tersedianya stok dari limbah-limbah yang tersedia di lokasi kita.

Tabel 4.30 Perbandingan Harga Dan Nilai Kuat Tekan Antara Styrofoam Pabrik Dan Styrofoam Limbah

Variasi campuran	Styrofoam limbah		Styrofoam Toko	
	kuat tekan (Mpa)	harga (Rp)	kuat tekan (Mpa)	harga (Rp)
45%, 45%, 10%	43.83	2189.73	36.73	2531.87
42.5%, 42.5%, 15%	36.42	2068.07	22.22	2581.29
40%, 40%, 20%	30.86	1946.42	18.83	2630.71
37.5%, 37.5%, 25%	27.47	1824.77	18.52	2680.13



Grafik 4.9 Perbandingan Antara Kuat Tekan Dan Harga

Jadi menurut pengamatan dari perbandingan harga yang paling ekonomis untuk campuran styrofoam Pabrik adalah pada campuran 45% : 45% : 10% yaitu Rp.2531,87 dengan mutu 36.73 MPa. Sedangkan untuk campuran styrofoam limbah adalah pada campuran 37.5% : 37.5% : 25% yaitu Rp.1824,77 dengan mutu 27.47 MPa.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Bahan Jalan ITN Malang tentang pengaruh penambahan penggunaan material Styrofoam sebagai bahan pengisi pada elemen dinding beton ringan, maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian didapatkan kualitas beton ringan dengan bahan pengisi Styrofoam Limbah mempunyai kualitas yang lebih baik dibanding dengan campuran beton yang menggunakan Styrofoam Pabrik. Hal ini dikarenakan faktor bentuk dari Styrofoam limbah yang tidak teratur dengan permukaan yang kasar sehingga material lebih mengikat pada campuran beton.
2. Nilai Kuat Tekan yang didapat dari campuran menggunakan Styrofoam Pabrik lebih rendah dari pada campuran dengan menggunakan Styrofoam Limbah. Didapat nilai kuat tekan rata – rata tertinggi pada benda uji Bata dengan persentase Styrofoam Pabrik 10% yaitu sebesar $353,4 \text{ Kg/cm}^2$ dan $321,19 \text{ Kg/cm}^2$ untuk kuat tekan karakteristik. Dan Kuat Lentur yang dihasilkan beton dengan campuran Styrofoam Pabrik pun lebih rendah dibanding dengan menggunakan Styrofoam Limbah yaitu sebesar 21.4 Kg/cm^2 dengan persentase styrofoam pabrik yang sama.

Sedangkan pada campuran dengan penggunaan Styrofoam Limbah didapat nilai Kuat Tekan Rata – Rata tertinggi yaitu sebesar 431,79 Kg/cm² dan 416,75 Kg/cm² untuk nilai Kuat Tekan Karakteristik. Dan Kuat Lentur yang dihasilkan sebesar 21,96 Kg/cm².

3. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, semakin besar persentase penggunaan Styrofoam, maka semakin berkurang nilai kuat tekan dan kuat lentur yang terjadi pada beton.
4. Dari hasil penelitian dan pengujian, maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar mutu yang dihasilkan pada beton dengan campuran Styrofoam Pabrik maka semakin kecil biaya yang dikeluarkan dalam pelaksanaan campuran beton.
5. Dari hasil penelitian penggunaan Styrofoam sebagai bahan pengisi pada campuran beton dapat memperkecil nilai berat isi artinya beton lebih ringan, maka dengan penggunaan Styrofoam tersebut dapat mengurangi berat total dari suatu bangunan, sehingga mengurangi bagian pendukung dan pondasi dengan kata lain memperingan beban struktur sehingga struktur akan lebih cocok untuk daerah rawan gempa.

5.2. Saran

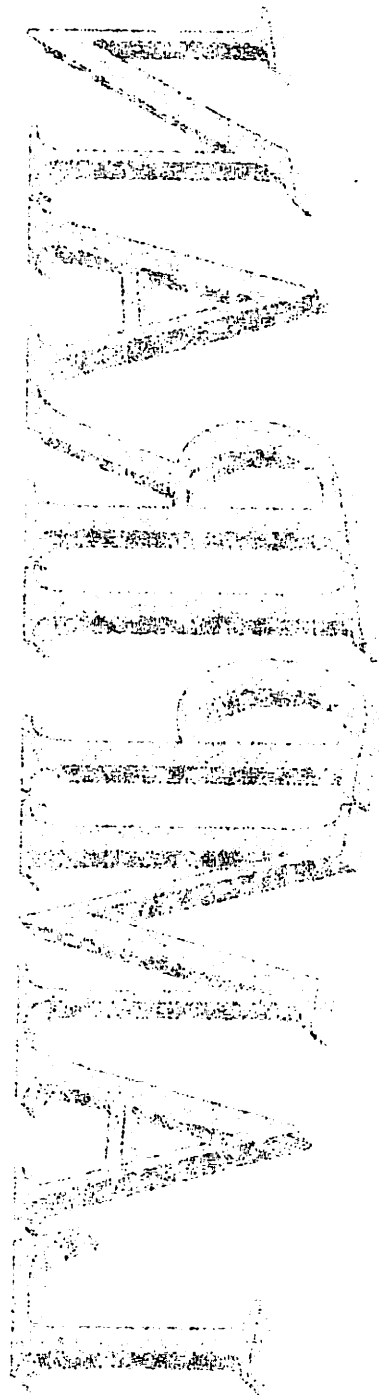
Ada beberapa saran-saran yang dapat kami berikan selama penelitian yang kami lakukan, yaitu :

1. Perlu kiranya penelitian yang akan datang memberikan penambahan Styrofoam yang lebih banyak pada campuran beton agar mendapatkan hasil beton ringan yang maksimal.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk model yang lain dengan perilaku yang sama guna mendapatkan referensi lapangan yang lebih banyak
3. Perlunya membuat formula baru untuk membuat bahan campuran yang digunakan untuk memperoleh hasil beton yang ekonomis.
4. Perlunya menggunakan peralatan – peralatan yang baik, untuk menunjang hasil data pengujian yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, **Annual Book of ASTM Standards, Concrete and Agregates**, 2003.
- Anonim, , **ACI Manual of Concrete Practice**, Farmington Hills : Committee, ACI Part 3, 1996.
- Anonim, **Buku Petunjuk Praktikum Teknologi Bahan Konstruksi**, Malang : Laboratorium Bahan Konstruksi Institut Teknologi Nasional.
- Anonim : Departemen Pekerjaan Umum, **Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung**, Bandung : 1983.
- Badan Standarisasi Nasional, **SNI 03 – 2847 – 2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung**, Jakarta : BSN, 2002
- Dipohusodo Istimawan, **Struktur Beton Bertulang**, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama, 1996.
- Imran Iswandi Ph.D MASC. Ir., Purwono Rachmat MSc. Ir. Prof., Raka Putu Gusti I Ir. Dr. Prof, Tawio Ph.D MS. Ir., **SNI 03 – 2847 – 2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung Dilengkapi Penjelasan (S-2002)**, Surabaya : Itspress, 2007.
- Mulyono, Tri. (2003), **Teknologi Beton**, Yogyakarta : Andi.
- Satyarno, 2004, **Penggunaan Semen Putih Untuk Beton Styrofoam Ringan (BATAFOAM)**, Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil FT UGM
- Subakti Aman, **Teknik Sipil ITS, Teknologi Beton Dalam Praktek**, Surabaya : 1994

LAMPYRAN



Gambar Bahan – bahan yang digunakan untuk Penelitian



Gambar Persiapan Penelitian



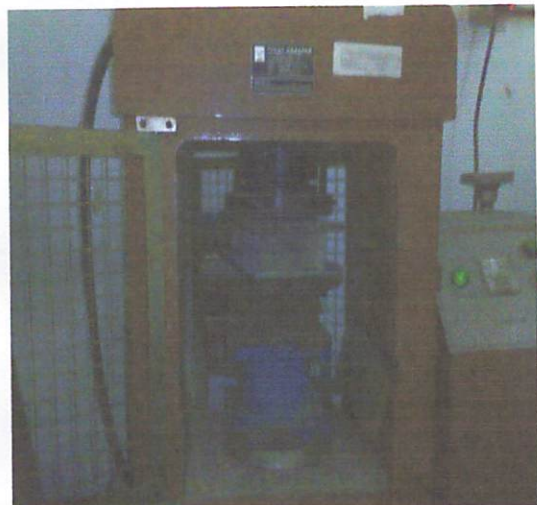
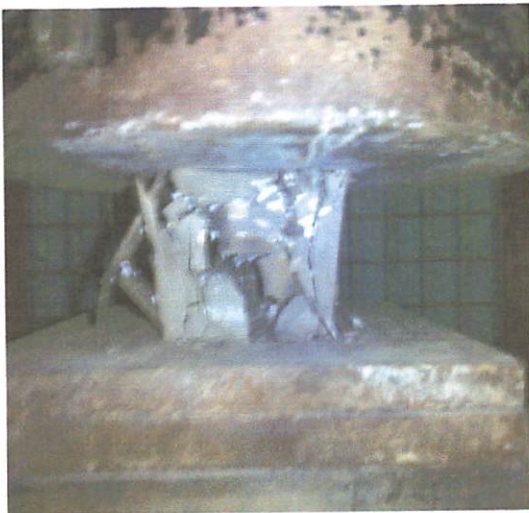
Gambar Perendaman Benda Uji



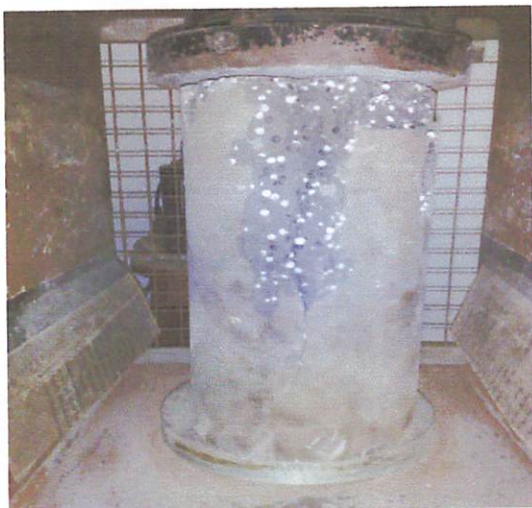
Gambar Benda Uji Bata, Balok dan Silinder



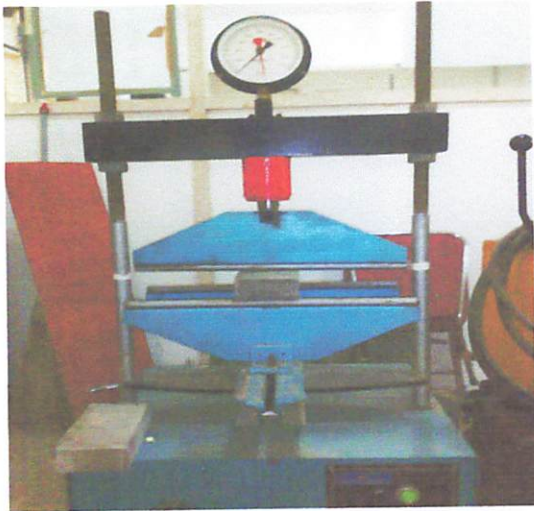
Gambar Pengujian Kuat Tekan Pada Mortar dan Bata



Gambar Pengujian Kuat Tekan Pada Silinder



Gambar Pengujian Kuat Lentur Pada Bata



Gambar Benda Uji Bata setelah Uji Kuat Lentur



Figure 1: Comparison of the two different methods

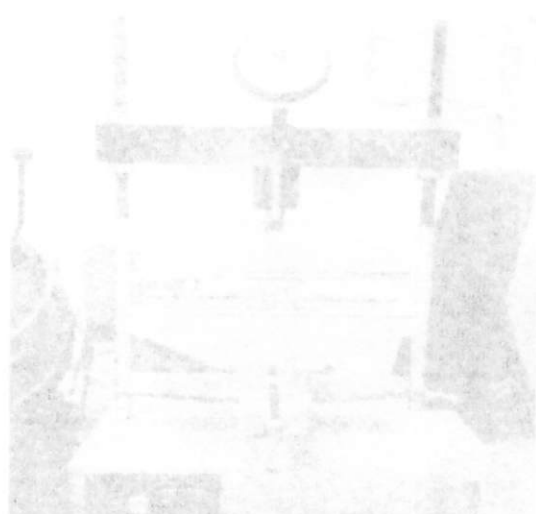


Figure 2: Comparison of the two different methods



Gambar Benda – benda Uji setelah Uji Kuat Tekan dan Lentur



Group of people in a room, possibly a school or office.



TABEL FAKTOR UMUR

Umur	Faktor umur	Umur	Faktor umur	Umur	Faktor umur	Umur	Faktor umur	Umur	Faktor umur
3	0,400	43	1,048	83	1,177	123	1,218	163	1,240
4	0,463	44	1,052	84	1,181	124	1,219	164	1,240
5	0,525	45	1,055	85	1,184	125	1,219	165	1,241
6	0,588	46	1,058	86	1,187	126	1,220	166	1,241
7	0,650	47	1,061	87	1,190	127	1,220	167	1,242
8	0,683	48	1,065	88	1,194	128	1,221	168	1,243
9	0,716	49	1,068	89	1,197	129	1,221	169	1,243
10	0,749	50	1,071	90	1,200	130	1,222	170	1,244
11	0,781	51	1,074	91	1,201	131	1,222	171	1,244
12	0,814	52	1,077	92	1,201	132	1,223	172	1,245
13	0,847	53	1,081	93	1,202	133	1,223	173	1,245
14	0,880	54	1,084	94	1,202	134	1,224	174	1,246
15	0,890	55	1,087	95	1,203	135	1,225	175	1,246
16	0,900	56	1,090	96	1,203	135	1,225	176	1,247
17	0,910	57	1,094	97	1,204	137	1,226	177	1,247
18	0,920	58	1,097	98	1,204	138	1,226	178	1,248
19	0,930	59	1,100	99	1,205	139	1,227	179	1,249
20	0,940	60	1,103	100	1,205	140	1,227	180	1,249
21	0,950	61	1,106	101	1,206	141	1,228	181	1,250
22	0,957	62	1,110	102	1,207	142	1,228	182	1,250
23	0,964	63	1,113	103	1,207	143	1,229	183	1,251
24	0,971	64	1,116	104	1,208	144	1,229	184	1,251
25	0,979	65	1,119	105	1,208	145	1,230	185	1,252
26	0,986	66	1,123	106	1,209	146	1,231	186	1,252
27	0,993	67	1,126	107	1,209	147	1,231	187	1,253
28	1,000	68	1,129	108	1,210	148	1,232	188	1,253
29	1,003	69	1,132	109	1,210	149	1,232	189	1,254
30	1,006	70	1,135	110	1,211	150	1,233	190	1,255
31	1,010	71	1,139	111	1,211	151	1,233	191	1,255
32	1,013	72	1,142	112	1,212	152	1,234	192	1,256
33	1,016	73	1,145	113	1,213	153	1,234	193	1,256
34	1,019	74	1,148	114	1,213	154	1,235	194	1,257
35	1,023	75	1,152	115	1,214	155	1,235	195	1,257
36	1,026	76	1,155	116	1,214	156	1,236	196	1,258
37	1,029	77	1,158	117	1,215	157	1,237	197	1,258
38	1,032	78	1,161	118	1,215	158	1,237	198	1,259
39	1,035	79	1,165	119	1,216	159	1,238	199	1,259
40	1,039	80	1,168	120	1,216	160	1,238	200	1,26
41	1,042	81	1,171	121	1,217	161	1,239		
42	1,045	82	1,174	122	1,217	162	1,239		



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

16 Januari 2010

Nomor : ITN-072/LTA/1/2009
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

Kepada Yth : **Bapak. Ir. A. Agus Santosa, MT.**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Di -

MALANG.

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan Saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : *Erita Yohardina M.*
NIM : *03.21.126.*
Jurusan : *Teknik Sipil (S-1)*

Untuk dapat membimbing Skripsi dan mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :

" Penelitian pemanfaatan material styrofoam sebagai bahan pengisi pada pembuatan elemen dinding beton ringan "

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : *16 - 01 - 2010* s.d. *15 - 07 - 2010*. Apabila melebihi batas waktu yang telah ditentukan tetapi belum selesai, maka Mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami disampaikan banyak terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan



[Signature]
Ir. H. Hirijanto, MT
NIP. Y. 101 8800182

Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting); Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-072/I.TA/1/2009
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

16 Januari 2010

Kepada Yth : **Bapak. Ir. H. Sudirman Indra, MS.**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang
Di -
MALANG.

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan Saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : **Erita Yohardina M.**
NIM : **03.21.126.**
Jurusan : **Teknik Sipil (S-1)**

Untuk dapat membimbing Skripsi dan mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
" *Penelitian pemanfaatan material styrofoam sebagai bahan pengisi pada pembuatan elemen dinding beton ringan* ".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.
Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : 16 - 01 - 2010 s/d 15 - 01 - 2010. Apabila melebihi batas waktu yang telah ditentukan tetapi belum selesai, maka Mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami disampaikan banyak terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan



Ir. H. Hirijanto, MT
NIP. 101 8800182

Tembusan Kepada Yth :
1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL S - 1
Jl. Bendungan Sigura - Gura No. 2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Erita Yohardina Muliana (03.21.126)
Jurusan : Teknik Sipil S - 1
Tugas : *Tugas Akhir*
Dosen Pembimbing : Ir. A. Agus Santosa, MT.

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	26-1-10	- Teser OK. Lanjut	
2	11-2-10	- Perbaiki soal: catatan - Buat grafik mesip ²	
3	11-2-10	- Perbaiki Rumus & pers. teg. lentur.	
4	15-2-10	- Gd pers. teg. lentur Lanjut	
5	16-2-10	- Kesimpulan & soal. OK.	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL S - 1
Jl. Bendungan Sigura - Gura No. 2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Erita Yohardina Muliana (03.21.126)
Jurusan : Teknik Sipil S - 1
Tugas : *Tugas Akhir*
Dosen Pembimbing : Ir. H. Sudirman Indra, MS.

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
	12 02. 2010.	Coba cat. kusen. rumah. 2 bed. 1/2, 3 bed. 4 bed 1/2. - uji film ketahanan. Pilih uji api. - Uji ketahanan u. Beri hasil pengujian / Pilih. A. H.	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 Jl. Bendungan Sigura-gura 2
 Jl. Raya Karanglo Km. 2
 Malang

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG _____

Nama : ERITA YOHARDINA MULIANA
 NIM : 03.21.1026
 Hari / tanggal : Sabtu 1 07 - 08 - 2010

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

Jokel
Rumahnya Masalah
kegiatan, kegunaan
- dalam masalah

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010

Dosen Pembahas

Malang, _____ 2010

Dosen Pembahas



FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG _____

Nama : Erita Yohardina M.
 NIM : 03.21.126
 Hari / tanggal : _____ / 07 Agustus 2010

Perbaiki materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

1. Latar belakang → judul. h
2. Judul → spesifiknya apa? h
3. Teori → beton ringan h
 ↓
 flyash h
4. Metodologi → rancangan penelitian h
 ↓
 . bagan alir h
5. Nama tabel diatas g

$$cek f_c' = f_{c'} - (1,64 \times S)$$

⊕ pembahasan : - pengaruh penambahan styrofoam
 - styrofoam tahu vs. pabrik (limbah)

Perbaiki Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 13 - 08 - 2010

Dosen Pembahas

Malang, 07 - 08 - 2010

Dosen Pembahas



FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG _____

Nama : Erita Y M
 NIM : 0321126
 Hari / tanggal : Jelasa , 24 08 10

Perbaiki materi Skripsi meliputi :

- Isiul di ubah km sma
- Revisi Moral
- tujuan - kegunaan -
- Difter pustaka
- Melengkapi penelitian!

[Handwritten signature]

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010
 Dosen Penguji
[Signature]
 _____)

Malang, _____ 2010
 Dosen Penguji
[Signature]
 _____)



FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG PENELITIAN

Nama : ERITA JOHARDINA MULIANA
 NIM : 03.21.126
 Hari / tanggal : Selasa / 24-08-2010

Perbaiki materi Skripsi meliputi :

- Letak belah ketupat diringkas lagi
- Kajian pustaka diperluas & diperkecil
 - Beton ringan
 - Styrofoam
 - PFA.
- Sub. bab.
- Cek tolakan / kata², letak nama gambar
- Uraian: notasi $M = ?$
 $W = ?$
- tabel S. Phileo

Perbaiki Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 31-08- 2010
 Dosen Penguji

Malang, 24-08- 2010
 Dosen Penguji

(Ir. Eding Idris, M.T.)

NILAI BIMBINGAN SKRIPSI

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

Pertanda tangan di bawah ini menerangkan :

Nama : ERITA' YOHAARDINA MULIANA

NIM : 03.21.126

menyelesaikan Skripsi dengan Judul :

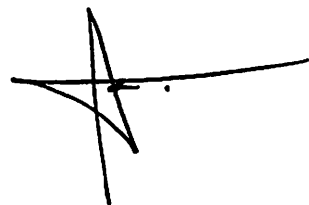
REKULTIVASI...PEMANFAATAN...MATERIAL...STYROFOAM...PABRIK
...BAHAN...PENGISI...PADA...PEMBUATAN...ELEMEN
...BETON...RINGAN...DENGAN...BENDA...UJI...BATA

tanggal : dengan nilai bimbingan : 80 (*di atas puluh*...)

Menyatakan syarat untuk mengikuti ujian Skripsi dan Komprehensif Jurusan Teknik Sipil S - 1 di Institut Teknologi Nasional Malang.

Malang,2010

Dosen Pembimbing



(*U. A. AGUS SANTOSA, MT.*...)

NILAI BIMBINGAN SKRIPSI

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

Pertanda tangan di bawah ini menerangkan :

Nama : ERITA YOHARDINA MULIANA

NIM : 03.21.126

menyelesaikan Skripsi dengan Judul :

RESEPTIFIKASI... PEMANFAATAN... MATERIAL... STYROFOAM... PABRIK
SEBAGAI... BAHAN... PENGISI... PADA... PEMBUATAN... ELEMEN
DINDING... BETON... RINGAN... DENGAN... BENDA UJI BATA

tanggal : dengan nilai bimbingan : 85 (.....)

Sebagai syarat untuk mengikuti ujian Skripsi dan Komprehensif Jurusan Teknik Sipil S - 1 di Institut Teknologi Nasional Malang.

Malang, 18/82010

Dosen Pembimbing

Sudirman Inopa

(...Ir. H. SUDIRMAN INOPA, MSc:.....)