

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL

UJI KUAT LENTUR DAN PENYERAPAN AIR

PADA “BAMBOOS FIBRE CEMENT BOARD”



Disusun oleh :

FIRMAN CHOIRUDDIN
No.MHS : 92 310 064
NIRM : 920051013114120064

LUCY ERLITA
No. MHS : 93 310 123
NIRM : 930051013114120120

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1999

TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMENTAL
UJI KUAT LENTUR DAN PENYERAPAN AIR
PADA “BAMBOOS FIBRE CEMENT BOARD”**

*Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk
Memperoleh Derajat Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia*

Disusun oleh :

FIRMAN CHOIRUDDIN
No.MHS : 92 310 064
NIRM : 920051013114120064

LUCY ERLITA
No. MHS : 93 310 123
NIRM : 930051013114120120

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1999**

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL

UJI KUAT LENTUR DAN PENYERAPAN AIR
PADA "BAMBOOS FIBRE CEMENT BOARD"

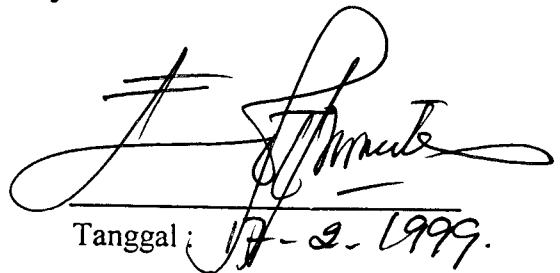
Disusun oleh :

FIRMAN CHOIRUDDIN
No.MHS : 92 310 064
NIRM : 920051013114120064

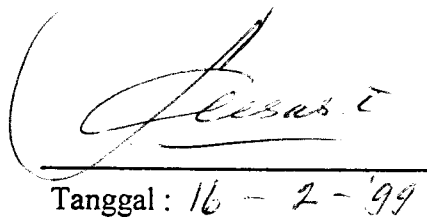
LUCY ERLITA
No. MHS : 93 310 123
NIRM : 930051013114120120

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 17 - 2 - 1999.

Ir. H. Susastrawan, MS
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 16 - 2 - '99

"Setiap Orang mempunyai arah tujuan,
Maka berlomba-lomba dalam kebaikan,
dimana kamu berada,
Allah akan mengumpulkan kamu sekalian,
Sungguh Allah Maha Kuasa atas segalanya."
(Q.S. Al Baqarah : 148)

" Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu
ada kemudahan.
Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan,
Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan),
kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain,
Dan hanya kepada Tuhanmulah
hendaknya kamu berharap."
(Q.S. Alam Hasyrah : 5-8)

Tengadahkan Tangan Kehadirat Allah SWT
Ucap Syukur teramat dalam, atas selesainya karya ini

Makasih :

Buat Mas Firman sebagai teman TA
yang harus kudu sabar ngadapin
Lucy yang galak dan cerewet
Selamat ya dengan nilainya
Akhirnya Q'ta kan ST juga
(Sok Tahu !)

Buat Mas AE atas motivasi
perhatian dan nilainya
(hi hi hi)

Buat Adikku (Suis, Sipil '94)
atas persaudaraan dan
Nasihat-nasihatnya.

Buat Mbah Kkg (Alm) dan
Mbah Gdl atas do'a
dan kasih sayangnya.

Buat teman-teman
Kelas D (Sipil '93) dan
rekan-rekan mahasiswa lain
atas kehadirannya dalam seminar
dan do'anya.

Buat Dina dan ehm nya
Mas Firman (mba' Pemi)
atas kehadiran, spirit
dan do'anya
saat Q'ta pendadaran.

Buat Adik-Adikku
Kelas D (Sipil '97)
atas ledekan, bantuan dan
pinjaman catatannya,
thanks berat dech

Good Bye !!!

Lucy balik X-mantan llohi

PERSEMBAHAN

Dengan Sepenuh Hati dan Cinta Kasih
Kupersembahkan Tugas Akhir ini kepada:
Mama, Papa yang tersayang dan Ade'ku yang tercinta
Atas dorongan, semangat, pengertian serta do'a
Untuk Keberhasilanku

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr,wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulisan tugas akhir dengan judul “Uji Kuat Lentur dan Penyerapan Air pada Bamboos Fibre Cement Board” ini dapat selesai dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk dapat menyelesaikan Program Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Disadari bahwa selama pelaksanaan Tugas Akhir di lapangan dan di laboratorium sampai selesainya penyusunan laporan ini banyak pengarahan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Tadjuddin BMA, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT, selaku Dosen Tamu Penguji Tugas Akhir.

6. Bapak Ir. Amir Adenan, selaku Kepala Laboratorium Teknologi Bangunan Jurusan Arsitektur, yang telah memberikan kesempatan kepada penyusun untuk melanjutkan penelitian tentang Cement Board.
7. Bapak Ir. H. Ilman Noor, MSCE, selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil beserta staf.
8. Bapak Ir. Ibnu Sudarmadji. MS, selaku Kepala Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil beserta staf.
9. Bapak Kepala Laboratorium Mekanika Bahan, Pusat Antar Universitas, Universitas Gajah Mada, beserta staf, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas dalam pengujian kuat lentur.
10. Bapak, Ibu tercinta, kakak-kakakku dan jagoan-jagoan kecilku.
11. Bapak Kol. (Art) Keman Ismail beserta keluarga.
12. Arum Pemi Setyorini atas dukungan dan kesabarannya.
13. Mama, papa dan ade' tecinta.
14. Rekan-rekan mahasiswa (Ike, Farhan, Doyi, Dina, Wiwiek, Anet, Cimon, dll) atas bantuan dan ledekannya.
15. Semua pihak yang telah membantu penyusun selama penelitian.

Semoga semua bantuan yang telah diberikan kepada penyusun mendapatkan pahala dari Allah SWT.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, dikarenakan keterbatasan kemampuan dari penyusun, untuk itu segala kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun sangat diharapkan.

Akhirnya penyusun berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca yang berminat pada penelitian dengan bidang permasalahan yang sama bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Wassalamu'alaikaum wr,wb.

Yogyakarta, Februari 1999

Penyusun

Lucye-Firman

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR SYARAT	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
ABSTRAKSI	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Pasta Semen Ringan	6

2.2.	<i>Bamboos Fibre Cement Board</i>	7
2.3.	Pembanding : Papan Gips (<i>Gypsum Wall Board</i>)	8
2.4.	Material Penyusun <i>Bamboos Fibre Cement Board</i>	9
2.4.1.	Semen Portland (SP)	9
2.4.2.	Air	10
2.4.3.	Bambu	11
	1. Anatomi dan Struktur Bambu	11
	2. Sifat Fisik Bambu	14
	3. Sifat Mekanika Bambu	17
	4. Pengawetan Bambu	18
2.5.	Karakteristik Kekuatan	21
2.6.	Perbandingan Campuran	22
BAB III LANDASAN TEORI		23
3.1.	Tinjauan Umum	23
3.2.	<i>Bamboos Fibre Cement Board</i>	23
3.2.1.	Pengaruh Pengawetan Bambu terhadap <i>Bamboos Fibre Cement Board</i>	24
3.2.2.	Pengaruh Faktor Air Semen (FAS) terhadap <i>Bamboos Fibre Cement Board</i>	25
3.3.	Faktor Air Semen (FAS)	25
3.4.	<i>Workability</i>	27
3.5.	Umur Pasta Ringan	27

3.6.	Disain Campuran <i>Bamboos Fibre Cement Board</i>	28
3.7.	Kuat Lentur	30
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN		33
4.1.	Persiapan Bahan dan Alat	33
4.1.1.	Bahan Penelitian	33
4.1.2.	Peralatan yang digunakan	35
4.2.	Pengujian Bahan	42
4.2.1.	Pemeriksaan Kadar Air Fibre	43
4.2.2.	Pemeriksaan Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>) Fibre	43
4.2.3.	Pemeriksaan Batas Cair dan Batas Plastis Semen	45
4.3.	Perencanaan Bahan Penyusun <i>Bamboos Fibre Cement Board</i> ...	48
4.4.	Perencanaan Jumlah Benda Uji	49
4.5.	Proses Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	49
4.6.	Pengujian <i>Bamboos Fibre Cement Board</i>	51
4.6.1.	Pemeriksaan Ukuran-Ukuran	51
4.6.2.	Pengujian Kuat Lentur	53
4.6.3.	Pengujian Penyerapan Air	54
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		56
5.1.	Pengujian Bahan	56
5.1.1.	Pemeriksaan Kadar Air Fibre	58
5.1.2.	Pemeriksaan Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>) Fibre	59
5.1.3.	Pemeriksaan Batas Cair dan Batas Plastis Semen	59

5.2.	Bahan Penyusun <i>Bamboos Fibre Cement Board</i>	61
5.3.	Pengujian <i>Bamboos Fibre Cement Board</i>	63
5.3.1.	Pemeriksaan Ukuran-Ukuran	63
5.3.2.	Pengujian Kuat Lentur	66
5.3.3.	Pengujian Penyerapan Air	76
5.4.	Pengujian Pembanding : Papan Gips (<i>Gypsum Wall Board</i>)	78
5.5.	Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan	80
5.6.	Finishing <i>Bamboos Fibre Cement Board</i>	82
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		84
6.1.	Kesimpulan	84
6.3.	Saran	85
PENUTUP		xx
DAFTAR PUSTAKA		xxi
LAMPIRAN		xxiii

DAFTAR TABEL

No.	Nama Tabel	Hlm.
2.1.	Ukuran Standar Papan Gips (<i>Gypsum Wall Board</i>)	9
2.2.	Sifat-Sifat Fisik Beberapa Jenis Bambu	15
2.3.	Prosen Kandungan Pati Empat Jenis Bambu Selama Setahun	19
2.4.	Jumlah Tangkapan Kumbang Bubuk Bambu Selama Setahun	20
3.1.	Ukuran dan Toleransi Lembaran Serat Semen	24
4.1.	Bahan Penyusun Benda Uji <i>Bamboos Fibre Cement Board</i>	48
4.2.	Jumlah Benda Uji	49
5.1.	Pemeriksaan Kadar Air Fibre	57
5.2.	Pemeriksaan Berat Jenis Fibre Kering Oven	58
5.3.	Pemeriksaan Berat Jenis Fibre Jenuh Kering Muka	59
5.4.	Pemeriksaan Batas Cair Semen	60
5.5.	Pemeriksaan Batas Plastis Semen	61
5.6.	Pengendalian Bahan Penyusun <i>Bamboos Fibre Cement Board</i>	62

5.7.	Penyimpangan-Penyimpangan Ukuran pada <i>Bamboos Fibre Cement Board</i> (tebal = 1 cm)	64
5.8.	Penyimpangan-Penyimpangan Ukuran pada <i>Bamboos Fibre Cement Board</i> (tebal = 2 cm)	65
5.9.	Hasil Rata-Rata Pengujian Lentur <i>Bamboos Fibre Cement Board</i> dengan Ketebalan 1 cm	66
5.10.	Hasil Rata-Rata Pengujian Lentur <i>Bamboos Fibre Cement Board</i> dengan Ketebalan 2 cm	67
5.11.	Hasil Pengujian Kuat Lentur antara <i>Bamboos Fibre Cement Board</i> umur 28 hari dan Perubahannya terhadap Lembaran Serat Semen sebagai Standar	75
5.12.	Hasil Penyerapan Air Rata-Rata Maksimum pada Benda Uji yang Berumur 28 hari	76
5.13.	Penyerapan Air pada Papan Gips (<i>Gypsum Wall Board</i>)	79

DAFTAR GAMBAR

No.	Nama Gambar	Hlm.
2.1.	Bagan Pembentukan Pasta	6
2.2.	Detail Pasta Semen	7
2.3.	Bagian-Bagian dari Batang Bambu	12
2.4.	Ikatan Pembuluh-Pembuluh dengan 2 Pembuluh Besar <i>Vessel</i> (V) dan <i>Phloem</i> (Ph) yang Diikat oleh Serat-Serat (F)	13
2.5.	Prosentase Perbandingan dari Macam-Macam Sel Dalam Arah Vertikal Batang	14
2.6.	Penyerapan Air dari Beberapa Jenis Bambu	17
3.1.	Pengujian Lentur	31
3.2.	Sket Pengujian Kuat Lentur	32
4.1.	Alat-Alat Pemeriksaan Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>) Fibre	36
4.2.	Alat-Alat Pemeriksaan Batas Cair dan Batas Plastis Semen	37
4.3.	Oven	40
4.4.	Mesin Uji Lentur dan Perlengkapannya	42

4.5.	Contoh Pengukuran <i>Bamboos Fibre Cement Board</i>	52
4.6.	Contoh Uji Kuat Lentur	54
5.1.	Grafik Penetrasi Batas Cair Semen	60
5.2.	Grafik Kuat Lentur <i>Bamboos Fibre Cement Board</i> Kondisi Jenuh Air, Tebal 1 cm	68
5.3.	Grafik Kuat Lentur <i>Bamboos Fibre Cement Board</i> Kondisi Kering Oven, Tebal 1 cm	69
5.4.	Grafik Kuat Lentur <i>Bamboos Fibre Cement Board</i> Kondisi Jenuh Air, Tebal 2 cm	70
5.5.	Grafik Kuat Lentur <i>Bamboos Fibre Cement Board</i> Kondisi Kering Oven, Tebal 2 cm	71
5.6.	Grafik Kuat Lentur <i>Bamboos Fibre Cement Board</i> Ketebalan 1 cm dan 2 cm pada Umur 28 hari	73
5.7.	Grafik Penyerapan Air Dengan Ketebalan Yang Berbeda	77
5.8.	Grafik Kuat Lentur Papan Gips (<i>Gypsum Wall Board</i>)	78
5.9.	Grafik Penyerapan Air pada Papan Gips	79

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kartu Peserta Tugas Akhir
- Lampiran 2 Arsip Surat
- Lampiran 3 Perencanaan Campuran *Bamboos Fibre Cement Board*
- Lampiran 4 Perhitungan Ukuran *Bamboos Fibre Cement Board*
- Lampiran 5 Berat *Bamboos Fibre Cement Board* per- m^3 dan
 Berat Pemanding : Papan Gips (*Gypsum Wall Board*) per- m^3
- Lampiran 6 Perhitungan Tegangan Lentur pada *Bamboos Fibre Cement Board*
- Lampiran 7 Hasil Uji Penyerapan Air
- Lampiran 8 Contoh Hasil Pengujian Beban Maksimum Yang Terjadi pada
 Benda Uji Yang Diunggulkan
- Lampiran 9 Data-Data Hasil Pengujian Pemanding : Papan Gips (*Gypsum
Wall Board*)

DAFTAR NOTASI

A	Berat benda uji kering oven (gram)
B	Berat benda uji jenuh air (gram)
Bc	C (berat semen yang diperlukan untuk volume V_p fibre cement, kg)
Bf	Berat fibre (kg)
BJ	Berat Jenis Fibre
BJ jkm	Berat Jenis Fibre jenuh kering muka
Bw	Berat air (kg)
b	Lebar benda coba (cm)
b, e, 3, 4	Konstanta ukuran tebal benda coba (cm)
F	Fibre atau perbandingan Fibre : Semen
FAS	Faktor air semen (0,45)
Fk	Faktor keamanan, diambil 1,05-1,2
h	Tebal benda coba (cm)
IP	Index Plastisitas (interval kadar air dimana bahan masih bersifat plastis atau selisih LL dan PL)
JA	Kondisi Jenuh air
K kjkm	Kadar air kondisi jenuh kering muka rata-rata (%)
K kn	Kadar air kondisi normal rata-rata (%)
KO	Kondisi kering oven

L	Jarak antara sendi dan rol (jarak tumpuan, cm) atau Lebar benda uji (13 cm)
LL	Liquid Limit (kadar air minimum dimana sifat bahan berubah dari keadaan cair menjadi plastis)
Lrr	Lebar rata-rata (cm)
l/d	Aspek ratio (dalam penelitian ini digunakan 30)
M	Momen maksimum (kg.cm)
P	Beban aksial (kg) atau panjang benda uji (30 cm)
PL	Plastic Limit (kadar air dimana sifat bahan berubah dari keadaan plastis menjadi semi padat)
Prr	Panjang rata-rata (cm)
R1	Tumpuan sendi
R2	Tumpuan rol
T	Tebal benda uji (1 cm dan 2 cm)
Trr	Tebal rata-rata (cm)
V	Prosentase udara (%)
Vc	Volume cetakan (dm ³)
Vp	Volume percobaan (dm ³)
W	FAS (sebesar 0,45)
W jkm	Berat fibre jenuh kering muka (gram)
Wk	Berat fibre kering oven (gram)

w	Kadar air (%) atau tahanan momen pada tampang persegi (cm^3)
w1, w2, w3, w4	Konstanta berat dalam pengujian berat jenis atau kadar air (gram)
wa	Berat air tambahan pada fibre (gram)
wf	Berat fibre (gram)
wj1, wj2	Konstanta berat pada pengujian kadar air fibre kondisi jenuh kering muka
wn 1, wn2	Konstanta berat pada pengujian kadar air fibre kondisi normal
w (rt)	Kadar air rata-rata (%)
X1, X2, X3	Konstanta ukuran lebar benda coba (cm)
Y1, Y2, Y3	Konstanta ukuran panjang benda coba (cm)
γ_c	Berat jenis semen (kg/dm^3)
γ_f	Berat jenis fibre (kg/dm^3)
γ_w	Berat jenis air (kg/dm^3)
σ	Tegangan lentur maksimum (kg/cm^2)
% Pt	Penyimpangan lebar (%)
% Pp	Penyimpangan panjang (%)
% Pt	Penyimpangan tebal (%)

ABSTRAKSI

Penelitian tentang beton yang diperkuat dengan fibre ("Fibre Reinforced Concrete") sudah banyak dilakukan, tetapi yang menggunakan fibre bambu masih sangat sedikit, padahal bambu mempunyai kekuatan yang cukup tinggi, harganya relatif murah dan mudah didapatkan di Indonesia.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya kuat lentur dan penyerapan air pada "bamboos fibre cement board". Diharapkan dengan besarnya angka pori yang ada masih bisa menahan lentur yang maksimal sehingga didapatkan konstruksi dinding yang ringan dan kuat.

Fibre yang digunakan dalam penelitian ini, berasal dari bambu apus ("Gigantochloa Apus Kurz") yang disayat tipis-tipis dengan ukuran panjang 30 mm dan diameter ± 1 mm.

Fibre bambu termasuk bahan alami, tidak dapat untuk penggunaan jangka panjang, sebab dapat mengalami penyusutan dan menjadi rapuh untuk jangka waktu tertentu. Untuk memperpanjang usia pemakaian maka sebelum digunakan sebagai bahan "bamboos fibre cement board", sebaiknya dilakukan upaya pengawetan.

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa :

- semakin tinggi prosentase fibre, "workability" semakin berkurang,*
- "bamboos fibre cement board" dengan proporsi 40 % fibre lebih baik mutu dan kekuatannya dibandingkan dengan proporsi yang lain dan pada proporsi ini pula kekuatan lenturnya meningkat sebesar 2,96 % untuk kondisi jenuh air dan 16,39 % untuk kondisi kering oven dari mutu bahan yang disyaratkan.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di Indonesia, konsep pemakaian fibre pada adukan beton untuk struktur bangunan Teknik Sipil belum banyak dikenal dan belum banyak digunakan dalam praktek, salah satu penyebabnya karena belum tersedia fibre yang murah dalam jumlah besar. Dan apabila diimpor maka ada ketergantungan yang beresiko tinggi.

Di daerah pedesaan bambu banyak dipergunakan sebagai bahan bangunan. Beberapa alasan yang menjadikan penggunaan bambu menjadi populer, antara lain bambu mudah didapat, mempunyai batang yang lurus, harga relatif murah, mempunyai kekuatan yang cukup tinggi dan keawetannya mudah ditingkatkan dengan cara pengawetan yang sederhana.

Dengan memperhatikan kuat tarik bambu yang tinggi dan didukung oleh suatu kenyataan bahwa bambu dengan kualitas yang baik dapat diperoleh pada umur 2 sampai 5 tahun, suatu kurun waktu yang relatif singkat, serta dengan mengingat bahwa bambu mudah ditanam dan tidak memerlukan perawatan yang khusus, maka bambu mempunyai peluang yang besar untuk menggantikan kayu yang baru siap ditebang setelah berumur 50 tahun. Hal-hal inilah yang

menyebabkan perlu dijajaki lebih lanjut untuk menggunakan bambu secara lebih luas dalam bidang konstruksi bangunan (Morisco, 1996)

Meskipun pemakaian bambu cukup merata dan meluas di Indonesia, namun penelitian tentang berbagai kekuatan bambu masih sedikit dijumpai, terutama mengenai serta bambu dalam campuran pasta.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari terobosan penggunaan bahan bangunan yang baru pada bidang konstruksi, dengan memanfaatkan bahan-bahan dasar yang banyak terdapat di sekitar lingkungan kita. Dalam penelitian ini digunakan serat bambu. Adapun tujuan lain yang akan dicapai dalam studi eksperimental ini adalah :

1. Mengetahui besar penyerapan air dan lentur maksimum yang terjadi pada *fibre cement board* rencana berdasarkan campuran bahan dan ketebalan yang beragam dengan cara coba-coba (*trial and error method*).
2. Mengetahui pengaruh variasi campuran fibre bambu dengan nilai banding W.C – air semen tetap yaitu 0,45, pada kuat lentur *fibre cement*.
3. Membandingkan hasil penelitian dengan Standart Industri Indonesia (SII) tentang Mutu dan Cara Uji Lembaran Serat Semen.
4. Membandingkan hasil Penelitian dengan Papan Gips (*Gypsum Wall Board*) berdasarkan fungsinya yaitu sebagai dinding pemisah yang bersifat dekoratif.

1.3. Manfaat Penelitian

Diharapkan manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan gambaran tentang alternatif lain pemanfaatan bambu sebagai bahan penyekat yang ringan, ekonomis, dan bersifat dekoratif.
2. Dapat menghemat biaya struktur.
3. Sebagai referensi tambahan bagi penelitian lebih lanjut berkaitan dengan penggunaan fibre bambu pada struktur bangunan.

1.4. Batasan Masalah

Permasalahan mengenai *bamboos fibre cement board* ini sangat kompleks, dilihat dari komponen penyusunnya, bisa ditemukan berbagai variasi masalah. Untuk menghindari banyaknya masalah yang mungkin terjadi, maka perlu dilakukan pembatasan masalah. Batasan masalah itu sebagai berikut :

1. Dalam penelitian ini, yang dibahas adalah besarnya pengaruh kuat lentur dan penyerapan air dengan ketebalan *fibre cement* yang bervariasi.
2. Mutu bahan yang disyaratkan didapat dari hasil penelitian Lembaran Serat Semen berdasarkan Standar Industri Indonesia (SII), yaitu :
 - a. Tebal minimum 4 mm, dengan penyimpangan maksimum 10 %
 - b. Penyimpangan ukuran panjang dan lebar maksimum 1 %
 - c. Penyerapan air maksimum 35 %
 - d. Kerapatan air harus baik (tidak terjadi tetesan)
 - e. Kuat lentur minimum rata-rata 100 kg/cm²

3. Serat yang digunakan berasal dari bambu apus (*Gigantochloa Apus Kurz*). Nilai aspek ratio (L/d) adalah perbandingan panjang serat terhadap diameter serat, dalam penelitian ini panjang serat diambil 30 mm dan diameter serat ± 1 mm sehingga aspek rasionya sebesar 30 sesuai aspek ratio yang ideal yaitu 30 hingga 150.
4. Campuran pasta (*portland cement* dan air) dan serat bambu dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error method of mix design*), berdasarkan volume absolut, dengan faktor air semen (f.a.s) tetap yaitu 0,45.
5. Benda uji berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran panjang 30 cm, lebar 13 cm dan ketebalan bervariasi, yaitu 1,0 cm dan 2,0 cm.
6. Variasi proporsi serat bambu diambil 20 %, 30 %, 40 % dan 50 % berat serat dalam kondisi *Saturated Surface Dry* (SSD)
7. Jumlah sampel yang digunakan 3 buah untuk tiap jenis pengujian. Dalam penelitian ini jumlah sampel 144 buah.
8. Pengujian kuat lentur dilakukan setelah benda uji berumur 3, 14 dan 28 hari pada kondisi jenuh air dan kering oven, sedangkan pengujian penyerapan air hanya dilakukan pada benda uji yang telah berumur 28 hari.

1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian dimaksudkan untuk memperoleh hasil yang benar. Untuk tujuan hal tersebut penyusun melaksanakan penelitian dengan metode sebagai berikut :

1. Studi pustaka.
2. Studi eksperimental di laboratorium, dengan menggunakan fasilitas pada :
 - a. Laboratorium Mekanika Tanah, FTSP, UII.
 - b. Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, FTSP, UII.
 - c. Laboratorium Mekanika Bahan, Pusat Antar Universitas (PAU), UGM.

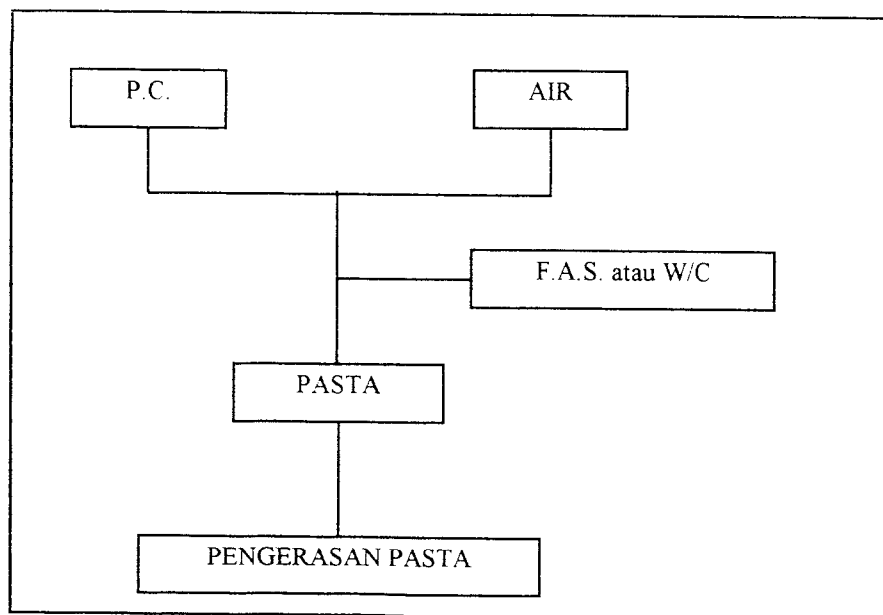
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Pasta Semen Ringan

Pasta adalah adukan yang terdiri dari bahan ikat hidrolis (*portland cement*) dan air (Sidney Mindess, 1981).

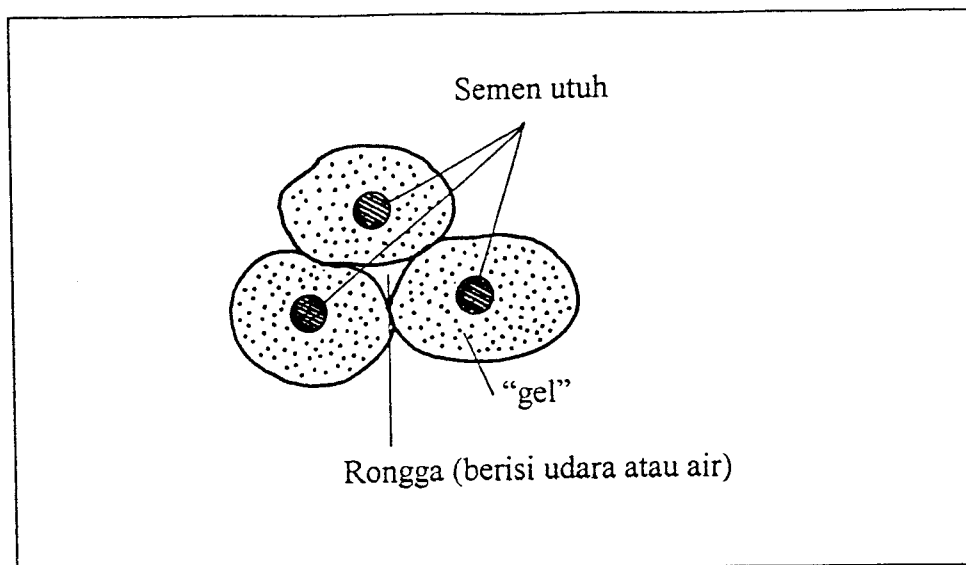
Untuk lebih jelas tentang pengertian pasta dapat dilihat pada gambar 2.1.



Sumber : Gideon, 1991

Gambar 2.1. Bagan Pembentukan Pasta

Gabungan senyawa-senyawa *portland cement* dan air mengakibatkan terjadinya reaksi kimia yang menghasilkan “gel”, hal tersebut bisa dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Detail Pasta Semen

Kekuatan pasta setelah mengeras dianggap suatu fungsi dari :

$$Gel\ space\ Ratio = \frac{Volume\ gel}{Volume\ gel + Rongga\ kapiler} \quad (2.1)$$

Pasta semen ringan adalah pasta yang diperoleh dengan menambahkan bahan fibre yang sering digunakan untuk bahan isolasi panas dan peredam suara (Kardiyono,1995).

2.2. Fibre Cement Board

Fibre Cement Board adalah papan yang berbentuk lembaran / lempeng dengan ukuran tertentu yang terbuat dari campuran serat tumbuhan (pada penelitian ini digunakan serat bambu), *portland cement* sebagai pengikat hidrolis dan air. Campuran dari semen dan air saja disebut Pasta (PUBI,1982).

Bobot isi (densitas) lempeng lebih dari 1,2 gram/cm³ dan dipergunakan pada bangunan (SII.0016-72). Hasil dari percobaan menunjukkan bahwa fibre yang disebar secara acak mempunyai tahanan lentur dan kuat tarik yang lebih besar dibanding dengan fibre yang disebar secara teratur dengan peningkatan sebesar 20 % (Giaccio dkk,1986).

Beberapa peneliti di luar negeri telah membuktikan bahwa dengan penambahan fibre ke dalam adukan dapat memperbaiki sifat-sifat bahan sebagai berikut :

1. Lebih daktil.
2. Meningkatkan kuat tarik.
3. Meningkatkan kuat lentur.
4. Menambah ketahanan terhadap kejut.

Hal-hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Wafa dan Ashour (1992), Soroshian dan Bayasi (1991), ACI Committee 544 (1993).

Swamy dan Al-Noori (1974) mengamati bahwa bentuk fibre akan berpengaruh pada kuat lekat.

2.3. Pembanding: Papan Gips (*Gypsum Wall Board*)

Papan gips adalah papan buatan yang bagian tengahnya terbuat dari bahan gips (*gypsum*), sedang pada bagian permukaannya diberi kertas pelapis dasar dengan atau tanpa lapisan luar lainnya. Papan gips dapat digunakan untuk langit-langit dan dinding pemisah yang bersifat dekoratif (PUBI,1982).

Persyaratan yang harus dipenuhi papan gips adalah :

1. Papan gips yang digunakan sebagai lapisan penahan panas harus berlapisan lembaran aluminium yang melekat bersama kertas pelapis dasarnya.
2. Papan gips tidak digunakan untuk bagian-bagian konstruksi yang berhubungan langsung dengan air atau tempat-tempat yang mungkin menjadi basah atau lembab.
3. Papan gips harus memenuhi syarat ukuran sesuai dengan tabel 2.1.

Tabel 2.1. Ukuran Standar Papan Gips (*Gypsum Wall Board*)

Ukuran Nominal (mm)		
Tebal $\pm$ toleransi	Lebar $\pm$ toleransi	Panjang $\pm$ toleransi
6,5 $\pm$ 0,4	410 $\pm$ 2,4	(1220-3600) $\pm$ 6,5
9,5 $\pm$ 0,4	610 $\pm$ 2,4	(1220-4800) $\pm$ 6,5
13,0 $\pm$ 0,4	810 $\pm$ 2,4	
15,6 $\pm$ 0,4	1220 $\pm$ 2,4	

2.4. Material Penyusun *Fibre Cement Board*

Dalam penelitian ini akan diteliti penggunaan bahan fibre dari bambu, sehingga perlu diketahui karakteristik dari bahan penyusun *fibre cement board*.

2.4.1. Semen *Portland* (SP)

Semen *Portland* (SP) adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling halus klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu (PUBI, 1982).

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen *portland* di Indonesia dibagi menjadi 5 jenis (Kardiyono, 1995), yaitu :

Jenis I : *Normal portland cement*

- Untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus

Jenis II : *Modified portland cement*

- Panas hidrasinya rendah
- Ketahanan terhadap sulfat lebih baik dari jenis I

Jenis III : *High early portland cement*

- Kekuatan awal cukup tinggi

Jenis IV : *Low-heat portland cement*

- Panas hidrasinya sangat rendah

Jenis V : *Sulfat-resiting portland cement*

- Tahan terhadap sulfat

Semen *portland* merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Semen *portland* yang dipakai untuk struktur harus mempunyai kualitas tertentu yang telah ditetapkan agar dapat berfungsi secara efektif.

2.4.2. Air

Air yang dimaksud di sini adalah air sebagai bahan pembantu dalam konstruksi bangunan yang digunakan dalam pembuatan adukan, syarat-syarat yang harus dipenuhi (PUBI, 1982) adalah :

1. Air harus bersih dan merupakan air tawar yang dapat diminum.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
3. Tidak mengandung benda-benda yang tersuspensi lebih dari 2 gr/liter.
4. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam-asam, zat organik, dsb.) lebih dari 15 gram/liter.
5. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.

2.4.3. Bambu

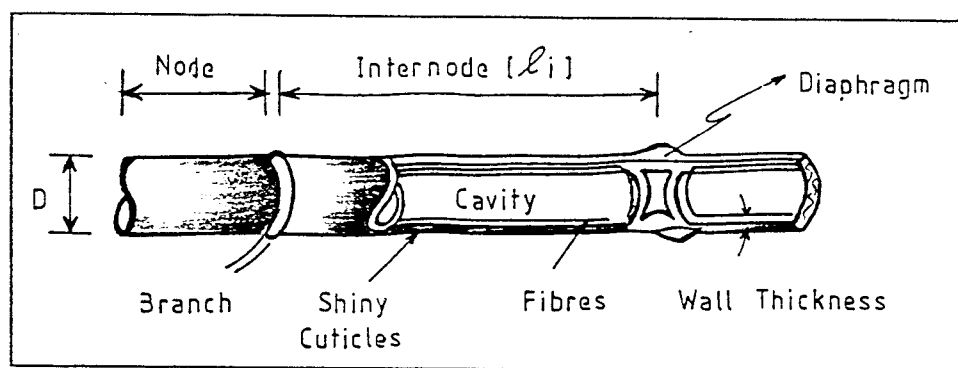
Penelitian ini menggunakan fiber dari bambu. Pemilihan bambu karena mampu menahan tarik yang cukup besar. Alternatif penggunaan bambu sebagai fiber dari bahan alami ini lebih menguntungkan dibandingkan dengan fiber dari tumbuhan lain.

1. Anatomi dan Struktur Bambu

Secara anatomi elemen-elemen penyusun bambu hampir sama dengan elemen-elemen penyusun kayu, oleh karena itu faktor-faktor yang dapat berpengaruh terhadap sifat-sifat kayu juga berpengaruh sama terhadap sifat-sifat bambu (Liese, 1980).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan kayu adalah suhu, dekomposisi anaerob kayu, sifat anisotropis kayu, berat jenis, kandungan air dan lamanya muatan (Soenardi, 1976).

Batang bambu pada umumnya berupa batang silinder dengan diameter bervariasi dari 1 hingga 25 cm dan ketinggian bervariasi dari 1 hingga 40 m. Diameter bambu berkurang sejalan dengan panjangnya, dari pangkal hingga ujung. Bambu yang silindris ini secara keseluruhan dipisahkan pada nodia-nodia. Permukaan luar batang tertutup oleh kulit yang keras untuk mencegah sebagian kehilangan air dari batang bambu (Ghavami. K, 1988). Seperti pada gambar 2.3.



Sumber : Ghavami. K, 1988

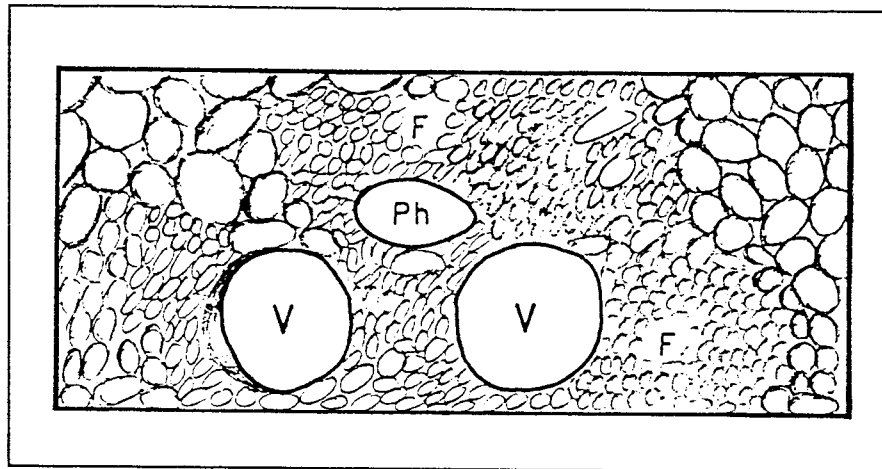
Gambar 2.3. Bagian-Bagian dari Batang Bambu

Menurut Liese (1980), bambu merupakan salah satu anggota dari familia *Gramineae*, yang mempunyai ciri-ciri anatomi antara lain :

- Pertumbuhan primer yang sangat cepat tanpa diikuti pertumbuhan sekunder.
- Batangnya beruas-ruas, sehingga ada bagian yang disebut nodia dan internodia.
- Semua sel terdapat dalam nodia mengarah pada sumbu transversal, sedang pada internodia mengarah pada sumbu axial.

Di dalam batang bambu terdapat ikatan pembuluh-pembuluh (*vascular bundies*) yang terdiri dari dua buah bentuk (*metaxylem*) yang berupa *Vessel* (V)

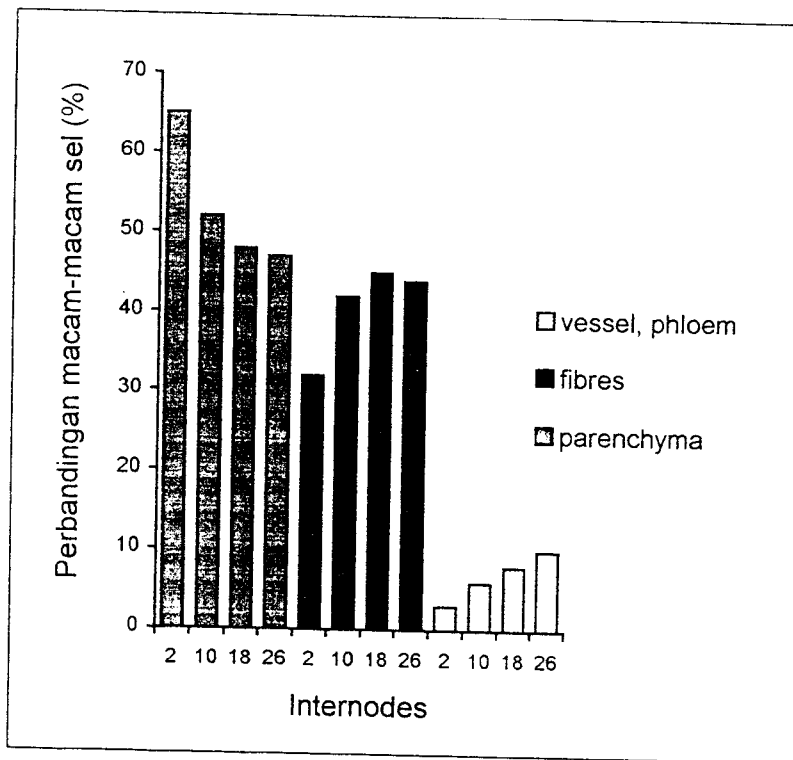
dan *Phloem* (Ph) yang disatukan dengan Fiber-fiber (F), fiber-fiber ini diisi dengan *parenchyma* sebagai sel pengisi, seperti terlihat pada gambar 2.4.



Sumber : Liese, 1980

Gambar 2.4. Ikatan Pembuluh-Pembuluh dengan 2 Pembuluh Besar *Vessel* (V) dan *Phloem* (Ph) yang Diikat oleh Serat-Serat (F)

Adapun prosentase perbandingan 3 bagian di atas, tergantung pada lokasi ruas masing-masing penampang batang bambu. Untuk ruas bagian bawah dibanding ruas bagian atas, prosentase *parenchyma* makin berkurang, sedang prosentase fibre dan *vessel* / *phloem* makin bertambah (Gambar 2.5.)



Sumber : Liese, 1980

Gambar 2.5. Prosentase Perbandingan dari Macam-Macam Sel dalam Arah Vertikal Batang

2. Sifat Fisik Bambu

Sifat-sifat fisik batang bambu dari beberapa jenis bambu antara lain : warna panjang keseluruhan, jarak antara nodia, diameter dan ketebalan, kandungan air bambu, bambu seperti halnya kayu, merupakan zat higroskopis, artinya bambu mempunyai afinitas terhadap air, baik dalam bentuk uap maupun berupa cairan. Hal ini disajikan pada tabel 2.2.

Menurut Liese (1980) kandungan air di dalam batang bambu bervariasi baik arah memanjang maupun arah melintang batang. Hal ini tergantung pada umur, waktu penebangan dan jenis bambu. Pada umur satu tahun batang bambu mempunyai kandungan air yang relatif tinggi yaitu kurang lebih 120 % hingga

Tabel 2.2. Sifat-sifat fisik beberapa jenis bambu

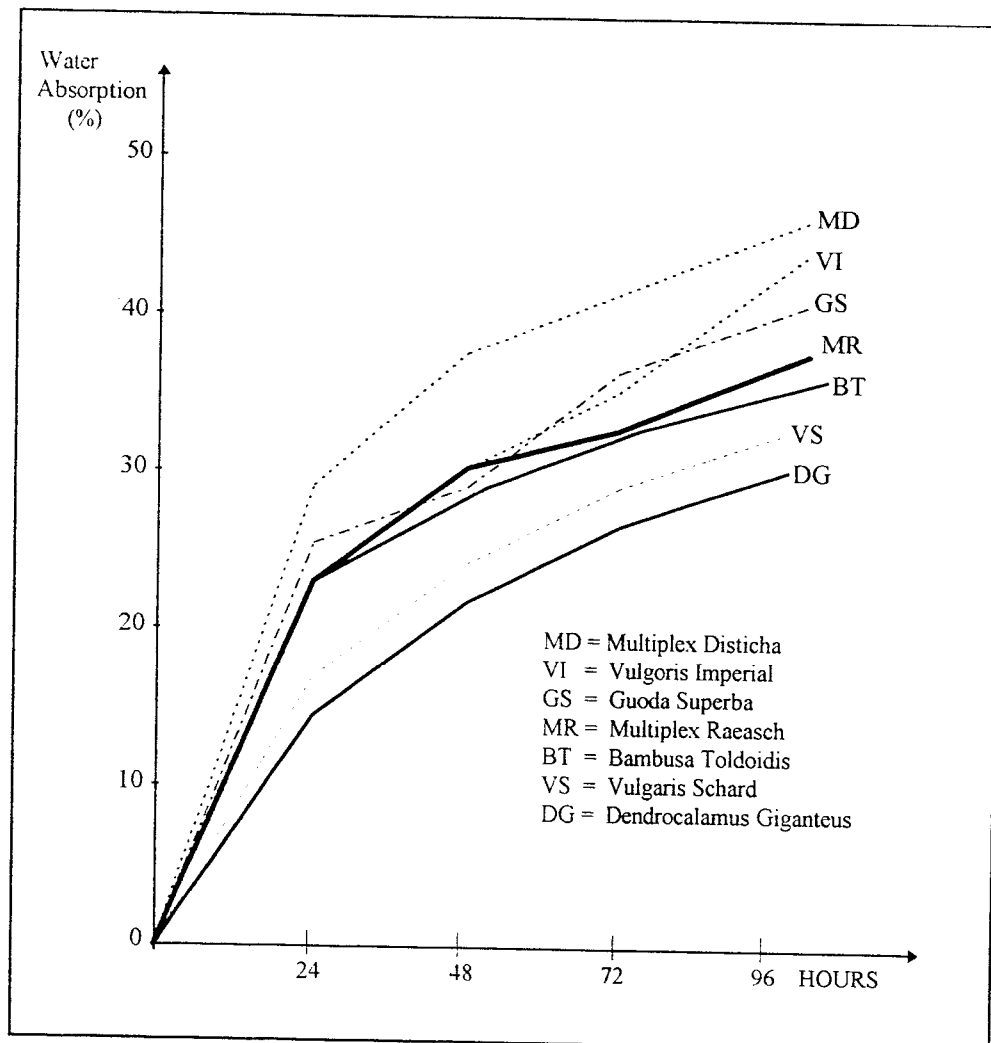
No.	Jenis Bambu dan Warna	Panjang (m)			Garis Tengah (cm)			Ketebalan (mm)		Kadar Air	Berat Jenis
		Total	Bagian	Ukuran	Antar Ruas	Dasar	Atas	Rata"	Rata"		
1.	Bambusa multiplex (hijau)	3,0	Semua	3,0	0,45	2,5	1,5	2,0	3,5	15,4	8,8
2.	Bambusa multiplex (hijau jamrud)	7,5	Atas Bawah	3,0 3,5	0,40 0,55	3,0 4,0	2,5 3,0	2,75 3,5	3,0 4,0	14,9 15,5	9,2 9,2
3.	Bambusa tuldooidis (hijau muda)	8,0	Atas Bawah	4,0 3,0	0,40 0,40	3,5 4,0	2,0 3,0	3,0 4,0	4,0 7,0	17,8 13,5	9,0 9,7
4.	Guadua superba (hijau)	9,0	Atas Bawah	4,0 4,0	0,40 0,26	10,0 12,0	4,3 10,0	7,0 11,0	6,0 9,0	19,2 17,5	7,3 10,0
5.	Bambusa vulgaris (kuning dengan garis hijau)	10,0	Atas Bawah	4,2 5,0	0,36 0,31	7,0 8,0	4,6 7,0	6,5 7,4	5,0 10,0	16,2 15,9	6,2 6,8
6.	Bambusa vulgaris Schard (hijau)	13,0	Atas Tengah Bawah	4,3 4,0 4,0	0,39 0,35 0,29	6,0 7,0 11,0	5,0 6,0 7,0	5,5 6,5 10,0	6,0 9,0 10,0	15,6 17,4 17,6	7,0 7,8 6,6
7.	Dendrocalamus giganteus (hijau tua)	21,0	Atas Tengah atas Tengah Tengah bawah Bawah	4,0 4,0 4,0 4,3 4,3 4,5	0,40 0,50 0,54 0,54 0,55	8,0 11,0 12,0 13,0 16,0	6,0 8,0 11,0 12,0 13,0	7,0 9,5 11,0 12,5 14,5	6,0 8,0 8,5 9,0 11,0	13,9 17,0 18,9 18,5 19,5	8,2 9,0 9,8 8,7 8,6

Sumber : Ghavami. K, 1985

130 %, baik pada pangkal maupun pada ujungnya. Pada bagian ruas kandungan air lebih rendah daripada bagian nodia. Kandungan air pada arah melintang yaitu bagian dalam lebih tinggi dibandingkan dengan bagian luar.

Tebal bambu, tebal dinding sel dan penyebaran sel-sel penyusun bambu merupakan hal-hal yang menentukan jumlah air yang ada di dalam bambu dan sukar mudahnya air keluar dari bambu, sehingga terjadilah perbedaan kadar air kering udara.

Hubungan antara absorpsi air dan waktu menurut hasil penelitian Ghavami, 1988, untuk beberapa jenis bambu diperlihatkan pada gambar 2.6.



Sumber : Ghavami. K, 1988

Gambar 2.6. Penyerapan Air dari Beberapa Jenis Bambu

3. Sifat Mekanika Bambu

Bambu apus sebagai fibre untuk campuran *bamboos fibre cement*, mempunyai keunggulan dibandingkan dengan jenis bambu lainnya, yaitu:

- Penyusutan arah radial paling kecil dibandingkan dengan jenis bambu lainnya, yakni sekitar 6,816 %

- b. Penyusutan arah tangensial sebesar 4,885 % tidak berbeda jauh dengan jenis bambu lainnya.
- c. Kuat tarik sejajar serat sebesar 26198,273 N/cm² mendekati kuat tarik pada jenis bambu lainnya.
- d. Kadar lignin paling rendah, sekitar 0,33 % (lihat pada tabel 2.3).
- e. Fibre dari bambu apus tidak mudah patah dibandingkan dengan fibre dari bahan jenis bambu lainnya.

Kecenderungan penyusutan arah radial dan tangensial pada bambu atau fibre bambu untuk jangka panjang diperkirakan dapat mengurangi *pull out resistance*-nya dan bambu termasuk bahan alami, sehingga mempunyai sifat mendekati kayu yang pada penggunaan jangka panjang dapat rapuh.

4. Pengawetan bambu

Menebang bambu pada saat yang tepat dapat mengurangi resiko serangan bubuk atau sedikit sekali terserang bubuk. Masyarakat pedesaan menggunakan pedoman waktu untuk menebang bambu agar terhindar dari serangan bubuk, yaitu pada waktu mangsa tua, yang umumnya dipilih mangsa ke-10 atau ke-11. Hal ini disebabkan kandungan pati (*lignin*) dalam pembuluh bambu yang menjadi makanan hama bubuk tidaklah sama sepanjang musim, kandungan pati bambu naik turun mengikuti musim, mangsa ke-11 jatuh pada bulan Mei (tabel 2.4.) merupakan masa paling sedikit serangan hama bubuk (Sulthoni, 1983).

Perlakuan pengawetan telah banyak dicoba, salah satunya adalah untuk menurunkan susut atau muai yang besar, bambu dapat direndam dulu dalam air atau lumpur sebelum dipakai. Perendaman dalam air kapur (*Calcium Hidroksida*

Tabel 2.3. Prosen kandungan pati empat jenis bambu selama setahun

BULAN	JENIS BAMBU DAN KANDUNGAN PATINYA			
	Ampel (%)	Petung (%)	Ulung (%)	Apus (%)
Januari	0,50	0,48	0,33	0,26
Februari	1,55	1,24	0,31	0,31
Maret	3,96	2,09	0,36	0,28
April	1,99	0,32	0,38	0,42
Mei	4,08	0,90	0,53	0,37
Juni	3,70	0,56	0,42	0,30
Juli	1,90	0,40	0,30	0,39
Agustus	2,67	0,46	0,54	0,29
September	3,58	2,07	0,27	0,28
Oktober	4,73	0,49	0,32	0,26
Nopember	6,22	0,46	0,32	0,50
Desember	2,82	0,48	0,37	0,31
Rata-rata	3,14	0,83	0,37	0,33

Sumber : Sulthoni, 1983

Tabel 2.4. Jumlah tangkapan kumbang bubuk bambu selama setahun

BULAN TEBANG	JUMLAH KUMBANG BUBUK (ekor)	MANGSA KE-	JUMLAH KUMBANG BUBUK (ekor)
Januari	105	VII (22 Des- 2 Feb)	172
Februari	155	VIII (3 Feb- 28 Feb)	136
Maret	250	IX (1 Mar- 25 Mar)	206
April	93	X (26 Mar- 29 Apr)	115
Mei	10	XI (20 Apr- 11 Mei)	26
Juni	591	XII (12 Mei- 21 Jun)	515
Juli	461	I (22 Jun- 1 Ags)	551
Agustus	490	II (2 Ags- 24 Ags)	416
September	293	III (25 Ags- 17 Sep)	223
Oktober	413	IV (18 Sep- 12 Okt)	220
Nopember	610	V (13 Okt- 8 Nop)	625
Desember	230	VI (9 Nop- 21 Des)	496
Jumlah	3701	Jumlah	3701

Sumber : Sulthoni, 1983

Solution) tidak memberikan hasil yang lebih baik daripada dalam air biasa. Hasil yang lebih baik didapatkan jika bambu dikeringkan di udara sebelum direndam.

Pada penelitian ini bahan fibre bambu yang digunakan berasal dari bambu Apus (*Gigantochloa Apus Kurz*), dengan umur kurang lebih 3 tahun, ditandai dengan adanya akar kecil-kecil yang keluar dari nodia. Fibre bambu diperoleh dengan menyayat tipis-tipis bambu tersebut pada bagian tengah, bagian kulit tidak diikutkan dalam penelitian ini, karena bagian kulit volumenya tidak banyak hanya sekitar 0,2 % dari keseluruhan volume bambu dan mempunyai sifat lebih kaku dibandingkan dengan bagian tengah bambu.

Bagian pangkal dan bagian ujung kurang lebih satu meter tidak digunakan, karena fibre bambu bagian pangkal mempunyai sifat lebih kaku, sedangkan bagian ujung sifat fibrenya lebih lunak. Diharapkan dengan mengambil fibre bambu hanya pada bagian tengah dapat diperoleh fibre bambu dengan sifat-sifat yang homogen. Bambu apus digunakan dalam penelitian ini karena sifat liat dari fibrenya, sehingga tidak mudah patah bila ditekuk. Fibre yang dicampurkan dalam adukan bila mudah patah, maka dalam proses pengadukan bahan akan banyak fibre yang patah, sehingga tujuan untuk memperbaiki sifat-sifat *pasta cement* tidak tercapai. Untuk jenis-jenis bambu lain mempunyai serat relatif lebih besar dan mudah patah bila ditekuk.

2.5. Karakteristik Kekuatan

Penambahan fibre akan menurunkan kelecakan adukan dan sejalan dengan pertambahan aspek *ratio fibre* (perbandingan panjang fibre dengan diameter

fibre) dan konsentrasi fiber, apabila tidak diatasi akan menyebabkan fibre cenderung menggumpal menjadi bola (*balling effects*). Penurunan tersebut dapat diatasi dengan penambahan pasta semen. Semakin tinggi aspek ratio fibre akan menyebabkan semakin sulit dalam pengadukan yang dinyatakan dengan *VB-time* makin tinggi dan *workability* semakin rendah (Sudarmoko, 1993).

Penggunaan fibre dengan modulus yang rendah (biasanya dari bahan alami) juga dapat dipakai untuk memperbesar daktilitas dan penyerapan energi, disamping harga yang murah dan sesuai untuk penggunaan pada bangunan tingkat rendah (D.G. Swift, 1980).

2.6. Perbandingan Campuran

Perbandingan campuran menggunakan pedoman cara coba-coba (*trial and error method of mix design*), agar diperoleh campuran di mana setiap lapisan serat dapat terlapisi pasta semen dan perancangan adukan menggunakan cara *Road Note No.4* yang didasarkan pada kebutuhan bahan dasar, dihitung berdasarkan volume absolut, yaitu dengan berat jenis butir semen dan berat jenis agregat dengan menganggap fibre bambu sebagai agregat yang sangat tidak bulat (Kardiyono, 1995).

Percobaan adukan dilakukan dengan memperkirakan proporsi bahan-bahan dan penyesuaian perlu dilakukan untuk memperoleh adukan yang mudah dikerjakan dan mencapai kekuatan yang diharapkan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Tinjauan Umum

Pasta ringan bukan saja diperhitungkan karena beratnya yang ringan, tetapi juga karena isolasi suhu yang tinggi dibandingkan dengan pasta biasa. Umumnya pengurangan kepadatan diikuti dengan kenaikan isolasi suhu, meskipun terdapat penurunan kekuatan. Perlu dimaklumi di sini bahwa isolasi panas yang tinggi hanya diperoleh ketika pasta ringan tetap kering.

3.2. *Bamboos Fibre Cement Board*

Bamboos fibre cement board merupakan pasta ringan dengan campuran serat bambu sebagai bahan yang pasif atau bahan pengisi.

Hal-hal yang harus dipenuhi oleh *bamboos fibre cement board* adalah:

1. Lembaran serat semen harus mempunyai tepi potongan yang lurus, rata dan tidak berkerut, sama tebalnya pada seluruh panjang lembaran. Bila diketuk ringan dengan benda yang keras, berbunyi nyaring yang menandakan bahwa lembaran tidak pecah atau retak.
2. Permukaan lembaran harus tidak menunjukkan retak-retak, kerutan-kerutan atau cacat-cacat lain yang merugikan sifat pemakaiannya. Permukaan lembaran yang sengaja dibuat tidak rata diperbolehkan.

3. Penampang potongan lembaran serat semen harus menunjukkan campuran yang merata, tidak berlubang-lubang atau belah-belah.
4. Lembaran harus mudah dipotong, digergaji, dibor dan dipaku tanpa mengakibatkan retak-retak atau cacat lainnya yang merugikan.
5. Lembaran serat semen harus memenuhi persyaratan ukuran sesuai dengan tabel 3.1.

Tabel 3.1. Ukuran dan Toleransi Lembaran Serat Semen

Uraian	Ukuran	Toleransi max.
Tebal minimum	4 mm	10 %
Panjang dan Lebar	— —	1 %

6. Penyerapan maksimum sebesar 35 %

Kerapatan harus baik, kekuatan lentur minimum rata-rata 100 kg/cm².

Untuk memenuhi kriteria di atas, hal-hal yang mempengaruhi adalah :

3.2.1. Pengaruh pengawetan bambu terhadap *Bamboos Fibre Cement Board*

Keawetan alam dari bambu rendah, maka untuk kebanyakan tujuan memerlukan pengawetan. Cara yang paling lazim dikerjakan dengan perlakuan kimia yang paling murah dan sederhana ialah perendaman dalam air mengalir, air berhenti, lumpur atau air asin. Waktu perendaman berubah-ubah dari 1 sampai 24 pekan. Tanpa perlakuan, kekuatan lekat antara bambu dan pasta adalah 2 sampai 4 kg/cm². Dengan perlakuan didapatkan angka 4 sampai 8 kg/cm², tetapi belum dapat dikatakan bahwa kekuatan lekat ini selalu ada dan bersifat permanen.

3.2.2. Pengaruh Faktor Air Semen terhadap *Bamboos Fibre Cement Board*

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan menjadi bahan pelumas antara serat-serat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sebesar 30 % dari berat semen, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen (f.a.s) yang dipakai sulit apabila kurang dari 0,35. Kelebihan air ini dapat dipakai sebagai pelumas, tetapi perlu dicatat bahwa tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan pasta akan rendah dan bersifat *porous*. Selain itu kelebihan air akan bersama-sama dengan semen bergerak ke permukaan adukan pasta yang baru saja dituang (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih dan merupakan suatu lapisan tipis yang dikenal dengan selaput tipis (*laitance*).

Jumlah air yang dipakai dalam adukan pasta pada *bamboos fibre cement board* diusahakan sesuai dengan f.a.s. pada tingkat kemudahan minimal pengerjaan yang berkaitan erat dengan tingkat kelecakan (keenceran adukan) pasta, karena jumlah air per meter kubik adukan menentukan tingkat konsistensi atau kekentalan adukan itu (Kardiyono, 1995)

3.3. Faktor Air Semen (FAS)

Pasta yang paling padat dan kuat diperoleh dengan menggunakan jumlah air yang minimal konsisten dengan derajat *workabilitas* yang dibutuhkan untuk memberikan kepadatan maksimal.

Definisi istilah perbandingan air semen perlu dijelaskan, kesulitannya timbul dari adanya air dalam takaran beton yang berasal dari 3 sumber, yaitu:

1. Air yang diserap dalam fibre (w_a)
2. Air permukaan pada fibre (w_s)
3. Air yang ditambahkan selama pencampuran (w_m)

Air dari sumber 2 dan 3 bersama-sama memberikan apa yang diistilahkan air bebas dalam campuran, hal inilah yang diambil sebagai dasar, bahwa :

$$\text{Perbandingan air / semen} = \frac{w_s + w_m}{W_c} = \frac{w}{W_c} \quad (3.1)$$

dengan W_c menunjukkan berat semen.

Di dalam persamaan ini dianggap serat dalam kondisi jenuh kering muka atau *Saturated Surface Dry* (SSD).

Bilamana ini harus kering, maka air ditambahkan pada pencampur,

$$w_p = w_a + w \quad (3.2)$$

Hubungan antara perbandingan air/semen (banyaknya semen dalam campuran) pertama kali dipelajari oleh Professor Abrams di Amerika. Pekerjaan ini dapat disimpulkan dalam suatu hukum perbandingan air semen dari Abrams, sebagai berikut :

“ Pada bahan-bahan beton dan keadaan pengujian tertentu, jumlah air campuran yang dipakai menentukan kekuatan beton, selama campuran cukup plastis dan dapat dikerjakan “

Hukum ini memberikan arti, bahwa kekuatan campuran tergantung pada perbandingan air semen.

3.4. *Workability*

Kemudahan pengerjaan (*workability*) merupakan tingkat kemudahan adukan untuk diaduk, dicetak dan dipadatkan. Perbandingan dan sifat-sifat bahan penyusun *bamboos fibre cement* secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan antara lain:

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan. Jumlah air ini akan mempengaruhi konsistensi adukan, yaitu semakin banyak air yang digunakan maka adukan semakin encer, sehingga campuran adukan makin mudah dikerjakan.
2. Jumlah semen yang digunakan. Penambahan semen ke dalam campuran adukan *bamboos fibre cement* akan memudahkan pengerjaan adukan, karena akan diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai f.a.s. tetap.

3.5. Umur Pasta Ringan

Kekuatan pasta ringan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur pasta ringan itu, kecepatan bertambahnya kekuatan tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain faktor air semen yang digunakan dan suhu perawatan. Semakin tinggi nilai faktor air semen, semakin lambat kenaikan kekuatan pasta ringannya. Semakin tinggi suhu perawatan, semakin cepat kenaikan kekuatan pasta ringannya.

3.6. Disain Campuran *Bamboos Fibre Cement Board*

Dalam penelitian ini untuk memperoleh proporsi adukan pasta dan fibre dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error method of mix design*). Cara ini mendasarkan pada percobaan untuk memperoleh campuran dengan pori yang minimum atau kepadatan maksimum, tetapi diupayakan struktur mempunyai bobot yang ringan.

Langkah-langkah perencanaan adalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini serat dapat dianggap sebagai agregat yang bentuknya sangat tidak bulat (Kardiyono, 1995)

Agregat yang digunakan dalam kondisi *Saturated Surface-Dry* (SSD) atau keadaan jenuh kering muka, karena fibre pada tahap ini tidak menyerap dan juga tidak menambah jumlah air bila dipakai dalam campuran adukan pasta.

Jenuh kering muka adalah agregat yang jenuh air (pori-porinya terisi penuh oleh air), namun permukaannya kering, sehingga tidak mengganggu air bebas di permukaannya.

Jika ingin mengetahui kadar air dalam kondisi jenuh kering muka dapat dilakukan dengan cara memasukkan fibre ke dalam tungku pada suhu 105° Celcius sampai beratnya tetap, maka kadar air jenuh kering muka itu sebesar :

$$\text{Kadar air SSD} = \frac{W_{jkm} - W_k}{W_k} \times 100 \% \quad (3.3)$$

dengan : W_{jkm} = Berat fibre jenuh kering muka, gram
 W_k = Berat fibre kering oven, gram

2. Faktor air semen (f.a.s) berkisar minimal 0,35 dan maksimal 0,5 untuk kondisi normal.

Hal ini dicari dengan pengujian batas cair semen, sehingga didapat f.a.s. minimum, sedangkan f.a.s. optimum didapat dari kemudahan pengerjaan (*workability*) dengan cara coba-coba.

3. Variasi perbandingan campuran dalam penelitian ini diambil proporsi serat sebanyak 20 %, 30 %, 40 %, dan 50 % berat, sehingga perbandingannya menjadi:
 - a. Semen : fibre = 1 : 0,25
 - b. Semen : fibre = 1 : 0,429
 - c. Semen : fibre = 1 : 0,667
 - d. Semen : fibre = 1 : 1
4. Dihitung keperluan bahan penyusun *bamboos fibre cement board* yaitu semen, fibre bambu, dan air untuk sekali adukan, kebutuhan bahan susun *bamboos fibre cement* dihitung dengan rumus-rumus:

- a. Berat Jenis Fibre Jenuh Kering Muka

$$BJ \text{ jkm} = \frac{w_2 - w_1}{(w_4 - w_1) - (w_3 - w_2)} \quad (3.4)$$

dengan : BJ jkm = Berat jenis fibre jenuh kering muka
 w_1 = Berat picnometer kosong, gram
 w_2 = Berat picnometer + Fibre-jkm, gram
 w_3 = Berat picnometer + Fibre-jkm + Air, gram
 w_4 = Berat picnometer + Air, gram

b. Perbandingan Campuran Bahan

$$V_p = V_c \times F_k \quad (3.5)$$

$$\text{Semen : Fibre : Air} = C : F : W = 1 : F : 0,45$$

Rumus Umum :

$$\frac{C}{\gamma_c \cdot \gamma_w} + \frac{F \cdot C}{\gamma_f \cdot \gamma_w} + \frac{W \cdot C}{\gamma_w} + 0,01 V_p = V_p \quad (3.6)$$

Kebutuhan fibre dan air dihitung berdasarkan hasil hitungan semen (C),

yaitu :

$$B_c = C \quad (3.7)$$

$$B_f = F \times C \quad (3.8)$$

$$B_w = FAS \times C \quad (3.9)$$

dengan : V_c = Volume cetakan, dm^3

F_k = Faktor keamanan, diambil 1,05 — 1,2

V_p = Volume percobaan, dm^3

γ_c = Berat jenis semen, kg/dm^3

γ_f = Berat jenis fibre, kg/dm^3

γ_w = Berat jenis air, kg/dm^3

F = Perbandingan fibre : semen

W = FAS (sebesar 0,45)

B_c = C (berat semen yang diperlukan untuk volume V_p *fibre cement*), kg

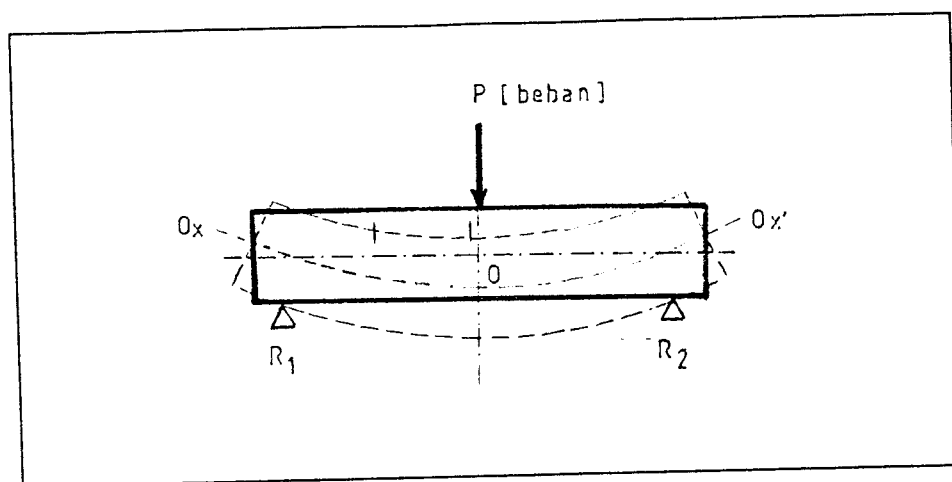
B_f = Berat fibre, kg

B_w = Berat air, kg

3.7. Kuat Lentur

Pengujian lentur statik adalah salah satu cara pengujian yang dipakai sejak lama bagi bahan yang cocok, karena dapat dilakukan terhadap batang uji berbentuk sederhana.

Sifat tekukan bahan perlu untuk diketahui. Seperti ditunjukkan pada gambar 3.1, apabila batang uji ditumpu pada R_1 dan R_2 serta beban lentur (P) diberikan di tengah, maka tegangan lentur maksimum (σ) terjadi pada titik O di tengah bentang.



Gambar 3.1. Pengujian Lentur

Besarnya momen yang terjadi :

$$\begin{aligned} M &= P/2 \cdot L/2 \\ &= \frac{P \cdot L}{4} \end{aligned} \quad (3.10)$$

Tegangan lentur pada balok berhubungan dengan tahanan momen (w), tahanan momen pada tampang persegi adalah:

$$w = 1/6 \cdot b \cdot h^2 \quad (3.11)$$

Kekuatan lentur atau tegangan lentur dapat diperoleh dengan rumus:

$$\sigma = \frac{M}{w} \quad (3.12)$$

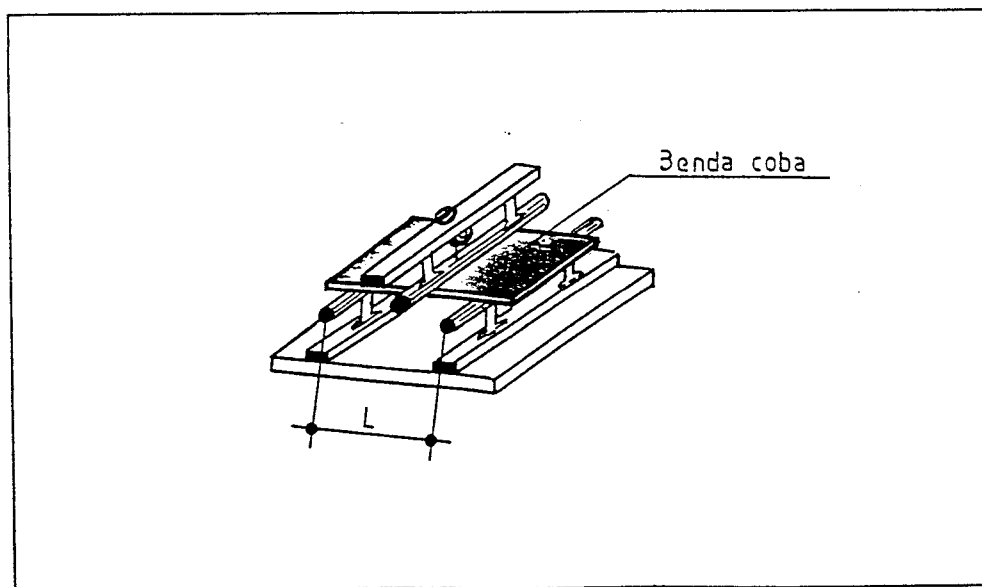
Dengan substitusi persamaan pada momen lentur (M) dan tahanan momen (w) diperoleh tegangan lentur:

$$\sigma = \frac{3.P.L}{2.b.h^2} \quad (3.13)$$

(Petunjuk Praktek Pemeriksaan Bahan Bangunan, 1979)

dengan : P = Beban, kg
 L = Jarak tumpuan, cm
 b = Lebar benda coba, cm
 h = Tebal benda coba, cm

Sket pengujian kuat lentur dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Sket Pengujian Kuat Lentur

BAB IV

PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1. Persiapan Bahan dan Alat

Penelitian dengan topik “Uji Kuat Lentur dan Penyerapan Air pada *Bamboos Fibre Cement Board*” dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah; Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia; dan Laboratorium Mekanika Bahan, Pusat Antar Universitas (PAU), Universitas Gajah Mada.

Tahap awal pelaksanaan dalam penelitian ini meliputi : persiapan bahan material yang dibutuhkan dan persiapan alat yang digunakan.

4.1.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: semen *portland* (SP), air dan fibre bambu.

1. Semen *Portland* (SP)

Semen yang digunakan sebagai bahan pengikat hidrolis dalam adukan pasta adalah semen jenis I dari Gresik, dalam kemasan 40 kg. Pengamatan secara visual dapat dilihat pada kantong yang masih tertutup rapat (tidak ada kerusakan kemasan), bahan butiran semen halus dan tidak terjadi gumpalan.

2. Air

Air yang dipergunakan dalam penelitian ini diambil dari sumber air bersih yang ada di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), FTSP UIL. Pemeriksaan dilakukan dengan pengamatan kenampakannya, yaitu jernih, tidak berbau, serta dapat untuk kebutuhan air minum.

3. Fibre bambu

Pada penelitian ini menggunakan fibre alami yang berasal dari serat bambu apus, dengan panjang serat ± 30 mm dan diameter ± 1 mm dengan berat jenis fibre 1,26. Fibre bambu berasal dari limbah kerajinan di daerah Godean, Yogyakarta, serta pemotongan dilakukan secara manual dan diusahakan dengan panjang yang sama.

Fibre bambu yang akan digunakan untuk penelitian ini direndam dulu dalam air hingga keseluruhan permukaan fibre benar-benar tertutup air, caranya yaitu dengan memberi beban pemberat pada fibre (yang ditempatkan dalam karung plastik) sehingga tidak dapat mengapung, hal ini untuk menghindari tumbuhnya jamur pada bagian fibre yang mengapung dan dapat menyebabkan fibre bambu membusuk. Perendaman dalam air minimal selama 24 jam untuk melarutkan *lignin* yang tersisa (terkandung) dalam bambu, hal ini ditandai dengan air perendam menjadi kuning dan berbau khas bambu basah.

Pada kondisi tertentu, apabila bejana perendam fibre bambu kurang besar, maka air dalam bejana perlu sering diganti yang baru, supaya air perendam mempunyai daya pelarut *lignin* yang baik. Adanya *lignin* dalam fibre bambu

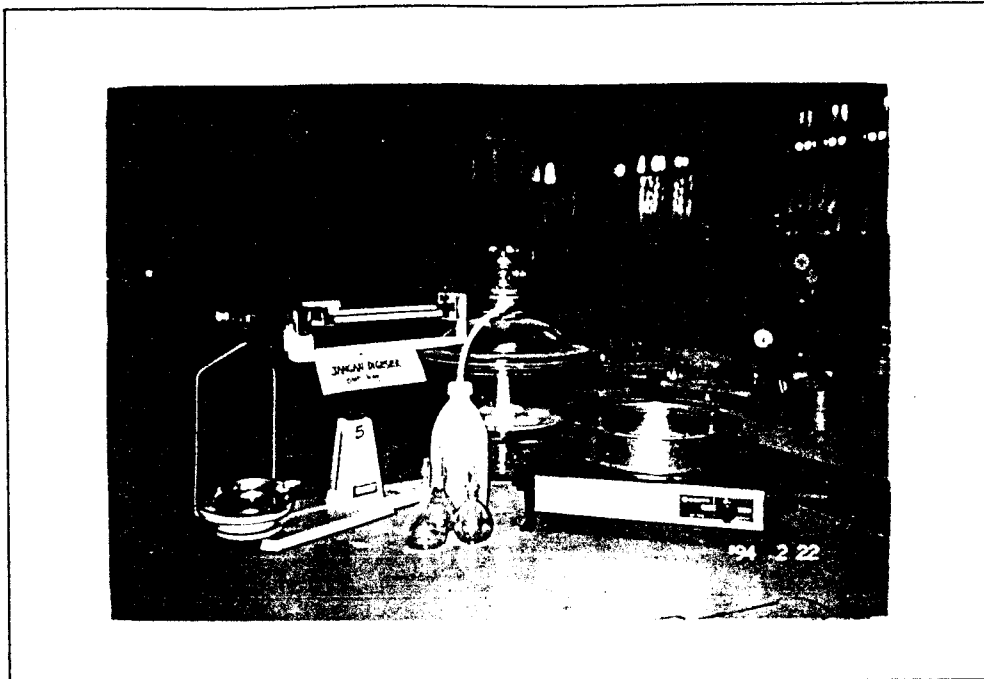
akan mempengaruhi proses hidroksida semen bila dicampurkan ke dalam adukan. Setelah perendaman, fibre diangin-anginkan agar jenuh kering muka, sehingga tidak akan menyerap air pada waktu proses pengadukan bahan yang akan mempengaruhi nilai faktor air semen (fas).

4.1.2. Peralatan yang digunakan

Pada pelaksanaan penelitian diperlukan berbagai peralatan untuk menunjang kelancaran, serta untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian. Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini berdasarkan pemakaiannya dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Pemeriksaan kadar air fibre
 - a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
 - b. Oven
 - c. Alat pendingin (*desikator*)
2. Pemeriksaan berat jenis (*specific gravity*) fibre
 - a. Picnometer
 - b. Botol berisi air suling
 - c. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
 - d. Oven
 - e. Alat pendingin (*desikator*)
 - f. Tungku Listrik (*Hot Late*)
 - g. Bak perendam

Alat-alat pada pemeriksaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.1.

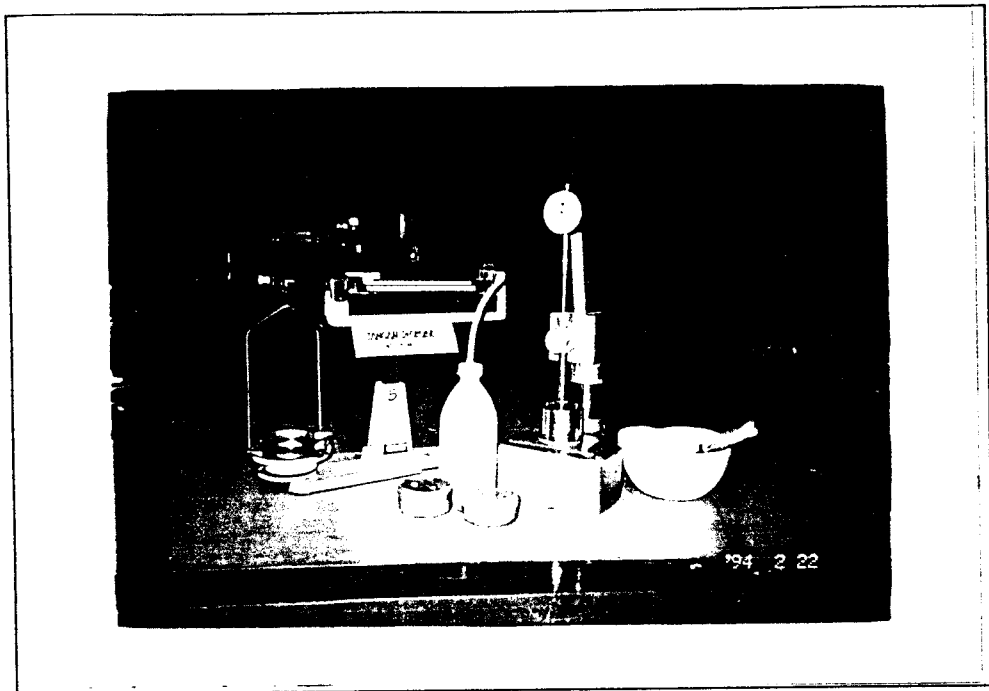


Gambar 4.1. Alat-alat Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*) Fibre

3. Pemeriksaan batas cair dan batas plastis semen

- a. Cawan
- b. Botol berisi air suling
- c. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- d. Alat *Vicat*
- e. Mangkok pengaduk (*mixing dish*)
- f. Batang pengaduk (*spatula*)
- g. Plat kaca
- h. Oven
- i. Alat pendingin (*desikator*)

Alat-alat pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Alat-Alat Pemeriksaan Batas Cair dan Batas Plastis Semen

4. Pembuatan benda uji *bamboos fibre cement board*
 - a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
 - b. Cetakan dan penutup dari kayu (multipleks setebal 9 mm)
 - c. Pemberat ± 24 kg
 - d. Cetok perata
 - e. Palu
 - f. Ember penuang
 - g. Sarung tangan karet
5. Pemeriksaan ukuran-ukuran
 - a. Penggaris panjang
 - b. Mistar insut (*schuifmaat*)

6. Pengujian kuat lentur
 - a. Mesin uji lentur (UTM) dan perlengkapannya
 - b. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
 - c. Oven
 - d. Bak perendam
7. Pengujian penyerapan air
 - a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
 - b. Oven
 - c. Bak perendam
 - d. *Timer*

Untuk melengkapi keterangan tentang alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini akan dijelaskan dalam uraian berikut:

1. Picnometer

Kapasitas 50 ml terbuat dari gelas *pyrex* lengkap dengan penutupnya digunakan untuk pengujian berat jenis.

2. Gelas Ukur

Gelas ukur kapasitas 1000 ml digunakan untuk mengukur volume air yang dibutuhkan dalam adukan *bamboos fibre cement*.

3. Timbangan

Timbangan yang digunakan dalam penelitian ini ada 2 macam, yaitu:

a. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram

Timbangan dengan merk *OHAUS* kapasitas 310 gram ini digunakan menimbang cawan dan picnometer pada pengujian berat jenis, batas cair dan batas plastis.

b. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Timbangan dengan merk *OHAUS* kapasitas 2610 gram ini digunakan untuk menimbang bahan-bahan penyusun *bamboos fibre cement* yakni semen dan fibre yang akan dipakai dalam membuat adukan. Di samping itu timbangan ini juga berfungsi untuk menimbang *bamboos fibre cement* pada pengujian penyerapan air dan berat benda uji sebelum diuji lentur.

4. Cetakan dan Penutup dari kayu

Cetakan terdiri dari dua ukuran yang berbentuk persegi, yaitu cetakan dengan ukuran $1 \times 13 \times 30 \text{ cm}^3$ dan $2 \times 13 \times 30 \text{ cm}^3$ yang masing-masing berjumlah 10 buah. Cetakan ini berguna untuk mencetak *bamboos fibre cement* atau benda uji.

5. Cetok Perata

Cetok perata ini digunakan untuk meratakan permukaan adukan yang dicetak sebelum ditutup dan dipadatkan.

6. Pemasat

Pemasatan benda uji dilakukan dengan memberi pemberat pada tutup cetakan yang beratnya konstan yaitu $\pm 24 \text{ kg}$. Berfungsi untuk merapatkan pori-pori pada adukan sehingga dicapai kepadatan yang maksimum.

7. Mistar Ingsut (*Schuifmaat*)

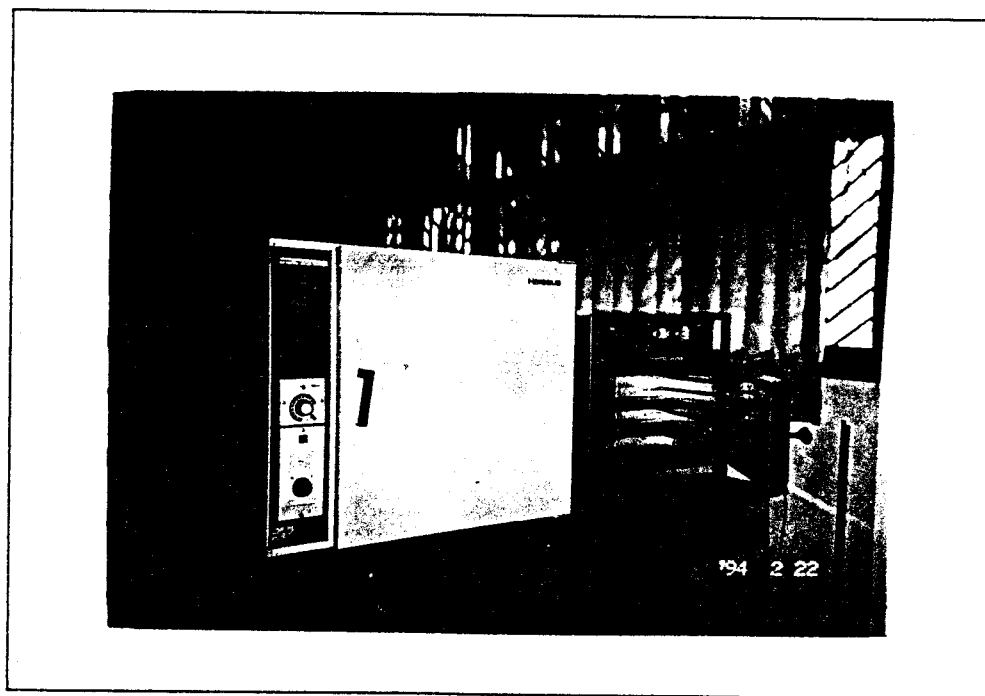
Mistar ingsut dengan ketelitian sampai 0,05 mm digunakan untuk mengukur ketebalan benda uji.

8. Mistar Panjang

Mistar dengan panjang 60 cm digunakan untuk mengukur panjang dan lebar benda uji pada pemeriksaan ukuran-ukuran sebelum diuji lentur.

9. Oven

Oven dengan merk *HERAEUS* ini dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$. Alat ini (Gambar 4.3) digunakan untuk mengeringkan benda uji sebelum pengujian kuat lentur dan penyerapan air.



Gambar 4.3. Oven

10. Alat Pendingin (*Desikator*)

Desikator yang berisi *silika gel* ini digunakan untuk mendinginkan bahan dasar fibre bambu dan semen dalam pengujian kadar air, berat jenis, batas cair dan batas plastis.

11. Bak Perendam

Digunakan untuk merendam benda uji pada saat pengujian penyerapan air dan perendaman fibre sebelum dicetak (bak di Laboratorium BKT, FTSP UII).

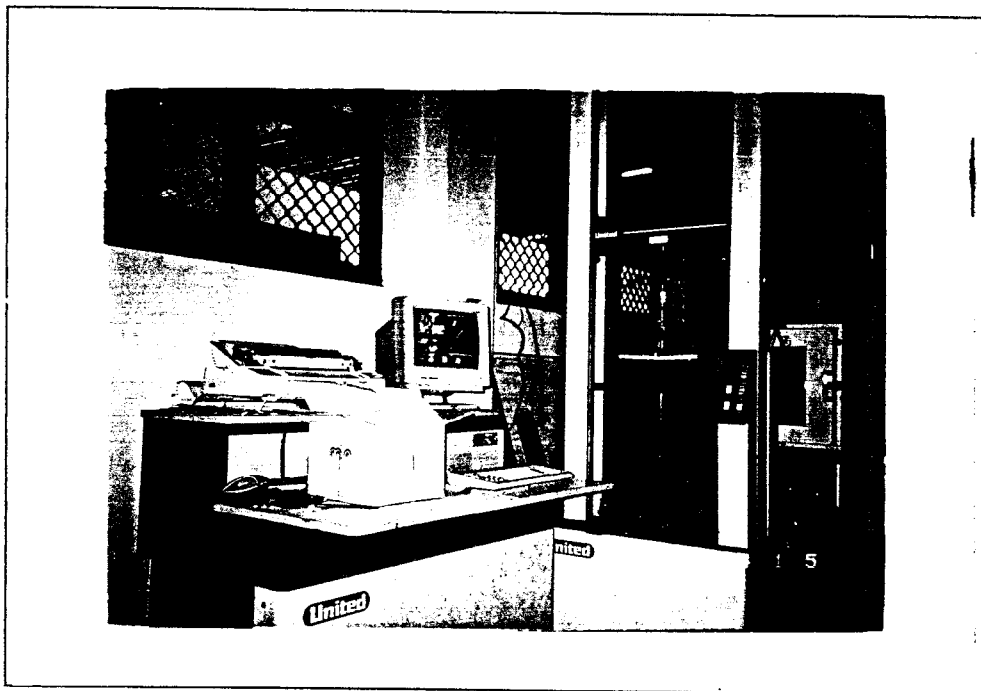
12. Mesin Uji Lentur (UTM) dan perlengkapannya

Mesin uji lentur yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Universal Testing Machine* (UTM) dengan merk *United*, model SFM-30, serial 989540, kapasitas maksimum 133440 N (30 kips) atau 13608 kg. Mesin uji ini dilengkapi dengan 3 buah *Load Cell* berkapasitas 0,3 kips, 3 kips, dan 30 kips yang dapat diganti-ganti sesuai dengan perkiraan kekuatan benda yang diuji. UTM dilengkapi dengan unit komputer IBM PC sehingga melalui keyboard semua instruksi-instruksi, informasi-informasi input data maupun output data dapat ditampilkan lewat layar monitor. Instruksi-instruksi yang dimaksud di atas misalnya pada pengoperasian alat, pembebanan awal, kecepatan pembebanan yang digunakan, satuan yang dipakai, jenis pengujian, dan sebagainya, sedangkan CPU yang dipakai merk *Immer Computer Research* dengan kapasitas 640 KB serta *Hard Disk* berkapasitas 40 MB.

Tampilan lewat layar monitor CGA berwarna merk *Samtron* Type SC-452-C, untuk menampilkan hasil dari layar monitor ke kertas digunakan *Printer* merk *Alp Allegro 24* dan *Digital Plotter* merk *Graphter* MP-4300.

Peralatan ini juga dilengkapi dengan *Floppy Disk Drive* yang berfungsi untuk menyimpan data perubahan dalam kaitannya dengan *hard disk* juga mendapat 300/1200 *Baud Modem* untuk memindahkan atau menerima data-data *Over Standart Phone Lines*.

Alat uji lentur ini dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Mesin Uji Lentur dan Perlengkapannya

4.2. Pengujian Bahan

Pengujian bahan-bahan dasar *bamboos fibre cement* dilakukan sebelum pembuatan benda uji, pengujian bahan-bahan dasar ini meliputi:

4.2.1. Pemeriksaan Kadar Air Fibre

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pemeriksaan ini adalah :

1. Benda uji ditimbang, misal beratnya w_1 , gram
2. Panaskan dalam oven dengan suhu $(105 \pm 5)^\circ \text{C}$ selama 24 jam
3. Benda uji didinginkan dalam *desikator* (setelah dioven)
4. Ditimbang beratnya w_2 , gram
5. Hitung kadar air dengan rumus :

$$w = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100 \% \quad (4.1)$$

dengan : w = Kadar air fibre, %

w_1 = Berat fibre normal dan berat fibre jenuh kering muka, gram

w_2 = Berat fibre kering oven, gram

4.2.2. Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*) Fibre

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pemeriksaan berat jenis fibre ini adalah sebagai berikut :

1. Benda uji yang disiapkan

- a. Untuk berat jenis kering oven

Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $\pm 110^\circ \text{C}$ selama 24 jam,

setelah itu didinginkan dalam *desikator*

- b. Untuk berat jenis fibre jenuh kering muka

Rendam benda uji selama minimal 24 jam, kemudian diangin-anginkan

sehingga diperoleh benda uji dalam kondisi jenuh kering muka

2. Cuci picnometer dengan air suling, kemudian dikeringkan, selanjutnya ditimbang, didapat beratnya w_1 , gram
3. Masukkan benda uji 1.a. dan 1.b. ke dalam picnometer yang berbeda, kemudian ditimbang beratnya w_2 , gram
4. Tambahkan air suling ke dalam picnometer yang berisi benda uji, sehingga picnometer terisi dua per tiganya
5. Didihkan picnometer yang berisi rendaman benda uji dengan hati-hati selama 10 menit atau lebih sehingga udara dalam benda uji keluar seluruhnya. Untuk mempercepat proses pengeluaran udara sekali-sekali picnometer dapat dimiringkan
6. Pengeluaran udara dapat pula disedot dengan pompa hampa udara dengan catatan bahwa tekanan di dalam picnometer minimal 100 mm air raksa
7. Rendam picnometer atau botol ukur dalam bak perendam sampai suhunya tetap. Tambahkan air suling secukupnya sampai penuh. Keringkan bagian luarnya, lalu timbang dan beratnya w_3 , gram
8. Bila isi picnometer atau botol ukur belum diketahui isinya dapat ditentukan sebagai berikut :
 - a. kosongkan dan bersihkan picnometer yang akan digunakan,
 - b. isi picnometer dengan air suling dengan suhu yang sama, kemudian dikeringkan dan ditimbang beratnya w_4 , gram.
9. Pengujian berat jenis yang dilakukan pada 1.a. dan 1.b. masing-masing 3 benda uji

10. Berat jenis fibre dihitung dengan rumus :

$$BJ = \frac{w_2 - w_1}{(w_4 - w_1) - (w_3 - w_2)} \quad (4.2)$$

dengan : BJ = Berat jenis fibre

w_1 = Berat picnometer, gram

w_2 = Berat picnometer dan benda uji, gram

w_3 = Berat picnometer, benda uji dan air, gram

w_4 = Berat picnometer dan air, gram

11. Ambil harga rata-rata dari ketiga hasil pemeriksaan tersebut.

4.2.3. Pemeriksaan Batas Cair dan Batas Plastis Semen

Di dalam pemeriksaan batas cair dan batas plastis semen yang akan ditentukan adalah batas cair, batas plastis dan besarnya indeks plastisitas.

1. Pemeriksaan batas cair semen

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pemeriksaan batas cair semen adalah sebagai berikut :

- a. letakkan 100 gram benda uji yang sudah dipersiapkan di dalam mangkok pengaduk,
- b. diberi air secukupnya,
- c. dengan menggunakan *spatula*, aduk benda uji selama 3 menit dengan cepat sampai rata (homogen),
- d. setelah contoh menjadi campuran merata, adonan dipindahkan dalam cincin *ebonit* beralaskan kaca,
- e. ketok pelan-pelan bagian luar, hingga adonan padat benar,
- f. ratakan bagian atasnya dan dibersihkan,



- g. letakkan cincin *ebonit* dengan kaca di bawah jarum *vicat*,
- h. lepaskan jarum *vicat* dengan bebas,
- i. catat penetrasi yang terjadi,
- j. percobaan diulangi beberapa kali dengan kadar air berbeda atau mengubah kadar air, sehingga akan diperoleh perbedaan penetrasi,
- k. kemudian kadar air ditentukan dengan metode pengujian kadar air,
- l. hasil-hasil yang diperoleh berupa penetrasi dan kadar air yang kemudian digambarkan dalam bentuk grafik, penetrasi sebagai sumbu mendatar (pada sumbu x), sedangkan besarnya kadar air sebagai sumbu tegak (pada sumbu y) dengan skala biasa,
- m. buat garis lurus melalui titik-titik tersebut, jika ternyata titik-titik yang diperoleh tidak terletak pada satu garis lurus, maka buatlah garis lurus yang melalui titik-titik berat pada titik-titik tersebut. Tentukan besarnya kadar air pada penetrasi 20 mm dan kadar air inilah yang merupakan batas cair (*liquid limit*) dari benda uji tersebut,
- n. untuk memperoleh hasil yang teliti maka diusahakan jumlah penetrasi diambil 2 titik di atas 20 mm dan 2 titik di bawah 20 mm, sehingga diperoleh 4 titik.

2. Pemeriksaan batas plastis semen

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pemeriksaan batas plastis semen adalah sebagai berikut :

- a. siapkan ± 50 gram benda uji di atas mangkuk pengaduk, beri air sedikit demi sedikit, kemudian diaduk sehingga kadar airnya merata, sebagai

catatan agar pengujian batas plastis dan batas cair dapat dilakukan dengan cepat, maka pada umumnya pengadukan benda uji untuk batas cair dan batas plastis dilakukan sekaligus, setelah pengadukan merata lalu dipisahkan 50 gram untuk pengujian batas plastis,

- b. setelah kadar air cukup merata, buatlah bola-bola dari benda uji itu seberat sekitar 8 gram, kemudian bola-bola itu digeleng di atas plat kaca,
- c. penggelengan dilakukan dengan ujung jari yang dirapatkan dengan kecepatan antara 80 sampai 90 giling per menit,
- d. penggelengan dilakukan terus sampai benda uji membentuk batang dengan diameter 3 mm, kalau pada waktu penggelengan itu ternyata sebelum benda uji mencapai diameter 3 mm sudah retak, maka benda uji disatukan kembali, ditambah air sedikit dan diaduk sampai merata, apabila ternyata penggelengan bola-bola itu bisa mencapai diameter lebih kecil dari 3 mm dan tanpa menunjukkan retakan-retakan, maka contoh perlu dibiarkan beberapa saat di udara, agar kadar airnya sedikit berkurang,
- e. pengadukan dan penggelengan diulangi terus sampai retakan-retakan itu terjadi tepat pada saat gelengan mempunyai diameter 3 mm,
- f. periksa kadar air batang semen tersebut menurut metode pengujian kadar air,
- g. kadar air rata-rata ditentukan dan kadar air inilah yang merupakan batas plastis (*plastic limit*),
- h. dari hasil batas cair dan batas plastis dapat diperoleh Indeks Plastisitas (IP).

4.3. Perencanaan Bahan Penyusun *Bamboos Fibre Cement Board*

Tahapan-tahapan dalam perancangan campuran bahan penyusun *bamboos fibre cement board* adalah sebagai berikut:

1. Fibre dalam kondisi *Saturated Surface Dry* (SSD)
2. Menentukan nilai fas, faktor air semen berkisar antara 0,35 sampai 0,5 ; dalam penelitian ini dipakai nilai fas 0,45
3. Variasi perbandingan semen ditentukan:
 - a. 80 % semen : 20 % fibre = 1 : 0,25
 - b. 70 % semen : 30 % fibre = 1 : 0,429
 - c. 60 % semen : 40 % fibre = 1 : 0,667
 - d. 50 % semen : 50 % fibre = 1 : 1
4. Menghitung bahan penyusun *bamboos fibre cement board*, berdasarkan volume absolut. Bahan penyusun masing-masing proporsi fibre dapat dilihat pada tabel 4.1 dan perhitungan secara rinci pada Lampiran 3

Tabel 4.1. Bahan Penyusun Benda Uji *Bamboos Fibre Cement Board*

TEBAL (cm)	PANJANG (cm)	LEBAR (cm)	Vc x Fk (cm ³)	FIBRE (%)	CEMENT (gr)	FIBRE (gr)	WATER (ml)
1	30	13	468	20	479.8	120.0	215.9
				30	418.2	179.4	188.2
				40	357.3	238.3	160.8
				50	296.6	296.6	133.5
2	30	13	936	20	960.6	240.2	432.3
				30	837.4	359.2	376.8
				40	715.3	477.1	321.9
				50	593.9	593.9	267.3

4.4. Jumlah Benda Uji

Benda uji dalam penelitian ini berjumlah 144 buah, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Jumlah Benda Uji

FIBRE %	TEBAL (cm)	KONDISI	JUMLAH BENDA UJI BERDASAR UMUR		
			3 HARI	14 HARI	28 HARI
20 %	1	Jenuh Air	3	3	3
		Kering Oven	3	3	3
30 %	1	Jenuh Air	3	3	3
		Kering Oven	3	3	3
40 %	1	Jenuh Air	3	3	3
		Kering Oven	3	3	3
50 %	1	Jenuh Air	3	3	3
		Kering Oven	3	3	3
20 %	2	Jenuh Air	3	3	3
		Kering Oven	3	3	3
30 %	2	Jenuh Air	3	3	3
		Kering Oven	3	3	3
40 %	2	Jenuh Air	3	3	3
		Kering Oven	3	3	3
50 %	2	Jenuh Air	3	3	3
		Kering Oven	3	3	3

4.5. Proses Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

1. Setelah bahan disiapkan serta rencana campuran adukan telah dibuat, maka langkah selanjutnya dalam proses pembuatan benda uji adalah mengangin-

anginkan fibre bambu selama beberapa saat hingga diperoleh keadaan jenuh kering muka atau *Saturated Surface Dry* (SSD), kemudian melakukan penimbangan fibre dan semen sesuai proporsi campuran yang diperlukan.

2. Menyiapkan kebutuhan air yang diperlukan untuk pembuatan adukan dengan menggunakan gelas ukur.
3. Menyiapkan cetakan dan penutup dari kayu, dengan terlebih dahulu membersihkan seluruh permukaan cetakan dan diolesi oli.
4. Langkah selanjutnya pencampuran bahan-bahan dasar *bamboos fibre cement board* yaitu semen, air dan fibre bambu dalam ember yang sering disebut proses pengadukan. Yang perlu diperhatikan dalam proses ini adalah :
 - a. pengadukan dilakukan sampai warna adukan kompak rata,
 - b. kelecakan harus cukup (tidak cair, tidak padat),
 - c. campurannya tampak homogen,
 - d. pemisahan bahan tidak boleh terjadi selama pengadukan ini.

Cara pengadukan dilakukan dengan tangan, hal ini untuk menghindari kerusakan pada serat bambu.

5. Adukan *bamboos fibre cement* yang sudah homogen dimasukkan ke dalam cetakan kayu setebal yang dikehendaki yaitu 1 dan 2 cm, kemudian dipadatkan dan alat pemadat yang digunakan konstan ± 24 kg.
6. Adukan yang telah dicetak didiamkan selama 1 hari (24 jam) dan diletakkan pada tempat yang terlindung oleh panas matahari.
7. Benda uji dilepas dari cetakannya dengan menggunakan cetok dan palu, kemudian diberi kode.

8. Perawatan benda uji, dengan cara diangin-anginkan di dalam suhu ruang berkisar antara 25° sampai 28° C. Selama perawatan, benda uji dihindarkan dari air karena dikhawatirkan akan terserap oleh benda uji.
9. Pengujian kuat lentur dilakukan setelah benda uji berumur 3, 14, dan 28 hari dan pengujian penyerapan air hanya dilakukan pada umur 28 hari.

4.6. Pengujian *Bamboos Fibre Cement Board*

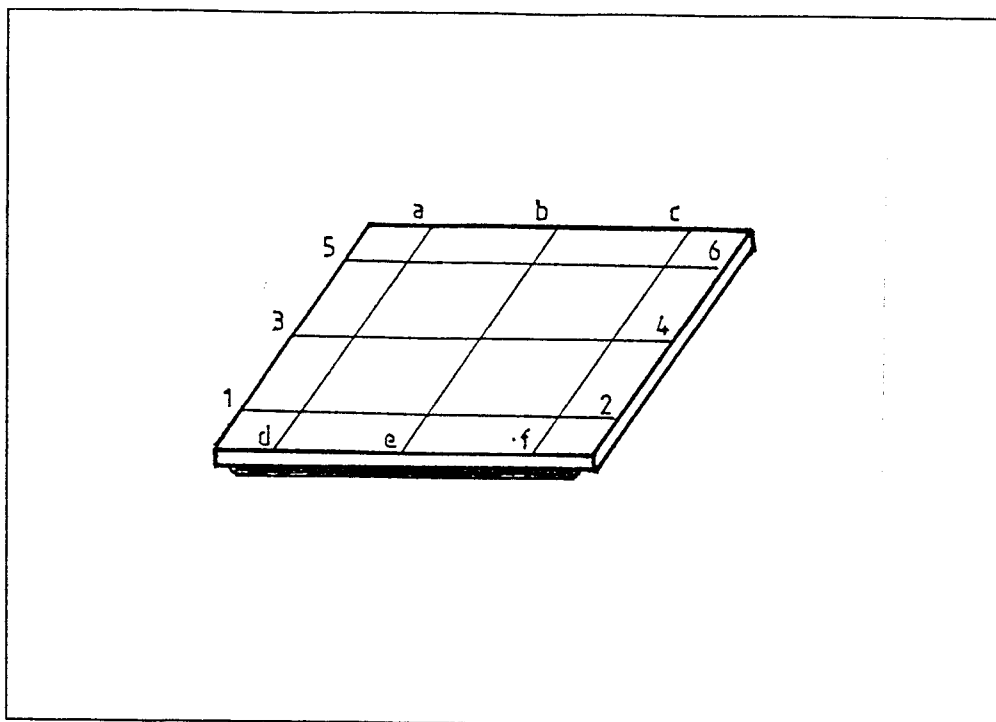
Pengujian yang dilakukan pada *bamboos fibre cement board* meliputi tiga tahapan yaitu: pemeriksaan ukuran-ukuran, pengujian kuat lentur dan penyerapan air.

4.6.1. Pemeriksaan Ukuran-Ukuran

Langkah-langkah yang dilakukan adalah:

1. Ukur panjang pada 3 tempat
2. Ukur lebar pada 3 tempat
3. Ukur tebal pada 4 tempat
4. Ambil rata-rata pada tiap-tiap ukuran

Pemeriksaan ukuran-ukuran *bamboos fibre cement board* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Contoh Pengukuran *Bamboos Fibre Cement Board*

Ukuran Lebar: $a - d = X1$

$$b - e = X2$$

$$c - f = X3$$

$$\text{Lebar rata-rata} = \frac{X1 + X2 + X3}{3} \quad (4.3)$$

Ukuran Panjang: $1 - 2 = Y1$

$$3 - 4 = Y2$$

$$5 - 6 = Y3$$

$$\text{Panjang rata-rata} = \frac{Y1 + Y2 + Y3}{3} \quad (4.4)$$

Ukuran tebal:

Diukur pada tempat-tempat b, e, 3 dan 4

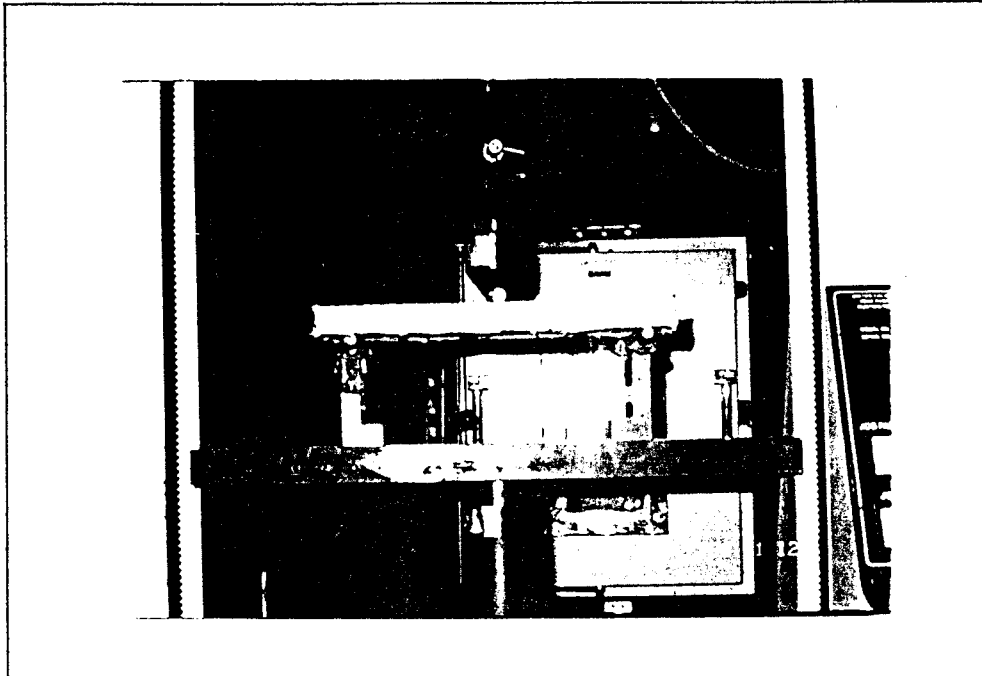
$$\text{Tebal rata-rata} = \frac{b + c + 3 + 4}{4} \quad (4.5)$$

4.6.2. Pengujian Kuat Lentur

Panjang benda uji minimum 20 cm atau $(6t + 5)$ cm, t (tebal rata-rata contoh), jarak lentur minimum (L) adalah 16 mm atau $6t$, besarnya a diperbolehkan sepanjang 20 sampai 40 mm. Jadi panjang benda coba = $L + 2a$ (dikutip dari Balai Penelitian Bahan-Bahan Bangunan, Bandung)

Langkah-langkah yang dilakukan adalah :

1. Siapkan benda uji dengan ukuran $1 \times 13 \times 30 \text{ cm}^3$ atau $2 \times 13 \times 30 \text{ cm}^3$ yang telah berumur 3, 14 dan 28 hari
2. Dibersihkan dan dioven dengan suhu 60°C selama 2×24 jam
3. Didinginkan
4. Dilentur pada mesin lentur (Gambar 4.6) dengan jarak tumpuan 26 cm
5. Pisau pelentur $\phi 11,5 \text{ mm}$
6. Kuat lentur dihitung berdasarkan beban yang bekerja



Gambar 4.6. Contoh Uji Kuat Lentur

4.6.3. Pengujian Penyerapan Air

Langkah-langkah yang dilakukan adalah :

1. Siapkan benda uji dengan ukuran $1 \times 13 \times 30 \text{ cm}^3$ atau $2 \times 13 \times 30 \text{ cm}^3$ yang telah berumur 28 hari
2. Benda uji dibersihkan dari serpihan-serpihan yang mudah terlepas
3. Dikeringkan dalam dapur pengering dengan suhu $(100^\circ \pm 5^\circ) \text{ C}$, sampai beratnya tetap (sekitar 3 jam)
4. Setelah benda uji kering, didinginkan selama kurang lebih 2 jam, kemudian ditimbang dengan ketelitian sampai 0,1 gram (A)
5. Benda uji kemudian direndam dalam air suhu ruang, selama 24 jam, dan dikontrol setiap 3 jam untuk mengetahui kenaikan penyerapan air

6. Benda uji yang telah direndam diseka dengan lap (kain), untuk menghilangkan air yang lebih, lalu ditimbang (B)

Berdasarkan Standar Industri Indonesia (SII), dipakai rumus :

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{B - A}{A} \times 100 \% \quad (4.6)$$

BAB V

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Pengujian Bahan

Pengujian bahan yang meliputi pengujian semen dan fibre dilakukan sebelum pembuatan benda uji, hasil dan pembahasan dari pengujian ini diterangkan sebagai berikut :

5.1.1. Pemeriksaan Kadar Air Fibre

Bambu merupakan zat yang higroskopis artinya mempunyai afinitas terhadap air baik dalam bentuk uap maupun cairan. Faktor kandungan air dari fibre bambu dapat berpengaruh pada kekuatan bambu, karena itu perlu diperiksa.

Dari pemeriksaan kandungan air bambu dalam penelitian ini (Tabel 5.1) terlihat bahwa kadar air fibre pada kondisi normal dengan suhu $\pm 26^{\circ}\text{C}$ hanya 9,62%, sedangkan pada kondisi jenuh kering muka sampai 238,05 %

Tabel 5.1. Pemeriksaan Kadar Air Fibre

Benda uji : Fibre Bambu Apus

NO.	URAIAN	Nomor Percobaan	
		I	II
A	KONDISI NORMAL		
1.	Berat fibre asli (w_{n1}), gram	200	200
2.	Berat fibre kering oven (w_{n2}), gram	185,5	179,5
3.	Kadar air kondisi normal, % $w = \frac{w_{n1} - w_{n2}}{w_{n2}} \times 100\%$	7,82	11,42
4.	Kadar air kondisi normal rata-rata, %	9,62	
B	KONDISI JENUH KERING MUKA		
1.	Berat fibre kondisi jenuh kering muka (w_{j1}), gram	300	300
2.	Berat fibre kering oven (w_{j2}), gram	88	89,5
3.	Kadar air kondisi jenuh kering muka, % $w = \frac{w_{j1} - w_{j2}}{w_{j2}} \times 100\%$	240,91	235,19
4.	Kadar air kondisi jenuh kering muka rata-rata, %	238,05	

Berdasarkan hasil pengujian ini, bilamana kondisi fibre kering, maka penambahan air yang diserap dalam fibre (w_a) dapat dihitung dengan cara :

$$w_a = (K_{kjk} - K_{kn}) \times w_f$$

$$w_a = (238,05\% - 9,62\%) \times w_f$$

$$w_a = 2,2843 \cdot w_f \quad (5.1)$$

dengan : w_a = Berat air tambahan pada fibre, gram

w_f = Berat fibre, gram

K_{kjk} = Kadar air kondisi jenuh kering muka rata-rata, %

K_{kn} = Kadar air kondisi normal rata-rata, %

Pemakaian fibre dalam kondisi kering jarang sekali terjadi, karena fibre yang digunakan mendapat perlakuan pengawetan dengan cara perendaman.

5.1.2. Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*) Fibre

Yang dimaksud berat jenis fibre adalah angka perbandingan antara berat fibre dan berat isi air suling dengan isi sama. Pada penelitian ini (Tabel 5.2 dan Tabel 5.3) didapat berat jenis fibre kering oven 1,43 dan berat jenis fibre jenuh kering muka 1,26. Data berat jenis ini digunakan untuk perhitungan perbandingan campuran berdasarkan cara *Road Note No. 4*

Tabel 5.2. Pemeriksaan Berat Jenis Fibre Kering Oven

Benda Uji : Fibre Bambu Apus

No.	URAIAN	Nomor Percobaan		
		I	II	III
1.	Berat picnometer kosong, w1 gram	20,75	22,6	20,31
2.	Berat picnometer + Fibre kering oven, w2 gram	22,85	24,74	23,34
3.	Berat picnometer + Fibre kering oven + Air, w3 gram	81,14	73,36	80,79
4.	Berat picnometer + Air, w4 gram	80,46	72,72	79,94
5.	Berat fibre kering oven, wt = w2 - w1, gram	2,10	2,14	3,03
6.	Berat jenis kering oven	1,48	1,43	1,39
	$BJ \text{ kering oven} = \frac{w_2 - w_1}{(w_4 - w_1) - (w_3 - w_2)}$			
7.	Berat jenis kering oven rata-rata	1,43		

Tabel 5.3. Pemeriksaan Berat Jenis Fibre Jenuh Kering Muka

Benda Uji : Fibre Bambu Apus

No.	URAIAN	Nomor Percobaan		
		I	II	III
1.	Berat picnometer kosong, w1 gram	20,85	21,79	20,59
2.	Berat picnometer + Fibre jenuh kering muka, w2 gram	23,00	26,95	23,06
3.	Berat picnometer + Fibre jenuh kering muka + Air, w3 gram	71,82	84,79	79,54
4.	Berat picnometer + Air, w4 gram	71,53	84,50	78,64
5.	Berat fibre jenuh kering muka, wt = w2 - w1, gram	2,15	5,16	2,47
6.	Berat jenis jenuh kering muka	1,16	1,06	1,57
	$BJ \text{ jenuh kering muka} = \frac{w2 - w1}{(w4 - w1) - (w3 - w2)}$			
7.	Berat jenis jenuh kering muka rata-rata	1,26		

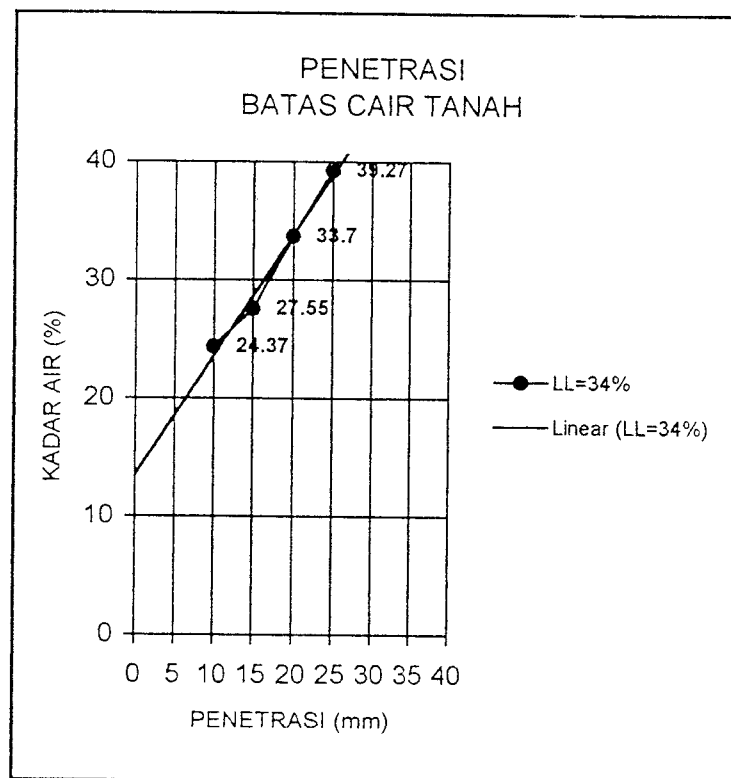
5.1.3. Pemeriksaan Batas Cair dan Batas Plastis Semen

Dari hasil penelitian (Tabel 5.4, Tabel 5.5 dan Gambar 5.1) didapat nilai batas cair (*liquid limit*) semen sebesar 34 % atau 0,34 yang merupakan kadar air minimum di mana sifat semen berubah dari keadaan cair menjadi plastis. Hal inilah yang dapat menjadi dasar fas minimum dalam perencanaan *bamboos fibre cement board*, sedangkan fas optimum yang dipengaruhi oleh adanya fibre ditentukan berdasarkan cara coba-coba di lapangan dengan memperhatikan *workability*, di samping itu ditentukan juga nilai batas plastis sebesar 22 % atau 0,22. Pada kadar air 22 % inilah semen berubah sifatnya dari keadaan plastis menjadi semi padat.

Tabel 5.4. Pemeriksaan Batas Cair Semen

Benda Uji : Semen type I dari Gresik

NOMOR PERCOBAAN		I		II		III		IV	
PENETRASI (mm)		10,20		14,63		17,74		25,15	
KADAR AIR (w)	w1	22,26	22,01	22,04	21,86	22,25	21,90	22,00	22,07
	w2	60,83	59,12	46,90	47,05	64,97	50,90	60,03	68,94
	w3	53,27	51,85	41,53	41,17	55,93	43,59	49,22	55,83
	w	24,38	24,36	27,55	30,45	26,84	33,70	39,71	38,83
$\frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \times 100\%$									
	w(rt)	24,37		27,55		33,70		39,27	



Gambar 5.1. Grafik Penetrasi Batas Cair Semen

Tabel 5.5. Pemeriksaan Batas Plastis Semen

Benda Uji : Semen Type I dari Gresik

NOMOR PERCOBAAN		I	II	III
KADAR AIR (w) $\frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \times 100\%$	w1	21,38	21,96	22,10
	w2	66,25	68,31	77,20
	w3	58,18	59,80	67,39
	w	21,93	22,49	21,66
	w (rt)	22,03		

LL	PL	PI = LL - PL
34	22	12

Keterangan : w1 = Berat cawan kosong, gram
w2 = Berat cawan + Semen basah, gram
w3 = Berat cawan + Semen kering, gram
w = Kadar air, %
w (rt) = Kadar air rata-rata, %

5.2. Bahan Penyusun *Bamboos Fibre Cement Board*

Dalam pembuatan adukan *bamboos fibre cement* berdasarkan perencanaan campuran (Tabel 4.1) dapat dilakukan perbaikan perhitungan campuran berdasarkan percobaan di lapangan.

Pengujian slump tidak bisa dilakukan pada adukan ini, karena itu faktor air semen ditetapkan 0,45 sehingga terjadi tingkat kelecakan adukan yang berbeda. Hal ini terlihat bahwa pada adukan 20 % fibre, cara pengadukan lebih

mudah karena kelecakan sangat baik, namun seiring dengan adanya penambahan fibre nilai kelecakan semakin berkurang.

Dari keadaan tersebut dapat disimpulkan bahwa adanya penambahan serat pada *bamboos fibre cement* akan menurunkan kelecakan dan mengurangi *workability* yang berakibat menimbulkan kesulitan dalam pencetakan. Karena dalam pembuatan *bamboos fibre cement* menggunakan pemadatan yang konstan sedangkan kelecakannya berbeda, maka untuk mendapatkan ketebalan yang seragam dilakukan penurunan angka aman volume cetakan, sehingga diperoleh perencanaan campuran sesuai dengan percobaan di lapangan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.6.

Tabel 5.6. Pengendalian Bahan Penyusun *Bamboos Fibre Cement Board*

TEBAL (cm)	PANJANG (cm)	LEBAR (cm)	Fk	Vc x Fk (cm ³)	FIBRE (%)	CEMENT (gr)	FIBRE (gr)	WATER (ml)
1	30	13	1.20	468	20	479.8	120.0	215.9
1	30	13	1.15	448.5	30	401.1	172.1	180.5
1	30	13	1.10	429	40	327.9	218.7	147.6
1	30	13	1.05	409.5	50	259.4	259.4	116.7
2	30	13	1.20	936	20	960.6	240.2	432.3
2	30	13	1.15	897	30	802.2	344.1	361.0
2	30	13	1.10	858	40	655.1	437.0	294.8
2	30	13	1.05	819	50	519.5	519.5	233.8

5.3. Pengujian *Bamboos Fibre Cement Board*

Pengujian terhadap *bamboos fibre cement board* yang telah dilaksanakan selanjutnya dianalisa untuk mendapatkan jawaban dari tujuan penelitian yang

telah ditentukan. Hasil dan analisa pengujian *bamboos fibre cement* dapat diuraikan sebagai berikut:

5.3.1. Pemeriksaan Ukuran-ukuran

Pemeriksaan ukuran-ukuran dilakukan dengan cara menghitung penyimpangan-penyimpangan yang terjadi pada lebar, panjang dan tebal rata-rata benda uji. Rumus yang digunakan dalam perhitungan ini adalah:

$$\% Pl = \frac{Lrr - L}{L} \times 100 \% \quad (5.2)$$

$$\% Pp = \frac{Pr r - P}{P} \times 100 \% \quad (5.3)$$

$$\% Pt = \frac{Trr - T}{T} \times 100 \% \quad (5.4)$$

dengan : % Pl = Penyimpangan lebar, %
 % Pp = Penyimpangan panjang, %
 % Pt = Penyimpangan tebal, %
 Lrr = Lebar rata-rata (Lampiran 4), cm
 Pr r = Panjang rata-rata (Lampiran 4), cm
 Trr = Tebal rata-rata (Lampiran 4), cm
 L = Lebar benda uji (13 cm)
 P = Panjang benda uji (30 cm)
 T = Tebal benda uji (1 cm dan 2 cm)

Hasil perhitungan penyimpangan ukuran yang terjadi dapat dilihat pada tabel 5.7 dan Tabel 5.8

Tabel 5.7. Penyimpangan-Penyimpangan Ukuran pada
Bamboos Fibre Cement Board (tebal = 1 cm)

KODE	FIBRE (%)	KONDISI	UMUR : 3 HARI			UMUR : 14 HARI			UMUR : 28 HARI		
			Pl (%)	Pp (%)	Pt (%)	Pl (%)	Pp (%)	Pt (%)	Pl (%)	Pp (%)	Pt (%)
I-1	20	jenuh air	0.54	0.10	3.0	0.77	0.23	10.0	0.77	0.23	9.0
			0.23	0.67	2.0	1.00	0.00	3.0	0.38	0.07	1.0
			1.00	0.57	3.0	0.92	0.23	2.0	1.00	0.43	2.0
		kering oven	0.92	0.10	6.0	0.77	0.10	5.0	0.77	0.40	8.0
			0.92	0.73	6.0	0.77	0.10	1.0	1.00	0.57	10.0
			0.77	0.43	0.0	0.77	0.23	9.0	0.92	0.33	0.0
II-1	30	jenuh air	1.00	0.43	10.0	0.00	0.67	3.0	0.38	0.23	2.0
			0.54	0.00	9.0	0.23	0.23	3.0	0.23	0.10	6.0
			0.54	0.67	0.0	0.23	0.33	1.0	0.15	0.33	1.0
		kering oven	0.77	0.43	10.0	0.77	0.00	7.0	0.77	0.43	10.0
			0.54	0.10	7.0	0.23	0.10	5.0	0.77	0.57	10.0
			0.00	0.00	0.0	0.54	0.43	10.0	0.92	0.33	9.0
III-1	40	jenuh air	0.00	0.23	0.0	0.00	0.23	10.0	0.00	0.23	8.0
			0.54	0.10	2.0	0.00	0.23	9.0	0.54	0.10	9.0
			0.77	0.23	1.0	0.77	0.10	9.0	0.23	0.10	8.0
		kering oven	1.00	0.23	9.0	0.92	0.23	7.0	1.00	0.10	10.0
			1.00	0.23	10.0	1.00	0.23	1.0	0.23	0.23	5.0
			0.23	0.00	10.0	0.00	0.33	10.0	0.15	0.33	7.0
IV-1	50	jenuh air	0.85	0.23	6.0	0.54	0.57	9.0	0.77	0.33	7.0
			0.77	0.00	4.0	0.54	0.43	10.0	0.00	0.23	9.0
			0.62	0.43	6.0	0.77	0.67	2.0	0.23	0.57	10.0
		kering oven	0.23	0.23	3.0	0.00	0.23	3.0	0.54	0.10	2.0
			0.23	0.00	10.0	0.23	0.00	2.0	0.77	0.43	4.0
			0.23	0.57	9.0	0.23	0.10	1.0	0.77	0.00	3.0

Tabel 5.8. Penyimpangan-Penyimpangan Ukuran pada
Bamboos Fibre Cement Board (tebal = 2 cm)

KODE	FIBRE (%)	KONDISI	UMUR : 3 HARI			UMUR : 14 HARI			UMUR : 28 HARI		
			Pl (%)	Pp (%)	Pt (%)	Pl (%)	Pp (%)	Pt (%)	Pl (%)	Pp (%)	Pt (%)
I-2	20	jenuh air	0.23	0.77	7.5	0.54	0.10	1.0	1.00	0.00	5.5
			1.00	0.57	7.0	1.00	0.10	5.5	0.23	0.10	4.0
			0.77	0.43	1.5	0.23	0.10	8.5	0.23	0.23	2.0
		kering oven	0.54	0.57	10.0	0.00	0.07	2.0	0.54	0.23	1.0
			0.62	0.10	6.0	0.00	0.23	1.0	0.54	0.33	6.5
			0.00	0.17	4.0	1.00	0.10	1.0	0.77	0.07	0.5
II-2	30	jenuh air	0.23	0.43	5.5	1.00	0.33	1.0	0.00	0.10	5.0
			0.77	0.43	3.0	0.23	0.57	8.5	0.00	0.57	2.0
			0.00	0.67	5.5	0.77	0.10	6.5	0.23	0.23	2.5
		kering oven	0.23	0.90	7.0	0.77	0.10	2.5	0.23	0.07	5.0
			0.62	0.07	1.0	1.00	0.33	4.5	0.77	0.00	4.5
			1.00	0.43	0.5	1.00	0.57	1.0	0.54	0.10	1.0
III-2	40	jenuh air	1.00	0.33	6.5	1.00	0.43	5.5	0.23	0.90	5.5
			0.23	0.43	2.0	1.00	0.57	5.0	0.23	0.33	6.5
			0.23	0.90	4.5	0.54	0.57	7.0	1.00	0.57	1.0
		kering oven	1.00	0.00	5.0	0.54	0.57	2.0	1.00	0.00	2.5
			0.77	0.67	1.0	0.54	0.67	4.0	0.54	0.07	5.0
			0.77	0.10	0.5	0.00	0.33	1.5	0.23	0.10	6.5
IV-2	50	jenuh air	0.23	0.43	0.5	0.23	0.10	1.0	0.00	0.00	5.5
			0.77	0.00	5.5	0.23	0.10	5.5	0.54	0.33	0.5
			0.23	0.57	2.5	0.54	0.23	7.5	0.77	0.10	2.5
		kering oven	0.23	0.00	0.5	1.00	0.57	1.0	0.23	0.77	7.0
			1.00	0.10	5.0	0.77	0.00	7.5	1.00	0.00	1.5
			0.77	0.17	0.5	0.77	0.57	8.5	0.54	0.00	5.5

Dari tabel tersebut (Tabel 5.7 dan 5.8) terlihat bahwa penyimpangan maksimum pada lebar 1,00 %, panjang 0,90 % dan tebal 10,0 %, hal ini sesuai dengan mutu bahan yang disyaratkan dalam Standar Industri Indonesia (SII) yaitu penyimpangan maksimum untuk panjang dan lebar 1 % dan penyimpangan tebal maksimum 10 %.

5.3.2. Pengujian Kuat Lentur

Beban maksimum yang didapatkan merupakan hasil dari pengujian yang dilakukan di Laboratorium PAU, UGM. Hasil perhitungan kuat lentur yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 5.9 untuk ketebalan 1 cm dan tabel 5.10 untuk ketebalan 2 cm. Untuk lebih jelasnya hasil-hasil pengujian secara rinci dapat dilihat pada lampiran 6.

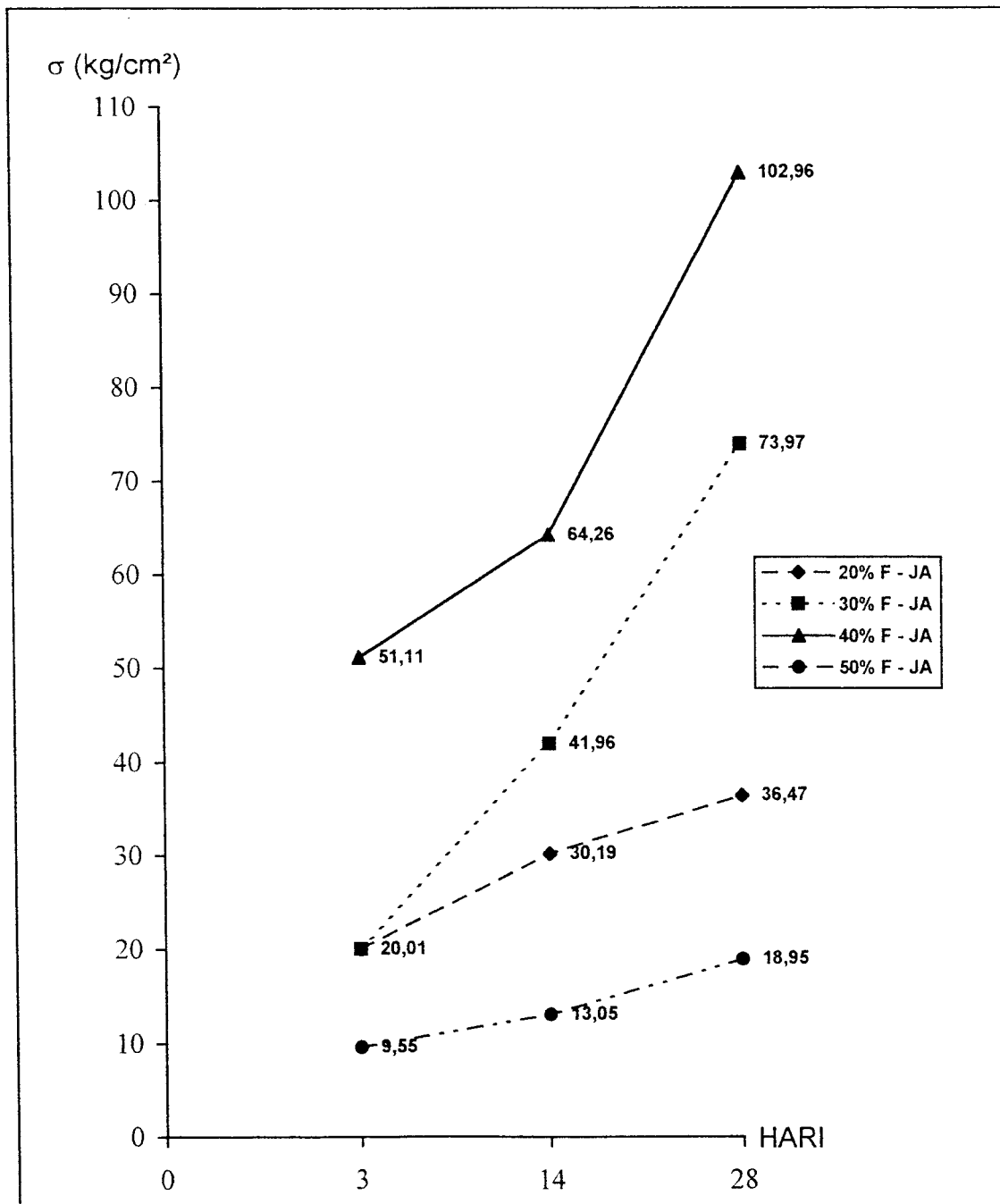
Tabel 5.9. Hasil Rata-Rata Pengujian Lentur *Bamboos Fibre Cement Board* dengan Ketebalan 1 cm

KODE	FIBRE (%)	KONDISI	σ rata-rata (kg/cm ²)		
			3 HARI	14 HARI	28 HARI
I-1	20	Jenuh Air	20.01	30.19	36.47
		Kering Oven	19.88	26.35	37.47
II-1	30	Jenuh Air	19.91	41.96	73.97
		Kering Oven	32.85	34.89	54.76
III-1	40	Jenuh Air	51.11	64.26	102.96
		Kering Oven	38.45	91.56	116.39
IV-1	50	Jenuh Air	9.55	13.05	18.95
		Kering Oven	11.17	63.63	76.32

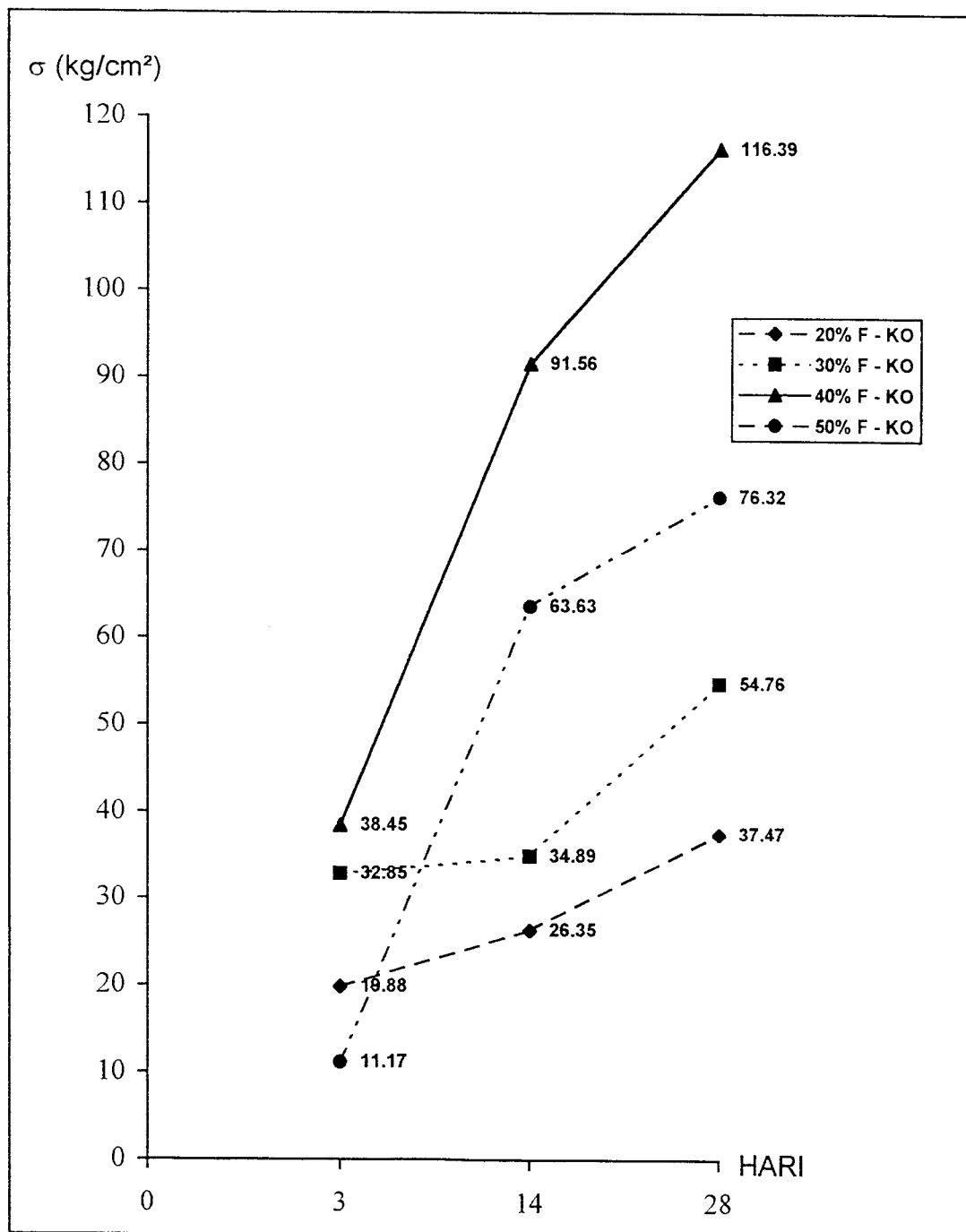
Tabel 5.10. Hasil Rata-Rata Pengujian Lentur *Bamboos Fibre Cement Board* dengan Ketebalan 2 cm

KODE	FIBRE (%)	KONDISI	σ rata-rata (kg/cm ²)		
			3 HARI	14 HARI	28 HARI
I-2	20	Jenuh Air	27.62	30.55	41.83
		Kering Oven	18.94	28.00	47.62
II-2	30	Jenuh Air	47.62	72.29	69.92
		Kering Oven	31.90	49.10	64.84
III-2	40	Jenuh Air	44.73	49.19	71.48
		Kering Oven	51.51	64.55	83.46
IV-2	50	Jenuh Air	12.37	21.56	57.54
		Kering Oven	12.12	47.07	61.68

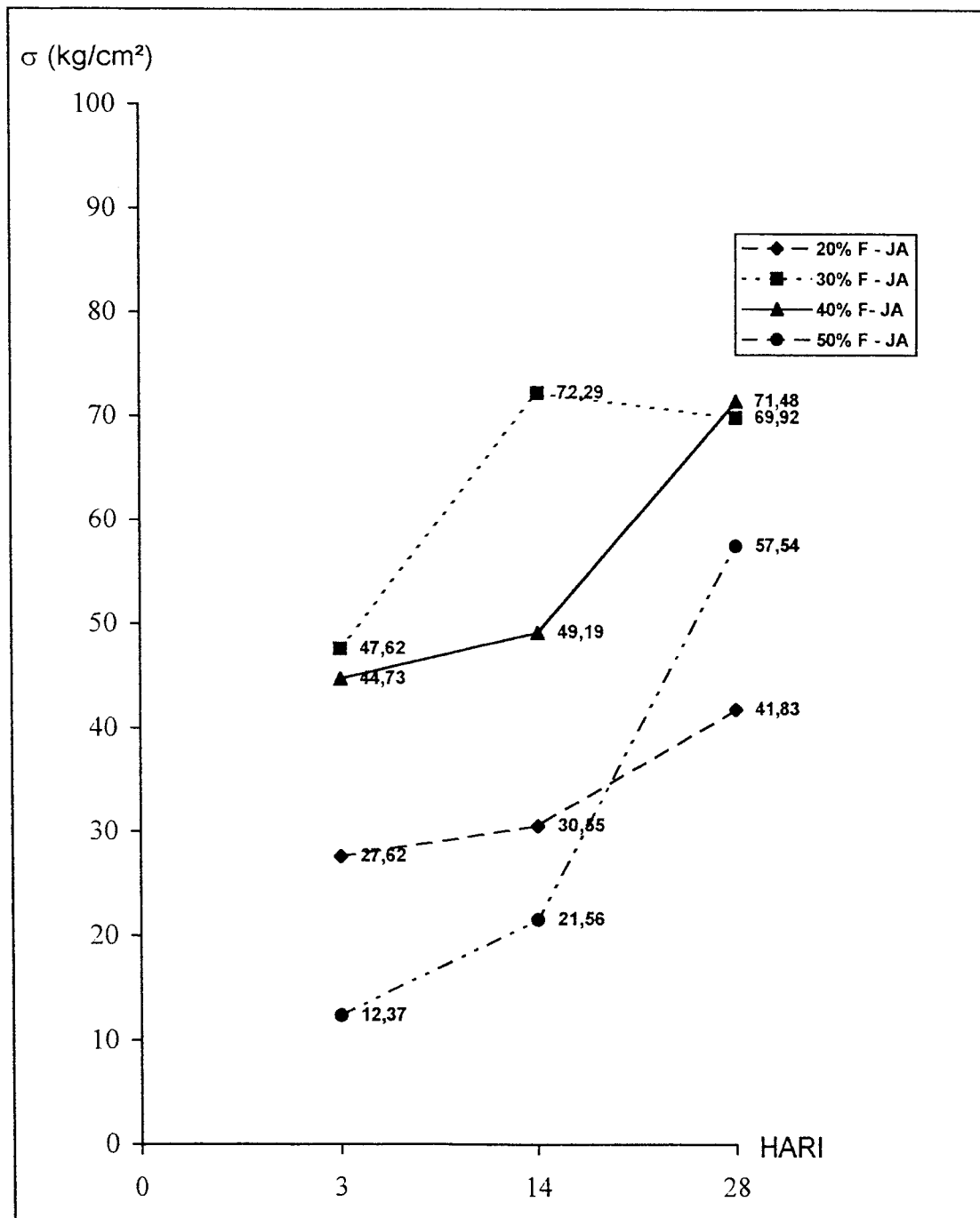
Untuk memudahkan analisa dan mengetahui pengaruh prosentase fibre maka dibuat grafik perbandingan campuran bahan penyusun *bamboos fibre cement board*. Masing-masing grafik mewakili satu perbandingan campuran.



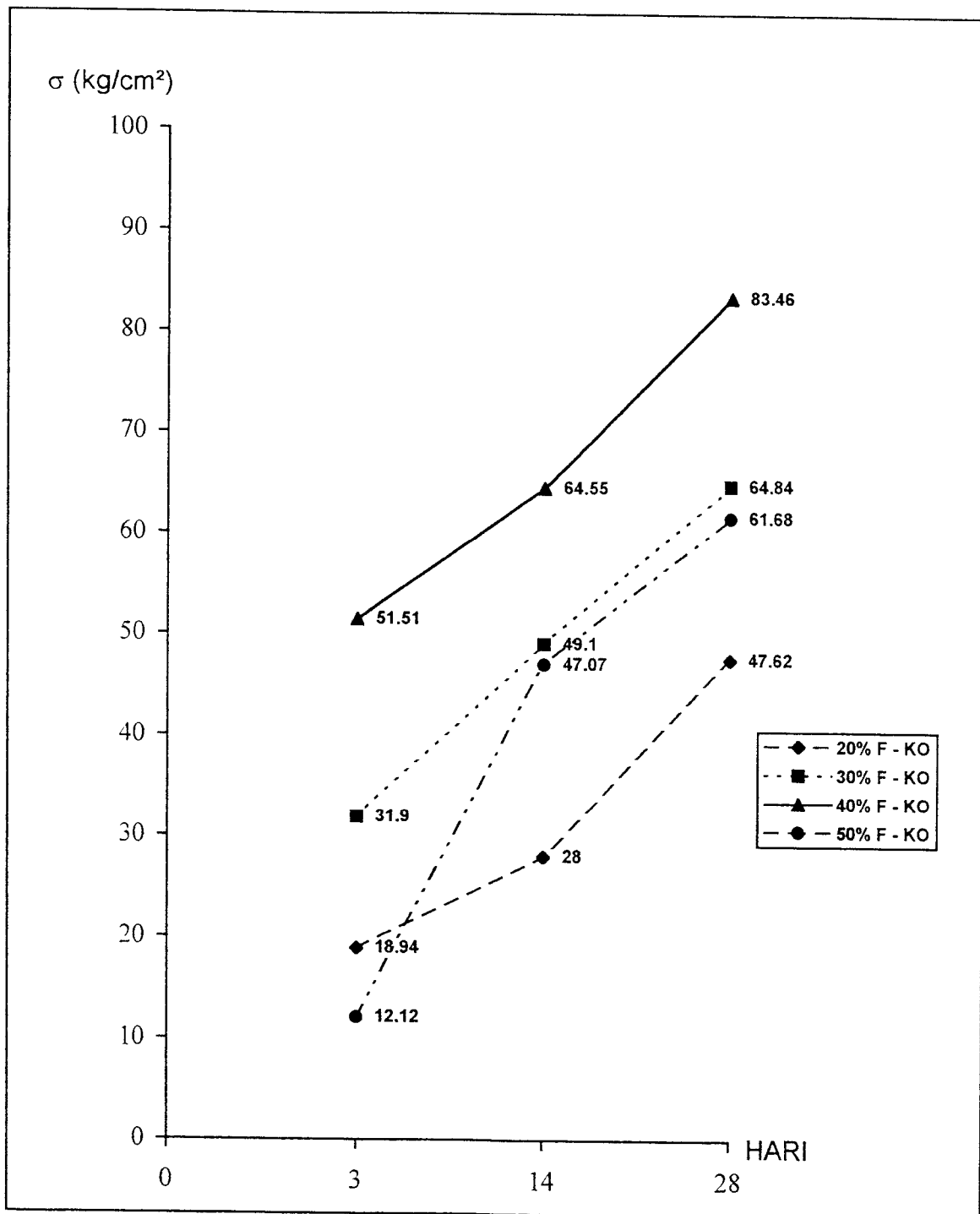
Gambar 5.2. Grafik Kuat Lentur *Bamboos Fibre Cement Board*
Kondisi Jenuh Air, Tebal 1 cm



Gambar 5.3. Grafik Kuat Lentur *Bamboos Fibre Cement Board* Kondisi Kering Oven, Tebal 1 cm



Gambar 5.4. Grafik Kuat Lentur *Bamboos Fibre Cement Board*
Kondisi Jenuh Air, Tebal 2 cm



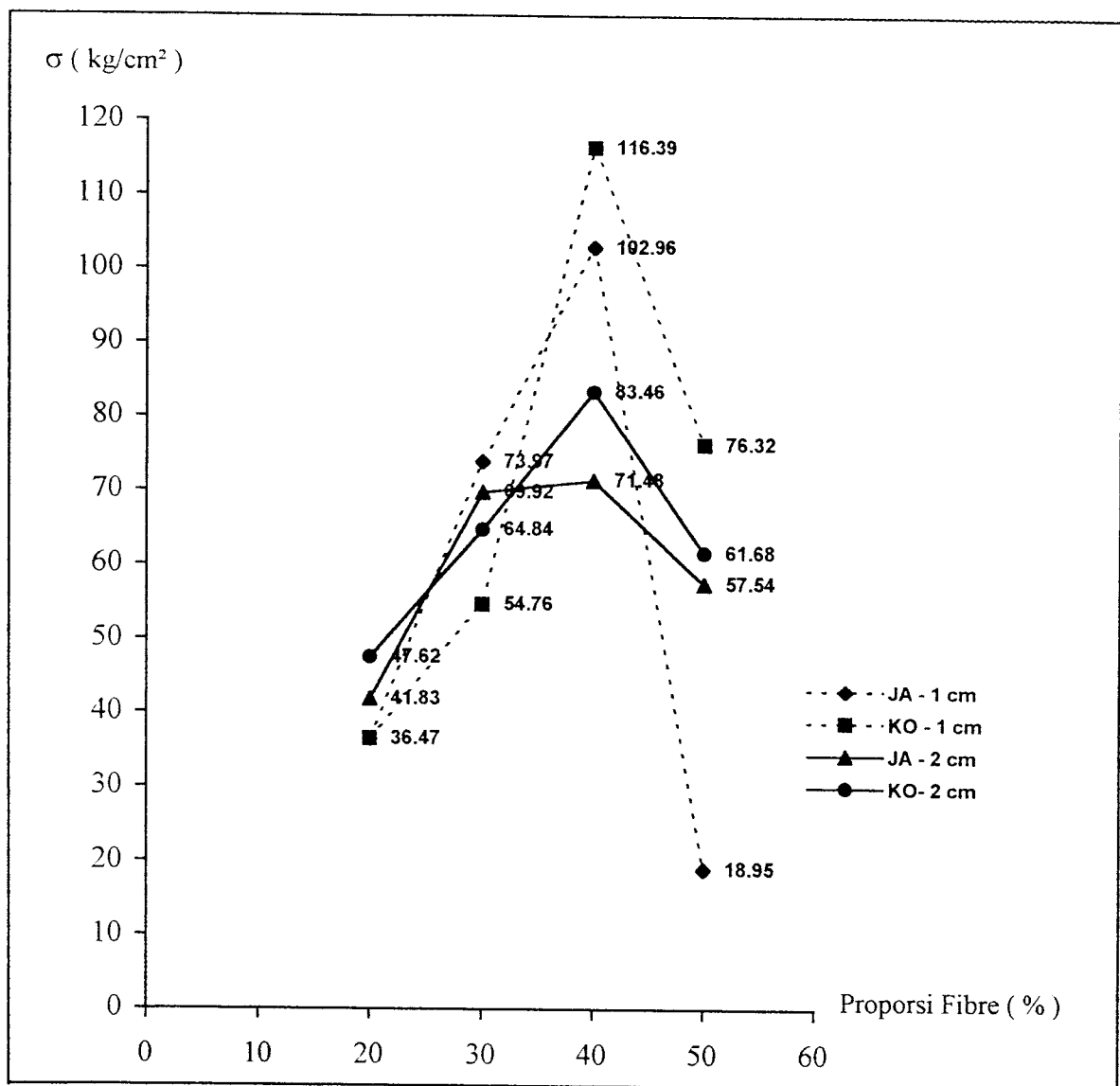
Gambar 5.5. Grafik Kuat Lentur *Bamboos Fibre Cement Board*
Kondisi Kering Oven, Tebal 2 cm

Dari grafik tersebut terlihat sifat kelenturan *bamboos fibre cement* akan meningkat pada penambahan yang optimum, ini merupakan keuntungan tersendiri karena yang diutamakan dalam penelitian ini adalah adanya perbedaan kuat lentur yang terjadi dengan adanya serat dalam adukan pasta dan pada proporsi berapa kuat lentur maksimum terjadi.

Dalam pengujian tersebut benda uji yang diuji akan mengalami retakan, tetapi tidak langsung patah, karena ditahan oleh adanya serat, kemampuan kekuatan dari fibre akan sangat dominan. Retak yang terjadi ditahan oleh *bamboos fibre cement* dengan dua cara yaitu oleh adanya rekatan antara fibre dengan pasta semen atau oleh kekuatan dari bahan fibre itu sendiri.

Pada patahan dari hasil pengujian menunjukkan bahwa banyak terjadi fibre yang tercabut dari pasta semen terutama proporsi 50 % fibre, walaupun ada juga yang terjadi patah pada fibre tersebut. Hal ini menunjukkan pada serat fibre dengan bentuk lurus tersebut mengakibatkan *pull out resistance*-nya hanya mengandalkan pada lekatan (*bond strength*) antara fibre dengan pastanya.

Seiring dengan naiknya prosentase fibre, terlihat semakin kuat menahan lentur, kecuali pada 50 % fibre terjadi penurunan baik pada kondisi jenuh air maupun kering oven, hal ini terjadi karena permukaan serat bambu tidak sepenuhnya tertutup oleh pasta semen, sehingga ikatan antara fibre dan pasta kurang baik. Dari grafik pada gambar 5.2, 5.3, 5.4 dan 5.5 dibuat hubungan pengaruh prosentase fibre pada ketebalan 1 cm dan 2 cm yang berumur 28 hari sebagai acuan, masing-masing garis grafik mewakili kondisi benda uji.



Gambar 5.6. Grafik Kuat Lentur *Bamboos Fibre Cement Board* dengan Ketebalan 1 cm dan 2 cm pada Umur 28 Hari

Dengan melihat grafik kuat lentur (Gambar 5.6), sebagai acuan pada umur 28 hari maka akan nampak bahwa *bamboos fibre cement* akan mencapai kuat lentur maksimum pada 40 % fibre baik pada ketebalan 1 cm maupun 2 cm. Hal itu terlihat pada proses pengujian bahwa *bamboos fibre cement* dengan proporsi 40 % fibre yang telah mengalami retak pertama masih mempunyai kemampuan meningkatkan kuat lentur meskipun tidak begitu besar karena retak yang terjadi

akan ditahan oleh serat pada *bamboos fibre cement board* tersebut, sehingga pada kemampuan batas lentur yang maksimum *bamboos fibre cement* tersebut tidak mengalami keruntuhan secara total. Pada *bamboos fibre cement* dengan 20 % F (kandungan fibre kecil), begitu terjadi retakan pertama langsung terjadi keruntuhan.

Data hasil uji selanjutnya dianalisa dengan membandingkan data yang ada dengan mutu yang disyaratkan, menurut standar kuat lentur lembaran serat semen yang disyaratkan adalah 100 kg/cm².

Hasil pengujian kuat lentur *bamboos fibre cement board* pada berbagai proporsi fibre dan besar perubahannya terhadap lembaran serat semen sebagai standar dengan menggunakan *bamboos fibre cement* umur 28 hari sebagai acuan dapat dilihat pada tabel 5.11.

Tabel 5.11. Hasil Pengujian Kuat Lentur *Bamboos Fibre Cement Board*
Umur 28 Hari dan Perubahannya terhadap Lembaran Serat Semen

BAMBOOS FIBRE CEMENT BOARD				
KETEBALAN (%)	FIBRE (%)	KONDISI	σ (kg/cm ²)	PERUBAHAN KUAT LENTUR (%)
1	20	Jenuh Air	36.47	- 63.53
		Kering Oven	37.47	- 62.53
	30	Jenuh Air	73.97	- 26.03
		Kering Oven	54.76	- 45.24
	40	Jenuh Air	102.96	2.96
		Kering Oven	116.96	16.39
	50	Jenuh Air	18.95	- 81.05
		Kering Oven	76.32	- 23.68
2	20	Jenuh Air	41.83	- 58.17
		Kering Oven	47.62	- 52.38
	30	Jenuh Air	69.92	- 30.08
		Kering Oven	64.84	- 35.16
	40	Jenuh Air	71.48	- 28.52
		Kering Oven	83.46	- 16.54
	50	Jenuh Air	57.54	- 42.46
		Kering Oven	61.68	- 38.32

Dalam tabel tersebut terlihat bahwa pada ketebalan 1 cm terjadi kenaikan kuat lentur pada 40 % fibre, sedangkan 20 %, 30 %, dan 50 % fibre berada di bawah standar, dan pada ketebalan 2 cm semua proporsi berada di bawah standar, hal ini disebabkan pemadatan yang dilakukan pada ketebalan 1 cm dan 2 cm konstan, sehingga kepadatan yang dihasilkan tidak sama (kepadatannya lebih kecil), dan hal ini mengurangi kuat lentur yang terjadi.

Ditinjau dari proporsi adukan kuat lentur meningkat seiring dengan penambahan fibre yang optimum (yaitu 40 % F) dan terjadi penurunan pada

penambahan fibre yang maksimum (yaitu 50 % F) baik pada kondisi jenuh air maupun kering oven.

Perubahan kuat lentur yang terjadi pada *bamboos fibre cement board* umur 28 hari terhadap mutu bahan berdasarkan SII (tabel 5.11) terlihat bahwa pada proporsi 40 % fibre dan ketebalan 1 cm terjadi peningkatan kuat lentur 2,96 % pada kondisi jenuh air dan 16,39 % pada kondisi kering oven, dan pada proporsi ini yang dapat dijadikan patokan mutu *bamboos fibre cement board*.

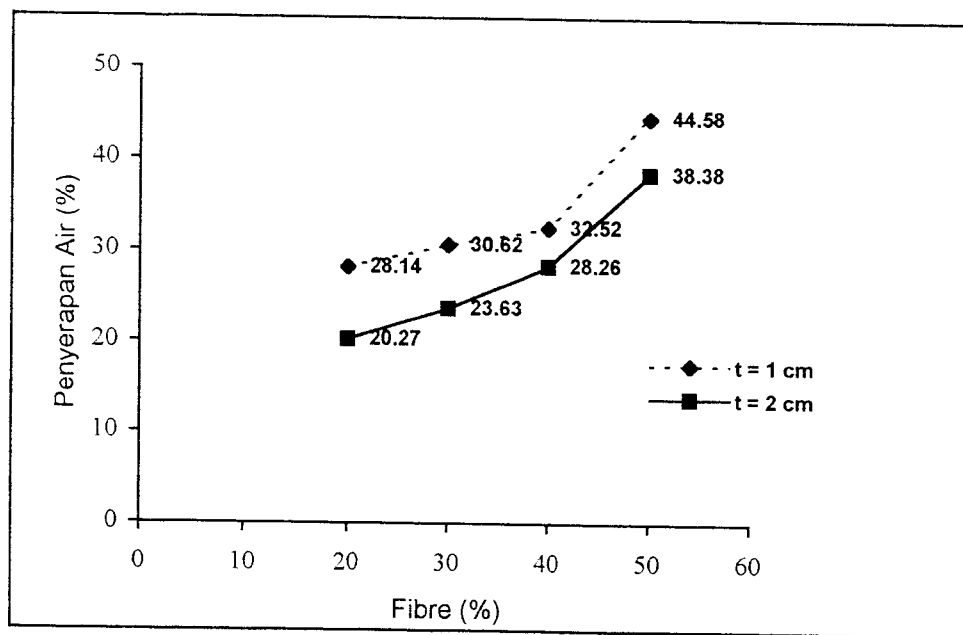
5.3.3. Pengujian Penyerapan Air

Dari uji penyerapan air (lampiran 7) yang telah diteliti setiap 3 jam didapat penyerapan rata-rata maksimum dari benda uji yang telah berumur 28 hari pada setiap prosentase fibre dengan ketebalan 1 dan 2 cm. Data dari hasil pengujian ini terdapat pada tabel 5.12.

Tabel 5.12 Hasil Penyerapan Air Rata-Rata Maksimum
pada Benda Uji yang Berumur 28 Hari

KODE	FIBRE (%)	TEBAL (cm)	Penyerapan Air Rata-Rata Maksimum (%)
I-1	20	1	28.14
II-1	30	1	30.62
III-1	40	1	32.52
IV-1	50	1	44.58
I-2	20	2	20.27
II-2	30	2	23.63
III-2	40	2	28.26
IV-2	50	2	38.38

Untuk memudahkan analisa dibuat grafik serapan air (Gambar 5.7), masing-masing garis mewakili ketebalan. Dari grafik tersebut terlihat semakin besar nilai prosentase fibre semakin besar pula nilai serapan air yang terjadi, hal ini disebabkan karena pori yang ada pada *bamboos fibre cement* semakin meningkat, terutama pada benda uji dengan prosentase fibre 50 % terjadi kenaikan yang cukup drastis, ini ditandai dengan permukaan benda uji yang tidak rata dan adanya lubang-lubang akibat pasta semen yang tidak bisa menutup semua permukaan fibre.



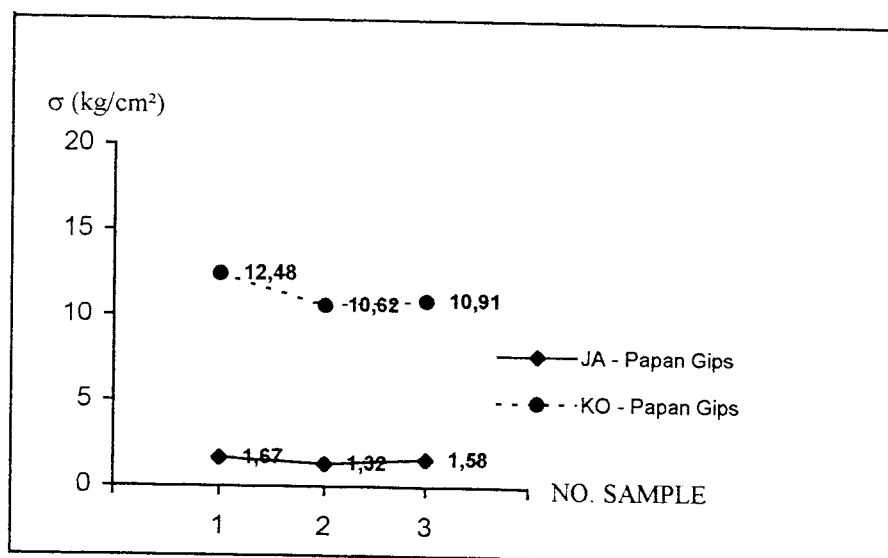
Gambar 5.7. Grafik Penyerapan Air dengan Ketebalan yang Berbeda

Besar penyerapan air yang terjadi pada proporsi fibre 40 % dengan ketebalan 1 cm berada di bawah batas maksimal penyerapan air yang disyaratkan Standar Industri Indonesia tentang Lembaran Serat Semen.

5.4. Pengujian Pembanding: Papan Gips (*Gypsum Wall Board*)

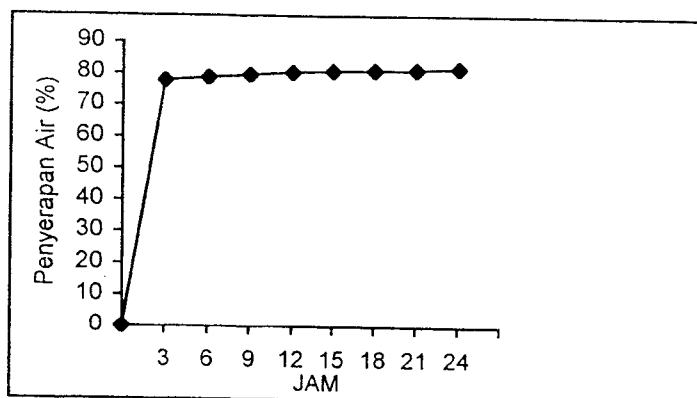
Hasil penelitian *bamboos fibre cement board* apabila dibandingkan dengan papan Gips (*Gypsum Wall Board*) berdasarkan fungsinya sebagai dinding penyekat yang ringan dan bersifat dekoratif, maka semua proporsi bisa dipakai karena kuat lentur rata-rata yang terjadi pada papan Gips (*Gypsum Wall Board*) sangat kecil yaitu $1,52 \text{ kg/cm}^2$ untuk kondisi jenuh air (JA) dan $11,34 \text{ kg/cm}^2$ untuk kondisi kering oven (KO).

Hasil pengujian kuat lentur papan Gips (*Gypsum Wall Board*) dapat dilihat pada Gambar 5.8



Gambar 5.8. Grafik Kuat Lentur Papan Gips (*Gypsum Wall Board*)

Penyerapan air maksimum rata-rata yang terjadi pada bahan pembanding (papan Gips) sangat besar yaitu 81,29 %. Angka ini berada jauh di atas penyerapan air pada *bamboos fibre cement board* (Gambar 5.9)



Gambar 5.9. Grafik Penyerapan Air pada Papan Gips

Data selengkapnya mengenai penyerapan air pada papan Gips terdapat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13. Penyerapan Air pada Papan Gips (*Gypsum Wall Board*)

URAIAN			I	II	III
W A K T U P E N G A M A T A N	3 jam	Penyerapan (%)	75.74	80.48	77.29
		Penyerapan rata2	77.84		
	6 jam	Penyerapan (%)	76.37	81.72	78.30
		Penyerapan rata2	78.80		
	9 jam	Penyerapan (%)	77.42	82.69	79.22
		Penyerapan rata2	79.78		
	12 jam	Penyerapan (%)	78.39	83.08	80.11
		Penyerapan rata2	80.53		
	15 jam	Penyerapan (%)	79.02	83.30	80.74
		Penyerapan rata2	81.02		
	18 jam	Penyerapan (%)	79.23	83.79	80.87
		Penyerapan rata2	81.30		
	21 jam	Penyerapan (%)	79.23	83.83	80.87
		Penyerapan rata2	81.31		
	24 jam	Penyerapan (%)	79.77	84.41	81.58
		Penyerapan rata2	81.92		

5.5. Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan

Dari serangkaian penelitian dan pembahasan yang dilakukan dalam memperoleh kualitas *bamboos fibre cement* sesuai dengan mutu yang disyaratkan, maka diambil kuat lentur rata-rata *bamboos fibre cement* yang berada di atas mutu yang disyaratkan. Hal ini terjadi pada *bamboos fibre cement* dengan proporsi 40 % fibre dengan ketebalan 1 cm. Penelitian ini juga merupakan perencanaan bahan baru, karena itu perlu dianalisis harga satuan pekerjaan produk yang diunggulkan.

Perhitungan harga satuan pekerjaan diuraikan sebagai berikut:

1. Keperluan bahan 1 m² *bamboos fibre cement board*

Proporsi 40 % F dengan ketebalan 1 cm

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{0,667.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.11 = 11$$

$$(0,317 + 0,529 + 0,45).C = 11 - 0,11$$

$$1,296.C = 10,89$$

$$C = 8,403 \text{ kg}$$

$$B_c = 8,403 \text{ kg}$$

$$B_f = 5,605 \text{ kg} = 0,187 \text{ m}^3$$

$$B_w = 3,781 \text{ dm}^3 = 0,004 \text{ m}^3$$

2. Harga bahan dan upah sesuai Daftar Harga Satuan Bahan Bangunan dan Upah

Tenaga bulan September tahun 1998 seperti di bawah ini:

Nama Bahan	Satuan	Harga Satuan
Semen Portland type I Gresik	kg	Rp 500,-
Serat bambu	m ³	Rp 25.000,-
Air	m ³	Rp 1.000,-

Upah kerja:

Mandor	Rp 10.750,- /hari/orang
Kepala tukang	Rp 9.250,- /hari/orang
Tukang	Rp 8.000,- /hari/orang
Pekerja	Rp 5.750,- /hari/orang

3. Perhitungan jumlah biaya *bamboos fibre cement board* untuk 1 m²

Biaya bahan:

Semen	8,403 kg x Rp 500,- = Rp 4.202,-
Serat bambu	0,187 m ³ x Rp 25.000,- = Rp 4.675,-
Air	0,004 m ³ x Rp 1.000,- = Rp 4,-

Jumlah = Rp 8.881,-

Upah kerja:

Mandor	0,02 x Rp 10.750,- = Rp 215,-
Kepala tukang	0,015 x Rp 9.250,- = Rp 139,-
Tukang	0,15 x Rp 8.000,- = Rp 1.200,-
Pekerja	0,4 x Rp 5.750,- = Rp 2.300,-

Jumlah = Rp 3.854,-

Jumlah biaya = biaya bahan + upah kerja

= Rp 8.881,- + Rp 3.854,-

= Rp 12.735,-

Harga satuan bahan pembanding: papan Gips (*Gypsum Wall Board*) di pasaran (produksi Jaya Board) dengan ukuran 120 x 240 (cm) dan tebal 9 mm adalah Rp 26.000,- atau Rp 9.100,- per m²

5.6. Finishing *Bamboos Fibre Cement Board*

Tahap akhir dalam memperbaiki kenampakan *bamboos fibre cement* yaitu dengan pengecatan. Pengecatan merupakan usaha untuk memberi lapisan pelindung bagian dalam dan menutup gelembung-gelembung udara, hal ini diupayakan untuk mengurangi penyerapan dan melindungi permukaan *bamboos fibre cement* dari kelembaban, pembusukan dan memberikan kenampakan yang lebih baik.

Sifat-sifat cat yang baik dipakai, secara ideal yaitu:

1. Harganya murah
2. Harus hemat, artinya mempunyai kemampuan yang besar untuk menutup bagian yang dicat. Dengan bahan cat yang sama diperoleh permukaan bagian yang dicat lebih luas
3. Harus mudah dikerjakan
4. Harus dapat kering dalam waktu yang cukup, tidak terlalu lama ataupun terlalu cepat
5. Harus tidak cepat berubah warna, tahan lama
6. Bila dilapiskan pada permukaan, membuat suatu lapisan film yang tipis dan rata
7. Lapisan cat harus keras dan kuat, serta dapat melindungi permukaan yang dicat
8. Lapisan cat harus tidak menampakkan adanya retak-retak.

Cat yang digunakan dalam pengecatan *bamboos fibre cement* adalah cat semen (*cement paint*), semen ini berbentuk sebagai bubuk, dapat berupa semen putih atau berwarna sebagaimana bahan dasar dan air sebagai bahan minyak catnya. Tidak ada *linseed oil* atau vernis dipakai. Cat ini tahan lama dan kedap air. Oleh karena itu cat ini dapat dipakai untuk permukaan yang basah ketika dicat maupun basah sesudah dicat.

Air dicampurkan dengan bubuk semen segera sebelum dioleskan pada permukaan yang akan dicat. Cat macam ini akan lebih baik bila dicatkan pada permukaan yang kasar, karena pada permukaan yang halus daya lekatnya kurang baik, atas dasar inilah sebelum mulai memberi lapisan cat terhadap permukaan *bamboos fibre cement*, diberi perlakuan awal yaitu membersihkan permukaan dan mungkin dikasarkan, sedangkan bagian-bagian terlepas dihilangkan, untuk mendapatkan rekatan yang erat permukaan *bamboos fibre cement* dilembabi, selanjutnya permukaan diolesi cat semen, sebagai catatan, campuran cat ini harus selalu diaduk selama pengecatan berlangsung.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang “Uji Kuat Lentur dan Penyerapan Air pada *Bamboos Fibre Cement Board*” penyusun merasa mendapat cukup banyak tambahan pengetahuan dalam bidang struktur.

Berdasarkan penelitian ini pula dapat diambil beberapa kesimpulan penting sebagai berikut:

1. Penambahan fibre bambu akan menurunkan *workability* adukan, penurunan *workability* bervariasi tergantung pada konsentrasi fibre, semakin tinggi konsentrasi fibre *workability* semakin berkurang.
2. Kekuatan *bamboos fibre cement board* cenderung meningkat sesuai dengan bertambahnya umur *bamboos fibre cement board* tersebut. Kecepatan bertambahnya kekuatan tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor semen semen yang digunakan dan suhu perawatan.
3. Pemadatan sangat berpengaruh terhadap kekuatan bahan, hal ini terlihat pada hasil pengujian dengan pembebanan yang konstan pada ketebalan pada ketebalan 1 cm lebih kekuatannya dibandingkan pada ketebalan 2 cm, karena

pada ketebalan 1 cm ini susupan bahan dalam pasta tersebut membentuk suatu kesatuan yang padat sehingga dapat menahan beban secara bersama-sama.

4. *Bamboos fibre cement board* dengan proporsi 40 % fibre mempunyai kekuatan lentur yang maksimal jika dibandingkan dengan proporsi fibre yang lain, hal ini disebabkan karena terjadinya ikatan yang baik antara fibre dan pastanya, yang ditandai dengan kerusakan awal berupa patah geser tetapi karena adanya serat masih mampu menahan beban hingga beban maksimal, dimana terjadi kerusakan lentur pada bagian bawah.
5. Dengan mengetahui besarnya kenaikan lentur yang terjadi maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa pada proporsi fibre 40 % inilah kekuatan lentur maksimum terjadi dan pada proporsi inilah yang dapat diharapkan sebagai acuan untuk pemanfaatan fibre bambu sebagai bahan campuran pada pasta.
6. Finishing pada *bamboos fibre cement board* sangat berguna untuk memperindah kenampakan dan melindungi bagian permukaan terhadap kelembaban dan pembusukan.
7. Berdasarkan hasil penelitian maka *bamboos fibre cement board* dengan proporsi 40 % fibre dan ketebalan 1 cm dapat dijadikan bahan alternatif untuk dinding penyekat yang ringan, ekonomis dan bersifat dekoratif.

6.2. Saran

Saran-saran yang mungkin bermanfaat bagi penelitian lebih lanjut, dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Konsentrasi penggunaan fibre bambu antara 30 %, 40 % dan 50 % perlu diteliti lebih lanjut untuk mendapatkan nilai yang optimal.
2. Perlu diadakan penelitian tentang *bamboos fibre cement board* dengan peningkatan aspek ratio untuk memperbesar *pull-out resistance*, sehingga fibre tidak mudah tercabut pada suatu tampang retak sample pada saat pengujian.
3. Perlu diteliti dengan penggunaan bahan tambah yang dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan terhadap lembab.
4. Perlu diteliti sampai berapa lama ketahanan (*durability*) *bamboos fibre cement board* terhadap pembusukan dan pelapukan serat oleh kondisi lingkungan.
5. Penggunaan fibre bambu sebagai bahan isian perlu diteliti lebih lanjut terhadap muai susut fibre untuk jangka waktu yang lebih panjang, terutama pada lekatan antara *bamboos fibre cement board* sehingga dapat dipelajari kemungkinannya untuk bahan isolasi suara (bahan peredam suara).
6. Perlu diteliti lebih lanjut penggunaan bahan alami lainnya, seperti: serat kayu berdaun jarum, ampas/sepah tebu, tangkai padi dan serabut kelapa.
7. Apabila melakukan penelitian serupa tetapi dengan menggunakan bahan alami lainnya, maka proses pembuatan harus benar-benar diperhatikan mulai dari proses pemilihan bahan sampai dengan pengepresan yang baik sehingga susunan bahan dalam pasta tersebut membentuk suatu kesatuan yang dapat menahan beban secara bersama-sama, di samping itu juga perlu diadakan variasi fas, karena faktor air semen (fas) sangat berpengaruh terhadap kekuatan campuran.

PENUTUP

Segala puji syukur bagi Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat, Taufik dan HidayahNya kepada penyusun sehingga dapat menyelesaikan dan menyajikan tugas akhir ini dalam bentuk laporan.

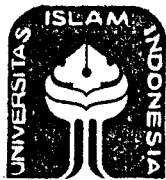
Penyusun menyadari, dengan keterbatasan bekal ilmu dan waktu, tentunya laporan ini jauh dari sempurna, namun penyusun banyak mendapatkan pengalaman dan pengetahuan yang berkaitan dengan ilmu konstruksi, sehingga tentunya pengalaman itu dapat menambah wawasan yang sangat bermanfaat bagi penyusun.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penyusun menghaturkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu dan membimbing penyusun serta memberi pengarahan dalam pelaksanaan penelitian ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan bagi rekan-rekan mahasiswa

DAFTAR PUSTAKA

- _____, *Lembaran Serat Semen berdasarkan SII (Standar Industri Indonesia)*, Departemen Perindustrian Republik Indonesia.
- _____, 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982)*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan P.U., Bandung.
- David Widiyanto, 1995, Sifat Mekanik Beton dengan Fibre Bambu, Tesis S-2 Program Pasca Sarjana, Jurusan Ilmu-Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ghavami. K., 1988, *Aplicatoin of bamboous a law cost construction material*, Proceeding of the International Bamboo Workshop held in Cochin, India.
- Hannant, D.J., 1978, *Fibre cement and Fibre concrete*, John Willey and Sons, Singapore.
- Kardiyono Tjokrodinuljo, 1995, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Liese, W., 1980, *Anatomy of Bamboo*, Proceeding of the International Bamboo Workshop held in Cochin, India.
- Murdock, L.J., dan Brook, K.M., (diterjemahkan oleh Ir. Stephanus Hendarko, 1986), *Bahan dan Praktek Beton*, Edisi ke Empat, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Morisco, 1996, *Bambu sebagai Bahan Rekayasa*, Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya dalam Bidang Teknik Konstruksi, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Soenardi, 1976, *Sifat-sifat Mekanika Kayu*, Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan, UGM, Yogyakarta.
- Sudarmoko, 1993, *Beton Serat, suatu bentuk Beton Baru*, Laporan Penelitian, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.

- Sulthoni, A., 1983, *Petunjuk Ilmiah Pengawetan Bambu Tradisional dengan Perendaman dalam Air*, International Development Research Center Ottawa, Canada.
- Suparmin Sarino, dan Hidayat, D. , 1979, *Petunjuk Praktek Pemeriksaan Bahan Bangunan 1*, Edisi Pertama, Bagian Proyek Pengadaan Buku Pendidikan Teknologi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sutapa, J.P.G., 1986, *Pengujian Beberapa Sifat Anatomi, Fisik dan Mekanik Bambu Apus, Legi dan Petung*, Fakultas Kehutanan, UGM, Yogyakarta.
- Swift, D.G., Smith, R.B.L., Januari 1980, *Fibre Reinforced Concrete as an Earthquake Resistance Construction Material*, International Conference on Engineering for Protection from Natural Disasters, Air, Bangkok.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

Lampiran 1

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	FIRMAN CHOIRUDDIN	95 810 084		STRUKTUR
2.	LUCY ERLITA	95 810 117		STRUKTUR

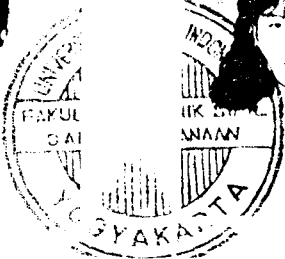
JUDUL TUGAS AKHIR : STUDI ENERGI MATAHARI PADA RUMAH KOTA KAYU
BOGOR

Dosen Pembimbing I : : DR. IR. RIZKI PURNAMA, DEKANA

Dosen Pembimbing II : : IR. H. SURASTAWAN, MS

1

2



Yogyakarta, 07 Juni 1998

Dr. Dekan,

Fakultas Teknik Sipil.

IR. H. SURASTAWAN, MS

CATATAN - KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke :	KETERANGAN	Paraf
01	10/- 1988 17	I - II	- Acc proposal Acc proposal Perbaikan	Fri Sus Sus
	12/12 98	I	Acc sesuai di laksanakan ke Pembantu I	Sus
	28/12 98		Acc sesuai di laksanakan	Fri
	1/1 1999			

Hal : Pemberitahuan

Kepada Yth :
Bapak Kepala Laboratorium Teknologi Bangunan
Jurusan Arsitektur
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
di
Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Schubungan dengan Tugas Akhir yang merupakan persyaratan kurikuler yang harus dipenuhi oleh mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII, maka kami yang tersebut di bawah ini :

1. Nama : Firman Choiruddin
No. Mhs. : 92 310 064
N.I.R.M. : 920051013114120064
Bidang Studi : Struktur
2. Nama : Lucy Erlita
No. Mhs. : 93 310 123
N.I.R.M. : 930051013114120120
Bidang Studi : Struktur

Memberitahukan bahwa Tugas Akhir kami dengan topik "**Studi Eksperimental Uji Kuat Lentur dan Kerapatan Air pada Fibre Cement Board**", ide awalnya merupakan penelitian tentang Cement Board yang dilaksanakan oleh Bapak Ir. Amir Adenan di laboratorium Teknologi Bangunan. Demikian surat pemberitahuan kami dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

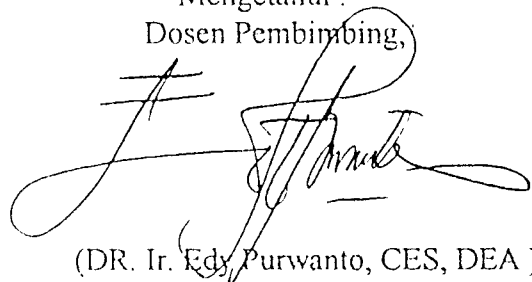
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Mahasiswa,



(Firman Choiruddin)

Mengetahui :
Dosen Pembimbing,



(DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA)

Hal : Permohonan

Kepada Yth :

Bapak Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

di

Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan Tugas Akhir yang merupakan persyaratan kurikuler yang harus dipenuhi oleh mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII, maka kami yang tersebut di bawah ini :

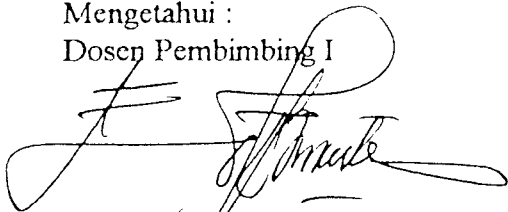
1. Nama : Firman Choiruddin
No. Mhs. : 92 310 064
N.I.R.M. : 92 - 064
Bidang Studi : Struktur
2. Nama : Lucy Erlita
No. Mhs. : 93 310 123
N.I.R.M. : 93 - 120
Bidang Studi : Struktur

Untuk menggunakan fasilitas dan tenaga karyawan Lab. BKT sebagai tempat pengujian dalam rangka menunjang pelaksanaan Tugas Akhir, dengan topik "Studi Eksperimental Uji Kuat Lentur dan Kerapatan Air pada Fibre Cement Board". Demikian surat permohonan kami dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Mengetahui :

Dosen Pembimbing I



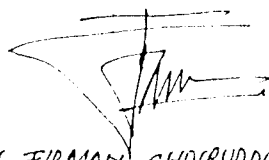
(DR. Ir. Eddy Purwanto, CES, DEA)

Dosen Pembimbing II.



(Ir. H. Susastrawan, MS)

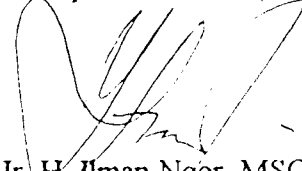
Mahasiswa pemohon,



(FIRMAN CHOIRUDDIN)

Disetujui :

Kepala Lab. BKT,



(Ir. H. Ilman Noor, MSCE)

Hal : Permohonan

Kepada Yth :
Bapak Kepala Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
di
Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan Tugas Akhir yang merupakan persyaratan kurikuler yang harus dipenuhi oleh mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII, maka kami yang tersebut di bawah ini :

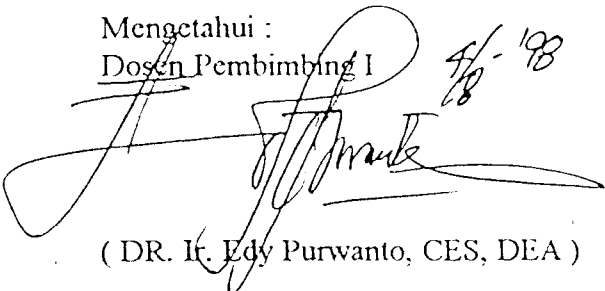
1. Nama : Firman Choiruddin
No. Mhs. : 92 310 064
N.I.R.M. : 92 - 064
Bidang Studi : Struktur
2. Nama : Lucy Erlita
No. Mhs. : 93 310 123
N.I.R.M. : 93 - 120
Bidang Studi : Struktur

Untuk menggunakan fasilitas dan tenaga karyawan Lab. Mekanika Tanah sebagai tempat pengujian dalam rangka menunjang pelaksanaan Tugas Akhir, dengan topik "Studi Eksperimental Uji Kuat Lentur dan Kerapatan Air pada Fibre Cement Board". Demikian surat permohonan kami dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

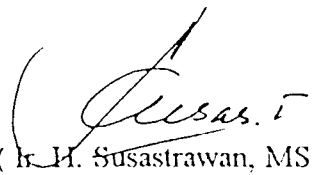
Mengetahui :

Dosen Pembimbing I



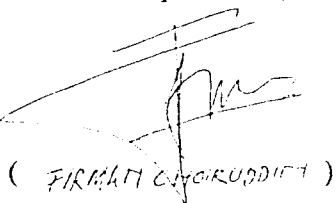
(DR. Ir. Eddy Purwanto, CES, DEA)

Dosen Pembimbing II,



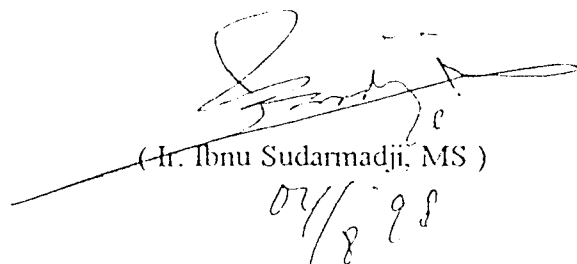
(Ir. H. Susastrawan, MS)

Mahasiswa pemohon,



(FIRMAN CHOIRUDDIN)

Disetujui :
Kepala Lab. Mek. Tan. ,



(Ir. Ibnu Sudarmadji, MS)
02/8/98

Yogyakarta, 19 September 1998

Hal : Permohonan

Kepada Yth :
Bapak Kepala Laboratorium Mekanika Bahan
Pusat Antar Universitas
Universitas Gajah Mada
di
Yogyakarta

Schubungan dengan Tugas Akhir yang merupakan persyaratan kurikuler yang harus dipenuhi oleh mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII, maka kami yang tersebut di bawah ini :

1. Nama : Firman Choiruddin
No. Mhs. : 92 310 064
N.I.R.M. : 920051013114120064
2. Nama : Lucy Erlita
No. Mhs. : 93 310 123
N.I.R.M. : 930051013114120120

Bermaksud menggunakan Laboratorium Mekanika Bahan, Pusat Antar Universitas, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta guna penelitian Tugas Akhir kami dengan topik **"Studi Eksperimental Uji Kuat Lentur dan Kerapatan Air pada Fibre Cement Board"**.

Demikian surat permohonan kami dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Mahasiswa,



(Firman Choiruddin)

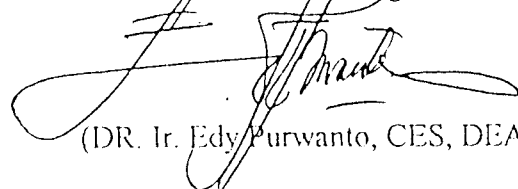
Mahasiswa,



(Lucy Erlita)

Mengetahui

Dosen Pembimbing I,



(DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA)

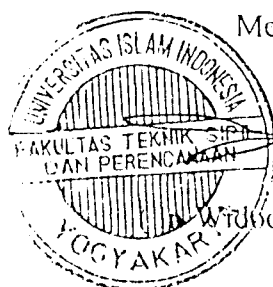
Dosen Pembimbing II,



(Ir. H. Susastrawan, MS)

Mengetahui :

Dekan,



(Ir. Wido, MSCE, Ph.D)



SURAT KETERANGAN
No. 155/MM/PAU-IT/X./19.98.

Lanjutan lampiran 2

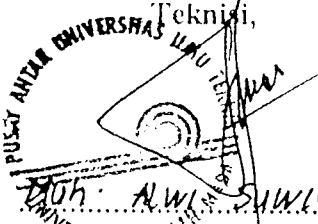
Yang bertanda tangan dibawah ini teknisi Laboratorium Mekanika Bahan
Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik UGM menerangkan bahwa :

Nama : FIRMAN CHORUDIN
No. Mhs. : 92 310 069
Fakultas : TEKNIK SIPIL
Universitas : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Benar-benar telah selesai melakukan penelitian/tidak mempunyai tanggungan
meminjam alat/buku/administrasi pada Laboratorium Mekanika Bahan Pusat
Antar Universitas Ilmu Teknik UGM.

Surat keterangan ini kami buat untuk keperluan *pengujian kuat lentur fiber cement board*
Demikian yang berkepentingan maklum. *(penelitian Tugas Akhir)*

Yogyakarta, 19. 11/1998

Teknisi,

Dik. A. W. S. H. Y. O.
NIP. 932 127 198

SURAT KETERANGAN
No. 152/MM/PAU-IT/X/1998

Lanjutan lampiran 2

Yang bertanda tangan dibawah ini teknisi Laboratorium Mekanika Bahan
Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik UGM menerangkan bahwa :

Nama : LUCY ERLITA
No. Mhs. : 93 310 123
Fakultas : Teknik Sipil
Universitas : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Benar-benar telah selesai melakukan penelitian/tidak mempunyai tanggungan
meminjam alat/buku/administrasi pada Laboratorium Mekanika Bahan Pusat
Antar Universitas Ilmu Teknik UGM.

Surat keterangan ini kami buat untuk keperluan
Demikian yang berkepentingan maklum.

(PENELITIAN TUGAS AKHIR)
PENGOBATAN KUAT LENTUR PADA
FIBRE CEMENT BOARD

Yogyakarta, 19.. 11/10/1998
Teknisi,


MUK. ALI SUWIGNYO
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA 127 148

PERENCANAAN CAMPURAN *FIBRE CEMENT BOARD*

A. DATA BAHAN :

1. Jenis semen : OPC type I dari Gresik
2. Faktor Air Semen (W/c) : 0,45
3. Air : dari jaringan air bersih, Lab. BKT FTSP UII
4. Diameter fibre bambu : ± 1 mm
5. Panjang fibre bambu : 30 mm
6. Aspek ratio (l/d) : 30

B. DATA *SPECIFIC GRAVITY*

1. *Specific gravity* semen : $3150 \text{ kg/m}^3 = 3,150 \text{ kg/dm}^3$
2. *Specific gravity* air : $1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ kg/dm}^3$
3. *Specific gravity* fibre bambu : $1260 \text{ kg/m}^3 = 1,260 \text{ kg/dm}^3$

C. PERANCANGAN CAMPURAN (*MIX DESIGN*)

Proporsi antara agregat dan semen, berdasarkan pada tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*), dalam penelitian ini proporsi fibre maksimum ditetapkan sebesar 50 %

Perencanaan bahan penyusun *fibre cement board* berdasarkan *Road Note No. 4*, yaitu kebutuhan bahan dasar tiap 1 m^3 *fibre cement* dihitung berdasarkan volume absolut, yaitu dengan berat jenis butir semen dan berat jenis agregat (fibre bambu). Prinsip dari hitungan ini ialah bahwa volume *fibre cement* padat adalah sama dengan jumlah dari absolut volume bahan-bahan dasarnya.

Jika diketahui : γ_c : Berat jenis semen (kg/dm^3)

γ_f : Berat jenis fibre (kg/dm^3)

γ_w : Berat jenis air (kg/dm^3)

V : Prosentase udara dalam beton (%)

C : Berat semen yang diperlukan untuk 1000 dm^3 atau 1 m^3

Dan perbandingan berat dari bahannya adalah :

Semen : Fibre : Air = 1 : F : W

Maka nilai C dapat dihitung dari persamaan berikut :

$$\frac{C}{\gamma_c \cdot \gamma_w} + \frac{F \cdot C}{\gamma_f \cdot \gamma_w} + \frac{W \cdot C}{\gamma_w} + 0,01 \cdot V = 1000 \text{ dm}^3$$

Kebutuhan air (W), fibre (F) dihitung berdasarkan hasil hitungan semen (C).

D. PERHITUNGAN CAMPURAN

Diketahui :

$$\gamma_c = 3,15 \text{ kg/dm}^3$$

$$\gamma_f = 1,26 \text{ kg/dm}^3$$

$$\gamma_w = 1,0 \text{ kg/dm}^3$$

$$FAS = 0,45$$

$$F_k = 1,2$$

Ketebalan 1 cm :

$$V_p = 1 \times 13 \times 30 \times 1,2 = 468 \text{ cm}^3 = 0,468 \text{ dm}^3$$

Ketebalan 2 cm :

$$V_p = 2 \times 13 \times 30 \times 1,2 = 936 \text{ cm}^3 = 0,936 \text{ dm}^3$$

Penyelesaian :

1. Perencanaan perbandingan campuran

Cement : Fibre = C : F

a. 80 % C : 20 % F

$$8 : 2 = 1 : 0,25$$

b. 70 % C : 30 % F

$$7 : 3 = 1 : 0,429$$

c. 60 % C : 40 % F

$$6 : 4 = 1 : 0,667$$

d. 50 % C : 50 % F

$$5 : 5 = 1 : 1$$

Rumus Umum :

$$\frac{C}{\rho \cdot \gamma_w} + \frac{F.C}{\gamma_f \cdot \gamma_w} + \frac{W.C}{\gamma_w} + 0,01 \cdot V_p = V_p$$

Untuk ketebalan 1 cm :

a. 20 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{0,25.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,468 = 0,468$$

$$(0,317 + 0,198 + 0,45).C = 0,468 - 0,00468$$

$$0,965.C = 0,463$$

$$C = 0,4798 \text{ kg}$$

$$B_c = 479,8 \text{ gr}$$

$$B_f = 120,0 \text{ gr}$$

$$B_w = 215,9 \text{ ml}$$

b. 30 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{0,429.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,468 = 0,468$$

$$(0,317 + 0,340 + 0,45).C = 0,468 - 0,00468$$

$$1,107.C = 0,463$$

$$C = 0,4182 \text{ kg}$$

$$B_c = 418,2 \text{ gr}$$

$$B_f = 179,4 \text{ gr}$$

$$B_w = 188,2 \text{ ml}$$

c. 40 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{0,667.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,468 = 0,468$$

$$(0,317 + 0,529 + 0,45).C = 0,468 - 0,00468$$

$$1,296.C = 0,463$$

$$C = 0,3573 \text{ kg}$$

$$Bc = 357,3 \text{ gr}$$

$$Bf = 238,3 \text{ gr}$$

$$Bw = 160,8 \text{ ml}$$

d. 50 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{1.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,468 = 0,468$$

$$(0,317 + 0,794 + 0,45).C = 0,468 - 0,00468$$

$$1,561.C = 0,463$$

$$C = 0,2966 \text{ kg}$$

$$Bc = 296,6 \text{ gr}$$

$$Bf = 296,6 \text{ gr}$$

$$Bw = 133,5 \text{ ml}$$

Untuk ketebalan 2 cm :

a. 20 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{0,25.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,936 = 0,936$$

$$(0,317 + 0,198 + 0,45).C = 0,936 - 0,00936$$

$$0,965.C = 0,927$$

$$C = 0,9606 \text{ kg}$$

$$Bc = 960,6 \text{ gr}$$

$$Bf = 240,2 \text{ gr}$$

$$Bw = 432,3 \text{ ml}$$

b. 30 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{0,429.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,936 = 0,936$$

$$(0,317 + 0,340 + 0,45).C = 0,936 - 0,00936$$

$$1,107.C = 0,927$$

$$C = 0,8374 \text{ kg}$$

$$Bc = 837,4 \text{ gr}$$

$$Bf = 359,2 \text{ gr}$$

$$Bw = 376,8 \text{ ml}$$

c. 40 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{0,667.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,936 = 0,936$$

$$(0,317 + 0,529 + 0,45).C = 0,936 - 0,00936$$

$$1,296.C = 0,927$$

$$C = 0,7153 \text{ kg}$$

$$Bc = 715,3 \text{ gr}$$

$$Bf = 477,1 \text{ gr}$$

$$Bw = 321,9 \text{ ml}$$

d. 50 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{1.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,936 = 0,936$$

$$(0,317 + 0,794 + 0,45).C = 0,936 - 0,00936$$

$$1,561.C = 0,927$$

$$C = 0,5939 \text{ kg}$$

$$Bc = 593,9 \text{ gr}$$

$$Bf = 593,9 \text{ gr}$$

$$Bw = 267,3 \text{ ml}$$

2. Pengendalian perbandingan campuran

Cement : Fibre = C : F

a. 80 % C : 20 % F

$$8 : 2 = 1 : 0,25$$

b. 70 % C : 30 % F

$$7 : 3 = 1 : 0,429$$

c. 60 % C : 40 % F

$$6 : 4 = 1 : 0,667$$

d. 50 % C : 50 % F

$$5 : 5 = 1 : 1$$

Rumus Umum :

$$\frac{C}{\rho_c \cdot \rho_w} + \frac{F \cdot C}{\rho_f \cdot \rho_w} + \frac{W \cdot C}{\rho_w} + 0,01 \cdot V_p = V_p$$

Untuk ketebalan 1 cm :

a. 20 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{0,25.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,468 = 0,468$$

$$(0,317 + 0,198 + 0,45).C = 0,468 - 0,00468$$

$$0,965.C = 0,463$$

$$C = 0,4798 \text{ kg}$$

$$B_c = 479,8 \text{ gr}$$

$$B_f = 120,0 \text{ gr}$$

$$B_w = 215,9 \text{ ml}$$

b. 30 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{0,429.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,4485 = 0,4485$$

$$(0,317 + 0,340 + 0,45).C = 0,4485 - 0,004485$$

$$1,107.C = 0,444$$

$$C = 0,4011 \text{ kg}$$

$$B_c = 401,1 \text{ gr}$$

$$B_f = 172,1 \text{ gr}$$

$$B_w = 180,5 \text{ ml}$$

c. 40 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{0,667.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,429 = 0,429$$

$$(0,317 + 0,529 + 0,45).C = 0,429 - 0,00429$$

$$1,296.C = 0,425$$

$$C = 0,3279 \text{ kg}$$

$$Bc = 327,9 \text{ gr}$$

$$Bf = 218,7 \text{ gr}$$

$$Bw = 147,6 \text{ ml}$$

d. 50 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{1.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,4095 = 0,4095$$

$$(0,317 + 0,794 + 0,45).C = 0,4095 - 0,004095$$

$$1,561.C = 0,405$$

$$C = 0,2594 \text{ kg}$$

$$Bc = 259,4 \text{ gr}$$

$$Bf = 259,4 \text{ gr}$$

$$Bw = 116,7 \text{ ml}$$

Untuk ketebalan 2 cm :

a. 20 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{0,25.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,936 = 0,936$$

$$(0,317 + 0,198 + 0,45).C = 0,936 - 0,00936$$

$$0,965.C = 0,927$$

$$C = 0,9606 \text{ kg}$$

$$Bc = 960,6 \text{ gr}$$

$$Bf = 240,2 \text{ gr}$$

$$Bw = 432,3 \text{ ml}$$

b. 30 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{0,429.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,897 = 0,897$$

$$(0,317 + 0,340 + 0,45).C = 0,897 - 0,00897$$

$$1,107.C = 0,888$$

$$C = 0,8022 \text{ kg}$$

$$Bc = 802,2 \text{ gr}$$

$$Bf = 344,1 \text{ gr}$$

$$Bw = 361,0 \text{ ml}$$

c. 40 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{0,667.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,858 = 0,858$$

$$(0,317 + 0,529 + 0,45).C = 0,858 - 0,00858$$

$$1,296.C = 0,849$$

$$C = 0,6551 \text{ kg}$$

$$Bc = 655,1 \text{ gr}$$

$$Bf = 437,0 \text{ gr}$$

$$Bw = 294,8 \text{ ml}$$

d. 50 % Fibre

$$\frac{C}{3,15.1} + \frac{1.C}{1,26.1} + \frac{0,45.C}{1} + 0,01.0,819 = 0,819$$

$$(0,317 + 0,794 + 0,45).C = 0,819 - 0,00819$$

$$1,561.C = 0,811$$

$$C = 0,5195 \text{ kg}$$

$$Bc = 519,5 \text{ gr}$$

$$Bf = 519,5 \text{ gr}$$

$$Bw = 233,8 \text{ ml}$$

Perhitungan Ukuran Fibre Cement Board

Umur 3 hari dengan Ketebalan 1 cm

KODE	FIBRE (%)	TEBAL (cm)	KONDISI	LEBAR (cm)			PANJANG (cm)			TEBAL (cm)					VOLUME (cm³)	BERAT (gr)		
				x1	x2	x3	rata2	y1	y2	y3	rata2	b	e	3			4	rata2
I-1	20	1	jenuh air	12.80	13.10	13.20	13.07	30.1	30.0	30.00	30.03	1.075	1.075	0.940	1.025	1.03	404.27	637.1
				12.90	13.00	13.00	12.97	30.2	30.2	30.20	30.20	0.925	1.025	0.975	1.000	0.98	383.86	611.5
			kering oven	13.20	13.10	13.10	13.13	30.1	30.1	30.30	30.17	0.955	1.085	1.125	0.975	1.03	408.02	627.5
				13.10	13.10	13.15	13.12	30.1	30.0	30.00	30.03	1.030	1.100	1.025	1.100	1.06	417.63	489.9
II-1	30	1	jenuh air	13.15	13.20	13.00	13.12	30.2	30.2	30.25	30.22	1.045	1.020	1.025	1.130	1.06	420.28	497.6
				12.90	12.90	12.90	12.90	29.8	29.8	30.00	29.87	0.975	1.010	0.990	1.025	1.00	385.32	459.3
			kering oven	13.10	13.10	13.20	13.13	30.3	30.1	30.00	30.13	1.015	1.100	1.185	1.100	1.10	435.17	542.7
				13.20	13.00	13.00	13.07	30.0	30.0	30.00	30.00	1.075	1.100	0.975	1.210	1.09	427.39	613.3
III-1	40	1	jenuh air	13.10	13.00	13.10	13.07	30.2	30.2	30.20	30.20	1.050	1.075	0.950	0.925	1.00	394.71	597.2
				12.90	12.90	12.90	12.90	30.2	30.1	30.10	30.13	1.110	1.095	1.105	1.090	1.10	427.54	416.4
			kering oven	12.90	12.95	12.95	12.93	30.0	30.0	30.10	30.03	0.935	1.125	1.000	1.220	1.07	415.47	423.8
				12.90	13.00	13.10	13.00	29.9	30.1	30.00	30.00	0.910	1.085	1.035	0.970	1.00	390.00	425.1
IV-1	50	1	jenuh air	12.90	13.00	13.10	13.00	30.1	30.1	30.00	30.07	1.000	1.025	0.965	1.010	1.00	390.91	549.2
				12.80	13.00	13.00	12.93	30.1	30.0	29.80	29.97	1.010	0.930	0.925	1.055	0.98	379.76	523.3
			kering oven	13.20	13.10	13.00	13.10	29.9	29.9	30.00	29.93	0.980	0.975	1.025	0.980	0.99	388.16	523.6
				13.20	13.20	13.00	13.13	30.0	29.9	29.90	29.93	1.100	1.080	1.095	1.085	1.09	428.35	445.5
IV-1	50	1	jenuh air	12.80	12.80	13.00	12.87	30.2	30.0	30.00	30.07	1.000	1.120	1.095	1.185	1.10	425.70	402.7
				13.00	13.00	13.10	13.03	30.0	30.0	30.00	30.00	1.075	1.150	1.080	1.095	1.10	429.99	357.8
			kering oven	13.00	12.80	12.85	12.89	30.1	30.0	30.10	30.07	1.100	1.090	1.000	1.050	1.06	410.86	420.7
				13.00	12.90	12.80	12.90	30.0	30.0	30.00	30.00	0.875	1.110	1.090	1.085	1.04	402.48	366.3
IV-1	50	1	jenuh air	13.00	12.90	12.85	12.92	29.8	29.8	30.00	29.87	1.120	1.150	0.975	0.995	1.06	409.08	423.0
				13.00	13.00	12.90	12.97	30.0	29.9	29.90	29.93	1.020	1.035	0.990	1.075	1.03	399.84	293.5
			kering oven	13.00	13.00	12.90	12.97	30.0	30.0	30.00	30.00	1.075	1.115	1.065	1.145	1.10	428.01	291.9
				13.00	13.00	13.10	13.03	30.1	30.2	30.20	30.17	1.110	1.095	1.105	1.050	1.09	428.50	295.2

Perhitungan Ukuran Fibre Cement Board

Umur 14 hari dengan Ketebalan 1 cm

KODE	FIBRE (%)	TEBAL (cm)	KONDISI	LEBAR (cm)				PANJANG (cm)				TEBAL (cm)					VOLUME (cm³)	BERAT (gr)
				x1	x2	x3	rata2	y1	y2	y3	rata2	b	e	3	4	rata2		
I-1	20	1	jenuh air	13.0	12.9	12.80	12.9	30.00	29.9	29.90	29.93	0.890	0.915	0.905	0.890	0.90	347.49	545.2
				13.1	13.2	13.10	13.13	29.95	30.0	30.05	30.00	1.000	1.050	0.870	0.960	0.97	382.08	564.7
			kering oven	13.2	13.0	13.15	13.12	29.90	29.9	30.00	29.93	1.100	0.980	1.050	0.950	1.02	400.54	533.1
				13.1	13.1	13.10	13.10	29.90	30.0	30.00	29.97	1.150	0.975	1.085	0.990	1.05	412.24	490.2
II-1	30	1	jenuh air	13.0	13.2	13.10	13.10	29.90	30.1	30.10	30.03	1.050	0.910	1.015	1.065	1.01	397.33	453.0
				13.2	13.0	13.10	13.10	29.80	30.0	30.00	29.93	1.000	0.915	0.900	0.825	0.91	356.80	417.1
			kering oven	13.0	13.0	13.00	13.00	30.30	30.3	30.00	30.20	1.090	1.055	0.900	1.075	1.03	404.38	562.5
				13.1	13.0	13.00	13.03	30.00	30.1	30.10	30.07	1.075	1.025	0.965	1.055	1.03	403.57	577.9
III-1	40	1	jenuh air	13.1	12.9	13.10	13.03	29.80	29.9	30.00	29.90	1.050	1.025	0.985	0.980	1.01	393.49	587.9
				13.1	13.1	13.10	13.10	30.00	30.0	30.00	30.00	1.100	1.045	1.150	0.985	1.07	420.51	444.1
			kering oven	13.1	12.9	13.10	13.03	30.00	30.0	29.90	29.97	1.025	1.065	0.990	1.120	1.05	410.03	455.1
				13.0	13.0	13.20	13.07	30.10	30.1	30.20	30.13	1.105	1.085	0.990	1.220	1.10	433.18	451.8
IV-1	50	1	jenuh air	13.0	13.0	13.00	13.00	29.90	29.9	30.00	29.93	1.125	1.095	1.085	1.095	1.10	428.00	597.5
				13.0	12.8	13.20	13.00	30.00	29.9	29.90	29.93	1.150	1.095	0.910	1.205	1.09	424.11	555.2
			kering oven	13.1	13.1	13.10	13.10	30.00	30.0	29.90	29.97	1.100	1.090	1.080	1.090	1.09	427.94	566.6
				13.1	13.1	13.15	13.12	30.20	30.0	30.00	30.07	1.025	1.095	1.100	1.060	1.07	422.13	326.7
IV-1	50	1	jenuh air	13.2	13.2	13.00	13.13	29.80	30.0	30.00	29.93	1.035	1.050	0.950	0.925	0.99	389.05	366.9
				13.0	13.0	13.00	13.00	30.20	30.0	30.10	30.10	1.100	1.120	0.900	1.190	1.10	430.43	453.7
			kering oven	12.9	12.9	13.00	12.93	30.30	30.2	30.00	30.17	1.110	1.090	1.085	1.075	1.09	425.51	470.3
				13.2	13.0	13.00	13.07	30.10	30.2	30.10	30.13	1.100	0.990	1.075	1.235	1.10	433.18	526.7
IV-1	50	1	jenuh air	13.1	13.1	13.10	13.10	29.80	29.8	29.80	29.80	0.995	1.000	1.065	1.020	1.02	398.19	471.5
				13.0	13.0	13.00	13.00	30.00	30.0	30.20	30.07	1.100	1.150	0.900	0.970	1.03	402.64	333.0
			kering oven	13.0	13.0	13.10	13.03	30.00	30.0	30.00	30.00	1.050	0.965	0.980	0.980	0.98	383.08	309.9
				13.0	12.9	13.00	12.97	29.90	30.0	30.00	29.97	1.000	1.050	0.910	1.080	1.01	392.60	262.6

Perhitungan Ukuran Fibre Cement Board

Umur 28 hari dengan Ketebalan 1 cm

KODE	FIBRE (%)	TEBAL (cm)	KONDISI	LEBAR (cm)			PANJANG (cm)				TEBAL (cm)				VOLUME (cm³)	BERAT (gr)		
				x1	x2	x3	rata2	y1	y2	y3	rata2	b	e	3			4	rata2
I-I	20	1	jenuh air	13.00	13.10	13.20	13.10	29.90	30.00	29.9	29.93	1.070	1.150	1.100	1.040	1.09	427.37	691.1
				13.10	13.00	13.05	13.05	29.95	30.00	30.0	29.98	1.050	1.025	0.910	1.055	1.01	395.15	627.1
				13.20	13.20	13.00	13.13	29.90	29.90	29.8	29.87	1.075	1.095	0.970	0.940	1.02	400.04	618.9
				13.05	13.10	13.15	13.10	29.80	29.95	29.9	29.88	1.010	0.920	0.890	0.860	0.92	360.11	470.3
				13.20	13.10	13.10	13.13	29.90	29.80	29.8	29.83	0.960	0.915	0.900	0.825	0.90	352.50	433.6
II-I	30	1	jenuh air	13.10	13.20	13.05	13.12	29.90	29.90	29.9	29.90	1.050	1.075	0.910	0.965	1.00	392.29	491.9
				13.05	13.00	13.10	13.05	29.90	30.00	29.9	29.93	1.120	1.040	0.930	0.990	1.02	398.40	538.7
				13.10	13.00	13.00	13.03	30.00	30.00	29.9	29.97	1.045	0.985	1.090	1.120	1.06	413.94	532.7
				12.90	13.00	13.05	12.98	29.90	29.90	29.9	29.90	1.055	0.985	1.050	0.950	1.01	391.98	462.9
				13.10	13.00	13.20	13.10	30.00	29.80	29.8	29.87	1.120	1.095	1.150	1.035	1.10	430.43	352.5
III-I	40	1	jenuh air	13.10	13.00	13.20	13.10	30.20	30.10	30.2	30.17	1.075	1.060	1.130	1.135	1.10	434.75	337.4
				13.20	13.05	13.10	13.12	30.10	30.10	30.1	30.10	1.105	1.035	1.045	1.175	1.09	430.45	331.4
				13.00	13.00	13.00	13.00	29.80	29.90	30.1	29.93	1.100	1.155	0.965	1.100	1.08	420.22	527.4
				13.10	13.10	13.00	13.07	30.00	30.00	29.9	29.97	1.165	1.045	0.915	1.235	1.09	426.96	562.7
				13.00	13.00	12.90	12.97	30.10	30.00	29.8	29.97	1.110	1.140	0.945	1.125	1.08	419.81	508.0
IV-I	50	1	jenuh air	13.10	13.20	13.10	13.13	30.00	30.00	29.9	29.97	1.105	1.090	1.120	1.105	1.10	436.79	433.3
				13.20	13.00	12.90	13.03	29.90	30.00	29.9	29.93	1.075	1.100	1.020	1.005	1.05	409.49	356.7
				13.00	13.00	13.05	13.02	29.90	30.00	29.8	29.90	1.150	1.050	1.085	0.995	1.07	416.55	372.4
				13.10	13.10	13.10	13.10	29.90	29.80	30.0	29.90	1.075	1.015	1.085	1.105	1.07	419.11	446.4
				13.00	13.00	13.00	13.00	30.10	30.10	30.0	30.07	1.115	1.135	0.910	1.200	1.09	426.09	469.6
			kering oven	13.10	13.00	13.00	13.03	29.80	30.00	29.7	29.83	1.085	1.045	1.170	1.100	1.10	427.55	482.7
				13.20	13.00	13.00	13.07	30.00	30.10	30.0	30.03	1.080	1.030	1.015	0.955	1.02	400.34	333.5
				13.30	13.00	13.00	13.10	30.10	30.00	30.3	30.13	1.090	1.045	1.025	1.000	1.04	410.49	309.1
				13.20	13.10	13.00	13.10	30.00	30.00	30.0	30.00	1.090	1.015	1.005	1.010	1.03	404.79	291.9

Lanjutan lampiran 4

Perhitungan Ukuran Fibre Cement Board

Umur 3 hari dengan Ketebalan 2 cm

KODE	FIBRE (%)	TEBAL (cm)	KONDISI	LEBAR (cm)			PANJANG (cm)			TEBAL (cm)					VOLUME (cm³)	BERAT (gr)		
				x1	x2	x3	rata2	y1	y2	y3	rata2	b	e	3			4	rata2
I-2	20	2	jenuh air	12.90	13.00	13.00	12.97	30.3	30.20	30.2	30.23	2.155	2.080	2.175	2.190	2.15	842.98	1346.2
				13.00	13.10	13.30	13.13	30.1	30.20	30.2	30.17	2.200	2.065	2.130	2.165	2.14	847.72	1354.7
			kering oven	13.20	13.10	13.00	13.10	30.1	30.20	30.1	30.13	2.150	2.030	1.980	1.960	2.03	801.25	1251.6
				12.90	13.10	13.20	13.07	30.2	30.20	30.1	30.17	1.715	1.800	1.770	1.915	1.80	709.78	841.1
II-2	30	2	jenuh air	13.15	13.15	12.95	13.08	30.1	30.10	29.9	30.03	1.850	1.910	1.815	1.945	1.88	738.45	920.8
				13.00	13.00	13.00	13.00	29.9	29.95	30.0	29.95	2.100	2.045	2.105	2.070	2.08	809.85	989.6
			kering oven	13.00	13.00	12.90	12.97	30.2	30.10	30.1	30.13	2.200	2.115	2.070	2.055	2.11	824.56	1254.2
				13.20	13.10	13.00	13.10	30.1	30.10	30.2	30.13	2.045	2.100	2.150	1.945	2.06	813.09	1240.8
III-2	40	2	jenuh air	13.00	13.00	13.00	13.00	30.2	30.30	30.1	30.20	2.200	2.120	2.075	2.045	2.11	828.39	1216.9
				13.15	13.15	12.95	12.97	30.3	30.30	30.2	30.27	2.080	2.145	2.130	2.205	2.14	840.17	870.4
			kering oven	12.80	12.80	13.00	13.08	30.0	30.00	30.05	30.02	2.060	1.975	2.080	1.965	2.02	793.18	816.2
				13.10	13.20	13.10	12.87	29.8	29.90	29.9	29.87	2.030	2.150	2.010	1.850	2.01	772.70	836.1
IV-2	50	2	jenuh air	13.10	13.00	13.00	13.13	30.2	30.00	30.1	30.10	2.125	2.030	2.155	2.210	2.13	841.80	1199.6
				13.10	13.00	13.00	13.03	30.2	30.10	30.1	30.13	2.090	2.045	2.150	1.875	2.04	800.89	1227.8
			kering oven	13.10	13.00	13.00	13.03	30.2	30.30	30.3	30.27	1.990	2.090	2.170	2.110	2.09	824.33	1154.1
				12.80	12.90	12.90	12.87	29.9	30.00	30.1	30.00	2.170	2.205	2.015	2.010	2.10	810.81	735.4
IV-2	50	2	jenuh air	13.00	12.90	12.80	12.90	30.2	30.10	30.3	30.20	2.045	2.015	2.030	1.990	2.02	786.95	672.8
				13.20	13.10	13.00	13.10	30.1	30.10	29.9	30.03	2.110	2.030	1.900	2.000	2.01	790.72	713.2
			kering oven	13.20	13.00	12.90	13.03	30.1	30.20	30.1	30.13	2.070	1.970	1.875	2.125	2.01	789.11	905.1
				12.80	12.90	13.00	12.90	30.1	30.00	29.9	30.00	2.110	2.205	2.105	2.020	2.11	816.57	895.8
IV-2	50	2	jenuh air	13.00	12.90	13.00	12.97	30.3	30.20	30.0	30.17	2.050	2.080	2.010	2.060	2.05	802.18	758.1
				13.00	13.00	13.10	13.03	30.0	30.00	30.0	30.00	2.030	2.105	1.915	1.990	2.01	785.71	497.4
			kering oven	13.30	13.10	13.00	13.13	30.1	30.00	30.0	30.03	1.810	1.915	1.875	2.000	1.90	749.16	534.2
				13.20	13.10	13.00	13.10	29.9	30.00	29.95	29.95	2.150	2.010	2.030	1.850	2.01	788.61	596.2

Lanjutan lampiran 4

Perhitungan Ukuran Fibre Cement Board

Umur 14 hari dengan Ketebalan 2 cm

KODE	FIBRE (%)	TEBAL (cm)	KONDISI	LEBAR (cm)			PANJANG (cm)			TEBAL (cm)					VOLUME (cm³)	BERAT (gr)		
				x1	x2	x3	rata2	y1	y2	y3	rata2	b	e	3			4	rata2
I-2	20	2	jenuh air	13.0	12.9	12.9	12.93	29.9	30.0	30.00	29.97	2.075	2.030	1.965	2.010	2.02	782.77	1283.7
				13.1	13.1	13.2	13.13	30.0	30.0	29.90	29.97	2.205	2.170	2.020	2.045	2.11	830.30	1337.6
			kering oven	13.0	13.0	13.1	13.03	30.0	30.0	29.90	29.97	2.310	2.200	2.160	2.010	2.17	847.40	1337.2
				13.0	13.0	13.0	13.00	30.0	30.0	29.95	29.98	2.090	2.010	1.910	2.150	2.04	795.07	1006.6
II-2	30	2	jenuh air	12.9	12.9	13.2	13.00	29.9	30.1	30.20	30.07	2.145	1.810	1.975	1.990	1.98	774.00	988.4
				12.9	13.2	13.3	13.13	30.0	30.0	30.10	30.03	2.075	2.070	1.910	1.865	1.98	780.70	953.2
			kering oven	13.0	13.2	13.2	13.13	30.1	30.1	30.10	30.10	2.040	2.030	2.010	2.000	2.02	798.33	1181.5
				13.0	13.0	13.1	13.03	30.2	30.2	30.10	30.17	1.800	1.815	1.850	1.855	1.83	719.40	1096.4
III-2	40	2	jenuh air	12.9	13.2	13.2	13.10	30.0	30.0	29.90	29.97	2.150	2.065	1.935	2.050	2.05	804.84	884.5
				13.1	13.1	13.2	13.13	30.0	30.1	30.20	30.10	1.920	1.805	2.050	1.865	1.91	754.86	788.8
			kering oven	12.9	12.9	12.8	12.87	30.1	30.2	30.20	30.17	2.045	2.070	1.955	2.010	2.02	784.34	815.7
				12.8	12.8	13.0	12.87	30.2	30.1	30.10	30.13	2.050	2.010	2.180	2.200	2.11	818.20	1143.8
IV-2	50	2	jenuh air	12.8	12.8	13.0	12.87	30.1	30.2	30.20	30.17	2.170	2.110	2.050	2.030	2.10	815.40	1083.7
				13.1	13.1	13.0	13.07	29.9	29.8	29.80	29.83	2.120	2.185	2.090	2.165	2.14	834.34	1113.0
			kering oven	13.0	12.9	12.9	12.93	30.1	30.2	30.20	30.17	2.035	2.110	2.130	1.885	2.04	795.80	728.2
				13.0	13.1	13.1	13.07	30.2	30.2	30.20	30.20	2.120	2.095	2.010	2.095	2.08	821.01	776.7
IV-2	50	2	jenuh air	13.0	13.0	13.0	13.00	29.9	29.9	29.90	29.90	1.910	2.050	1.995	1.925	1.97	765.74	662.4
				13.0	12.9	13.0	12.97	30.0	30.1	30.00	30.03	1.870	2.050	2.010	1.990	1.98	771.19	852.2
			kering oven	13.1	13.0	13.0	13.03	30.0	30.0	30.10	30.03	2.200	2.075	2.105	2.060	2.11	825.62	1022.9
				13.0	13.0	12.8	12.93	30.1	30.1	30.00	30.07	2.155	2.140	2.135	2.170	2.15	835.93	954.6
IV-2	50	2	jenuh air	13.0	12.8	12.8	12.87	30.3	30.1	30.10	30.17	2.030	2.050	2.010	1.990	2.02	784.34	516.1
				13.0	12.8	12.9	12.90	30.0	30.0	30.00	30.00	2.170	2.110	2.180	2.140	2.15	832.05	465.9
			kering oven	13.1	13.1	13.1	13.10	30.1	30.2	30.20	30.17	2.190	2.120	2.205	2.165	2.17	857.64	626.9
				13.1	13.1	13.1	13.10	30.1	30.2	30.20	30.17	2.190	2.120	2.205	2.165	2.17	857.64	626.9

Lanjutan lampiran 4

Perhitungan Ukuran Fibre Cement Board

Umur 28 hari dengan Ketebalan 2 cm

KODE	FIBRE (%)	TEBAL (cm)	KONDISI	LEBAR (cm)			PANJANG (cm)			TEBAL (cm)					VOLUME (cm³)	BERAT (gr)		
				x1	x2	x3	rata2	y1	y2	y3	rata2	b	e	3			4	rata2
I-2	20	2	jenuh air	13.2	13.1	13.1	13.13	30.0	30.0	30.00	30.00	2.170	2.145	2.030	2.095	2.11	831.13	1388.0
				13.1	13.0	13.0	13.03	30.0	29.9	30.00	29.97	2.110	2.105	2.015	2.090	2.08	812.26	1332.9
				12.8	13.0	13.1	12.97	30.0	30.0	29.80	29.93	2.050	2.150	2.060	1.900	2.04	791.91	1336.7
				13.1	13.1	13.0	13.07	30.0	29.8	30.00	29.93	2.045	2.015	2.010	2.010	2.02	790.19	1000.4
				12.9	13.0	12.9	12.93	29.8	30.0	29.90	29.90	1.815	1.830	1.970	1.865	1.87	722.96	923.2
II-2	30	2	jenuh air	13.1	13.1	13.1	13.10	30.05	30.0	29.90	29.98	2.015	1.910	2.020	2.015	1.99	781.55	954.3
				13.0	13.0	13.0	13.00	30.0	30.0	30.10	30.03	2.160	2.110	2.130	2.000	2.10	819.82	1255.1
				13.0	13.0	13.0	13.00	30.2	30.2	30.10	30.17	2.065	2.010	2.030	2.055	2.04	800.11	1070.5
				13.2	13.1	13.0	12.97	30.1	30.1	30.00	30.07	2.110	2.105	1.970	2.015	2.05	799.52	1252.0
				12.9	13.0	13.0	12.97	30.0	30.0	30.05	30.02	2.080	2.075	2.150	2.095	2.10	817.65	925.6
III-2	40	2	jenuh air	12.9	12.9	12.9	12.9	30.0	30.0	30.00	30.00	1.880	1.875	1.915	1.970	1.91	739.17	810.1
				13.1	13.1	13.0	13.07	30.0	30.0	29.90	29.97	1.995	2.030	2.010	2.045	2.02	791.25	906.8
				13.0	13.0	13.1	13.03	30.3	30.3	30.20	30.27	2.180	2.110	2.090	2.060	2.11	832.22	1110.2
				13.0	13.0	13.1	13.03	30.1	30.1	30.10	30.10	1.910	1.920	1.850	1.800	1.87	733.42	1015.8
				12.8	12.8	13.0	12.87	30.2	30.2	30.10	30.17	2.050	2.020	2.040	1.970	2.02	784.34	1092.6
			kering oven	13.1	13.1	13.2	13.13	30.0	30.0	30.00	30.00	2.135	1.990	2.015	2.060	2.05	807.50	778.4
				13.1	13.1	13.0	13.07	30.0	30.05	30.00	30.02	2.110	2.105	2.095	2.090	2.10	823.96	687.2
				13.1	13.0	13.0	13.03	30.0	30.0	29.90	29.97	1.840	1.875	1.905	1.860	1.87	730.25	698.1
				13.0	13.0	13.0	13.00	30.0	30.0	30.00	30.00	1.915	1.905	1.840	1.900	1.89	737.10	706.1
				13.0	12.8	13.0	12.93	29.9	29.8	30.00	29.90	1.990	2.015	2.005	2.030	2.01	777.08	869.6
			kering oven	13.1	13.1	13.1	13.10	30.1	30.0	30.00	30.03	2.130	2.070	2.020	1.980	2.05	806.46	865.3
				13.0	12.9	13.0	12.97	29.7	29.8	29.80	29.77	2.100	2.115	2.330	2.015	2.14	826.29	961.8
				13.3	13.1	13.0	13.13	30.0	30.0	30.00	30.00	1.970	2.090	2.015	2.045	2.03	799.62	671.7
				12.9	12.9	13.0	12.93	30.0	30.0	30.00	30.00	2.160	2.120	2.080	2.080	2.11	818.47	679.3

Lanjutan lampiran 4

Berat Fibre Cement Board per-m³

NO.	FIBRE (%)	KONDISI	BERAT (kg)
1	20	jenuh air	1.579
		kering oven	1.223
2	30	jenuh air	1.431
		kering oven	1.020
3	40	jenuh air	1.360
		kering oven	916
4	50	jenuh air	1.089
		kering oven	756

Berat Pembanding : Papan Gips (*Gypsum Wall Board*)

NO.	KONDISI	BERAT (kg)
1	jenuh air	1.174
	kering oven	732

Perhitungan Tegangan Lentur Fibre Cement Board

Umur 3 hari dengan Ketebalan 1 cm

KODE	FIBRE (%)	TEBAL (cm)	KONDISI	P (kg)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	σ (kg/cm ²)	σ rata2 (kg/cm ²)
I-1	20	1	jenuh air	6.028	26	13.07	1.03	16.95	20.01
				7.732	26	12.97	0.98	24.21	
			kering oven	6.741	26	13.13	1.03	18.87	19.88
				7.213	26	13.12	1.06	19.08	
II-1	30	1	jenuh air	7.908	26	13.12	1.06	20.92	19.64
				6.497	26	12.90	1.00	19.64	
			kering oven	9.551	26	13.13	1.10	23.45	19.91
				8.762	26	13.07	1.09	22.01	
III-1	40	1	jenuh air	4.786	26	13.07	1.00	14.28	32.85
				12.541	26	12.90	1.10	31.33	
			kering oven	12.707	26	12.93	1.07	33.48	33.73
				11.243	26	13.00	1.00	33.73	
IV-1	50	1	jenuh air	18.230	26	13.00	1.00	54.69	51.11
				17.545	26	12.93	0.98	55.10	
			kering oven	14.333	26	13.10	0.99	42.54	38.45
				19.310	26	13.13	1.09	48.28	
V-1	60	1	jenuh air	15.936	26	12.87	1.10	39.91	27.17
				10.984	26	13.03	1.10	27.17	
			kering oven	4.288	26	12.89	1.06	11.55	9.55
				2.663	26	12.90	1.04	7.44	
VI-1	70	1	jenuh air	3.592	26	12.92	1.06	9.65	14.01
				4.942	26	12.97	1.03	14.01	
			kering oven	4.490	26	12.97	1.10	11.16	11.17
				3.307	26	13.03	1.09	8.33	

Perhitungan Tegangan Lentur Fibre Cement Board

Umur 14 hari dengan Ketebalan 1 cm

KODE	FIBRE (%)	TEBAL (cm)	KONDISI	P (kg)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	σ (kg/cm ²)	σ rata2 (kg/cm ²)
I-1	20	1	jenuh air	10.008	26	12.90	0.90	37.35	30.19
				8.438	26	13.13	0.97	26.64	
			kering oven	9.305	26	13.12	1.02	26.59	26.35
				7.512	26	13.10	1.05	20.28	
II-1	30	1	jenuh air	8.562	26	13.11	1.01	24.97	41.96
				9.398	26	13.10	0.91	33.79	
			kering oven	14.015	26	13.00	1.03	39.63	34.89
				12.271	26	13.03	1.03	34.62	
III-1	40	1	jenuh air	17.597	26	13.03	1.01	51.63	64.26
				12.838	26	13.10	1.07	33.38	
			kering oven	13.150	26	13.03	1.05	35.70	91.56
				14.426	26	13.07	1.10	35.58	
IV-1	50	1	jenuh air	23.981	26	13.00	1.10	59.46	13.05
				29.047	26	13.00	1.09	73.34	
			kering oven	23.961	26	13.11	1.09	59.99	63.63
				30.999	26	13.12	1.07	80.48	
			jenuh air	29.130	26	13.13	0.99	88.28	
				42.720	26	13.00	1.10	105.92	
			kering oven	4.895	26	12.93	1.09	12.43	
				5.641	26	13.07	1.10	13.91	
			jenuh air	4.478	26	13.10	1.02	12.81	
				20.586	26	13.00	1.03	58.21	
			kering oven	21.448	26	13.03	0.98	66.84	
				22.341	26	12.97	1.01	65.85	

Perhitungan Tegangan Lentur Fibre Cement Board

Umur 28 hari dengan Ketebalan 1 cm

KODE	FIBRE (%)	TEBAL (cm)	KONDISI	P (kg)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	σ (kg/cm ²)	σ rata2 (kg/cm ²)
I-1	20	1	jenuh air	13.823	26	13.10	1.09	34.64	36.47
				13.859	26	13.05	1.01	40.60	
			kering oven	11.966	26	13.13	1.02	34.16	37.47
				12.462	26	13.10	0.92	43.83	
II-1	30	1	jenuh air	11.631	26	13.13	0.90	42.65	73.97
				8.723	26	13.12	1.00	25.93	
			kering oven	24.999	26	13.05	1.02	71.81	54.76
				28.705	26	13.03	1.06	76.47	
III-1	40	1	jenuh air	24.999	26	12.98	1.01	73.63	102.96
				27.096	26	13.10	1.10	66.67	
			kering oven	19.050	26	13.10	1.10	46.87	116.39
				20.280	26	13.12	1.09	50.74	
IV-1	50	1	jenuh air	37.354	26	13.00	1.08	91.70	18.95
				49.556	26	13.07	1.09	124.46	
			kering oven	35.962	26	12.97	1.08	92.71	76.32
				31.560	26	13.13	1.11	77.47	
			jenuh air	49.888	26	13.03	1.05	135.44	
				52.087	26	13.02	1.07	136.27	
			kering oven	6.494	26	13.10	1.07	16.89	
				9.343	26	13.00	1.09	23.59	
			jenuh air	6.623	26	13.03	1.10	16.38	
				25.538	26	13.07	1.02	73.24	
			kering oven	27.469	26	13.10	1.04	75.61	
				28.549	26	13.10	1.03	80.11	

Perhitungan Tegangan Lentur *Fibre Cement Board*

Umur 3 hari dengan Ketebalan 2 cm

KODE	FIBRE (%)	TEBAL (cm)	KONDISI	P (kg)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	σ (kg/cm ²)	σ rata2 (kg/cm ²)
I-2	20	2	jenuh air	36.481	26	12.97	2.15	23.73	27.62
				46.194	26	13.13	2.14	29.96	
				40.384	26	13.10	2.03	29.17	
II-2	30	2	kering oven	20.721	26	13.07	1.80	19.08	18.94
				22.943	26	13.08	1.88	19.35	
				26.514	26	13.00	2.08	18.39	
III-2	40	2	jenuh air	64.158	26	12.97	2.11	43.33	47.62
				74.707	26	13.10	2.06	52.41	
				69.910	26	13.00	2.11	47.11	
IV-2	50	2	kering oven	46.484	26	12.97	2.14	30.52	31.90
				51.963	26	13.08	2.02	37.97	
				36.285	26	12.87	2.01	27.22	
IV-2	50	2	jenuh air	64.682	26	13.13	2.13	42.35	44.73
				63.086	26	13.03	2.04	45.37	
				67.817	26	13.03	2.09	46.47	
IV-2	50	2	kering oven	75.828	26	12.87	2.10	52.10	51.51
				63.542	26	12.90	2.02	47.08	
				75.164	26	13.11	2.01	55.35	
IV-2	50	2	jenuh air	17.368	26	13.03	2.01	12.87	12.37
				19.247	26	12.90	2.11	13.07	
				15.614	26	12.97	2.05	11.17	
IV-2	50	2	kering oven	17.727	26	13.03	2.01	13.13	12.12
				11.523	26	13.13	1.90	9.48	
				18.645	26	13.10	2.01	13.74	

Perhitungan Tegangan Lentur *Fibre Cement Board*

Umur 14 hari dengan Ketebalan 2 cm

KODE	FIBRE (%)	TEBAL (cm)	KONDISI	P (kg)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	σ (kg/cm ²)	σ rata2 (kg/cm ²)
I-2	20	2	jenuh air	44.316	26	12.93	2.02	32.76	30.55
				41.680	26	13.13	2.11	27.81	
				48.892	26	13.03	2.17	31.08	
			kering oven	36.449	26	13.00	2.04	26.28	28.00
				29.919	26	13.00	1.98	22.89	
				45.977	26	13.13	1.98	34.83	
II-2	30	2	jenuh air	89.856	26	13.13	2.02	65.41	72.29
				87.283	26	13.03	1.83	78.01	
				86.328	26	13.11	1.87	73.44	
			kering oven	64.788	26	13.11	2.05	45.86	49.10
				59.154	26	13.13	1.91	48.16	
				71.757	26	12.87	2.02	53.29	
III-2	40	2	jenuh air	71.698	26	12.87	2.11	48.80	49.19
				69.785	26	12.87	2.10	47.95	
				77.986	26	13.07	2.14	50.81	
			kering oven	84.045	26	12.93	2.04	60.91	64.55
				86.976	26	13.07	2.08	59.99	
				94.116	26	13.00	1.97	72.75	
IV-2	50	2	jenuh air	36.875	26	12.97	1.98	28.28	21.56
				27.366	26	13.03	2.11	18.40	
				27.594	26	12.93	2.15	18.01	
			kering oven	65.221	26	12.87	2.02	48.44	47.07
				77.676	26	12.90	2.15	50.80	
				66.406	26	13.10	2.17	41.98	

Perhitungan Tegangan Lentur Fibre Cement Board

Umur 28 hari dengan Ketebalan 2 cm

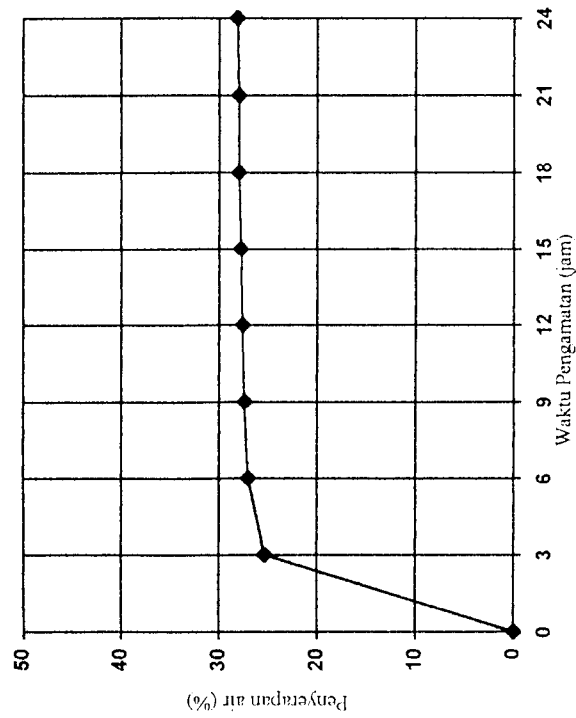
KODE	FIBRE (%)	TEBAL (cm)	KONDISI	P (kg)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	σ (kg/cm ²)	σ rata2 (kg/cm ²)
I-2	20	2	jenuh air	68.331	26	13.13	2.11	45.59	41.83
				53.805	26	13.03	2.08	37.22	
				59.074	26	12.97	2.04	42.68	
				62.333	26	13.07	2.02	45.58	
				59.403	26	12.93	1.87	51.24	
II-2	30	2	jenuh air	61.236	26	13.10	1.99	46.04	47.62
				94.407	26	13.00	2.10	64.22	
				104.080	26	13.00	2.04	75.03	
				98.530	26	12.97	2.05	70.50	
				99.721	26	12.97	2.10	67.99	
III-2	40	2	kering oven	83.488	26	12.90	1.91	69.19	64.84
				78.423	26	13.07	2.02	57.35	
				98.309	26	13.03	2.11	66.09	
				85.830	26	13.03	1.87	73.46	
				100.854	26	12.87	2.02	74.90	
IV-2	50	2	kering oven	104.009	26	13.13	2.05	73.51	83.46
				103.054	26	13.07	2.10	69.73	
				125.176	26	13.03	1.87	107.14	
				69.431	26	13.00	1.89	58.31	
				76.472	26	12.93	2.01	57.09	
			kering oven	80.790	26	13.10	2.05	57.23	57.54
				79.171	26	12.97	2.14	51.98	
				91.641	26	13.13	2.03	66.05	
				98.904	26	12.93	2.11	67.01	

UJI PENYERAPAN AIR

Umur = 28 hari ; f = 20 % ; t = 1 cm

URAIAN		I	II	III
berat kering (gr)		537.7	482.2	490.2
		677.9	613.0	602.0
3 jam	Penyerapan (%)	26.07	27.13	22.81
	Penyerapan rata2	25.34		
6 jam	Berat basah (gr)	686.1	620.7	611.2
	Penyerapan (%)	27.60	28.72	24.68
9 jam	Penyerapan rata2	27.0		
	Berat basah (gr)	688.5	623.2	612.4
12 jam	Penyerapan (%)	28.04	29.24	24.93
	Penyerapan rata2	27.40		
15 jam	Berat basah (gr)	688.5	624.1	614.2
	Penyerapan (%)	28.04	29.43	25.30
18 jam	Penyerapan rata2	27.59		
	Berat basah (gr)	688.8	625.4	615.10
21 jam	Penyerapan (%)	28.10	29.70	25.48
	Penyerapan rata2	27.76		
24 jam	Berat basah (gr)	689.6	626.2	616.6
	Penyerapan (%)	28.25	29.86	25.79
	Penyerapan rata2	27.97		
	Berat basah (gr)	691.1	627.1	614.9
	Penyerapan (%)	28.53	30.05	25.44
	Penyerapan rata2	28.01		
	Berat basah (gr)	689.3	626.7	618.9
	Penyerapan (%)	28.19	29.97	26.25
	Penyerapan rata2	28.14		

Grafik Penyerapan Air

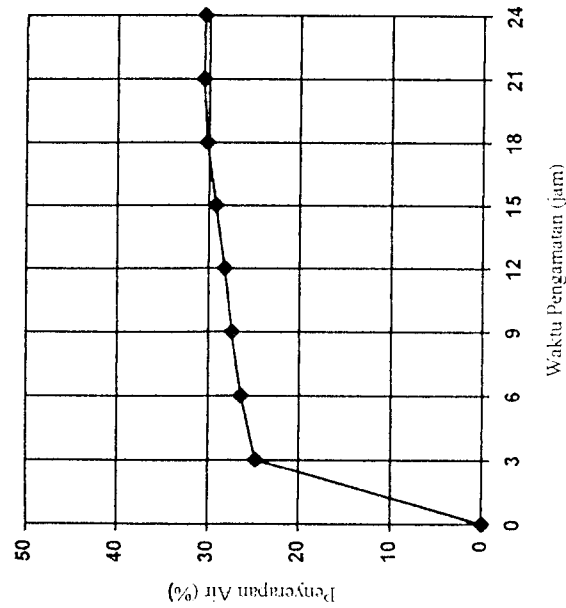


UJI PENYERAPAN AIR

Umur = 28 hari ; f = 30 % ; t = 1 cm

URAIAN		I	II	III
berat kering (gr)		409.1	410.7	354.0
3 jam	Berat basah (gr)	513.4	507.6	443.0
	Penyerapan (%)	25.49	23.59	25.14
	Penyerapan rata2	24.74		
6 jam	Berat basah (gr)	521.2	514.1	447.9
	Penyerapan (%)	27.4	25.18	26.52
	Penyerapan rata2	26.37		
9 jam	Berat basah (gr)	525.2	518.2	452.4
	Penyerapan (%)	28.38	26.17	27.80
	Penyerapan rata2	27.45		
12 jam	Berat basah (gr)	528.2	521.3	455.7
	Penyerapan (%)	29.11	26.93	28.73
	Penyerapan rata2	28.26		
15 jam	Berat basah (gr)	533.3	525.2	458.1
	Penyerapan (%)	30.36	27.88	29.41
	Penyerapan rata2	29.22		
18 jam	Berat basah (gr)	538.7	530.0	460.1
	Penyerapan (%)	31.68	29.05	29.97
	Penyerapan rata2	30.23		
21 jam	Berat basah (gr)	538.6	531.7	462.9
	Penyerapan (%)	31.65	29.46	30.76
	Penyerapan rata2	30.62		
24 jam	Berat basah (gr)	538.7	532.7	461.1
	Penyerapan (%)	31.68	29.71	30.25
	Penyerapan rata2	30.55		

Grafik Penyerapan Air



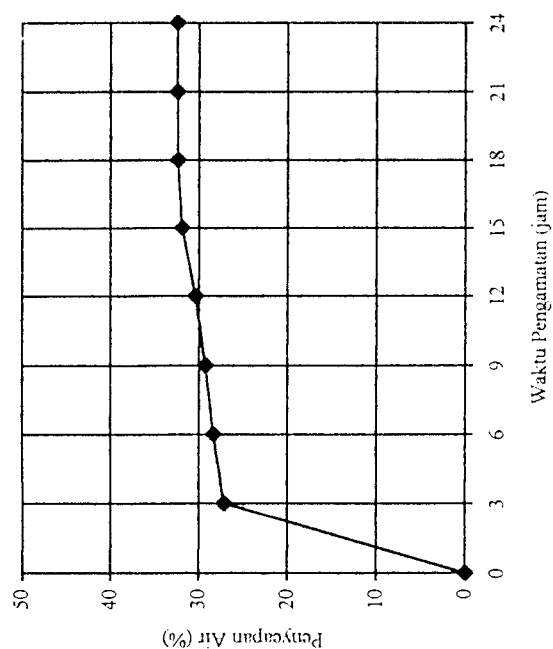
Lanjutan lampiran 7

UJI PENYERAPAN AIR

Umur = 28 hari ; f = 40 % ; t = 1 cm

URAIAN		I	II	III
berat kering (gr)		398.9	421.1	385.7
3 jam	Berat basah (gr)	511.3	536.7	485.5
	Penyerapan (%)	28.18	27.45	25.87
	Penyerapan rata2	27.17		
6 jam	Berat basah (gr)	514.8	542.9	490.1
	Penyerapan (%)	29.05	28.92	27.07
	Penyerapan rata2	28.35		
9 jam	Berat basah (gr)	516.9	549.0	492.7
	Penyerapan (%)	29.58	30.37	27.74
	Penyerapan rata2	29.23		
12 jam	Berat basah (gr)	519.6	552.8	500.2
	Penyerapan (%)	30.26	31.28	29.69
	Penyerapan rata2	30.41		
15 jam	Berat basah (gr)	526.0	559.9	505.9
	Penyerapan (%)	31.86	32.96	31.16
	Penyerapan rata2	31.99		
18 jam	Berat basah (gr)	526.7	562.7	507.9
	Penyerapan (%)	32.04	33.63	31.68
	Penyerapan rata2	32.45		
21 jam	Berat basah (gr)	527.4	562.7	508.0
	Penyerapan (%)	32.21	33.63	31.71
	Penyerapan rata2	32.52		
24 jam	Berat basah (gr)	527.2	562.7	508.0
	Penyerapan (%)	32.16	33.63	31.71
	Penyerapan rata2	32.50		

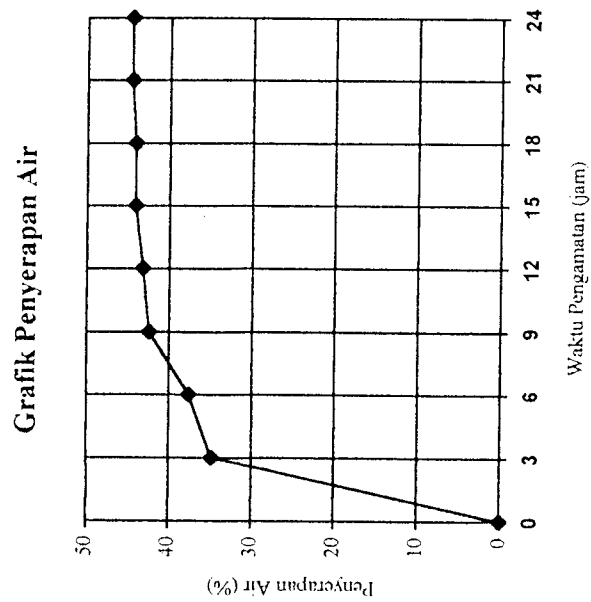
Grafik Penyerapan Air



UJI PENYERAPAN AIR

Umur = 28 hari ; f = 50 % ; t = 1 cm

URAIAN		I	II	III
berat kering (gr)		309.4	320.7	334.7
3 jam	Berat basah (gr)	418.2	438.0	444.7
	Penyerapan (%)	35.16	36.58	32.87
Penyerapan rata2		34.87		
6 jam	Berat basah (gr)	428.4	445.7	453.1
	Penyerapan (%)	38.46	38.98	35.37
Penyerapan rata2		37.60		
9 jam	Berat basah (gr)	439.7	462.1	472.5
	Penyerapan (%)	42.11	44.09	41.17
Penyerapan rata2		42.46		
12 jam	Berat basah (gr)	443.2	464.4	473.8
	Penyerapan (%)	43.24	44.81	41.56
Penyerapan rata2		43.20		
15 jam	Berat basah (gr)	446.1	467.5	476.5
	Penyerapan (%)	44.18	45.77	42.37
Penyerapan rata2		44.11		
18 jam	Berat basah (gr)	446.4	466.8	477.4
	Penyerapan (%)	44.28	45.56	42.64
Penyerapan rata2		44.16		
21 jam	Berat basah (gr)	446.4	469.6	478.7
	Penyerapan (%)	44.28	46.43	43.02
Penyerapan rata2		44.58		
24 jam	Berat basah (gr)	446.4	469.6	478.7
	Penyerapan (%)	44.28	46.43	43.02
Penyerapan rata2		44.58		

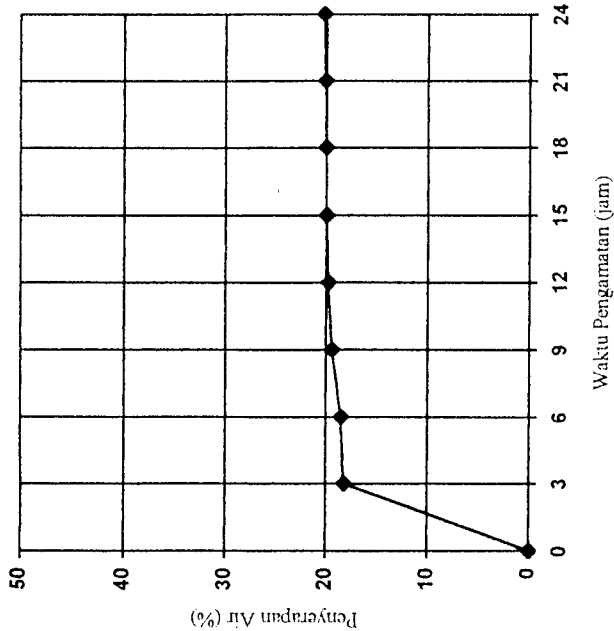


UJI PENYERAPAN AIR

Umur = 28 hari ; f = 20 % ; t = 2 cm

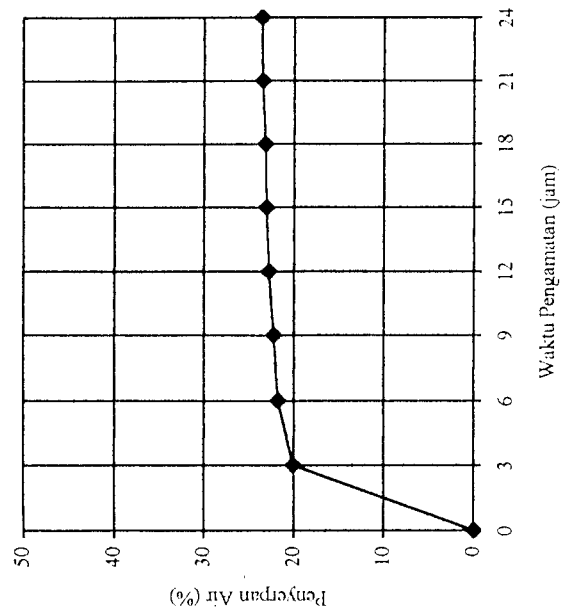
URAIAN		I	II	III
berat kering (gr)		1126.8	1123.7	1123.2
3 jam	Berat basah (gr)	1351.8	1312.8	1324.4
	Penyerapan (%)	19.97	16.83	17.91
	Penyerapan rata2	18.24		
6 jam	Berat basah (gr)	1357.9	1314.8	1326.8
	Penyerapan (%)	20.51	17.01	18.13
	Penyerapan rata2	18.55		
9 jam	Berat basah (gr)	1378.9	1320.4	1330.1
	Penyerapan (%)	22.37	17.50	18.42
	Penyerapan rata2	19.43		
12 jam	Berat basah (gr)	1382.6	1326.3	1333.9
	Penyerapan (%)	22.70	18.03	18.76
	Penyerapan rata2	19.83		
15 jam	Berat basah (gr)	1384.6	1328.3	1335.6
	Penyerapan (%)	22.88	18.21	18.91
	Penyerapan rata2	20.00		
18 jam	Berat basah (gr)	1384.8	1331.3	1335.4
	Penyerapan (%)	22.90	18.47	18.89
	Penyerapan rata2	20.09		
21 jam	Berat basah (gr)	1385.2	1331.2	1336.4
	Penyerapan (%)	22.93	18.47	18.98
	Penyerapan rata2	20.13		
24 jam	Berat basah (gr)	1388.0	1332.9	1336.7
	Penyerapan (%)	23.18	18.62	19.01
	Penyerapan rata2	20.27		

Grafik Penyerapan Air



UJI PENYERAPAN AIR

Umur = 28 hari ; f = 30 % ; t = 2 cm

Grafik Penyerapan Air

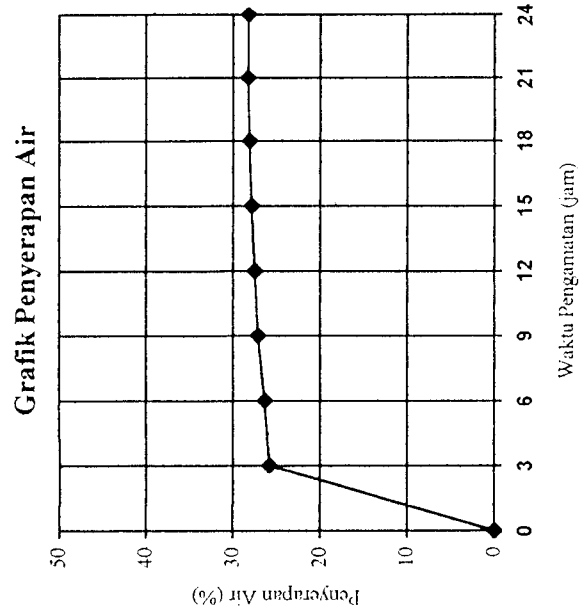
URAIAN		I	II	III
berat kering (gr)		998.4	865.6	1027.4
3 jam	Berat basah (gr)	1211.4	1039.2	1221.5
	Penyerapan (%)	21.33	20.05	18.89
	Penyerapan rata2		20.09	
6 jam	Berat basah (gr)	1237.1	1050.4	1232.6
	Penyerapan (%)	23.91	21.35	19.97
	Penyerapan rata2		21.74	
9 jam	Berat basah (gr)	1241.2	1054.5	1238.5
	Penyerapan (%)	24.32	21.82	20.55
	Penyerapan rata2		22.23	
12 jam	Berat basah (gr)	1247.8	1061.0	1240.7
	Penyerapan (%)	24.98	22.57	20.76
	Penyerapan rata2		22.77	
15 jam	Berat basah (gr)	1249.8	1062.1	1246.5
	Penyerapan (%)	25.18	22.70	21.33
	Penyerapan rata2		23.07	
18 jam	Berat basah (gr)	1250.9	1063.2	1246.9
	Penyerapan (%)	25.29	22.83	21.36
	Penyerapan rata2		23.16	
21 jam	Berat basah (gr)	1251.0	1070.5	1247.8
	Penyerapan (%)	25.30	23.67	21.45
	Penyerapan rata2		23.47	
24 jam	Berat basah (gr)	1255.1	1070.5	1248.4
	Penyerapan (%)	25.71	23.67	21.51
	Penyerapan rata2		23.63	

W A K T U P E N G A M I A T A N

UJI PENYERAPAN AIR

Umur = 28 hari ; f = 40 % ; t = 2 cm

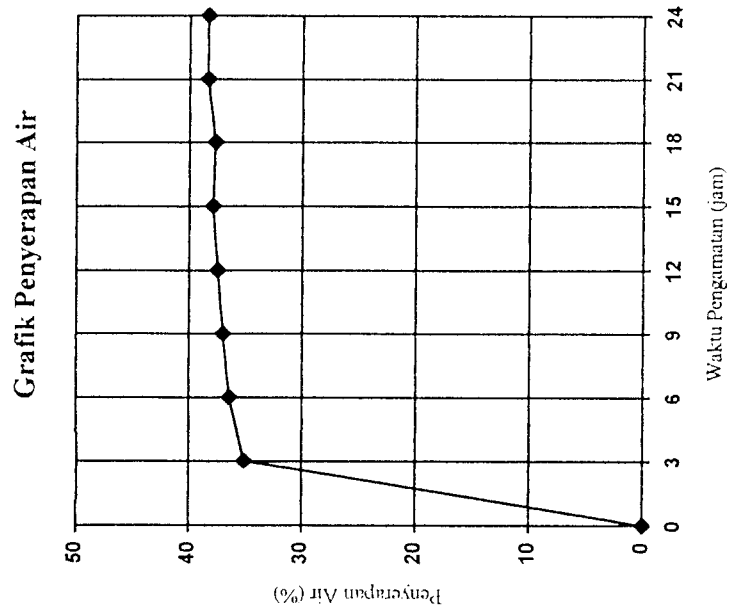
URAIAN		I	II	III
berat kering (gr)		858.5	797.6	853.1
3 jam	Berat basah (gr)	1091.3	989.8	1076.0
	Penyerapan (%)	27.12	24.10	26.13
	Penyerapan rata2	25.78		
6 jam	Berat basah (gr)	1100.3	991.7	1078.4
	Penyerapan (%)	28.16	24.33	26.41
	Penyerapan rata2	26.30		
9 jam	Berat basah (gr)	1106.0	998.7	1083.9
	Penyerapan (%)	28.83	25.21	27.05
	Penyerapan rata2	27.09		
12 jam	Berat basah (gr)	1109.5	1005.2	1084.7
	Penyerapan (%)	29.24	26.03	27.15
	Penyerapan rata2	27.47		
15 jam	Berat basah (gr)	1110.0	1011.1	1088.2
	Penyerapan (%)	29.30	26.77	27.56
	Penyerapan rata2	27.88		
18 jam	Berat basah (gr)	1110.4	1013.8	1090.3
	Penyerapan (%)	29.34	27.11	27.82
	Penyerapan rata2	28.09		
21 jam	Berat basah (gr)	1110.4	1015.8	1092.6
	Penyerapan (%)	29.34	27.36	28.07
	Penyerapan rata2	28.26		
24 jam	Berat basah (gr)	1110.2	1015.8	1092.6
	Penyerapan (%)	29.32	27.36	28.07
	Penyerapan rata2	28.25		



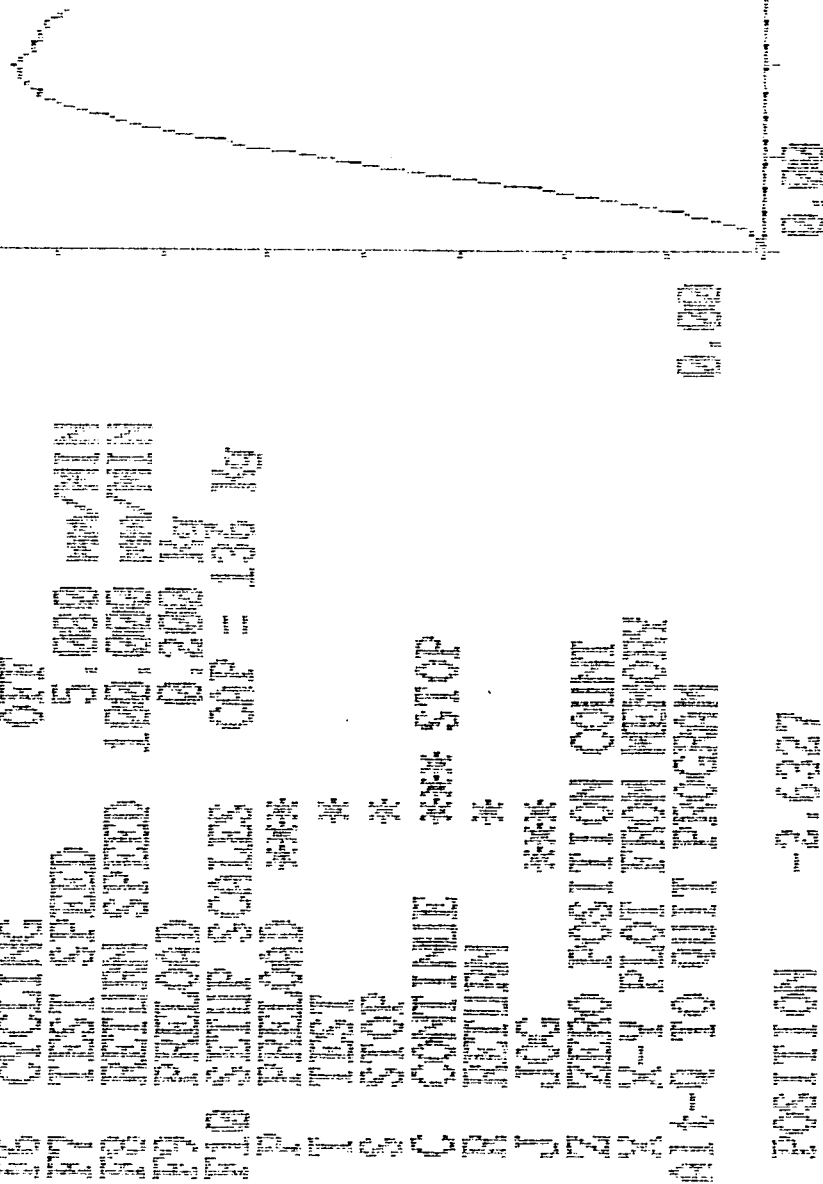
UJI PENYERAPAN AIR

Umur = 28 hari ; f = 50 % ; t = 2 cm

URAIAN		I	II	III
berat kering (gr)		521.7	519.7	620.5
3 jam	Berat basah (gr)	690.8	839.4	853.9
	Penyerapan (%)	32.41	35.45	37.61
	Penyerapan rata2		35.16	
6 jam	Berat basah (gr)	694.5	855.1	857.7
	Penyerapan (%)	33.12	37.99	38.23
	Penyerapan rata2		36.45	
9 jam	Berat basah (gr)	699.5	857.9	859.6
	Penyerapan (%)	34.08	38.44	38.53
	Penyerapan rata2		37.02	
12 jam	Berat basah (gr)	703.1	861.9	860.1
	Penyerapan (%)	34.77	39.08	38.61
	Penyerapan rata2		37.49	
15 jam	Berat basah (gr)	704.7	868.2	860.3
	Penyerapan (%)	35.08	40.10	38.65
	Penyerapan rata2		37.94	
18 jam	Berat basah (gr)	705.5	864.9	858.8
	Penyerapan (%)	35.23	39.57	38.40
	Penyerapan rata2		37.73	
21 jam	Berat basah (gr)	706.1	869.6	856.3
	Penyerapan (%)	35.35	40.33	39.45
	Penyerapan rata2		38.38	
24 jam	Berat basah (gr)	206.1	869.6	865.3
	Penyerapan (%)	35.35	40.33	39.45
	Penyerapan rata2		38.38	



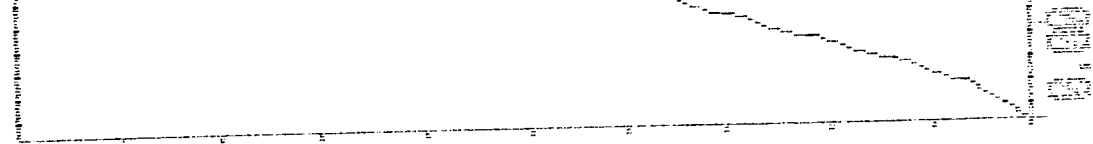
F1 DIRECTION COMPRESSION 50.00
 F2 AUTOMATIC STOP
 F3 LINEAR UNITS MM
 F4 FORCE UNITS Kg
 F5 AREA COMP OFF
 F6 CYCLING OFF
 F7 TEST SPEED 5.000 MM/MIN
 F8 RETURN SPEED 100.000 MM/MIN
 F9 PRELOAD 0.200 Kg
 F10 SETUP SCALES CAP = 136 Kg



POSITION -2.6327
 NO.11500
 EXTENSION 1.965
 LOAD 37.354
 PRESENT 2.633
 39.679
 10.00 %
 OF 100.0 MM

100.0
Kg

DIRECTION COMPRESSION
 AUTOMATIC STOP
 LINEAR UNITS MM
 FORCE UNITS Kg
 AREA COMP OFF
 CYCLING OFF
 TEST SPEED 5.000 MM/MIN
 RETURN SPEED 100.000 MM/MIN
 PRELOAD 0.200 Kg
 STOP SOFTS CAP = 136 Kg
 PRELOAD ***
 TEST ***
 STOP ***
 CONTINUE ***
 RETURN ***
 JOG ***
 ZERO POSITION COUNT
 X-Y PLT FROM MEMORY
 Alt-Q TO QUIT PROGRAM



10.00 %
OF 100.0 MM

PRESENT
 2.450
 42.002

0 PEAK
 2.327
 46.899

-2.450
 0 PEAK
 2.066
 49.556

POSITION
 NO.11501
 EXTENSION
 LOAD

F1 DIRECTION COMPRESSION 50.00
 F2 AUTOMATIC STOP Kg
 F3 LINEAR UNITS mm
 F4 FORCE UNITS Kg
 F5 AREA COMP OFF
 F6 CYCLING OFF
 F7 TEST SPEED 5.000 mm/min
 F8 RETURN SPEED 100.000 mm/min
 F9 PRELOAD 0.250 Kg
 F10 SETUP SCALES CAP = 135 Kg

F11 PRELOAD ***
 F12 TEST *
 F13 STOP *
 F14 CONTINUE *** STOP
 F15 RETURN *
 F16 JOG ***
 F17 ZERO POSITION COUNT
 F18 X-Y PLOT FROM MEMORY
 F19 Alt-Q TO QUIT PROGRAM

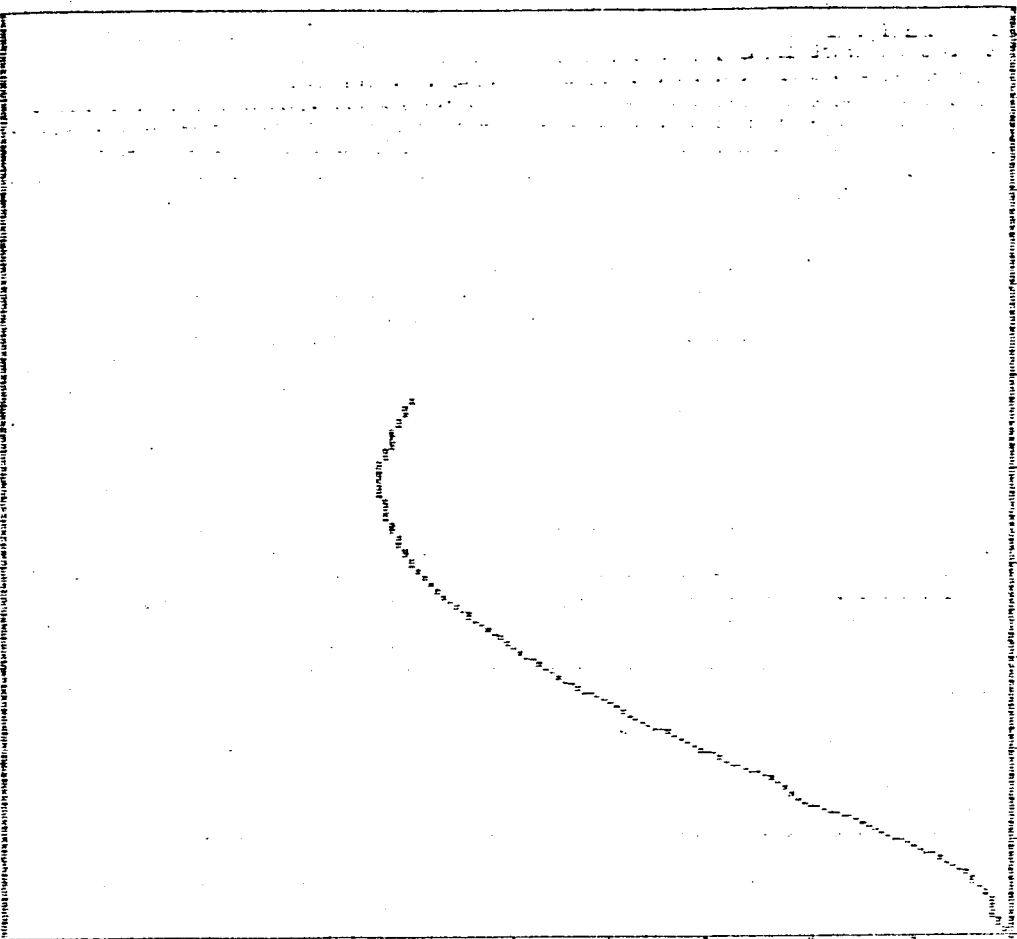
POSITION -5.9131
 @ PEAK
 EXTENSION 5.059
 LOAD 31.560

@ BREAK 5.789
 30.054

PRESSURE 5.913
 26.847

0.00

10.00 %
 OF 100.0 mm



F1 DIRECTION COMPRESSION 100.0
F2 AUTOMATIC STOP Kg
F3 LINEAR UNITS
F4 FORCE UNITS
F5 AREA COMP
F6 CYCLING
F7 TEST SPEED 5.000 MM/MIN
F8 RETURN SPEED 100.000 MM/MIN
F9 PRELOAD 0.200 Kg
F10 SETUP SCALES CAP = 136 Kg

STOP

MM
Kg
OFF
OFF

TEST SPEED 5.000 MM/MIN
RETURN SPEED 100.000 MM/MIN
PRELOAD 0.200 Kg
SETUP SCALES CAP = 136 Kg

PRELOAD ***

TEST *
STOP *
CONTINUE *** STOP
RETURN *

JOG ***

Z ZERO POSITION COUNT
X X-Y PLOT FROM MEMORY
Alt-Q TO QUIT PROGRAM

POSITION -3.8557
EXTENSION 2.911
Load 49.888

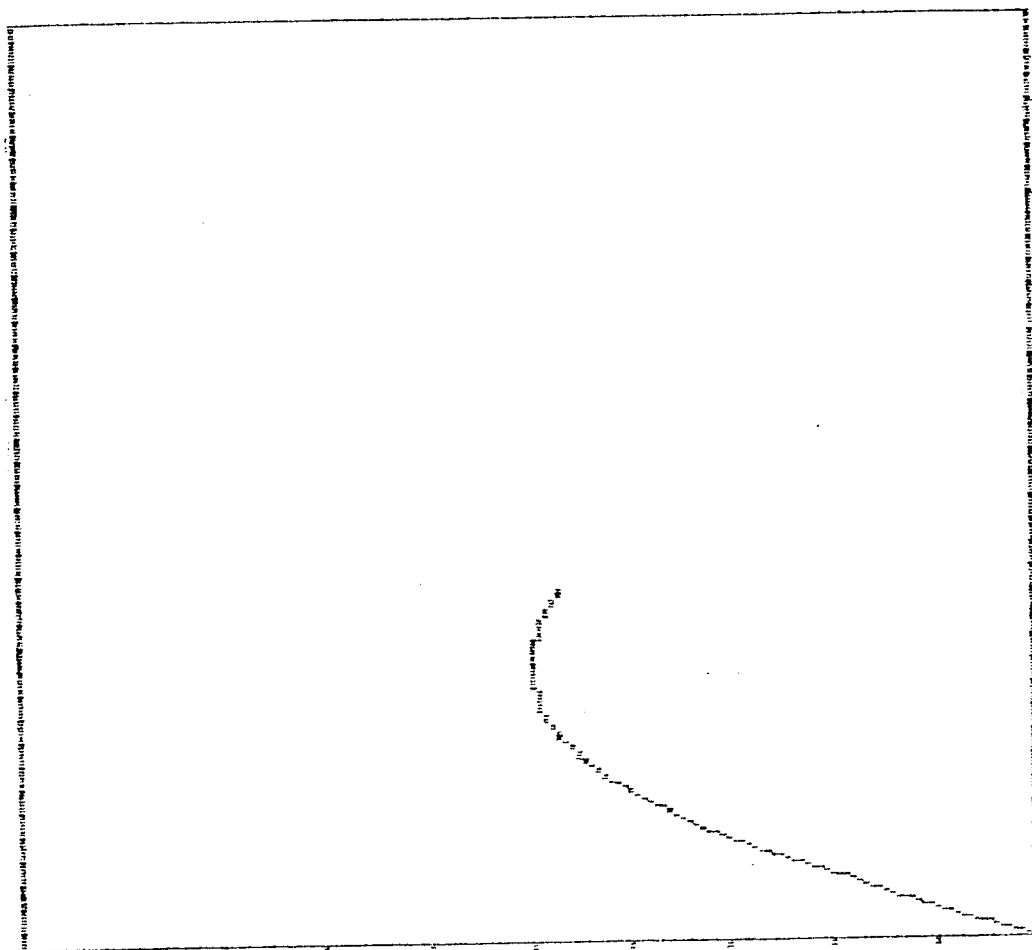
2 BREAK 3.729
47.065

PRESENT 3.856
42.043

10.00 %
OF 100.0

0.00

0.00



F1 DIRECTION COMPRESSION 120.0
F2 AUTOMATIC STOP kg
F3 LINEAR UNITS mm
F4 FORCE UNITS kg
F5 AREA COMP OFF
F6 CYCLING OFF
F7 TEST SPEED 5.000 mm/MIN
F8 RETURN SPEED 100.000 mm/MIN
F9 PRELOAD 0.200 kg
F10 SETUP SCALES CAP = 135 kg

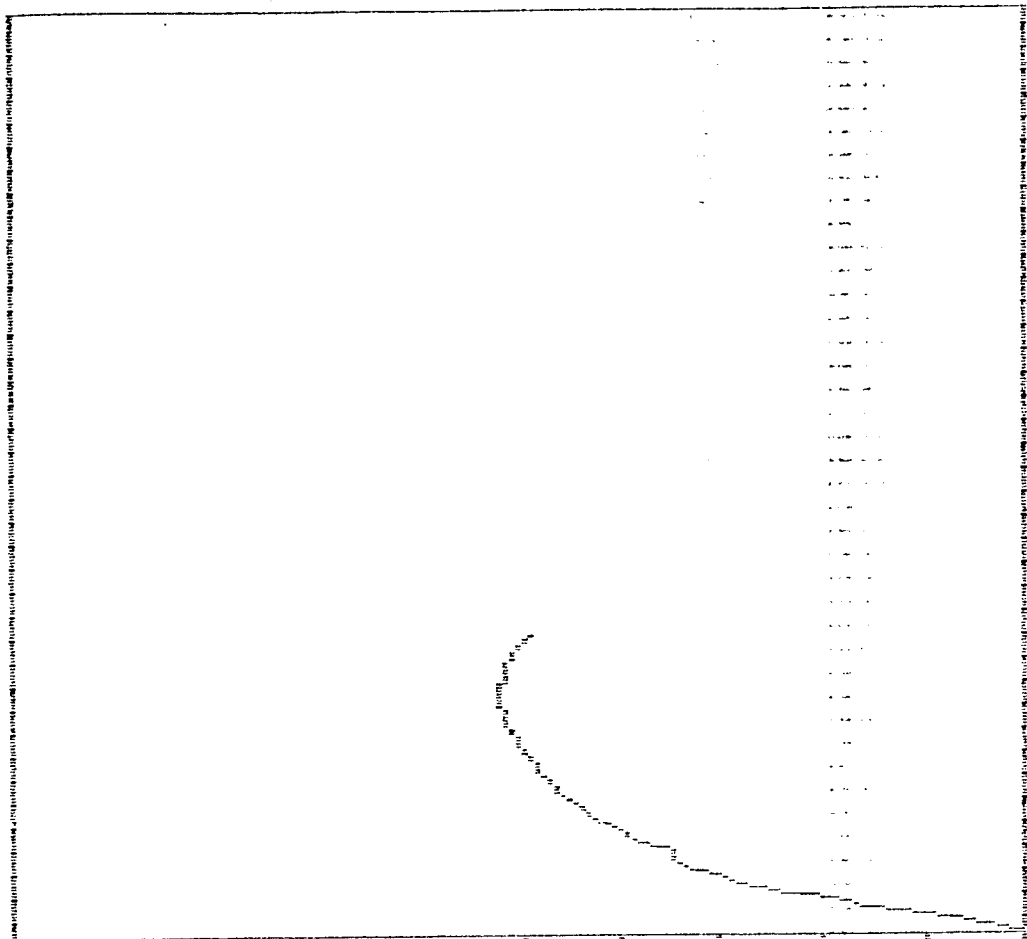
F11 PRELOAD ***
F12 TEST *
F13 STOP *
F14 CONTINUE *** STOP
F15 RETURN *
F16 JOG ***
F17 ZERO POSITION COUNT
F18 X-Y PLOT FROM MEMORY
F19 Alt-Q TO QUIT PROGRAM

POSITION -3.3382
NOT ISO
EXTENSION 2.600
LOAD 52.687

0 BREAK
972.6
49.348

PRESSENT
3.338
41.919

0.001
OF 100.0 mm



Perhitungan Ukuran Pemandangan : Papan Gips (*Gypsum Wall Board*)

KODE	TEBAL	KONDISI (cm)	LEBAR (cm)			PANJANG (cm)				TEBAL (cm)					VOLUME (cm ³)	BERAT (gr)
			x1	x2	x3	rata2	y1	y2	y3	rata2	b	e	3	4	rata2	
1	0.95 ± 0.04	jenuh air	12.80	12.80	12.87	12.87	30.1	30.2	30.1	30.13	0.950	0.945	0.945	0.945	0.95	368.38
			13.00	12.90	12.80	12.90	30.3	30.0	30.2	30.17	0.930	0.910	0.930	0.925	0.92	358.06
	0.95 ± 0.04	kering oven	13.10	13.00	13.00	13.03	30.3	30.2	30.2	30.23	0.915	0.915	0.925	0.930	0.92	362.39
			13.15	12.95	13.15	13.08	30.0	30.0	30.0	30.0	0.910	0.915	0.905	0.920	0.91	357.08
			13.00	13.10	13.30	13.13	29.9	29.8	29.8	29.83	0.925	0.920	0.920	0.935	0.92	360.33
			13.00	13.00	13.00	13.00	29.9	30.0	30.0	29.97	0.930	0.940	0.925	0.930	0.93	362.34
																263.1

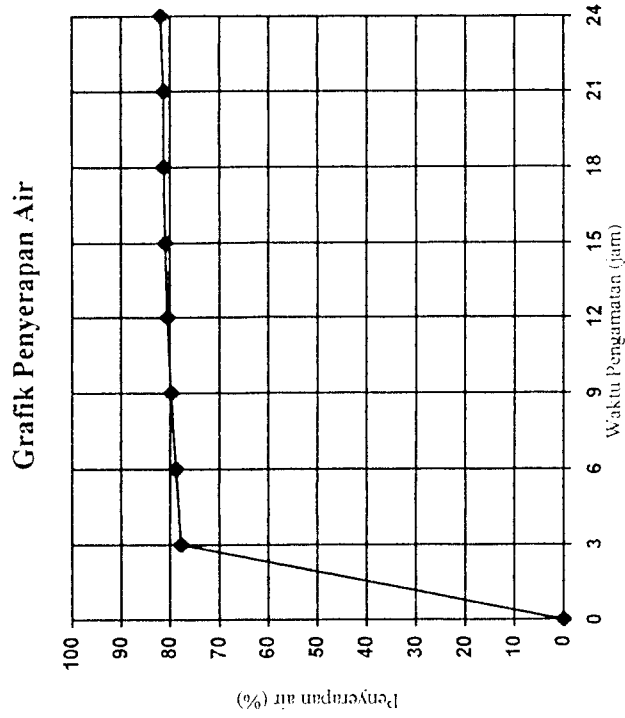
Perhitungan Tegangan Lentur Pembanding : Papan Gips (*Gypsum Wall Board*)

KODE	TEBAL (cm)	KONDISI	P (kg)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	σ (kg/cm ²)	σ rata2 (kg/cm ²)
1	0.95 ± 0.04	jenuh air	0.498	26	12.87	0.95	1.67	1.52
			0.369	26	12.90	0.92	1.32	
			0.446	26	13.03	0.92	1.58	
	0.95 ± 0.04	kering oven	3.467	26	13.08	0.91	12.48	11.34
			3.026	26	13.13	0.92	10.62	
			3.146	26	13.00	0.93	10.91	

UJI PENYERAPAN AIR

Bahan Pemandang : Papan Gips (*Gypsum Wall Board*)

URAIAN		I	II	III
3 jam	berat kering (gr)	238.3	227.0	237.3
	Berat basah (gr)	418.8	409.7	420.7
6 jam	Penyerapan (%)	75.74	80.48	77.29
	Penyerapan rata2	77.84		
9 jam	Berat basah (gr)	420.3	412.5	423.1
	Penyerapan (%)	76.37	81.72	78.30
12 jam	Penyerapan rata2	78.80		
	Berat basah (gr)	422.8	414.7	425.3
15 jam	Penyerapan (%)	77.42	82.69	79.22
	Penyerapan rata2	79.78		
18 jam	Berat basah (gr)	425.1	415.6	427.4
	Penyerapan (%)	78.39	83.08	80.11
21 jam	Penyerapan rata2	80.53		
	Berat basah (gr)	426.6	416.1	428.9
24 jam	Penyerapan (%)	79.02	83.30	80.74
	Penyerapan rata2	81.02		
W A K T U	Berat basah (gr)	427.1	417.2	429.2
	Penyerapan (%)	79.23	83.79	80.87
P E N G A M A T A N	Penyerapan rata2	81.30		
	Berat basah (gr)	427.1	417.3	429.2
21 jam	Penyerapan (%)	79.23	83.83	80.87
	Penyerapan rata2	81.31		
24 jam	Berat basah (gr)	428.4	418.6	430.9
	Penyerapan (%)	79.77	84.41	81.58
	Penyerapan rata2	81.92		



0.50
Kg

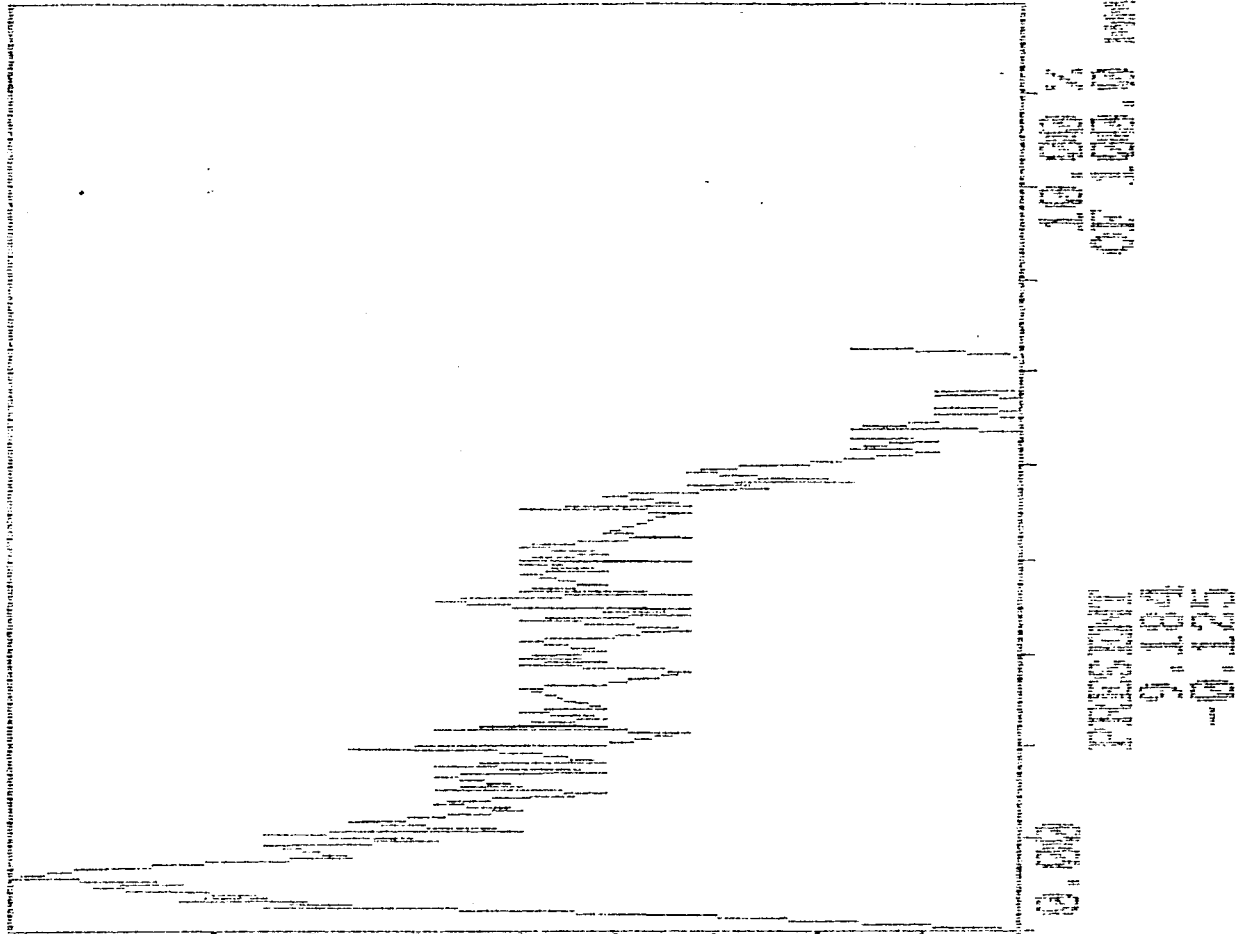
DIRECTION COMPRESSION
AUTOMATIC STOP
LINEAR UNITS MM
FORCE UNITS Kg
HOLD COMP OFF
CYCLING OFF
TEST SPEED 5.000 MM/MIN
RETURN SPEED 100.000 MM/MIN
PRELOAD 0.250 Kg
SETUP SCALE CAP = 136 Kg

PRELOAD ***
TEST ***
STOP ***
CONTINUE ***
RETURN ***
JOG ***
ZERO POSITION COUNT
X-Y PLOT FROM MEMORY
-0 TO QUIT PROGRAM

0.00

STATION -9.1840
0 PEAK
0.616
0.498
LOAD

0 BREAK
9.091
-0.042



```

F1 DIRECTION COMPRESSION
F2 AUTOMATIC STOP
F3 LINEAR UNITS MM
F4 FORCE UNITS Kg
F5 AREA COMP OFF
F6 CYCLING OFF
F7 TEST SPEED 5.000 MM/MIN
F8 RETURN SPEED 100.000 MM/MIN
F9 PRELOAD 0.250 Kg
F10 SETUP SCALES CAP = 136 Kg
P PRELOAD ***
T TEST *
S STOP #
C CONTINUE *** STOP
R RETURN #
J JOG ***
Z ZERO POSITION COUNT
X X-Y PLOT FROM MEMORY
Alt-Q TO QUIT PROGRAM

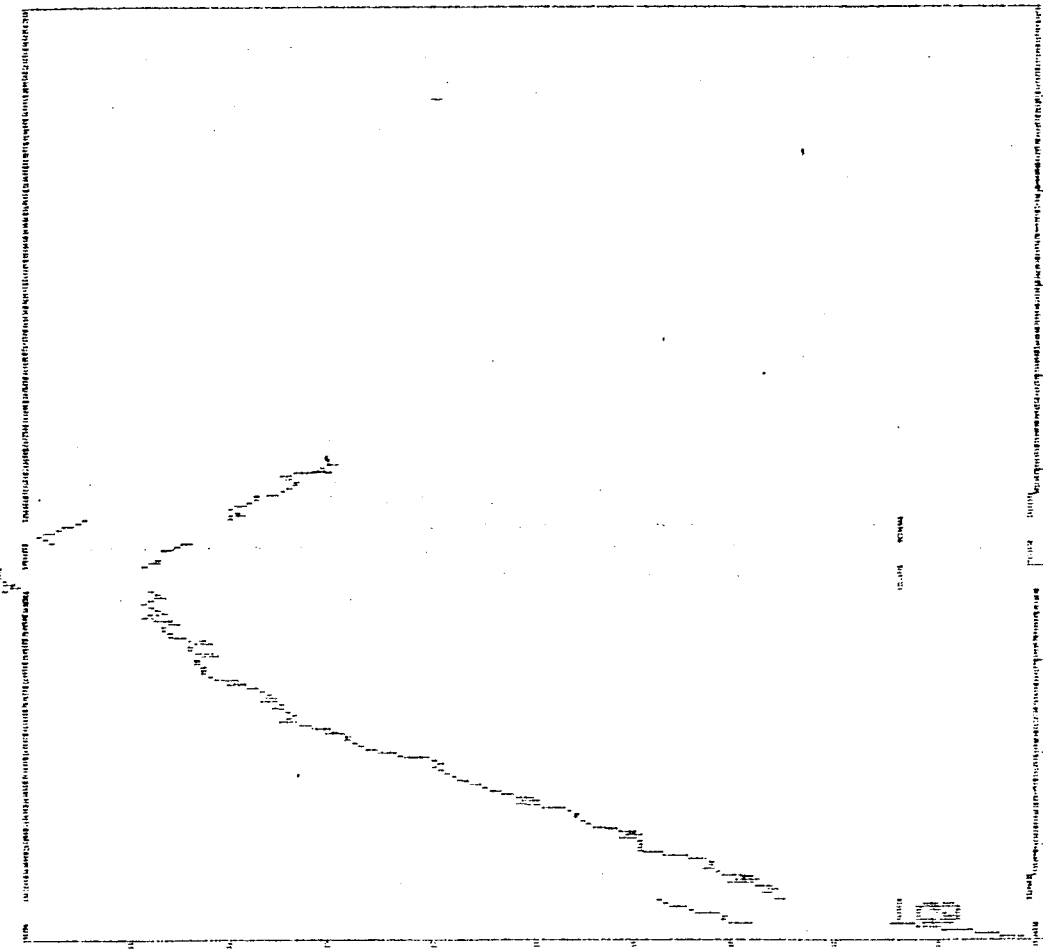
```

```

POSITION 0.3500 @ BREAK 0.000
EXTENSION 0.590 @ 9.231
LOAD 0.360 @ 0.280
PRESERVE 9.358
% OF 100.0

```

F1 DIRECTION COMPRESSION
 F2 AUTOMATIC STOP
 F3 LINEAR UNITS MM
 F4 FORCE UNITS KG
 F5 AREA COMP OFF
 F6 CYCLING OFF
 F7 TEST SPEED 5.000 MM/MIN
 F8 RETURN SPEED 100.000 MM/MIN
 F9 PRELOAD 0.250 KG
 F10 STRIP SCALES CHP = 136 KG
 F11 PRELOAD ***
 F12 TEST *
 F13 STOP *
 F14 CONTINUE *** STOP
 F15 RETURN *
 F16 JIG ***
 F17 ZERO POSITION COUNT
 F18 X-Y Plot Memory
 F19 Alt-Q to quit Program
 POSITION -5.1549
 @ BREAK 5.025
 @ PEAK 5.155
 @ 94% 0.446
 @ 95% 0.358
 @ 96% 0.213



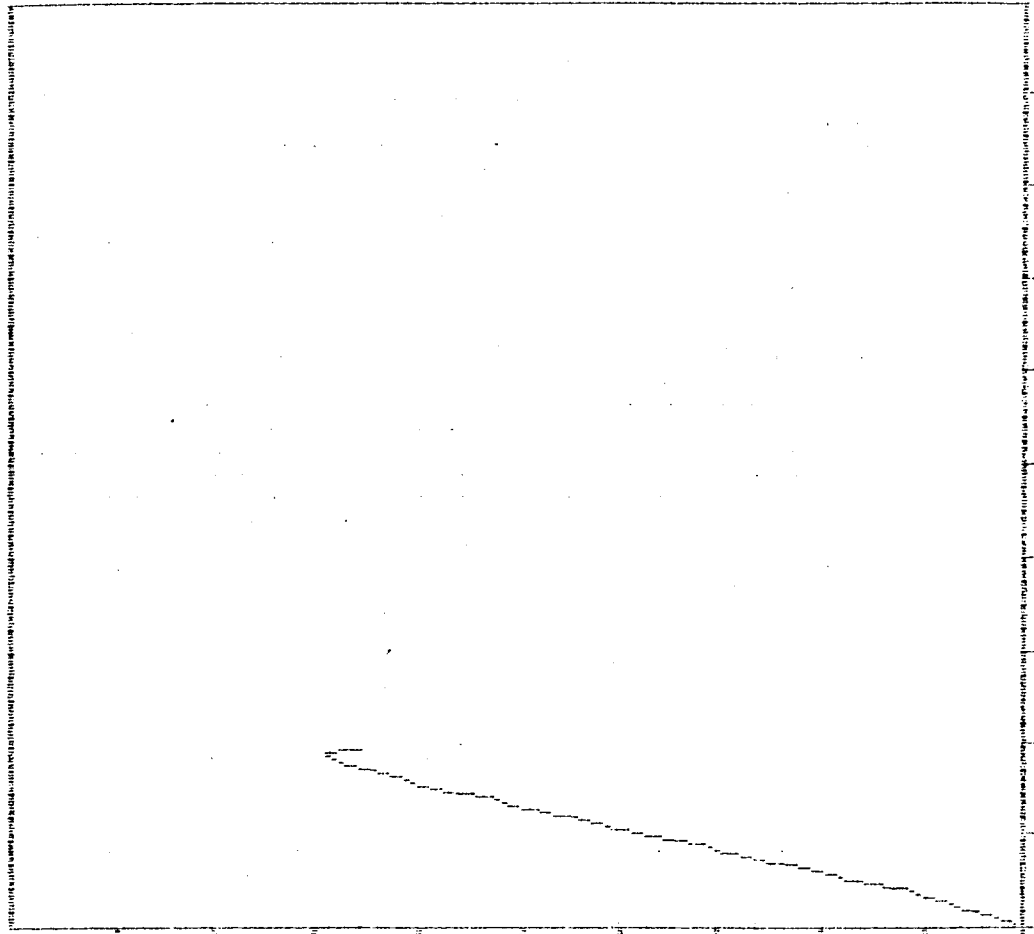
10.000 %
 OF 100.0

PRESENT
 5.155
 0.213

0.00

0.00

F1 DIRECTION COMPRESSION 5.000 kg
 F2 AUTOMATIC STOP
 F3 LINEAR UNITS
 F4 FORCE UNITS
 F5 AREA COMP
 F6 CYCLING OFF
 F7 TEST SPEED 5.000 MM/MIN
 F8 RETURN SPEED 100.000 MM/MIN
 F9 PRELOAD 0.250 kg
 F10 SET CAP = 135 kg
 F11 PRELOAD ***
 F12 TEST ***
 F13 STOP ***
 F14 CONTINUE ***
 F15 RETURN ***
 F16 JOG ***
 F17 ZERO POSITION COUNT
 F18 X-Y ZROT FROM MEMORY
 F19 X-Y ZROT FROM MEMORY
 F20 ATT-0 TO QUIT PROGRAM



PRESENT
 1.999
 2.512

0.000

0.000

0.000

0.000
 1.862
 3.467

0.000
 1.862
 3.467

0.000
 1.862
 3.467

```

F1 DIRECTION COMPRESSION
F2 AUTOMATIC STOP
F3 LINEAR UNITS MM
F4 FORCE UNITS KG
F5 AREA COMP OFF
F6 CYCLING OFF
F7 TEST SPEED 5.000 MM/MIN
F8 RETURN SPEED 100.000 MM/MIN
F9 PRELOAD 0.250 KG
F10 SETUP SCALES CAP = 135 KG
F11 PRELOAD ***
F12 TEST *
F13 STOP *
F14 CONTINUE *** STOP
F15 RETURN *
F16 LOG ***
F17 ZERO POSITION COUNT
F18 X-Y PLOT FROM MEMOR
F19 ATT-D TO QUIT PROGRAM

```

5.00
Kg

0.00

```

POSITION -2.9458
NOISE 0
EXTENSION 0
LOAD 928.6

```

0
0
2.814
2.824

PRESENT
2.946
1.396

10.00 %
0.001 JO
OF 100.0

```

T1 DIRECTION COMPRESSION
T2 AUTOMATIC STOP
T3 LINEAR UNITS MM
T4 FORCE UNITS Kg
T5 AREA COMP OFF
T6 CYCLING OFF
T7 TEST SPEED 5.000 MM/MIN
T8 RETURN SPEED 100.000 MM/MIN
T9 PRELOAD 0.250 Kg
T10 SETUP SOLDS CAP = 136 Kg
P PRELOAD ***
T1 TEST *
T2 STOP *
T3 CONTINUE *** STOP
T4 RETURN *
T5 LOG ***
T6 ZERO POSITION COUNT
T7 X-Y PLOT FROM MEMORY
T8 AT-0 TO QUIT PROGRAM
  
```

```

POSITION -2.572
EXTENSION 1.691
          3.146
          97.1
          169.7
          0.000
  
```

```

@ BREAK
2.486
2.917
  
```

```

PRESSURE
22.5
0.332
  
```

```

0.001 TO
10.001
  
```

