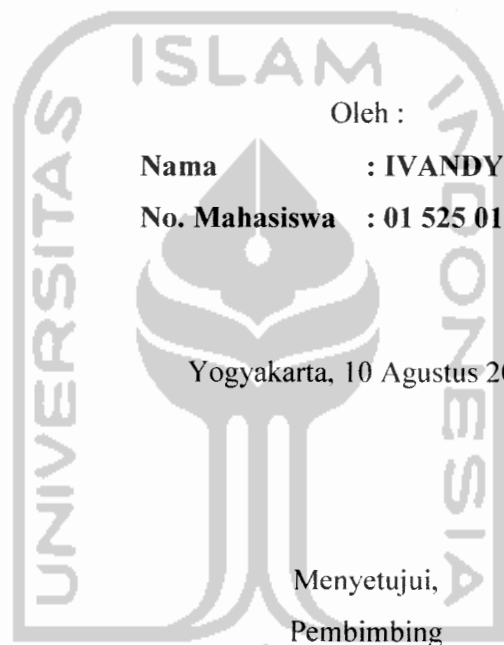


**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PROSES PEMBUATAN KOMPOSIT HIBRIDA LIDI KELAPA  
SEBAGAI BAHAN BANGUNAN ALTERNATIF**

**TUGAS AKHIR**



Oleh :

Nama : **IVANDY SIREGAR**

No. Mahasiswa : **01 525 017**

Yogyakarta, 10 Agustus 2007

Menyetujui,  
Pembimbing



( **Muhammad Ridlwan, ST.,MT. )**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**PROSES PEMBUATAN KOMPOSIT HIBRIDA LIDI KELAPA  
SEBAGAI BAHAN BANGUNAN ALTERNATIF**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

**Nama : IVANDY SIREGAR**  
**No. Mahasiswa : 01 525 017**

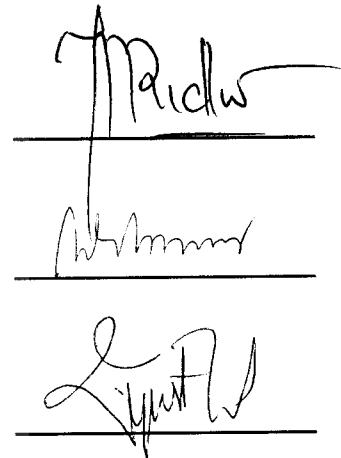
**Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknologi  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, 10 Agustus 2007**

Tim Penguji,

**Muhammad Ridlwan, ST., MT.**  
**Ketua**

**Agung Nugroho Adi, ST., MT.**  
**Anggota I**

**Yustiasih Purwaningrum, ST., MT.**  
**Anggota II**



**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**



**Muhammad Ridlwan, ST., MT.**

LAPORAN TUGAS AKHIR INI SAYA PERSEMBAHKAN

Untuk:

*Ibunda Rifnida dan Ayahanda Tamrin siregar  
yang sangat saya hormati, cintai dan sayangi.  
Begitu tinggi pengorbanan mereka kepadaku,  
cucuran air mata penuh kasih, sayang dan do'a  
telah mengiringi hidupku.*

*Semoga Alloh SWT. memanjangkan umur,  
membaguskan amal, meridhoi dan merahmati mereka.*

*Istriku Ika dan anak ku Indah.*

*Yang aku sayangi*

*Semua keluargaku dan saudaraku seiman.*

## MOTTO

***”Orang cerdas ialah orang yang menyiapkan dirinya dan beramal untuk hari kematian, sedangkan orang yang lemah ialah orang yang mengikuti dirinya kepada hawa nafsunya dan berkhayal kosong kepada allah.” (H.R. At-Tirmidzi)***



## KATA PENGANTAR



Assalaamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran *Khalikul 'alam* (Allah SWT) yang telah memberikan rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada *Sayyidul anam* ( Muhammad SAW ) beserta para keluarga, sahabat dan para pengikutnya sampai akhir zaman.

Tugas Akhir berjudul “ *Proses Pembuatan Komposit Hibrida Lidi Kelapa Sebagai Bahan Bangunan Alternatif* ” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri , Universitas Islam Indonesia.

Penulis sangat menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini akan tidak terselesaikan dengan baik tanpa bantuan moral maupun material dari berbagai pihak. Atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis, baik berupa bimbingan, motivasi, dorongan, kerjasama, fasilitas maupun kemudahan lainnya maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih kepada :

1. Ayahanda Thamrin Siregar dan Ibunda Rifnida tercinta serta Mama Zubaiidah dan Almarhum Papa Safri Ramli tersayang, terima kasih atas keikhlasan, ketulusan, dorongan, doa dan restumu untuk ananda.
2. Bapak Muhammad Ridlwan, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng., Pak Risdiyono. ST., M.Eng., Pak Agung Nugroho Adi, ST., MT., Pak Ir. Purtojo, Ibu Yustiasih Purwaningrum, ST., MT. dan semua Dosen Jurusan Teknik Mesin UII yang tidak disebutkan.

4. Para Dosen Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin UII.
5. Bapak dan Ibu karyawan FTI UII yang telah membimbing dan membantu baik kegiatan akademis maupun administratif.
6. Saudaraku tercinta bang Tomi, kak Pita dan adek ku Anto yang selalu mendukung aktifitasku.
7. Untuk my love Ika Agustini and my baby Indah, terima kasih atas dorongan, motivasi, kasih sayang kalian berdua.
8. Pak Joko dan Ibu Dewi, terima kasih yang sebesar-besarnya karna selama ini penulis telah banyak merepotin bapak dan ibu sekeluarga.
9. Iswandi alias arab dan Agus alias timbul, “ u are my best friends “. Kamu selalu menolongku dengan sabar terima kasih atas bantuan yang telah kamu berikan selama ini.
10. Semua teman-teman Teknik Mesin, khususnya angkatan 2001.
11. Dan untuk semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, ini tidak lepas dari kurangnya pengetahuan penulis, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca demi kemajuan penulis di masa mendatang.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat dan membantu mengembangkan ilmu pengetahuan penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

*Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.*

Jogjakarta, Agustus 2007  
Penulis,

Ivandy Siregar

## ABSTRAK

*Sebagai negara yang agraris Indonesia kaya akan sumber daya alamnya salah satunya adalah serat alam yaitu lidi kelapa dan rami. Dengan kemajuan teknologi komposit maka dapat menemukan proses yang paling tepat untuk membuat komposit hibrida lidi kelapa.*

*Dengan metode hand lay-up menggunakan lidi kelapa, rami dan plywood sebagai komponen penguat serta resin dan katalis sebagai komponen pengikat diharapkan akan didapat hasil bahan bangunan alternatif yang ekonomis, sehingga dapat mengurangi pemakaian bahan-bahan dasar yang terbuat dari fiber glass.*

*Secara teknis kunci dari aplikasi metode hand lay-up dalam membuat komposit hibrida lidi kelapa adalah dengan menemukan perbandingan campuran resin dan katalis yang tepat sebagai pengikat.*

*Bahan bangunan alternatif komposit hibrida lidi kelapa dapat diaplikasikan sebagai furniture dan interior suatu ruangan.*

***Kata Kunci: komposit hibrida, hand lay-up, resin, fiber glass, serat alam.***

## DAFTAR ISI

|                                           |      |
|-------------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL.....                        | i    |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....         | ii   |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....            | iii  |
| HALAMAN PERSEMBAHAN.....                  | iv   |
| HALAMAN MOTTO.....                        | v    |
| KATA PENGANTAR.....                       | vi   |
| ABSTRAK.....                              | viii |
| DAFTAR ISI.....                           | ix   |
| DAFTAR GAMBAR.....                        | xii  |
| DAFTAR TABEL.....                         | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                    | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....                   | 2    |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                  | 2    |
| 1.3 Batasan Masalah.....                  | 2    |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                | 2    |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....               | 2    |
| 1.6 Sistematika Penulisan.....            | 2    |
| BAB II LANDASAN TEORI.....                | 4    |
| 2.1 Pengertian Komposit.....              | 4    |
| 2.2 Komposit Hibrida.....                 | 4    |
| 2.3 Jenis Komposit.....                   | 4    |
| 2.4 Unsur-unsur Penyusun Komposit.....    | 5    |
| 2.5 Komponen Penguat.....                 | 6    |
| 2.5.1 Serat.....                          | 6    |
| 2.5.2 Rami.....                           | 6    |
| 2.5.2.1 Pemisahan Serat.....              | 7    |
| 2.5.2.2 Struktur dan Komposisi Serat..... | 7    |
| 2.5.3 Lidi Kelapa.....                    | 8    |
| 2.6 Komponen Pengikat.....                | 9    |

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 2.6.1 Sistim <i>Matrix</i> .....               | 9  |
| 2.6.2 Sistim <i>Resin</i> .....                | 9  |
| 2.6.2.1 <i>Resin Termoplastik</i> .....        | 9  |
| 2.6.2.2 <i>Resin Termoset</i> .....            | 10 |
| 2.7 Komponen Tambahan.....                     | 10 |
| 2.8 Cetakan.....                               | 10 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....             | 14 |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian.....               | 14 |
| 3.2 Waktu dan Tempat.....                      | 15 |
| 3.3 Bahan dan Alat.....                        | 15 |
| 3.3.1 Bahan Produk.....                        | 15 |
| 3.3.2 Bahan Pencetak.....                      | 16 |
| 3.3.3 Alat-alat Yang Digunakan.....            | 16 |
| 3.4 Metode Pembuatan.....                      | 17 |
| 3.5 Teknik Pencetakan.....                     | 17 |
| 3.6 Tahapan Pembuatan Produk.....              | 17 |
| 3.6.1 Pembuatan Disain.....                    | 17 |
| 3.6.2 Penenunan Lidi Kelapa.....               | 18 |
| 3.6.3 <i>Plywood</i> .....                     | 18 |
| 3.6.4 Rami.....                                | 19 |
| 3.6.5 Pencetakan Produk.....                   | 19 |
| 3.7 Pengujian Nyala Api Pada Panel Produk..... | 20 |
| 3.7.1 Pelaksanaan Pengujian.....               | 20 |
| 3.7.2 Panel Yang Akan di Uji.....              | 21 |
| 3.7.3 Uji Yang Dilakukan.....                  | 21 |
| BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....            | 23 |
| 4.1 Proses Pembuatan Produk.....               | 23 |
| 4.1.1 Proses Pemotongan Hasil Tenunan.....     | 23 |
| 4.1.2 Proses Pemotongan <i>Plywood</i> .....   | 23 |
| 4.1.3 Proses Pembuatan Cetakan.....            | 24 |
| 4.1.4 Proses Pencetakan Rami.....              | 25 |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.5 Proses Pencetakan Produk.....                             | 27 |
| 4.1.6 Proses <i>Finishing</i> .....                             | 30 |
| 4.2 Hasil Pengujian Nyala Api.....                              | 31 |
| 4.3 Kesalahan-kesalahan Pada Proses Pembuatan Benda Produk..... | 33 |
| 4.3.1 Pemotongan Hasil Tenunan Lidi Kelapa.....                 | 33 |
| 4.3.2 Penempelan Lilin Mainan.....                              | 34 |
| 4.3.3 Penuangan Bahan Produk <i>Resin</i> .....                 | 34 |
| 4.3.4 Pengujian.....                                            | 35 |
| 4.4 Kelebihan dan Kekurangan Produk.....                        | 35 |
| BAB V PENUTUP.....                                              | 37 |
| 5.1 Kesimpulan.....                                             | 37 |
| 5.2 Saran.....                                                  | 37 |
| DAFTAR PUSTAKA                                                  |    |
| LAMPIRAN                                                        |    |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Komposit Serat.....                                      | 4  |
| Gambar 2.2 Komposit Laminat.....                                    | 5  |
| Gambar 2.3 Komposit Partikel.....                                   | 5  |
| Gambar 2.4 Klasifikasi Serat.....                                   | 6  |
| Gambar 2.5 Serat Rami.....                                          | 8  |
| Gambar 2.6 Lidi Kelapa dan Sawit.....                               | 8  |
| Gambar 2.7 <i>Spray Lay-Up</i> .....                                | 11 |
| Gambar 2.8 <i>Hand Lay-Up</i> .....                                 | 11 |
| Gambar 2.9 Cetakan Tekan.....                                       | 12 |
| Gambar 2.10 <i>Vacum Bagging</i> .....                              | 12 |
| Gambar 2.11 <i>Pultrusion</i> .....                                 | 13 |
| Gambar 2.12 <i>Resin Transfer Moulding</i> .....                    | 13 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....                             | 14 |
| Gambar 3.2 Disain Komposit Hibrida Lidi Kelapa 3D.....              | 17 |
| Gambar 3.3 Hasil Tenunan Lidi Kelapa.....                           | 18 |
| Gambar 3.4 Skema Proses Pembuatan Produk Permukaan Kasar.....       | 19 |
| Gambar 3.5 Skema Proses Pembuatan Produk Permukaan Rata.....        | 20 |
| Gambar 4.1 Pemotongan Hasil Tenunan Lidi Kelapa.....                | 23 |
| Gambar 4.2 Hasil Pemotongan <i>Plywood</i> .....                    | 24 |
| Gambar 4.3 Lilin Mainan.....                                        | 25 |
| Gambar 4.4 Cetakan.....                                             | 25 |
| Gambar 4.5 Peletakan Rami Dalam Cetakan.....                        | 26 |
| Gambar 4.6 Pencetakan Rami.....                                     | 26 |
| Gambar 4.7 Lembaran Rami.....                                       | 27 |
| Gambar 4.8 Hasil Proses Penempelan.....                             | 27 |
| Gambar 4.9 Peletakan Dalam Cetakan.....                             | 28 |
| Gambar 4.10 Proses Pencampuran Adonan <i>Resin</i> dan Katalis..... | 28 |
| Gambar 4.11 Proses Penuangan <i>Resin</i> Pada Cetakan.....         | 29 |
| Gambar 4.12 Proses Pelepasan Produk.....                            | 29 |

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.13 Benda Produk Sebelum di- <i>Finishing</i> ..... | 30 |
| Gambar 4.14 Benda Produk Setelah di- <i>Finishing</i> ..... | 31 |



## DAFTAR TABEL

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.1 Hasil Perhitungan ( $\Delta W$ )..... | 31 |
| Tabel 4.2 Hasil Perhitungan ( $HR$ ).....       | 32 |
| Tabel 4.3 Hasil Perhitungan ( $\Delta t$ )..... | 33 |
| Tabel 4.4 Kekurangan dan Kelebihan Produk.....  | 35 |



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sebagai negara yang *agraris*, Indonesia adalah salah satu negara yang kaya akan sumber daya alamnya, banyak sumber daya alam Indonesia yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu sumber daya alam yang sangat melimpah saat ini adalah “Serat Alam”, salah satunya yaitu lidi kelapa dan rami.

Disamping serat binatang dan serat galian. Serat tumbuhan lidi kelapa yang selama ini hanya dimanfaatkan sebagai wadah penyimpanan dan beberapa jenis kerajinan rumah tangga lainnya.

Pada material komposit khususnya yang menggunakan serat/*fiber* mulai berkembang pesat dengan adanya kebutuhan akan material yang kuat dan ringan. Dengan semakin majunya ilmu pengetahuan mengenai material komposit muncul berbagai produk material komposit yang mempunyai kekuatan tidak terlalu tinggi tetapi mempunyai harga yang relatif lebih murah. Bahan komposit terdiri dari serat penguat dan matrik sebagai pengikatnya. Bahan yang umum dipakai sebagai matrik adalah material *polymer* sedangkan bahan penguat dapat berupa serat baik itu serat alam maupun serat buatan.

Keunggulan serat alam lidi kelapa dibandingkan dengan *fiber glass* adalah lidi kelapa lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami dan harganya pun lebih murah dibandingkan *fiber glass*. Sedangkan *fiber glass* sukar terdegradasi secara alami, selain itu *fiber glass* juga menghasilkan gas CO dan debu yang membahayakan kesehatan.

Oleh karena itu, dewasa ini teknologi komposit mengalami kemajuan yang sangat pesat, perkembangan komposit tidak hanya dari komposit *sintetis* tetapi juga mengarah ke komposit *natural* dikarenakan keistimewaan sifatnya yang *renewable* atau terbarukan, sehingga mengurangi konsumsi petrokimia maupun gangguan lingkungan hidup.

Dalam penelitian ini dilakukan penelitian bagaimana untuk memanfaatkan limbah alam sebagai komposit lidi kelapa menjadi bahan pengganti alternatif sebagai bahan penguat guna mendapatkan material yang relatif lebih murah.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian adalah bagaimana membuat produk dengan memanfaatkan serat alam sebagai bahan komposit.

## 1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini diambil untuk menyederhanakan pokok permasalahan agar sesuai dengan tujuan yang diharapkan, serta untuk menghindari kerancuan pembahasan, sehingga ruang lingkup pembahasan menjadi jelas dan tidak meluas ke hal-hal yang tidak diinginkan.

Pembahasan masalah dalam tugas akhir ini meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. Membuat produk dari komposit hibrida lidi kelapa.
2. Material isian yang dipakai dalam proses pencetakan berupa *resin*.
3. Material peraga yang digunakan adalah kaca dan lilin mainan.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah menemukan proses yang paling tepat untuk pembuatan produk dari komposit hibrida lidi kelapa.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Produk dapat diaplikasikan sebagai *furniture* dan bahan bangunan.
2. Produk dapat dijadikan *interior* rumah.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Bagian ini adalah bagian utama dari tugas akhir, dengan sistematika penulisannya sebagai berikut: Bab I Pendahuluan, bab ini berisi tentang latar

belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dari tugas akhir ini. Bab II Dasar Teori, bab ini memuat teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan dalam tugas akhir ini. Bab III Data Percobaan dan Pengamatan, bab ini berisikan penjelasan tentang proses percobaan dan pengamatan untuk menentukan metode yang digunakan dalam perancangan produk. Bab IV Pembahasan, bagian ini membahas hasil percobaan yang telah didapat. Bab V Penutup, bab ini berisi kesimpulan dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Pengertian Komposit

Kata komposit (*composite*) merupakan kata yang berarti susunan atau gabungan. Komposit juga berasal dari kata kerja "*to composite*" yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana material komposit diartikan sebagai gabungan dari dua atau lebih material yang berlainan (Schwart, 1984).

#### 2.2 Komposit Hibrida

Komposit hibrida adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih serat didalam matrik, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda. Dikarenakan karakteristik pembentuknya berbeda-beda, maka akan dihasilkan material baru, khususnya kombinasi dipilih untuk menyeimbangkan dan memberikan keuntungan stabilitas dimensional salah satunya pengurangan biaya (Paul, 1997).

#### 2.3 Jenis Komposit

Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakan, yaitu:

1. Komposit serat (*Fibrous composites*)

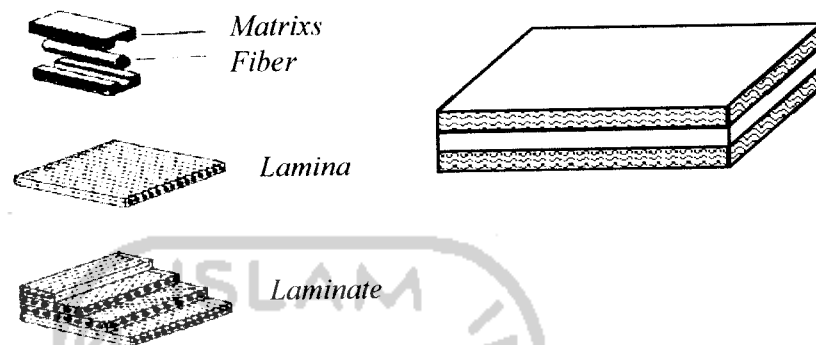
Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan penguat yang berupa serat/*fiber*. *Fiber* yang digunakan bisa berupa *glass fibers*, *carbon fibers*, *aramid fiber* dan serat alam. *Fiber* ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Lihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Komposit serat (<http://kemahasiswaan.its.ac.id>)

## 2. Komposit laminat (*Laminated composites*)

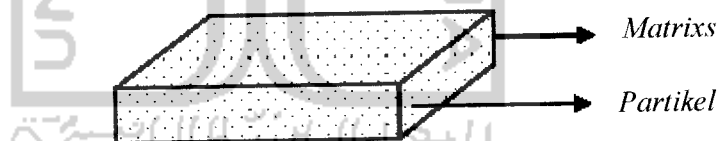
Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapisan atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat sendiri, dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Komposit laminat (<http://kemahasiswaan.its.ac.id>)

## 3. Komposit partikel (*Particulate composites*)

Merupakan komposit yang menggunakan partikel/serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam bentuk matriknya. Lihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Komposit partikel (<http://kemahasiswaan.its.ac.id>)

## 2.4 Unsur- unsur Penyusun Komposit

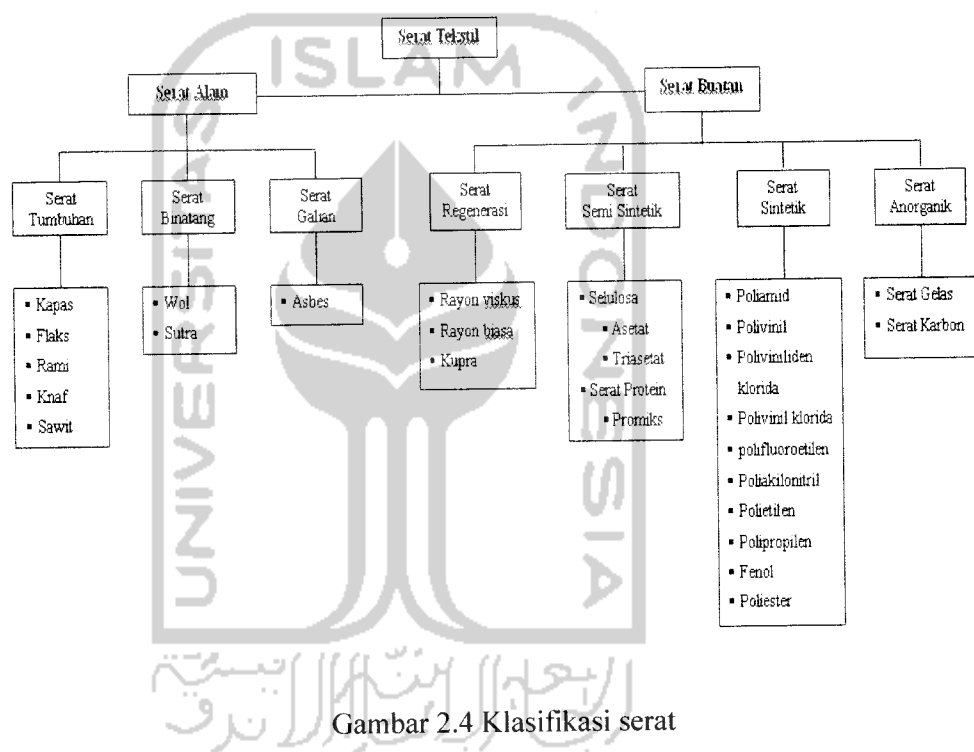
Unsur-unsur utama penyusun komposit lamina adalah matrik dan serat. Bahan-bahan pendukung pembuatan komposit adalah katalis. Bahan tambahan tersebut memiliki fungsi yang sangat penting untuk menentukan kualitas suatu produk komposit. Secara umum komposit tersusun atas komponen penguat, komponen pengikat dan komponen tambahan (Schwart,1984).

## 2.5 Komponen Penguat

Komponen penguat, yaitu serat dan partikel merupakan struktur *internal*.

### 2.5.1 Serat.

Seperti ditunjukkan dalam gambar 2.4, banyaknya jenis serat baik serat alam maupun serat sintetik. Serat alam yang utama adalah kapas, wol, sutra dan rami, sedangkan serat sintetik adalah rayon, poliester, akril, dan nilon. Masih banyak lainnya dibuat untuk memenuhi keperluan (Tata, 1999).



Gambar 2.4 Klasifikasi serat

### 2.5.2 Rami

Rami adalah serat yang diperoleh dari batang tanaman *Boehmeria nivea*, tulisan-tulisan yang tertua mengenai rami ditulis pada tahun 600 sebelum masehi di daerah cina. Tetapi hasil-hasil penyelidikan menunjukkan bahwa beberapa pembungkus mummy dari tahun 500 – 3300 sebelum masehi terbuat dari rami.

Rami mulai dikenalkan di Eropa pada abad ke-18 dan industrinya baru dimulai pada abad ke-19 di negara-negara antara lain Belanda, Prancis, Jerman, Inggris dan Austria. Industri rami secara komersial baru berkembang setelah tahun 1930 di Jerman, Jepang, Inggris, Swiss, Prancis dan Amerika Serikat.

Pohon rami mempunyai batang yang tinggi, kecil dan lurus dengan tinggi batang 1,5 – 2,5 m dan diameter 1,25 – 2 cm. Lain halnya dengan serat-serat batang yang lain, yang merupakan tanaman tahunan, rami merupakan tanaman yang berumur panjang.

#### **2.5.2.1 Pemisahan Serat**

Pemisahan serat rami lebih sukar dibandingkan dengan pemisahan serat batang yang lain. Pada dasarnya pemisahan dilakukan dengan cara memecah dan memukul-mukul batang.

Mula-mula kulit batang dipukul-pukul kemudian serat dipisahkan dari batang dengan cara dikerok. Adanya getah, lilin dan pektin yang masih tertinggal pada serat, menyebabkan serat lemah dan getas. Oleh karena itu sebelum dipintal zat-zat tersebut harus dihilangkan dengan larutan natrium hidroksida (Poerwanti, 1974).

#### **2.5.2.2 Struktur dan Komposisi Serat**

Serat elementer rami dapat dilihat pada gambar 2.5, panjangnya sangat bervariasi dari 2,5 – 50 cm, dengan rata-rata 12,5 – 15 cm. Diameternya antara 25 – 75  $\mu\text{m}$ , dengan rata-rata 30 – 50  $\mu\text{m}$ . Bentuk memanjang serat seperti silinder dengan permukaan bergaris-garis dan berkerut-kerut membentuk benjolan-benjolan kecil. Penampang lintangnya berbentuk lonjong memanjang dengan dinding sel yang tebal dan lumen yang pipih, ujung sel tumpul dan tidak berlumen (Winarni, 1978).



Gambar 2.5. Serat rami

### 2.5.3 Lidi Kelapa

Lidi terdiri berbagai macam jenis antara lain: lidi sawit, lidi aren dan lidi kelapa. Lidi merupakan sejenis bahan organik yang terbentuk oleh tumbuh-tumbuhan, pada dasarnya semua jenis lidi mempunyai karakteristik yang sama yaitu kecil dan panjang. Lidi kelapa mempunyai diameter rata-rata  $\pm 2$  mm dan panjang rata-rata  $\pm 70$  cm, dalam masyarakat pedesaan lidi kelapa banyak digunakan sebagai bahan untuk membuat sapu lidi dan anyaman dalam skala kecil sehingga persediaan lidi saat ini sangatlah melimpah, lihatlah pada gambar 2.6 merupakan lidi kelapa dan lidi sawit.



Gambar 2.6. Lidi kelapa dan sawit

## 2.6 Komponen Pengikat

Komponen pengikat yaitu yang berguna mengikat serat, melindungi serat dari kerusakan luar, dan meneruskan beban yang diterapkan keserat.

### 2.6.1 Sistem *Matrix*

Matrik (*Matrix*) berasal dari kata yang serumpun dengan *mother*, yang berarti sesuatu yang mengandung. Karena dalam hal ini matrik "mengandung" unsur serat. Pada komposit serat matrik bertugas melindungi serat dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik serta meneruskan beban diantara serat-serat. Matrik dipilih bahan-bahan yang lunak plastik dan logam-logam lunak (Hadi, 2000).

Pada umumnya sistem matrik yang dibuat oleh manusia dibagi atas 3 kelompok utama, diantaranya:

1. *Polymer Matrix Composites* (PMC's), adalah bentuk paling umum. Berperan sebagai FRP- *Fiber Reinforced Polymer* (atau Plastik) yang menggunakan *polymer* sebagai acuan *resin* seperti matrik dengan berbagai penguatan serat seperti serat gelas, karbon dan aramid.
2. *Metal Matrix Composites* (MMC's), pada industri otomotive penggunaannya terus meningkat, bahan-bahan yang digunakan seperti aluminium sebagai matrik, dan diperkuat dengan serat karbid-silisium.
3. *Ceramik Matrix Composites* (CMC's), digunakan dalam lingkungan dengan temperatur tinggi, keramik digunakan sebagai matrik dengan diperkuat serat pendek, atau seperti karbid-silisium dan nitride borium (Paul, 1997).

### 2.6.2 Sistem *Resin*

*Resin* terbagi dalam dua jenis yaitu *resin thermoplastic* dan *resin thermoset*.

#### 2.6.2.1 *Resin Thermoplastic*

*Thermoplastic* adalah bahan yang menjadi plastik karena pemanasan dan bentuknya dapat berubah dalam keadaan plastik tersebut. Beberapa jenis

*thermoplastic* yang digunakan sebagai matrik pada komposit serat, misalnya: *polypropylene* dan *nylon*.

#### 2.6.2.2 Resin Termoset.

*Thermoset* adalah bahan yang tidak menjadi plastik karena pemanasan dan tidak mencair. *Resin termoset* itu diantaranya adalah *Phenolyk*, *Epoksi*, *Urea*, *Melamine* dan *polyester* tak jenuh (Tata, 1999).

### 2.7 Komponen Tambahan

Komponen tambahan, yaitu *filler* yang dicampur dengan matrik saat pembuatan. Pada komponen tambahan ini biasanya ditambahkan katalis seperti *mepoxi*, *kobalt* dan *aluminium*. Penambahan komponen tergantung dari karakteristik *resin* itu sendiri dan keinginan pengguna.

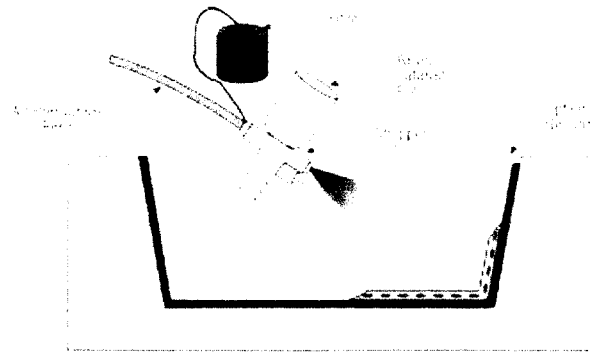
### 2.8 Cetakan

Cetakan ialah suatu benda yang bertujuan untuk membuat produk dengan cara dicetak, agar proses pembuatan produk bisa dipercepat sehingga waktu yang dibutuhkan untuk membuat banyak produk yang sama menjadi sebentar. Disamping itu pula dengan menggunakan cetakan, membuat produk yang sama dengan jumlah yang banyak bentuk dan dimensinya akan sama persis. Berikut adalah beberapa metode dalam pembuatan produk menggunakan material komposit:

#### 1. Cetakan semprot (*Spray lay-up*)

Serat/*fiber* yang telah disiapkan didalam cetakan kemudian diberi semprotan *resin* yang telah dicampur dengan katalis, penyemprotan ini dilakukan secara langsung pada permukaan cetakan kemudian membiarkannya mengeras pada kondisi *atmosfer* standar.

Aplikasi : panel-panel, bak mandi dan sampan. Dapat dilihat pada gambar 2.7.

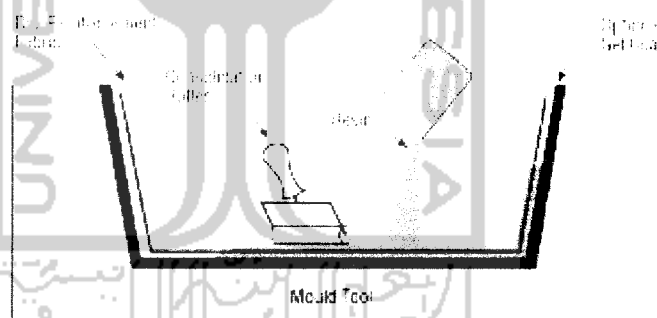


Gambar 2.7. *Spray lay-up* (<http://www.netcomposites.com>)

## 2. Cetakan tangan (*Hand lay-up*)

Menuang *resin* secara perlahan dengan tangan kedalam cetakan yang telah terisi serat/*fiber* kemudian diberikan tekanan dengan menggunakan rol atau kuas secara merata. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang hingga ketebalan yang diinginkan tercapai.

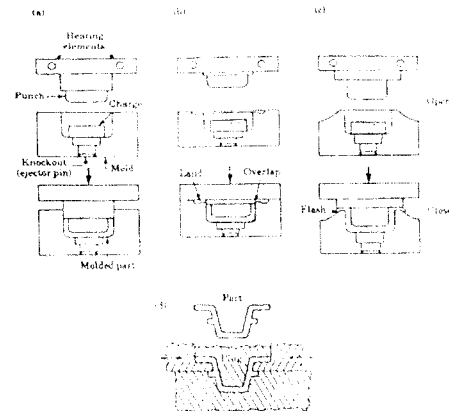
Aplikasi : pembuatan kapal, bodi kendaraan dan lain-lain. Dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. *Hand lay-up* (<http://www.netcomposites.com>)

## 3. Cetakan tekan

Bahan yang akan dicetak diletakkan dalam bagian cekung dari cetakan dan kemudian ditekan. Kemudian dibiarkan untuk beberapa saat untuk melakukan pendinginan sebelum cetakan di lepas. Biasanya proses ini dilakukan dengan mesin press *moulding*, namun dapat dilakukan juga dengan cara manual. Dapat dilihat pada gambar 2.9.

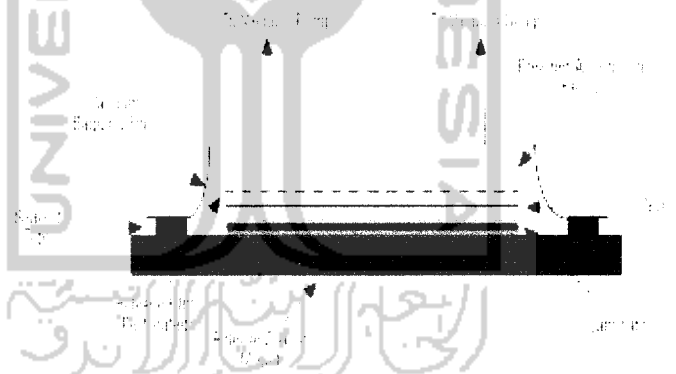


Gambar 2.9. Cetakan tekan

#### 4. Pengemasan vakum (*Vacuum bagging*)

Proses ini dilakukan dengan menutupi lapisan pencetakan yang masih basah dengan film plastik, kemudian udara dibawah kemasan dikeluarkan dengan pompa vakum bertekanan satu *atmosfer*.

Aplikasi : pembuatan kapal pesiar dan komponen mobil balap. Dapat dilihat pada gambar 2.10.

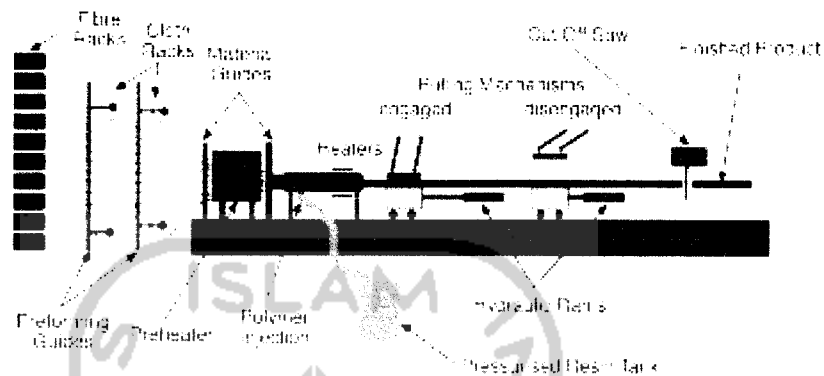
Gambar 2.10. *Vacuum bagging* (<http://www.netcomposites.com>)

#### 5. *Pultrusion*

Proses ini dilakukan dengan cara yang berbeda yaitu dengan penarikan serat/*fiber* dari suatu jaring (*creel*) yang melalui bak *resin*, kemudian dilewatkan pada cetakan yang telah dipanaskan. Fungsi dari cetakan tersebut adalah sebagai pengontrol kandungan *resin* pada serat,

melengkapi pengisian serat, dan mengeraskan bahan menjadi bentuk akhir setelah melewati cetakan.

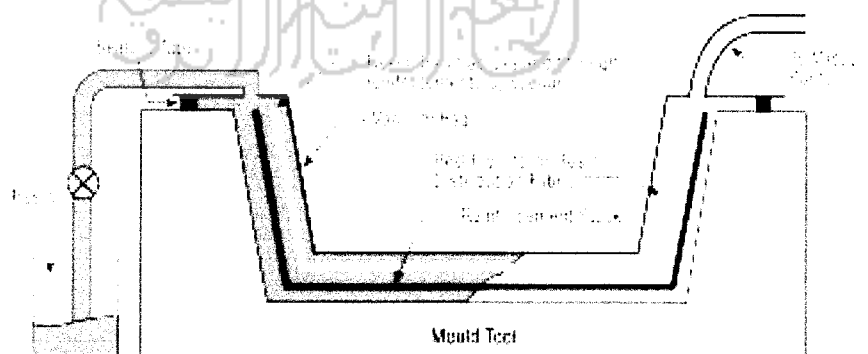
Aplikasi : balok/batang yang digunakan pada struktur atap bangunan.  
Dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. *Pultrusion* (<http://www.netcomposites.com>)

#### 6. Cetakan pemindah resin (*Resin transfer moulding*)

Proses ini memerlukan penyesuaian dalam pencetakan, caranya serat dipotong dan dibentuk sedemikian rupa sehingga sesuai dengan bentuk yang diinginkan kedalam cetakan. Cetakan ditutup lalu resin dan katalis dialiri melalui pompa kedalamnya, ketika cetakan sudah terisi penuh dengan resin dan katalis pemompaan dihentikan dan produk telah terbentuk. Dapat dilihat pada gambar 2.12.



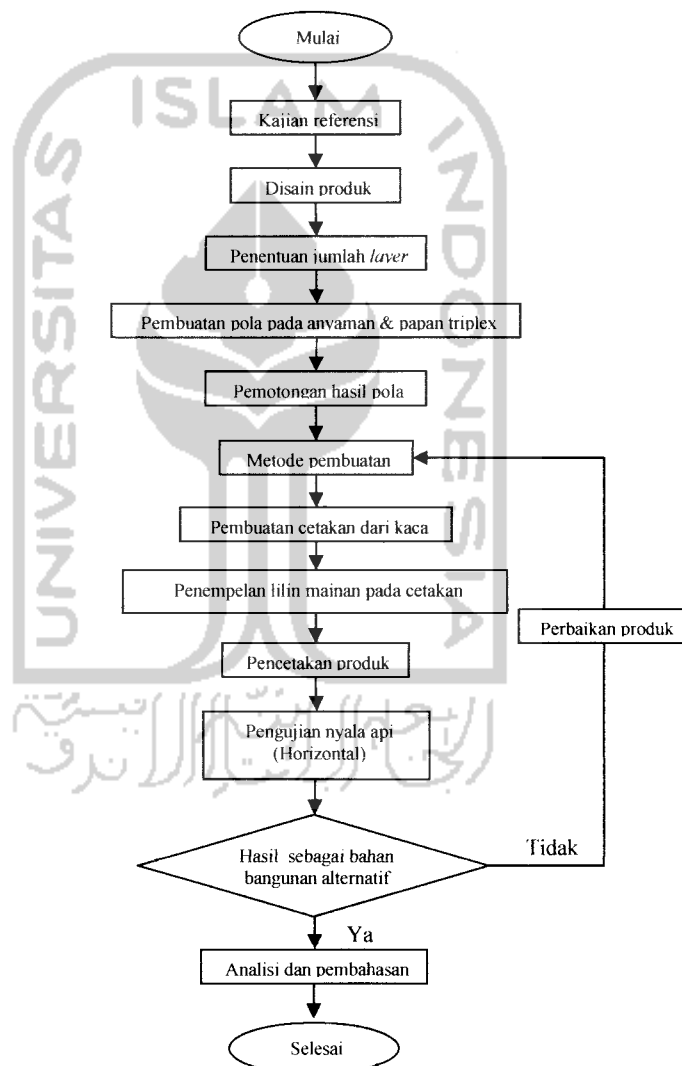
Gambar 2.12. *Resin transfer moulding* (<http://www.netcomposites.com>)

### BAB III

#### METODOLOGI PENELITIAN

##### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam metode penelitian dilakukan beberapa proses secara garis besar dimulai dari kajian referensi di tempat kerajinan, pembuatan disain sketsa produk, pencetakan produk, analisis dan pembahasan. Untuk mempermudah dalam memahami metode penelitian yang dilakukan, dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.2 Waktu dan Tempat

Pelaksanaan penelitian dilakukan mulai bulan Maret 2007 sampai selesai, bertempat di kerajinan “*Gading Craft Cocostick Specialist*” milik bapak Tumiran Jl. Kasongan, Jagan, Bangunjiwo, Kasihan, Bantul, Yogyakarta dengan mengamati berbagai macam produk *furniture* lidi kelapa yang dikombinasikan dengan *resin* dan cara pembuatannya, serta membuat benda produk hasil penelitian di Laboratorium Proses Produksi Teknik Mesin UII.

### 3.3 Bahan dan Alat

Bahan – bahan untuk penelitian secara garis besar terbagi menjadi dua macam, yaitu bahan produk dan pencetak.

#### 3.3.1 Bahan Produk

##### A. *Resin polyester*

Digunakan *resin Yukalac 157* (jenis biasa).

##### B. Katalis

Katalis yang digunakan adalah *Mepoxe*.

##### C. Lidi kelapa

Lidi kelapa digunakan sebagai bahan pengganti serat buatan.

##### D. *Plywood*

*Plywood* digunakan sebagai bahan tambahan penyangga tenunan lidi kelapa.

##### E. Rami

Rami digunakan sebagai bahan tambahan penyangga tenunan lidi kelapa.

##### F. Cat

Cat yang digunakan adalah cat kayu transparan *Melamine Lack Ml-131 Clear Gloss*.

### 3.3.2 Bahan Pencetak

- Kaca

Kaca digunakan sebagai alas pencetak yang berukuran Panjang : 40 cm, Lebar : 40 cm dan tebal : 8 mm.

- *Wax Mold Release*

Bahan ini mirip dengan pelicin lantai yang berfungsi sebagai pelicin pada tahap pencetakan, agar antara cetakan dan hasil cetakan tidak saling merekat, sehingga dengan mudah dapat dilepaskan.

- Lilin

Lilin yang digunakan adalah lilin mainan, lilin mainan ini berfungsi untuk dinding cetakan karena mudah dibentuk.

### 3.3.3 Alat – alat Yang Digunakan

- Gelas ukur

- Pipet ukur

- Wadah pengaduk

- Pisau

- Gunting

- Lem tembak, lem Fox

- Penggaris / Meteran

- Spidol

- Obeng minus

- Kuas cat

- Kape

- Gergaji besi dan kayu

- Kikir

- Grinda listrik

- Sarung tangan

- Ampelas

- Palu karet

### 3.4 Metode Pembuatan

Didalam proses pembuatan produk menggunakan metode cetakan tangan (*Hand Lay-Up*) dengan menuang *resin* secara perlahan-lahan ke dalam cetakan yang telah terisi tenunan lidi kelapa.

### 3.5 Teknik Pencetakan

Teknik pencetakan bertujuan bagaimana pencetakan produk dilakukan sehingga harga bahan, ongkos memproduksi, dan biaya penyimpanan dapat ditekan seminimal mungkin. Hampir semua produk dapat dibuat lebih kuat, lebih lama daya tahannya, namun harus dapat diambil batas, sehingga dihasilkan produk yang ekonomis. Suatu desain tertentu mungkin memerlukan bahan-bahan yang lebih murah dalam jumlah yang lebih banyak untuk menggantikan bahan yang lebih kuat akan tetapi lebih mahal

### 3.6 Tahapan Pembuatan Produk

#### 3.6.1 Pembuatan Disain

Pembuatan disain gambar produk komposit hibrida lidi kelapa dilakukan dengan *software* AutoCAD 2004 yang dilakukan dengan cara membuat gambar desain 3D sebagai acuan gambar awal produk, lihat gambar 3.2.



Gambar 3.2 Disain komposit hibrida lidi kelapa 3D

### 3.6.2 Penenunan Lidi Kelapa

Pada gambar 3.3 merupakan hasil tenunan lidi kelapa, sebelum lidi kelapa ditenun ada beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain:

1. Pemisahan lidi kelapa dengan daunnya

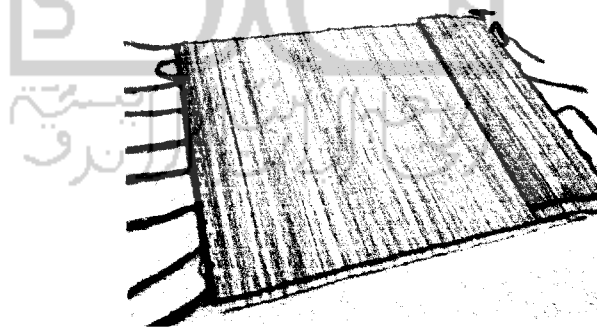
Lidi kelapa tidak boleh yang masih muda atau masih memiliki daun yang berwarna keputih-putihan. Lidi kelapa harus benar-benar terpisah dari daunnya karena akan berpengaruh terhadap hasil tenunan.

2. Penjemuran

Lidi kelapa yang telah dipisahkan dari daunnya kemudian dijemur pada panas terik matahari kira-kira dua hari atau warnanya berubah kecoklat-coklatan, penjemuran ini bertujuan agar kadar air yang masih terkandung didalam lidi kelapa dapat berkurang sehingga lidi kelapa tidak akan berjamur maka penjemuran ini merupakan hal yang sangat penting sekali.

3. Pemilihan

Setelah melalui tahap pemisahan dari daun dan penjemuran maka sebelum di tenun, lidi kelapa harus dipilih mana yang baik untuk dapat di tenun sambil dibersihkan dengan menggunakan kain kering.



Gambar 3.3 Hasil tenunan lidi kelapa

### 3.6.3 Plywood

Lembaran *Plywood* berfungsi sebagai penyangga tenunan lidi kelapa agar rata dan juga dapat menghemat penggunaan *resin* pada saat pencetakan produk.

### 3.6.4 Rami

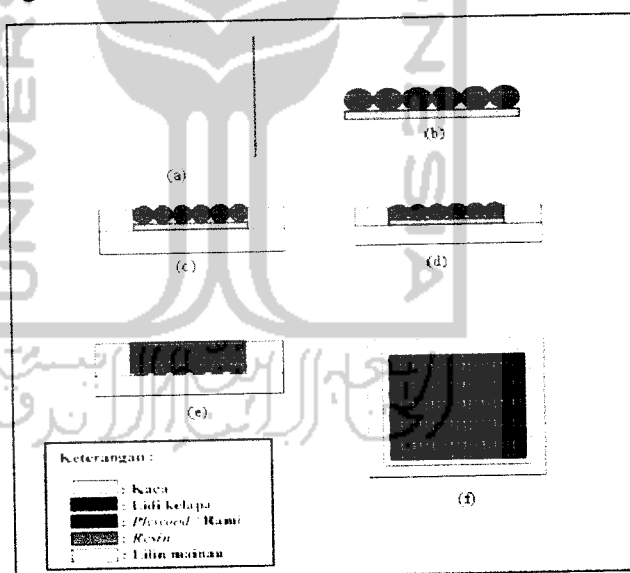
Serat rami dicetak dengan menggunakan bahan pengikat *resin* (komposit serat) hingga menjadi lembaran rami dengan ketebalan  $\pm 3$  mm, lembaran rami berfungsi sebagai penyangga tenunan lidi kelapa agar rata pada saat pencetakan produk.

### 3.6.5 Pencetakan Produk

Proses pencetakan produk dilakukan dengan cara yang sangat sederhana yang terdiri dari dua *layer*, terdapat dua cara pencetakan yang dilihat dari hasil akhir produk, antara lain :

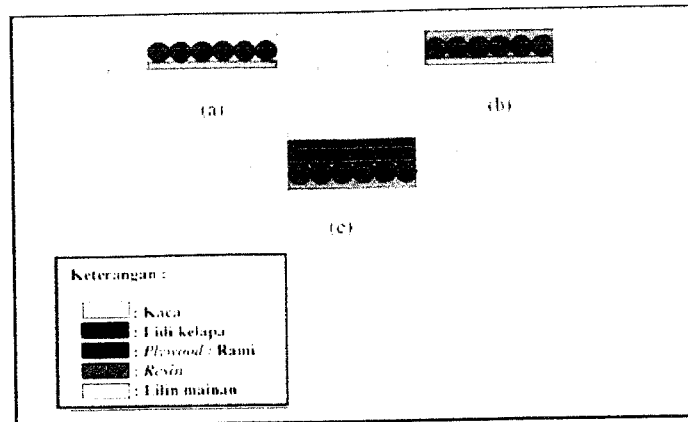
1. Cara dengan hasil akhir permukaan kasar dapat dilihat gambar 3.4.
2. Cara dengan hasil akhir permukaan rata.

Pada cara ini yang membedakan hanyalah pada saat penuangan *resin* sehingga seluruh permukaan lidi tertutup sama *resin*. Dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.4 Skema proses pembuatan produk permukaan kasar

- (a) Kaca yang telah dipotong (40x40)cm, berguna sebagai dasar cetakan
- (b) Lidi kelapa ditempelkan pada *Plywood* atau lembaran rami
- (c) Hasil penempelan diletakkan diatas kaca yang telah diberi lilin mainan (cetakan)
- (d) Penuangan adonan *resin* dan katalis pada lidi kelapa tidak melebihi permukaan lidi kelapa
- (e) Pencetakan *layer* berikutnya dengan arah lidi kelapa berlawanan
- (f) Tampak atas pencetakan



Gambar 3.5 Skema proses pembuatan produk permukaan rata

- (a) Hasil penempelan diletakkan diatas kaca yang telah diberi lilin mainan (cetakan)  
 (b) Penuangan adonan *resin* dan katalis sampai lidi kelapa tertutup  
 (c) Pencetakan *layer* berikutnya dengan arah lidi kelapa berlawanan

### 3.7 Pengujian Nyala Api Pada Panel Produk

Tatacara perencanaan sistem proteksi pasif untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung, SNI 03-1736-2000, SNI 03-1740-1989. Bangunan yang aman terhadap kebakaran diartikan sebagai suatu bangunan yang apabila terbakar, maka bangunan tersebut masih tetap berdiri, atau tahan dalam waktu tertentu sebelum kemungkinan roboh dan kembali dingin; yang sesuai dengan peruntukannya penghuni masih dapat menyelamatkan diri dan selamat.

Pengujian ini bertujuan untuk dapat mengetahui sifat atau karakteristik bahan bangunan, apakah tidak terbakar atau mudah terbakar.

#### 3.7.1 Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

1. Standar percobaan, sebuah peralatan yang dilengkapi dengan dua pengapit.
2. Alat pembakaran dan pendukungnya, pembakar dilakukan dengan menggunakan *methanol* sebagai bahan bakar dan pendukung pegangan pembakaran pada arah horizontal, ukur nyala api dari ujung hingga pangkal nyala api. Nyala api yang stabil berwarna biru dengan ketinggian sekitar  $\pm 25$  mm.

3. *Stopwatch* dengan ketelitian 0.2 s.
4. Pengujian panel dilakukan dengan memanfaatkan sebuah potongan panel pengujian dengan ukuran (100x100) mm.
5. Prosedur pengujian dilakukan dalam ruangan dimana(api) dapat dilihat.

Pengujian pembakaran dilakukan dengan menggunakan bahan bakar *methanol* agar kandungan karbonnya sedikit. Metode pembakaran yang digunakan adalah metode pembakaran horizontal. Pengukuran sifat *thermal* dilakukan dengan menggunakan *thermometer* berskala 150°C. Dengan catatan:  $T_0$  adalah suhu pembakaran dan  $T_i$  adalah suhu panel setelah api dimatikan. Suhu panel diukur setelah api dimatikan. Waktu penyalan bahan komposit tersebut dilakukan pengukuran ketika panel ditempelkan pada busur api sampai panel tersebut terbakar. Kemampuan bakar panel diukur dengan menghitung selisih berat panel ketika sebelum dan sesudah dibakar.

### 3.7.2 Panel Yang Akan di Uji

Panel yang akan di uji antara lain :

- Panel A adalah produk permukaan kasar ( 100 x 100 )mm
- Panel B adalah produk permukaan rata ( 100 x 100 )mm
- Panel C adalah produk permukaan rata dengan menggunakan serat rami ( 100 x 100 )mm

### 3.7.3 Uji Yang Dilakukan

1. Kemampuan bakar panel (  $\Delta W$  )

Persamaan sebagai berikut:

$$\Delta W = W_1 - W_2 \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :  $W_1$  = Berat panel sebelum terbakar ( gram )

$W_2$  = Berat panel setelah terbakar ( gram )

2. Kemampuan redam panas setelah api dimatikan *Heat Release* ( *HR* )

Persamaan sebagai berikut:

$$HR = 100\% - [ T_1/T_0 \times 100\% ] \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana :  $T_0$  = Suhu pembakaran  $100^\circ\text{C}$

$T_1$  = Suhu panel setelah api dimatikan (  $^\circ\text{C}$  )

- 3 Waktu kemampuan redam panas dan kembali pada suhu ruangan (  $\Delta t$  )

Persamaan sebagai berikut :

$$\Delta t = t_2 - t_1 \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana :  $t_1$  = Waktu saat panel terbakar ( detik )

$t_2$  = Waktu panel setelah api dimatikan dan kembali pada suhu ruangan ( detik )



## **BAB IV**

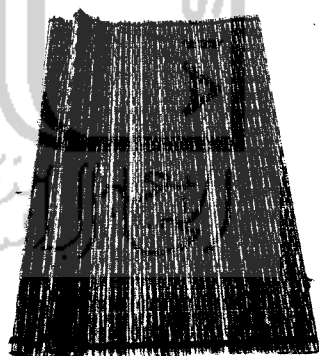
### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Dalam pembuatan sebuah produk komposit hibrida lidi kelapa pada penelitian ini, maka perlu diperhatikan prosedur pelaksanaan mulai dari persiapan sebelum pembuatan produk, saat pembuatan dan setelah pembuatan, hal ini dilakukan untuk mengetahui kajian temuan yang akan mendukung terlaksananya penelitian dengan sebaik mungkin.

#### **4.1 Proses Pembuatan Produk**

##### **4.1.1 Proses Pemotongan Hasil Tenunan**

Lidi kelapa yang telah melalui tahap proses penenunan kemudian dilakukan pengukuran yang sesuai dengan pola produk yang akan dibuat, dengan panjang 30 cm dan lebar 30 cm, dapat dilihat pada gambar 4.1. Sebelum pemotongan hasil tenunan ada hal yang harus diperhatikan yaitu dengan memberi lem atau perekat pada ujung tenunan pola yang akan dipotong, ini bertujuan agar lidi kelapa tidak terlepas dari anyaman tenunan saat pemotongan.

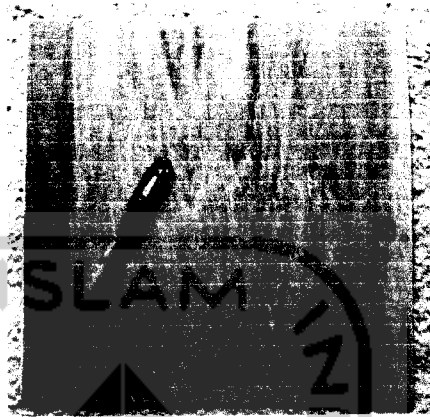


Gambar 4.1 Pemotongan hasil tenunan lidi kelapa

##### **4.1.2 Proses Pemotongan Plywood**

Penggunaan *plywood* dalam proses pembuatan produk ini digunakan sebagai dudukan, karena bentuk awal *plywood* yang telah rata dan akan

memudahkan penyanggaan dari hasil tenunan lidi kelapa itu sendiri pada saat pencetakan. *Plywood* yang digunakan adalah *plywood* yang mempunyai panjang 240 cm, lebar 120 cm dan tebal  $\pm 3$  mm kemudian dipotong dengan ukuran, panjang 30 cm dan lebar 30 cm, dapat dilihat pada gambar 4.2.

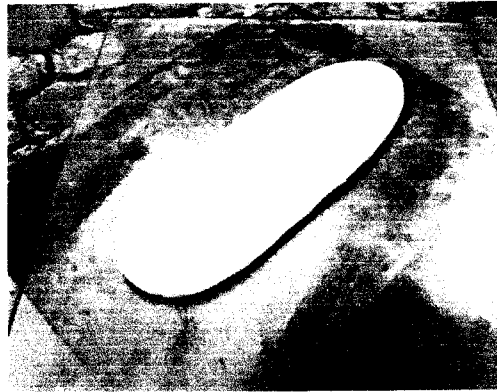


Gambar 4.2 Hasil pemotongan *plywood*

#### 4.1.3 Proses Pembuatan Cetakan

Cara-cara pembuatan cetakan adalah sebagai berikut:

1. Kaca rata disiapkan dengan ketebalan  $\pm 8$  mm.
2. Kemudian kaca dipotong dengan ukuran:
  - Panjang : 40 cm
  - Lebar : 40 cm
3. Kaca yang telah dipotong kemudian pada satu sisi permukaan diolesi *wax mold release* secara merata dan tipis, pemberian *wax mold release* bertujuan agar *resin* tidak lengket ke permukaan kaca pada saat pencetakan produk.
4. Lilin mainan dibentuk persegi panjang dengan menggunakan rol hingga panjangnya mencapai  $\pm 40$  cm, seperti pada gambar 4.3, kemudian dipotong memanjang menjadi empat bagian. Pemberian lilin mainan bertujuan agar *resin* tidak keluar dari cetakan.



Gambar 4.3 Lilin mainan

5. Lilin mainan yang telah dibagi menjadi empat bagian kemudian ditempelkan pada lembaran kaca yang telah diolesi *wax mold releasa* dengan cara ditekan secara perlahan-lahan, lihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Cetakan

#### 4.1.4 Proses Pencetakan Rami

Proses pencetakan serat rami dilakukan beberapa tahap antara lain sebagai berikut :

1. Serat rami dipotong-potong secara acak kemudian diletakan didalam cetakan secara merata, lihat pada gambar 4.5.



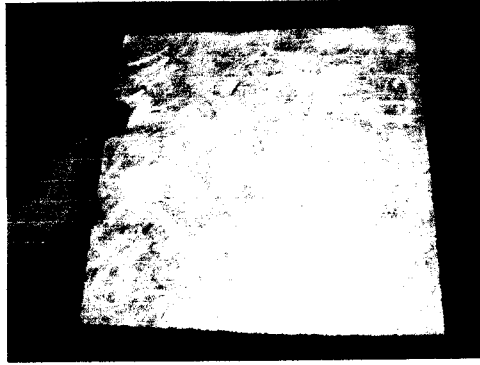
Gambar 4.5 Peletakan rami dalam cetakan

2. Membuat adonan *resin* dan katalis dengan perbandingan 100 ml *resin* dan 1 ml katalis.
3. Hasil adonan *resin* dan katalis dituang ke dalam cetakan kemudian ditutup dengan menggunakan kaca lalu diberi tekanan hingga didapat ketebalan  $\pm 3$  mm, setelah itu tekanan dihentikan. Dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Pencetakan rami

4. Setelah dibiarkan selama  $\pm 9$  jam rami dapat dilepaskan dari cetakan.
5. Setelah dilepaskan dari cetakan kemudian lembaran rami dipotong dengan ukuran, panjang 30 cm dan lebar 30 cm, dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Lembaran rami

#### 4.1.5 Proses Pencetakan Produk

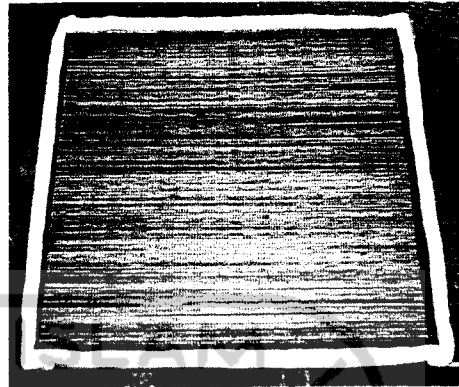
Proses pencetakan produk dilakukan beberapa tahap antara lain sebagai berikut:

1. Hasil tenunan lidi kelapa yang telah dipotong kemudian ditempelkan diatas *plywood*/lembaran rami yang juga telah dipotong, dengan menggunakan lem fox putih, pengeleman lidi kelapa dilakukan secara memanjang dan berlawanan dengan arah alur lidi kelapa, ini bertujuan agar semua lebar lidi kelapa mengenai lem fox putih meskipun pengeleman tidak dilakukan seluruh permukaan *plywood*/lembaran rami. Sesaat setelah ditempelkan kemudian langsung di atasnya diberikan beban dan dibiarkan  $\pm 20$  menit agar tenunan lidi kelapa dapat merekat dengan baik pada *plywood*/lembaran rami, dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Hasil proses penempelan

2. Hasil penempelan tenunan lidi kelapa pada *plywood*/lembaran rami kemudian diletakan didalam cetakan dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Peletakan dalam cetakan

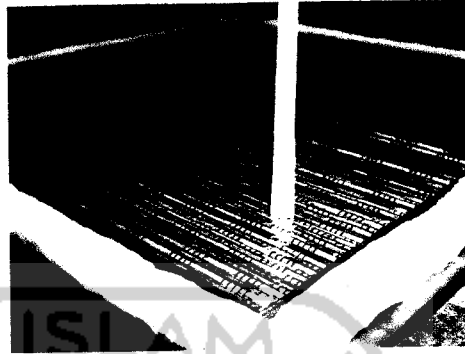
3. Membuat adonan *resin* dan katalis dengan perbandingan 100 ml *resin* dan 1 ml katalis, dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Proses pencampuran adonan *resin* dan katalis

4. Hasil adonan *resin* dan katalis dituang kedalam cetakan yang telah diletakan tenunan lidi kelapa, penuangan adonan dilakukan secara perlahan hingga menyeluruh sambil dilakukan penekanan-penekanan kecil dengan menggunakan kayu, dapat dilihat pada gambar 4.11.

Penekanan ini bertujuan agar udara yang masih terperangkap pada sela-sela tenunan lidi kelapa dapat keluar kepermukaan, sehingga *resin* dapat memenuhi sela-sela sempit tenunan lidi kelapa dengan baik.



Gambar 4.11 Proses penuangan *resin* pada cetakan

5. Setelah dibiarkan selama  $\pm 9$  jam produk dapat dilepaskan dari cetakan, pertama terlebih dahulu melepaskan lilin mainan secara perlahan pada sisi-sisi produk dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Proses pelepasan produk

6. Setelah produk dilepaskan kemudian masuk proses pencetakan *layer* berikutnya yang terletak dibagian belakang lembaran hasil pencetakan pertama, proses pencetakan kembali pada tahap 1-5. Yang membedakan dalam proses ini adalah penempelan tenunan lidi kelapa yang berlawanan arah pada tenunan lidi kelapa yang pertama. Untuk

permukaan rata menghabiskan *resin*  $\pm 700$  gr dan permukaan kasar menghabiskan *resin*  $\pm 300$  gr.

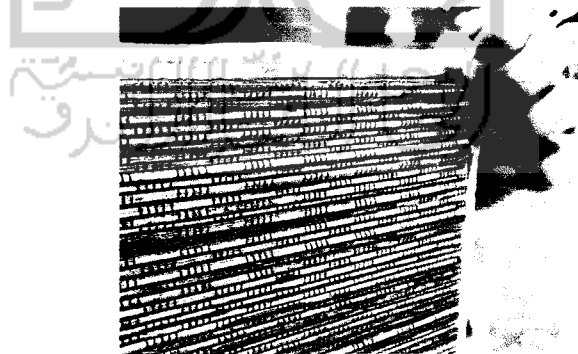
7. Untuk produk yang menggunakan lembaran rami tidak lagi menggunakan *plywood* , untuk produk permukaan rata dengan menggunakan serat rami menghabiskan *resin*  $\pm 900$ gr

#### 4.1.6 Proses *Finishing*

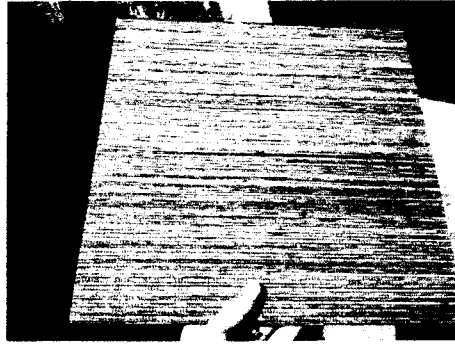
Selama pembuatan terdapat beberapa hal yang menyebabkan kurang sempurnanya produk yang terbentuk setelah dilepaskan dari cetakannya oleh kerena itu perlu dilakukan *finishing* guna mengurangi ketidak sempurnaan yang terjadi. Selain itu proses *finishing* juga untuk menyempurnakan hasil akhir dari produk yang dibuat. Dapat dilihat pada gambar 4.13 dan 4.14.

Setelah proses *finishing* didapat berat bersih pada masing-masing produk dengan luas produk 90 cm<sup>2</sup> antara lain:

- a. Produk permukaan kasar 580 gr  
Maka di dapat berat tiap cm<sup>2</sup> adalah 6,44 gr/cm<sup>2</sup>
- b. Produk permukaan rata 980 gr/cm<sup>2</sup>  
Maka di dapat berat tiap cm<sup>2</sup> adalah 10,88 gr/cm<sup>2</sup>
- c. Produk permukaan rata dengan menggunakan serat rami 1150 gr  
Maka di dapat berat tiap cm<sup>2</sup> adalah 12,77 gr/cm<sup>2</sup>



Gambar 4.13 Benda produk sebelum di-*finishing*



Gambar 4.14 Benda produk setelah di-finishing

## 4.2 Hasil Pengujian Nyala Api

### 1. Kemampuan bakar panel ( $\Delta W$ )

Tabel 4.1 Hasil perhitungan ( $\Delta W$ )

| Panel | W <sub>1</sub><br>(gram) | W <sub>2</sub><br>(gram) | $\Delta W$<br>(gram) |
|-------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| A     | 63,94                    | 63,89                    | 0,05                 |
| B     | 107,86                   | 107,80                   | 0,06                 |
| C     | 126,95                   | 126,87                   | 0,06                 |

Keterangan :

- Panel A : Produk permukaan kasar
- Panel B : Produk permukaan rata
- Panel C : Produk permukaan rata dengan menggunakan serat rami

- Dilihat pada tabel 4.1, dapat disimpulkan bahwa setiap panel akan mengalami perbedaan berat yang dikarenakan oleh banyak masa panel yang hilang (terbakar) dalam waktu tertentu, perbedaan berat yang terjadi pada setiap panel tidak menunjukkan selisih berat yang jauh.

## 2. Heat Release (HR)

Tabel 4.2 Hasil perhitungan (HR)

| Panel | T <sub>0</sub><br>(°C) | T <sub>1</sub><br>(°C) | Waktu<br>Penyalaaan<br>( detik ) | ( HR )<br>(%) |
|-------|------------------------|------------------------|----------------------------------|---------------|
| A     | 100                    | 52                     | 64                               | 48            |
| B     | 100                    | 72                     | 62                               | 28            |
| C     | 100                    | 74                     | 61                               | 26            |

Keterangan :

- Panel A : Produk permukaan kasar
  - Panel B : Produk permukaan rata
  - Panel C : Produk permukaan rata dengan menggunakan serat rami
- Dilihat pada tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa panel A lebih cepat dalam meredam panas setelah api dimatikan dibandingkan dengan panel B dan C. Tetapi pada panel A lidi kelapa ikut terbakar sedangkan pada panel B dan C lidi kelapa masih terlindungi oleh *resin*. Jadi dapat dikatakan dengan menggunakan *resin* yang sedikit akan mempercepat laju pendinginan tetapi struktur lidi kelapa ikut terbakar sedangkan penggunaan resin yang banyak akan memperlambat laju pendinginan tetapi struktur lidi masih terlindungi.

### 3. Waktu kemampuan redam panas dan kembali pada suhu ruangan ( $\Delta t$ )

Tabel 4.3 Hasil perhitungan ( $\Delta t$ )

| <b>Panel</b> | <b>t1</b><br>(detik) | <b>t2</b><br>(detik) | <b><math>\Delta t</math></b><br>(detik) |
|--------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------------|
| <b>A</b>     | 64                   | 181                  | 117                                     |
| <b>B</b>     | 62                   | 180,4                | 118,4                                   |
| <b>C</b>     | 61                   | 180,5                | 119,5                                   |

Keterangan :

- Panel A : Produk permukaan kasar
  - Panel B : Produk permukaan rata
  - Panel C : Produk permukaan rata dengan menggunakan serat rami
- Dilihat pada tabel 4.3 dapat disimpulkan pada panel A lebih cepat didalam melepaskan panas dibandingkan panel B dan C, selisih perbedaan waktu setiap panel tidak terlalu jauh.

## 4.3 Kesalahan-kesalahan Pada Proses Pembuatan Produk

### 4.3.1 Pemotongan Hasil Tenunan Lidi Kelapa

Dalam pemotongan hasil tenunan lidi kelapa yang sesuai dengan pola terdapat kesulitan-kesulitan dikarenakan beberapa hal antara lain:

1. Kurang tepat dalam memberikan ukuran yang sesuai dengan pola yang telah dibuat, ini dikarenakan hasil tenunan lidi kelapa sedikit menimbulkan sifat *elastisitas* pada arah susunan lidi kelapa. Untuk mengatasi hal tersebut dengan cara memberi toleransi  $\pm 2$  mm pada saat pengukuran.
2. Tenunan lidi kelapa yang telah diberi ukuran yang sesuai dengan pola tidak dapat langsung dipotong karena akan mengakibatkan lidi-lidi kelapa akan terlepas dari rangkayan tenunan. Untuk mengatasinya

dengan cara memberikan lem pada bagian yang akan kita potong, lem ini berfungsi sebagai pengunci anyaman.

#### 4.3.2 Penempelan Lilin Mainan

Dalam penempelan lilin mainan perlu diperhatikan hal-hal yang berkaitan dengannya, pertama dari segi jenis lilin mainan, kedua alat yang digunakan untuk memipihkan sampai pada ketebalan yang diinginkan, ketiga alat yang digunakan untuk pemotongan, keempat dari segi penempelan pada cetakan. Lilin mainan yang kurang baik akan menyebabkan sukar untuk di bentuk dengan menggunakan alat-alat yang sangat sederhana. Sedangkan peralatan potong yang kurang baik dan kurang mahirnya dalam penggunaan alat juga menyebabkan hasil potongan tidak lurus dan halus serta penempelan lilin mainan pada kaca cetakan haruslah benar-benar rapat sehingga tidak menimbulkan rembesan cairan *resin* pada saat pencetakan.

#### 4.3.3 Penuangan Bahan Produk *Resin*

Bahan *resin* merupakan material produk yang sangat keras dan tidak mudah pecah, mudah dituang karena cair dan memenuhi ruang sehingga sangat cocok sebagai bahan pembuatan produk koposit hibrida lidi kelapa, namun perlu memperhatikan hal-hal berikut :

1. Campuran *resin* dan katalis harus tepat supaya cocok digunakan untuk bahan pengisi dengan pencetak.
2. Campuran katalis yang terlalu sedikit menyebabkan *resin* terlalu lama proses pengerasannya, sedangkan campuran katalis yang terlalu banyak akan menyebabkan getas walaupun *resin* sangat cepat proses pengerasannya.
3. *Resin* cair mudah merembes saat dituang pada saat pencetakan melalui celah penempelan lilin mainan.

Dari pengalaman penelitian diatas maka dapat diketahui berbagai cara untuk mengatasi kendala-kendala tersebut sebagai berikut:

1. Campuran standar untuk bahan produk (*resin*) supaya menyerap pada sela-sela tenunan dan *resin* tidak terlalu lama mengeras adalah perbandingan resin dan katalis = 100 ml : 1 ml.
2. Dengan memperhatikan penempelan lilin mainan secara baik, akan menghindari rembesan cairan *resin* pada pencetakan tiap *layer*.

#### 4.3.4 Pengujian

Didalam pengujian terdapat kesulitan dan kurang akuratnya pengamatan yang disebabkan oleh alat-alat yang digunakan sangatlah sederhana seperti :

1. Penggunaan *Stopwatch* secara manual.
2. Pembacaan dan penggunaan *thermometer* secara manual.
3. Alat pembakaran panel masih sangat sederhana.

Tetapi semua kesalahan dapat diminimalisir dengan melakukan pengujian secara hati-hati dan teliti.

#### 4.4 Kelebihan dan Kekurangan Produk

Kelebihan dan kekurangan produk dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Kelebihan dan kekurangan produk

| Produk          | Kelebihan                                                                                                                                                                                                                                                                             | Kekurangan                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Permukaan kasar | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebih ringan</li> <li>• Hemat dalam penggunaan <i>resin</i></li> <li>• Struktur permukaan timbul</li> <li>• Cepat dingin jika terbakar</li> <li>• Tahan terhadap air</li> <li>• Tahan terhadap rayap</li> <li>• Mudah dibersihkan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulit menemukan takaran <i>resin</i> yang pas</li> <li>• <i>Resin</i> yang melapisi lidi kelapa tipis</li> <li>• Tidak tahan terhadap api</li> <li>• Susah untuk dipotong</li> </ul> |

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Permukaan rata                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permukaan rata dan mengkilat</li> <li>• Tahan terhadap air</li> <li>• Tahan terhadap rayap</li> <li>• Mudah dibersihkan</li> <li>• Lidi kelapa terlindungi <i>resin</i> yang tebal</li> <li>• Penakaran <i>resin</i> tidak sulit</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebih berat dibandingkan produk permukaan kasar</li> <li>• Tidak tahan terhadap api</li> <li>• Boros dalam penggunaan <i>resin</i></li> <li>• Struktur tidak tampak natural</li> <li>• Susah untuk dipotong</li> </ul>                                |
| Permukaan rata dengan menggunakan serat rami | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permukaan rata dan mengkilat</li> <li>• Tahan terhadap air</li> <li>• Tahan terhadap rayap</li> <li>• Mudah dibersihkan</li> <li>• Lidi kelapa terlindungi <i>resin</i> yang tebal</li> </ul>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebih berat dibandingkan produk permukaan rata</li> <li>• Boros dalam penggunaan <i>resin</i></li> <li>• Sulit pada proses pencetakan</li> <li>• Tidak tahan terhadap api</li> <li>• Biaya pembuatan mahal</li> <li>• Susah untuk dipotong</li> </ul> |



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Pembuatan produk dengan menggunakan *plywood* sebagai *core* lebih hemat didalam penggunaan *resin* dibandingkan dengan menggunakan serat rami sebagai *core*.
2. Proses pembuatan produk komposit hibrida lidi kelapa dapat dibuat dengan metode *hand lay-up*.
3. Secara teknis kunci dari aplikasi metode *hand lay-up* dalam pembuatan produk komposit hibrida lidi kelapa adalah dengan menemukan perbandingan campuran *resin* dan katalis yang tepat sebagai pengikat.
4. Kualitas ketahanan api pada produk tergantung pada jenis resin yang digunakan.

#### 5.2 Saran

- a. Perlu untuk memperhatikan didalam membuat cetakan agar benar-benar akurat ketepatan dimensinya.
- b. Didalam proses pembuatan produk untuk lebih memperhatikan jenis *resin* yang akan digunakan.
- c. Kekuatan dan keuletan produk harus diteliti lebih lanjut supaya tidak mudah patah dan pecah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Discover the new Gurit Magazin., 2007, *Guide to Composites Manufacturing*.  
<http://www.netcomposites.com/education.asp>. (Accessed 08/05/2007)
- Hadi, B.K., 2000, *Mekanika Struktur Komposit*. Direktorat Pembinaan penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.
- Paul, E., & Black, T., 1997, *Materials and Processes in Manufacturing*. United States of America.
- Poerwanti., & Soeprijono, P., 1974, *Serat – Serat Takstil*. Institut Teknologi Tekstil Bandung.
- Schwartz, M.M., 1984, *Composite Material Handbook*. McGraw-Hill Book Company.
- SNI 03-1740-1989. Metode Pengujian Bakar Bahan Bangunan Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Rumah dan Gedung.
- SNI 03-1739-1989. Cara Uji Bakar Api Pada Permukaan Bahan Bangunan Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Rumah dan Gedung.
- Tata, S., & Saito, S., 1999, *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta, Pradnya Paramita.
- Winarni, C., & Gusti, I., 1978, *Pengetahuan Bahan Tekstil 1*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.
- Yulian, A., Offi, A., Heri, K., 2006, *Komposit Laminat Bambu Serat Woven Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Fiber Glass Pada Kulit Kapal*. Teknik Material, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.  
<http://www.kemahasiswaan.its.ac.id> (Accessed 25/03/2007)

## Lampiran 1

### DAFTAR PERALATAN YANG DIGUNAKAN

| No | Nama Barang      | Jumlah    | Harga Satuan              | Keterangan                |
|----|------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|
| 1  | Kaca             | 2 buah    | Rp 40.000,00              | Pencetak produk           |
| 2  | Gelas ukur       | 1 buah    | Rp 10.000,00              | Pengukur resin            |
| 3  | Pipet kaca       | 1 buah    | Rp 1.000,00               | Pengukur katalis          |
| 4  | Gelas plastic    | 2 buah    | Rp 2.000,00               | Wadah pengaduk            |
| 5  | Pisau            | 1 buah    | Rp 5.000,00               | Pemotongan lidi           |
| 6  | Cutter           | 1 buah    | Rp 75.000,00              | Pemotongan tenunan        |
| 7  | Lem alteco       | 2 buah    | Rp 3.500,00               | Super alteco              |
| 8  | Lem fox          | 400 gr    | Rp 10.000,00              | Fox putih                 |
| 9  | Kuas cat besar   | 2 buah    | Rp 7.000,00               | Meratakan resin           |
| 10 | Kuas cat kecil   | 2 buah    | Rp 4.000,00               | Meratakan cat             |
| 11 | Kape             | 1 buah    | Rp 3.000,00               | Perata permukaan          |
| 12 | Gergaji kayu     | 1 buah    | Rp 20.000,00              | Pemotongan <i>plywood</i> |
| 13 | Amplas 1000      | 1 buah    | Rp 1.200,00               | Penghalus produk          |
| 14 | Amplas 60        | 1 buah    | Rp 1.200,00               | Penghalus produk          |
| 15 | Grinda listrik*) | 1 buah    | Rp 1.000.000,00           | Penghalus produk          |
| 16 | Sarung tangan    | 2 buah    | Rp 6.000,00               | Sarung tangan             |
| 17 | Spidol           | 1 buah    | Rp 1.500,00               | Membuat pola              |
| 18 | Obeng minus      | 1 buah    | Rp 2.000,00               | Pencongel                 |
| 19 | Lem tembak       | 1 buah    | Rp 10.000,00              | Pengeleman lidi           |
| 20 | Give stick       | 1 bungkus | Rp 5.000,00               | Isi lem tembak            |
| 21 | Palu karet       | 1 buah    | Rp 7.000,00               | Palu karet                |
| 22 | Kikir            | 1 buah    | Rp 15.000,00              | Penghalus produk          |
|    | <b>Jumlah</b>    |           | <b>Rp 1.229.400,00**)</b> |                           |

\*) Hanya digunakan apabila diperlukan untuk proses yang cepat

\*\*) Jumlah harga tergantung merk, pasar dan banyak kebutuhan

### DAFTAR BAHAN PRODUK YANG DIGUNAKAN

| No | Nama Barang                         | Jumlah    | Harga satuan            | Keterangan     |
|----|-------------------------------------|-----------|-------------------------|----------------|
| 1  | Resin                               | 1 kg      | Rp 21.000,00            | Bahan produk   |
| 2  | Katalis                             | 1 liter   | Rp 150.000,00           | Campuran resin |
| 3  | Cat melamine                        | 1 liter   | Rp 30.000,00            | Cat            |
| 4  | Papan triplex (plywood) (240x120)cm | 1 lembar  | Rp 27.000,00            | Bahan produk   |
| 5  | Lilin mainan*)                      | 1 bungkus | Rp 7.000,00             | Pembatas       |
| 6  | Mirror glaze                        | 311 gr    | Rp 60.000,00            | Pelicin        |
| 7  | Tenunan lidi kelapa                 | 1 meter   | Rp 5.000,00             | Bahan produk   |
| 8  | Rami                                | 500 gr    | Rp 5.000,00             | Bahan produk   |
|    | <b>Jumlah</b>                       |           | <b>Rp 305.000,00**)</b> |                |

\*) Bisa didaur ulang.

\*\*) Jumlah harga tergantung pada merk, pasar dan kebutuhan.

### DAFTAR BAHAN YANG DIGUNAKAN UNTUK SATU PRODUK

#### A. Untuk produk permukaan rata

| No | Nama Barang                   | Jumlah   | Harga                 | Keterangan   |
|----|-------------------------------|----------|-----------------------|--------------|
| 1  | Resin                         | 700 gr   | Rp 14.700,00          | Kurang lebih |
| 2  | Katalis                       | 7 ml     | Rp 1.050,00           | Kurang lebih |
| 3  | Plywood (30x30)cm             | 1 lembar | Rp 850,00             | -            |
| 4  | Tenunan lidi kelapa (30x30)cm | 2 lembar | Rp 3.000,00           | -            |
| 5  | Mirror glaze                  | 2 gr     | Rp 300,00             | Kurang lebih |
| 6  | Cat melamine                  | 20 ml    | Rp 600,00             | Kurang lebih |
|    | <b>Jumlah</b>                 |          | <b>Rp 20.500,00*)</b> |              |

\*) Jumlah harga tergantung banyak bahan yang digunakan.

#### B. Untuk produk permukaan rata dengan menggunakan serat rami

| No | Nama Barang                   | Jumlah   | Harga                 | Keterangan   |
|----|-------------------------------|----------|-----------------------|--------------|
| 1  | Resin                         | 900 gr   | Rp 18.900,00          | Kurang lebih |
| 2  | Katalis                       | 9 ml     | Rp 1.350,00           | Kurang lebih |
| 3  | Rami                          | 100 gr   | Rp 1.000,00           | Kurang lebih |
| 4  | Tenunan lidi kelapa (30x30)cm | 2 lembar | Rp 3.000,00           | -            |
| 5  | Mirror glaze                  | 2 gr     | Rp 300,00             | Kurang lebih |
| 6  | Cat melamine                  | 20 ml    | Rp 600,00             | Kurang lebih |
|    | <b>Jumlah</b>                 |          | <b>Rp 25.150,00*)</b> |              |

\*) Jumlah harga tergantung banyak bahan yang digunakan.

**C. Untuk produk permukaan kasar**

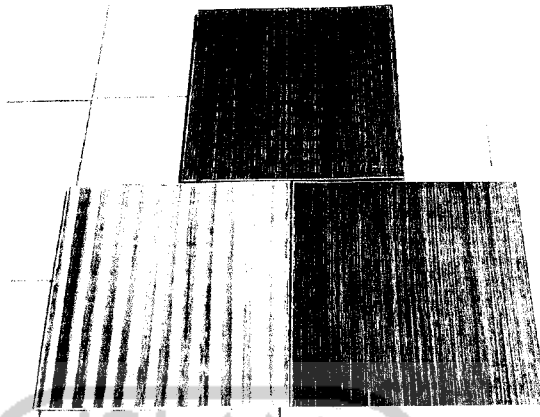
| No | Nama Barang                   | Jumlah   | Harga                 | Keterangan   |
|----|-------------------------------|----------|-----------------------|--------------|
| 1  | Resin                         | 300 gr   | Rp 6.300,00           | Kurang lebih |
| 2  | Katalis                       | 3 ml     | Rp 450,00             | Kurang lebih |
| 3  | Plywood (30x30)cm             | 1 lembar | Rp 850,00             | -            |
| 4  | Tenunan lidi kelapa (30x30)cm | 2 lembar | Rp 3.000,00           | -            |
| 5  | Mirror glaze                  | 2 gr     | Rp 300,00             | Kurang lebih |
| 6  | Cat melamine                  | 20 ml    | Rp 600,00             | Kurang lebih |
|    | <b>Jumlah</b>                 |          | <b>Rp 12.500,00*)</b> |              |

\*) Jumlah harga tergantung banyak bahan yang digunakan

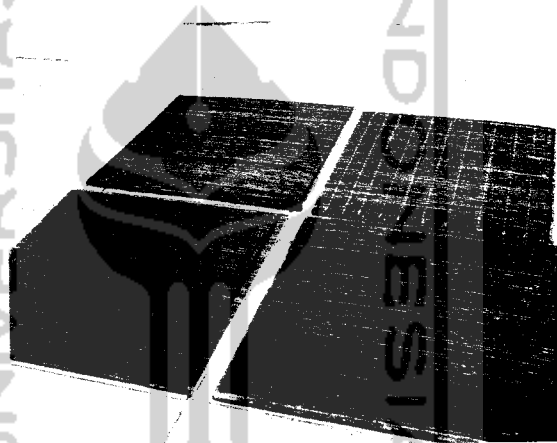


Lampiran 2

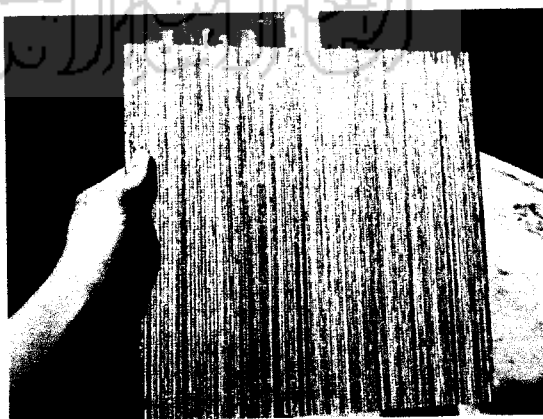
**Gambar Produk**



Produk permukaan rata



Produk permukaan rata dengan menggunakan serat rami



Produk permukaan kasar

### Lampiran 3

**Tabel. Ketahanan panas polimer (kontinu)**

| Polimer                                                    | Ketahanan panas ( °C ) |
|------------------------------------------------------------|------------------------|
| Polietilen (masa jenis rendah)                             | 80 – 100               |
| Polietilen (masa jenis medium)                             | 105 – 120              |
| Polistiren                                                 | 65 – 75                |
| ABS (tanah impak)                                          | 75 –                   |
| ABS (tahan panas)                                          | 85 –                   |
| Polivinil klorida                                          | 65 – 75                |
| Polivinil klorid (dengan pemlastis)                        | 65 – 75                |
| Resin fenol (diisi dengan serat gelas)                     | 150                    |
| Resin melamin (diisi dengan $\alpha$ -selulosa)            | 100                    |
| Resin melamin (diisi dengan asbes)                         | 160                    |
| Resin urea                                                 | 75                     |
| Resin epoksi (tanpa pengisi) (diukur dengan amin)          | 90                     |
| Resin epoksi (tanpa pengisi) (diukur dengan asam anhidrid) | 130                    |
| Resin poliester (tanpa pengisi)                            | 120                    |
| Resin poliester (diisi komponen penguat) (coran)           | 160                    |
| Resin fenol (diisi dengan bubuk kayu)                      | 115                    |
| Resin fenol ( diisi dengan asbes)                          | 150                    |
| Polikarbonat                                               | 120                    |
| Poliamid (nilon 66)                                        | 88                     |
| Polimetil metakrilat                                       | 60 – 85                |

(Tata,1999)

#### Lampiran 4

**Tabel. Ketahanan Api Komponen Struktur Beton Pratekan**

| Jenis<br>Komponen                                                                   | Ketahanan Api (Jam) |         |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------|--------|
|                                                                                     | 3 Jam               | 2 Jam   | ½      |
| Tebal total minimum penutup beton pada tulangan pratekan Lantai Beton Pratekan (cm) | 5 cm                | 4 cm    | 1,5 cm |
| Tebal total minimum penutup beton pada tulangan pratekan Balok Beton Pratekan (cm)  | 8,5 cm              | 6,5 cm  | 2,5 cm |
| Tebal minimum lantai beton pratekan (cm)                                            | 15 cm               | 12,5 cm | 8 cm   |
| Tebal minimum balok beton pratekan (cm)                                             | 24 cm               | 18 cm   | 8 cm   |

[UU.Bangunan Gedung No.28 Tahun 2002]

**Tabel. Ketahanan Api Komponen Struktur Baja**

| Jenis<br>Komponen                                                                     | Ketahanan Api (jam) |        |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|--------|
|                                                                                       | 3 jam               | 2 Jam  | ½      |
| Tebal total minimum lapisan beton bertulang, tidak memikul beban pada balok baja (cm) | 6,3 cm              | 2,5 cm | 2,5 cm |
| Tebal total minimum lapisan beton bertulang, memikul beban pada balok baja (cm)       | 7,5 cm              | 5 cm   | 5 cm   |
| Tebal total minimum lapisan beton bertulang, tidak memikul beban pada kolom baja (cm) | 5 cm                | 2,5 cm | 2,5 cm |
| Tebal total minimum lapisan beton bertulang, memikul beban pada kolom baja (cm)       | 7,5 cm              | 5 cm   | 5 cm   |

[UU.Bangunan Gedung No.28 Tahun 2002]

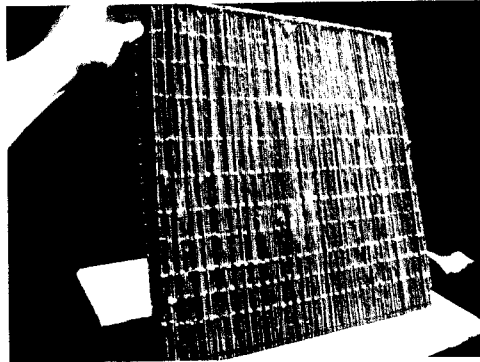
**Tabel. Ketahanan Api Komponen Struktur Bata merah, Batako, Bata beton dan Kayu**

| Jenis<br>Komponen                                                                                                                                                                                               | Ketahanan Api<br>(Jam) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Struktur Bata merah, tebal 11 cm                                                                                                                                                                                | 2                      |
| Struktur Batako dan Bata beton, tebal 10 cm                                                                                                                                                                     | 2                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Struktur komponen dinding rangka kayu dengan penutup asbes semen, tebal 12 mm</li> <li>Struktur komponen lantai kayu, dengan langit2 asbes semen, tebal 12 mm</li> </ul> | ½                      |

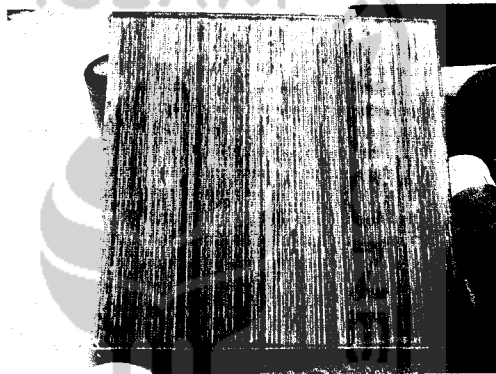
[UU.Bangunan Gedung No.28 Tahun 2002]

Lampiran 5

**Gambar Produk Gagal**



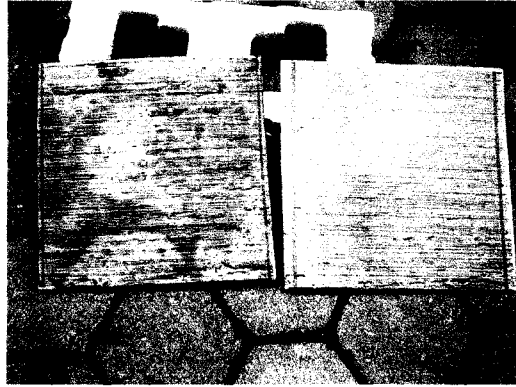
Lidi kelapa tanpa *core*



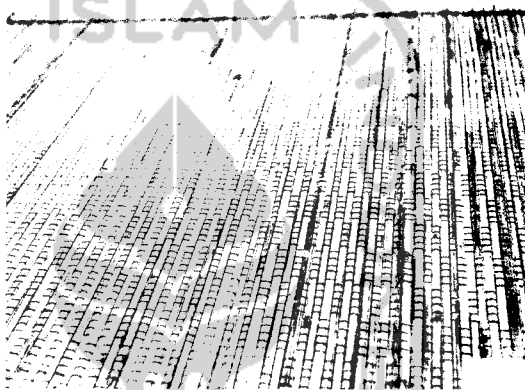
*Resin* lengket pada cetakan karena menggunakan minyak goreng sebagai anti lengket



Rami lengket pada cetakan saat pencetakan karena menggunakan oli bekas sebagai anti lengket



Permukaan produk melengkung dikarenakan langsung dijemur pada panas matahari sebelum mengeras



Banyak gelembung udara pada produk dikarenakan lidi kelapa tidak dijemur terlebih dahulu sebelum dicetak



Produk dengan perbandingan resin dan katalis  
100ml : 5ml