

**MENENTUKAN KOMPOSISI OPTIMUM
BAHAN PEMBUATAN BATAKO DENGAN
MENGUNAKAN STYROFOAM**

Sipil
2006



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

MESA ARNI

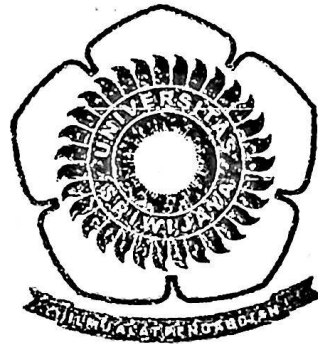
03023110024

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2006**

691.407
Arni
in
2006



**MENENTUKAN KOMPOSISI OPTIMUM
BAHAN PEMBUATAN BATAKO DENGAN
MENGUNAKAN *STYROFOAM***



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**MESA ARNI
03023110024**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2006**

SURAT PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**NAMA : MESA ARNI
NIM : 03023110024
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL PRAKTEK : MENENTUKAN KOMPOSISI OPTIMUM BAHAN
PEMBUAT BATAKO DENGAN MENGGUNAKAN
STYROFOAM.**

**Pembimbing Tugas Akhir
Inderalaya, Agustus 2006**

Pembimbing



**Ir. H. Imron Fikri Astira, MS
NIP.131 472 645**

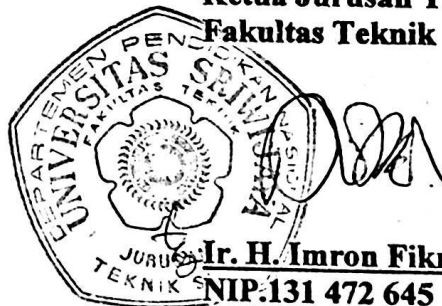
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

SURAT PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**NAMA : MESA ARNI
NIM : 03023110024
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL PRAKTEK : MENENTUKAN KOMPOSISI OPTIMUM BAHAN
PEMBUAT BATAKO DENGAN MENGGUNAKAN
STYROFOAM.**

Inderalaya, Agustus 2006

**Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNSRI**



**Ir. H. Imron Fikri Astira, MS
NIP.131 472 645**

“Apa yang disisimu akan lenyap dan apa yang disisi Allah SWT adalah kekal. Dan sesungguhnya, Kami akan memberi balasan kepada orang-orang yang sabar dengan pahala yang lebih baik dari apa yang telah mereka kerjakan.”
(QS. An Nahl : 96)

“Sesungguhnya setelah kesukaran pasti ada kemudahan”
(QS. Al Insyiroh, ayat 5-6)

“Keyakinan adalah kekuatan hidup, tetapi yakin tanpa usaha adalah bagian dari kesombongan”

***Kupersembahkan untuk :
Mama dan bapak tercinta
Atas semua limpahan kasih sayang
dan do'a yang takkan mampu
tergantikan***

***saudaraku: ayuk piet, aya, cici, dan
kiki
yang selalu mewarnai setiap detik
hidupku***

***Rahasia Terbesar Allah
Semoga menjadi pendamping Dunia
Akhiratku***

MENENTUKAN KOMPOSISI OPTIMUM BAHAN PEMBUAT BATAKO DENGAN MENGUNAKAN *STYROFOAM*



NAMA : MESA ARNI
NIM : 03023110024
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
IR. H. IMRON FIKRI ASTIRA, MS

KODE PUSTAKA

NO.ALUMNI

ABSTRAKSI

Bahan bangunan merupakan material yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan segala jenis konstruksi. Salah satu masalah di lapangan saat ini yang perlu segera dijawab adalah masalah kebutuhan bahan bangunan sebagai bahan dinding perumahan. Semakin banyak frekuensi penelitian dibidang bahan bangunan, akan membawa dampak positif terhadap perkembangan dibidang konstruksi.

Tugas Akhir ini mendiskusikan hasil penelitian penggunaan *styrofoam* yang merupakan limbah tidak dapat dimusnahkan atau didaur ulang untuk pembuatan bahan bangunan.. Dari pengujian batako didapat bahwa pada penambahan *styrofoam* sebanyak 10% kuat tekan batako lebih besar dari batako normal sedangkan pada penambahan *styrofoam* yang lebih banyak mengalami kuat tekan mengalami penurunan dari batako normal. Komposisi optimum bahan pembuatan batako adalah pada batako komposisi campuran perbandingan 1:5 dengan menambahkan *styrofoam* sebanyak 20% sebagai pengganti pasir dengan harga Rp.1400,00, kuat tekan batako sebesar 2.722 MPa, berat batako 6344.5 gram dan penurunan berat adalah 6.94

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *styrofoam* dalam pembuatan batako memenuhi persyaratan mutu sesuai dengan SK SNI S-04-1989 yaitu pada mutu IV, adalah Bata beton berlubang yang dipergunakan hanya untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindung dari hujan dan terik matahari (di bawah atap).

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena limpahan berkah, rahmat, rizki dan kasih sayang Nya yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu walaupun dengan halangan yang tak berarti.

Penulisan Tugas Akhir yang berjudul “**Menentukan Komposisi Optimum Bahan Pembuat Batako Dengan Menggunakan Styrofoam**” selain untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, juga agar dapat menerapkan ilmu yang telah diperoleh pada bangku kuliah dengan kenyataan yang dihadapi dilapangan serta memeberi pemahaman yang lebih komprehensif tentang struktur bagi peneliti.

Selama menyelesaikan Tugas Akhir, penulis banyak dibantu oleh banyak pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Hasan Basri, selaku Dekan Fakultas Teknik Univeristas Sriwijaya
2. Bapak Ir. Imron Fikri Astira, MSc, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya sekaligus sabagai dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, ilmu, pengalaman dan berbagai masukan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan, *makasih banyak ya Pak...*
3. Bapak Taufik Ari Gunawan ST, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
4. *My Beloved Mother and Father*, yang telah mencurahkan segenap kasih sayang yang tulus serta tak henti-hentinya memberi *support* dan nasehat. Terima kasih atas do'a-do'a yang selalu menyertai langkah dalam mengarungi samudra kehidupan.
5. Untuk saudara-saudara ku terima kasih atas segala do'a, harapan, dan *support* yang tak pernah pupus...selalu jadi yang terbaik oke....aku sayang kalian semua...& *mizz u all*
6. *Temen-temen satu perjuangan...*, *getux, itenk, n indah* semoga kita bisa cepet sukses ye....
7. Yuk Tini, Kak Rudi, Pak Saprul, dan davit ..*mokasih ye*, tanpa ayuk dan kakak, hidup di Sipil pastilah hampa..hue3x

8. teman- baman baik ku yang tiada hentinya memberi support dan menghiburku dikala aku sedang susah dan pusing, yang selalu mewarnai setiap hari ku selama kuliah. Mbak rin, nyimenk, itenk, ike, sakura, ewi, n getux. Terima kasih....

9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, Terima kasih.

Akhir kata, penulis mengharapkan kiranya laporan tugas akhir ini dapat berguna bagi keluarga besar Teknik Sipil khususnya dan bagi para pembaca umumnya.

Inderalaya, Agustus 2006

Penulis

DAFTAR ISI

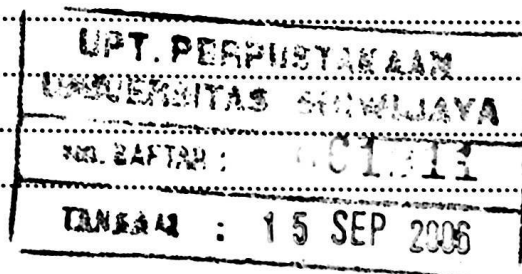
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAKSI	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Metodologi Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5. Sistematika Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Batako	5
2.2. Klasifikasi Batako.....	5
2.3. Persyaratan Batako.....	6
2.4. Material Pembentuk Batako.....	7
2.4.1. Semen.....	7
2.4.2. Agregat.....	10
2.4.3. Air.....	13
2.4.4. <i>Styrofoam</i>	15



2.5. Uji Kuat Tekan Batako.....	17
---------------------------------	----

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metodologi Eksperimental.....	18
3.2. Persiapan Material.....	18
3.3. Pengujian Material.....	20
3.3.1. Pemeriksaan Kadar Organik	20
3.3.2. Pemeriksaan Kadar Lumpur.....	20
3.3.3. Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus.....	21
3.3.4. Analisa Saringan.....	23
3.3.5. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus.....	25
3.3.6. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	25
3.4. Prosedur Pelaksanaan.....	26
3.4.1. Desain Campuran Batako	26
3.4.2. Pembuatan Benda Uji.....	29
3.4.3. Pengujian Kuat Tekan.....	30

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Uji Kuat Tekan	31
4.2. Hubungan Kuat Tekan Batako Dengan Persentase <i>Styrofoam</i>	35
4.3. Perbandingan Batako Hasil Penelitian dengan Batako Pasaran	44
4.4. Harga Satuan Batako	47
4.5. Penentuan Komposisi Optimum Batako.....	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	58
5.2. Saran.....	59

DAFTAR PUSTAKA.....	xv
----------------------------	-----------

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
II.1	Persyaratan fisis Bata beton berlubang.....	6
II.2	Persyaratan ukuran standar dan toleransi Bata beton berlubang....	6
II.3	Senyawa-senyawa semen.....	8
II.4	Susunan oksida semen	8
II.5	Klasifikasi tipe-tipe semen berdasarkan ASTM.....	10
II.6	Gradasi agregat halus yang diizinkan menurut ASTM dan BS.....	12
II.7	Kandungan zat kimia yang diizinkan	14
II.8	Pemeriksaan dan persyaratan air.....	14
II.9	Toleransi waktu pengujian kuat tekan.....	17
III.1	Pemeriksaan kadar Lumpur.....	20
III.2	Pemeriksaan berat volume agregat halus.....	21
III.3	Pemeriksaan berat volume semen	21
III.4	Pemeriksaan berat volume <i>Styrofoam</i>	22
III.5	Analisa saringan agregat halus.....	23
III.6	Analisa saringan <i>styrofoam</i>	23
III.7	Pemeriksaan kadar air agregat halus.....	25
III.8	Pemeriksaan specific gravity & penyerapan agregat halus.....	26
III.9	Desain campuran batako	28
IV.1	Hasil kuat tekan batako dengan komposisi 1 pc : 4 ps.....	32
IV.2	Hasil kuat tekan batako dengan komposisi 1 pc : 4 ps (90% ps : 10 <i>styrofoam</i>).....	32
IV.3	Hasil kuat tekan batako dengan komposisi 1 pc : 4 ps (80% ps : 20 <i>styrofoam</i>).....	32
IV.4	Hasil kuat tekan batako dengan komposisi 1 pc : 4 ps (75% ps : 25 <i>styrofoam</i>).....	33
IV.5	Hasil kuat tekan batako dengan komposisi 1 pc : 5 ps.....	33

IV.6	Hasil kuat tekan batako dengan komposisi 1 pc : 5 ps (90% ps : 10 <i>styrofoam</i>).....	33
IV.7	Hasil kuat tekan batako dengan komposisi 1 pc : 5 ps (80% ps : 20 <i>styrofoam</i>).....	34
IV.8	Hasil kuat tekan batako dengan komposisi 1 pc : 6 ps.....	34
IV.9	Hasil kuat tekan batako dengan komposisi 1 pc : 6 ps (90% ps : 10 <i>styrofoam</i>).....	34
IV.10	Hasil kuat tekan batako dengan komposisi 1 pc : 7 ps (batako pasaran).....	35
IV.11	Data kuat tekan rata-rata batako.....	35
IV.12	Harga satuan material.....	47
IV.13	Berat masing-masing material dalam 1 batako.....	48
IV.14	Harga satuan batako untuk setiap komposisi campuran batako.....	49
IV.15	Selisih kuat tekan, harga dan berat batako.....	50
IV.16	Penentuan komposisi optimum batako.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
III.1	Diagram alir 19
III.2	Grafik analisa saringan agregat halus..... 24
III.3	Grafik analisa saringan <i>styrofoam</i> 24
III.4	Cetakan batako..... 29
IV.1	Histogram kuat tekan batako 1 : 4 terhadap persentase <i>styrofoam</i> pada umur 14 hari..... 36
IV.2	Histogram kuat tekan batako 1 : 5 terhadap persentase <i>styrofoam</i> pada umur 14 hari..... 37
IV.3	Histogram kuat tekan batako 1 : 6 terhadap persentase <i>styrofoam</i> pada umur 14 hari..... 38
IV.4	Histogram kuat tekan batako 1 : 4 terhadap persentase <i>styrofoam</i> pada umur 28 hari..... 39
IV.5	Histogram kuat tekan batako 1 : 5 terhadap persentase <i>styrofoam</i> pada umur 28 hari..... 40
IV.6	Histogram kuat tekan batako 1 : 6 terhadap persentase <i>styrofoam</i> pada umur 28 hari..... 41
IV.7	Histogram kuat tekan rata-rata batako terhadap persentase <i>styrofoam</i> pada umur 14 hari 42
IV.8	Histogram kuat tekan rata-rata batako terhadap persentase <i>Styrofoam</i> pada umur 28 hari..... 43
IV.9	Histogram perbandingan kuat tekan batako dipasaran dengan batako hasil pengujian dengan perbandingan 1:4..... 44
IV.10	Histogram perbandingan kuat tekan batako dipasaran dengan batako hasil pengujian dengan perbandingan 1:5..... 45
IV.11	Histogram perbandingan kuat tekan batako dipasaran dengan batako hasil pengujian dengan perbandingan 1:6..... 46

IV.12	Histogram persentase penurunan berat batako normal dengan berat batako dengan penambahan <i>styrofoam</i>	51
IV.13	Histogram persentase selisih kuat tekan batako normal dengan kuat tekan batako dengan penambahan <i>styrofoam</i>	52
IV.14	Histogram persentase selisih harga batako normal perbandingan 1:4 terhadap batako 1:4 dengan penambahan <i>styrofoam</i>	53
IV.15	Histogram persentase selisih harga batako normal perbandingan 1:5 terhadap batako 1:5 dengan penambahan <i>styrofoam</i>	54
IV.16	Histogram persentase selisih harga batako normal perbandingan 1:6 terhadap batako 1:6 dengan penambahan <i>styrofoam</i>	55
IV.17	Diagram harga batako normal terhadap batako dengan penambahan <i>styrofoam</i>	56

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Foto-foto Dokumentasi
- Lampiran 2 : SK SNI 03-0349-1989
- Lampiran 3 : Surat-surat pelaksanaan penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bahan bangunan merupakan material yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan segala jenis konstruksi. Salah satu masalah di lapangan saat ini yang perlu segera dijawab adalah masalah kebutuhan bahan bangunan sebagai bahan dinding perumahan. Sebagaimana diketahui, kebutuhan masyarakat akan perumahan tidak pernah surut bahkan selalu meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini dapat terlihat dari kenyataan bahwa perumahan yang dibuat selalu laku terjual dengan cepat. Semakin banyak frekuensi penelitian dibidang bahan bangunan, akan membawa dampak positif terhadap perkembangan dibidang konstruksi

Sejak dulu kita ketahui bahwa batako telah banyak dimanfaatkan untuk dinding rumah, kantor, dinding pagar, dan bangunan bertingkat. Batako sendiri terbuat dari bahan berupa pasir, semen, air, dan dalam penelitian ini digunakan adalah *styrofoam*. *Styrofoam* sebagai bahan pengganti pasir dalam campuran batako yang merupakan polimer *amorfo* (tidak berbentuk) yang bersifat *thermoplastic* maksudnya polimer yang strukturnya tidak teratur karena tidak membentuk kristal dengan molekul rantai yang tersusun beraturan dan akan mencair dan mengalir karena pemanasan. Aplikasi *styrofoam* dimasyarakat digunakan sebagai bahan isolasi panas dan bahan pengepakan. *Styrofoam* merupakan timbunan sampah yang tidak dapat didaur ulang dan tidak dapat dimusnahkan. Oleh sebab itu ada baiknya dapat dimanfaatkan untuk sesuatu yang lebih berguna dalam hal ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi pasir dalam pembuatan batako.

Berbagai macam pengujian dengan komposisi campuran air, semen, pasir dan *styrofoam* telah dilakukan untuk mendapatkan kuat tekan dan berat jenis. Hasil penelitian yang didapat menunjukkan bahwa beton dengan campuran *styrofoam* 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 [8].

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 [8].

Berdasarkan penelitian diatas, maka penulis mencoba untuk menggunakan *styrofoam* sebagai pengganti pasir dalam pembuatan batako. Untuk mengetahui pengaruh penambahan *styrofoam* terhadap kuat tekan, berat dan kekuatan batako itu sendiri. Untuk mencapai kuat tekan tertentu akan tergantung juga dengan jumlah semen yang dipakai dalam campuran batako tersebut. Oleh sebab itu, pada penelitian ini dicari komposisi optimum bahan pembuat batako.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah pengaruh penggunaan *styrofoam* terhadap kuat tekan dan berat batako. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa semakin banyak *styrofoam* maka kuat tekan batako semakin kecil [8]. Oleh sebab itu, pada penelitian ini dicari juga komposisi optimum bahan sehingga didapat kuat tekan kondisi normal. Jumlah benda uji yang digunakan sebanyak 54 buah dengan 9 variasi komposisi bahan campuran. Pada masing-masing campuran akan dilakukan pengujian kuat tekan pada saat batako berumur 14 dan 28 hari.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk melakukan pembuatan batako dan mengkaji sifat mekanika batako dengan menggunakan *styrofoam*, tujuan dari penelitian ini adalah:

- (1) Menghitung kuat tekan batako dengan berbagai komposisi campuran.
- (2) Menentukan jumlah penggunaan material sehingga dapat ditentukan harga satuan batako.
- (3) Mencari komposisi optimal bahan pembuat batako.

1.4. Metodologi Penelitian

Penelitian ini berupa serangkaian percobaan di laboratorium yang diawali dengan studi literatur, hal ini dimaksudkan agar berbagai ilmu yang berhubungan dengan penelitian dapat lebih dipahami. Kemudian dilakukan pemeriksaan unsur-unsur pembentuk batako antara lain pemeriksaan kadar organik, kadar lumpur, kadar air, dan pemeriksaan berat volume agregat halus.

Setelah hasil pengujian didapat, ditentukan desain campuran untuk pembuatan benda uji kemudian dapat dibuat benda uji. Sampel merupakan campuran semen, *styrofoam*, pasir dan air. Pengujian kuat tekan Benda uji tersebut dilakukan pada umur 14 dan 28 hari.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini ruang lingkup penulisan hanya dibatasi pada hal-hal berikut :

- (1) *Styrofoam* yang digunakan merupakan bahan pengganti pasir dalam pembuatan benda uji.
- (2) Cetakan batako yang digunakan berukuran 300 x 150 x 100 mm dengan dua buah lubang ditengah-tengahnya yang berukuran 20 mm.
- (3) Pengujian dilaboratorium dilakukan dengan alat tekan.
- (4) Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kuat tekan serta mencari komposisi optimal bahan pembuat batako.
- (5) Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 14 dan 28 hari dengan perbandingan komposisi semen dan pasir adalah 1: 6, 1: 5, dan 1: 4 dengan mengurangi 10%, 20% dan 25% dari berat pasir dengan total benda uji adalah 54 buah.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari 5 bab, dengan penjabaran sebagai berikut:

(1) Bab I Pendahuluan

Bab ini terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan

(2) Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini menyajikan sumber referensi dan acuan yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir, yaitu gambaran umum dan dasar teori yang berhubungan dengan penelitian.

(3) Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini membahas pelaksanaan penelitian yang meliputi pengujian material dan penelitian/pengujian di laboratorium.

(4) Bab IV Analisa Data Dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian/pengujian dan pembahasan/analisa data yang diperoleh.

(5) Bab V Kesimpulan Dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian dan saran mengenai kelanjutan masalah yang diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- (1) Austin T, Goerge, dan Jasjfi E., *Industri Proses Kimia*, edisi kelima, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1996.
- (2) Astuti, Surya., *Kuat Lentur Mortar Styrofoam Dengan Tanpa Perawatan (Non Curing)*, Indralaya, 2005
- (3) Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, *metode, spesifikasi dan tata cara bag.13 ; kayu, bahan lain-lain*, edisi pertama, Badan Penelitian dan Pengembangan, 2002
- (4) Dipohusodo, Istimawan, Ir., *Struktur Beton Bertulang*, Penerbit P.T. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1999
- (5) Murdock, L.J., dan Brook K.M., *Bahan dan Praktek Beton*, edisi keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1999
- (6) Mulyono, Tri, Ir.,M.T., *Teknologi Beton*, Penerbit Andy Yogyakarta, Yogyakarta,2004.
- (7) Samekto, Wuryati, Dr.,M.Pd., dan Rahmadiyanto, chandra, S.T., *Teknologi Beton*, Penerbit Kanisius, 2001.
- (8) Satyarno, Iman., *Penggunaan Semen Putih Untuk Beton Styrofoam Ringan (BATAFOAM)*, Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil, FT UGM, Yogyakarta,2004
- (9) Surdia, Tata, Prof.,Ir.,MS.,Met.,E., dan Saito, Shinroku, Prof.,DR., *Pengetahuan Bahan Teknik*, edisi kelima, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta,2000.
- (10) Thamrin, Husn Tim Pengurus Laboratorium Bahan dan Beton, *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton*, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, Laboratorium Bahan dan Beton, Indralaya, 2002.
- (11) Thamrin, Husni., *Pembuatan Polysterene (Batch Process)*, Indralaya, 1977