

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang dilakukan oleh Mujahid (2008) untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah ruas bambu terhadap sifat fisis dan mekanis balok laminasi bambu tali serta mengetahui pengaruh pemberian perekat epoxy terhadap kekuatan balok laminasi bambu tali. Dalam penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa sifat fisis bambu tali bagian ruas memiliki nilai tertinggi yaitu 15.37 % (kadar air), 0.63 g/cm^3 (kerapatan), 0.55 (berat jenis). perekat yang digunakan adalah epoxy dengan berat labur 175 gr/cm. Untuk sifat mekanis balok laminasi bambu tali variasi dua ruas bambu memiliki nilai tertinggi yaitu 6672.67 kg/cm^2 untuk nilai kekakuan (MOE) dan 227.99 kg/cm^2 untuk nilai keteguhan lentur (MOR).

Sutrisno,dkk (2009) melakukan sebuah penelitian untuk membandingkan nilai kapasitas tekan kolom laminasi bambu petung dan kayu sengon untuk setiap variasi rasio. Dalam penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa kolom laminasi dengan rasio bambu petung terhadap kayu sengon 1:1 memiliki kapasitas tekan lebih tinggi dari kolom laminasi dengan rasio bambu petung dan kayu sengon 1:3 dan 3:1 dengan variasi panjang kolom yang sama. Dalam pembahasan ditarik kesimpulan kayu sengon masuk dalam kelas kuat IV-V dan bambu petung masuk dalam kelas kuat I-II.

Penelitian yang dilakukan oleh Riyan, K (2011), untuk merancang dan membuat sepeda komposit menggunakan bambu sebagai rangka utama.Sepeda

bambu dengan serat gelas sebagai pengikat mampu menahan beban 100 kg. Sepeda tersebut memiliki dimensi 995 x 420 x 740 mm.

Wijoyo (2013), meneliti tentang pengaruh kekuatan sambungan komposit serat nanas terhadap kekuatan tarik dan geser dengan adhesive epoksi. Dalam penelitian tersebut bahan yang digunakan adalah Resin Polyester 157 BQTN dan serat nanas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis sambungan menggunakan sambungan tumpang memiliki kekuatan lebih besar dibandingkan sambungan lurus. Dengan tebal adhesive terbaik pada 0.5 mm.

Diharjo, K (2006) melakukan penelitian tentang pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat tarik bahan komposit serat rami-polyester, dalam penelitian ini disebutkan bahwa serat rami yang akan dipakai direndam dalam larutan alkali (5% NaOH) selama kurun waktu tertentu selanjutnya serat akan dicuci dan dikeringkan secara alami. Matrik yang digunakan adalah unsaturated polyester 157 BQTN dengan hardener MEKPO 1 %. Komposit dibuat dengan metode cetak tekan dan hasil kekuatan dan regangan tarik komposit memiliki harga optimum untuk perlakuan serat 2 jam. Yaitu 190.27 Mpa dan 0.44 %.

Santoso Heru, BR. (2014) melakukan penelitian tentang studi karakteristik komposit kulit kras dan rami dengan matrik resin epoksi sebagai bahan tahan impact, dalam penelitian ini komposit dibuat dengan tekanan konstan sebesar 100 kg/cm². Sampel dibuat dengan fraksi volum 56% dengan susunan KR11, KR22 dan KR33 dan 61% dengan susunan RK11, RK22 dan RK33 dan ketebalan berbeda-beda secara berturut-turut 0.5 cm, 1.3 cm, 2.0 cm. pengujian dilakukan dengan uji tembak dan hasilnya diukur menggunakan chronograp untuk

mengetahui pengurangan kecepatan peluru setelah melewati sampel dengan jarak tembak 5 cm sesuai standard NIJ level III. Hasil penelitian menunjukkan, semakin tebal sampel semakin tinggi tingkat pengurangan kecepatan peluru, dan perbedaan tingkat penurunan kecepatan peluru yang paling besar terjadi pada susunan KR33 dengan penurunan sebesar 87,18%.

Asngali,B (2016) meneliti tentang kekuatan sambungan Al/CFRP menggunakan adhesif epoksi/serbuk-al dengan variasi *pressure level*, dalam penelitian tersebut jenis sambungannya adalah *single lap joint* antara Al (Aluminium) 2024 dan CFRP (*Carbon Fiber Reinforce Polyester*) dengan adhesive epoksi/serbuk Al. Variasi *pressure level* yang digunakan adalah 0,6;0,7;0,8;0,9 dan 1 MPa. Pembuatan dan pengujian spesimen uji geser mengacu pada ASTM D 1002. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *pressure level* dapat meningkatkan kekuatan geser sambungan. Pada *variable pressure level* terbaiknya yaitu 0,9 MPa menghasilkan kekuatan tertinggi (8,59 MPa). Pada kondisi tersebut, penampang patahan menunjukkan jenis kegagalan antara kegagalan *cohesive, light fiber tear dan fiber tear*.

Asngali,B (2015) meneliti tentang pengaruh waktu penempelan sambungan *single lap joint* antara Al 2024 dan CFRP terhadap kekuatan geser. Tipe sambungan yang digunakan adalah sambungan *Lap Joint* menggunakan adhesive resin-epoxy/serbuk Al. Variasi waktu penempelan 20, 40, 60 dan 80 menit. Spesimen uji menggunakan standard ASTM D 1002. Dalam penelitian tersebut variasi waktu penempelan yang terbaik adalah 20 menit dengan kekuatan 8,51 MPa. Kegagalan yang terjadi adalah jenis *light fiber tear*.

Muhammad,RE (2015) meneliti tentang pengaruh partikel aditif *montmorillonite* terhadap sifat mekanik-siklus thermal komposit polyester serat kenaf anyam penelitian tersebut berfokus pada peningkatan nilai kekuatan tarik dari komposit polyester berpenguat serat kenaf anyam berpenambah partikel *montmorillonite*. Variasi yang digunakan adalah variasi fraksi berat aditif 0%, 30%, 40%, dan 50%. dari hasil penelitian penambahan zat aditif ternyata menurunkan nilai kekuatan tarik 28,80 Mpa dan nilai kekuatan tarik terkecil 5,77 Mpa.

2.2 LANDASAN TEORI

2.2.1 Sepeda

Seperti ditulis ensiklopedia Columbia, nenek moyang sepeda diperkirakan berasal dari perancis. Menurut kabar sejarah, negeri itu sudah sejak awal abad ke 18 mengenal alat transportasi roda dua yang dinamai velocipede. Bertahun-tahun, velocipede menjadi satu-satunya istilah yang merujuk hasil rancang bangun kendaraan roda dua. Konstruksinya belum menggunakan besi. Modelnya belum menggunakan perhitungan atau masih primitive.

Seorang jerman bernama Baron Karls Drais von Sauerbronn yang pantas dicatata sebagai salah seorang penyempurna velocipede. Tahun 1818, von membuat alat transportasi roda dua untuk menunjang efisiensi kerjanya sebagai kepala pengawas hutan baden, dia memang butuh sarana transportasi bermobilitas tinggi. Tapi, model yang dikembangkan tampaknya masih mendua, antara sepeda dan kereta kuda. Sehingga masyarakat menjuluki ciptaan sang baron sebagai

dandy horse. Pada 1839, Kirpatrick MacMillan pandai besi kelahiran skotlandia membuat mesin khusus untuk sepeda. Mesin tersebut lebih mirip pendorong yang diaktifkan engkol, lewat gerakan turun-naik kaki mengayuh pedal. MacMillan pun sudah berani menghubungkan engkol tadi dengan tongkat kemudian (setang sederhana). Pada tahun 1855 penemu dari perancis Emest Michaur membuat pemberat engkol sehingga sepeda lebih stabil. Pada 1865 Pierre Lallenement dari perancis memperkuat roda dengan lingkaran besi yang sekarang disebut dengan velg.

Sepeda terus berkembang pada tahun 1880 dibuat sepeda roda tiga hingga akhirnya ditemukan roda angin pada tahun 1888 oleh John Dunlop sehingga laju sepeda tak lagi berguncang. Hingga saat ini sangatlah banyak jenis sepeda yang beredar di pasaran. Beberapa diantaranya seperti sepeda fixie, sepeda balap, sepeda mini, sepeda BMX serta sepeda MTB (*Mountain Bike*) atau sepeda gunung.

Sepeda gunung adalah sepeda yang digunakan dalam medan yang berat. Pertama kali diperkenalkan pada tahun 1970, oleh pengguna sepeda di perbukitan San Fransisco. Ketika pertama kali dipamerkan pada New York Bike Show pada tahun 1981, penemu sepeda gunung mengatakan bahwa sepeda jenis ini tidak akan pernah populer. Kenyataannya 80% sepeda yang terjual di Amerika Serikat adalah jenis ini. Sepeda gunung adalah jenis sepeda yang pertama kali dinaiki sampai ke puncak gunung Kilimanjaro, titik tertinggi di benua Afrika, 5.895 m.

Sepeda gunung memiliki beberapa sifat yaitu ringan, bentuk kerangka dari baja, aluminium serta dapat terbuat dari CFRP (*Carbon Fiber Reinforce*

Plastic), terdapat *shock breaker* sebagai peredam beban. Dengan konstruksi pegunungan yang tidak rata maka sepeda gunung menggunakan ban yang memiliki kekuatan cengkraman terhadap tanah yang cukup tinggi. Sepeda MTB terdapat beberapa jenis yaitu *Cross Country (XC)*, *Trail*, *All Mountain (AM)*, *Free Ride (FR)*, *Downhill (DH)*. Jenis sepeda ini dibagi berdasarkan *track*-jalur yang dilaluinya. Jika dilihat dari geometry frame MTB, sepeda XC, AM, FR, DH berbeda design.

Setiap pabrikan sepeda akan mencantumkan geometry frame serta spesifikasi frame. Sudut *Head tube* salah satu yang dapat diperhatikan perbedaannya. Sepeda jenis AM biasanya memiliki sudut *head tube* $67^{\circ} - 68^{\circ}$ sedangkan XC di atas 68° . panjang travel frame setiap jenis memiliki perbedaan yaitu XC 80-120 mm, AM 140-160 mm, FR 180-200 mm, DH 180-200 mm. Semakin panjang travel frame maka semakin nyaman untuk track turun namun berat untuk track menanjak. Sedangkan sepeda menurut suspensi yang digunakan dibedakan menjadi *hardtrail* (suspensi depan) dan *full suspension* (suspensi depan dan belakang).



Gambar 2.1 Komponen Sepeda Jenis XC *Hardtrail* (Riyan Kristiono,2010)



Gambar 2.2 Sepeda Jenis XC *Fullsuspension* (Rizki, 2014)

Model sepeda yang akan dirancang adalah model sepeda hybrid. Model sepeda ini dipilih karena model sepeda hybrid dikatakan dapat digunakan tidak hanya pada jalan raya namun juga dapat digunakan di jalan off-road. Prinsip sepeda sama seperti pada umumnya yang membedakan terletak pada bagian rangka. Sepeda pada umumnya menggunakan logam sebagai rangka utama sedangkan sepeda ini menggunakan bambu. Proses penyambungan antara satu dengan yang lainnya memerlukan bantuan pipa logam. Bambu disambung dengan merekatkan pada logam kemudian dibungkus dengan serat rami kemudian ditutup menggunakan karung goni untuk menutupi kekurangan dari jenis perekat yang digunakan. Dalam hal ini yang perlu diperhatikan adalah ada saat proses penyambungan dan penggunaan bambu sebagai rangka sepeda. Proses penyambungan tanpa menggunakan jig/mall dapat menyebabkan rangka sepeda menjadi tidak *center*

sehingga tidak nyaman untuk dikendarai. Bambu yang digunakan untuk rangka sepeda perlu diperhatikan kelurusannya untuk menjaga kenyamanan dan keamanan.

2.2.2 Sambungan/Joint

Sambungan adalah suatu metode penggabungan dua buah material menjadi satu. Ada beberapa jenis penyambungan yaitu sambungan tumpang/*lap joint* dan sambungan lurus/*butt joint*. Sambungan tumpang (*lap joint*) sesuai dengan namanya sambungan ini digunakan untuk menyatukan dua bagian logam/material dimana bagian logam/material yang satu menumpang di atas logam/material lainnya. Sambungan seperti ini merupakan salah satu jenis sambungan yang terkuat. Tetapi untuk memaksimalkan efisiensi sambungan lebar plat tumpangannya minimal 3 kali ukuran tebal plat yang lebih tipis, yang akan disambung.

Sambungan pertemuan (*Butt joint*) digunakan untuk menyatukan dua bagian logam/material dalam posisi sejajar/sebidang. Jenis sambungan ini sering digunakan untuk menyambung pelat, lembaran logam dan pekerjaan sambungan pipa. Bentuk pertemuan sambungannya dapat berupa alur miring maupun tegak lurus.

Jenis sambungan menurut bahan penyambungannya dibagi menjadi dua yaitu penyambungan mekanik dan penyambungan adhesive. Penyambungan mekanik adalah penyambungan menggunakan baut atau paku dan lainnya sedangkan penyambungan adhesive adalah penyambungan menggunakan perekat dan

sejenisnya. Namun, dalam kasus ini yang akan dipakai atau diteliti adalah sambungan dengan metode penyambungan adhesive.

Adhesive sendiri adalah suatu bahan yang digunakan untuk menyatukan dan menyambungkan suatu bahan yang sama ataupun berbeda jenis materialnya, baik itu logam dengan logam, logam dengan kayu, bambu, logam dengan karet dan sebagainya. Ada beberapa keuntungan dan kerugian menggunakan sambungan adhesive.

1. Keuntungan menggunakan sambungan adhesive

- Beban merata
- Dapat digunakan untuk menyambung dua material yang berbeda
- Diproses pada temperature rendah
- Isolator panas dan listrik
- Tidak terjadi konsentrasi tegangan
- Mencegah korosi listrik

2. Kekurangan menggunakan sambungan adhesive

- Membutuhkan waktu lama untuk persiapan sambungan
- Sukar untuk dibuka
- Ketahanan terhadap panas yang terbatas

- Tahanan kejut rendah
- Sukar untuk ditest non destruktif (tidak merusak)

A. Sambungan adhesive memiliki beberapa jenis menurut bahan yang digunakan.

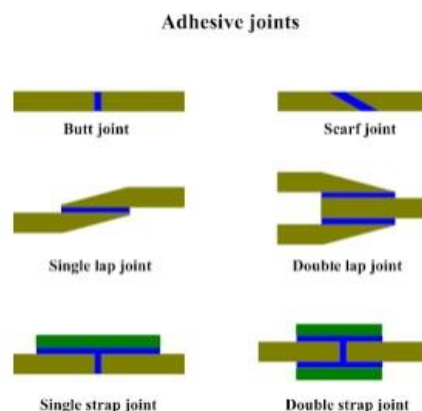
- *Solvent adhesive*

Bahan dasar lem jenis ini adalah *nifroceluloce* yang dapat larut dalam larutan kimia organik. Prosesnya setelah sambungan dilem maka akan dilakukan langkah pengepresan dalam waktu yang cukup lama 1-3 hari. Nama pasaran untuk solvent adhesive adalah : uhu, bindulin, pattex, redux.

- *Mixed adhesive*

Dalam sambungan ini salah satu komponen yang disambung bercampur dengan bahan lem. Waktu pengerasan dapat dikurangi dengan bantuan katalisator. Pada temperatur kamar, waktu pengerasan memakan beberapa hari, tetapi bila dipanaskan dalam suhu 200°C, pengerasan terjadi hanya beberapa menit. Nama pasar dari mixed adhesive adalah : coctile, araldite, metallon, denacol.

B. Sambungan adhesive menurut metode penyambungannya terdapat beberapa jenis.



Gambar 2.3 Jenis sambungan menurut metode penyambungan (Erizal, 2010)

Ada beberapa jenis sambungan menurut cara penyambungannya yaitu :

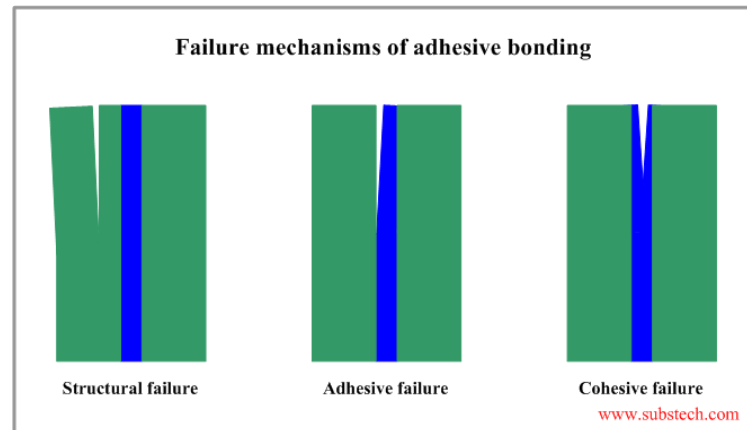
1. Butt Joint
 2. Single Lap Joint
 3. Single Strap joint
 4. Double Lap Joint
 5. Double Strap joint
 6. Scarf Joint
- C. Tipe kegagalan yang terjadi pada sambungan adhesive

Terdapat beberapa jenis kegagalan yaitu kegagalan adhesive, kegagalan cohesive, kegagalan thin-layer cohesive, kegagalan stock-break.

- a. Kegagalan adhesive adalah kegagalan antarmuka antara perekat dan salah satu adherend. Kegagalan ini merupakan indikasi dari batas lapisan perekat yang lemah.
- b. Kegagalan cohesive terjadi ketika hasil rekahan pada lapisan perekat tersisa pada kedua permukaan adherend.

c. Kegagalan Fiber-tear terjadi ketika kekuatan perekat merobek fiber.

d. Kegagalan stock break terjadi jika salah satu adherend patah.



Gambar 2.4 Kegagalan Sambungan (Aris, 2006)

Kegagalan yang terjadi dipengaruhi oleh beberapa hal seperti kandungan adhesive, ketebalan adhesive, serat, sifat material, waktu pengepresan, penekanan.

2.2.3 Definisi Serat

Serat merupakan bahan yang memiliki perbandingan dimensi panjang terhadap variasi penampang diameter atau tebal yang relatif besar. Diameter serat berkisar antara 5-100 mikron. Serat mempunyai bentuk panjang kontinyu dan potongan serat dengan ukuran relative pendek.

1. Serat Rami

Serat rami merupakan tanaman tahunan dan biasa tumbuh pada daerah pegunungan pada ketinggian 350-1200 m dari permukaan laut. Tanaman yang diduga berasal dari Cina itu secara botanis dikenal dengan nama *Boehmeria nivea*. Spesies rami yang terdapat di Indonesia ada dua,

yaitu *Boehmeria nivea* yang permukaan daunnya berwarna perak, dikenal dengan nama china grass, dan *boehmeria tenacissima* dengan permukaan bawah daunnya berwarna hijau dan lebih sempit, dikenal dengan nama rhea. (Aris Budianto dan Heru Santoso BR. , 2014)

Di Indonesia serat rami digunakan untuk baju pelindung tentara anti peluru serta masih banyak lagi penggunaan serat rami pada bidang yang lain. Pemrosesan serat rami untuk meningkatkan sifat mekanisnya dapat dilakukan dengan perendaman dalam larutan alkali (5% NaOH) selama 2 jam. Perendaman tersebut menyebabkan sebuah komposit yang terbuat dari serat rami memiliki kekuatan 190.27 Mpa. Alkalisasi sendiri berfungsi untuk menghilangkan berbagai kotoran yang menyebabkan serat mengalami penurunan kekuatan.

2. Serat Kenaf

Sudjindro (2008) mengatakan bahwa tanaman kenaf (*Hibiscus Cannabinu L*), di Indonesia sudah dikembangkan sejak tahun 1979/1980 yang terkenal dengan program ISKARA (Intensifikasi Serat Karung Rakyat). Pada waktu itu serat kenaf, rosella, dan yute hanya digunakan untuk bahan baku industri karung goni. Arah pengembangan kenaf selanjutnya adalah pada lahan marginal dimana tidak akan menggeser keberadaan tanaman pangan utama seperti padi dan jagung. Disamping itu juga untuk memberdayakan lahan marginal dan meningkatkan pendapatan petani di daerah marginal. Saat ini tinggal kenaf yang berkembang di Indonesia dan pemanfaatannya untuk bahan baku industri (*fibreboard* untuk

interior mobil). Tanaman kenaf memiliki daya adaptasi luas sehingga dapat dikembangkan pada berbagai lahan/tanah seperti lahan banjir.

Umur tanaman kenaf berkisar 70-150 hari tergantung macam varietas dan kondisi lingkungan tumbuhnya. Produktivitas kenaf dapat mencapai 1,0-4,0 ton serat kering/ha. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat di Malang, telah memiliki beberapa varietas unggul yang kurang terpengaruh oleh fotoperiodisitas.

Sel serat kenaf memiliki panjang antara 1,5-12 mm dan lebar antara 7-41 μ m. Serat kenaf mengandung selulosa, pectin, lignin dan abu. Secara umum serat kenaf dapat dibuat pulp atau kertas. Sel serat kenaf yang telah dianyam dipasaran sering disebut sebagai karung goni atau lembar goni. Beberapa penelitian mencoba untuk memberikan perlakuan terhadap serat kenaf sehingga dapat meningkatkan kekuatannya. Pada serat kenaf kandungan air menjadi salah satu factor menurunnya kekuatan serat kenaf maka dari itu perlakuan panas dimaksudkan untuk mengurangi kandungan air sehingga dapat meningkatkan kekuatan serat. Dibawah ini adalah hasil penelitian serat kenaf dengan perlakuan panas.

Tabel 2.1 Hasil penelitian serat kenaf dengan perlakuan panas (Du *et al*, 2009)

| Pemanasan (Jam) | <i>Kekuatan tarik (MPa)</i> | | | | |
|--------------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| | <i>110°</i> | <i>130°</i> | <i>150°</i> | <i>170°</i> | <i>190°</i> |
| 3 | <i>136,5</i> | <i>162,6</i> | <i>140,1</i> | <i>147,8</i> | <i>49,7</i> |

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|------|
| 6 | 214,0 | 173,2 | 152,7 | 133,1 | 72,8 |
| 9 | 176,6 | 166,7 | 146,3 | 91,3 | 41,4 |

Tabel 2.2 Sifat fisik dari serat kenaf (Osman *et al*, 2012)

| Serat | Serat Kenaf |
|-----------------------------------|-------------|
| <i>Density (g/cm³)</i> | 1,04-1,5 |
| <i>Tensile strength (MPa)</i> | 110-930 |
| <i>Young modulus (Mpa)</i> | 4,3-53 |
| <i>Fiber diameter (mm)</i> | 0,14-0,24 |
| <i>Fiber length (mm)</i> | 1-60 |

2.2.4 Resin-Epoxy

Epoxy adalah suatu kopolimer, terbentuk dari dua bahan kimia yang berbeda. Ini disebut sebagai “resin” dan “hardener”. Resin ini terdiri dari monomer atau polimer rantai pendek dengan kelompok epoksida di kedua ujung, epoxy resin paling umum yang dihasilkan dari reaksi antara epiklorohidrin dan bisphenol-A, meskipun yang terakhir unguin akan digantikan dengan bahan kimia yang serupa. Pengeras/Hardener terdiri dari monomer polyamine, misalnya triethylenetetramine (Teta).Ketika senyawa ini dicampur bersama, kelompok amina bereaksi dengan kelompok epoksida untuk membentuk ikatan kovalen.

Setiap kelompok NH dapat bereaksi dengan kelompok epoksida, sehingga polimer yang dihasilkan sangat silang, dan dengan demikian kaku dan kuat. Proses polimerisasi disebut “curing” dan dapat dikontrol melalui suhu, pilihan senyawa resin dan pengeras, serta rasio senyawanya

Resin epoksi merupakan resin yang paling sering digunakan. Resin epoksi adalah cairan organik dengan berat molekul rendah yang mengandung gugus epoksida. Epoksida memiliki tiga anggota di cincinnya : satu oksigen dan dua atom karbon. Meskipun epoksi ini lebih mahal dari matriks kopolimer lain, namun epoksi ini adalah matriks polimer dari komposit yang paling populer. Lebih dari dua pertiga dari matriks kopolimer yang digunakan dalam aplikasi industri pesawat terbang adalah epoksi. Alasan digunakannya epoksi sebagai matriks adalah :

1. Kekuatan tinggi
2. Viskositas dan tingkat alirannya rendah, yang memungkinkan membasahi serat dengan baik dan mencegah ketidakberaturan serat selama pemrosesan.

Aplikasi untuk bahan epoxy berbasis luas dan mencakup pelapis, perekat dan material komposit seperti yang menggunakan serat karbon dan bantuan fiberglass. Secara umum, epoxy dikenal karena sangat baik kimia, adhesi dan tahan panas, sifat mekanik yang baik serta isolasi listrik yang baik. Variasi menawarkan insulasi panas yang tinggi, atau konduktivitas termal dikombinasikan dengan tahanan listrik yang tinggi untuk aplikasi elektronik yang tersedia.

Dalam bentuk asli resin epoksi memiliki sifat mekanik yang keras dan getas. Tetapi dalam penggunaannya dapat dicampurkan dengan bahan lain

sehingga sifat mekaniknya dapat dirubah sehingga dapat menyesuaikan. Sangat banyak modifikasi yang dapat dilakukan mulai dari keuletan, kekenyalan, sampai ke arah sobekan.(Yudhanto.F, 2015)

2.2.5 Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis material logam dan paduannya, komposit, keramik dan polimer. Pengujian ini sangat sering dilakukan karena merupakan dasar pengujian dan studi mengenai kekuatan material.

Benda uji disiapkan secara khusus sesuai dengan ukuran dan bentuknya menurut standar dan jenis material uji. Untuk benda uji dengan penampang segi empat maka $A_0 = \text{lebar} \times \text{tebal}$ dan panjang ukur L_0 (50 mm), diujung benda uji dijepit pada ujung-ujungnya pada mesin Uji tarik Universal dan beban aksial dikenakan pada benda uji dengan sistem pembebanan mekanis ataupun hidrolis.

Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami oleh benda uji. Hasil dari pengujian menunjukkan kurva tegangan-regangan. Tegangan yang dipergunakan adalah tegangan maksimum dan dapat diperoleh dengan membagi beban (F) dengan luas penampang mula (A_0) dari benda uji.

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

F = Gaya/Beban (N);

A_o = Luas penampang mula (mm²)

σ = Tegangan (N/mm²)

Regangan yang dipergunakan adalah regangan linier rata-rata yang diperoleh dengan membagi perubahan panjang ukur (ΔL) dengan panjang mula (L_o) benda uji. Regangan dapat dihitung dengan rumus :

$$e = \frac{\Delta L}{L_o} = \frac{L_i - L_o}{L_o} \times 100\%$$

e = Regangan (%)

L_i = Panjang setelah pengujian (mm)

L_o = Panjang Awal (mm)

Bentuk kurva tegangan-regangan suatu material komposit tergantung pada jenis penyusun komposit maupun kandungan fraksi volume serat, matrik dan void. Deformasi plastis pada komposit pada umumnya terjadi disebabkan sifat bahan yang cenderung getas. Saat benda uji ditarik dalam keadaan terbebani, maka timbul regangan (strain) atau perpanjangan (*elongation*).

Informasi penting yang didapat dari kurva regangan-tegangan suatu material adalah parameter kekuatan (kekuatan tarik dan kekuatan luluh/*yield strength*) dan juga parameter yang dapat dilihat yaitu keliatan dari suatu material.

Berkaitan dengan tegangan terdapat beberapa data mengenai tegangan yaitu tegangan maksimum (*maximum stress*), adalah beban maksimum dibagi dengan luas penampang benda uji. Tegangan patah (*break stress*), adalah

tegangan yang diterima benda uji hingga putus (terjadi deformasi plastis). Dikarenakan sifat material komposit yang bersifat plastis yang artinya tidak dapat kembali ke bentuk semula maka ASTM (*American Standart Testing Material*) yang digunakan adalah ASTM D638-90 untuk uji tarik komposit sedangkan pengujian tarik serat tunggal mengacu ke standar ASTM D3379-75. Tegangan patah ditentukan dengan membagi beban patah dengan penampang uji mula-mula.

Selain itu terdapat Modulus Elastisitas (E), merupakan ukuran kekakuan suatu material, makin besar modulus elastisitasnya, makin kecil regangan elastis yang dihasilkan akibat pembebanan. Modulus elastisitas untuk material komposit sulit ditentukan mengingat material komposit cenderung getas/*brittle*. Sedangkan toughness dapat dikaitkan dengan jumlah energi yang diserap bahan sampai terjadi patahan.

$$E = \frac{\sigma_y}{e}$$

Keterangan :

E : Modulus Elastisitas N/mm^2

σ_y : Tegangan

e : Regangan