

**PEMANFAATAN LIMBAH SERAT POHON SAGU UNTUK
PEMBUATAN BIO KOMPOSIT**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Guna Memperoleh Gelar Serjana Teknik*



**Disusun Oleh :
AGUS SYAHPUTRA
153310597**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2019

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

NAMA : AGUS SYAHPUTRA

NPM : 15 331 0597

PRODI : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang saya lakukan untuk Tugas Akhir dengan judul “pemanfaatan limbah serat pohon sagu untuk pembuatan bio komposit” yang diajukan guna melengkapi syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau adalah merupakan hasil penelitian dan karya ilmiah saya sendiri dengan bantuan dosen pembimbing dan bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang telah diduplikasikan atau pernah digunakan untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Islam Riau (UIR) maupun Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali pada bagian sumber informasinya telah di cantumkan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, Desember 2019

AGUS SYAHPUTRA
NPM : 15 3310 597

UTILIZATION OF SAGU TREE FOR FIBER WASTE MAKING BIO COMPOSITE

Agus Syahputra and Dody Yulianto

Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Riau Islamic
University

Jl. Kaharuddin Nasution No. 133 Marpoyan Station, Pekanbaru

Email: putraa@student.uir.ac.id

ABSTRACT

Bio composite is a combination of a material consisting of more than two ingredients, and combined to form a material that has different properties from the original material. With the abundance of sago fiber in Meranti Regency, this can certainly be utilized especially in the sago peel that is often thrown away and causes waste. So that this skin can be used for making composites, by combining sago tree fiber with polyester resin. To find out the mechanical properties, composite testing of bending strength and impact toughness is needed. With a volume variation of 80% resin + 20% fiber, 70% resin + 30% fiber and 60% resin + 40% fiber. With the hope to get the right composition, and increase the use of sago tree waste, to become a new material. This stage begins with the selection of fibers, and mixing of polyester resins. Specimen preparation and testing procedures refer to ASTM D790 for Bending and ASTM D6110 for Impact. The results of the impact and bending tests show the strength of the largest bending test is 22.39 N / mm², for a volume fraction of 60% resin + 40% fiber. While the lowest strength for bending test is 8.85 N / mm², for volume fractions of 80% + 20%. And the greatest impact toughness is 47,173 J for 60% resin + 40% fiber volume fraction, while the lowest impact strength is 37,674 J, for 80% resin + 20% fiber volume fraction. It can be concluded that if the specimen is large in fiber fraction, it will have better strength and toughness of the specimen.

Keywords: Composite, Fiber, material, Bending strength, polyester

PEMANFAATAN LIMBAH SERAT POHON SAGU UNTUK PEMBUATAN BIO KOMPOSIT

Agus Syahputra dan Dody yulianto

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

Jl. Kaharuddin Nasution No. 133 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

Email : putraa@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Bio komposit adalah gabungan suatu bahan yang terdiri lebih dari dua bahan, dan digabungkan membentuk suatu bahan yang mempunyai sifat berbeda dengan bahan aslinya. Dengan melimpahnya serat sago di Kabupaten Meranti, hal ini tentu dapat dimanfaatkan terutama di bagian kulit sago yang sering dibuang dan menyebabkan limbah. Sehingga kulit ini dapat dipakai untuk pembuatan komposit, dengan menggabungkan serat kulit pohon sago dengan *resin polyester*. Untuk mengetahui sifat mekanik maka diperlukan pengujian komposit terhadap kekuatan bending dan ketangguhan *impact*. Dengan variasi volume 80% resin + 20% serat, 70% resin + 30% serat dan 60% resin + 40% serat. Dengan harapan untuk mendapatkan komposisi yang tepat, dan meningkatkan kegunaan dari limbah pohon sago, untuk menjadi material yang baru. Tahapan ini dimulai dengan pemilihan serat, dan pencampuran *resin polyester*. Pembuatan spesimen dan prosedur pengujian mengacu pada, ASTM D790 untuk Bending dan ASTM D6110 untuk *Impact*. Hasil dari pengujian *impact* dan bending menunjukkan kekuatan dari uji bending terbesar adalah $22,39 \text{ N/mm}^2$, untuk fraksi volume 60% resin + 40% serat. Sedangkan kekuatan terendah untuk uji bending adalah $8,85 \text{ N/mm}^2$, untuk fraksi volume 80% + 20%. Dan ketangguhan *impact* terbesar adalah 47,173 J untuk fraksi volume 60% resin + 40% serat, sedangkan kekuatan *impact* terendah adalah 37,674 J, untuk fraksi volume 80% resin + 20% serat. Dapat disimpulkan jika di spesimen fraksi seratnya besar, maka akan memiliki kekuatan dan ketangguhan spesimen yang lebih baik.

Kata kunci : Komposit, Serat, *material*, kekuatan Bending, *polyester*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kepulauan Meranti adalah salah satu Kabupaten di Provinsi Riau Indonesia, dengan ibu kotanya Selat Panjang. Asal mula berdiri Kabupaten Kepulauan Meranti merupakan pemekaran dari Kabupaten Bengkalis pada 19 Desember 2008, dasar hukum berdirinya Kabupaten Kepulauan Meranti adalah Undang-undang nomor 12 tahun 2009. Secara administratif kabupaten kepulauan Meranti Terdiri dari 9 Kecamatan dan 98 desa / kelurahan, Meranti termasuk salah satu kawasan pengembangan ketahanan pangan nasional karena merupakan penghasil sagu terbesar di Indonesia, selain itu juga menghasilkan kelapa, karet, kopi, pinang dan perikanan, (*Bintoro, 2008*).

Luas area tanaman sagu di Kepulauan Meranti (83,691Ha/2015) yaitu 8,98% luas tanaman sagu Nasional (*BPS Kabupaten Meranti, 2017*). Perkebunan sagu di Meranti tepatnya di desa Penyagun, telah menjadi sumber penghasilan utama hampir 20% masyarakat Meranti. Pohon yang telah ditebang lalu diambil patinya, dan akan dibuang sebagai limbah menurut literatur yang ada di daerah lain ada beberapa limbah pohon sagu yang dapat dimanfaatkan contoh, pemanfaatan limbah sagu sebagai bahan bio etanol, (*Arman, 2012*). Dan juga, pemanfaatan limbah sagu sebagai pakan ternak (*Syahril, 2015*), tetapi di daerah ini masih kurang pengelola limbah serat pohon sagu. Hal ini di dasari dengan banyak nya keberadaan pabrik pengolahan sagu di Kepulauan Meranti sudah terlalu banyak, yang menyebabkan limbah. Karena tidak mampu mengelola limbah dengan baik dan benar, sehingga menyebabkan kerugian terhadap lingkungan, yang menyebabkan pencemaran air, pendangkalan air sungai, air membusuk dan biota laut tidak bisa bertahan hidup disana, hal itu dikarenakan zat asam berlebihan, yang dihasilkan dari pembuangan limbah, banyak masyarakat yang dirugikan dengan pembuangan limbah sagu dari kilang tersebut.

Namun demikian kondisi seperti ini lah yang dapat dimanfaatkan, karena limbah ini dapat dijadikan material bio komposit, degan mengambil serat alam

yang terdapat di pohon sagu dan diikat dengan penguat *resin polyester*, dimana bio komposit adalah suatu bahan yang terdiri atas lebih dari dua bahan yang digabungkan yang membentuk suatu bahan yang mempunyai sifat berbeda dengan bahan aslinya. Hal ini yang dimanfaatkan terutama, pada penelitian saya pemanfaatan limbah serat pohon sagu untuk pembuatan komposit, yang diharapkan nantinya menjadi penelitian yang bermanfaat, dan mengurangi limbah pada lingkungan, dengan menjadikan serat pohon sagu sebagai penguat pada bio komposit. Seperti penelitian yang pernah dilakukan namun berbeda serat dan berbeda pengujian, pengaruh pembebanan tekan terhadap kekuatan material bio komposit diperkuat serat ampas tebu, (Zainal, 2018).

Hasil penelitian ini diharapkan kedepannya dapat menambah alternatif penggunaan bahan material baru, berupa serat pohon sagu yang dimanfaatkan, dan dapat menyediakan satu bahan baru. Pemanfaatan ini juga diharapkan menambah nilai dan nilai guna bahan, sehingga dapat meningkatkan nilai kegunaan dari penelitian ini, dan sedikit banyaknya diharapkan dapat mengatasi dampak buruk limbah terhadap lingkungan sekitarnya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah, pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara pembuatan material bio komposit dari serat pohon sagu.
2. Pada komposisi berapakah, serat pohon sagu dan *resin polyester* yang baik, saat dilakukan pengujian.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mendapatkan campuran terbaik serat pohon sagu dan *resin polyester*, untuk pembuatan komposit.
2. Mengetahui kekuatan dan ketangguhan spesimen, setelah pengujian bending dan *impact*.
3. Meningkatkan kegunaan dari limbah serat pohon sagu, menjadi material yang berguna.

1.4. Batasan Masalah

Dari latar belakang masalah di atas, maka dari itu penulisan membatasi masalah yang akan dibahas, yaitu mengenai prosedur pemanfaatan limbah serat pohon sagu dan penguat *resin polyester* sebagai matriks pada bio komposit adalah sebagai berikut :

1. Bahan penguat : serat pohon sagu, bahan matriks : *resin polyester*.
2. Mendapatkan komposisi yang tepat, 40% serat + 60% *resin*, 30% serat + 70% *resin*, 20% serat + 80% *resin*.
3. Melakukan pengujian, dengan uji Bending dan uji *Impact*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah menambah alternatif, penggunaan bahan material baru, berupa serat pohon sagu yang dimanfaatkan, sebagai penguat dan *resin polyester* sebagai katalis bio komposit. Yang diharapkan dapat menyediakan satu bahan baru di masyarakat, penelitian pemanfaatan ini juga diharapkan, meningkatkan nilai tambah dan nilai guna bahan, sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomi, dan sedikit banyak dapat mengatasi dampak negatif limbah terhadap lingkungan.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, pembahasan dan penganalisanya di klasifikasikan ke dalam 5 (lima) Bab yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini penulis mengemukakan latar belakang, identifikasi masalah, manfaat penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini penulis mengemukakan berbagai referensi / tinjauan pustaka dan teori-teori yang berkaitan dengan masalah yang akan di bahas.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini penulis akan mengemukakan dan memberikan informasi, mengenai tempat dan waktu, pelaksanaan penelitian, peralatan yang digunakan, tahapan dan prosedur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pembahasan ini penulis akan melihatkan analisa data, gambar hasil penelitian dan pembahasan.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Material

Secara garis besar di dalam ilmu material di kelompokkan menjadi 3 klasifikasi dasar, pengelompokan ini didasarkan pada susunan kimia dan struktur atom (Asyari D, 2009). Adapun 3 klasifikasi dasar kelompok yaitu :

- a. Metal (logam).
- b. Non-Metal (tidak logam).
- c. *Composite* (Komposit).

2.1.1 Logam

Adapun pengertian logam dapat diartikan sebuah unsur kimia yang memiliki sifat lebih kuat, keras, liat dan merupakan penghantar panas dan listrik, serta memperoleh titik lebur yang sangat tinggi. Logam di bedakan menjadi dua bagian (Asyari D, 2009), yaitu :

a. *Ferro*

Besi merupakan logam bagian yang penting di bidang teknik, tetapi besi yang murni mempunyai sifat yang terlalu lunak dan getas sebagai bahan kerja, dan bahan konstruksi.



Gambar 2.1 Logam Ferro
(Sumber : Asyari D, 2009)

Oleh sebab itu besi selalu bercampur dengan unsur-unsur lain, misalnya zat arang / karbon (*carbon*). Logam ferro meliputi: besi (*iron*), lalu baja (*steel*) dan besi cor (*cast iron*).

b. Non-Ferro

Logam non ferro murni kebanyakan tidak digunakan begitu saja tanpa dipadukan dengan logam lain, karena sepertinya sifat-sifatnya belum memenuhi syarat yang kita inginkan. Kecuali logam *non ferro* murni, platina, emas dan perak, tidak dipadukan karena sudah memiliki sifat yang baik, contohnya ketahanan kimia dan daya hantar listrik yang baik dan cukup kuat, sehingga dapat digunakan walaupun dalam keadaan murni. Tetapi karena harganya terlalu mahal, ketiga jenis logam ini hanya kita gunakan untuk keperluan khusus. Contohnya dapat kita lihat dalam teknik proses dan laboratorium, disamping keperluan tertentu seperti perhiasan dan sejenisnya. Logam *non ferro* kita ketahui adalah logam selain logam besi, seperti, aluminium, tembaga, magnesium, dan paduan-paduannya.

2.1.2 Non-Logam

Non-logam adalah sebuah unsur-unsur kimia yang memiliki seperti sifat elastis, cair, dan tidak dapat menghantar arus listrik, sangat peka terhadap api, dan tidak mudah pecah.

A. Polimer

Polimer dapat kita artikan suatu gabungan suatu senyawa besar dan kemudian di bentuk, dari hasil gabungan dari sejumlah unit-unit molekul yang sangat kecil. Polimer dikenal dua bagian yaitu, *thermoset* dan *thermoplastic* dan didalamnya termasuk juga sifat karet dan kemudian sifat plastik, (*Sudira 1985*).

a) Thermoplastic

Thermoplastic adalah *plastic*, yang biasanya di lunakan berulang-ulang kali, menggunakan sifat panas *thermoplastic*, merupakan polimer yang akan dapat

menjadi keras apabila kita dinginkan, *Thermoplastic* akan bisa meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu, dan memiliki sifat dapat balik (*reversible*). Kepada sifat pada dasarnya, yaitu kembali mengeras bila kita dinginkan contoh dapat kita lihat dari *Thermoplastic* yaitu polimer, nylon 66, PP, PTFE, lalu pada *Polieter Sulfon*, PES.

b) *Thermoset*

Thermoset ini tidak dapat, mengikuti perubahan suhu (*irreversible*), bila sekali mengeras telah terjadi maka, bahan tidak lagi dapat dilunakkan kembali pada dasarnya, pemanasan yang sangat tinggi, tidak akan melunakkan *thermoset* melainkan akan membentuk arang, dan terurai sebab sifatnya yang demikian sering sangat digunakan sebagai tutup katel, seperti jenis-jenis melamin, kemudian *plastic* jenis *thermoset* tidak begitu menarik terhadap proses daur ulang, karena selain itu sulit penanganannya, juga volume nya jauh lebih sedikit lebih kecil (sekitar 10%), dari volume jenis *plastic* yang bersifat *Thermoplastic*, contoh dari *thermoset* yaitu *Epoksida*, lalu *Bismaleimida* (BMI), dan kemudian *poli-inida* (PI).



Gambar 2.2 Polimer
(Sumber : Asyari D, 2009)

B. Keramik

Keramik dapat kita artikan suatu bentuk bahan, yang terbuat dari tanah liat dan bahan tambah-tambahan lainnya yang diproses melalui cara pembakaran.



Gambar 2.3 Keramik
(Sumber : Asyari D, 2009)

Keramik terdiri 2 jenis, keramik konvensional dan keramik *modern*, dari gerabah lalu genting ubin, kemudian alat rumah tangga, sampai pada keramik *modern* dan canggih seperti contohnya semikonduktor, komponen elektronik sampai dapat kita lihat pada komponen pesawat luar angkasa, yang tahan terhadap *temperature* yang sangat tinggi.

a. Komposit

Komposit dapat kita artikan suatu hal jenis bahan baru hasil rekayasa, yang terdiri dari dua maupun lebih bahan, dimana sifat masing-masing bahan berbeda, satu sama lainnya, baik itu disifat kimia maupun disifat fisiknya, dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit).



Gambar 2.4 Komposit
(Sumber : Asyari D, 2009)

Material komposit ini, sangat mempunyai banyak keunggulan, seperti bobot yang lebih ringan, kemudian kekuatan lebih tinggi, tahan terhadap sifat korosi, dan memiliki biaya pembuatan yang sedikit lebih murah karena berkurangnya

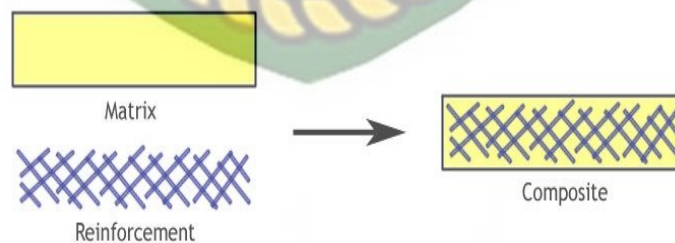
jumlah komponen dan baut-baut penyambung. Penggunaan komposit contohnya komponen pesawat terbang, lalu perkakas mesin, kemudian jembatan, sampai kapal niaga, dan lain-lain.

2.2 Pengertian Komposit

Komposit dapat kita artikan kombinasi antara dua maupun lebih, dari tiga bahan yang memiliki sejumlah sifat, yang tidak mungkin dimiliki oleh masing-masing komponennya (Surdia, 2008).

Pada definisi yang lebih sangat mendalam, terutama khususnya dalam istilah *engineering* komposit dapat diartikan berdasarkan tingkat dari definisinya, pada elemental atau tingkat dasar dilihat molekul dan sel kristal masih sangat tunggal, semua material tercampur dari dua atau lebih atom, yang sangat berbeda dapat kita anggap sebagai komposit. Pada definisi ini komposit terbuat dari campuran, baik itu logam campuran, polimer atau juga campuran keduanya (Swartz, 1984).

Komposit adalah sesuatu material yang dapat dibentuk dari beberapa gabungan dua atau lebih material, sehingga nantinya dapat menghasilkan material komposit, yang mempunyai sifat ciri khas dari komposit itu sendiri, tentunya berbeda dari material pembentuknya, kemudian komposit ini memiliki sifat mekanik yang sangat lebih baik dari pada material logam, kekakuan jenis (*modulus young/density*) dan kekuatan jenis ini lebih sangat tinggi daripada logam.



Gambar 2.5 Mekanisme Susunan Composite
(Sumber : Swartz, 2009)

Komposit sangat berbeda dengan paduan. Untuk menghindari hal-hal kesalahan pengertian masing-masing dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Paduan dapat diartikan kombinasi dua bahan atau lebih, dimana pada antara bahan tersebut terjadilah perleburan, pada umum paduan ini terbuat oleh logam.
2. Komposit dapat diartikan kombinasi, terekayasa dari dua bahan atau boleh lebih, dengan perwujudan aneka sifat, yang diinginkan dilakukan secara kombinasi dan sistematis, melalui kandungan-kandungannya yang nantinya mungkin berbeda (*Hartomo, 1992*).
3. Arti lain komposit adalah rangkaian dua maupun lebih bahan yang diaduk menjadi satu bahan secara mikroskopis, dilihat bahan pembentuknya masih tampak seperti aslinya dan memiliki hubungan kerja diantaranya, kemudian mampu memberikan sifat-sifat yang diinginkan.

2.3 Sistem Komposit

Dalam sistem Komposit ini kita dapat melihat, diperlukan dua jenis material yang tentunya berbeda untuk digunakan sebagai penyusun komposit, seperti:

2.3.1. Penguat (*Reinforcement*)

Yang memiliki sifat kurang ulet, tetapi kokoh, dan lebih kuat dalam penelitian ini komposit yang kita gunakan nantinya, yaitu dari serat alami, pengelompokan komposit dapat kita lihat dari bahan penguat pada matrik, maupun yang menjadi matrik pengikatnya, sifat-sifat yang dapat diketahui dalam komposit antara lain:

a. Tahan Terhadap Korosi

Bahan ini tentunya memiliki sifat yang tentunya tahan terhadap korosi, yang tidak dimiliki oleh bahan yang dibuat dari logam, sifat ini memang diperlukan sebagai bahan pembuat *blade*, karena *blade* berkontak langsung dengan udara, dan juga dengan air laut.

b. Sifat Fatik

Bahan dari komposit mempunyai sifat fatik, yang sangat lebih baik dari logam.

c. Sifat yang lain

Bahan yang terbuat dari komposit memiliki ketahanan penggunaan yang lama, atau bisa dikatakan tahan dalam penggunaan, kemudian bahan yang terbuat dari komposit ini juga memiliki permukaan yang sangat halus. Selain mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan, bahan komposit ini juga memiliki sifat yang dapat merugikan, berikut adalah hal yang merugikan:

- (1). Pada umumnya bahan komposit tidak lebih tahan terhadap zat-zat kimia, atau larutan tertentu pada dasarnya.
- (2). Saat ini harga dari bahan komposit *relative*, sangat lebih mahal.

2.3.2. Bahan Matriks

Umumnya sangat ulet tetapi mempunyai kekuatan, dan kekokohan, yang lebih sangat rendah. Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit, berdasarkan penguat yang digunakan, seperti:

a. *Fibrous Composite*

Komposit serat adalah jenis komposit yang terdiri dari satu lapisan yang menggunakan penguat serat atau fiber, lalu komposit serat ini dibagi menjadi dua bagian dapat diuraikan :

(1) **Komposit Tradisional**

Komposit alam yang bisa menyerupai serat kayu, serat pohon, jerami, kapas, wol, sutera, ampas, serat eceng gondok, serat pisang dan lai-lain.

(2) **Komposit Sintesis**

Yaitu komposit yang memiliki bahan penguat serat yang diproduksi oleh industri manufaktur, dapat kita lihat komponen-komponenya di produksi secara terpisah lalu digabungkan dengan beberapa Teknik, tertentu untuk memperoleh struktur. Sifat dan geometri yang kita inginkan tentunya, serat sintesis ini dapat menyerupai serat gelas karbon, kemudian nilon dan *polyester*.

b. *Laminated Composites*

Komposit *laminat* merupakan jenis-jenis komposit, yang terbuat dari dua lapis maupun lebih yang digabungkan menjadi satu kesatuan, dan nantinya disetiap lapisannya memiliki karakteristik sifat sendiri.

c. *Particulate Composites*

Komposit partikel merupakan komposit yang tentunya menggunakan partikel, maupun serbuk sebagai penguatnya, dan kemudian terdistribusi secara menyeluruh dan merata dalam matriksnya. Dua hal perlu dapat kita lihat dalam pembentukan sistem komposit, supaya memperoleh produk yang lebih efektif :

- (1). Komponen penguat wajib mempunyai *modulus elastisitas*, yang sangat lebih tinggi dari komponen-komponen matriksnya.
- (2). Harus mempunyai ikatan permukaan yang sangat kuat, antara komponen penguat dengan matriksnya (*Vlack, 1992*).

2.4 Bahan Penyusun Komposit

Seperti dapat kita ketahui komposit adalah penggabungan antara, dua macam jenis material maupun lebih dengan beberapa fase, yang berbeda dari penggabungan ini, maka dari itu akan menghasilkan sebuah bahan dengan hasil kerja (*performance*), yang dapat sangat lebih baik dari fase-fase awal sebagaimana penyusunnya. Berikut ini adalah bahan-bahan penyusun dari sebuah komposit, yaitu:

2.4.1 Phase Pertama (Matrik)

Matrik dapat kita artikan sebuah bahan utama, dalam menyusun komposit yang memiliki fungsi sebagai pengikat secara Bersamaan, lalu selain itu matrik juga mempunyai fungsi, sebagai pelindung serat, dari beberapa kerusakan eksternal, kemudian melindungi terhadap kehausan, dan goresan dan juga zat kimia ganas, penerus gaya dari satu serat ke serat yang lainnya.

2.4.2 Phase Kedua (*Reinforcement*)

Phase kedua ini sangatlah penting dalam menyusun bahan komposit, sebagai penguat (*reinforcing agent*), phase ini juga dapat berupa *fiber*, lalu partikel, dan kemudian serat (*fiber*), adalah satu jenis bahan menyerupai potongan-potongan komponen yang membentuk seperti jarigan, memanjang yang kemudian utuh, serat dapat tergolongkan menjadi dua jenis, yaitu:

- a. Serat yang alami.
- b. Serat yang di buat manusia (serat sintesis).

Dan kemudian bentuk dari serat (*fiber*) ini memiliki bentuk yang sangat berbeda, yaitu:

- a. *Continuous Roving* (sejajar).
- b. *Woven Roving* (dianyam).
- c. *Chopped Strand Mat* (acak).

2.5 Metoda Pembuatan Komposit

Secara garis yang sangat besar metoda pembuatan material komposit, ini terdiri dari beberapa cara, yaitu:

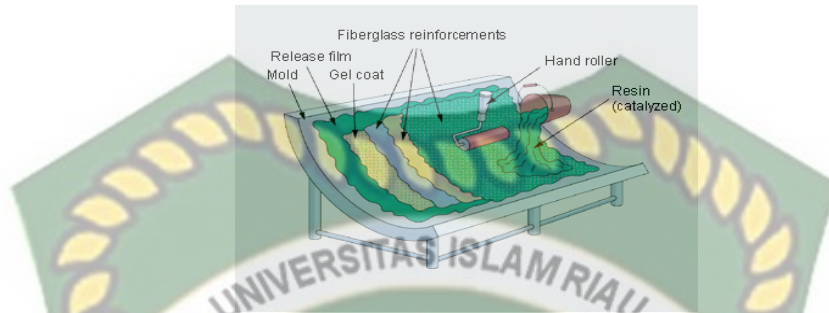
- Proses Cetakan Terbuka (*Open-Mold Process*).
- Proses Cetakan Tertutup (*Closed mold Processes*).

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

a. *Contact Molding/ Hand Lay Up*

Hand lay-up dapat kita artikan metoda yang paling sangat sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Proses dari pembuatan dengan metoda ini adalah dengan beberapa trik, menyurahkan resin dengan tangan kedalam serat yang terbentuk anyaman, rajuan atau kain, kemudian kita berikan tekanan sekaligus ratakannya, menggunakan rol atau kuas. Proses tersebut kita lakukan berulang kali, hingga ketebalan dapat diinginkan bisa tercapai. Pada proses ini resin langsung berkaitan dengan udara, dan lebih biasa proses pencetakan dilakukan pada temperatur kamar. Pada metoda *hand lay-up* ini, resin yang

paling sering di gunakan adalah *polyester* dan kemudian *epoxies*. Proses ini dapat kita melihat pada gambar berikut:

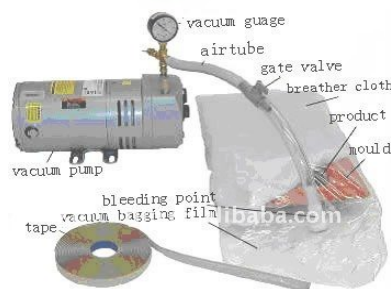


Gambar 2.6 Proses Pencetakan dengan *Hand Lay Up*
 (Sumber : Schwarz M, 1984).

b. Vacuum Bag

Proses *vacuum bag* merupakan bagian dari penyempurnaan dari *hand lay up*, penggunaan dari proses *vacuum* ini, dapat diartikan untuk menghilangkan, udara yang tertangkap dan kelebihan resin.

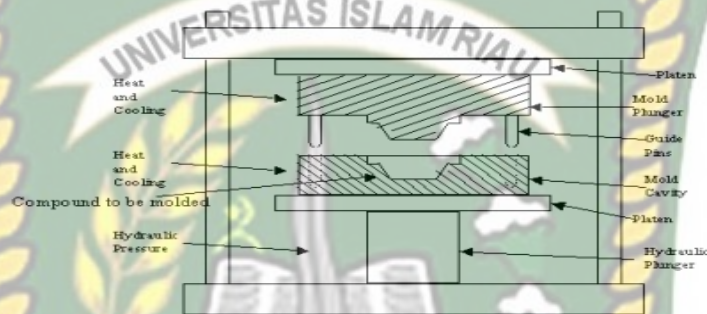
Pada proses ini biasanya pompa *vacuum* untuk menghisap udara, yang ada dalam tempat ditaruknya komposit, yang akan dilakukan proses pencetakan. Dengan cara *divacuum* kan udara dalam wadah maka udara, yang ada diluar penutup *plastic*, akan lebih menekan kearah dalam. Hal ini akan memberikan udara yang terperangkap dalam spesimen komposit akan dapat dikurangi. Dibandingkan dengan *hand lay-up*, metode *vacum* memberikan penguatan pada konsentrasi yang lebih tinggi, adhesi yang lebih baik antara lain adalah lapisan, dan kontrol yang lebih rasio kaca. Proses ini dapat dilihat pada gambar di bawah :



Gambar 2.7 Proses Percetakan dengan *Vacuum Bag*
 (Sumber : Schwarz M, 1984)

c. Pressure Bag

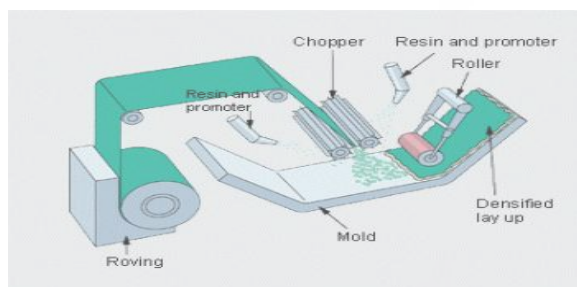
Pressure bag mempunyai kemiripan dengan *vacuum bag*, namun cara ini lebih tidak menggunakan pompa *vacuum* tapi menggunakan udara atau uap bertekanan yang kita masukkan melalui suatu tempat yang elastis, tempat inilah yang akan berkontak pada komposit yang akan dilakukan proses. Biasanya tekanan besar tekanan yang akan diberikan pada proses ini adalah 30 sampai 50 psi.



Gambar 2.8 Proses Percetakan dengan *Pressure Bag*
 (Sumber : Schwarz M, 1984)

d. Spray-Up

Adalah suatu satu metode, cetakan yang terbuka, yang dapat memberikan bagian-bagian yang sangat lebih kompleks, lebih ekonomis disamping *hand lay-up*. Proses *spray-up* kita lakukan dengan cara penyemprotan serat (*fibre*), yang telah melalui tempat pemotongan (*chopper*). Sementara itu, resin yang telah dicampuri bersama katalis, juga disemprotkan secara bersamaan ditempat pencetakan *spray-up* telah kita siapkan sebelumnya. Setelah itu proses selanjutnya adalah dengan kita biarkan akan lebih mengeras pada saat kondisi tertentu yang atmosfer nya lebih standar.



Gambar 2.9 Proses Percetakan dengan *Spray-Up*
 (Sumber : Schwarz M, 1984)

e. Filament Winding

Fiber bertipe *roving*, atau *single strand*, dilewatkan melalui tempat yang berisi resin, kemudian *fiber* ini akan diputar, sekeliling *mandrel* yang sedang bergerak melalui dua arah, arah terhadap radial dan arah terhadap tangensial. Proses ini kita lakukan secara berulang kali, sehingga cara ini mendapatkan lapisan serat, dan *fiber*, sesuai yang miliki dan kita inginkan nantinya.



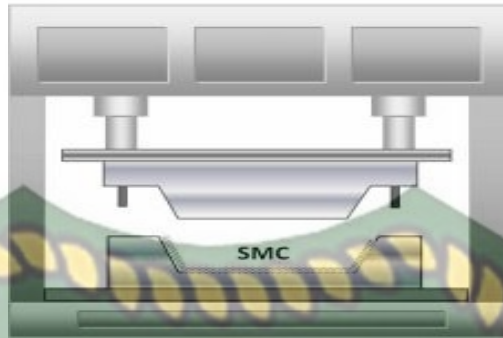
Gambar 2.10 Proses Percetakan *Filament Winding*
 (Sumber : Schwarz M, 1984)

Proses ini sangat diutamakan kita gunakan, untuk komponen belah berlubang, umumnya bulat atau oval, seperti contohnya pipa dan tangki. Serat TOWS dilewatkan melalui mandi resin sebelum datang menghadap ke Mandrel dalam berbagai orientasi, dikendalikan dari mekanisme serat, dan tingkat rotasi mandrel tersebut. Adapun aplikasi dari proses ini *filament winding* ini nantinya kita gunakan untuk menghasilkan bejana tekan, dan motor roket, lalu tank, kemudian tongkat golf dan pipa.

2.5.2. Proses Cetakan Tertutup (*Closed mold Processes*)

a. Proses Cetakan Tekan (*Compression Molding*)

Proses cetakan ini harus menggunakan *hydraulic*, untuk penekannya. Fiber yang telah dicampur dari resin, kita masukkan ke dalam rongga cetakan, kemudian dapat dilakukan penekanan terhadap pemanasan. *Resin termoset* secara khas yang digunakan untuk proses cetak tekan ini, contohnya adalah *polyester*, dan *vinil ester*, lalu *epoxies* dan kemudian *fenolat*.

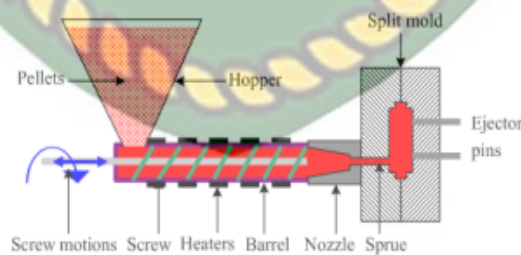


Gambar 2.11 Proses Percetakan *Compression Molding*
(Sumber : Schwarz M, 1984)

b. *Injection Molding*

Metoda *injection molding* juga kita kenal sebagai cetakan injeksi yang kegunaannya adalah untuk proses pembuatan untuk memproduksi komponen dengan menyuntikan bahan cair ke dalam cetakan dan kemudian, cetakan injeksi dapat dilakukan dengan sejumlah bahan terutama termasuk logam, gelas, elastomer, konveksi dan polimer *termoplastik* dan *thermoset* yang paling umum.

Bahan untuk bagian yang dimasukkan ke dalam tong dipanaskan, dicampur (menggunakan sekrup berbentuk heliks), dan disuntikkan (dipaksa) ke dalam rongga cetakan, dimana itu mendingin dan mengeras untuk konfigurasi rongga.

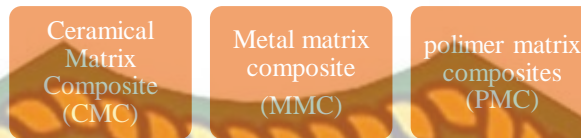


Gambar 2.12 Proses Percetakan *Injection Molding*
(Sumber : Schwarz M, 1984)

2.6 Klasifikasi Komposit

Berdasarkan matrik, komposit dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok besar, berikut ini tiga klasifikasi komposit :

Composit



Gambar 2.13 Klasifikasi Berdasarkan Bentuk dan Matriknya

(Sumber : Haadi, 2001)

2.6.1 Komposit Matrik Polimer (*Polymer Matrix Composites-PMC*)

Bahan ini adalah bahan komposit yang sangat sering kita gunakan, bisa disebut polimer berpenguat serat (*FRP-Fibre Reinforced Polymers or Plastic*). Bahan ini memakai suatu polimer berbahan resin sebagai matriknya, dan kemudian suatu jenis serat seperti kaca, karbon dan aramid (*Kevlar*) untuk nantinya sebagai penguatnya.

Komposit ini bersifat:

1. Biaya untuk membuat pembuatan lebih ekonomis.
2. Dapat untuk membuat dengan produk yang banyak (massal).
3. Ketangguhan lebih bagus.
4. Lebih ringan.

Kelebihan dari PMC yaitu:

1. Memiliki kekakuan yang tinggi.
2. Memiliki kekuatan yang tinggi.
3. Kerapatan yang rendah.
4. Modulus spesifik nya tinggi.
5. Mempunyai stabilitas ukuran yang baik.

2.6.2 Komposit Matrik Logam (*Metal Matrix Composites-MMC*)

Komposit jenis-jenis ini adalah komposit yang memiliki matrik logam, material MMC dikembangkan sejak awal tahun 1996. Keunggulan MMC dibandingkan dengan PMC adalah:

1. Transfer tegangan dan regangan yang sangat baik.

2. Ketahanan terhadap *temperature* yang lebih tinggi.
3. Tidak menyerap beberapa kelembapan.
4. Tidak mudah sekali terbakar.
5. Kekuatan tekan geser yang sangat baik.
6. Ketahanan aus dan muai termal yang baik.
7. Mempunyai keuletan yang sangat tinggi.
8. Titik lebur yang sangat rendah.
9. Mempunyai densitas yang sangat rendah.

Kekurangan dari MMC adalah:

1. Biaya sangat mahal sekali.
2. Standarisasi material dan proses yang agak sedikit.

2.6.3 Komposit Matrik Keramik (*Ceramic Matrix Composites CMC*)

Jenis ini merupakan dua fase maupun satu fase berfungsi, sebagai *reinforcement* dan satu fase lagi sebagai matrik, dimana nanti matrik, tersebut terbuat dari keramik.

Kelebihan dari CMC ini adalah:

1. Dimensinya lebih stabil mungkin lebih stabil dari pada logam.
2. Sangat Tangguh, mirip dengan ketagguhan dari *cast iron*.
3. Mempunyai karakteristik permukaan yang sangat tahan aus.
4. Unsur kimia stabil pada *temperature* lebih tinggi.
5. Tahan *temperature* sangat tinggi (*creep*).
6. Kekutan dan ketangguhan lebih tinggi, dan ketahanan juga tinggi.

Kekurangan dari CMC adalah:

1. Sulit sekali di produksi dalam jumlah yang sangat besar.
2. Harganya *relative* mahal.
3. Hanya aplikasi tertentu.

2.7 Karakteristik Material Komposit

2.7.1 Sifat -Sifat Material Komposit

Dalam pembuatan sebuah material komposit, sifat dari material ini komposit di pengaruhi oleh faktor yaitu, material yang akan kita gunakan untuk pembuatan komponen, dalam komposit bentuk geometri, dari unsur-unsur pokok dan akibat struktur dari sistem komposit. Cara dimana bentuk satu mempengaruhi bentuk lainnya menurut (Agarwal, 2012), yaitu di mana bahan komposit mempunyai, ciri-ciri yang berbeda dan komposisi untuk menghasilkan, suatu bahan yang mempunyai sifat dan ciri tertentu yang berbeda, dari sifat dan ciri asalnya.

Dengan arti lain, bahan komposit adalah bahan yang bersifat *heterogen* yang terdiri dari beberapa fase yang disebar dan fase yang berkelanjutan, fase tersebut terdiri dari serat maupun bahan pengukuh lainnya.

2.7.2 Jenis-Jenis Material Komposit

a. Material Komposit Serat

Material dari komposit serat yaitu adalah komposit, yang terdiri dari bahan serat dan kemudian bahan dasar lainnya yang dibuat secara fabrikasi, contohnya serat kemudian di tambah resin sebagai perekat itu adalah bagian dari FRP (*fiber reinforce Plastic*).

b. Komposit Lapis (*Laminated Composite*)

Komposit lapis yaitu komposit yang terdiri ari lapisan dan bahan penguat, contohnya *polywood*, jenis ini sering di gunakan sebagai bahan bangunan dan kelengkapannya.

c. Komposit Partikel (*Particulate Composite*)

Komposit partikel yaitu komposit, yang terdiri dari partikel dan bahan penguat seperti butiran (batu dan pasir). Yang diperkuat dengan semen yang sering digunakan atau kita jumpai sebagai beton.

2.8 Macam Serat

Dalam duni industri banyak mengenal berbagai macam serat, yang dapat dipergunakan sebagai bahan penguat, dalam pembuatan komposit. Berikut ini adalah bahan serat yang sering di pakai :

2.8.1 Serat Glass

Serat glass ini adalah bahan yang sangat banyak di pakai, dalam pembuatan komposit polimer, serat glass memiliki sifat sebagai berikut :

- a. Harga lebih murah.
- b. Tidak mudah sekali terbakar.
- c. Isolator listrik yang sangat bagus.
- d. Memiliki beberapa sifat anti korosi yang sangat baik.
- e. Memiliki kekuatan Tarik yang sangat tinggi.
- f. Memiliki regangan yang agak lebih rendah.

Serat glass mempunyai beberapa jenis antara lain :

a. Serat Glass A

Serat glass ini memiliki kandungan alkali yang tinggi, material ini tidak banyak di pakai dalam proses produksi sebagai *reinforcement agent*, komposisi yang terkandung didalam serat glass A yaitu:

- SiO₂.
- CaO.
- Na₂O.
- Al₂O₃+Fe₂O₃.

b. Serat Glass E

Serat glass E memiliki komposisi berupa *kalsium, aluminium hidroksida, borosilikat, pasir silika*, serta memiliki kandungan alkali yang rendah selain itu serat E glass cukup murah, serat E glass merupakan isolator yang baik, akan tetapi material dengan menggunakan E glass, merupakan material yang cukup getas, serat E glass memiliki kekuatan Tarik sekitar 3,44 GPa, dan mempunyai modulud elastisitas 72,3 GPa.

c. Serat Glass D

Serat glass D mempunyai karakteristik dielektrik yang baik, maka serat glass D, sering di pakai dalam produksi pembuatan peralatan elektronik.

d. Serat Glass R dan Serat Glass S

Kedua serat ini memiliki komposisi bahan kimia yang berbeda, akan tetapi kedua serat ini dapat di gunakan sebagai bahan penguat dan memiliki kemampuan tinggi, serta serat ini dapat dilapisi sebagai *reinforcement agent* dalam proses pembuatan pesawat terbang, karena itu jenis serat ini lebih mahal.

Serat glass adalah bahan yang paling banyak digunakan pada komposit polimer, karena serat glass ini memiliki harga relatif murah, serat glass juga memiliki sifat sebagai berikut :

1. Mempunyai kekuatan spesifik yang relatif tinggi.
2. Tahan terhadap suhu panas dan korosi.
3. Proses pembuatan relatif murah.

2.9 Jenis-Jenis Resin

Molekul besar (*makro molekul*), yang terbangun oleh susunan unit ulangan kimia yang kecil, sederhana dan terikat oleh ikatan kovalen. Unit ulangan ini biasanya setara atau hampir setara dengan *monomer*, yaitu bahan awal dari *polimer*. *Monomer* Sebarang zat yang dapat dikonversi, menjadi suatu polimer, Untuk contoh, *etilena* adalah monomer yang dapat, dipolimerisasi menjadi *polietilena* (lihat reaksi berikut). Asam amino termasuk *monomer* juga, yang dapat di *polimerisasi* menjadi, *polipeptida* dengan pelepasan air.

Sumber polimer dibagi dua yaitu alami contohnya Pati, Selulosa, *Protein*, *Lipid*, Asam *Nukleat*, dan Sintetik contohnya *Polietilena*, *Polivinil Klorida*. Cara Pembuatan dibagi menjadi dua proses yaitu Polimer Adisi dan Polimer Kondensasi. Polimerisasi Adisi, Monomer mengadisi monomer lain sehingga produk polimer mengandung semua atom yang ada pada monomer awal. Polimerisasi Kondensasi, Sebagian dari molekul monomer tidak termasuk dalam

polimer akhir. Polimer memiliki 2 Reaksi terhadap Kalor yaitu Polimer Termoplastik, bila dipanaskan melunak, dan dapat dibentuk dengan bantuan tekanan, dan *Polimer Termoset* Dapat dilebur dalam pembuatannya, tapi menjadi keras selamanya tidak melunak dan tidak dapat dicetak ulang.

2.9.1 Resin Phenol

Resin fenol formaldehida (PF) atau *resin fenolik* adalah polimer sintetik yang diperoleh dari reaksi fenol atau fenol tersubstitusi dengan formaldehida, digunakan sebagai dasar untuk *Bakelite*, PF adalah resin sintesis komersial pertama (plastik). Mereka telah banyak digunakan untuk produksi produk cetakan termasuk bola bilyar, meja laboratorium, dan sebagai pelapis dan perekat. Mereka pada satu waktu bahan utama yang digunakan untuk produksi papan sirkuit tetapi sebagian besar telah diganti dengan *resin epoksi* dan kain *fiberglass*, seperti dengan bahan papan sirkuit.

Ada dua metode produksi utama. Yang satu bereaksi *fenol* dan *formaldehida* secara langsung untuk menghasilkan polimer jaringan *termoseting*, sedangkan yang lain membatasi *formaldehida*, untuk menghasilkan *prepolimer* yang dikenal sebagai *novolac* yang dapat dicetak dan kemudian disembuhkan dengan penambahan lebih banyak *formaldehida* dan panas. Ada banyak variasi dalam produksi dan input bahan yang digunakan untuk menghasilkan berbagai macam resin untuk keperluan khusus.



Gambar 2.14 *Resin Phenol*
(Sumber : Broutman, 2012)

2.9.2 Resin Amino

Ada dua jenis *resin amino* yang dikenal terpenting, (*formaldehida urea*) dan (*formaldehida melamin*) *resin* ini sangat banyak di jumpai di pasar dalam bentuk serbuk, dan kemudian untuk di cetakkan, sedangkan bila berbentuk (cairan) larutan, untuk dapat digunakan sebagai perekat.

Resin amino adalah resin termoset yang dibentuk oleh kopolimerisasi senyawa amino dengan *aldehida*. Resin amino digunakan dalam panel kayu, pelapis, laminasi, senyawa cetakan, perekat, dan industri lainnya. Resin amino sebagian besar digunakan sebagai perekat dalam panel kayu seperti papan partikel, MDF, kayu lapis, dan lain lain. Kinerja tinggi resin amino dalam hal kekuatan dan ketahanan yang mereka berikan kepada panel kayu adalah penggerak utama pasar resin amino.

2.9.3 Resin Furan

Resin furan adalah oligomer *thermosetting* cair yang mengalami reaksi ikatan silang ketika dipanaskan dan dicampur dengan katalis. Mereka terutama dibuat dengan polimerisasi kondensasi *alkohol furfuryl biobased* dan turunannya di hadapan asam kuat. Untuk meningkatkan atau memodifikasi sifat-sifat mereka, mereka sering dikopolimerisasi (terkondensasi) dengan monomer lain, seperti *formaldehida*, *fenol* dan *furfural*. Resin-resin ini tersedia dalam berbagai viskositas yang dapat menyembuhkan polimer yang memiliki ikatan silang tinggi.



Gambar 2.15 Resin Furan
(Sumber : Broutman, 2012)

2.9.4 Resin Epoxy

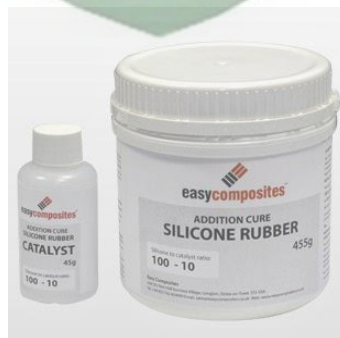
Resin seperti ini sangat banyak dipakai untuk keperluan seperti pengecoran, lalu kemudian dapat digunakan untuk protector alat listrik, kemudian dapat juga digunakan sebagai campuran cat dan sebagai *adhesif* (perekat/lem). Karena resin ini sangat tahan terhadap beban kejut dan aus, maka dalam penggunaan sering digunakan untuk pembuatan cetakan tekan (metalurgi serbuk), panel-panel sirkuit untuk kelistrikan, tangka dan kemudian jig.



Gambar 2.16 Resin Epoxy
(Sumber : Broutman, 2012)

2.9.5. Resin Silikon

Resin polimer dengan sifat *silicon* sebagai dasar bahan, mempunyai sifat yang tentunya berbeda dengan bahan dasar plastik (atom karbon) lain nya. Sifat yang spesifiknya adalah untuk tahan terhadap suhu yang lebih tinggi (stabilitas). Kadap air oleh karena itu sering digunakan untuk pemakaian membuat minyak gemuk/ fat, resin perekat dan kemudian karet sintesis.



Gambar 2.17 Resin Silikon
(Sumber : Michael H, 1998)

2.9.6 Resin Polyester

Resin polyester adalah resin sintesis tak jenuh yang dibentuk oleh reaksi asam *organic dibasic* dan *alkihol polihidrik*, *meleic anhydride* adalah bahan baku yang umum digunakan dengan fungsi diasid. resin ini dikenal untuk pembuatan kapal, banyak di jual dipasaran khususnya di Indonesia dengan warna yang tetunya berbeda-beda, ada putih, kuning, merah, dan biru. Proses pengerasan resin ini adalah resin akan memulai mengeras setelah dicampur dengan katalis yang biasanya dijual sepaket dengan resin *polyester*, dalam waktu 5-10 menit makan resin akan benar-benar mengeras.



Gambar 2.18 Resin Polyester
(Sumber : Michael H, 1998)

2.9.7 Resin Akrilik

Resin akrilik ini adalah resin yang memiliki daya tembus cahaya yang sangat baik, dan kemudian resin akrilik ini sangat tahan terhadap kelembaban.



Gambar 2.19 Resin Aklirik
(Sumber : Michael H, 1998)

2.9.8 Resin Vinil

Tidak berbeda dengan *resin* lain-lainnya resin ini sangat mudah untuk kita jumpai di pasaran resin ini adalah sebagai (*polivinil klorida*) *polivinil* yang artinya butir-butir dan *poliviniliden klorida*, yang melalui suatu proses cetak lalu tekan, atau cetak-injeksi. Dapat menghasilkan lembaran untuk pelapis permukaan yang kaku maupun *fleksibel*.



Gambar 2.20 Resin Vinil
(Sumber : Michael H, 1998)

2.10 Resin Secara Umum

Resin atau damar adalah suatu campuran yang kompleks dari ekstrak tumbuhan-tumbuhan dan insekta, biasanya berbentuk padat dan amorf dan merupakan hasil terakhir dari *metabolisme* dan di bentuk diruang-ruang *skizogen* dan *skizolisigen*. Banyak penyelidik percaya bahwa resin adalah hasil oksidasi, secara fisis resin (damar) ini biasanya keras, transparan plastis dan pada pemanasan menjadi lembek atau leleh. Secara kimiawi resin adalah campuran yang kompleks dari asam-asam *resinat*, *alkoholiresinat*, *resinotannol*, *ester-ester* dan *resene-resene*.

Bebas dari zat lemas dan mengandung sedikit oksigen, Karena mengandung zat karbon dalam kadar tinggi, maka kalau dibakar menghasilkan hangus, Juga ada yang menganggap bahwa resin terdiri dari zat-zat *terpenoid*, yang dengan jalan adisi dengan air menjadi damar dan fitosterin. Sifat larut dalam air sebagian larut dalam alkohol, larut dalam *eter*, *aseton*, *petroleum eter*, *kloroform*, minyak terpening dan lain-lain minyak. Apabila resin-resin di pisahkan dan di murnikan, biasanya dibentuk zat padat bisa terbakar, Resin ini juga tidak larut dalam air, tetapi larut dalam alkohol dan lain-lain pelarut organik yang membentuk larutan,

yang apabila di uapkan meninggalkan sisa yang berupa lapisan tipis seperti vernis (Nadjeeb, 2009).

Beberapa sifat resin secara umum antara lain:

Secara fisika:

1. Keras.
2. Transparan.
3. Plastis.
4. Lembek/ leleh.

Secara kimia, campuran dari:

1. *Asam-asam resinat.*
2. *Alkohol rersinat.*
3. *Resino tannol.*
4. *Ester-ester.*
5. *Resen-resen.*
6. Bebas Zat lemak.
7. Sedikit mengandung oksigen dan banyak mengandung karbon, (Anonim, 2010).

2.10.1 Isi dari Resin pada Umumnya

a. Asam-Asam Resinat

Terdiri dari asam-asam oksi yang banyak jenisnya, biasanya mempunyai sifat gabungan dari asam-asam karboksilat dan *fenol-fenol*. Asam-asam ini terdapat baik dalam keadaan bebas maupun terikat sebagai *ester-ester*, Pada umumnya asam-asam ini larut di dalam larutan alkali, membentuk larutan seperti sabun ataupun suspensi *koloidal*, Garam-garam logamnya di kenal sebagai resinat, beberapa di antaranya banyak di gunakan untuk membuat sabun, yang murah dan vernis. Sebagai contoh biasanya asam abietat di dalam *colophonium*, asam kopaivat dan *oksikopoivant* di dalam *Balsamum Copaive* asam *guiakonat* didalam *guajac*, asam pimarat (*pimarinat*) di dalam *Burgundy Pitch (Picea excelsa)*.

b. Alkohol-Alkohol Resinat

Terdiri dari alkohol-alkohol kompleks yang mempunyai, berat molekul yang tinggi yang di sebut *resinotannol*, sebagai hasil polimerisasi dari alkohol damar resinol, yang dengan garam-garam memberikan reaksi seperti tannin. Alkohol-alkohol resinat terdapat dalam keadaan bebas maupun terikat sebagai ester, dengan *asam-asam aromatis*, *asam benzoat*, *asam salisilat*, *asam sinamat*, *asam umbellate*. Beberapa resinol misalnya :

1. *Benzorsinol* dari *benzoin*.
2. *Steresinol* dari *styrax*.
3. *Guaiaresinol* dari *gurjun balsem (depterocarpus)*.
4. *Guaiaresinol* dari *guaiac resin*.

c. Resene-Resene

Resene adalah zat-zat yang kompleks, yang tidak mempunyai sifat-sifat kimiawi yang khas, *Resene* ini tidak membentuk garam atau ester, tidak larut di dalam larutan alkali dan tidak *terhidrolisa* dengan alkali. Sebagai contoh adalah *alban* dan *fluavil* dari *gutta percha*, *kopalresene* dari *copal*, *dammarresene* dari *dammar*, *drakoresene* dari *sanguis draconis*, *olibanoresene* dari *olibanum* (Anonim, 2010).

2.11 Tanaman *Plantae*

Ada banyak jenis tanaman *plantae* yang biasanya kita kenal, dan sering digunakan untuk dalam proses pembuatan komposit, berikut adalah beberapa tanaman *plantae* yang sering digunakan dalam pembuatan komposit seperti:

- a. Kelapa (*Cocos nucifera*)
- b. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*)
- c. Rumbia (*Metroxylon sagu*)

2.11.1 Kelapa

Kelapa dikenal dengan beragam kegunaannya yang beragam, mulai dari kosmetik, kesehatan, dan material. Untuk dibidang material kelapa sering

digunakan dalam pembuatan bio komposit, dengan menggunakan serabut kelapa sebagai penguat, hal ini dikarenakan serat pohon kelapa kuat dan berpotensi dalam pembuatan pohon sagu.

2.11.2 Kelapa Sawit

Kelapa sawit yang sering kita jumpai, yang pada dasarnya tumbuhan ini untuk bahan dasar dalam pembuatan minyak, tapi tumbuhan ini juga sering digunakan dalam pembuatan material, dibidang komposit. Karena serat pohon kelapa sawit ini juga berpotensi dalam pembuatan bio komposit.

2.11.3 Rumbia

Tanaman Rumbia Atau sagu (*Metroxylon sagu Rottb.*), atau sering disebut juga palm rawa, termasuk dalam *famili palmae*, dan merupakan tanaman yang menyimpan pati pada batangnya. Pati sagu didapat dari tanaman yang sudah dewasa, Terdapat beberapa genus *Palmae* yang patinya telah dimanfaatkan, yaitu *Metroxylon*, *Corypha*, *Euqeissona*, dan *Caryota*. Genus yang banyak dikenal adalah *Metroxylon* dan *Arenga* karena kandungan patinya cukup tinggi.

Sagu merupakan tanaman *hidrofilik*, *hapaxanthic* (berbunga satu kali), dan *soboliferous* (*mempunyai anakan*), (*Burkill 1935*). Berdasarkan sumber yang dirangkum dari kajian penelitian Institut Pertanian Bogor, secara morfologi sagu memiliki batang yang berbentuk seperti silinder atau lebih bulat dan memanjang dengan diameter mencapai 50-60 centimeter, dan bahkan dapat mencapai 80-90 centimeter. Pada keadaan umumnya diameter bagian bawah sagu ini akan lebih besar ketimbang diameter batang sagu yang diatas.

Tumbuhan pohon sagu ini memiliki batang tertinggi, apabila pohon sagu ini telah sampai pada umur saat akan dipanen nantinya yaitu sekitar 6-8 tahun atau bahkan lebih, pada masa itu tumbuhan pohon sagu ini akan mencapai ketinggian 13-20 m. dengan bobot berat sagu mencapai 1 ton, (*Pangloli 1992*). Batang pohon sagu ini, terdiri dari beberapa lapisan kulit yang ada di luar dan lapisan kulit yang ada di dalam, bagian yang luar disebut *epidermal* dan bagian dalam berupa empelur dan pati sagu yang sering digunakan untuk bahan pangan.



Gambar 2.21 Pohon Sagu
(Sumber : Bintoro, 2008)

Adapun isi di dalam pohon sagu bisa di lihat pada gambar 2.22 di bawah ini :



Gambar 2.22 Serat dalam Sagu
(Sumber : Bintoro, 2008)

Tanaman sagu memiliki akar serabut. Pada awal pertumbuhan tumbuh akar primer dan dalam pertumbuhan lanjutannya tumbuh dan berkembang akar-akar sekunder. Pada daunnya, sagu memiliki sistem daun menyirip yang tumbuh pada tangkai daun. Pada bagian tajuk terdapat sekitar 6-15 rangkaian daun (*ental*) dan pada setiap rangkaian terdapat pelepah daun, tangkai daun, dan kurang lebih 20 pasang helai daun dengan panjang antara 60-80 cm. Daun muda umumnya berwarna hijau muda, kemudian dengan bertambah waktu secara berangsur-angsur berubah menjadi hijau tua, selanjutnya berubah lagi menjadi coklat kemerah-merahan apabila daun telah tua. Tangkai daun yang

telah tua tersebut akan terlepas dengan sendirinya dari batang, dan meninggalkan bekas pada kulit batang.

Tumbuhan sagu mulai berbunga dan berbuah pada umur sekitar 10-15 tahun. Malai bunga menyerupai tanduk rusa yang terdiri atas cabang utama, sekunder, dan tersier. Pada cabang tersier terdapat sepasang bunga jantan dan bunga betina. Jumlah struktur bunga sekitar 15-25 cabang utama dengan panjang 2-3 meter, cabang sekunder terdapat 15-22 cabang, dan cabang ketiga terdapat 7-10 cabang (Jong 2005). Buah sagu berbentuk bulat menyerupai 15 buah salak dan mengandung biji yang fertil. Waktu antara mulai muncul bunga sampai fase pembentukan buah diperkirakan sekitar 2 tahun (Pangloli, 1992). Jumlah buah yang dihasilkan per pohon sagu yaitu sekitar 2.174-6.675 buah (Jong, 2005)

2.12 Klasifikasi, Ciri-Ciri dan Morfologi Tanaman Sagu

2.12.1 Klasifikasi Tanaman Sagu

Berikut ini adalah daftar dan klasifikasi, tanaman sagu di cantumkan di tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2.1 klasifikasi tumbuhan sagu

1.KIGDOM	<i>Plantae</i>
2.SUB KIGDOM	<i>Viridiplantae</i>
3.INFRA KIGDOM	<i>Streptophyta</i>
4.SUPER DEVISI	<i>Embryophyta</i>
5.DEVISI	<i>Tracheophyta</i>
6.SUB DEVISI	<i>Spermatophytina</i>
7.KELAS	<i>Magnoliopsida</i>
8.SUPER ORDO	<i>Liliana</i>
9.ORDO	<i>Arecales</i>
10.FAMILI	<i>Arecaceae</i>
11.GENUS	<i>Metroxylon Rottb</i>
12.SPESIES	<i>Metroxylon sagu Rottb</i>

(Sumber : Harsanto, 1986)

2.12.2 Ciri-Ciri Tanaman sagu

Tanaman sagu ini masih diduga berasal dari Indonesia, lebih tepatnya dari Maluku, dan Irian, di daerah tersebut terdapat banyak tanaman sagu, dan tersebar di daerah lainya Sumatra, Jawa, dan Kalimantan. Biasanya tanaman tersebut dijadikan makanan pokok, dengan kemajuan teknologi tanaman sagu ini dijadikan bahan olahan, seperti tepung, dan juga olahan lainnya. Tanaman sagu ini hampir menyerupai kelapa, yang memiliki pelepah dan daun yang Panjang, bewarna kehijauan dan mempunyai batang bewarna coklat dengan Panjang mencapai (10-20m).

Tanaman sagu ini dapat diperbanyak, dengan dua cara yaitu secara generatif (*menggunakan biji*), dan vegetatif (*menggunakan anakan*), dan dapat dibagi dua yaitu:

1. (*hapxanthic*) Tanaman sagu berbunga dan berbuah satu kali.
2. (*Pleonanthic*) Tanaman sagu berbunga dan berbuah satu kali.

Ciri-ciri tanaman sagu

1. Tinggi batang mampu mencapai 15-20m dengan nilai diameter batang mencapai 40-60cm dan bobot mampu mencapai 1-2ton lebih.
2. Memiliki pelepah daun hampir menyerupai daun kelapa, bagian pangkal runcing.
3. Memiliki duri yang berada di sekitaran batang.
4. Daun bewarna lebih hijau (hijau muda) dan hingga (hijau tua).
5. Bunga tanaman pohon sagu ini bewarna sawo matang.
6. Empelur yang berada di tanaman pohon sagu ini sangat lunak.

Manfaat tanaman sagu:

1. Pelepah di pakai sebagai pagar atau pelindung rumah.
2. Daun untuk atap atau pelindung.
3. Kulit dan batang di gunakan sebagai bahan bakar.
4. Sagu di gunakan sebagai olahan berbagai makanan.
5. Sebagai makanan ternak.
6. Serat sagu bisa dipakai untuk bagunan dicampur dengan semen.

7. Bisa sebagai komposit di campur dengan resin.
8. Sagu bisa digunakan sebagai bahan lem (perekat).
9. Bisa di olah sebgai bahan bakar methanol atau bensin.

Tabel 2.2 Kandungan zat pohon Sagu

Komponen	Tepung a (% b/b)	Ampas b (% b/b)
Air	13,1	12,2
Protein kasar	1,6	3,3
Lemak	0,5	0,3
Serat kasar	-	14,0
Abu	0,5	5,0
Bahan ekstrak tanpa nitrogen	97,7	84,6

(Sumber : Harsanto, 1986)

Untuk komposisi kimia pada pohon sagu bisa dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.3 komposisi kimia sagu

Jenis	Jumlah %
kadar air	78,34%
Lemak	0,20%
Protein	1,31%
Karbohidrat	6,67%
Serat kasar	13,48%
Density serat sagu	0,65 gr/cm ³

(Sumber : Harsanto, 1986)

2.12.3 Morfologi Tanaman Sagu

a. Morfologi Batang Sagu

Tumbuhan pohon sagu ini memiliki bentuk selinder yang tumbuh mencapai tinggi 15-20m, diameter batangnya 40-60 cm, dari batang pohon sagu ini merupakan bagian terpenting karena, di bagian ini tersimpan karbohidrat dan cadangan bahan pangan tersimpan, pada dasarnya diameter

batang sagu dibawah akan lebih besar daripada bagia atas, tanaman sagu memiliki akar yang berjenis akar serabut.



Gambar 2.23 Batang Sagu
(Sumber : Haryanto, 1992)

b. Morfologi Daun Sagu

Pada tumbuhan pohon sagu ini, mempunyai daun yang berbentuk sedikit memanjang dan agak melebar daun pohon sagu ini sangat mirip dengan tumbuhan pohon kelapa, yang mempunyai pelepah dan juga mirip seperti pohon pinang. Pelepah daun tersusun sangat rapi berlapi-lapis. Tanaman pohon sagu yang sudah tua akan memiliki 18 tangkai daun yang panjangnya 5/7 M. dan setiap pada tangkai nya terdapat 50 pasang daun yang berbeda-beda (bervariasi), tangkai daun yang tua pada akhirnya akan lepas dan jatuh dari batangnya.

Daun tumbuhan pohon sagu muda bewarna hijau yang sedikit lebih muda, lalu perlahan-lahan daun akan berubah menjadi kecoklatan tanda daun sudah mulai menua.



Gambar 2.24 Daun Sagu
(Sumber : Haryanto, 1992)

c. Morfologi Bunga dan Buah Sagu

Tumbuhan pohon sagu ini mempunyai bunga yang bersifat majemuk, yang muncul dari ujung atau puncak batang sagu, bunga sagu bewarna kecoklatan, tersusun dalam magar secara rapat dan bercabang, banyak pada cabang ini terdapat sepasang Bunga jantan, dan bunga betina, tanaman sagu berbunga dan berbuah pada umur 10-15 tahun, dan tergantung jenisnya dan pada saat itu tanaman akan mati berbunga. Tanaman sagu akan memunculkan bunga bendera tanaman sagu akan berbuah, jika tidak ditebang buah sagu berbentuk bulat, kecoklatan dan bersisik dan tersusun pada tandan di butuhkan waktu 2 tahun untuk Bunga berubah menjadi buah.



Gambar 2.25 Buah Sagu
(Sumber : Haryanto, 1992)

2.13 Uji Bending

Pengujian bending adalah suatu alat yang dapat digunakan, untuk kita melakukan sebuah pengujian kekuatan lengkung (bending), pada sesuatu bahan

atau material, yang pada umumnya alat uji bending ini mempunyai beberapa komponen bagian utama. Contohnya rangka yang berfungsi sebagai untuk menahan, gaya balik yang terjadi pada saat kita akan melakukan sebuah pengujian, pada komponen rangka ini haruslah memiliki kekuatan yang lebih baik, dari kekutan tekan, agar tidak terjadi kesalahan atau kerusakan saat kita melakukan sebuah pengujian, ada dua jenis tes lentur yaitu tikungan 3 titik dan tikungan 4 titik, bahan-bahan yang diuji menggunakan metode uji fleksibel bervariasi dari logam, plastik, kayu, laminasi, papan partikel, dinding kering, ubin keramik hingga kaca, tes bending sangat bervariasi berdasarkan produk yang diuji. Ada berbagai standar industri yang sebagian besar didasarkan pada bahan sampel yang diuji, bending tes umumnya melibatkan pengukuran daktilitas bahan sampel, tes lengkung dapat melibatkan pengambilan sampel bahan ke batas tertentu dan menentukan pengukuran beban dan hubungannya dengan spesifikasi beban (lulus / gagal). Atau, itu mungkin melibatkan membengkokkan bahan sampai bahan mengalami istirahat dan menentukan baik beban dan defleksi yang diperlukan untuk memprakarsai batas istirahat.

Uji *bending* adalah suatu proses pengujian material dengan cara di tekan untuk mendapatkan hasil, berupa data tentang kekuatan lengkung (*bending*) suatu material yang di uji, proses pengujian bending memiliki 2 macam pengujian. Untuk melakukan uji bending ada faktor dan aspek yang harus dipertimbangkan dan dimengerti yaitu:

2.13.1 Tekanan

Tekanan dapat diartikan perbandingan gaya yang akan terjadi, dengan daerah benda yang di kenai oleh gaya tersebut, Besarnya tekanan yang terjadi dipengaruhi oleh dimensi benda yang di uji, dimensi mempengaruhi tekanan yang terjadi karena semakin besar dimensi benda uji yang digunakan, maka semakin besar pula gaya yang terjadi. Selain itu alat penekan juga mempengaruhi besarnya, tekanan yang terjadi. Alat penekan yang digunakan menggunakan system hidrolik, Hal lain yang mempengaruhi besar tekanan adalah luas penampang dari torak yang digunakan. Maka daya pompa harus lebih besar dari

daya, yang dibutuhkan. Dan motor harus bisa melebihi daya pompa, perhitungan tekanan (Sularso, 1983):

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots \text{Pers.2.1}$$

Dimana :

- P = Tekanan (Kgf/Cm²)
- F = Gaya (kgf)
- A = Luas daerah penampang (m²)

$$P = \frac{p \cdot Q}{600} \dots\dots\dots \text{Pers.2.2}$$

Dimana :

- P = Daya (kw)
- p = Tekanan (bar)
- Q = Aliran pada saat melaju (l/min)

2.13.2 Benda Uji

Benda uji adalah sesuatu yang akan kita uji nantinya, bendan yang kita uji adalah kekuatan lengkung (Bending). Dengan menggunakan sebuah alat uji bending, material benda uji ini sangat besar pengaruh pada saat kita melakukan pengujian bending. Dikarenakan di setiap jenis material yang kita pilih mempunyai kekutan yang berbeda (bervariasi), yang nantinya akan sangat berpengaruh terhadap hasil pengujian uji bending.

2.13.3 Point Bending

Point *bending* adalah suatu sistem, atau cara dalam melakukan pengujian lengkung (*bending*). *Point bending* ini memiliki 2 tipe, yaitu: *three point bending* dan *four point bending*.

Perbedaan dari kedua cara pengujian ini, hanya terletak dari bentuk dan jumlah point yang digunakan, *three point bending* menggunakan 2 *point*, pada

bagian bawah yang berfungsi sebagai tumpuan dan 1 point, pada bagian atas yang berfungsi sebagai penekan sedangkan. *Four point bending* menggunakan 2 point, pada bagian bawah yang berfungsi sebagai tumpuan dan 2 point (penekan), pada bagian atas yang berfungsi sebagai penekan. Selain itu juga terdapat beberapa kelebihan, dan kelemahan, dari cara pengujian *three point dan four point*.

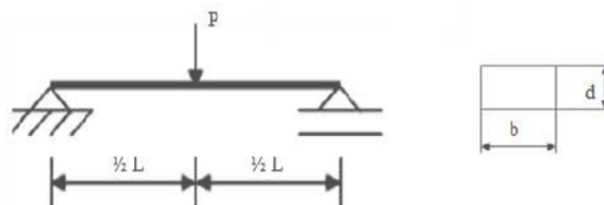
Tabel 2.4. Kelebihan dan Kekurangan Metode Uji *Three Point Bending* dan *Four Point Bending*

<i>Three Point Bending</i>	<i>Four Point Bending</i>
Kelebihan	
+ Kemudahan persiapan spesimen dan pengujian + Pembuatan <i>point</i> lebih mudah	+ Penggunaan rumus perhitungan lebih mudah + Lebih akurat hasil pengujiannya
Kekurangan	
- Kesulitan menentukan titik tengah persis, karena jika posisi tidak di tengah persis penggunaan rumus berubah - Kemungkinan terjadi pergeseran, sehingga benda yang diuji pecah/patah tidak tepat di tengah maka rumus yang digunakan kombinasi tegangan lengkung dengan tegangan geser	- Pembuatan <i>point</i> lebih rumit - 2 <i>point</i> atas harus bersamaan menekan benda uji. Jika salah satu <i>point</i> lebih dulu menekan benda uji maka terjadi <i>three point bending</i> , sehingga rumus yang digunakan berbeda.

(Sumber : Khamid, 2011)

a. Three Point Bending

Three point bending adalah cara pengujian yang menggunakan, 2 tumpuan dan 1 penekan.



Gambar 2.26. *Three point bending*

(Sumber : *Khamid, 2011*)

Perhitungan yang digunakan (*Conshoocken, 1996*):

$$\sigma_f = \frac{3 \cdot FL}{2bd^2} \dots\dots\dots \text{Pers.2.3}$$

Dimana :

σ_f = Tegangan lengkung (kgf/mm²)

F = Beban atau Gaya yang terjadi (kgf)

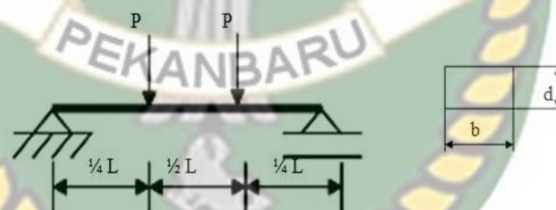
L = Jarak Point (mm)

b = Lebar Benda Uji (mm)

d = Ketebalan Benda Uji (mm)

b. Four Point Bending

Four point bending adalah cara pengujian yang menggunakan, 2 tumpuan dan 2 penekan.



Gambar 2.27. *Four point bending*
(Sumber : *Khamid, 2011*)

Perhitungan yang digunakan (*Conshoocken, 1996*).

$$\sigma_f = \frac{3 \cdot FL}{4bd^2} \dots\dots\dots \text{Pers.2.4}$$

Dimana :

σ_f = Tegangan Lengkung (kgf/mm²)

F = Beban atau Gaya yang Terjadi (kgf)

L = Jarak Point (mm)

b = Lebar Benda Uji (mm)

d = Ketebalan Benda Uji (mm)

d. Rangka

Rangka dapat berfungsi sebagai penahan kekuatan, yang akan membalik dari gaya tekan yang nantinya dihasilkan oleh alat tekan pada saat melakukan pengujian. Selain itu rangka juga dapat difungsikan untuk menguat kedudukan komponen lain, maka dari pada itu rangka haruslah lebih besar dari pada komponen rangka itu sendiri.

e. Alat Ukur

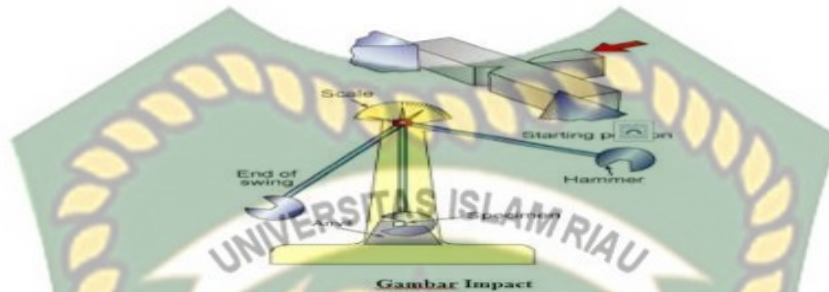
Alat ukur dapat juga difungsikan sebagai pembaca data yang dihasilkan pada saat melakukan pengujian bending, angka-angka yang ditunjukkan oleh alat ukur ini nantinya, diolah dalam perhitungan untuk memperoleh data-data yang diinginkan, pada umumnya alat ukur yang dapat digunakan adalah alat untuk mengukur tekanan.

2.14 Uji Impact

Uji impact adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Pengujian impact merupakan suatu pengujian, yang mengukur ketahanan, bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian impact dengan pengujian bending, dan kekerasan, dimana pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan. Pengujian impact merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material, yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi, atau konstruksi, dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba. Contoh deformasi pada bumper mobil pada saat terjadinya tumbukan kecelakaan, Pada *uji impact* terjadi proses penyerapan energi yang besar ketika beban menumbuk spesimen, Energi yang diserap material ini dapat dihitung dengan menggunakan prinsip perbedaan, energi potensial.

Dasar pengujiannya yakni penyerapan energi potensial, dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji, sehingga

benda uji mengalami deformasi. Pada pengujian impact ini banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran, ketahanan impact, atau ketangguhan, bahan tersebut.



Gambar 2.28 Uji Impact
(Sumber: Broutman, 2012)

Ada dua macam metode uji *impact*, yakni metode *charpy* dan *izod*, perbedaan mendasar dari metode itu adalah pada peletakan spesimen. Pengujian dengan menggunakan *charpy* lebih akurat karena pada *izod*, pemegang spesimen juga turut menyerap energi, sehingga energi yang terukur bukanlah energi yang mampu diserap material seutuhnya. Berikut penjelasan 2 metode uji *impact* tersebut:

2.14.1 Pengujian Impact Metode Charpy

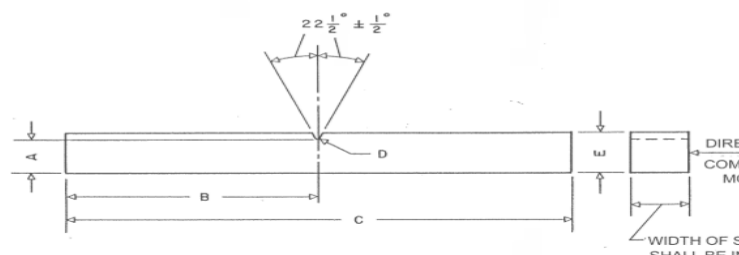
Benda uji diletakkan pada tumpuan dalam posisi mendatar dan bagian yang bertakik diberi beban impact dari ayunan bandul. Serangkaian uji *Charpy* pada satu material umumnya dilakukan pada berbagai *temperature* sebagai upaya untuk mengetahui temperatur transisi. Prinsip dasar pengujian *charpy* ini adalah, besar gaya kejut yang dibutuhkan untuk mematahkan, benda uji dibagi dengan luas penampang patahan. Mula-mula bandul *charpy* disetel dibagian atas, kemudian dilepas sehingga menabrak benda uji dan bandul terayun sampai ke kedudukan bawah. Jadi dengan demikian energi yang diserap untuk mematahkan benda uji ditunjukkan, oleh selisih perbedaan tinggi bandul pada kedudukan atas dengan tinggi bandul pada kedudukan bawah (tinggi ayun). Segera setelah benda uji diletakkan, kemudian bandul dilepaskan sehingga batang uji akan melayang (jatuh akibat gaya gravitasi). Bandul ini akan memukul benda uji yang diletakkan semula dengan energi yang sama, Energi bandul akan diserap oleh benda uji yang dapat menyebabkan benda uji patah, tanpa deformasi (getas), atau pun benda uji

tidak sampai putus yang berarti benda uji mempunyai sifat keuletan yang tinggi. Permukaan patah membantu untuk menentukan kekuatan *impact*, dalam hubungannya dengan temperatur transisi bahan. Daerah transisi yaitu daerah dimana terjadi perubahan patahan ulet ke patahan getas, Bentuk perpatahan dapat dilihat langsung dengan mata telanjang atau dapat pula dengan bantuan mikroskop.



Gambar 2.29 Uji Impact Metode Charpy
(Sumber: Broutman, 2012)

Berdasarkan hal tersebut maka standar yang digunakan dalam uji impact adalah terbagi dalam 2 standar, yaitu berdasarkan metode pengujian impact, yaitu dengan metode *charpy*, dan *metode izod*, serta bahan tidak berpengaruh dalam menentukan standar dalam uji impact ini. Dalam *metode charpy* standar yang digunakan adalah ASTM D 6110 dimensi yang digunakan adalah 127,0 mm x 12 mm x 3 mm. sedangkan standar yang digunakan dalam metode izod adalah JIS Z 2202 yang mempunyai dimensi adalah 75 mm x 10 mm x 10 mm. Berdasarkan hal tersebut maka dalam rancang bangun ini penulis membuat standar bahan uji impact, menggunakan metode charpy karena paling sering digunakan. Berikut gambar adalah gambar *metode charpy* dan dimensi ASTM D 6110.



Gambar 2.30 Metode Charpy dan Dimensi ASTM D 6110
(Sumber: Schwarz, 1984)

Adapun mesin yang digunakan dalam pengujian *impact* dapat dilihat di gambar di bawah ini :



Gambar 2.31 Mesin Uji *Impact*
(Sumber: Schwarz, 1984)

Adapun langkah-langkah pengujian *impact* ini adalah sebagai berikut:

1. Meletakkan benda uji di tempat benda uji pada alat uji *impact*. Penempatan benda uji harus benar-benar sesuai dengan tipe pengujian *impact* yang digunakan agar pisau yang terpasang di pendulum berada searah dengan takikan spesimen.
2. Membuat posisi jarum penunjuk kearah 0° .
3. Mengangkat Pedulum keatas sejauh 45° . Dengan cara kita memutar secara berlawanan arah jarum jam secara perlahan.
4. Kemudian kita dapat melepaskan untuk jatuh dan mematahkan takikan pada spesimen.
5. Melihat dan kemudian catat hasil data yang kita dapatkan, yang ditunjuk oleh penunjuk busur.
6. Analisa perhitungan yang kita dapat kan dari pengujian, yaitu menghitung besar usaha (W) dan harga *impact*.

2.14.2 Pengujian *Impact Metode Izod*

Biasanya metode *izod* ini biasa digunakan dinegara inggris dan negara eropa, spesimen yang menggunakan metode *izod* dengan takik V di dekat ujung kemudian rapatkan / dijepit, kemudian uji *impact* dengan metode seperti ini biasanya juga akan dilakukan pada temperatur ruang, dan untuk material yang didesain untuk

berfungsi sebagai *cantilever*. Beda perbedaan dari *charpy* dan *izod* adalah peletakan spesimen saat dilakukannya pengujian, biasanya pengujian *izod* di akan seakurat dengan kita menggunakan metode *charpy*, karena pada metode *izod* ini pemegang spesimen juga menyerap energi, sehingga energi yang diukur bukanlah energi yang dapat/mampu di serap spesimen material seutuhnya.



Gambar 2.32 Uji Impact Metode Izod
 (Sumber: Schwarz, 1984)

Adapun rumus dan persamaan yang digunakan untuk menentukan harga *impact*, yaitu :

$$EP_1 = m \cdot g \cdot h_1 \dots\dots\dots \text{Pers.2.5}$$

Dimana :

- EP_1 = Energi sebelum tumbukan (*Jaule*)
- m = Massa pendulum (kg)
- g = Gravitasi (m/s)
- h_1 = Tinggi pendulum sebelum tumbukan dengan acuaan (m)

Energi setelah tumbukan EP_2

$$EP_2 = m \cdot g \cdot h_2 \dots\dots\dots \text{Pers.2.6}$$

Dimana :

- EP_2 = Energi setelah tumbukan (*Jaule*)
- h_2 = Tinggi pendulum setelah tumbukan dengan acuaan (m)

Sehingga energi yang di serap dinyatakan dengan

$$EP_1 - EP_2 = m \cdot g \cdot (h_1 - h_2) \dots\dots\dots \text{Pers.2.7}$$

Dimana :

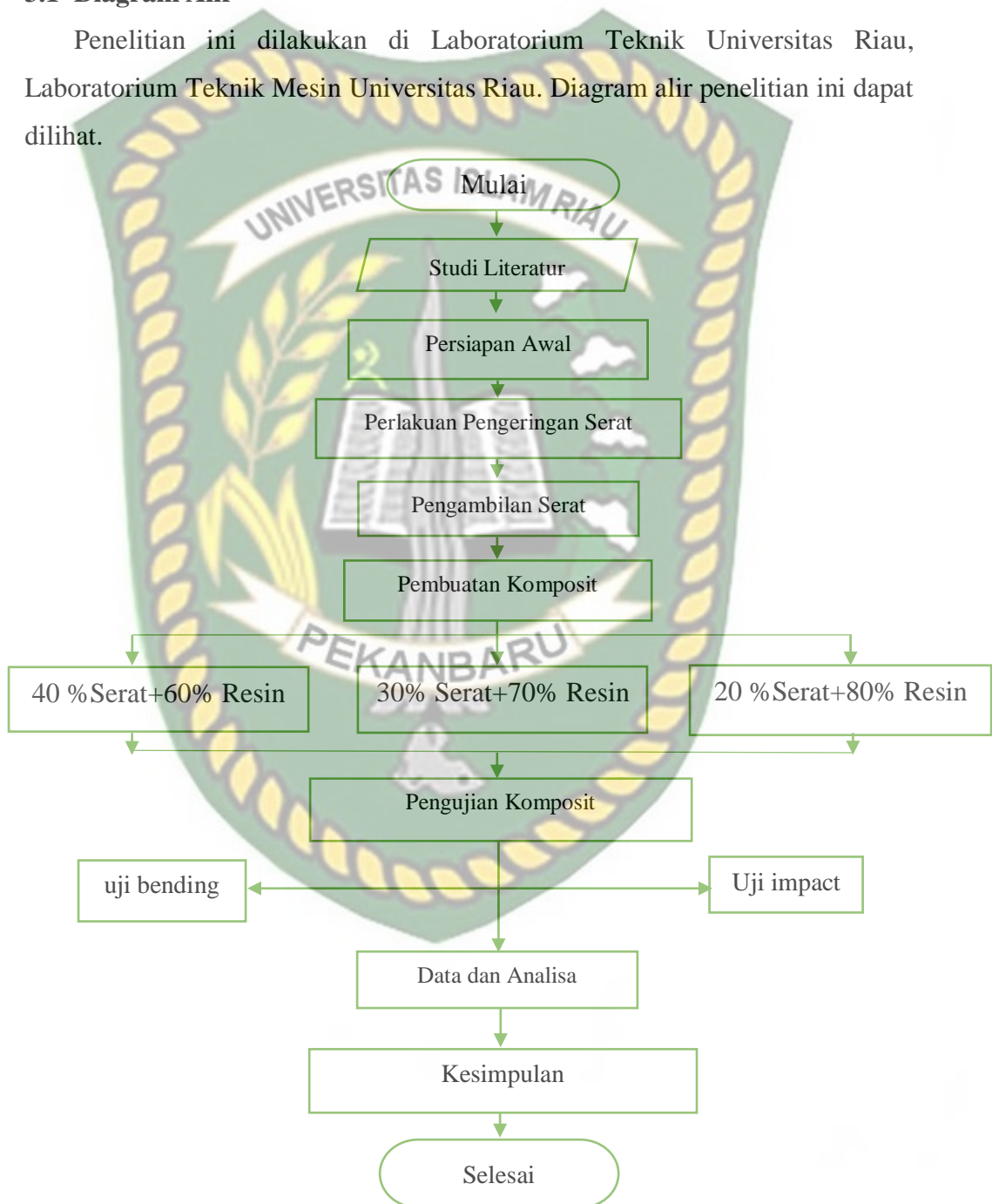
- EP_1 = Energi sebelum tumbukan (Jaule)
- EP_2 = Energi setelah tumbukan (Joule)
- h_1 = Tinggi pendulum sebelum tumbukan dengan acuaan (m)
- h_2 = Tinggi pendulum setelah tumbukan dengan acuaan (m)



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Riau, Laboratorium Teknik Mesin Universitas Riau. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat.



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2 Tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan di Politeknik Kampar, politeknik Kampar beralamat di Jl. Tengku Muhammad (KM.2) Bangkinang, Kecamatan Bangkinang, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau.



Gambar 3.2 Politeknik Kampar

3.3 Tahapan Penelitian

3.3.1. Pengambilan Serat

- a. Kulit sagu kita jemur dengan waktu 7-10 hari, tetapi penjemurannya tanpa kontak dengan sinar matahari, jika terkena sinar matahari ini akan menyebabkan pecah nya serat (*Raharjo, 2017*).
- b. Kulit Sagu disikat atau di samak menggunakan sikat baja untuk memisahkan antara serat dengan daging dari empelur kulit batang sagu tersebut, untuk mendapatkan serat pohon sagu sebagai matriks.

3.3.2. Pembuatan Komposit

Proses pembuatan komposit serat dari tanaman kulit batang sagu dengan *resin polyester* adalah sebagai berikut:

- a. Persiapan serat dari tumbuhan pohon sagu (kulit batang saagu), untuk serat dapat dibersihkan dahulu.
- b. Kemudian kita melakukan proses untuk membuat serat secara bertahap sesuai volume cetakan atau sesuai ukuran, yang standar untuk pengujian uji bending, dan uji *impact*.

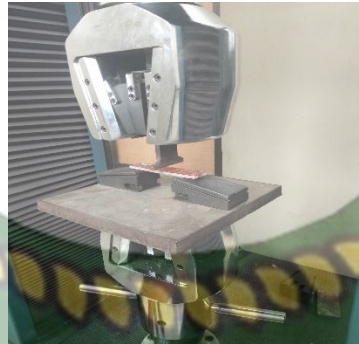
- c. Resin *polyester* kemudian kita campurkan / adukkan dengan katalis hardener, untuk mempercepat proses pengeringan.
- d. Penuangan campuran *resin* sebagian dari takaran ke dalam cetakan, dilanjutkan penempatan serat kulit batang sagu, yang telah disusun secara *continue* dan acak, kemudian diatas serat dituang kembali sisa campuran resin pada gelas takaran ke dalam cetakan, sambil dipukul pukuk dengan sendok biar campuran resin masuk ke dalam serat yang kemudian ditutup, dengan kaca dan ditekan.
- e. Lakukan pembuatan komposit dengan jenis variasi yang berbeda-beda, untuk mendapatkan komposisi yang tepat nantinya, 40% Serat + 60% Resin, 30% Serat + 70% Resin, dan 20% Serat+90% Resin.
- f. Pengeringan dilakukan sampai benar kering 1 – 3 jam dan apabila masih belum benar-benar kering, maka proses pengeringan dapat dilakukan lebih lama untuk memastikan bahwa material memang benar-benar kering nantinya.
- g. Proses pengambilan komposit dari cetakan yaitu menggunakan pisau ataupun *cutter*.
- h. Benda uji komposit siap untuk dipotong menjadi spesimen benda uji, yaitu uji Bending dan *uji impact*.

3.4 Alat dan Bahan Pengujian

Alat dan bahan yang akan kita gunakan nantinya saat penelitian, antara lain sebagai berikut:

3.4.1 Alat Uji Bending

Alat uji bending adalah yang berfungsi untuk melakukan pengujian kekuatan lengkung terhadap spesimen yang akan kita uji, pada suatu komponen bahan dan material, akan sangat berpengaruh terhadap pengujian, di karenakan setiap perbedaan material akan mendapat kekuatan bending yang berbeda pula (bervariasi). Dengan menggunakan mesin Uji Bending HUNG TA HT-8503.



Gambar 3.3 Gambar Mesin Uji Bending HUNG TA HT-8503.

3.4.2 Alat Uji *Impact*

Uji impact adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan, yang cepat (*rapid loading*). Pengujian *impact* merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut, dengan menggunakan mesin uji *impact* HUNG TA HT-0841A.



Gambar 3.4 Mesin Uji Impact HUNG TA HT-0841A.

3.4.3 Bahan Pengujian

A. Kulit Sagu

Bahan yang digunakan penulis disini adalah kulit sagu, yang akan menggantikan serat menjadikan penguat matriks.



Gambar 3.5 Gambar Serat Sagu

Tabel 3.1 Komposisikimia Sagu

Jenis	Jumlah %
kadar air	78,34%
Lemak	0,20%
Protein	1,31%
Karbohidrat	6,67%
Serat kasar	13,48%
Density serat sugu	0,65 gr/cm ³

(Sumber: Haryanto, 1992)

B. Resin Polyester

Resin Akrilik (tapi tidak *acrylic*, yang merupakan dasar dari cat akrilik), adalah *Termoplastik*, yang bearti itu adalah salah satu dari kelompok Plastik, yang dapat dipanaskan dan dimanipulasi berulang kali, sedangkan *polyester* dan *epoxy* adalah plastik *Termoseting*, yang menggunakan panas atau katalis, untuk memantapkan menjadi massa padat yan tidak akan meleleh.

Sedangkan *resin polyester*, cairan bening manis, dicampur dengan sejumlah kecil variabel katalis yang kuat, yang menyebabkan massa memanans (dan sangat panas jika menambahkan terlalu banyak). Ini adalah hal serbaguna yang berguna untuk *coating*, *casting*, dan membangun komposit, biasanya bersamaan dengan kain *fiberglass*. Hal ini tidak sesulit atau sejelas akrilik memiliki warna agak kekuningan, dan itu katalis ini sangat beracun dan berbau tajam.

Dan untuk *resin epoxy*, memiliki Kerja yang sama dengan lainnya, tidak berbau, tapi hardener yang membuat sensitf pada tubuh. *Epoxy* tidak akan mengatur air yang jelas seperti akrilik, dan tidak menaahan sinar matahari (UV) degredasi juga, tapi bekerja lebih baik dengan kain berteknologi tinggi, seperti Kevlar dan grafit. (Werby, 2016).



Gambar 3.6 Resin Polyester

Tabel 3.2 Sifat Mekanik Jenis Material Polyester

Type	Density (gr/cm ³)	Ultimate tensile strength (mpa)	Yield strength (mpa)	Modulus of elasticity (gpa)	% elongation at break	Izod impact strength (J)
polyester	1.65	58	70	3.5	2.4	0.22

(Sumber : *Smith W, 2006*)

3.5 Prosedur Pengujian Penelitian

3.5.1 Fraksi Cetakan dan Fraksi Volume

- Rumus menghitung volume cetakan komposit

Volume cetakan (cm³) persegi panjang (*Shackelford, 1992*)

$$V_{\text{cetakan}} = P \times L \times T \dots\dots\dots \text{Pers.3.1}$$

Dimana :

P = Panjang (m)

L = Lebar (m)

T = Tinggi (m)

- Rumus menghitung volume komposit

- ✓ Volume komposit tanpa serat

$$V_{\text{matrik}} = (V_{\text{cetakan}} \times \rho_{\text{matrik}}) \dots\dots\dots \text{Pers.3.2}$$

Dimana :

$$V_{\text{matrik}} = \text{Masa jenis matriks (g/mm}^3\text{)}$$

$$V_{\text{cetakan}} = \text{Volume cetakan (cm}^3\text{)}$$

$$\rho_{\text{matrik}} = \text{Masa jenis matriks (g/mm}^3\text{)}$$

- ✓ Volume komposit tanpa matriks

$$V_s = (V_{\text{cetakan}} \times \rho_{\text{serat}}) \dots\dots\dots \text{Pers.3.3}$$

Dimana:

$$V_{\text{serat}} = \text{masa jenis matriks (g/mm}^3\text{)}$$

$$V_{\text{cetakan}} = \text{volume cetakan (cm}^3\text{)}$$

Jadi untuk mencari volume komposit bisa ditentukan dengan persamaan di bawah ini :

$$V_{\text{komposit}} = (\% \text{ serat} \times V_{\text{serat}}) + (\% \text{ matrik} \times V_{\text{matrik}}) \dots\dots\dots \text{Per.3.4}$$

Dimana :

$$V_{\text{komposit}} = \text{volume komposit (\%)}$$

$$V_{\text{serat}} = \text{volume serat cm}^3$$

$$V_{\text{matrik}} = \text{volume matriks cm}^3$$

3.5.2 Prosedur pengujian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, antara lain pengujian Bending dan *Impact*.

a. Pengujian Bending

Berikut adalah langkah-Langkah dalam melakukan pengujian bending:

- a. Mempersiapkan peralatan yang akan digunakan.
- b. Hidupkan mesin uji bending, dan pastikan mesin dalam keadaan yang aman.
- c. Turunkan pencekam mesin bending, agar material dapat masuk kedalam pencekam sesuai yang telah ditentukan.
- d. Lalu turunkan kembali pencekam perlahan, sampai ujung pencekam menyentuh material, agar material tidak terlepas pada saat proses pembendingan/penekanan.
- e. Lalu pasang *dial indicator*, dan aturkan jarum menuju garis 0.
- f. Pada mesin setting, jarum menuju angka 0, dan gunakan Spesifikasi beban sesuai yang telah ditentukan.
- g. Kemudian mulailah putar handle pada mesin hingga jarumnya bergerak.
- h. Setelah jarum mesin bergerak, dan dial pun bergerak, catat hasil dari uji bending tersebut.
- i. Lakukan langkah tersebut kepada seluruh specimen yang akan di uji.

Dimensi Spesimen Uji Bending ASTM D 790



Gambar 3.7 Spesimen uji Bending ASTM D790
(Sumber : ASTM International D790)

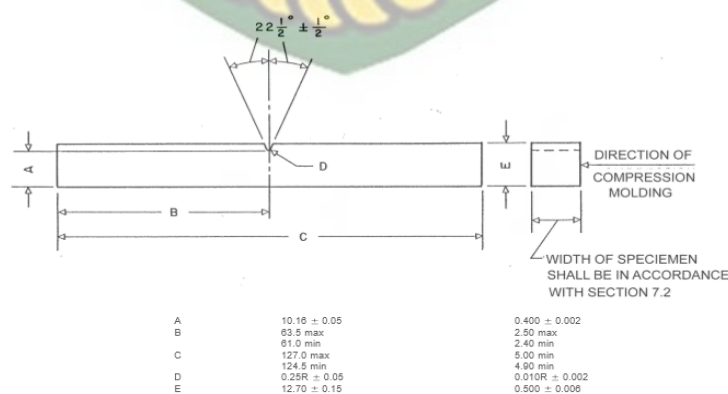
b. Pengujian *Impact*

Pada uji *Impact Charpy* kita mengukur energi, yang diserap untuk mematahkan benda uji. Setelah benda uji patah, bandul berayun kembali.

Makin besar energi yang diserap makin rendah ayunan kembali dari bandul, Energi patahan yang diserap biasanya dinyatakan dalam satuan joule. Prinsip dari pengujian *Impact* ini adalah apabila benda uji diberi beban kejut, maka benda akan mengalami proses penyerapan energi sehingga terjadi deformasi plastis yang mengakibatkan patah. Untuk mengetahui ketahanan benda terhadap keadaan patah, maka digunakan metode pengujian *Impact charphy*. Langkah-langkah pengujian *Impact* :

- a) Mengukur dimensi dari skin yaitu tebal, lebar, dan panjangnya, kemudian memberikan no spesimen pada skin yang akan diuji.
- b) Mengangkat beban palu.
- c) Meletakkan spesimen pada batang uji atau tumpuan dengan bantuan penjepit. Uji satu persatu Spesimen. A20% Serat+80% Resin, spesimen B. 30% Serat+70% Resin, spesimen C. 40% Serat+60% Resin.
- d) Melepaskan palu atau bandul, dengan cara menekan tombol dan menarik handel-nya.
- e) Palu akan jatuh dan memukul spesimen secara otomatis.
- f) Catat energi serap yang ditunjukkan oleh jarum pada alat uji *Impact*.
- g) Hitung harga *Impact*.

Dimensi Spesimen Uji *Impact* ASTM D 6110



Gambar 3.8 Dimensi specimen uji *impact* ASTM D 6110
 (Sumber : ASTM International D 6110)

3.6 Tabel Data Penelitian

Adapun tabel yang digunakan untuk pengujian bending bisa dilihat pada tabel 3.3 dan 3.4 di bawah ini :

Tabel 3.3 Tabel Data Pengujian Bending

Model Serat	Frekuensi Volume Serat	Masa Serat (± 0.05) Gr	Jumlah Saampel	Dimensi Sampel Uji Bending		
				Fraksi Volume (%)	F _{max} Avg (Kgf)	Tegangan Bending Avg
Acak	20% serat + 80% resin		3			
Acak	30% serat + 70% resin		3			
Acak	40% serat + 60% resin		3			

Untuk pengujian *impact* digunakan tabel 3.4 di bawah ini, dalam mempermudah pengambilan data pengujian.

Tabel 3.4 Tabel Data Pengujian *Impact*

model serat	frekuensi volume serat	masa serat (± 0.05) gr	jumlah saampel	dimensi sampel uji <i>impact</i>	
				Energi serap rata-rata (J)	Harga impak rata-rata (J/mm ²)
Acak	20% serat + 80% resin		3		
Acak	30% serat + 70% resin		3		
Acak	40% serat + 60% resin		3		

3.7 Jadwal Kegiatan Penelitian

Agar penelitian ini dapat berjalan dengan lancar, optimal serta sesuai dengan waktu yang ditentukan maka perlu dibuat jadwal penelitian seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.5 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan ke			
		1	2	3	4
1	Pembuatan Proposal				
2	Studi Literatur				
3	Persiapan alat dan bahan				
4	Seminar Proposal				
5	Pengujian dan pengumpulan data				
6	Analisa data				
7	Seminar hasil				

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik komposit dan matriks pengikat, maka dilakukan pengujian berupa *impact* dan bending terhadap pengujian komposit, pengujian *impact* dan bending komposit dari serat pohon sagu dengan *resin polyester* digunakan sebagai matrik. Dari hasil pengujian Analisa dan perhitungan di sajikan dalam bentuk data, tabel dan grafik.

4.1. Analisa data terhadap volume cetakan

- a. Volume cetakan persegi Panjang

Panjang:15 cm

Lebar :5 cm

Tinggi :0,5 cm

Volume cetakan persegi panjang = P x L x T

$$15 \times 5 \times 0,5 = 37,5 \text{ cm}^3$$

4.3. Data Fraksi volume komposisi komposit

1. Untuk mencari berat komposisi masing-masing bahan maka dapat di hitung, dari berat serat tanpa matriks, dan berat matriks tanpa serat.

Berat serat tanpa resin

$$\begin{aligned} \text{Serat} &= V.\text{cetakan} \times \rho.\text{serat} \\ &= 37,5 \text{ cm}^3 \times 0,65 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 24,375 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berat resin tanpa serat

$$\begin{aligned} \text{Resin} &= V.\text{cetakan} \times \rho.\text{resin} \\ &= 37,5 \text{ cm}^3 \times 1,65 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 61,875 \text{ gr} \end{aligned}$$

- a. Untuk mendapatkan spesimen dengan komposisi 40%serat + 60%resin maka:

Berat 40% serat dan 60% resin

$$\begin{aligned}\text{Serat} &= 40\% \times 24,375 \text{ gr} \\ &= 9,75 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Resin} &= 60\% \times 61,875 \text{ gr} \\ &= 37,125 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\text{Total komposit} = 9,75\text{gr} + 37,125\text{gr} = 46,875 \text{ gr}$$

- b. Untuk mendapatkan spesimen dengan komposisi 30%serat + 70%resin maka:

Berat 30% serat dan 70% resin

$$\begin{aligned}\text{Serat} &= 30\% \times 24,375 \text{ gr} \\ &= 7,31 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Resin} &= 70\% \times 61,875 \text{ gr} \\ &= 43,312 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\text{Total komposit} = 7,31\text{gr} + 43,312\text{gr} = 50,622 \text{ gr}$$

- c. Untuk mendapatkan spesimen dengan komposisi 20%serat + 80%resin maka:

Berat 20% serat dan 80% resin

$$\begin{aligned}\text{Serat} &= 20\% \times 24,375 \text{ gr} \\ &= 4,87 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Resin} &= 80\% \times 61,875 \text{ gr} \\ &= 49,005 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\text{Total komposit} = 4,87\text{gr} + 49,005\text{gr} = 53,875 \text{ gr}$$

4.4 Analisa Data Uji Impact

Pengujian *impact* digunakan untuk menguji kandungan suatu material yang bersifat getas, Spesimen yang diberi tekanan menerima beban secara tiba-tiba. Pada pembebanan cepat ini, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke specimen, dalam pengujiannya ada 2 metode yaitu *charpy* dan *izod* (Sinroku, 1995). Pengujian *impact* dilakukan dengan metode *charpy* dan standar ASTM D 6110 Dengan menggunakan mesin uji *impact* HUNG TA HT-0841A.

Data dapat berupa *energy* yang diserap untuk mematahkan benda uji, pengujian ini dilakukan sebagai pemeriksaan kualitas secara cepat dan mudah dalam menentukan sifat *impact* spesifik maupun secara umum. Selanjutnya data tersebut akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

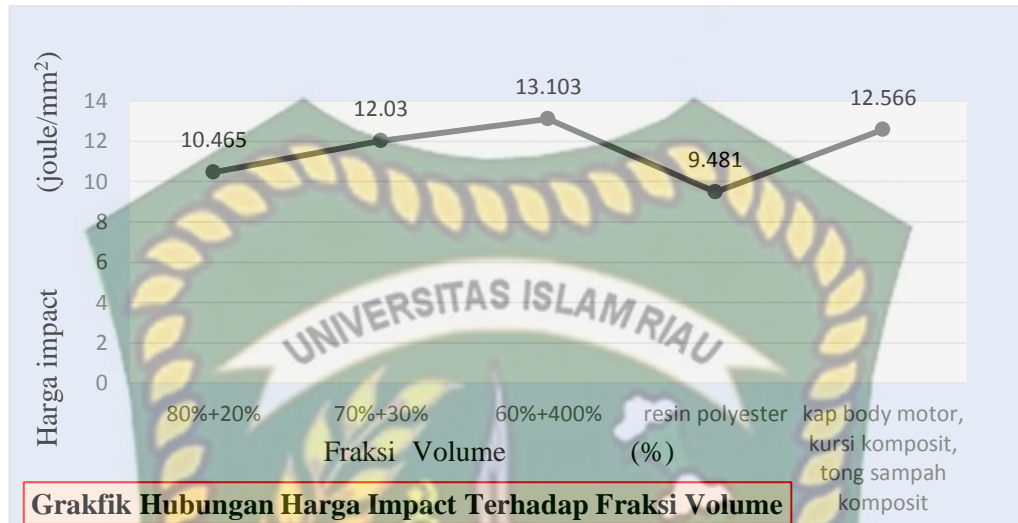
4.4.1 Hasil Data Uji Impact

Tabel dibawah ini memberikan informasi perbedaan spesimen terhadap fraksi volume yang berbeda pada material komposit, saat pengujian *impact* dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Impact

Fraksi Volume	T (C ⁰)	a (mm)	b (mm)	A (mm ²)	α^0	E (joule)	H ₁ (joule/mm ²)	Jenis patahan
80% + 20%	0 ⁰	120	3	360	40 ⁰	37,674	10,465x10 ⁻³	Getas
70% + 30%	0 ⁰	120	3	360	43 ⁰	43,309	12,030x10 ⁻³	Getas
60% + 40%	0 ⁰	120	3	360	45 ⁰	47,173	13,103x10 ⁻³	Getas
resin murni	0 ⁰	120	3	360	38 ⁰	34,132	9,481x10 ⁻³	Getas
kap motor	0 ⁰	120	3	360	44 ⁰	45,241	12,566x10 ⁻³	Plastis

a. Grafik Pengujian Harga Impact



Grakfik Hubungan Harga Impact Terhadap Fraksi Volume

Gambar 4.1 grafik hubungan harga impact terhadap volume

Dari ketiga spesimen ini, pada saat pengujian uji *impact* kita mendapatkan hasil data yang berbeda beda, ada tiga spesimen yang diuji adalah (Resin% + Serat%) a.80%+20%, b.70%+30%, dan c.60%+40% dari ketiga spesimen ini, bahwa kekuatan uji *impact* yang menyerap energi terbesar adalah spesimen a.60%+40%, yaitu dengan nilai 47,173 J. dengan nilai *impact* $13,103 \times 10^{-3}$. Hal ini membuktikan bahwa fraksi volume serat yang lebih besar, maka spesimen akan lebih tangguh, dan apabila fraksi volume resin lebih besar, maka ketangguhan spesimen akan berkurang. Kemudian untuk spesimen c.80%+20%, adalah spesimen yang mendapat titik terendah dengan menyerap energy 37,674 J. Dengan kekuatan *impact* sebesar $10,465 \times 10^{-3}$. Hal itu terjadi dikarenakan fraksi volume serat yang lebih sedikit, tidak sebanding dengan resin, sehingga tidak dapat mengikat resin dengan lebih baik, dan menyebabkan berkurangnya ketangguhan spesimen itu sendiri.

Maka dapat di simpulkan jika fraksi volume serat lebih banyak, maka akan lebih baik, dan jika fraksi resin lebih banyak maka spesimen akan lebih getas, hal itu terbukti spesimen dengan fraksi volume 60%Resin + 40%Serat adalah spesimen yang paling banyak menyerap energi dengan nilai 47,173 J. Hal itu karena serat yang dimasukan adalah 40%, itu menyebabkan tingkat kekuatan

spesimen lebih baik dari pada spesimen yang lain nya. Sedangkan 70% resin +30% serat, menyerap energi 43,309 J, dan fraksi volume 80% resin +20%. Serat menyerap energi 37,674 J, di karenakan pada spesimen hanya dimasukkan 20% Serat, hal itu tentu dapat mengurangi ketangguhan spesimen dan menyebabkan spesimen yang kurang baik, dan getas.

Untuk aplikasi pembuatan dasbor mobil spesimen ini masih jauh dimana kekuatan impact dasbor mobil Abs adalah 13,44-13,48 KJ/mm². Hal itu dikarenakan dalam pembuatan dasbor Abs komposit ini menambah cairan kimia lainya seperti NaOH dan cairan kimia yang lain nya. Sedangkan spesimen ini murni menggunakan resin dan penambahan katalis, Tetapi tetap dapat digunakan dalam pembuatan kap body motor. Seperti kap body motor merk honda dengan kekuatan $12,566 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, lalu spesimen ini dapat digunakan dalam pembuatan kursi komposit, Dan juga tong sampah komposit dengan kekuatan impact yang hampir sama dengan kap body motor yaitu $11,500 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2 - 12,566 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$. Tentunya spesimen a.60%+40%, dengan nilai kekuatan *impact* $13,103 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$ mampu menyamai kekuatan *impact* tersebut bahkan melebihi tetapi tetap merujuk pada fraksi volume.

4.4.2 Patahan Spesimen Setelah Pengujian *Impact*

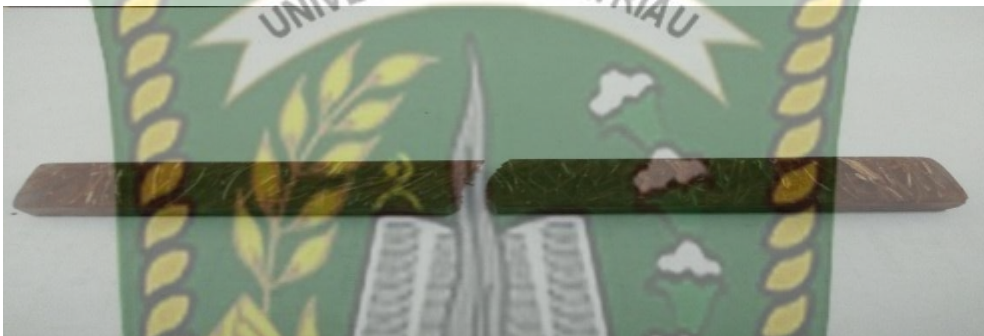
Adapun patahan yang didapatkan setelah pengujian impact dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah ini :



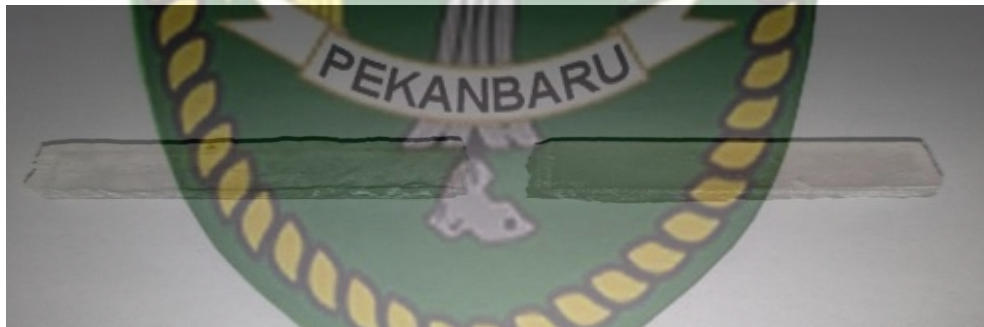
Gambar 4.2 Patahan serat fraksi volume 60%+40%



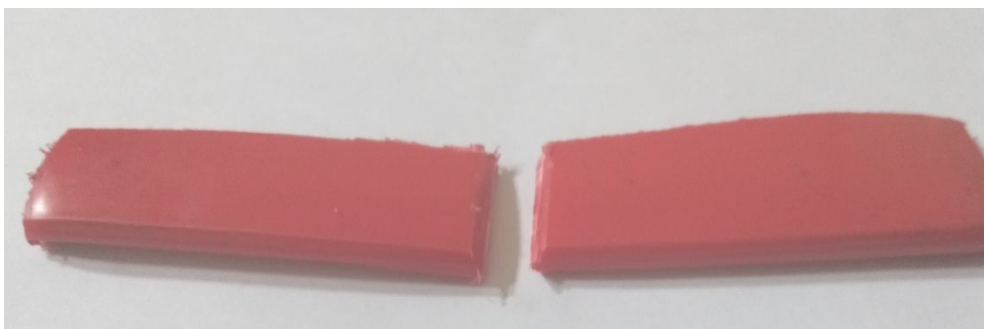
Gambar 4.3 Patahan serat fraksi volume 70%+30%



Gambar 4.4 Patahan serat fraksi volume 60%+40%



Gambar 4.5 Patahan serat resin murni



Gambar 4.6 Patahan Kap body motor merk Honda

Pada ketiga spesimen ini. a.80%+20%, b.70%+30% dan c.60%+40%, menunjukkan patahan yang tidak mengalami deformasi plastis, karena telah terjadinya patah dan mengalami perambatan retakan yang sangat cepat, dan arah dari retakan sendiri tegak lurus dengan arah takikan dan memiliki patahan yang datar, ini menandakan bahwa spesimen ini mengalami ciri-ciri patahan getas, karena memiliki ciri khas atau karakteristik tertentu. Dan tidak terdapat tanda-tanda deformasi plastis sebelum patah, seperti yang kita lihat disemua gambar spesimen setelah pengujian *impact*.

4.5. Analisa Data Uji Bending

Pengujian ini merupakan salah satu pengujian sifat mekanik bahan yang diletakan terhadap spesimen dan bahan, baik bahan yang akan digunakan pada kontraksi atau komponen yang akan menerima pembebanan terhadap suatu bahan pada satu titik tengah dari bahan yang ditahan diatas dua tumpuan. Uji lengkung (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual, selain itu uji bending digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan, dan selanjutnya data tersebut akan di tampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

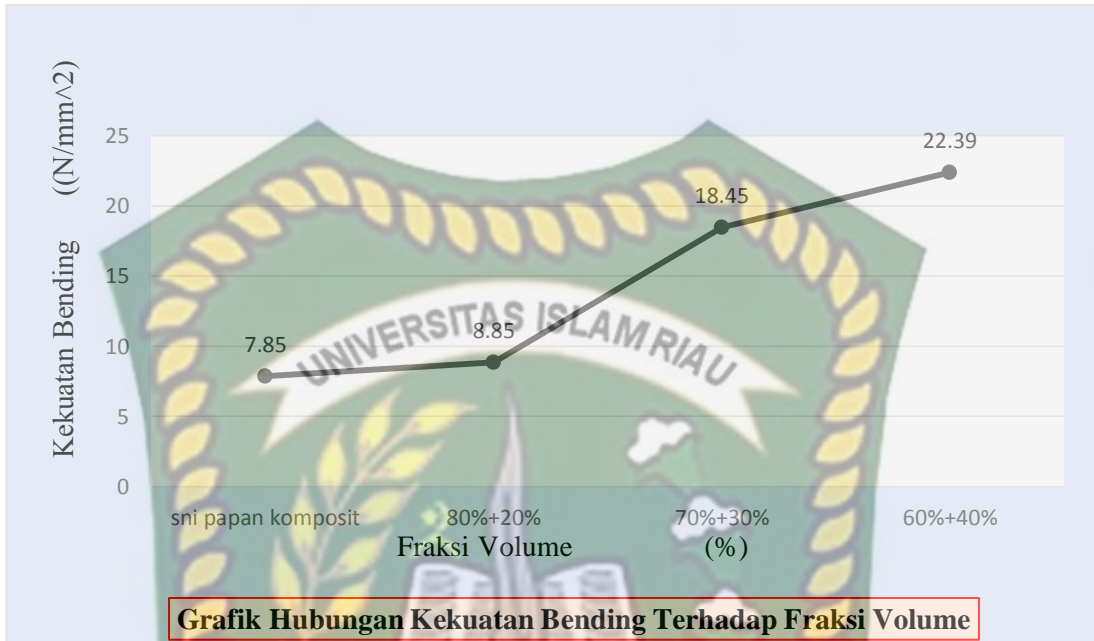
4.5.1 Hasil Data Uji Bending

Dalam penelitian ini pengujian bending ini terdiri dari jenis spesimen material komposit dengan penguat yang sama yaitu serat pohon sagu dicampur dengan *resin polyester*.

Tabel 4.2 Hasil pengujian Bending

Specimen	Area (mm ²)	Max.force (N)	0.2% Y.S. (N/mm ²)	yield Strenght (N/mm ²)	Bending Strenght (N/mm ²)	Elongation (%)
80% +20%	156,890	67,1	0,18	0,18	8,85	2,13
70% +30%	170,765	156,2	0,86	0,91	18,45	2,13
60% +40%	155,825	167,2	0,94	0,98	22,39	2,13

a. Grafik kekutan uji bending



Gambar 4.7 Grafik hubungan kekuatan bending terhadap Volume

Dari ketiga spesimen ini (Resin% + Serat%) a.80%+20%, b.70%+30%, dan c.60%+40%, setelah pengujian bending dilakukan, lalu mendapatkan nilai yang berbeda beda, dan juga mendapatkan kekuatan bending yang juga berbeda, berdasarkan fraksi volume terhadap spesimen, tentu fraksi volume akan berpengaruh terhadap nilai dan kekuatan bending, dari tabel diatas tentu kita dapat menganalisa bahwa nilai spesimen a, berbeda dengan spesimen b,dan c. Tentu itu dihasilkan karena perbedaan kekuatan matriks yang berbeda-beda, jika kekuatan matriks itu seimbang terhadap fraksi volume maka akan mendapatkan nilai kekuatan bending yang baik, contoh pada fraksi volume spesimen c,60%+40% mendapatkan kekuatan bending 22,39 N/mm², itu dikarenakan fraksi volume spesimen c.60%+40%, lebih baik karena serat yang dimasukkan adalah 40% lebih banyak dari Spesimen yang lain.

Grafik di atas dapat diketahui, bahwa nilai kekuatan bending material komposit serat pohon sagu dengan resin polyester, mendapatkan nilai titik tertinggi di fraksi volume 60%Resin + 40%Serat, dengan nilai 22,39 N/mm². Dan titik terendah adalah fraksi volume 80%Resin+20%Serat, dengan nilai 8,85

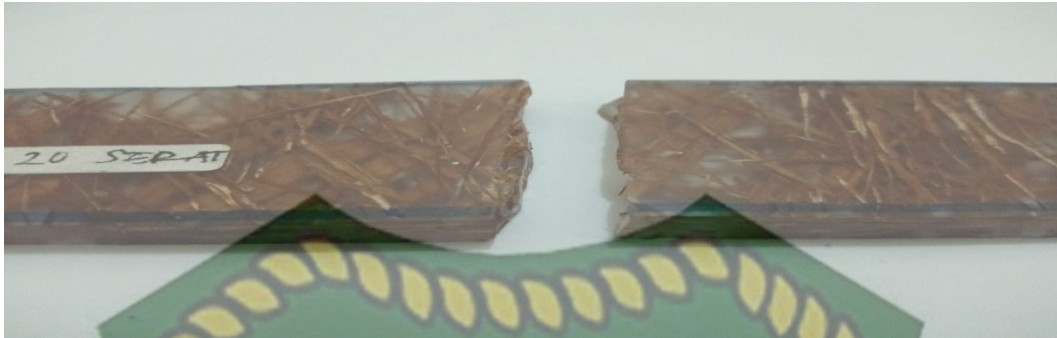
N/mm^2 . Disimpulkan bahwa pada uji bending dengan spesimen ASTM-D790, material komposit yang fraksi volume seratnya lebih besar maka spesimen akan semakin kuat, sedangkan fraksi volume resinnya yang lebih besar, maka spesimen akan lebih getas. Dan mengurangi kekuatan bending untuk spesimen itu sendiri, hal itu dapat kita lihat dari kekuatan serat yang sangat berpengaruh, hal itu dapat dibuktikan dalam hasil perhitungan fraksi volume, dan juga hasil tabel data pengujian bending, jika saat perhitungan fraksi volume serat sangat kecil, maka saat pengujian kekuatan bending akan mendapatkan nilai kekuatan bending yang rendah, contoh pada spesimen 80%Resin+20%Serat. Pada fraksi volume ini serat hanya 20%, pada saat pengujian bending, lalu spesimen ini mendapatkan kekuatan bending yang terendah dengan nilai $8,85 N/mm^2$. Itu membuktikan kekuatan serat berpengaruh terhadap spesimen, jika serat lebih banyak terhadap resin sebagai pengikat maka spesimen akan lebih baik. Spesimen yang paling baik adalah spesimen, dengan fraksi volume 60%Resin + 40%Serat, itu dikarenakan bahwa fraksi volume serat lebih baik sehingga pada spesimen ini mendapatkan kekuatan bending dengan nilai $22,39 N/mm^2$.

Pada spesimen material komposit, dapat kita lihat pada grafik dengan bertambahnya serat maka kekuatan bending yang dihasilkan akan semakin baik, semakin rapat serat maka membuat spesimen akan lebih kuat menerima beban, yang menghasilkan kekuatan lentur material komposit lebih baik, maka dari itu dengan bertambahnya serat yang lebih banyak, maka akan menghasilkan kekuatan bending material komposit yang semakin baik dan semakin tinggi.

Dan kekuatan bending spesimen serat pohon sagu ini lebih baik dibandingkan dengan papan komposit, yang dimana kekuatan bending papan komposit adalah $7,85 N/mm^2$. Dapat kita lihat bahwa ketiga spesimen kita mampu melampaui nilai kekuatan bending papan komposit, tetapi tetap merujuk terhadap fraksi volume.

4.5.2 Patahan Spesimen Setelah Pengujian Bending

Adapun patahan yang didapatkan setelah pengujian bending dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah ini :



Gambar 4.8 Patahan tampak atas 80%Resin+20%Serat.



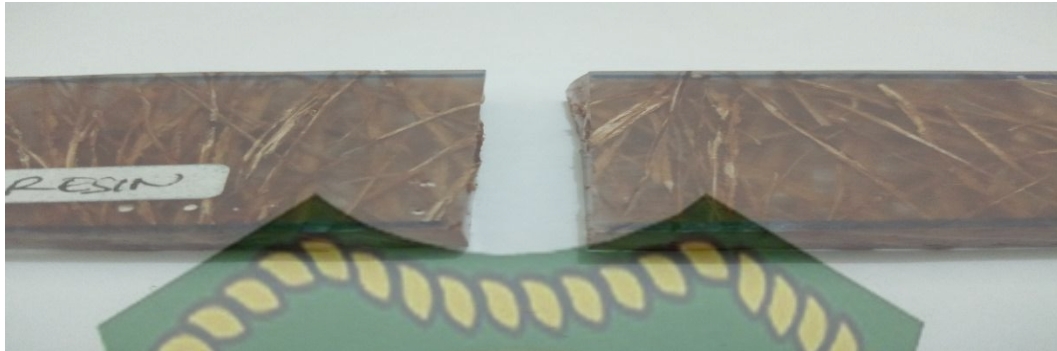
Gambar 4.9 Patahan tampak tengah 80%Resin+20%Serat



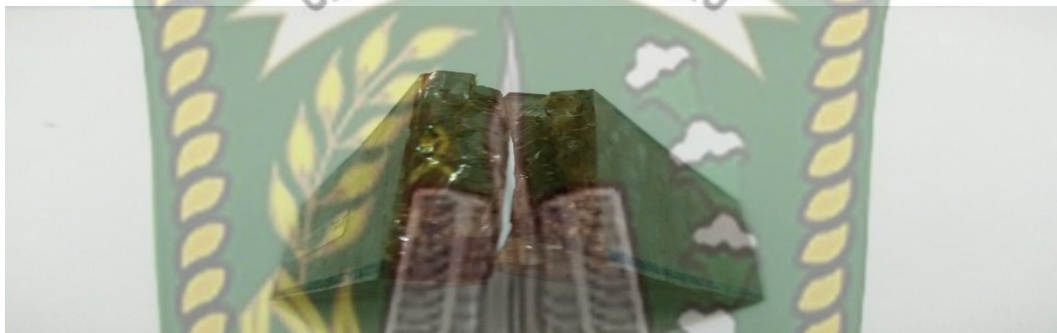
Gambar 4.10 Patahan tampak atas 70%Resin+30%Serat.



Gambar 4.11 Patahan tampak tengah 70%Resin+30%serat.



Gambar 4.12 Patahan tampak atas 60% Resin+40% Serat.



Gambar 4.13 Patahan tampak tengah 60% Resin+40% Serat.

Pada ketiga spesimen ini. a. 80%+20%, b. 70%+30% dan c. 60%+40%, menunjukkan patahan yang tidak mengalami deformasi plastis, karena telah terjadinya patah dan mengalami perambatan retakan yang sangat cepat, dan arah dari retakan sendiri tegak lurus dengan arah takikan dan memiliki patahan yang datar, ini menandakan bahwa spesimen ini mengalami ciri-ciri patahan getas, karena memiliki ciri khas atau karakteristik tertentu. Dan tidak terdapat tanda-tanda deformasi plastis sebelum patah, seperti yang kita lihat disemua gambar spesimen setelah pengujian bending.

BAB V

PENUTUP

5.1 kesimpulan

Adapun setelah melakukan pengujian terhadap spesimen, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposit fraksi volume 60%Resin + 40%Serat adalah fraksi volume terbaik, diantara 80%Resin + 20%Serat dan 70%Resin + 30%Serat. Dikarenakan fraksi serat yang lebih besar dari spesimen lainnya.
2. Pada pengujian bending ini nilai tertinggi kekuatan bending, adalah 22,39(N/mm²), untuk spesimen 60%Resin + 40%Serat. Dan nilai terendah kekuatan bending adalah 8,85(N/mm²), untuk spesimen 80%Resin + 20%Serat.
3. Pada pengujian bending spesimen a. 60%+40% lebih baik dari spesimen lainnya. Dan dibandingkan dengan papan komposit telah mampu melewati kekuatan bending papan komposit dengan nilai 22,39(N/mm²), dimana standar kekuatan bending papan komposit adalah 7,85(N/mm²).
4. Pada pengujian kekuatan *impact* material komposit dengan nilai tertinggi adalah 47,173 J. Untuk fraksi volume 60%Resin + 40%Serat, sedangkan untuk nilai terendah adalah 37,674 J. Untuk fraksi volume 80%Resin +20%Serat.
5. Dapat di aplikasikan untuk pembuatan kap body motor merk honda dengan kekuatan $12,566 \times 10^{-3}$ J/mm². Dan juga specimen ini dapat digunakan dalam pembuatan material lainnya seperti kursi komposit. Dan juga tong sampah komposit dengan kekuatan impack yang hampir sama dengan kap body motor yaitu $11,500 \times 10^{-3}$ J/mm² - $12,566 \times 10^{-3}$ J/mm². Tentunya specimen 40%Serat+60%Resin mampu menyamai bahkan melebihi kap body motor merk honda dengan nilai $13,103 \times 10^{-3}$ J/mm².
6. Menghasilkan sebuah spesimen baru untuk komposit, sehingga sedikit banyak nya dapat mengurangi limbah serat pohon sagu dan meningkatkan kegunaan limbah menjadi material yang berguna.

5.2 Saran

Beberapa saran yang akan berguna saat melakukan pembuatan spesimen, dan melakukan pengujian terhadap material. Adalah sebagai berikut :

1. Dalam pembuatan spesimen, di usakan bahwa serat dan resin benar sesuai perhitungan volume cetakan, untuk mendapatkan data yang real.
2. Sebaiknya pada saat pembuatan spesimen, dihidari void terhadap resin, karna berpengaruh terhadap kekuatan spesimen.
3. Masukkan serat dengan hati-hati, lalu masukkan secara acak sebanyak fraksi volume yang diperlukan.
4. Pada saat menuangkan resin diharapkan, menggunakan masker dan sarung tangan, karena zat resin berbahaya.
5. Gunakan katalis secukupnya, dan jangan terlalu banyak hal itu menyebabkan resin cepat mengeras.
6. Pada tahap pelepasan spesimen, perlu dilakukan dengan sangat hati-hati, karena spesimen masih dalam keadaan lunak, dan belum mengeras seutuhnya.
7. Pada saat pengujian perhatikan langkah-langkah pengujian, supaya dapat menghasilkan data yang benar sesuai.
8. Hindari kesalahan yang mendasar untuk menghindari kerugian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeni, D.S.A., S. A Azis, K.Bujang, dan M.A. Hassan . 2010. Bioconversion Of sago Residue Into Value Added Products African Journal of Biotechnology V ol.9 (14), pp 2016-2021.
- Anonim, 2010, Karakteristik Resin yang Terdapat di Dalam Resin.
- Anonim, 2011, Karakteristik Resin Polyester.
- AsyariD. yunus, 2009 Diktat Kuliah- Klasifikasi Sifat-Sifat Material Komposit dan Pencetakan Komposit, Persada Jakarta 2009.
- ASTM International. ASTM D 6110, Standart Test Method for Determining The Charpy Impact Resistance of Notched Spesimens of Plastics.
- ASTM International. ASTM D 790, Standart Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials.
- Amos,2010. Dampak Limbah Pengolahan Sagu Skala Kecil Terhadap Mutu Air Anak Sungai Di Kelurahan Cibuluh Bogor. Jurnal Industri Hasil Perkebunan: Vol 5 No.1289 juli, 2010. Diakses 4 September 2012.
- Bintoro HMH. 2008. Bercocok Tanam Sagu. IPB Press, Bogor 71 hal.
- Bintoro HMH, N Mashud, H Novarianto. 2007. Status Teknologi Sagu (*metroxlyon spp*). Proseding Lokarya Pengembangan Sagu di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor 76-94 hal.
- Composit Material Handbook, 1999. Metal Matrix Composites, Volume 4. Departement Of Deense Handbook.

- Flach, M.1997. sago Palm Metroxylon Sagu Rottb. international Plant Genetic Resource Istitute. Jerman.
- Jong, F S dan A widjono. 2007 Sagu: potensi Besar Pertanian Indonesia Jurnal Iptek Tanaman Pangan V ol 2 No 1 -2007.
- Mulyanto, B dan Suwardi ,2000 Distribution And Characteristics of Land, The Sago Palm (Metroxylon Spp) Habitat Indonesia Hlm 38-44, Proceeding Of International Sago Seminar, Bogor Agricultural University, Bogor
- Surdia, T dan Saito, S. (1995), Pengetahuan Bahan Teknik, Cet 3. Jakarta, Pradnya Paramita.
- Schwarz M, M 1984 Composite Material Handbook, Mc Graw Hill Singapore.
- Gibson, 1994, Principle of Composite Material Mechanics New York: Mc Graw Hill, Inc.
- Joeriki, 2011 “Perlakuan Serat Komposit“. dari <http://joeriki.blogspot.com>.
- Haadi, BK 2001, Mekanika struktur Komposit, departemen Pendidikan Nasional, Bandung.
- Harsanto, PB 1986. Budidaya dan Pengolahan sagu. Penerbit Kanisius. Jakarta.
- Haryanto, 1992 Potensi dan pemanfaatan sagu, Penerbit Kanisius, Jakarta 140 hal.
- Kartini Ratni .2002 Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alami, Institute Pertanian Bogor, Bogor
- Michael H,W ,.1998 Stress and Analysis Of fiber Rein Forced Composite Material Mc Graw hill International edition .