

SKRIPSI

**PENGARUH PANJANG SERAT TERHADAP KEKUATAN MATERIAL
KOMPOSIT SERAT ALAM IJUK**

OLEH:

JORDI MARIANUS

D211 15 024



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2022

SKRIPSI

**PENGARUH PANJANG SERAT TERHADAP KEKUATAN MATERIAL
KOMPOSIT SERAT ALAM IJUK**

OLEH:

JORDI MARIANUS

D211 15 024

Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mengikuti Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

JUDUL :

**PENGARUH PANJANG SERAT TERHADAP KEKUATAN MATERIAL
KOMPOSIT SERAT ALAM IJUK**

JORDI MARIANUS

D21115024

Gowa, 10 Oktober 2022

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Dr. Muhammad Syahid, ST., MT
NIP. 19770707 200501 1 001

Dosen Pembimbing II

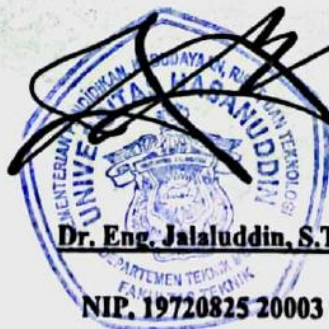


Prof. Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT
NIP. 19570914 198703 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Jalaluddin, S.T., M.T.
NIP. 19720825 20003 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Jordi Marianus
NIM : D21115024
Program Studi : Teknik Mesin
Jenjang : S-1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Material Komposit Serat Alam Ijuk”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 10 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan,



METERAL
TEMPEL
3BAKX145668800

Jordi Marianus

ABSTRAK

Material komposit secara umum memiliki arti penggabungan dua atau lebih material yang memiliki sifat dan komposisi kimia berbeda. Komposit dengan serat alam sedang mengalami perkembangan yang sangat bagus, mengingat komposit serat alam memiliki beberapa keunggulan seperti ramah lingkungan, harga pembuatan serta bahan lebih murah dan ketersediaan serat yang melimpah. c. Membuat spesimen pengujian dengan metode hand lay-up menggunakan variasi Panjang serat, yaitu : 3cm, 7cm dan 17cm. Dengan perbandingan 60 : 40, 60% polimer pengikat dan 40% matriks serat alam ijuk. Analisa yang dilakukan yakni membandingkan hasil dari pengujian. Pengujian yang telah dilakukan akan menghasilkan data dan grafik. Hal tersebut yang akan menjadi kesimpulan dalam penelitian ini. specimen dengan Panjang serat 17cm yang disusun 1 arah memiliki kekuatan tegangan tarik paling tinggi sebesar 26,93 Mpa .nilai regangan dari masing-masing specimen berbanding lurus dengan nilai tegangan dari masing-masing specimen.nilai modulus elastisitas untuk specimen dengan panjang serat 3cm dan specimen dengan panjang serat 17cm hamper sama yaitu 6,151 GPa dan 6,19 GPa. kekuatan bending tertinggi diperoleh dari jenis specimen dengan panjang serat 7cm sebesar 47,09 MPa. specimen dengan ukuran serat 3cm memiliki modulus bending lebih tinggi dari pada specimen dengan panjang serat 17cm .2. Nilai kekuatan mekanis setiap spesimen dengan panjang serat yang berbeda dipengaruhi dengan perubahan ukuran, volume, dan susunan setiap jenis spesimen. Hal ini disebabkan karena dengan adanya perubahan susunan serat dan ukuran serat pada spesimen akan mengakibatkan terjadinya penguatan antara muka serat dan pengikatnya (polimer) atau pun dapat menimbulkan void yang dapat memperlemah specimen.

Kata kunci: Komposit, Serat Alam, Ijuk, Resin, Polyester, Tensile, Bending, Mpa

ABSTRACT

Composite materials in general have the meaning of combining two or more materials that have different properties and chemical compositions. Composites with natural fibers are undergoing a very good development, considering that natural fiber composites have several advantages such as environmentally friendly, manufacturing prices and cheaper materials and abundant fiber availability. c. Make test specimens using the hand lay-up method using variations in fiber length, namely: 3cm, 7cm and 17cm. In a ratio of 60 : 40, 60% of the binder polymer and 40% of the natural fiber matrix are ijuk. The analysis carried out is to compare the results of the test. The tests that have been carried out will produce data and graphs. This will be the conclusion in this study. specimens with a fiber length of 17cm arranged in 1 direction have the highest tensile stress strength of 26.93 Mpa .the strain value of each specimen is directly proportional to the stress value of each specimen.the modulus value of elasticity for specimens with a fiber length of 3cm and specimens with a fiber length of 17cm hamper the same is 6.151 GPa and 6.19 GPa. The highest bending strength was obtained from the specimen type with a fiber length of 7cm of 47.09 MPa. specimens with a fiber size of 3cm have a higher bending modulus than specimens with a fiber length of 17cm .2. The value of the mechanical strength of each specimen with different fiber lengths is influenced by changes in the size, volume, and arrangement of each specimen type. This is because changes in the fiber arrangement and fiber size in the specimen will cause strengthening of the fiber face and its binder (polymer) or can cause voids that can weaken the specimen.

Keywords: Composite, Natural Fiber, Ijuk, Resin, Polyester, Tensile, Bending, Mpa

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Tuhan Yang Maha Esa atas penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini di ajukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan dan meraih gelar sarjana Teknik di Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Judul yang penulis ajukan adalah ***“pengaruh panjang serat terhadap kekuatan material komposit serat alam ijuk ”***. Dalam mengerjakan tugas akhir ini bukanlah hal mudah untuk dilalui. Berbagai macam dinamika yang terjadi menimbulkan berbagai masalah. Namun bagaimanapun apa yang telah penulis lakukan dan kerjakan dalam perancangan ini akan selalu menjadi bagian sejarah dalam penulis.

Terwujudnya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, baik tenaga, pikiran, maupun materi. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimah kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua tercinta, Marianus dan Kristina atas kasih sayang, segala bentuk dukungan yang tak terhitung serta doa yang selama ini telah diberikan.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Eng. Jalaluddin S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr. Muhammad Syahid, ST., M.T. selaku Pembimbing I yang telah membimbing penulis sampai selesai mengerjakan tugas akhir.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT, selaku pembimbing II atas segala bimbingan, arahan, masukan, dan bantuannya selama penyusunan tugas akhir.
6. Bapak Dr. Ir. Zulkifli Djafar dan Bapak Dr. Hairul Arsyad, ST. MT. selaku penguji yang telah memberikan masukan kritik dan saran dalam penulisan tugas akhir ini.

7. Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak membimbing dan memberikan ilmunya selama Penulis mengenyam pendidikan di kampus.
8. Bapak/Ibu Staf Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu segala urusan administrasi.
9. Saudara-saudara seperjuangan penulis “Hydraulic 2015” yang sudah menjadi tim hore dan tim support paling hebat yang selalu ada dalam suka maupun duka, yang bahkan saya tidak yakin bisa menyelesaikan penelitian ini dengan baik tanpa mereka.
10. Rekan-rekan SC Lale yang juga mendukung penulis dalam penyelesaian tugas akhir.
11. Terakhir, penulis hendak menyapa setiap nama yang tidak dapat penulis cantumkan satu per satu, terima kasih doa yang senantiasa mengalir tanpa sepengetahuan penulis.

Sebagai manusia biasa tentunya penulis masih memiliki banyak kekurangan pengetahuan dan pengalaman pada topik yang diangkat dalam Skripsi ini, begitu pula dalam penulisannya yang masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis akan sangat senang jika menerima berbagai masukan dari pada pembaca baik berupa kritik maupun saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulisan skripsi di masa yang akan datang. Terima kasih

Gowa, 10 Oktober 2022



Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	..ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATAPENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTARTABEL.....	xi
DAFRARGAMBAR.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Komposit	6
2.2 Serat Alam Ijuk	10
2.3 Polimer	15
2.4 Sifat Mekanik Material	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Waktu dan Tempat	24
3.2 Alat dan Bahan	24
3.2.1 Alat	24
3.2.2 Bahan	28
3.3 Diagram Alir	31
3.4 Prosedur Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Pengujian Tarik	35
4.2 Pengujian Bending	40
BAB V PENUTUP	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44

DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN	47

DAFRAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Beberapa Serat Alam .	12
Tabel 2.2 Contoh Dari Jenis-Jenis Polimer	17
Tabel 2.3 Contoh Dari Jenis-Jenis Polimer	20
Tabel 2.4 Keterangan Dimensi Specimen Uji Tarik	22
Tabel 4.1 Perbandingan Nilai Rata-Rata Tegangan, Regangan, dan Modulus Elastisitas Spesimen Uji Tarik	36
Tabel 4.2 Perbandingan Nilai Kekuatan Tegangan Bending dan Modulus Elastisitas <i>Bending</i>	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Fibrous composite</i> (Kartaman et al., 2010).....	7
Gambar 2.2 <i>Particulate composite</i> (kartaman et al., 2010)	8
Gambar 2.3 <i>Laminated composite</i> (kartaman et al., 2010).....	8
Gambar 2.4 Serat Ijuk	9
Gambar 2.5. Tiga Tipe Orientasi Pada <i>Reinforcement</i>	11
Gambar 2.6 Struktur Molekul Linear Polimer Termoplastik	16
Gambar 2.7 bentuk struktur silang termoset	17
Gambar 2.8 Bentuk Specimen Uji Tarik.....	18
Gambar 2.9 Pengujian Bending (Standar ASTM D 790-03)	19
Gambar 3.1 Timbangan Digital	21
Gambar 3.3 Cetakan	22
Gambar 3.4 WAW-600D Servo Hydraulic Universal Testing Machine	22
Gambar 3.5 Gurinda	22
Gambar 3.6 Amplas.....	23
Gambar 3.7 Mistar Baja	23
Gambar 3.8 Jangka Sorong	23
Gambar 3.9 Serat Ijuk	24
Gambar 3.10 Resin Polyester.....	24
Gambar 3.11 NaOH.....	25
Gambar 3.12 Mirror Glass	25
Gambar 3.13 Katalis.....	25
Gambar 3.15 Bentuk specimen uji Tarik	28
Gambar 3.14 Bentuk specimen uji Bending.....	28
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Tegangan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Variasi Panjang 3cm, 7cm, dan 17cm	31
Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Nilai Regangan Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Variasi Panjang 3cm, 7cm, dan 17cm	32
Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Variasi Panjang 3cm, 7cm, dan 17cm	33

Gambar 4.4. Grafik Perbandingan Nilai Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Variasi Panjang 3cm, 7cm, dan 17cm	
Gambar 4.5. Grafik Perbandingan Nilai Modulus Bending Komposit	35
Berpenguat Serat Ijuk Dengan Variasi Panjang 3cm, 7cm, dan 17cm	36

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material komposit secara umum memiliki arti penggabungan dua atau lebih material yang memiliki sifat dan komposisi kimia berbeda. Komposit dengan serat alam sedang mengalami perkembangan yang sangat bagus, mengingat komposit serat alam memiliki beberapa keunggulan seperti ramah lingkungan, harga pembuatan serta bahan lebih murah dan ketersediaan serat yang melimpah.

Bahan penyusun komposit yang paling utama adalah matrik dan bahan penguat. Matrik yang biasanya digunakan adalah resin polyester, karena memiliki kekurangan sifatnya yang kaku dan rapuh maka untuk meningkatkan kekuatannya diberi penguat serat, sebagai elemen penguat serat sangat menentukan sifat mekanik dari komposit karena meneruskan beban yang di distribusikan oleh matrik. Orientasi, ukuran, dan bentuk serta material serat adalah faktor yang mempengaruhi property mekanik dari lamina. Dengan memvariasikan lebar dan tebal sayatan serat diharapkan akan didapatkan hasil property mekanik komposit yang maksimal untuk mendukung pemanfaatan komposit. (Huzni:124, 2014)

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat mendorong banyaknya penemuan beberapa teknologi alternatif sebagai cara dalam memenuhi kebutuhan masyarakat. Khususnya pada bahan material, bahan material yang dibutuhkan adalah bahan material yang berkualitas dan memiliki sifat mekanik yang tinggi. Komposit *polimer* berbahan penguat (*filler*) dari serat alam adalah salah satu alternatif untuk menghasilkan material yang dari sifat mekaniknya lebih baik dari material lainnya.

Serat yang dipakai sebagai penguat ada dua macam jenis yaitu: serat buatan dan serat alami, serat buatan terdiri dari serat regenerasi, serat semi sintetik, serat sintetik dan serat an organic, dari beberapa jenis serat buatan yang sering dipakai adalah nilon, polyester dan serat gelas sedangkan untuk serat alami terdiri dari serat tumbuhan, serat binatang dan serat galian. Sedangkan yang sering dipakai sebagai penguat yaitu serat tumbuhan pisang, bambu, ijuk, nanas, kelapa dan lainnya.

Pada saat ini, serat alami mulai mendapat perhatian yang serius dari para ahli material komposit, selain memiliki kekuatan yang spesifik yang tinggi karena memiliki berat jenis rendah, serat alam lebih mudah didapat dan merupakan sumber daya alam yang diolah kembali tanpa mengandung racun dan harganya jauh lebih murah dibandingkan dengan fiber glass.

Tidak hanya itu banyaknya penggunaan dan pengembangan material komposit dari serat alam dikarenakan sifatnya yang dipandang lebih ramah lingkungan baik

dalam proses pembuatan sampai proses pembuangan setelah mencapai masa habis pakai. Hal ini juga yang mendukung program regulasi persyaratan material yang telah habis pakai (*end of life*) yang berlaku di negaranegara di amerika, eropa, dan sebagian asia. (Abu Bakar dkk, 2018)

Perkembangan komposit *polimer* saat ini sudah mulai mengarah pada pemanfaatan komposit sebagai panel sekaligus struktur utama dari suatu komponen tertentu. Bahan komposit tidak hanya digunakan dalam bidang transportasi dan properti saja tetapi juga sudah digunakan dalam bidang lainnya, seperti pada alternatif energi contohnya pada bilah kincir angin untuk pembangkit listrik, kebutuhan pertanian untuk pompa irigasi, dan juga pada irigasi di tambak garam.

Penggunaan serat alam seperti serat ijuk, sebagai matrik penguat atau *filler* pada material komposit *polimer* memiliki keunggulan lain bila dibandingkan dengan serat sintesis, komposit serat alam lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami dan harganya pun lebih murah dibandingkan serat sintesis. Serat ijuk memiliki kelebihan dibandingkan dengan serat alam lainnya. Serat yang dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan diantaranya tahan lama, tahan terhadap asam dan garam air laut, dan memperlambat pelapukan kayu serta mencegah serangan rayap tanah.

Rata-rata bahan yang dipilih untuk pembuatan bilah turbin angin adalah bahan dari kayu yang jika terlalu lama berinteraksi dengan air akan menyebabkan kayu itu lapuk kemudian rusak, ada juga yang mengembangkan dengan menggunakan paduan alumunium, ketahanan terhadap korosi atau bahkan lapuk memang jauh lebih tinggi dibanding kayu tetapi pada secara biaya relatif lebih mahal dan limbah setelah pemakaian yang sulit terurai dan tidak ramah lingkungan. (Abu Bakar dkk, 2018)

Oleh karena itu dalam penelitian ini, ingin mengetahui bagaimana pengaruh kekuatan mekanik material komposit berbahan dasar serat alam ijuk yang menggunakan polimer resin polyester dengan variasi panjang ijuk yang berbeda pada pengujian kekuatan lengkung (*bending*) dan juga pada pengujian kekuatan tarik (*tensile*).

Dalam penelitian ini penulis meneliti tentang material komposit yang diperkuat serat pohon aren (ijuk) dengan bahan pengikat resin polyester. Dimana resin polimer memiliki sifat bahan pengikat (matriks) yang baik dan merupakan pilihan yang paling ekonomis, serta mudah diperoleh dan lebih sering digunakan dibandingkan dengan resin lainnya. Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis terdorong untuk melakukan penelitian sebagai tugas akhir dengan judul **“Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Material Komposit Serat Alam Ijuk”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas, maka dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah, yakni:

1. Bagaimana pengaruh perubahan panjang serat pada pengujian tarik terhadap kekuatan material komposit serat alam ijuk?
2. Bagaimana pengaruh perubahan panjang serat pada pengujian bending terhadap kekuatan material komposit serat alam ijuk?

1.3 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh perubahan panjang serat pada pengujian tarik terhadap material komposit serat alam ijuk.
2. Untuk mengetahui pengaruh perubahan panjang serat pada pengujian bending terhadap material komposit serat alam ijuk.

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan Tugas Akhir ini lebih terarah, maka penulis memberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Material komposit yang digunakan adalah serat alam ijuk dengan diameter yang sama.
2. Pengujian yang dilakukan pada material adalah pengujian tarik.
3. Pengujian yang dilakukan pada material adalah pengujian bending.
4. Jenis polimer yang digunakan pada material yaitu resin polyester.
5. Panjang serat ijuk yang digunakan yaitu, 3cm, 7cm, dan 17cm.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian tersebut dibagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut:

1. Manfaat Langsung

Dapat mengetahui kekuatan material komposit serat alam ijuk, serta dapat mengetahui pengaruh kekuatan material terhadap perubahan panjang serat.

Dan menambah ilmu khususnya dibidang perancangan dan material.

2. Manfaat Tidak Langsung

Secara tidak langsung, data-data yang diperoleh dalam penelitian ini dapat bermanfaat bagi industri-industri kecil yang bergerak di bidang pertanian, tambak, otomotif, dll. Juga bermanfaat bagi para peneliti selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut adalah sistematika penulisan dalam penelitian ini yaitu:

BAB I Pendahuluan

Berisi latar belakang yang memperkenalkan gambaran mengenai korosi kelelahan, serta rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori

Berisi tentang tinjauan pustaka atau teori-teori penunjang yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III Metodologi Penelitian

Berisi tentang metode yang digunakan untuk mengumpulkan data serta kerangka analisa data untuk menyelesaikan masalah

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Berisi tentang hasil dari analisa terhadap kekuatan material komposit serat alam ijuk dengan menggunakan pengujian *bending* dan *tensile*, beserta dengan pembahasan dan analisisnya.

BAB V Penutup

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Material komposit merupakan material yang tersusun dari campuran/kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan komposisinya yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Fahmi dan Hermansyah, 2011 : 47). Komposit berasal dari kata kerja “to compose” yang berarti menggabung atau menyusun, sehingga dapat diartikan sebagai gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Secara umum, material komposit terdiri dari dua unsur, yakni serat (fiber) yang berperan sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat dari serat-serat tersebut yang dikenal dengan matrik. Gabungan dari serat dan matrik ini akan memberikan performa/kekuatan komposit yang berbeda dengan sifat dan karakter dari bahan yang menyusun suatu material komposit.

Material komposit merupakan salah satu jenis material di dalam dunia teknik yang dibuat dengan penggabungan dua macam bahan yang mempunyai sifat berbeda menjadi satu material baru dengan sifat yang berbeda pula. Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya.

Sifat material komposit sangat dipengaruhi oleh sifat dan distribusi unsur penyusun, serta interaksi antara kedua bahan. Parameter penting lain yang mungkin mempengaruhi sifat bahan komposit adalah bentuk, ukuran, orientasi dan distribusi dari penguat (filler) dan berbagai ciri-ciri dari matrik. Sifat mekanik merupakan salah satu sifat bahan komposit yang sangat penting untuk dipelajari. Untuk aplikasi struktur, sifat mekanik ditentukan oleh pemilihan bahan. Sifat mekanik bahan komposit bergantung pada sifat bahan penyusunnya. Peran utama dalam komposit berpenguat serat adalah untuk memindahkan tegangan (stress) antara serat, memberikan ketahanan terhadap lingkungan yang merugikan dan menjaga permukaan serat dari efek mekanik dan kimia. Kontribusi serat sebagian besar berpengaruh pada kekuatan tarik (tensile strength) bahan komposit. Suatu penguat komposit pada umumnya mempunyai sifat kurang ulet tetapi lebih kaku serta lebih kuat. Fungsi dari penguat yaitu untuk menopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari penguat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada penguat, sehingga penguat akan menahan beban sampai beban maksimum. Jadi suatu penguat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus

elastisitas yang lebih tinggi dari pada matrik penyusun komposit (Utama dan Zakiyya, 2016 : 61).

Berdasarkan definisi tersebut maka kondisi ikatan permukaan sangat berpengaruh terhadap kekuatan komposit. Persyaratan dasar kekuatan komposit terletak pada kekuatan antar muka matrik dan penguat. Ikatan antar muka inilah yang menjadi jembatan transmisi tegangan luar yang diberikan dari matrik menuju partikel penguat. Jika ikatan antarmuka terjadi dengan baik maka transmisi tegangan ini dapat berlangsung dengan baik pula. Material komposit tersusun atas 2 (dua) bagian yang berbeda yaitu matrik dan penguat. Matrik merupakan fasa utama dan kontinu, berfungsi menahan fasa penguat dan meneruskan beban. Sedangkan penguat merupakan fasa kedua dan diskontinu yang dimasukkan ke dalam matrik. Material penguat biasanya dalam bentuk serat, partikel, atau serpihan. Matrik memiliki sifat ulet, sementara itu, penguat umumnya memiliki kekuatan lebih tinggi dari pada matrik, sehingga disebut fasa penguat (*reinforcing phase*). (kartaman et al., 2010)

Berdasarkan asal penguatnya komposit dibagi menjadi tiga meliputi komposit serat sintetis, komposit serat alam, dan komposit hybrid (Safitri, 2017).

1. Komposit serat sintetis

Komposit serat sintetis adalah komposit dengan serat penguat yang berasal pembuatan rekayasa industri, seperti kevlar, karbon, dan fiberglass.

2. Komposit serat alam

Komposit serat alam adalah komposit dengan serat penguat yang berasal dari hewan atau tumbuh-tumbuhan, seperti serat bambu, sisal, rami, dan kenaf. Komposit ini memiliki harga yang jauh lebih murah dibandingkan dengan serat sintetis dikarenakan bahannya berlimpah di alam.

3. Komposit serat hybrid

Komposit serat hybrid adalah komposit dengan serat penguat terdiri dari serat alam dan serat sintetis, tujuan dibuatnya komposit hybrid adalah untuk melengkapi sisi terlemah dari salah satu serat yang digunakan.

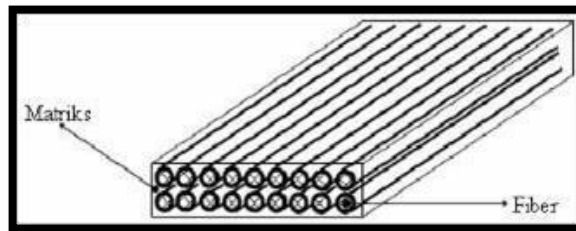
Komposit dapat digolongkan berdasarkan jenis matrik dan bentuk penguatnya, yaitu

- a. Klasifikasi Komposit Berdasarkan Matriks

- 1) *Metal matrix composites* (MMCs), yaitu komposit yang memiliki matrik berupa logam.

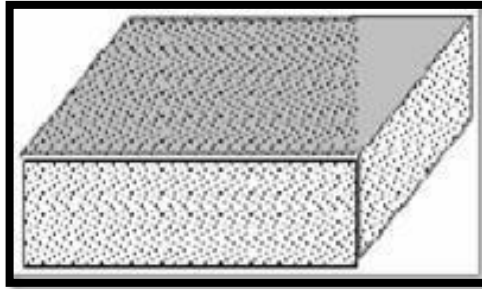
- 2) *Ceramic Matrix Composites* (CMCs), yaitu komposit dengan matrik dari bahan keramik.

- 3) *Polymer Matrix Composites* (PMCs), yaitu jenis komposit dengan matrik dari bahan polimer.
- b. Klasifikasi Komposit berdasarkan penguat/*reinforcement*
- 1) *Fibrous composite*, yaitu komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapis dan berpenguat fiber. Kayu adalah komposit alam yang terdiri dari serat *hemiselulosa* dalam *matriks lignin*. Fiber yang digunakan untuk menguatkan matriks dapat pendek, panjang, atau kontinyu. Berdasarkan jenis seratnya dibedakan atas:
- a) Serat Kontinyu, dengan orientasi serat yang bermacam-macam antara lain arah serat satu arah (*unidireksional*), dua arah (*biaksial*), tiga arah (*triaksial*).
- b) Serat diskontinyu, serat menyebar dengan acak sehingga sifat mekaniknya tidak terlalu baik jika dibandingkan dengan serat kontinyu.



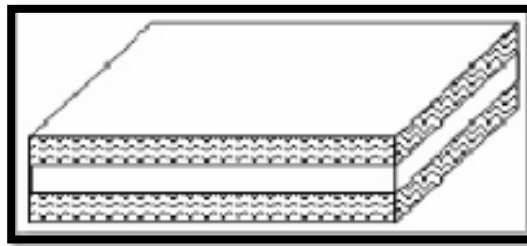
Gambar 2.1 *Fibrous composite* (Kartaman et al., 2010)

- *Particulate composite*, yaitu komposit dengan penguat berupa partikel/serbuk yang tersebar pada semua luasan dan segala arah dari komposit. *Particulate composite* material (material komposit partikel) terdiri dari satu atau lebih partikel yang tersuspensi di dalam matriks dari matriks lainnya. Partikel logam dan non-logam dapat digunakan sebagai matriks.



Gambar 2.2 *Particulate composite* (kartaman et al., 2010)

- *Laminated composite*, yaitu komposit yang berlapis-lapis, paling sedikit terdiri dari dua lapis yang digabung menjadi satu, dimana setiap lapisan pembentuk memiliki karakteristik sifat tersendiri. Terdiri sekurang-kurangnya dua lapis material yang berbeda dan digabung secara bersama-sama. *Laminated composite* dibentuk dari dari berbagai lapisan-lapisan dengan berbagai macam arah penyusunan serat yang ditentukan yang disebut *laminat*.



Gambar 2.3 *Laminated composite* (kartaman et al., 2010)

2.2 Serat Alam Ijuk

Samlawi dkk, (2017: 1) Aren adalah tumbuhan penghasil ijuk tumbuh di seluruh daratan Indonesia dengan sangat baik, terutama di ketinggian 400 sampai dengan 1000 meter di atas permukaan laut, namun pemanfaatan serat ijuk belum sepenuhnya di manfaatkan dengan baik, masih sangat banyak ijuk yang dibakar begitu saja. Atau dibiarkan tanpa dimanfaatkan. Serat-serat ijuk yang dihasilkan oleh pohon aren (*Arenga pinnata*) dapat dipanen setelah pohon tersebut berumur 5 tahun dan secara tradisional sering digunakan sebagai bahan pembungkus pangkal kayu-kayu bangunan yang ditanam dalam tanah untuk mencegah serangan rayap. Kegunaan tersebut didukung oleh sifat ijuk yang elastis, keras, tahan air, dan sulit dicerna oleh organisme perusak. Namun demikian, penelitian efektivitas bahan alami

tersebut dalam melindungi kayu-kayu konstruksi dari serangga perusak kayu seperti rayap belum pernah dilakukan.

Di samping itu juga dievaluasi kadar air, kerapatan zat, dan gramatur jaringan ijuk dari kedua formasi tersebut hasil penelitian menunjukkan bahwa serat ijuk aren berbeda dengan serat kayu, karena serat ijuk tidak memiliki dinding dan lumen set tetapi merupakan suatu zat yang utuh (solid). Serat ijuk adalah serat alam yang istimewa dibandingkan dengan serat alam lainnya. Serat berwarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan diantaranya (Samlawi dkk, 2017)

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



Gambar 2.4 Serat Ijuk

Tabel 2.1 Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Beberapa Serat Alam

Sifat – sifat	Jute	Pisang	Sisal	Nanas	Sabut Kelapa
Massa jenis (gram/cm)	1,3	1,35	1,45	1,44	1,15
Sudut Micro <i>Fibrillar</i> (derajat)	8,1	11	10-22	14-18	30-49
Kandungan Selulosa/Lignin (%)	61/12	65/5	67/12	81/12	43/45
Modulus elastisitas (GN/m)	-	8-20	9-16	34-82	4-6
Kekenyalan (MN/m)	440-533	529-754	568-640	413-1627	131-175
Elongasi (%)	1-1,2	1,0-3,5	3-7	0,8-1,6	15-40

Penelitian yang mengabungkan antara matrik dan serat harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi performa *Fiber-Matrik Composites* antara lain.

(Widodo, 2008):

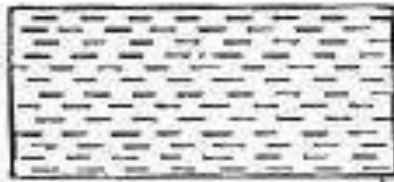
1. Faktor Serat

Serat adalah material pengisi *matrik* yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur *matrik* yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi material penguat *matrik* pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

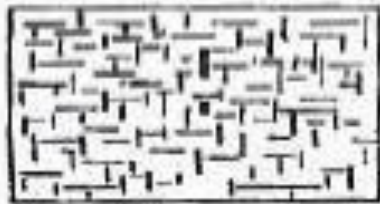
2. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam *matrik* yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut. Menurut tata letak dan arah serat diklasifikasikan menjadi tiga bagian yaitu :

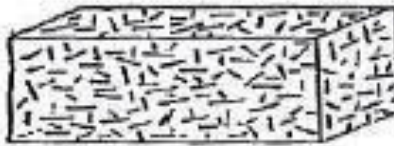
- a. *One dimensional reinforcement*, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat.
- b. *Two dimensional reinforcement* (planar), mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- c. *Three dimensional reinforcement*, mempunyai sifat *isotropic* kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya. Pada pencapuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (*random*) maka sifat mekanik pada 1 arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar kesegala arah maka kekuatan akan meningkat.



One dimensional reinforcement



Two dimensional reinforcement



Three dimensional reinforcement

Gambar 2.5. Tiga Tipe Orientasi Pada *Reinforcement*

3. Bentuk Serat

Bentuk Serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan

komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi. Parameter yang perlu diperhatikan agar serat pendek dapat dimanfaatkan sepenuhnya dalam komposit polimer adalah panjang kritis serat. Panjang kritis serat merupakan panjang minimal serat pada suatu diameter serat yang dibutuhkan untuk mencapai tegangan saat patah (Schwartz, 1984).

4. Faktor Matrik

Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan pengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik, sehingga matrik dan serat saling berhubungan. Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matrik. Selain itu matrik juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk memilih matrik harus diperhatikan sifat-sifatnya, antara lain seperti tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk dan tahan terhadap guncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matrik. Material Polimer yang sering digunakan sebagai material matrik dalam komposit ada dua macam adalah *thermoplastik* dan *termoset*.

5. Fraksi Volume Antara Material Pengisi dan Matrik

Jumlah kandungan serat dalam komposit, merupakan hal yang menjadi perhatian khusus pada komposit berpenguat serat. Untuk memperoleh komposit berkekuatan tinggi, distribusi serat dengan matrik harus merata pada proses pencampuran agar mengurangi timbulnya *void*. Untuk menghitung fraksi volume, parameter yang harus diketahui adalah berat jenis resin, berat jenis serat, berat komposit dan berat serat. Jika selama pembuatan komposit diketahui massa serat dan matrik, serta densitas serat dan matrik, maka fraksi volume dan fraksi massa. (Wardani, 2015) serat dapat dihitung dengan persamaan (Shackelford, 1992):

$$V_f = \frac{W_f / \rho_f}{W_f / \rho_f + W_m / \rho_m} \quad (2.1)$$

Keterangan:

V_f = Fraksi volume serat

W_f = Berat serat

W_m = Berat matrik

ρ_f = Massa jenis serat

ρ_m = Massa jenis matrik

2.3 Polimer

Polimer adalah bahan yang sangat bermanfaat dalam dunia teknik. Polimer mudah dibuat dan penerapannya mencakup berbagai bidang industri, seperti serat, karet, plastik, cat, perekat dan penambal. Polimer terdiri dari beberapa bentuk yaitu cair-kental, karet-lunak, sampai padatan-keras. Meskipun demikian, semua berstruktur dan bersifat (kima, mekanis, fisik) serupa. Sifat sifatnya yang ringan, tahan korosi dan kimia, dan murah, khususnya untuk aplikasi-aplikasi pada temperatur rendah. Polimer adalah salah satu bahan rekayasa bukan logam (nonmetallic material) yang penting (Maiti & Bidinger, 1981)

Polimer merupakan suatu molekul raksasa (*makromolekul*) yang terbentuk dari susunan ulang molekul kecil yang terikat melalui ikatan kimia disebut polimer (*poly* = banyak; *mer* = bagian). Suatu polimer akan terbentuk bila seratus atau seribu unit molekul yang kecil (*monomer*), saling berikatan dalam suatu rantai. Jenis-jenis monomer yang saling berikatan membentuk suatu polimer terkadang sama atau berbeda. Sifat-sifat polimer berbeda dari monomer-monomer yang menyusunnya.

Molekul polimer disusun dalam satu struktur rantai dalam struktur tiga dimensi dengan ikatan kovalen, kebanyakan molekul rantai memberikan sifat termoplastik dengan menaikkan temperatur sehingga dapat mencair dan mengalir. Bahan tersebut dinamakan polimer termoplastik. Sedangkan polimer yang struktur tiga dimensinya terkeraskan karena pemanasan tidak dapat mengalir lagi karena pemanasan dinamakan polimer termoset. (Maiti & Bidinger, 1981) Sifat-sifat khas bahan polimer pada umumnya sebagai berikut .

1. Kemampuan cetak yang baik. Pada temperatur relatif rendah bahan dapat dicetak dengan pernyuntikan, penekanan, ekstrusi dan seterusnya yang menyebabkan ongkos lebih rendah dari pada logam dan keramik.
2. Produk yang ringan dan kuat dapat dibuat. Berat jenis polimer rendah dibandingkan dengan logam dan keramik.
3. Banyak diantara polimer bersifat isolasi listrik yang baik. Polimer mungkin juga dibuat konduktor dengan jalan mencampurkan dengan serbuk logam, butiran karbon, dan sebagainya.
4. Baik sekali dalam ketahanan air dan ketahanan kimia. Pemilihan bahan yang baik akan menghasilkan produk yang mempunyai sifat-sifat baik sekali. (contoh : politetrafluoroetilen, dan sebagainya).

5. Produk-produk dengan sifat yang cukup berbeda dapat dibuat tergantung pada cara pembuatannya. Dengan mencampur zat pemlastis, pengisi, dan sebagainya sifat-sifat dapat berubah dalam daerah yang luas.
6. Umumnya bahan polimer lebih murah.
7. Kurang tahan terhadap panas, hal ini berbeda dengan logam dan keramik.
8. Kekerasan permukaan yang sangat kurang. Bahan polimer yang keras ada tetapi masih jauh dibawah kekerasan logam dan keramik.
9. Kurang tahan terhadap pelarut. Umumnya larut dalam pelarut tertentu kecuali beberapa bahan khusus seperti politetrafluoroetilen. Jika tidak dapat larut, mudah retak karena kontak yang terus menerus dengan pelarut.
10. Mudah dimuati listrik secara elektro statis, kecuali beberapa bahan yang khusus dibuat agar menjadi hantaran listrik, kurang higroskopik, dan dapat dimuati listrik.
11. Beberapa ada yang tahan abrasi atau mempunyai koefisien gesek yang kecil.

Penggolongan polimer berdasarkan asalnya, yaitu yang berasal dari alam (polimer alami) dan di polimer yang sengaja dibuat oleh manusia (polimer sintesis).

Polimer alam telah dikenal sejak ribuan tahun yang lalu. Polimer alam adalah senyawa yang dihasilkan dari proses metabolisme makhluk hidup. jumlahnya yang terbatas dan sifat polimer alam yang kurang stabil, mudah menyerap air, tidak stabil karena pemanasan dan sukar dibentuk menyebabkan penggunaannya amat terbatas. Contoh sederhana polimer alam seperti amilum dalam beras, jagung dan kentang , pati , selulosa dalam kayu , protein terdapat dalam daging dan karet alam diperoleh dari getah atau lateks pohon karet. protein, DNA, kitin pada kerangka luar serangga, wool, jaring laba-laba, sutera dan kepompong ngengat, adalah polimer-polimer yang disintesis secara alami.

Serat-serat selulosa yang kuat menyebabkan batang pohon menjadi kuat dan tegar untuk tumbuh dengan tinggi seratus kaki dibentuk dari monomer monomer glukosa, yang berupa padatan kristalin yang berasa manis. Polimer alam dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2.2 Contoh Dari Jenis-Jenis Polimer

Polimer	Monomer	Polimerisasi	Contoh
---------	---------	--------------	--------

Pati/amilum	Glukosa	Kondensasi	Biji-bijian, akar umbi
Selulosa	Glukosa	Kondensasi	Sayur, Kayu, Kapas
Protein	Asam amino	Kondensasi	Susu, daging, telur, wol, sutera
Asam Nukleat	Nukleotida	Kondensasi	Molekul DNA dan RNA (sel)
Karet Alam	Isoprena	Adisi	Getah pohon karet

Selanjutnya Polimer buatan dapat berupa polimer regenerasi dan polimer sintesis. Polimer regenerasi adalah polimer alam yang dimodifikasi. Contohnya rayon, yaitu serat sintesis yang dibuat dari kayu (selulosa). Polimer sintesis adalah polimer yang dibuat dari molekul sederhana (monomer) dalam pabrik atau polimer yang dibuat dari bahan baku kimia disebut polimer sintesis seperti polyetena, polipropilena, poly vinyl chlorida (PVC), dan nylon.

Kebanyakan polimer ini sebagai plastik yang digunakan untuk berbagai keperluan baik untuk rumah tangga, industri, atau mainan anak-anak. Polimer sintesis yang pertama kali yang dikenal adalah *bakelit* yaitu hasil kondensasi fenol dengan formaldehida, yang ditemukan oleh kimiawan kelahiran Belgia Leo Baekeland pada tahun 1907. Bakelit merupakan salah satu jenis dari produk-produk konsumsi yang dipakai secara luas. Beberapa contoh polimer yang dibuat oleh pabrik adalah nylon dan poliester, kantong plastik dan botol, pita karet, dan masih banyak produk lain yang ada pada kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan sifatnya terhadap panas, polimer sintesis dapat dibedakan atas polimer termoplastik (tidak tahan panas, seperti plastik) dan polimer termoseting (tahan panas, seperti melamin). Klasifikasi polimer ini dibedakan menjadi dua, yaitu polimer termoplastik dan polimer termoseting.

1. Polimer Termoplastik,

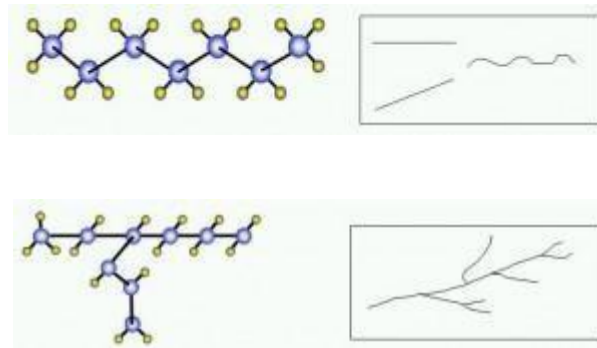
Polimer termoplastik adalah polimer yang mempunyai sifat tidak tahan terhadap panas. Jika polimer jenis ini dipanaskan, maka akan menjadi lunak dan didinginkan akan mengeras. Proses tersebut dapat terjadi berulang kali, sehingga dapat dibentuk ulang dalam berbagai bentuk melalui cetakan yang berbeda untuk mendapatkan produk polimer yang baru.

Polimer yang termasuk polimer termoplastik adalah jenis polimer plastik. Jenis plastik ini tidak memiliki ikatan silang antar rantai polimernya, melainkan dengan struktur molekul linear atau bercabang. Contoh-contoh dari

polimer termoplastik yaitu : Polietilena (PE) seperti Botol plastik, mainan, bahan cetakan, ember, drum, pipa saluran, isolasi kawat dan kabel, kantong plastik dan jas hujan. Polivinilklorida (PVC) seperti pipa air, pipa plastik, pipa kabel listrik, kulit sintetis, ubin plastik, piringan hitam, bungkus makanan, sarung tangan dan botol detergen. Polipropena (PP) seperti tali, botol minuman, serat, bak air, insulator, kursi plastik, alat-alat rumah sakit, komponen mesin cuci, pembungkus tekstil, dan permadani.

Polistirena seperti sol sepatu, penggaris, gantungan baju.

Bentuk struktur termoplastik dapat dilihat pada gambar sebagai berikut (Ii & Pustaka, 1994):

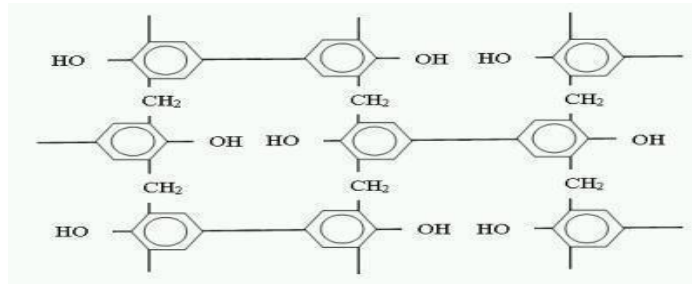


Gambar 2.6 Struktur Molekul Linear Polimer Termoplastik

2. Polimer Termoseting

Polimer termoseting adalah polimer yang mempunyai sifat tahan terhadap panas. Jika polimer ini dipanaskan, maka tidak dapat meleleh. Sehingga tidak dapat dibentuk ulang kembali. Susunan polimer ini bersifat permanen pada bentuk cetak pertama kali (pada saat pembuatan). Bila polimer ini rusak/pecah, maka tidak dapat disambung atau diperbaiki lagi.

Polimer termoseting memiliki ikatan – ikatan silang yang mudah dibentuk pada waktu dipanaskan. Hal ini membuat polimer menjadi kaku dan keras. Semakin banyak ikatan silang pada polimer ini, maka semakin kaku dan mudah patah. Bila polimer ini dipanaskan untuk kedua kalinya, maka akan menyebabkan rusak atau lepasnya ikatan silang antar rantai polimer. Bentuk struktur ikatan silang dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 2.7 bentuk struktur silang termoset

Dari klasifikasi polimer yang telah dijabarkan sebelumnya, dapat dilihat beberapa perbedaan dari polimer termoplastik dan polimer termosetting pada table sebagai berikut :

Tabel 2.3 Contoh Dari Jenis-Jenis Polimer

Polimer Termoplas	Polimer Termoset
Mudah diregangkan	Keras dan Rigid
Fleksibel	Tidak Fleksibel
Tidak leleh rendah	Tidak meleleh jika dipanaskan
Dapat dibentuk ulang	Tidak dapat dibentuk ulang

2.4 Sifat Mekanik Material

Sifat mekanik adalah sifat yang berhubungan dengan kekuatan bahan / kemampuan suatu bahan untuk menahan gaya luar yang bekerja padanya. Sifat mekanik material komposit diketahui dari penelitian yang bertujuan untuk memanfaatkan serat ijuk dan variasi polimer secara maksimal sebagai struktur dan bahan konstruksi. Beberapa sifat mekanika material yang penting untuk perencanaan konstruksi , antara lain. (Mahmuda et al., 2013):

1. Kuat Tarik

Kuat tarik material adalah kekuatan untuk menahan gaya tarik tergantung pada bagian batang yang digunakan. Kuat tarik dibedakan menjadi dua macam yaitu kekuatan tarik tegak lurus serat dan kekuatan tarik sejajar serat. Bagian ujung memiliki kekuatan terhadap gaya tarik 12% lebih rendah dibandingkan dengan bagian pangkal.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2.2)$$

Keterangan :

σ = Kekuatan/tegangan tarik pada batas maksimum (kg/cm^2)

A = Luas penampang melintang pada bagian paling kecil di tengah batang benda uji (cm^2)

P = Beban tarik maksimum (kg)

σ adalah kekuatan tarik komposit yang dihasilkan oleh beban tarik (P) dibagi luasan rata-rata komposit (A). untuk regangan (ϵ) komposit dapat diketahui besarnya menggunakan persamaan:

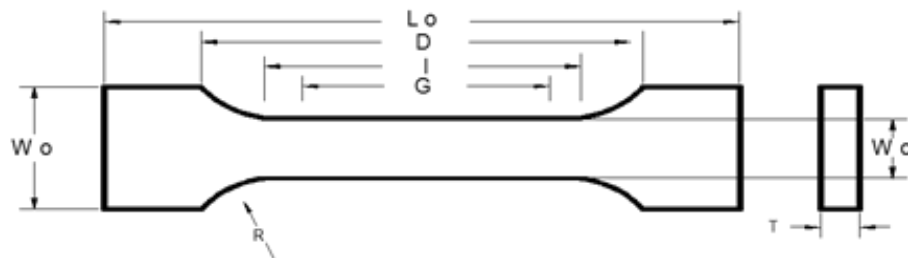
$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.3)$$

Dengan ΔL adalah perubahan panjang di panjang awal (L). jika regangan serat sudah diketahui maka besarnya modulus elastisitas (E) adalah

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (2.4)$$

Kekuatan tarik longitudinal pada komposit dapat ditentukan berdasarkan dua kondisi, yaitu : awal regangan patah terjadi pada serat dan awal regangan patah terjadi pada matrik.

Besarnya regangan adalah jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur (gage length). Nilai regangan ini adalah regangan proporsional yang didapat dari garis. Proporsional pada grafik tegangan-tegangan hasil uji tarik komposit (Surdia, 1995).



Gambar 2.8 Bentuk Specimen Uji Tarik

Tabel 2.4 Keterangan Dimensi Specimen Uji Tarik

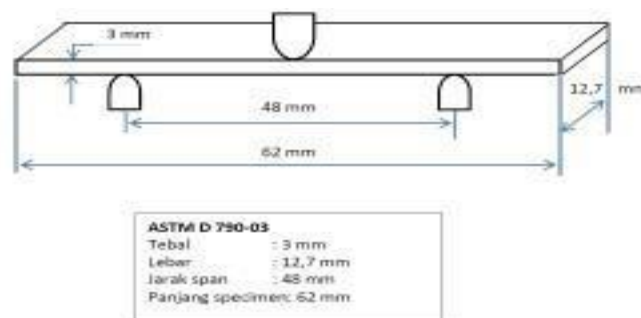
Simbol	Ket.	Mm
W	Width of narrow section	13 ± 0.5
L	Legth of narrow section	57 ± 0.5
W_0	Width ovrall, min	19 ± 6.4
L_0	Length overall	170 (no max)
G	Gage Length	50 ± 0.25
D	Distance Between Grips	115 ± 5
R	Radius of fillet	13 ± 0.5
T	Thicknes (diambil dari ketebalan komposit)	

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau dengan universal testing standar.(Standar ASTM D 638-02).

2. Kuat Lentur (Bending)

Material komposit mempunyai sifat tekan lebih baik dibanding tarik, pada perlakuan uji bending spesimen, bagian atas spesimen terjadi proses tekan dan bagian bawah terjadi proses tarik sehingga kegagalan yang terjadi akibat uji bending yaitu mengalami patah bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik. Dimensi balok dapat kita lihat pada gambar 2.9 berikut ini :

(Standar ASTM D 790-03).



Gambar 2.9 Pengujian Bending (Standar ASTM D 790-03)

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.

3. Kuat Impak

Ketangguhan suatu bahan adalah kemampuan bahan dalam menerima beban impact yang diukur dengan besarnya energy yang diperlukan untuk mematahkan batang uji dengan palu ayun. Untuk mengetahui nilai ketangguhan suatu material harus dilakukan uji impact, dengan menggunakan standar ASTM D256. Besarnya tenaga untuk kekuatan

$$a = \frac{W}{d \times b} \quad (2.5)$$

Keterangan:

a = Kekuatan impact (J/mm^2) b =
Lebar spesimen (mm) d = Tebal
spesimen (mm) W = Energi yang
diserap spesimen (J)