

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Dalam penulisan tugas akhir dibutuhkan beberapa studi literature terlebih dahulu, yang diharapkan dapat menghasilkan teori ataupun rumus sehingga tujuan dan manfaat dapat tercapai. Berikut adalah beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sebagai pembanding hasil-hasil apa saja yang telah dicapai dan yang belum dilakukan terkait dengan penelitian ini.

Menurut Nurfajri (2019) penelitian menggunakan serat serabut kelapa dan ijuk dengan perlakuan alkali sebesar 5% variasi perendaman 2 jam, 4 jam, dan tanpa perlakuan. Pengujian tarik dapat menunjukkan perlakuan alkali dapat meningkatkan daya ikat antara serat dengan matriks pada akhirnya meningkatkan kekuatan tarik komposit. Kekuatan tarik yang terjadi pada perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam sebesar 50,75 MPa, namun perlakuan alkali yang lama dapat menyebabkan serat menjadi rapuh dan putus.

Menurut IGNK Yudhyadi (2013) penelitian menggunakan panjang serat 15mm, 20 mm, 25 mm, 50 mm, dan 100 mm dengan 20% sampai 30% fraksi volume serat dan 5% fraksi serbuk gergaji kayu. Pengujian serat pandan wangi dengan pengisi serbuk gergaji kayu menunjukkan bahwa kekuatan impact meningkat secara berurutan dan komposit serat pandan wangi dengan fraksi 30% lebih besar dibandingkan dengan fraksi 20%.

Menurut Ahmad Kusairi Samlawi (2017) penelitian menggunakan variasi fraksi volume matriks dan serat 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%. Pengujian menunjukkan bahwa komposisi fraksi massa 50%:50% menghasilkan energi impact sebesar 198,75 joule/cm² dan kekuatan tarik sebesar 27.09 MPa serta menghasilkan elongasi tertinggi sebesar 4,02% dan mendekati nilai kekuatan tarik material pembanding *cover body* sepeda motor sebesar 30,24 MPa.

Menurut M Rizki (2018) penelitian menggunakan fraksi volume serat eceng gondok 30%, 50%, 70% dan fraksi volume pasir silika 30%, 50%, 70%. Pengujian menunjukkan bahwa komposisi fraksi volume 70% pasir silika menghasilkan harga

impact tertinggi sebesar $0,0028805 \text{ N.m/mm}^2$ dan pada serat eceng gondok rata-rata tertinggi diperoleh pada variasi fraksi volume 50% sebesar $0,0020535 \text{ N.m/mm}^2$.

Menurut Yulianto (2018) penelitian menggunakan panjang serat 20 mm, 40 mm, 60 mm dengan campuran fraksi volume 30%:70%, 40%:60%, 50%:50% dengan waktu perendaman 1 jam, 2 jam, 3 jam. Pengujian menunjukkan bahwa hasil tertinggi diperoleh pada panjang serat 40 mm fraksi 40%:60% dengan perendaman 2 jam sebesar 77.112 KJ/m^2 dan hasil terendah diperoleh pada panjang serat 20 mm fraksi 30%:70% dengan perendaman 3 jam sebesar 24.94 KJ/m^2 .

2.2. Landasan Teori

Komposit berasal dari kata kerja serta kata sifat, ialah “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung serta “*composite*” yang berarti lapisan atau gabungan. Jadi, pengertian komposit adalah gabungan dari dua atau lebih bahan matriks dan bahan penguat yang memiliki karakteristik yang berbeda dengan bahan-bahan pembentuknya dan secara makroskopis dicampur dengan tetap memiliki batas fasa yang jelas dan teridentifikasi (Chawla, 1987). Jones (1975),

Komposit adalah suatu material campuran atau kombinasi dari dua atau lebih material baik secara mikro ataupun makro, dimana sifat material tersebut berbeda bentuk dan komposisi kimia dari zat asalnya. Pendapat lain mengatakan bahwa komposit adalah sebuah kombinasi material yang berfase padat yang terdiri dari dua atau lebih material secara skala makroskopik yang mempunyai kualitas lebih baik dari material pembentuknya. Pada biasanya komposit dibangun dari dua tipe material yang berbeda yaitu:

1. Matriks, biasanya lebih *ductile* namun memiliki kekuatan yang lebih rendah.
2. Penguat (*reinforcement*), biasanya berupa serat yang memiliki sifat kurang *ductile* namun lebih kokoh.

2.2.1. Faktor yang Mempengaruhi Performa Komposit

Ada sebagian aspek yang mempengaruhi kinerja/performa komposit, antara lain (Muslim dkk, 2013:28).

1. Faktor Serat Serat merupakan 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.
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 3 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 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.
3. Panjang Serat Panjang suatu serat dalam pembuatan komposit serat pada matrik sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek.
4. Bentuk Serat Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi.

2.2.2. Kelebihan dan Kekurangan Material Komposit

Komposit bukan merupakan material yang baru. Material komposit sering digunakan atau sering dilihat dalam kehidupan sehari-hari. Sebagai

material teknik pengganti logam, tentunya komposit memiliki kelebihan dan kekurangan.

Berikut ini adalah kelebihan dan kekurangan yang umumnya dimiliki material komposit, yaitu :

1. Kelebihan

Menurut Hendra sebagaimana dikutip oleh (Sari dkk, 2011: 92). Material komposit mempunyai beberapa kelebihan berbanding dengan bahan konvensional seperti logam. Kelebihan tersebut pada umumnya dapat dilihat dari beberapa sudut yang penting seperti sifat-sifat mekanikal dan fisikal, mudah dalam proses pembentukan dan biaya. Seperti yang diuraikan dibawah ini:

a. Sifat-sifat mekanik dan fisik

Matriks dan serat memainkan peranan penting dalam menentukan sifat-sifat mekanik dan sifat komposit. Gabungan matriks dan serat dapat menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi dari bahan konvensional. Bahan komposit mempunyai *density* yang jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan bahan konvensional, hal ini memberikan implikasi yang lebih penting dalam konteks penggunaan karena komposit akan mempunyai kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih tinggi dari bahan konvensional. Implikasi adalah produk komposit akan mempunyai kerut yang lebih rendah dari logam. Pengurangan berat ialah suatu aspek yang penting dalam industri pembuatan automotif, karena hal ini berhubungan dengan penghematan bahan bakar. Bahan komposit juga mempunyai kelebihan dari segi *versatility* (berdaya guna) yaitu produk yang mempunyai gabungan sifat-sifat yang menarik yang dapat dihasilkan dengan mengubah lebih dari satu serat yang digunakan. Contohnya dengan menggabungkan lebih dari satu serat dengan matriks untuk menghasilkan komposit hybrid.

b. Mudah dibentuk

Material komposit yang mudah dibentuk merupakan suatu kriteria yang penting dalam penggunaan suatu bahan untuk menghasilkan produk, hal ini karena dikaitkan dengan produktivitas dan mutu suatu produk. Perbandingan

antara produktivitas dan mutu adalah penting dalam konteks pemasaran produk yang berasal dari pabrik. Selain dari itu kemampuan untuk mudah dibentuk juga dikaitkan dengan berbagai teknik pabrikan yang dapat digunakan untuk memproses suatu produk. Dari hal tersebut jelas bahwa bahan komposit mudah dibentuk dengan berbagai teknik pabrikan yang merupakan daya tarik yang dapat membuka ruang yang lebih luas bagi penggunaan bahan komposit. Contohnya untuk komposit termoplastik yang mempunyai kelebihan dari segi pemrosesan yaitu dapat diproses dengan berbagai teknik pabrikan yang umum yang biasa digunakan untuk memproses termoplastik tanpa serat.

c. Biaya

Faktor biaya juga mempunyai peranan yang sangat penting dalam membantu perkembangan industri komposit. Biaya yang berkaitan erat dengan penghasilan suatu produk seharusnya memperhitungkan beberapa aspek seperti biaya, bahan mentah, pemrosesan, tenaga manusia dan sebagainya.

2. Kekurangan

Material Komposit Material komposit selain memiliki banyak kelebihan, juga memiliki kekurangan, yaitu :

- a. Tidak tahan terhadap beban *shock* (kejut) dan *crash* (tabrak) dibandingkan dengan metal
- b. Material komposit masih cukup mahal untuk diproduksi, sehingga hanya komponen atau bagian tertentu saja yang dibuat dari komposit.
- c. Kurangnya kelurusan serat didalam matriks seringkali tidak diperhitungkan

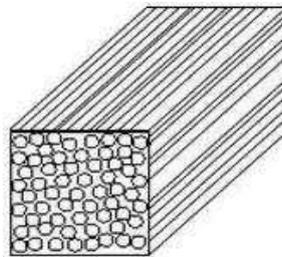
2.3. Klasifikasi Bahan Komposit

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

1. Klasifikasi menurut struktur dari penyusunnya yaitu menjadi beberapa macam antara lain :

- a. *Fiber composite* (komposit serat)

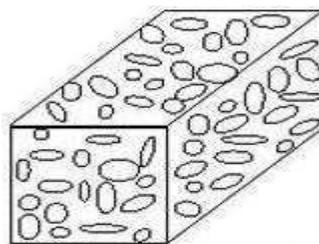
Schwartz, (1984) Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai bahan penguatnya. Dalam pembuatan komposit, serat dapat diatur memanjang (*unidirectional composites*) atau dapat dipotong kemudian disusun secara acak (*random fibers*) serta juga dapat dianyam (*cross-ply laminate*). Komposit serat sering digunakan dalam industri otomotif dan pesawat terbang.



Gambar 2.1 *Fiber Composite* [16]

- b. *Filled composite* (komposit isian)

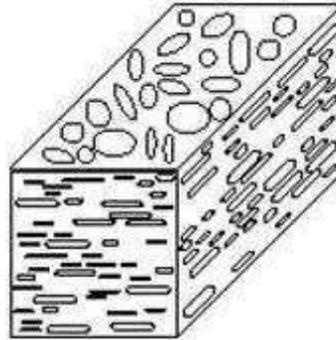
Schwartz, (1984) *Filled composites* adalah komposit dengan penambahan material ke dalam matriks dengan struktur tiga dimensi dan biasanya *filler* juga dalam bentuk tiga dimensi.



Gambar 2.2 *Filled composite* [16]

- c. *Flake composite* (komposit serpih)

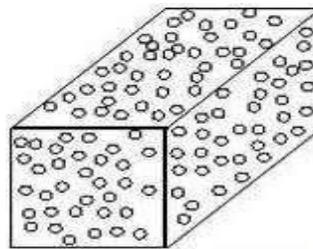
Schwartz, (1984) *Flake Composites* adalah komposit dengan penambahan material berupa serpih ke dalam matriksnya. *Flake* dapat berupa serpihan mika, glass dan metal.



Gambar 2.3. *Flake Composite* [16]

d. *Particulate composite* (komposit butir)

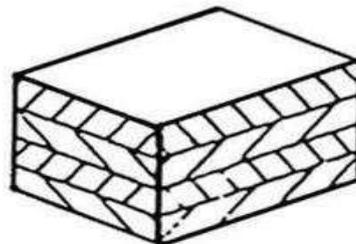
Schwartz, (1984) *Particulate composites* adalah salah satu jenis komposit di mana dalam matrik ditambahkan material lain berupa serbuk/butir. Perbedaan dengan *flake* dan *fiber composites* terletak pada distribusi dari material penambahnya. Dalam *particulate composites*, material penambah terdistribusi secara acak atau kurang terkontrol daripada *flake composites*. Sebagai contoh adalah beton.



Gambar 2.4. *Particulate Composite* [16]

e. *Laminate composite* (komposit lapisan)

Schwartz, (1984) *Laminate composites* adalah komposit dengan susunan dua atau lebih layer, dimana masing – masing layer dapat berbeda – beda dalam hal material, bentuk, dan orientasi penguatannya



Gambar 2.5. *Laminate Composite*. [16]

2. Klasifikasi berdasarkan matriknya

Gibson, (1994) Berdasarkan bentuk dari matriksnya komposit dapat dibedakan menjadi sebagai berikut.

a. Komposit Matrik Polimer (*Polymer Matrix Composites* – PMC)

Komposit jenis ini terdiri dari polimer sebagai matriks baik itu *thermoplastic* maupun jenis *thermosetting*. *Thermoplastic* adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali (*recycle*) dengan menggunakan panas. *Thermoplastic* merupakan polimer yang akan menjadi keras apabila didinginkan. *Thermoplastic* akan meleleh pada suhu tertentu, serta melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat kembali (*reversibel*) kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras bila didinginkan. *Thermoplastic* yang lazim dipergunakan sebagai matriks misalnya *polyolefin* (*polyethylene*, *polypropylene*), *vinyllic* (*polyvinylchloride*, *polystyrene*, *polytetrafluorethylene*), *nylon*, *polyacetal*, *polycarbonate*, dan *polyfenylene*.

Thermosets tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversibel*). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan yang tinggi tidak akan melunakkan *thermosets* melainkan akan membentuk arang dan terurai karena sifatnya yang demikian sering digunakan sebagai tutup ketel, seperti jenis-jenis melamin. *Thermosets* yang banyak digunakan saat ini adalah *epoxy* dan *polyester* tak jenuh. Resin *polyester* tak jenuh adalah matrik *thermosetting* yang paling banyak dipakai untuk pembuatan komposit. Resin jenis ini digunakan pada proses pembuatan dengan metode *hand lay-up*.

b. Komposit Matrik Logam (*Metal Matrix Composites* – MMC)

Metal Matrix composites adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matrik logam. Komposit ini menggunakan suatu logam seperti aluminium sebagai matrik dan penguatnya dengan serat seperti *silikon karbida*. Material MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Komposit MMC berkembang

pada industri otomotif digunakan sebagai bahan untuk pembuatan komponen otomotif seperti blok silinder mesin, *pully*, poros, dan gardan.

c. Komposit Matrik Keramik (*Ceramic Matrix Composites – CMC*)

CMC merupakan material 2 fasa dengan 1 fasa berfungsi sebagai *reinforcement* dan 1 fasa sebagai matriks, dimana matriksnya terbuat dari keramik. *Reinforcement* yang umum digunakan pada CMC adalah *oksida, carbide, dan nitrid*. Salah satu proses pembuatan dari CMC yaitu dengan proses DIMOX, yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik di sekeliling daerah *filler* (penguat).

3. Berdasarkan Struktur

a. Struktur *laminat*

Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.

b. Struktur *Sandwich*

Komposit sandwich merupakan gabungan dua lembar skin yang disusun pada dua sisi material ringan (*core*) serta *adhesive*. Fungsi utama *skin* adalah menahan beban aksial dan *bending*, sedangkan *core* berfungsi untuk mendistribusikan beban aksial menjadi beban geser pada seluruh luasan yang terjadi akibat pembebanan gaya dari luar.

4. Berdasarkan Serat

a. Komposit serat Pendek

Berdasarkan arah orientasi komposit yang diperkuat dengan serat pendek dapat dibagi-bagi lagi menjadi dua yaitu serat acak (*inplane random* orientasi) dan serat satu arah. Tipe serat acak sering digunakan pada produksi dengan volume besar karena faktor biaya manufakturnya lebih murah. Kekurangan dari jenis serat acak adalah sifat mekanik yang masih dibawah dari penguatan dengan serat lurus pada jenis serat yang sama.

b. Komposit serat panjang

Keistimewaan komposit serat panjang adalah lebih mudah diorientasikan, jika dibandingkan dengan serat pendek. Secara teoritis serat

panjang dapat menyalurkan pembebanan atau tegangan dari suatu titik pemakaiannya. Perbedaan serat panjang dan serat pendek yaitu serat pendek dibebani secara tidak langsung atau kelemahan matriks akan menentukan sifat dari produk komposit tersebut yakni jauh lebih kecil dibandingkan dengan besaran yang terdapat pada serat panjang. (Surdia, 1995)

2.4. Serat Ijuk atau Aren

Aren (*Arenga pinnata*, suku Arecaceae) adalah palma yang terpenting setelah kelapa (nyiur) karena merupakan tanaman serba guna. Tumbuhan ini dikenal dengan berbagai nama seperti *nau*, *hanau*, *peluluk*, *biluluk*, *kabung*, *juk* atau *ijuk* (aneka nama lokal di Sumatra dan Semenanjung Malaya); *kawung*, *taren* (Sd.); *akol*, *akel*, *akere*, *inru*, *indu* (bahasa-bahasa di Sulawesi); *moka*, *moke*, *tuwa*, *tuwak* (di Nusa Tenggara), dan lain-lain. 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 istimewa dibandingkan dengan serat alam lainnya. Serat berwarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan diantaranya :

- a. Tahan lama, bahwa serat ijuk aren mampu tahan lama dan tidak mudah terurai.
- b. Tahan terhadap asam dan garam air laut. Serat ijuk merupakan salah satu serat yang tahan terhadap asam dan garam air laut, salah satu bentuk pengolahan

dari serat ijuk adalah tali ijuk yang digunakan oleh nenek moyang kita untuk mengikat berbagai peralatan nelayan laut.

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



Gambar 2.6 Serat ijuk

Semua bagian dari pohon ijuk atau aren ini mempunyai berbagai manfaat mulai dari pelepah, daun, pohon, buah sampai akarnya mempunyai manfaat. Seperti halnya daun, ijuk dari pohon enau pun dipintal menjadi tali. Meski agak kaku, tali ijuk ini cukup kuat, awet dan tahan digunakan di air laut. Ijuk dapat pula digunakan sebagai bahan atap rumah, pembuat sikat dan sapu ijuk. Dari pelepah dan tangkai daunnya, setelah diolah, dihasilkan serat yang kuat dan tahan lama untuk dijadikan benang, tali pancing dan senar gitar Batak.

Menurut Rao dan Rao, (2007) serat ijuk aren memiliki sifat-sifat mekanik sebagai berikut:

Tabel 2.1. Sifat-sifat mekanik serat ijuk aren [13]

Nama Serat	Kadar air (%)	Massa jenis (gr/cm ³)
Serat ijuk	12,08	1,03

Serat ijuk (*Arenga pinata*) merupakan serat alam, untuk proses pembuatan komposit dari serat alam langkah pertama yaitu membersihkan serat dengan perlakuan alkali (NaOH). Tujuan perlakuan alkali untuk menghilangkan kandungan lignin dan kotoran-kotoran lain yang sulit dibersihkan menggunakan air biasa.

2.5. Perlakuan Alkali

Tujuan perlakuan pada serat adalah untuk meningkatkan ikatan antar fiber dan matriks, sehingga dapat meningkatkan sifat mekanik komposit kekuatan tarik, kekuatan bending dan modulus elastis (Renreng dan Muchsin, 2015: 541). Perlakuan alkalisasi pada serat bertujuan untuk memisahkan serat dari selulosa, lignin serta yang menempel pada serat serabut kelapa. Selain itu, larutan alkali dengan kadar dan waktu tertentu dapat meningkatkan kekasaran permukaan pada serat, sehingga akan mengakibatkan ikatan yang lebih kuat antara serat dan matrik pada saat dipadukan. Pada pembuatan komposit serat alam, perlakuan serat yang sering dilakukan adalah dengan perlakuan alkali (NaOH) dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan lignin dan kotoran-kotoran lain yang sulit dibersihkan menggunakan air biasa. Perlakuan alkalisasi juga dapat berpengaruh terhadap performa komposit.

Penelitian oleh Purkuncoro dan Sonief (2017) dengan judul “Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Serat Ijuk (*Arenga Pinnata*) terhadap Kekuatan Tarik”. Pada penelitian tersebut serat arenga pinata dan permukaan serat dibersihkan menggunakan larutan NaOH dengan variasi 0%, 2%, 5%, dan 10% dan direndam selama 2 jam. Setelah dilakukan uji tarik didapatkan hasil pengujian perlakuan alkali 0% kekuatan tarik rata-ratanya 102,72 MPa, kemudian perlakuan alkali 2% kekuatan tarik rata-ratanya 114,37 MPa, perlakuan alkali 5% kekuatan tarik rata-ratanya 138,71 MPa, dan perlakuan alkali 10% 36,12 MPa. Hasil yang didapat bahwa bertambahnya prosentasi alkali (NaOH) mulai tanpa NaOH, 2% NaOH, 5% NaOH, semakin naik kekuatan tarik serat ijuk, namun pada saat ditambahkan 10% NaOH, kekuatan tarik serat ijuk semakin menurun.

2.6. Resin

Resin adalah suatu material yang berbentuk cairan pada suhu ruang, atau dapat pula berupa material padatan yang dapat meleleh pada suhu di atas 200°C. Pada dasarnya resin adalah matriks, sehingga memiliki fungsi yang sama dengan matriks. Matrik dalam komposit berfungsi sebagai berikut :

- a. Memegang dan mempertahankan serat tetap pada posisinya.
- b. Mentransfer tegangan ke serat pada saat komposit dikenai beban.
- c. Memberikan sifat tertentu bagi komposit, misalnya: keuletan, ketangguhan, dan ketahanan panas.
- d. Melindungi serat dari gesekan mekanik.
- e. Melindungi serat dari pengaruh lingkungan yang merugikan.

2.5.1. *Polyster*

Unsaturated Polyester merupakan jenis resin *thermoset* yang biasa disebut dengan *polyester* saja. *Polyester* berupa resin cair dengan viskositas yang relatif rendah dan mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti banyak resin lainnya.

Mengenai sifat thermalnya karena banyak mengandung monomer stiren, maka suhu deformasi thermal lebih rendah daripada resin *thermoset* lainnya dan ketahanan panas jangka panjangnya adalah kira-kira 110 – 1400 °C. Mengenai ketahanan kimianya, pada umumnya kuat terhadap asam kecuali asam pengoksid, tetapi lemah terhadap alkali.

Penggunaan resin jenis ini dapat dilakukan dari proses *hand lay-up* sampai dengan proses yang kompleks yaitu dengan proses mekanik. Resin ini banyak digunakan dalam aplikasi komposit dalam dunia industry dengan pertimbangan harga relative murah, curing yang cepat, warna jernih, kestabilan dimensional dan mudah penanganannya. Untuk pengaplikasian harus benar-benar hati-hati, sebab material ini memiliki campuran katalis yang sifatnya sangat beracun. Walaupun memiliki kandungan bahan yang beracun, namun apabila *polyester* diaplikasikan dengan tepat maka dapat dimanfaatkan untuk beragam kegunaan. Seperti untuk *coating* lantai, dimana lapisan *polyester* akan memberi perlindungan tambahan pada lantai beton ataupun lantai dengan bahan ubin kayu. Anda juga bisa memanfaatkan *polyester* sebagai *casting* dan material pelapis pada pembuatan komposit (Salman, 2018).



Gambar 2.7 Resin Polyester

Tabel 2.2. Spesifikasi Resin [4]

No	Sifat-sifat	Satuan	Nilai Tipikal	Keterangan
1	Massa Jenis	Gram/cm ³	1.215	
2	Penyerapan Air	°C	0.2	
3	Kekuatan Tarik	Kgf/mm ²	5.95	
4	Kekuatan Lentur	Kgf/mm ²	14	
5	Kekuatan Tekan	Kgf/mm ²	12	
6	Temperature percetakan	°C	90	

2.7. Katalis

Katalis yang digunakan adalah katalis *Methly Ethyl Keton Peroxide* (MEKPO) dengan bentuk cair, bewarna bening. Fungsi katalis adalah mempercepat proses pengeringan (*curing*) pada bahan matriks suatu komposit. Semakin banyak katalis yang dicampurkan pada cairan matrik akan mempercepat laju pengeringan tetapi akibat mencampurkan katalis terlalu banyak membuat komposit menjadi getas. Pada saat mencampurkan katalis kedalam matriks maka akan menimbulkan reaksi panas (60°C - 90°C) (Zarah, 2018).

2.8. Pengujian *Impact*

Uji *impact* adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Pengujian *impact* merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan beban terhadap beban kejut, inilah yang membedakan pengujian *impact*

dengan pengujian tarik dan kekerasan, dimana pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan. Pengujian *impact* merupakan suatu upaya mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi, dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba.

Pada uji *impact* terjadi proses penyerapan energi yang besar ketika beban menumbuk specimen, energi yang diserap material ini dapat dihitung dengan menggunakan prinsip perbedaan energi potensial. Dasar pengujian yakni penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi. Pada pengujian *impact* ini banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran ketahanan *impact* atau ketangguhan bahan tersebut.

Ada dua macam metode uji *impact*, yakni metode *charpy* dan *izod*, perbedaan mendasar dari metode ini adalah pada peletakan specimen, pengujian dengan menggunakan *charpy* lebih akurat karena pada *izod* pemegang spesimen juga turut menyerap energi, sehingga energi yang terukur bukanlah energi yang mampu diserap material.

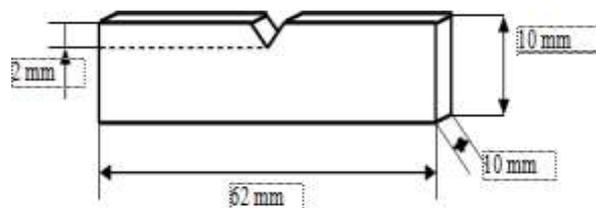


Gambar 2.8 Alat Uji *Impact*

Pada pengujian *impact* energi yang diserap oleh benda uji biasanya dinyatakan dalam satuan joule dan dibaca langsung pada skala (dial) penunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat pada mesin penguji. Harga *impact* (HI) suatu bahan yang diuji dengan metode *Charpy*.

2.8.1. Pengujian *Impact Metode Charpy*

Prinsip dasar pengujian charpy adalah besar gaya kejut yang dibutuhkan untuk mematahkan benda uji dibagi dengan luas penampang patahan. Mula-mula bandul *charpy* disetel dibagian atas, kemudian dilepas sehingga menabrak benda uji dan bandul terayun sampai kedudukan bawah, jadi dengan demikian energi yang diserap untuk mematahkan benda uji ditunjukkan oleh selisih perbedaan tinggi bandul pada kedudukan atas dengan tinggi bandul pada kedudukan bawah. Setelah benda uji diletakkan, kemudian bandul dilepaskan sehingga batang uji akan melayang, bandul ini akan memukul benda uji yang diletakkan semula dengan energi yang sama. Energi bandul akan diserap oleh benda uji yang dapat menyebabkan benda uji patah tanpa deformasi ataupun benda uji tidak sampai putus yang berarti benda uji mempunyai sifat keuletan yang tinggi. Permukaan yang patah dapat membantu untuk menentukan kekuatan impact dengan temperature transisi bahan. Daerah transisi yaitu daerah dimana terjadi perubahan patahan ulet ke patahan getas, bentuk patahan dapat dilihat dengan mata telanjang atau dapat pula dengan bantuan mikroskop.



Gambar 2.9 Spesimen ASTM E23 [5]

Usaha yang dilakukan pendulum waktu memukul benda uji atau usaha yang diserap benda uji sampai patah dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$E_1 = P (D - D \cos \alpha) \quad (2.1)$$

Keterangan:

E_1 : Usaha yang dilakukan(kg.m)

- P : Berat palu (kg)
 D : Jarak dari pusat sumbu palu ke pusat gravitasi (m)
 α : Sudut angkat palu ($^{\circ}$)

$$E_2 = P (D - D \cos \theta) \quad (2.2)$$

Keterangan:

- E_2 : Sisa usaha setelah mematahkan spesimen (kg.m)
 P : Berat palu (kg)
 D : Jarak dari pusat sumbu palu ke pusat gravitasi (m)
 θ : Sudut ayun setelah palu mengenai spesimen ($^{\circ}$)

Usaha yang diperlukan untuk mematahkan benda uji dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut :

$$E_{srp} = E_1 - E_2 \quad (2.3)$$

Keterangan:

- E_{srp} : Usaha yang diperlukan untuk mematahkan benda uji (J)
 E_1 : Usaha yang dilakukan (kg.cm)
 E_2 : Sisa usaha setelah mematahkan benda uji (kg.cm)

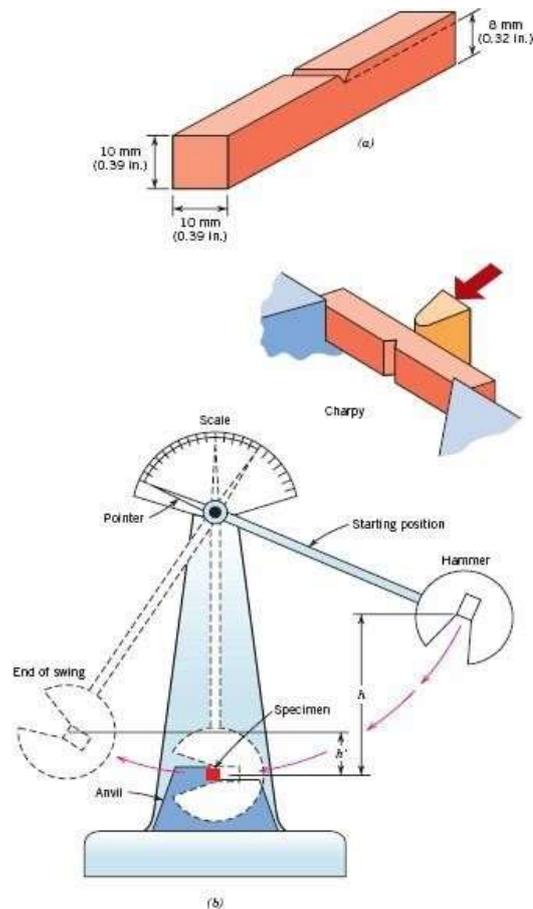
Dengan besar harga *impact* dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut :

Harga *impact* dapat dihitung dengan :

$$HI = \frac{E_{srp}}{A_o} \quad (2.4)$$

Dengan :

- HI : Harga *Impact* (J/mm²)
 E_{srp} : Energi Serap (J)
 A_o : Luas Penampang (mm²)



Gambar 2.10 Skematik Peralatan Uji Impact [5]

2.9. ANOVA

Anova adalah sebuah analisis statistic yang menguji perbedaan rerata antar grup. Grup disini bisa berarti kelompok atau jenis perlakuan. Anova ditemukan dan diperkenalkan oleh seorang ahli statistic bernama Ronald Fisher.

Anova merupakan singkatan dari *Analysis of Variance* yang merupakan prosedur uji statistic yang mirip dengan t test. Namun kelebihan dari anova adalah dapat menguji perbedaan lebih dari dua kelompok.

Anova digunakan sebagai alat analisis untuk menguji hipotesis penelitian yang mana menilai adakah perbedaan rerata antar kelompok. Hasil akhir dari analisis anova adalah nilai F hitung, F hitung ini yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai pada tabel F. Jika nilai F hitung lebih dari F tabel, maka dapat disimpulkan bahwa menerima H_1 dan menolak H_0 atau yang berarti ada perbedaan

bermakna rerata pada semua kelompok. Adapun langkah-langkah menghitung dengan *Two-Way* ANOVA, yaitu : (Sudjana, 1994 dan Philip J. Ross, 1989)

- a. Asumsikan bahwa data masing-masing dipilih secara acak.
- b. Asumsikan bahwa data masing-masing berdistribusi normal.
- c. Menentukan hipotesis :
 - $H_0 : b_1 = b_2 = b_3 = \dots \mu_a$ (tidak ada efek terhadap perlakuan)
 - $H_1 : b_1 \neq b_j$ (terdapat efek terhadap perlakuan)

- d. Menentukan jumlah kuadrat total :

$$SS_T = [\sum_{i=1}^N y_i^2] - \frac{T^2}{N} \quad (2.5)$$

- e. Menentukan jumlah kuadrat faktor A :

$$SS_A = [\sum_{i=1}^{k_A} (A_i^2)] - \frac{T^2}{N} \quad (2.6)$$

- f. Menentukan jumlah kuadrat faktor B :

$$SS_B = [\sum_{i=1}^{k_B} (B_i^2)] - \frac{T^2}{N} \quad (2.7)$$

- g. Menentukan jumlah kuadrat interaksi faktor A dan B :

$$SS_{AxB} = [\sum_{i=1}^b \left(\frac{(AxB)_i^2}{n_{AxB_i}} \right)] - \frac{T^2}{N} - SS_A - SS_{AxB} \quad (2.8)$$

- h. Menentukan jumlah kuadrat kemungkinan kesalahan (*error*) :

$$SS_e = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AxB} \quad (2.9)$$

- i. Menentukan derajat kebebasan total :

$$v_T = N - 1 \quad (2.10)$$

- j. Menentukan derajat kebebasan faktor (*main Effect*) A :

$$v_A = k_A - 1 \quad (2.11)$$

- k. Menentukan derajat kebebasan faktor (*main Effect*) B :

$$v_B = k_B - 1 \quad (2.12)$$

- l. Menentukan derajat kebebasan faktor interaksi A dan B :

$$v_{AxB} = (v_A)(v_B) \quad (2.13)$$

- m. Menentukan derajat kebebasan kemungkinan kesalahan (*pure error*) :

$$v_e = v_T - v_A - v_B - v_{AxB} \quad (2.14)$$

- n. Melengkapi tabel hasil pengukuran dimensi untuk *analysis of variance* dari data yang didapat.
- o. Menentukan taraf signifikan (α).
- p. Jika $F_{HITUNG}(F_0) < F_{TABEL}$, maka hipotesis (H_0) dapat diterima.
- q. Menentukan persentase kontribusi faktor terhadap respon :

$$\% \text{ Kontribusi faktor} = \frac{(SS - S_e)}{SS_T} \quad (2.15)$$

Tabel 2.3 ANOVA Table for select Factorial Model

Source	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F ₀
Overall Model	SS _{model}	(k _A .k _B)-1	SS _{model} /(k _A .k _B)-1	MS _{model} /MS _E
Main Effect of A	SS _A	V _A	SS _A /V _A	MS _A /MS _E
Main Effect of B	SS _B	V _B	SS _B /V _B	MS _B /MS _E
A x B interaction	SS _{AB}	V _{AB}	SS _{AB} /V _{AXB}	MS _{AB} /MS _E
Error	SS _E	V _E	SS _E /V _E	
Total	SS _{Total}	V _{Total}		

2.10. Hipotesa

Berdasarkan variable yang digunakan dalam penelitian ini, maka dapat dibuat hipotesa sebagai berikut :

H₀ = Tidak ada pengaruh variasi panjang serat terhadap tingkat kekuatan pada komposit. Jika F_{Hitung} < F_{Tabel} maka H₁ ditolak.

H₁ = Ada pengaruh variasi panjang serat terhadap tingkat kekuatan pada komposit. Jika F_{Hitng} > F_{Tabel} maka H₀ ditolak.