

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Menurut penelitian Hartanto L., dkk, 2009 serat rami direndam pada NaOH 5% selama 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam. Didapat hasil pengujian pada pengaruh alkali pada waktu ke 2, 4, 6, dan waktu ke 8 jam pada fraksi volume 20%, 30%, 40%, 50% dengan variasi ketebalan 1 sampai 5 mm dan pengujian bending yang dilakukan optimal vf 40% rata-rata pada ketebalan 3 mm. Alkali 2 jam, Pada uji tarik optimal pada vf 50% ketebalan 5mm dan paling optimal pada alkali 2 jam, sehingga dapat disimpulkan bahwa saat alkalisasi serat rami paling optimal yaitu pada waktu 2 jam.

Menurut penelitian Yudhanto F., dkk, 2016 pada produk komposit *hybrid* dengan metode *press mold* dengan menggunakan dua jenis serat yaitu anyaman serat gelas (*woven glass fiber* atau *fabric*) dan anyaman serat sisal *hybrid* kemudian dibuat dengan komposisi 3 lapisan material penguat (*3-layer reinforcement*). Dengan Variasi yang dilakukan 4 (empat) jenis dengan kode variasi seras sisal (S) dan *Glass Fiber* (FG). Variasi pertama yaitu 3 layer semua serat sisal (S-S-S), variasi kedua (FG-S-FG), variasi ketiga (S-FG-S) dan yang keempat semua serat glass (FG-FG-FG) kemudian dilakukan uji tarik dengan hasil komposit *hybrid* terbaik ada di *hybrid* 1 (FG-S-FG) sebesar 117 MPa, sedangkan pada *hybrid* 2 (S-FG-S) diperoleh 68 Mpa, dan yang paling rendah ada pada variasi 3 layer *fabric* sisal sebesar 48 Mpa.

Penelitian LIPI, 2016 tentang menguji potensi serat rami menunjukkan bahwa rami memiliki modulus elastisitas yang setara dengan Kevlar. Modulus elastisitas rami 44-90 gigapaskal, sedangkan Kevlar 40-140 gigapaskal. Tapi regangan patah (break strain) pada rami lebih tinggi daripada Kevlar (rami 2 persen dan Kevlar 1-3 persen). Densitas Kevlar dan rami pun hampir sama. Rami 1,50 gram per sentimeter kubik dan Kevlar 1,45 gram.

Hasil pengujian Makky Muhammad Shiddiq, 2016 tentang kekuatan rami dengan hasil positif. dua kali uji coba yang dilakukan dengan mencampur serat rami kasar dengan bahan pembuat kaca serat (fiberglass) mendapatkan hasil bahwa peluru tidak bisa menembus bahan tersebut. Keunggulan serat alam yang jadi acuan adalah kerapatan yang hitungannya hanya setengah serat gelas. Densitas serat alam berada di antara 1,3 dan 1,5 gram per sentimeter kubik, sementara serat gelas 2,5 gram per sentimeter kubik. Dari data tersebut bahwa pemakaian serat alam bisa mengurangi berat kendaraan sampai setengahnya. Ini berdampak pada penghematan bahan bakar.

2.2 Dasar Teori

Penelitian tentang komposit *hybrid* serat alam rami dan fiberglass dengan material pengisi *polyurethane foam* pada pembuatan pesawat terbang model *unnamed aerial vehicle (UAV)* ialah:

2.2.1 Definisi Komposit

Komposit merupakan pengabungan dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang di campur berdasarkan struktur micronya. Umumnya bahan komposit terdiri

dari beberapa jenis serat seperti contoh serat sintetis dan serat alam, serat sintetis dan serat alam merupakan bahan pengisi atau disebut matrik dalam penggunaan bahan dasar komposit. Serat-serat tersebut memiliki kekuatan yang cukup tinggi dan banyak digunakan pada berbagai pengaplikasian seperti penggunaan pada pesawat terbang yang menggunakan bahan fiberglass (sintetis).

Berdasarkan struktur komponennya, bentuk-bentuk komponen utama yang digunakan dalam material komposit dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu :

1. Komposit Serat

(*Fibricius Composite*) adalah komposit serat yang terdiri dari serat dan penguat (matrik) dibuat dengan cara fabrikasi, seperti serat yang di tambah dengan bahan resin sebagai lem/perekat. Komposit serat merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari 1 lamina atau 1 lapisan yang menggunakan penguat serat. Serat yang digunakan dapat berupa fiberglass, carbonfiber, aramidfibers, dan sebagainya. Serat ini tersusun secara acak (*chopped strand mat*) maupun serat anyaman, seperti contoh FRP (*Fibrous Reinforce Plastik*) plastik yang diperkuat dengan serat dan banyak digunakan, yang sering disebut fiberglass.

2. Komposit partikel

(*Partikulate Composite*) adalah komposit partikel yang terdiri dari partikel dan penguat (matrik) butiran. Komposit tersebut memiliki dimensi yang sama dan bisa terbuat dari satu atau lebih material yang dibenamkan dalam suatu matriks dengan material yang berbeda. Partikel penyusunnya bisa jenis logam ataupun non-logam, seperti halnya matrik. Adapun

polimer yang memiliki susunan partikel yang dimaksudkan untuk memperbesar volume pada material tetapi bukan untuk kepentingan sebagai bahan penguat (matrik). Komposit seperti ini bisa dinamakan dengan komposit skeletal/bermuatan.

3. Komposit Laminat

(*Laminated Composite*), merupakan jenis komposit yang mempunyai susunan lebih dari dua penyusun lamina. Komposit serat dalam bentuk lamina ini yang paling banyak digunakan dalam lingkup teknologi otomotif maupun industri pesawat udara.

2.2.2 Unsur Penyusun Komposit

Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) dan bahan pengikat serat tersebut yang disebut matrik.

1. Serat

Salah satu unsur penyusun bahan komposit adalah serat. Serat inilah yang terutama menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik lainnya. Serat inilah yang menahan sebagian besar gaya-gaya yang bekerja pada bahan komposit.

Banyak jenis serat, baik serat alam maupun serat sintetik. Serat alam yang utama adalah kapas, wol, sutra dan rami (*hemp*). Sedangkan serat sintetik adalah rayon, *polyester*, akril, dan nilon. Masih banyak serat lainnya dibuat untuk memenuhi keperluan, sedangkan yang disebut di atas adalah jenis yang paling banyak dikenal.

Secara garis besar dapat disebutkan bahwa serat alam adalah kelompok serat yang dihasilkan dari tumbuhan, binatang dan mineral. Penggunaan serat alam di industri tekstil dan kertas secara luas tersedia dalam bentuk serat sutera, kapas, kapuk, rami kasar (*flax*), goni, rami halus dan serat daun.

Komposit dengan penguat serat (*fibrous composite*) sangat efektif, karena bahan dalam bentuk serat jauh lebih kuat dan kaku dibanding bahan yang sama dalam bentuk padat (*bulk*). Kekuatan serat terletak pada ukurannya yang sangat kecil, kadang-kadang dalam orde mikron. Ukuran yang kecil tersebut menghilangkan cacat-cacat dan ketidak sempurnaan kristal yang biasa terdapat pada bahan berbentuk padatan besar, sehingga serat menyerupai kristal tunggal yang tanpa cacat, dengan demikian kekuatannya sangat besar.

2. *Matriks (Resin)*

Matriks (resin) dalam susunan komposit bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik. Matriks harus bisa meneruskan beban dari luar ke serat. Umumnya matriks terbuat dari bahan-bahan yang lunak dan liat. *Polymer* (plastik) merupakan bahan umum yang biasa digunakan. Matriks juga umumnya dipilih dari kemampuannya menahan panas. *Polyester*, *vinilester* dan *epoksi* adalah bahan-bahan *polymer* yang sejak dahulu telah dipakai sebagai bahan matriks.

Persyaratan di bawah ini perlu dipenuhi sebagai bahan matriks untuk pencetakan bahan komposit:

- a. *Resin* yang dipakai perlu memiliki viskositas rendah, dapat sesuai dengan bahan penguat dan *permeable*.

- b. Dapat diukur pada temperatur kamar dalam waktu yang optimal.
- c. Mempunyai penyusutan yang kecil pada pengawetan.
- d. Memiliki kelengketan yang baik dengan bahan penguat.
- e. Mempunyai sifat baik dari bahan yang diawetkan.

Tidak ada bahan yang dapat memenuhi semua persyaratan diatas, tetapi pada saat ini paling banyak dipakai adalah *polyester* tak jenuh (Surdia, 2000).

3. Pengisi (*Filler*)

Pengisi adalah bahan yang banyak digunakan untuk ditambahkan pada bahan polimer untuk meningkatkan sifat-sifatnya dan pemerosesan untuk mengurangi ongkos produksi (Surdia dan Saito, 2000). *Filler* dalam komposit digunakan sebagai penguat matrik resin polimer. Mekanisme *filler* dalam meningkatkan kekuatan adalah dengan membatasi pergerakan rantai polimer. Beberapa jenis *filler* ditambahkan dengan alasan meningkatkan stabilitas dimensi, anti oksidan, penyerap UV dan pewarna.

2.2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Performa Komposit.

Penelitian yang menggabungkan antara matrik dan serat harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi performa komposit (*Fiber-Matriks Composite*) antara lain:

1. Faktor Serat

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

a. 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 3 bagian, yaitu:

- *One dimensional reinforcement*, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat.
- *Two dimensional reinforcement (planar)*, mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- *Three dimensional reinforcement*, mempunyai sifat isotropic kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya.

Pada pencampuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (random) maka sifat mekanik pada satu arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar kesegala arah maka kekuatan akan meningkat.

b. Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat pada matrik sangat berpengaruh terhadap kekuatan komposit. Ada dua penggunaan serat dalam campuran komposit yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang menghasilkan penguatan yang lebih tinggi dibandingkan serat pendek.

c. Bentuk Serat

Bentuk serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi kekuatan komposit, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya.

Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang semakin tinggi.

2. Faktor Matrik

Dalam pembuatan komposit, matrik dalam komposit harus berfungsi sebagai bahan yang mengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, dan dapat meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik. Untuk memilih matrik harus diperhatikan sifat-sifat seperti tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk, dan tahan terhadap guncangan. Bahan *polymer* yang sering digunakan sebagai material matrik dalam komposit ada dua macam, yaitu *thermoplastik* dan *thermoset*. Ada banyak macam jenisnya, antara lain :

a. *Thermoplastik*

- *Polyamide (PI)*
- *Polysulfone (PS)*
- *Poluetheretherketone (PEEK)*
- *Polyhenylene Sulfide (PPS)*
- *Polypropylene (PP)*
- *Polyethylene (PE)*, dan lain-lain.

b. *Thermosetting*

- *Epoksi*
- *Polyester*
- *Phenolic*
- *Plenol*

- *Resin Amino*
 - *Resin Furan*, dan lain-lain.
3. Faktor Ikatan *Fiber-Matrik*

Hal yang mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat yang menyebabkan matrik tidak mampu mengisi ruang kosong pada cetakan, sehingga ikatan *interfacial* antara matrik dan serat kurang baik. Kemudian bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void*, sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut (Schwartz, 1984).

2.2.4 Klasifikasi Komposit

Klasifikasi komposit berdasarkan pada bentuk serat antara lain :

- A. *Fiber composite* (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik.

Terdapat beberapa tipe serat pada komposit, yaitu :

- ✓ Komposit Serat Kontinyu (*Continuous Fiber Composite*)

Continuous atau *uni-directional*, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriksnya. Jenis komposit ini paling banyak digunakan. Kekurangan tipe ini adalah lemahnya kekuatan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriksnya.

- ✓ Komposit Serat Anyam (*Woven Fiber Composite*)

Komposit ini tidak mudah terpengaruh pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan

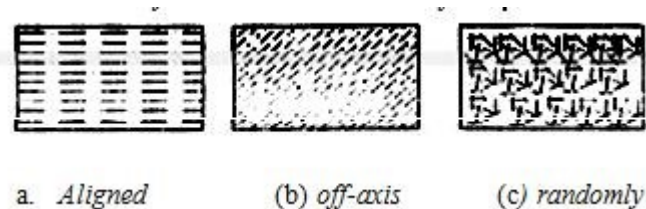
tidak sebaik tipe *continuous fiber*.

✓ Komposit Serat Acak/pendek (*Discontinuous Fiber Composite*)

Discontinuous Fiber Composite adalah tipe komposit dengan serat pendek.

Tipe ini dibedakan lagi menjadi tiga, seperti gambar 2.1 (Gibson, 1994):

- *Aligned discontinuous fiber*
- *Off-axis aligned discontinuous fiber*
- *Randomly oriented discontinuous fiber.*

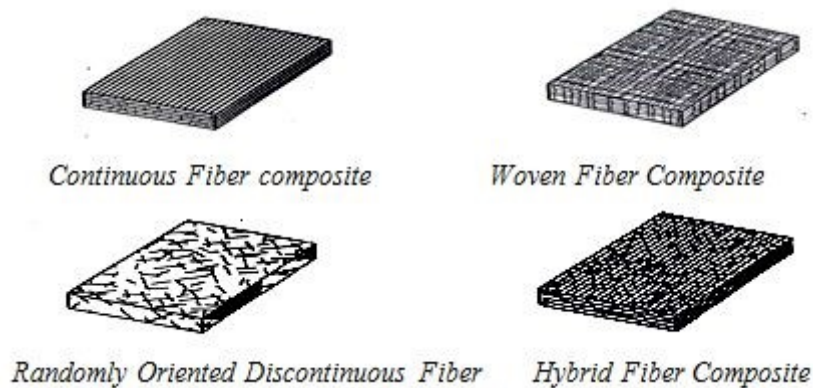


Gambar 2.1 Tipe *discontinuous fiber*

Sumber : Ronald F. Gibson, 1994, *principles of composite materials*

✓ *Hybrid Fiber Composite*

Hybrid Fiber Composite merupakan composite gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan agar dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.



Gambar 2.2 Tipe Komposit Serat

Sumber : Ronald F. Gibson,1994, *principles of composite materials*

B. Klasifikasi komposit berdasarkan jenis matrik antara lain :

1. Komposit Matrik Polimer (KMP)

Pada komposit matrik polimer ini, jenis pengikat yang digunakan adalah polimer, contoh : Resin *fenol*, Resin *urea*, resin *melamin*, resin *thermoset*, dan lain-lain.

2. Komposit Matrik Keramik (KMK)

Pada komposit matrik keramik ini, jenis pengikat yang digunakan adalah keramik. Contoh : Si (kuarsa), MgO (*periklas*), MgA (*spinel*), dan lain-lain.

3. Komposit Matrik Logam (KML)

Pada komposit matrik logam ini, jenis pengikat yang digunakan adalah logam. Contoh : Al (aluminium), Mg (magnesium), Cu (copper), dan Ni (Nikel).

Dua hal yang perlu diperhatikan dalam pembentukan sistem komposit agar didapat produk yang efektif, yaitu komponen penguat harus memiliki modulus

elastisitas yang lebih tinggi daripada komponen matriknya dan harus ada ikatan permukaan yang kuat antara ikatan komponen penguat dengan matriknya.

2.3 Fiberglass *Woven Rooving*

Material Fiberglass *woven rooving* adalah salah satu jenis bahan sintetis komposit yang memiliki keunggulan yaitu kuat namun tetap ringan. Adapun sifatnya tidak sekaku dan seringan bahan carbon fiber, fiberglass lebih ulet dan relatif lebih efisien dalam segi harga dan penggunaan. Fiberglass biasa digunakan untuk bahan pembuatan pesawat terbang, perahu, bodi atau industri otomotif.

Pada komposit fiberglass, komponen penguat tersebut adalah serat kaca, yang di kenal sehari-hari memiliki sifat yang mudah retak dan pecah (getas), hal tersebut diakibatkan karena kekerasan permukaan kaca yang terlalu tinggi, sehingga memudahkan proses perambatan retak pada permukaan kaca walaupun dengan sedikit saja cacat atau beban. Untuk menghindari retak awal atau cacat pada permukaan kaca tersebut, kaca dibuat benang yang sangat tipis dengan diameter sekitar 5-25 mikrometer. Diameter yang sangat kecil tersebut membuat serat kaca yang sangat kuat ini tidak diberikan kesempatan untuk mendapatkan cacat permukaan yang menjadi awal perambatan retak. Serat-serat kaca yang kecil ini dipintal untuk kemudian disusun menjadi bentuk jahitan (*woven*), bulu-bulu yang disatukan membentuk lembaran (*chopped strand mat*), potongan-potongan kecil (*chopped strand*) ataupun benang panjang yang kontinyu (*continuos roving*). Fiberglass (sintetis) sering juga dikenal dengan nama *Glass-reinforced*

plastic (GRP) atau *glass-fiber reinforced plastic* (GFRP) karena terdiri dari komponen glass-fiber dan dikuatkan dengan plastik (resin).



Gambar 2.3 *Fiberglass* bentuk anyam (*woven rooving*)

Pengertian Dari *woven rooving*, *Woven Rooving* (WR) memiliki fisik seperti anyaman, dimana anyaman dengan kelompok serat panjang yang relaif berbentuk tebal. WR ini biasanya hadir dalam kode yang menyebutkan dari tiga angka yang ada di WR, contohnya adalah WR 200. Artinya dari WR 200 ini adalah kepadatan yang dimiliki 200 gram per meter persegi atau 200 gr/m².

2.4 Serat Alam Rami

Dalam penelitian ini serat alam yang digunakan yaitu serat rami dari tanaman rami. Tanaman rami (*Boehmeria nivea*) merupakan tanaman tahunan yang mudah tumbuh dan berkembang baik di daerah tropis. Rami merupakan tanaman yang serba guna. Daunnya merupakan bahan kompos dan pakan ternak bergisi tinggi, pohonnya baik untuk bahan bakar, tetapi yang paling bernilai ekonomi tinggi adalah serat dari kulit kayunya, Kelebihannya adalah serat lebih panjang, kekuatan lebih besar, daya serap air juga lebih besar.

Sifat fisika serat rami dalam keadaan standar adalah sebagai berikut :

Kekuatan : 33 – 99 gr/tex rata-rata 67 – 78 gr/tex

Mulur : 2 – 10 % rata-rata 3 – 4 %

Kehalusan : 0,5 – 1, 16 tex rata-rata 0,66 – 0,77 tex

Moisture regain : 12 %

Berat jenis : 1,50 – 1,55 rata-rata 1,51



Gambar 2.4 Tanaman Rami dan Serat Rami

Sumber : hkflora.com

2.5 Pengujian Tarik Serat

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik (*tensile strength*), regangan patah (*strain-to-failure*), dan modulus elastis (*elastic modulus*).

Pembebanan tarik dilakukan dengan memberikan beban secara perlahan sampai material komposit putus.

a. Temperatur

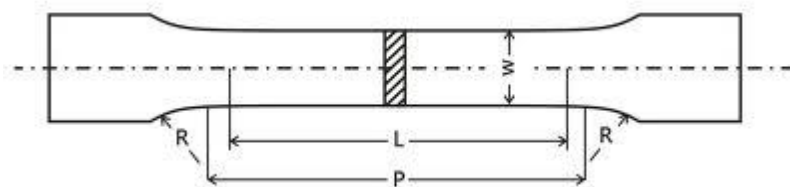
Apabila temperatur naik, maka kekuatan tariknya akan turun

b. Kelembaban

Pengaruh kelembaban ini akan mengakibatkan bertambahnya absorpsi air, akibatnya akan menaikkan regangan patah, sedangkan tegangan patah dan modulus elastisitasnya menurun.

c. Laju Tegangan

Apabila laju tegangan kecil, maka perpanjangan bertambah dan mengakibatkan kurva tegangan-regangan menjadi landai, modulus elastisitasnya rendah. Sedangkan kalau laju tegangan tinggi, maka beban patah dan modulus elastisitasnya meningkat tetapi regangannya mengecil.



Gambar 2.5. Standart uji tarik ASTM D638

Sumber : Yudhanto, F., Sudarisman, S., & Ridlwan, M

Spesimen tersebut merupakan tes uji yang akan dilakukan pada penelitian ini dengan menggunakan dua pengujian, uji tarik dengan pembebanan 2 ton pada mesin *servo pullser* serta uji impak material komposit hibrid serta alam rami dengan serat sintetis fiberglass *woven roving* 200 gr.

Persamaan yang linier hubungan antar tegangan dan regangan dapat digambarkan seperti rumus di bawah ini.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

σ = Kekuatan tarik (MPa)

E = Modulus elastisitas (Gpa)

ε = Regangan (%) 13



Gambar 2.6 mesin uji Tarik (*sumber : Schwartz 1984*)

Mesin uji tarik yang akan dilakukan pengujian material komposit dengan pembebanan 2 ton sesuai standar material ASTM-D638.

Tegangan dapat diartikan sebagai perbandingan antara gaya dibagi dengan luas penampang mula atau awal :

$$\sigma = F/A_0 \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

σ = Kekuatan tarik (MPa)

F = Gaya (N)

A_0 = Luas permukaan awal (mm²)

Regangan dapat diartikan nilai selisih panjang akhir dengan panjang mula dibagi dengan panjang semula dikalikan dengan prosentasi :

$$\epsilon = \Delta L/L_0 \cdot 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

ϵ = Regangan (%)

ΔL = Selisih panjang akhir dan mula (mm)

L_0 = Panjang Awal (mm)

Modulus elastisitas adalah nilai atau angka yang digunakan untuk mengukur ketahanan bahan atau objek atau spesimen untuk mengalami deformasi elastis ketika gaya diterapkan pada benda itu , dengan cara membandingkan nilai tegangan dengan regangan ;

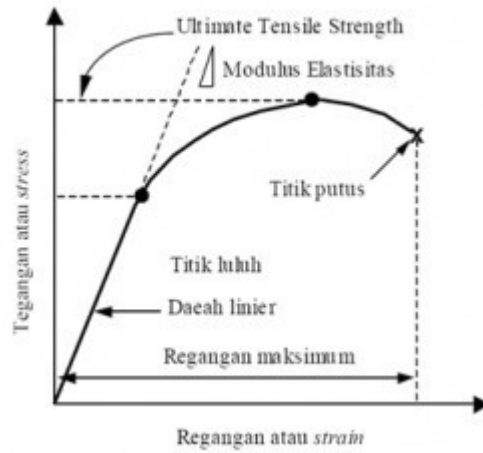
$$E = \sigma/\epsilon \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

σ = Kekuatan tarik (MPa)

E = Modulus elastisitas (Gpa)

ϵ = Regangan (%)



Gambar 2.7 Grafik tegangan dan regangan (*Sumber: google*)

Tegangan menunjukkan kekuatan gaya yang menyebabkan perubahan bentuk benda. Tegangan (*stress*) didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya yang bekerja pada benda dengan luas penampang benda. Secara matematis dituliskan dengan:

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

σ = tegangan (Pa)

F = gaya (N)

A = luas penampang (m²)

Adapun regangan (*strain*) didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang batang dengan panjang mula-mula dinyatakan:

dengan;
$$e = \frac{\Delta L}{L}$$

e = regangan

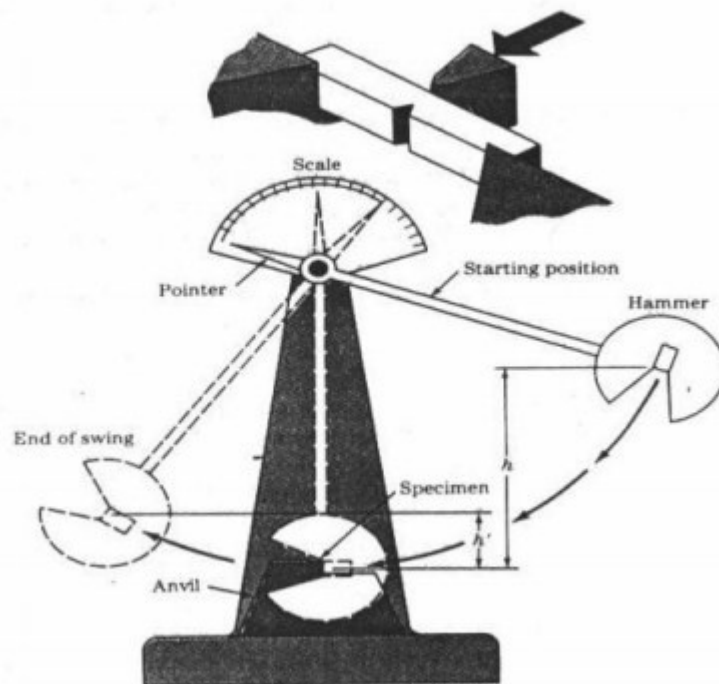
ΔL = pertambahan panjang (m)

L = panjang mula-mula (m)

Regangan merupakan ukuran tentang seberapa jauh material tersebut berubah bentuk. Tegangan diberikan pada materi dari arah luar, sedangkan regangan adalah tanggapan materi terhadap tegangan. Pada daerah elastis, besarnya tegangan berbanding lurus dengan regangan. Perbandingan antara tegangan dan regangan material disebut modulus elastisitas atau modulus Young.

2.5.1 Pengujian Impak

Material mungkin mempunyai kekuatan tarik tinggi tetapi tidak tahan dengan beban kejut. Untuk menentukannya perlu diadakan pengujian impak. Ketahanan impak biasanya diukur dengan metode Charpy atau Izood yang bertakik maupun tidak bertakik. Beban diayun dari ketinggian tertentu untuk memukul benda uji, yang kemudian diukur energi yang diserap oleh perpisahannya.



Gambar 2.8 Pengujian Impak

Tes impak dilakukan untuk mengetahui harga impak atau energi yang dapat diserap, melalui tes tersebut analisa yang didapat akan lebih kompleks di tambah dengan adanya pengujian tarik dimana material komposit lebih cenderung menggunakan metode pengujian tarik dari pada tes impak karena lebih cenderung dari segi pengaplikasiannya yang kurang tetapi pada penelitian ini tes impak digunakan karena pesawat terbang model prototype sendiri akan melalui tahapan tes dengan kekuatan hantaman bahan terhadap pengaruh bahan yang digunakan.

Prinsip penggunaan alat impak tersebut dengan menyetel penggunaan bendulum yang sesuai dengan material yang akan diuji seperti contoh dalam penelitian ini menggunakan bahan material komposit, setelah memilih bendulum

yang sesuai tepatkan posisi berat bendul normal pada sudut α dan memposisikan material uji sesuai standar ASTM yang telah di pasang pada bagian yang akan dilakukan impak tes. Akan didapat hasil dengan sudut β .

2.6 Perlakuan Alkali (NaOH)

Alkalisasi adalah salah satu cara modifikasi serat alam untuk meningkatkan kompatibilitas matriks-serat. Alkalisasi pada serat alam adalah metode yang telah digunakan untuk menghasilkan serat berkualitas tinggi. Alkalisasi pada serat merupakan metode perendaman serat ke dalam basa alkali. Proses alkalisasi menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin.

Dengan berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin, ikatan serat oleh matriks akan semakin baik, sehingga kekuatan pun akan meningkat karena pengurangan hemiselulosa, lignin atau pektin, akan meningkatkan kekasaran permukaan.

2.7 Sifat Mekanis

Sifat mekanik merupakan sifat yang menyatakan dimana kemampuan suatu material atau komponen untuk menerima beban tertentu, gaya dan energi tanpa harus menimbulkan kerusakan pada material/komponen tersebut. Sifat mekanik didefinisikan sebagai ukuran kemampuan bahan untuk membawa atau menahan gaya atau tegangan. Pada saat menahan beban, atom-atom atau struktur molekul berada dalam kesetimbangan. Gaya ikatan pada struktur menahan setiap

usaha untuk mengganggu kesetimbangan ini, misalnya gaya luar atau beban.

Beberapa sifat mekanik yang penting antara lain:

A. Kekuatan (*strength*)

Merupakan kemampuan suatu material untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan material menjadi patah. Berdasarkan pada jenis beban yang bekerja, kekuatan dibagi dalam beberapa macam yaitu kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan, kekuatan torsi, dan kekuatan lengkung.

B. Kekakuan (*stiffness*)

Merupakan kemampuan suatu material untuk menerima tegangan/beban tanpa mengakibatkan terjadinya deformasi atau difleksi.

C. Kekenyalan (*elasticity*)

Didefinisikan sebagai kemampuan material untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan, atau dengan kata lain kemampuan material untuk kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah mengalami deformasi (perubahan bentuk).

D. Plastisitas (*plasticity*)

Merupakan kemampuan material untuk mengalami deformasi plastik (perubahan bentuk secara permanen) tanpa mengalami kerusakan. Material yang mempunyai plastisitas tinggi dikatakan sebagai material yang ulet (*ductile*), sedangkan material yang mempunyai plastisitas rendah dikatakan sebagai material yang getas (*brittle*).

E. Keuletan (*ductility*)

Merupakan suatu sifat material yang digambarkan seperti kabel dengan aplikasi kekuatan tarik. Material ductile ini harus kuat dan lentur. Keuletan biasanya diukur dengan suatu periode tertentu, persentase keregangannya. Sifat ini biasanya digunakan dalam bidang perteknikan, dan bahan yang memiliki sifat ini antara lain besi lunak, tembaga, aluminium, nikel, dll.

F. Ketangguhan (*toughness*)

Merupakan kemampuan material untuk menyerap sejumlah energi tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan.

G. Kegetasan (*brittleness*)

Merupakan suatu sifat bahan yang mempunyai sifat berlawanan dengan keuletan. Kerapuhan ini merupakan suatu sifat pecah dari suatu material dengan sedikit pergeseran permanen. Material yang rapuh ini juga menjadi sasaran pada beban regang, tanpa memberi keregangannya yang terlalu besar. Contoh bahan yang memiliki sifat kerapuhan ini yaitu besi cor.

H. Kelelahan (*fatigue*)

Merupakan kecenderungan dari logam untuk menjadi patah bila menerima beban bolak-balik (*dynamic load*) yang besarnya masih jauh di bawah batas kekakuan elastiknya.

I. Melar (*creep*)

Merupakan kecenderungan suatu logam untuk mengalami deformasi plastik bila pembebanan yang besarnya relatif tetap dilakukan dalam waktu yang lama pada suhu yang tinggi.

2.8 Material Pada Pesawat Terbang

Penggunaan material struktur pesawat terbang yang ringan sangatlah penting. Pada pesawat terbang transport sub-sonic modern, payload hanya sekitar 20% dari berat total sedangkan 80% adalah berat kosongnya dan separuhnya adalah bahan bakarnya. Dapat dikatakan bahwa penambahan berat dapat meningkatkan penggunaan bahan bakar, yang berhubungan secara langsung dengan meningkatnya biaya operasional.

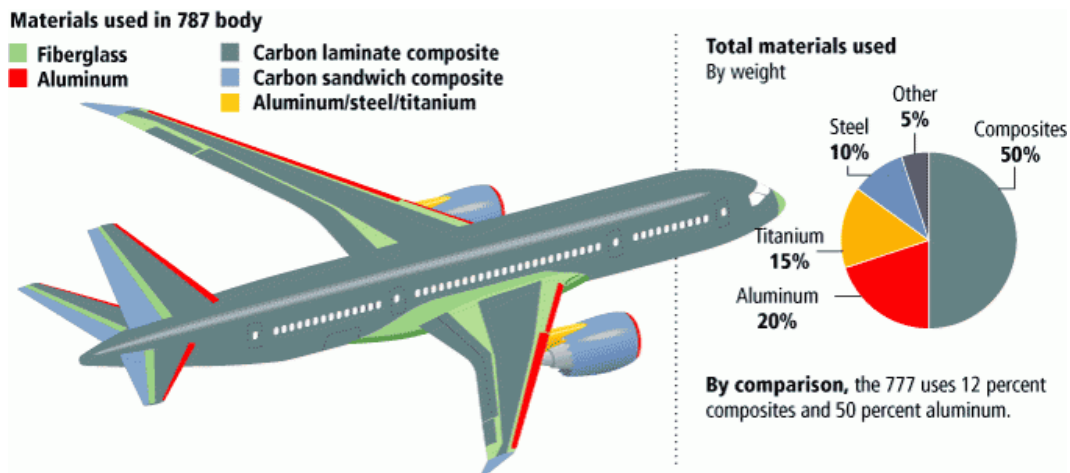
Adapun berikut ini adalah kriteria pemilihan bahan untuk pesawat terbang :

- Efisiensi kekuatan statis (perbandingan kekuatan terhadap berat)
- Sifat fatigue (Kelelahan)
- Ketangguhan dan perambatan retak
- Sifat korosi dan penggetasan
- Kestabilan terhadap lingkungan

Kemudian, diperlukan juga kriteria yang tidak kalah pentingnya terkait produksi dan biaya :

- kemudahan mendapatkannya serta mudah dikerjakan
- harga material
- karakteristik fabrikasi (pembuatan)

Berikut adalah material-material yang biasa digunakan untuk membangun konstruksi pesawat terbang :



Gambar 2.9 material-material pada pesawat terbang

(Sumber: aero engineering)

2.8.1 Pesawat Tanpa Awak, *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) adalah salah satu jenis pesawat robot tanpa awak yang dapat menjelajah jauh dengan kendali remote control, pesawat *UAV* dapat juga mengontrol data jelajah serta control otomatis pergerakan untuk melakukan sebuah penerbangan tanpa adanya pilot didalamnya. Saat ini *UAV* berkembang pesat dalam inovasi teknologi kedirgantaraan dimana efisien operasional lebih teratur dengan data-data yang valid untuk meneliti sebuah keadaan atau kondisi saat diudara.

Aplikasi Unmanned Aerial Vehicle (*UAV*)

Dalam penelitian terkini *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* telah berkembang dengan sangat pesat dan digunakan dalam berbagai aplikasi serta fungsinya.

Berikut ini merupakan beberapa contoh aplikasi dari *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* :

- A. Melakukan penginderaan jarak jauh, seperti memantau jaringan listrik, melakukan pemetaan suatu daerah, melihat keadaan geologi suatu daerah, dan memantau lahan pertanian.
- B. Melakukan respons terhadap bencana yang terjadi, seperti melakukan pemantauan kerusakan akibat bencana banjir dan melakukan pemantauan kebakaran hutan.
- C. Melakukan pengawasan hukum, seperti patroli keamanan suatu lokasi, pemantauan keadaan lalu lintas, patroli keadaan pesisir, kelautan, dan perbatasan.
- D. Melakukan pencarian dan penyelamatan pada daerah yang sulit dijangkau.
- E. Melakukan perjalanan transportasi, seperti membawa kargo kecil, kargo besar hingga mengangkut penumpang.
- F. Menjadi alat penghubung komunikasi permanen ataupun sementara dan juga untuk menyalurkan siaran seperti siaran televisi dan radio.
- G. Membawa dan mengirimkan suatu muatan, seperti membawa air untuk memadamkan kebakaran atau membawakan zat kimia untuk merawat tanaman.
- H. Melakukan pengambilan gambar untuk keperluan perfilman dan juga hiburan.

Jenis – Jenis Unmanned Aerial Vehicle (*UAV*)

Agar dapat mengenal serta membedakan *UAV* yang ada saat ini, dapat diketahui dengan melakukan pengelompokan atau klasifikasi terhadap pesawat tersebut. Pada dasarnya terdapat banyak jenis pengelompokan *UAV* yang bisa digunakan sesuai fungsinya, seperti pengelompokan berdasarkan kegunaan, motor penggerak, dan pengelompokan berdasarkan hal lainnya. Tetapi hal yang utama sering digunakan dalam kajian ilmiah atau penelitian adalah pengelompokan berdasarkan bobot dari suatu *UAV*.

Grafik atau ukuran bobot dipilih sebagai acuan dalam pengelompokan karena terdapat banyak karakteristik performa suatu *UAV* yang berhubungan langsung dengan bobot dari *UAV* tersebut. Seperti contoh, besar gaya angkat dan gaya dorong yang dibutuhkan suatu *UAV* bergantung pada bobot *UAV* tersebut. Selain itu, bobot juga mempengaruhi lebar baling-baling (propeller) yang digunakan, serta sumber energi yang dapat dipakai. Seperti contoh, *UAV* yang memiliki beban ringan biasanya akan menggunakan motor elektrik sebagai penggerak utamanya dan *UAV* dengan beban sangat berat biasanya menggunakan turbo jet ataupun turbo fan.

1. *UAV* Super Heavy

UAV super heavy merupakan pesawat tanpa awak yang rata-rata memiliki beban 2000 kg, hal tersebut dapat mendorong bagaimana penelitian untuk membahas tentang bagaimana mengurangi beban dari material tersebut dimana

pengaruh yang dihasilkan untuk penurunan beban akan berpengaruh pada efisiensi penggunaan konsumsi bahan bakar.



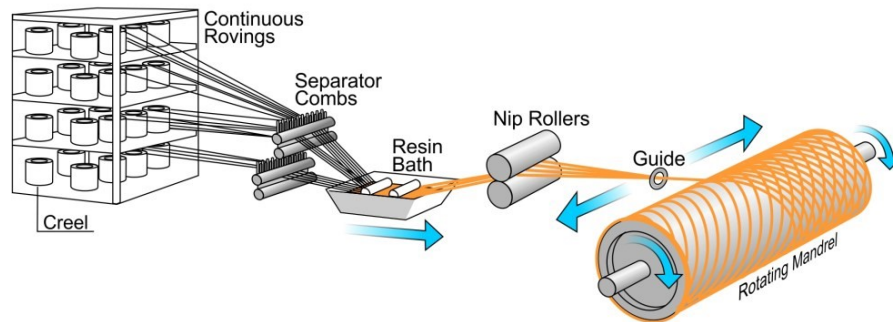
Gambar 2.10 Pesawat Model *UAV Super Heavy*

(Sumber: elektronika robotika, 2015)

2.9 Metode Pembuatan

A. *Filament winding*

Proses ini biasa dilakukan untuk membuat produk dengan bentuk silinder dengan arah serat tertentu atau lebih spesifik. Proses tersebut dilakukan menggunakan cara memutar cetakan bersamaan dengan menarik serat fiber yang sudah dibasahi dengan resin membentuk pola-pola tertentu. Fiberglass yang digunakan pada proses ini adalah jenis *continuos roving*.



Gambar 2.11 *Filament winding*

(Sumber: Nuplex industries)

B. *Hand Lay-up*

Hand Lay-up merupakan metode dalam pembuatan komposit atau produk yang menggunakan bahan dasar komposit dengan cara mengoleskan dengan kuat ataupun kain yang di lakukan diatas permukaan material komposit. Metode tersebut lebih praktik atau lebih efisien tetapi terlalu banyak dalam penggunaan resin campuran.



Gambar 2.12 proses *Hand Lay-up*

Sumber: Aero engineering

Dalam perancangan serta proses pembuatan sayap dan badan pesawat *UAV Super Heavy* tersebut akan menggunakan material komposit *hybrid* dengan serat alam rami dan serat kaca fiberglass *woven rooving* dengan paduan material *polyurethane foam* dengan metode *hand lay-up*. Penggunaan metode tersebut dapat mengetahui ketebalan dalam proses pembuatan sayap pada pesawat terbang model, karena pada pembuatan sayap memerlukan kepresisian dalam pola airfoil dimana pola tersebut yang akan menentukan seberapa besar gaya angkat yang dihasilkan oleh sayap tersebut. Hand lay-up juga memiliki beberapa kelemahan dimana konsumsi penggunaan resin campuran lebih banyak disbanding dengan metode-metode saat ini tetapi pada penelitian ini menggunakan jenis resin dengan jenis paling encer dan resin campuran yang dibutuhkan tidak cukup banyak dengan resin campuran yang memiliki nilai viskositas tinggi.