

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada zaman yang semakin berkembang ini, industri manufaktur mengalami perkembangan yang sangat pesat. Kebutuhan akan material dibidang tersebut juga semakin meningkat. Bahan dengan karakteristik-karakteristik tertentu seperti kekuatan, keuletan, dan sifat mekanik lainnya sesuai kebutuhan sangat dicari. Berbagai jenis bahan telah banyak dikembangkan dan juga diteliti demi mendapatkan material bahan baru, tepat guna dan ramah lingkungan. Salah satu bahan yang sekarang ini banyak diteliti dan dikembangkan yaitu material bahan komposit.

Material komposit adalah material yang sangat penting karena mempunyai sifat-sifat yang khusus. Sifat-sifat tersebut diantaranya adalah kekuatannya, ringan, tidak terkorosi serta usia fatik yang lebih baik dibanding bahan konvensional lainnya.

Seiring dengan inovasi yang dilakukan dalam bidang material serat alam dijadikan sebagai bahan penguat komposit. Suatu material komposit pada umumnya diperkuat oleh serat, dimana serat sangat mempengaruhi dan menentukan kekuatan dari komposit tersebut. Bahan serat tersebut dapat diperoleh dari bahan alam dan non alam. Serat alam merupakan serat yang diperoleh dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui seperti serat kayu, serat tandan buah kelapa sawit, serat rami, serat sisal, serat bambu, serat pisang dan lain sebagainya. Sedangkan serat buatan (*sintetis*) diperoleh dari proses kimia seperti serat boron, serat karbon atau serat grafit, serat gelas, serat alumina, serat aramid, dan serat silikon karbida.

Dalam penelitian ini penulis meneliti tentang material komposit yang diperkuat serat pohon aren (ijuk) dengan bahan pengikat *resin polyester*. Dimana resin polimer memiliki sifat bahan pengikat (*matriks*) yang baik dan merupakan pilihan yang paling ekonomis, serta mudah diperoleh dan lebih sering digunakan dibandingkan dengan resin lainnya.

### 1.2 Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Salah satu karakteristik utama yang diperlukan dari sebuah kekuatan tarik komposit adalah Bahan dengan karakteristik-karakteristik tertentu seperti kekuatan, keuletan, dan sifat mekanik lainnya
2. Melakukan pengujian spesimen dengan uji tarik dan uji keras
3. Menganalisa data-data hasil pengujian.
4. Membuat kesimpulan dan saran.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Mengetahui kekuatan mekanis, berupa tarik dan keras dari bahan *resin polyester* yang diperkuat serat serat pohon aren ( Ijuk ).

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah bagi peneliti ini berguna untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang material komposit.

### **1.5 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah.

1. Bahan penguat dari komposit sebagai spesimen adalah serat pohon aren (Ijuk).
2. Pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian kekuatan tarik dan kekasaran pada komposit yang diperkuat dengan serat pohon aren ( Ijuk ).
3. *Resin* yang akan digunakan adalah *resin jenis resin polyester*, yaitu *resin polyester*.
4. Bahan pengisi komposit sebagai spesimen adalah serat ijuk dengan orientasi acak, memanjang dan lurus pendek-pendek.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan yang digunakan oleh penulis dalam penyusunan tugas akhir ini :

## **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang yang menentukan pengambilan penelitian dan dilanjutkan dengan tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi ini.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan tentang ulasan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian skripsi ini baik dari pun teori penunjang lainnya. Dasar teori didapatkan dari berbagai sumber, diantaranya berasal dari: buku - buku pedoman, jurnal, *paper*, tugas akhir, *e-book*, dan *e-news*.

## **BAB III METEDOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan penulisan skripsi. Pada bab ini juga akan dibahas mengenai langkah-langkah penelitian, pengolahan, dan analisa data yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dari topik yang diangkat.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini akan menjelaskan hasil yang didapat dari hasil percobaan yang diperoleh dari hasil uji langsung di lapangan dan hasil penganalisaan data.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari semua penelitian yang telah dilakukan dan saran yang mendukung kedepannya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **BAB II**

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Serat Ijuk Aren**

Serat ijuk adalah serat alam yang mungkin hanya sebagian orang mengetahui kalau serat ini sangatlah istimewa dibandingkan serat alam lainnya. Serat berwarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan diantaranya :

- a. Tahan lama, Bahwa serat ijuk aren mampu tahan lama dan tidak mudah terurai.
- b. Tahan terhadap asam dan garam air laut, Serat ijuk merupakan salah satu serat yang tahan terhadap asam dan garam air laut, salah satu bentuk pengolahan dari serat ijuk adalah tali ijuk yang telah digunakan oleh nenek moyang kita untuk mengikat berbagai peralatan nelayan laut.
- c. Mencegah penembusan rayap tanah. Serat ijuk aren sering digunakan sebagai bahan pembungkus pangkal kayu-kayu bangunan yang ditanam dalam tanah untuk memperlambat pelapukan kayu dan mencegah serangan rayap.



Gambar 2.1. Serat ijuk

Keunggulan komposit serat ijuk dibandingkan dengan serat gelas adalah komposit serat ijuk lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami dan harganya pun lebih murah bila dibandingkan serat lain seperti serat gelas. Sedangkan serat gelas sukar terdegradasi secara alami. Selain itu serat gelas juga menghasilkan gas CO dan debu yang berbahaya bagi kesehatan jika serat gelas didaur ulang, sehingga perlu adanya bahan alternatif pengganti serat gelas tersebut. Dalam industri manufaktur dibutuhkan material yang memiliki sifat-sifat yang khusus dan khas yang sulit didapat dari material lain seperti logam.



Gambar 2.2. Pohon Aren

Serat ijuk adalah serat alam yang berasal dari pohon aren. dilihat dari bentuk, pada umumnya bentuk serat alam tidaklah homogen. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan dan pembentukan serat tersebut tergantung pada lingkungan alam dan musim tempat serat tersebut tumbuh. Aplikasi serat ijuk masih dilakukan secara tradisional, diantaranya digunakan sebagai bahan tali menali, pembungkus pangkal kayu bangunan yang ditanam dalam tanah untuk mencegah serangan rayap, penahan getaran pada rumah adat karo, dan saringan air. Kegunaan tersebut didukung oleh sifat ijuk yang elastis, keras, tahan air, dan sulit dicerna oleh organisme perusak.

## 2.2 Komposit

Komposit adalah penggabungan dari bahan yang dipilih berdasarkan kombinasi sifat fisik masing – masing material penyusun untuk menghasilkan material baru dengan sifat baru dan unik dibandingkan dengan sifat material dasar sebelum dicampur dan terjadi ikatan permukaan antara masing – masing material penyusun.

Material komposit terdiri dari dua bagian utama yaitu matriks dan penguat (*reinforcement*). Pada desain struktur dilakukan pemilihan matriks dan penguat hal ini dilakukan untuk memastikan kemampuan material sesuai produk yang dihasilkan.

Matriks, umumnya mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah. Secara garis besar ada 3 macam komposit berdasarkan penguat yang digunakan, yaitu :

1. *Fibrous Composite* (Komposit Serat). Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lapisan laminat atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat / *fiber*. *Fiber* yang digunakan bisa berupa *glass fibers*, *carbon fibers*, *aramid fibers (poly aramide)*, dan sebagainya. *Fiber* ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.
2. *Laminated Composite* (Komposit Laminat). Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.
3. *Particulate Composite* (Komposit Partikel). Merupakan komposit yang menggunakan serat sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

Sehingga komposit dapat disimpulkan sebagai dua macam atau lebih material yang digabungkan atau dikombinasikan dalam skala makroskopis (dapat terlihat langsung oleh mata) sehingga menjadi material baru yang lebih berguna. Komposit terdiri dari 2 bagian utama yaitu :

1. Matriks berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung *filler* (pengisi) dari kerusakan eksternal. Matriks yang umum digunakan : *carbon*, *glass*, *kevlar*, *dll*
2. *Filler* (pengisi), berfungsi sebagai Penguat dari matriks. *Filler* yang umum digunakan : *carbon*, *glass*, *aramid*, *kevlar*.

### 2.3 Klasifikasi Bahan Komposit

Klasifikasi bahan komposit dapat dibentuk dari sifat dan strukturnya. Bahan komposit dapat diklasifikasikan kedalam beberapa jenis. Secara umum klasifikasi komposit yang sering digunakan antara lain seperti :

1. Klasifikasi menurut kombinasi material utama, seperti *metal-organic* atau metal *anorganic*.
2. Klasifikasi menurut karakteristik *built-from*, seperti system matrik atau *laminat*.
3. Klasifikasi menurut instribusi unsur pokok, seperti *continous* dan *dicontinuous*.
4. Klasifikasi menurut fungsinya, seperti elektrik atau structural (*Schwartz,1984*)

Sedangkan klasifikasi menurut komposit serat (*fiber-matrik composites*) dibedakan menjadi beberapa macam antara lain :

1. *Fiber composite* (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik
2. *Filled composite* adalah gabungan matrik *continous skeletal* dengan matrik yang kedua
3. *Flake composite* adalah gabungan serpih rata dengan matrik

4. *Particulate composite* adalah gabungan partikel dengan matrik
5. *Laminate composite* adalah gabungan lapisan atau unsur pokok lamina (Schwartz, 1984 : 16)

Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel–partikel yang diikat oleh matrik. Bentuk partikel ini dapat bermacam–macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan berbentuk yang tidak beraturan secara acak. Sedangkan bahan komposit serat terdiri dari serat – serat yang diikat oleh matrik. Bentuknya ada dua macam yaitu serat panjang dan serat pendek.

### 2.3.1. Bahan Komposit Partikel

Dalam struktur komposit, bahan komposit partikel tersusun dari partikel– partikel disebut bahan komposit partikel (*particulate composite*) menurut definisinya partikel ini berbentuk beberapa macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan berbentuk yang tidak beraturan secara acak, tetapi rata–rata berdimensi sama. Bahan komposit partikel umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat bahan komposit keramik (*ceramic matrik composites*). Bahan komposit partikel pada umumnya lebih lemah dibanding bahan komposit serat. bahan komposit partikel mempunyai keunggulan, seperti ketahanan terhadap aus, tidak muda retak dan mempunyai daya pengikat dengan matrik yang baik. Bahan komposit partikel merupakan jenis dari bahan komposit dimana bahan penguatnya adalah terdiri dari partikel-partikel. Secara definisi partikel itu sendiri adalah bukan serat, sebab partikel itu tidak mempunyai ukuran panjang. Sedangkan pada bahan komposit ukuran dari bahan penguat menentukan kemampuan bahan komposit menahan gaya dari luar. Dimana semakin panjang ukuran serat maka semakin kuat bahan menahan beban dari luar, begitu juga dengan sebaliknya. Bahan komposit partikel pada umumnya lemah dan *fracture toughness*-nya lebih rendah dibandingkan dengan serat panjang, namun disisi lain bahan ini mempunyai keunggulan dalam ketahanan terhadap aus. Pada bahan komposit keramik ( *Ceramix Matrix Composite* ), partikel ini umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat, sedangkan keramik digunakan sebagai matrik.

### 2.3.2. Bahan Komposit Serat

Unsur utama komposit adalah serat yang mempunyai banyak keunggulan, oleh karena itu bahan komposit serat yang paling banyak dipakai. Bahan komposit serat terdiri dari serat–serta

yang terikat oleh matrik yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continous fiber*) dan serat pendek (*short fiber dan whisker*). Dalam laporan ini diambil bahan komposit serat (*fiber composite*). Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Karena itu bahan komposit serat sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat.

Komposit serat dalam dunia industri mulai dikembangkan dari pada menggunakan bahan partikel. Bahan komposit serat mempunyai keunggulan yang utama yaitu strong (kuat), *stiff* (tangguh), dan lebih tahan terhadap panas pada saat didalam matrik (*Schwartz, 1984*). Dalam pengembangan teknologi pengolahan serat, membuat serat sekarang semakin diunggulkan dibandingkan material-material yang digunakan. Cara yang digunakan untuk mengkombinasi serat berkekuatan tarik tinggi dan bermodulus elastisitas tinggi dengan matrik yang bermassa ringan, berkekuatan tarik rendah, serta bermodulus elastisitas rendah makin banyak dikembangkan guna untuk memperoleh hasil yang maksimal. Komposit pada umumnya menggunakan bahan plastik yang merupakan material yang paling sering digunakan sebagai bahan pengikat seratnya selain itu plastik mudah didapat dan mudah perlakuannya, dari pada bahan dari logam yang membutuhkan bahan sendiri.

## **2.4 Macam-Macam Komposit**

Ditinjau dari unsur pokok penyusun komposit, maka komposit dapat dibedakan menjadi beberapa macam, antara lain :

- a. Komposit lapis merupakan jenis komposit yang terdiri atas dua lapisan atau lebih yang digabung menjadi satu dimana setiap lapisannya memiliki karakteristik berbeda. Sebagai contoh adalah *Polywood Laminated Glass* yang merupakan komposit yang terdiri dari lapisan serat dan lapisan *matriks*, komposit ini sering digunakan sebagai bangunan.
- b. Suatu komposit serpihan terdiri atas serpih-serpih yang saling menahan dengan mengikat permukaan atau dimasukkan kedalam matriks. Sifat-sifat khusus yang dapat diperoleh adalah bentuknya yang besar dan permukaannya yang datar.
- c. Partikel Komposit yang dihasilkan dengan menempatkan partikel-partikel dan sekaligus mengikatnya dengan suatu matriks bersama-sama. Contoh komposit partikel yang sering dijumpai adalah beton, dimana butiran-butira pasir diikat bersama dengan matriks semen.



- d. Komposit serat yaitu komposit yang terdiri dari serat dan matriks. Komposit jenis ini hanya terdiri dari satu lapisan. Serat yang digunakan dapat berupa serat sintesis (asbes, kaca, boron) atau serat organik (selulosa, polipropilena, polietilena bermodulus tinggi, sabut kelapa, ijuk, tandan kosong sawit, dll).

## 2.5. Proses Pembuatan Bahan Komposit

Secara garis besar metoda pembuatan material komposit, yaitu dengan cara :

- Proses Cetakan Terbuka (*Open-Mold Process*)

Adapun dalam proses cetakan terbuka memiliki 5 cara pembuatan bahan komposit, diantaranya sebagai berikut:

### a. *Contact Molding/ Hand Lay Up*

*Hand lay-up* adalah metoda yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Adapun proses dari pembuatan dengan metoda ini adalah dengan cara menuangkan resin dengan tangan kedalam serat berbentuk anyaman, rajuan atau kain, kemudian memberi tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang hingga ketebalan yang diinginkan tercapai. Pada proses ini resin langsung berkontak dengan udara dan biasanya proses pencetakan dilakukan pada temperatur kamar. Kelebihan penggunaan metoda ini:

- Mudah dilakukan
- Cocok di gunakan untuk komponen yang besar
- Volumanya rendah

Aplikasi dari pembuatan produk komposit menggunakan *hand lay up* ini biasanya di gunakan pada material atau komponen yang sangat besar, seperti pembuatan kapal, bodi kendaraan, bilah turbin angin, bak mandi, perahu.

### b. *Vacum Bag*

Proses *vacum bag* merupakan penyempurnaan dari *hand lay up*, penggunaan penggunaan dari proses vakum ini adalah untuk menghilangkan udara terperangkap dan kelebihan resin. Pada proses ini digunakan pompa *vacum* untuk menghisap udara yang

ada dalam wadah tempat diletakkannya komposit yang akan dilakukan proses pencetakan. Dengan divakumkan udara dalam wadah maka udara yang ada diluar penutup plastic akan menekan kearah dalam. Hal ini akan menyebabkan udara yang terperangkap dalam spesimen komposit akan dapat diminimalkan. dibandingkan dengan *hand layup*, metode vakum memberikan pen guatan konsentrasi yang lebih tinggi, adhesi yang lebih baik antara lapisan, dan kontrol yang lebih *resin / rasio* kaca. 11 Aplikasi dari metoda vacum bag ini adalah pembuatan kapal pesiar, komponen mobil balap,perahu.

c. *Pressure Bag*

*Pressure bag* memiliki kesamaan dengan metode vacum bag, namun cara ini tidak memakai pompa vakum tetapi menggunakan udara atau uap bertekanan yang dimasukkan malalui suatu wadah elastis. Wadah elastis ini yang akan berkontak pada komposit yang akan dilakukan proses. Biasanya tekanan basar tekanan yang di berikan pada proses ini adalah sebesar 30 sampai 50 psi. Aplikasi dari metoda vacuum bag ini adalah pembuatan tangki, wadah, turbin angin, vessel.

d. *Spray-Up*

*Spray-up* merupakan metode cetakan terbuka yang dapat menghasilkan bagian-bagian yang lebih kompleks ekonomis dari *hand lay-up*. Proses *spray-up* dilakukan dengan cara penyemprotan serat (*fibre*) yang telah melewati tempat pemotongan (*chopper*). Sementara resin yang telah dicampur dengan katalis juga disemprotkan secara bersamaan Wadah tempat pencetakansprayup telah disiapkan sebelumnya. Setelah itu proses selanjutnya adalah dengan embiarkannya mengeras pada kondisi atsmosfer standar. *Spray-up* telah sangat sedikit aplikasi di ruang angkasa. Teknologi ini menghasilkan struktur kekuatan yang rendah yang biasanya tidak termasuk pada produk akhir. *Spray-up* sedang digunakan untuk bergabung dengan struktur back-up untuk lembaran wajah komposit pada alat komposit. *Spray-up* ini juga digunakan terbatas untuk mendapatkan *fiberglass splash* dari alat transfer. Aplikasi penggunaan dari proses ini adalah panel-panel, bodi karavan,bak mandi, sampan,sampan.

e. *Filament Winding*

Fiber tipe roving atau *single strand* dilewatkan melalui wadah yang berisi resin, kemudian fiber tersebut akan diputar sekeliling mandrel yang sedang bergerak dua arah, arah radial dan arah tangensial. Proses ini dilakukan berulang, sehingga cara ini didapatkan lapisan serat dan fiber sesuai dengan yang diinginkan. *Resin termoseting* yang biasa di gunakan pada proses ini adalah *poliester, vinil ester, epoxies*, dan fenolat.

## 2.6 *Composite Casting Resin*

Menurut Azom, *composite casting resin* adalah proses pengecoran plastik di mana resin sintetik cair diisi dalam cetakan dan dibiarkan mengeras. Secara tradisional proses ini digunakan untuk produksi skala kecil seperti *prototype* industri dan produk kedokteran gigi. Hal ini juga dapat digunakan oleh penggemar dan produsen untuk membuat mainan, model skala, model objek, patung-patung, dan produksi perhiasan skala kecil. *Casting resin* relatif sangat mudah digunakan. Pengembangan berbagai jenis komposit telah meningkatkan permintaan untuk pengecoran resin. Komposit ringan yang banyak digunakan antara lain pada angkatan laut, otomotif, dll.

Proses sederhana untuk pengecoran resin adalah pengecoran gravitasi. Dalam proses ini, resin dituangkan ke dalam cetakan dan dibiarkan mengalir oleh gravitasi. Bila resin dicampur, gelembung udara dapat terjadi dalam cairan, ini dapat dihapus dalam ruang vakum. Pengecoran ini juga dapat dilakukan dalam ruang vakum terutama ketika menggunakan cetakan terbuka, untuk mengekstrak gelembung. Hal ini juga dapat dilakukan dalam *panic* tekanan untuk mengurangi ukuran gelembung udara ke titik di mana mereka tidak terlihat. Akhirnya, tekanan dan gaya sentrifugal dapat digunakan untuk mendorong cairan resin sesuai dengan cetakan.

### 2.6.1 Jenis *Resin Casting* Untuk Manufaktur Komposit

Ada beberapa jenis resin pengecoran tersedia di pasar :

1. *Polyurethane casting* resin digunakan bersama dengan cetakan karet silikon untuk menghasilkan coran plastik yang tepat dari bagian asli atau *prototype* cepat. Resin ini memiliki stabilitas termal yang sangat baik, viskositas yang sangat rendah, ketahanan pasn yang tinggi, dan dapat dengan mudah berpigmen untuk mencapai berbagai macam warna. Mereka mampu mereproduksi detail permukaan yang sangat unik. Hal

- ini relative murah, dan biayanya bahkan efektif untuk coran dengan ukuran yang lebih yang lebih besar.
2. *Water clear polyurethane casting* resin memiliki kinerja tinggi, *ultra clear casting* resin dapat digunakan dalam *clear casting*, *prototyping* cepat, dan objek *embedding*/enkapsulasi dapat dipoles pada gloss tinggi dan UV yang stabil.
  3. *Water clear polyester casting* resin ini cocok untuk objek *embedding*, pengecoran patung, membuat perhiasan dan mengatur desain.
  4. *Aluminium filled epoxy casting* resin ini dirancang untuk aplikasi perkakas suhu tinggi dan dikenal untuk properti sangat keras.

#### 2.6.2 Material Komposit *Resin Casting*

1. *Acrylic*- Ada beberapa jenis resin akrilik. Sebagai contoh, jenis metakrilat metal dari resin sintesis yang digunakan untuk memproduksi kaca akrilik seperti *plexi glass*, yang lebih dari polimer plastik bukan kaca. Resin ini ideal untuk *embedding* objek.
2. *Epoxy – Resin epoxy* memiliki viskositas rendah dari pada resin poliuretan. Ini adalah *resin polyester* yang mengandung lebih dari satu kelompok *epoxy*. Mereka mampu diubah menjadi bentuk *thermoset*.
3. *Polyester - Resin polyester* tak jenuh yang diproduksi oleh reaksi kondensasi antara asam seperti *anhidra ftalat*, *anhidra maleat*, *asam isoftalat*, dan *glikol*(*propilen glikol*, *di-etilena glikol*, *mono-etilena glikol*). Umumnya digunakan untuk aplikasi plastik yang diperkuat.

#### 2.6.3 *Resin Polyester*

*Resin Polyester* didefinisikan sebagai suatu molekul-molekul zat yang mengandung lebih dari satu digolongkan kedalam *polyester*, yang termasuk proses internal, proses terminal atau pada suatu siklus struktur yang mampu diubah bentuk aplikasi *thermoset*. Istilah-istilah ini digunakan untuk mengindikasikan resin berada diantara golongan *thermoset* resin cair dengan viskositas relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan yaitu tidak perlu diberi tekanan pada saat pencetakan.

#### 2.6.4 Sifat-Sifat *Resin Polyester*

1. Didalam sifat termalnya, *resin polyester* memiliki suhu deformasi termal lebih rendah dari pada resin *thermoset* lainnya.

2. Matriks tersebut dapat menghasilkan keserasian matriks-penguat dengan mengontrol faktor jenis dan jumlah komponen, katalis, waktu dan suhu.
3. Memiliki sifat listrik yang cukup baik diantara resin termoset lainnya.
4. Mengenai ketahanan kimia, kuat terhadap asam tetapi lemah terhadap alkali dan bahan ini mudah mengembang dalam pelarut yang melarutkan polimer stiren.
5. Kemampuan terhadap cuaca sangat baik, tahan terhadap kelembapan dan sinar *Ultra Violet* bila dibiarkan diluar.

### 2.6.5 Aplikasi Dalam Bahan Komposit

Berikut ini adalah area aplikasi utama resin komposit pengecoran :

1. Kaki palsu dan aplikasi lain yang berhubungan.
2. *UV stabilized* yang dimodifikasi untuk translucent sheets.
3. *Encapsulation potting for chokes dan transformer* untuk aplikasi isolator listrik.
4. Aplikasi pada *pultrusion*.
5. Vacuum forming
6. Alat tekan platen
7. *Garage kits*.
8. Aplikasi yang mempertahankan kejelasan estetika.
9. Dekorasi dan aplikasi artistik.



## 2.7 Bahan Komposit Polymer

### 2.7.1 Polyester Resin

Menurut Siswo, bahan ini tergolong *polimer termoset* dan memiliki sifat yang dapat mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa pemberian tekanan ketika proses pencetakannya menjadi suatu peralatan tertentu. *Resin polyester* tak jenuh merupakan hasil reaksi antara asam basa tak jenuh seperti *anhidrid ftalat* dengan alkohol dihidrat seperti *etilen*

*glikol*. Struktur material yang digunakan dalam penelitian ini ialah jenis struktur *crosslink* dengan keunggulan pada daya tahan yang lebih baik terhadap pembebanan tertentu. Hal ini disebabkan molekul yang dimiliki bahan ini adalah dalam bentuk rantai molekul raksasa atom-atom karbon yang saling berhubungan satu dengan lainnya. Pada gambar 3. dengan menggunakan dwi fungsi asam dan dwi fungsi alkohol (*glikol*) dihasilkan suatu *polyester* linier.

### Gambar.2.3 Reaksi Pembentukan Ester

Dimana :

M = komponen asam maleat anhidrat

P = komponen phtalik anhidrat

G = komponen glikol

X= monomer reaktif yang ditambahkan (stirena)

Dengan demikian struktur molekulnya menghasilkan efek peredaman yang cukup baik terhadap beban yang diberikan. Kekuatan bahan ini diperoleh ketika dalam keadaan komposit, di mana telah bercampur dengan bahan-bahan penguat, seperti serat kaca, karbon, dan lain-lain. Sementara dalam keadaan tunggal, bahan ini memiliki sifat kaku dan rapuh.

Data mekanik material polyester diperlihatkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Karakteristik Mekanik *Polyester Resin*/Tak Jenuh.**

Sifat Mekanis	Satuan	Besaran
Berat Jenis	Mg.m <sup>-3</sup>	1.2 s/d 1.5
Modulus Young (E)	Gpa	2 s/d 4.5
Kekuatan Tarik	Mpa	40 s/d 90

Pada temperatur kamar resin ini cukup stabil, tetapi dengan penambahan suatu peroksida (biasanya disebut katalis) akan terjadi pengerasan (*curing*). Pengerasan ini terjadi karena reaksi ikat silang secara radikal bebas dari *poliester* dengan monomer reaktif yang ditambahkan dalam

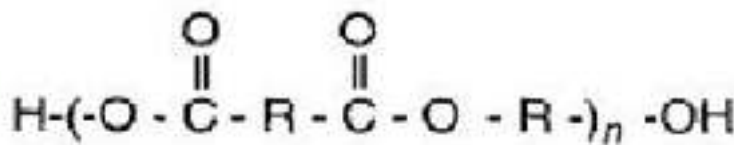
resin *poliester* tersebut. Sebagai monomer aktif, dalam hal ini ditambahkan stirena yang pada umumnya dengan komposisi 30/70 resin. Dalam reaksi ini terjadi konversi ikatan rangkap menjadi ikatan tunggal. Adanya radikal bebas yang terbentuk setelah terjadinya dekomposisi, memungkinkan terjadi *reaktif*). Reaksi-reaksi propagasi antara *resin polyester* dengan stirena tak jenuh (*monomer* ini akan merubah *resin poliester* dan molekul stirena menjadi radikal bebas sehingga terjadi mekanisme reaksi berikutnya dengan molekul resin selanjutnya. Reaksi antara stirena dengan ikatan rangkap yang reaktif dari polyester (Pritchard G, 1984), akan menghasilkan ikatan silang dalam bentuk polimer jaringan tiga dimensi. Struktur molekul dalam bentuk padat dapat digambarkan sebagai berikut (Gambar.4) :

Gambar. 2.4 Struktur Molekul Padat Polimer dan Stirena

### 2.7.2 Serat pohon aren ( Ijuk)

Serat ijuk adalah serat alam yang istimewa dibandingkan dengan serat alam lainnya. Serat berwarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan diantaranya :

- a) Tahan lama, bahwa serat ijuk aren mampu tahan lama dan tidak mudah terurai.
- b) Tahan terhadap asam dan garam air laut, Serat ijuk merupakan salah satu serat yang tahan terhadap asam dan garam air laut. Serat ijuk adalah tali ijuk yang digunakan sebagai berbagai peralatan nelayan.



- c) Serat ijuk aren sering digunakan sebagai bahan pembungkus pangkal kayu-kayu bangunan yang ditanam dalam tanah untuk memperlambat pelapukan kayu dan mencegah serangan rayap.

### 2.7.3 Pembersih Serat

Pembersih serat yang digunakan adalah memisahkan serat ijuk dari kotoran- kotoran dan memisahkan ijuk yang kasar dan yang halus.

#### 2.7.4 *Hardener*

Bahan *hardener* merupakan bahan yang memungkinkan terjadinya proses *curing*, yaitu proses pengerasan pada resin (Romels C. A, 2011). *Hardener* ini terdiri dari dua bahan yaitu *katalisator* dan *accelerator*. *Katalisator* dan *accelerator* akan menimbulkan panas, pengaruh panas ini diperlukan untuk mempercepat proses pengeringan sehingga bahan menjadi kuat. Namun apabila panasnya terlalu tinggi maka akan merusak ikatan-ikatan antar molekul dan juga akan merusak seratnya. Katalisator adalah bahan yang mempercepat terbukanya ikatan rangkap *molekul polimer* kemudian akan terjadi pengikatan-pengikatan antar molekul molekulnya. Katalisator yang digunakan adalah *Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEKP)* yang merupakan hasil dari reaksi *Methyl Ethyl Ketone* dengan *Hidrogen Peroxide*. Produk dari reaksi ini merupakan sebuah campuran sesungguhnya dari dua campuran ganda atau majemuk *peroxide* yang berbeda yang disebut monomer dan dimer. Setiap campuran majemuk ini menunjukkan sebuah perbedaan reaksi terhadap *cobalt. Accelerator*, bahan yang mempercepat terjadinya ikatan-ikatan diantara molekul molekul yang sudah mempunyai ikatan tunggal dan untuk mempercepat proses *curing* (pengerasan). Katalis yang digunakan untuk mempercepat proses pengerasan komposit pada kondisi suhu kamar dan kondisi udara terbuka. Selain itu pemberian katalis dapat digunakan untuk mengatur pembentukan *blowing agent*, sehingga tidak mengembang secara berlebihan, atau terlalu cepat mengeras yang dapat mengakibatkan terhambatnya pembentukan gelembung. Jenis katalis yang digunakan ini adalah *metil etil keton peroxida (MEKP)* atau dikenal juga dengan istilah *butanone peroxide*.

### 2.8 Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu specimen yang di cetak. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda.





Proses pengujian tarik dilakukan dengan cara , kedua ujung spesimen dijepit; salah satu ujung dihubungkan dengan perangkat pengukur beban dari mesin uji dan ujung lainnya dihubungkan ke perangkat peregang. (R.E. Smallman).

$$\sigma_U = \frac{F_U}{A_0} \dots \dots \dots (2-1)$$

Dimana:  $\sigma_U$  = Tegangan nominal (kg/mm<sup>2</sup>)

F<sub>U</sub> = Beban maksimal (kg)

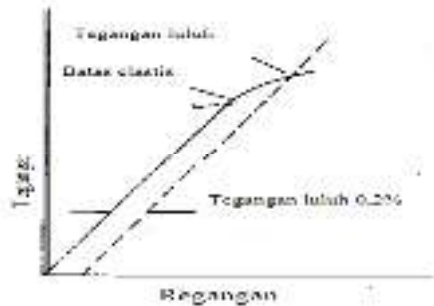
A<sub>0</sub> = Luas penampang mula dari penampang batang (mm<sup>2</sup>)

$$q = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100\% = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \dots \dots (2 - 2)$$

Dimana: q = Reduksi penampang (%)

A<sub>0</sub> = Luas penampang mula (mm<sup>2</sup>)

A<sub>1</sub> = Luas penampang akhir (mm<sup>2</sup>)



Gambar.2.6 Batas elastis dan tegangan luluh 0,2 %

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis suatu material, diantara sifat-sifat mekanis yang dapat diketahui dari hasil pengujian tarik adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan tarik
2. Kuat luluh dari material
3. Keuletan dari material
4. Modulus elastic dari material
5. Kelentingan dari suatu material
6. Ketangguhan.

## 2.9 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan adalah satu dari sekian banyak pengujian yang dipakai, karena dapat dilaksanakan pada benda uji yang kecil tanpa kesukaran mengenai spesifikasi. Kekerasan (*Hardness*) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material.

Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional force*) dan dinilai dari ukuran sifat mekanis material yang diperoleh dari deformasi plastis (deformasi yang diberikan dan setelah dilepaskan).

Pengujian yang paling banyak dipakai adalah dengan menekankan penekan tertentu kepada benda uji dengan beban tertentu dan dengan mengukur ukuran bekas penekanan yang terbentuk di atasnya, cara ini dinamakan cara kekerasan dengan penekanan.

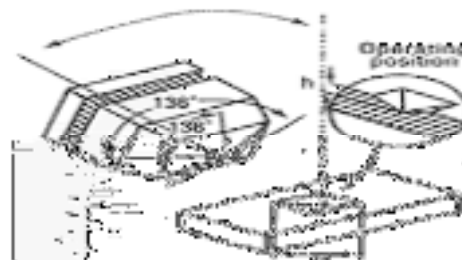
Kekerasan juga didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban identasi atau penetrasi (penekanan). Didunia teknik, umumnya pengujian kekerasan menggunakan 4 macam metode pengujian kekerasan, yakni :

1. *Brinnel (HB/BHN)*
2. *Rockwell (HR/RHN)*
3. *Vickers (HV/VHN)*
4. *Micro Hardness* (Namun jarang sekali dipakai)

Metode pengujian kekerasan yang di gunakan dalam melakukan penelitian ini adalah metode pengujian *Vickers*.

### 2.9.1 Uji Keras Vickers

Pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode penekanan yaitu metode *Vickers*. Pada pengukuran kekerasan menurut *Vickers* sebuah intan yang berbentuk limas (piramid), kemudian intan tersebut ditekankan pada benda uji dengan suatu gaya tertentu, maka pada benda uji terdapat bekas injakan dari intan ini. Bekas injakan ini akan lebih besar apabila benda uji tersebut semakin lunak dan bila beban penekanan bertambah berat.



Gambar 2.7 Uji *Vickers*

Perhitungan kekerasan didasarkan pada panjang diagonal segi empat bekas injakan dan beban yang digunakan. Nilai kekerasan hasil pengujian metode *Vickers* disebut juga dengan kekerasan *HV* atau *VHN* (*Vickers Hardness Numbers*) yang besarnya .

$$\begin{aligned} VHN &= \frac{2 \sin \left( \frac{\theta}{2} \right) P}{d^2} \\ &= \frac{2 \sin \left( \frac{136^\circ}{2} \right) P}{d^2} \\ VHN &= \frac{1,854 P}{d^2} \end{aligned}$$

dimana :

P = Beban penekanan indenter (kgf)

d = Panjang diagonal bekas penekanan indenter (mm)

$\theta$  = Sudut dua sisi *pyramid* yang berhadapan ( $136^\circ$ )

Adapun keuntungan dari metode pengujian *vickers* adalah :

1. Dengan pendesak yang sama, baik pada bahan yang keras maupun lunak nilai kekerasan suatu benda uji dapat diketahui.
2. Penentuan angka kekerasan pada benda-benda kerja yang tipis atau kecil dapat diukur dengan memilih gaya yang relatif kecil.
3. Pengujian *mikro vickers* adalah metode pengujian kekerasan dengan pembebanan yang relatif kecil yang sulit dideteksi oleh metode *makro vickers*. Pada penelitian ini menggunakan metode *mikro vickers* karena untuk mengetahui seberapa besar nilai kekerasan pada permukaan benda uji hasil dari proses *heat treatment*, sehingga pembebanan yang dibutuhkan juga relatif kecil yaitu berkisar antara 10 sampai 1000 gf.

## 2.10 Karakteristik Material

Dalam mencari karakteristik material, kami melakukan pengujian tarik dan keras dengan menggunakan 2 variasi komposisi :

1. Resin 90% , Serat daun pohon aren (Ijuk) 10%, dengan variasi acak (*random*), lurus(*continuos*), dan terputus-putus pendek (*discontinuous*)
2. Perbandingan resin dengan katalis dibuat 100 ml : 1 ml.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu**

### 3.1.1 Tempat

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di laboratorium metalurgi, Prodi Teknik mesin Universitas HKBP Nommensen medan.

### 3.1.2 Waktu penelitian

NO	KEGIATAN PENELITIAN	BULAN KE				
		1	2	3	4	5
1	Membuat dan mengandakan seminar proposal penelitian	■				
2	Pembuatan serat pohon aren ( Ijuk )		■			
3	Pembuatan Spesimen Uji Tarik Dan uji Keras			■		
4	Penyusunan draft laporan				■	
5	Mengadakan seminar hasil laporan					■
6	Pembuatan laporan dan penggandaan hasil penelitian					■

## 3.2 Bahan dan peralatan

### 3.2.1 Bahan

#### 1. Serat pohon kelapa ( Ijuk )

Serat ijuk adalah serat alam yang mungkin hanya sebagian orang mengetahui kalau serat ini sangatlah istimewa dibandingkan serat alam lainnya



Gambar 3.1 Ijuk pohon Aren

## 2. Pola spesimen kekutan tarik komposit

Pola dibuat dari bahan kayu dengan tujuan agar lebih mudah di bentuk.



Gambar 3.2 Pola Spesimen Terbuat Dari Kayu

## 3. Resin (*Polyester*)

Resin merupakan material polimer kondensat yang dibentuk berdasarkan reaksi antara kelompok *polyol*, yang merupakan organik gabungan dengan alkohol *multiple* atau gugusan fungsi hidroksi, dan *polycarboxylic* yang mengandung ikatan ganda. Resin seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 adalah jenis polimer *thermoset* yang memiliki rantai karbon yang panjang. Matriks jenis ini memiliki sifat dapat mengeras pada suhu kamar dengan penambahan katalis tanpa pemberian tekanan proses pembentukan.



Gambar 3.3 Resin

#### 4. Katalis *MEKP (Methyl Ethyl Keton Peroksida)*

Katalis merupakan material kimia yang digunakan untuk mempercepat reaksi polimerisasi struktur komposit pada kondisi suhu kamar dan tekanan atmosfer. Pemberian katalis (Gambar 3.4) dapat berfungsi untuk mengatur pembentukan pengerasan material. Sehingga material yang sedang dicetak tidak terlalu lama mengeras.

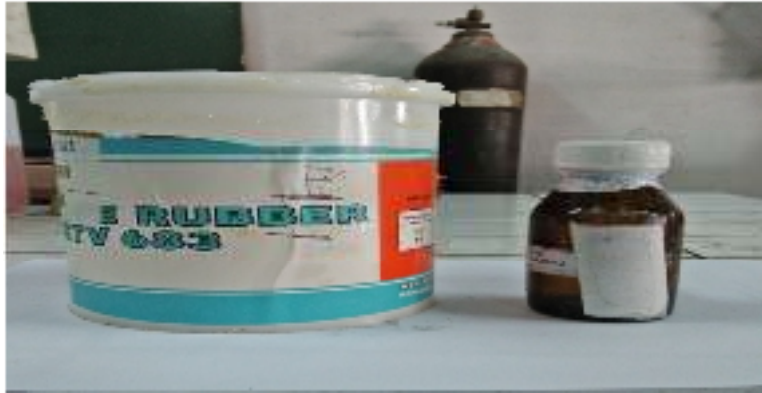


Gambar 3.4 Katalis *MEKP*

#### 5. *Silica Rubber* dan *Hardener*

*Silica Rubber* dan *Hardener* digunakan untuk pembuatan cetakan karet.





Gambar 3.5 *Silica Rubber dan Hardener*

### 3.2.2 Peralatan

#### 1. Cetakan karet

Cetakan karet digunakan sebagai cetakan spesimen uji tarik.



Gbr 3.6 Cetakan Karet Spesimen Uji Tarik (*Silica Rubber + Hardener*)

#### 2. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur bahan-bahan yang digunakan untuk spesimen uji tarik.



Gambar 3.7 Gelas Ukur

### 3. Jangka sorong

Digunakan untuk mengukur ketebalan spesimen uji tarik.



Gambar 3.8 Jangka Sorong

### 4. Mesin uji tarik

Digunakan untuk mengetahui tegangan dan regangan pada spesimen uji tarik.



Gambar 3.9 Mesin Uji Tarik

### 5. Mesin uji keras mikro

Mesin uji keras digunakan untuk mengetahui kekerasan spesimen penelitian setelah dilakukan proses *cladding*. Mesin uji keras yang digunakan adalah mesin uji keras *vickers*.



Gambar 3.10 Alat Uji Kekerasan

#### 6. Mesin bor tangan

Digunakan untuk mengaduk campuran resin dan seratpohon aren (Ijuk). Mata mesin bor diganti dengan mata *mixer*. Mesin bor tangan yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Mesin Bor Tangan

#### 7. Timbangan digital

Digunakan untuk menakar massa resin dan serat seratpohon aren (Ijuk) agar sesuai dengan komposisi yang diharapkan. Timbangan digital yang digunakan ditunjukkan pada

merendam ijuk pohon aren pada air dan larutan NaOH. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.13. Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Timbangan Digital

#### 8. Baskom

Digunakan untuk



Gambar 3.13 Baskom

#### 9. Air bersih

Digunakan untuk membersihkan ijuk pohon aren dari kotoran-kotoran yang lengket.

#### 10. Ceret plastik

Digunakan sebagai tempat pencampuran resin dan seratpohon aren (Ijuk). Dan juga untuk memudahkan ketika akan dituangkan pada cetakan produk, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Ceret Plastik

### 3.3 Proses persiapan serat pohon aren (Ijuk)

Untuk membuat specimen kekuatan tarik komposit hybrida diperlukan bahan dasar sebagai penguatnya, yaitu serat pohon aren (Ijuk). Dan proses persiapan serat pohon aren (Ijuk). dilakukan dengan beberapa langkah berikut ini.

- a. Menyiapkan serat pohon aren (Ijuk)



Gambar. 3.15 ijuk

- b. Memilih serat pohon aren (Ijuk) yang akan digunakan
- c. Serat pohon aren (Ijuk) dibersihkan dengan menggunakan air untuk menghilangkan kotoran/ debu yang menempel pada ijuk.
- d. Serat dicuci dengan air bersih lalu dikeringkan dengan cara menjemur dibawah panas matahari sampai ijuk kering.
- e. Serat pohon aren (Ijuk) yang sudah kering dipotong - potong dengan ukuran specimen yang akan dibuat.

f. Bobot serat pohon aren ( ijuk) yang digunakan :

Variasi serat	Panjang serat (mm)	Berat serat (gr)	Diameter Serat ( $\mu\text{m}$ )
Acak	15 mm	2 gr	95,1 $\mu\text{m}$
Lurus Memanjang	200 mm	2 gr	95,1 $\mu\text{m}$
Terputus Pendek-pendek	20 mm	2 gr	95,1 $\mu\text{m}$

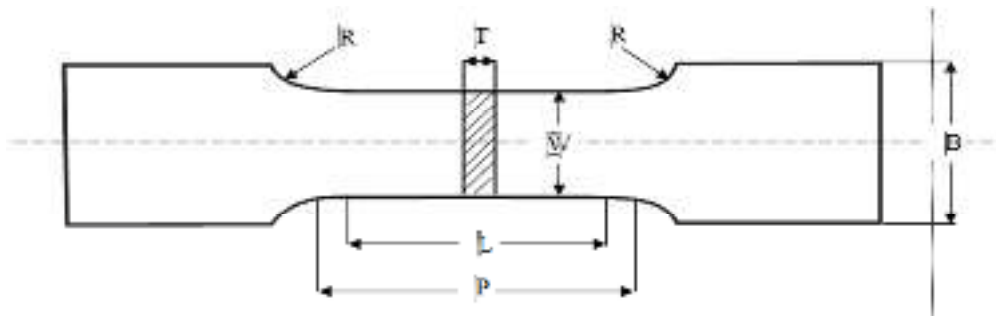
**Tabel 3.1 Bobot serat**

### 3.4 Proses pembuatan spesimen uji tarik

Untuk membuat specimen kekuatan tarik komposit diperlukan bahan dasar sebagai penguatnya, yaitu serat pohon aren (Ijuk), resin Polyester, katalis. Dengan perbandingan *Resin* dan *katalis* 90 %, serat pohon aren (Ijuk) 10%,. proses pembuatan serat pohon aren (Ijuk) dilakukan dengan beberapa langkah berikut ini :

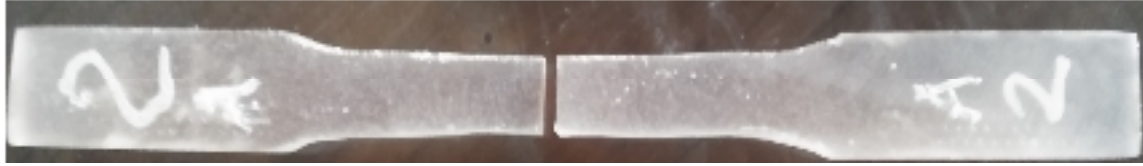
**Tabel 3.2 . Standar uji tarik menurut standar JIS – Z. 2201.**

t (mm)	w (mm)	L (mm)	Lo (mm)
10	15	78	195



a. Pembuatan tampa Serat

*Resin polyester* + *Katalis MEKP* yang telah dicampur sesuai dengan perbandingannya, langsung dituang kedalam cetakan karet. Sehingga membentuk spesimen tampa serat dan spesimen ini digunakan sebagai pembanding pada spesimen serat acak, spesimen serat lurus dan spesimen.



Gambar 3.16 tanpa serat

b. Acak

Serat yang terputus-putus dicampur dengan resin, lalu diaduk dengan menggunakan bor bermata *mixer* sampai merata lalu adukan dicampur dengan *Katalis MEKP* dan dituangkan kedalam cetakan karet.



Gambar 3.17 komposit serat variasi acak

c. Lurus memanjang

Serat disusun pada cetakan karet dengan cara memanjang dan tidak terputus. Setelah selesai serat disusun pada cetakan karet, kemudian *resin polyester* + *Katalis MEKP* yang telah dicampur sesuai perbandingannya sebesar 100 ml : 1 ml. Kemudian di aduk secara berlahan-lahan agar *resin polyester* dan *Katalis MEKP* tercampur dengan rata. Setelah itu *resin polyester* dituang kedalam masing-masing cetakan karet yang telah berisi susunan serat lurus.



Gambar 3.18 komposit serat variasi lurus

d. Terputus-putus pendek ( *discontinious* )

Serat yang disusun rapi dan putus-putus, Setelah selesai serat, kemudian *resin polyester* + *Katalis MEKP* yang telah dicampur sesuai perbandingannya sebesar 100 ml : 1

ml. Kemudian di aduk secara berlahan-lahan agar *resin polyester* dan *Katalis MEKP* tercampur dengan rata. Setelah itu *resin polyester* dituang kedalam masing-masing cetakan karet yang telah berisi susunan serat *discontinious*.



Gambar 3.19 komposit serat pohon aren (ijuk) variasi *discontinious*

### 3.5 Pengujian kekuatan tarik pada spesimen

Pengujian ini dilakukan di Laboratorium teknik metalurgi

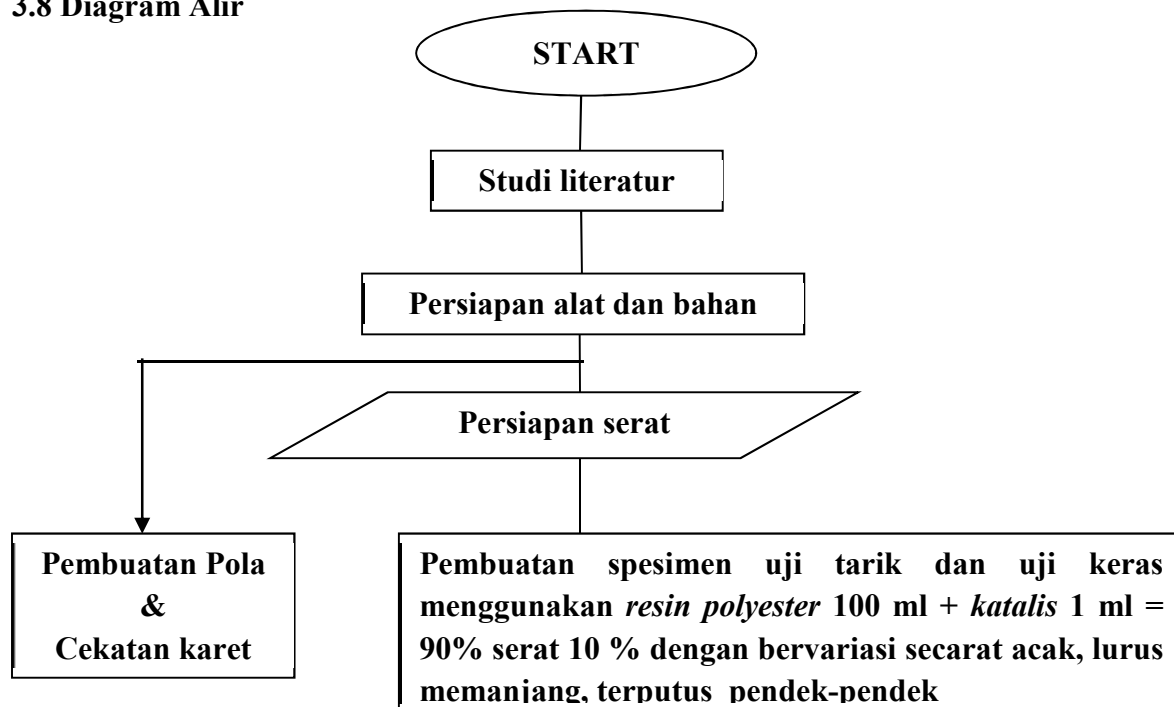
### 3.6 uji keras pada spesimen

Pengujian ini dilakukan di Laboratorium teknik metalurgi

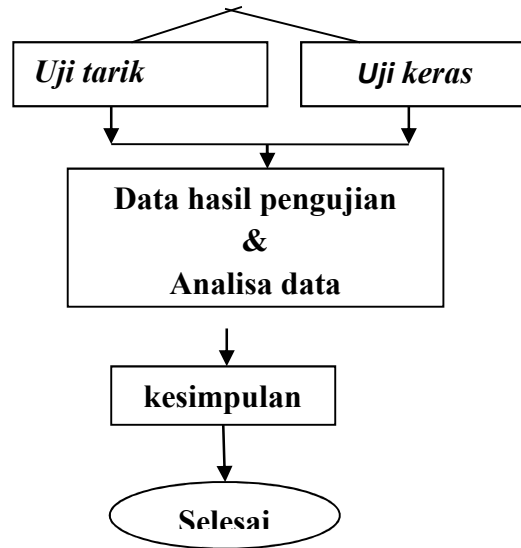
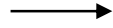
### 3.7 Pengambilan data

Pengambilan data didapat dari pengujian kekuatan tarik komposit serat pohon aren (ijuk) dan dilakukan analisa data pada tiap-tiap spesimen kompositnya.

### 3.8 Diagram Alir







Gambar 3.20 diagram Alir