

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit adalah suatu material gabungan atau kombinasi yang terdiri dari dua atau lebih material yang memiliki sifat, bentuk dan komposisi kimia yang berbeda baik secara mikro maupun makro. Kombinasi tersebut bertujuan untuk menggabungkan kelebihan dan mengurangi keterbatasan yang dimiliki masing-masing material penyusunnya. Pengertian komposit lainnya menyebutkan sebagai material yang berasal dari kombinasi dua atau lebih material berfase padat dalam skala makroskopis sehingga mempunyai kualitas lebih baik dari material pembentuknya (Samlawi, dkk., 2017). Sedangkan pendapat lain menyatakan material komposit tersusun dari gabungan dua material yaitu serat sebagai penguat dan matriks sebagai pengikat bahan penguat satu dengan lainnya sehingga menghasilkan material baru yang ringan dan kuat (Purkoncoro, 2017). Tujuan utama dari pembuatan komposit ini adalah untuk mampu memperbaiki sifat mekanik dari masing-masing material penyusunnya, selain itu juga bertujuan agar mampu mempermudah proses manufaktur pada bentuk geometri yang kompleks. Material komposit juga dapat memberikan berat yang lebih ringan dengan sifat mekanik yang lebih baik. (Hazhari, dkk., 2022)

Pada komposit awalnya beban yang diperoleh diterima matriks selanjutnya diteruskan ke serat. Sehingga jika dibandingkan dengan matriks, serat harus mempunyai kekuatan tarik dan elastisitas lebih tinggi. Material yang dapat digunakan sebagai matriks dapat berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Fungsi matriks secara umum adalah untuk mengikat serat menjadi satu kesatuan pada komposit. Adapun fungsi matriks sebagai berikut.

- a. Mengikat serat menjadi satu kesatuan utuh.
- b. Melindungi serat dari kondisi lingkungan yang dapat menyebabkan kerusakan.
- c. Mentransfer dan mendistribusikan beban ke serat.

- d. Memberikan sifat kekakuan, ketangguhan dan ketahanan listrik. (Iswan, dkk, 2018)

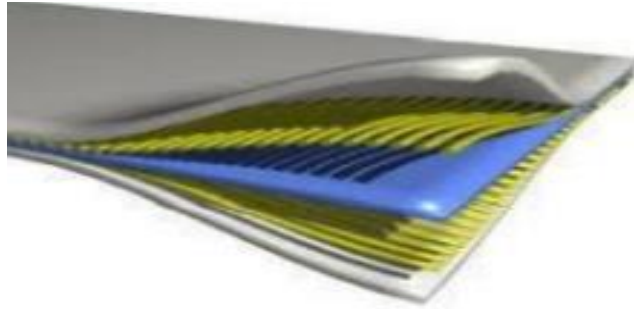
Berdasarkan material matriksnya, komposit terbagi ke dalam 3 macam diantaranya yaitu sebagai berikut.

- a. Komposit matriks polimer (*polimer matrix composite*) juga disebut dengan FRP (*Fiber Reinforced Polymer or Plastics*). Jenis komposit ini menggunakan matriks jenis resin dan serat gelas, aramid atau karbon sebagai penguatnya.
- b. Komposit matriks logam (*metal matrix composite*), jenis matriks yang digunakan yaitu material metal atau logam seperti aluminium dan sebagainya yang diperkuat dengan serat seperti silikon karbida.
- c. Komposit matriks keramik (*Ceramic matrix composite*) jenis matriks yang digunakan berbahan dasar keramik, biasa dipakai untuk lingkungan yang memiliki suhu tinggi.

Secara umum macam serat terbagi menjadi dua yaitu serat yang diperoleh secara langsung dari alam disebut sebagai serat alam yang terbentuknya tanpa adanya campur tangan manusia. Contoh serat yang termasuk ke dalam serat alam diantaranya seperti serat yang berasal dari tumbuhan atau hewan. Adapun serat yang diperoleh dari tumbuhan yaitu kapas, pelepah pisang, sabut kelapa, ijuk, bambu, nanas dan kenaf atau goni. Sedangkan serat alam yang berasal dari hewan yaitu wol, sutera, dan bulu. Selain serat alam, ada juga serat yang terbuat dari bahan anorganik dengan komposisi kimia tertentu yang disebut juga sebagai serat sintetis. Contoh serat sintetis yang umum digunakan diantaranya yaitu serat gelas, serat karbon, kevlar, *nylon* dan sebagainya. Jenis komposit berdasarkan penguat atau serat yang di gunakan juga terdapat 3 macam yaitu sebagai berikut.

- a. *Fibrous Composites* (Komposit serat). Jenis komposit menggunakan penguat berupa serat (*fiber*) yang disusun hanya satu lapisan dengan
- b. *Laminated Composite* (Komposit Laminat). Jenis komposit yang disusun oleh dua lapis atau lebih yang di gabung menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat tersendiri.

c. *Particulate Composite* (Komposit Partikel). Jenis komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya yang terdistribusikan secara merata dalam matriksnya (Hidayat, 2020).



Gambar 2.1 Bagian-bagian komposit (Hidayat, 2020).

2.2 Matriks Polimer

Kata polimer berasal dari bahasa Yunani yaitu “*poly*”, yang berarti “banyak”, dan “*mer*”, yang berarti “bagian” sehingga polimer merupakan molekul besar yang terbentuk dari bagian unit-unit sederhana yang berulang (Hasbi, dkk, 2016). Kombinasi yang terdiri dari polimer sebagai matriks dan material pengisi baik sintetis maupun alami disebut sebagai polimer komposit. Penggunaan matriks polimer dapat meningkatkan sifat mekanik, ketahanan panas, penghalang (*barrier*) gas dan api pada komposit. Namun, polimer sebagai matriks diperlukan lebih banyak ketika pengisi komposit berbentuk serbuk, kalsium karbonat, serat, dan sebagainya agar memperoleh sifat komposit yang baik, terhindar dari munculnya kerapuhan sifat yang tidak diinginkan oleh komposit. Sifat hasil akhir komposit polimer dipengaruhi oleh jenis serat, mikro struktur komposit, dimensi komponen kandungan komponen, dan interaksi *interface* antara matriks dan serat yang tersebar. Selain sifat mekanik dari serat, adhesi antara matriks dan serat juga mempengaruhi peningkatan efisiensi *interface* komposit, khususnya pada faktor perbandingan serat yang dapat memperbaiki sifat yang dimiliki oleh komposit diantaranya sifat mekanik, listrik, dan termal. Komposit polimer dengan sifat multifungsi yang baik diperoleh dari faktor rasio tinggi sehingga mudah ditingkatkan kinerjanya (Suryanto, 2019). Jenis polimer yang umum digunakan untuk matriks terdiri dari *thermoset* dan termoplastik.

- a. Polimer *thermoset* yaitu jenis polimer yang tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversible*). Jika sudah terjadi pengerasan maka material tidak akan kembali ke bentuk semula atau tidak dapat dilunakkan kembali. Walaupun dengan dilakukan pemanasan yang tinggi, melainkan akan membentuk polimer menjadi arang. Contoh dari polimer *thermoset* antara lain epoksida, Bismaleimida (BMI), dan Poli-imida (PI).
- b. Sedangkan polimer termoplastik adalah polimer yang apabila dipanaskan akan mengalami pelelehan dan setelah itu akan mengalami pengerasan setelah didinginkan. Contoh dari polimer termoplastik antara lain *Polyvinyl klorida*, *Nylon 66*, *Polypropylene*, *Polytetrafluoroethylene*, *Polyethylene Terephthalate*, Politer sulfon, dan Politer eterketon (Pascault, dkk., 2002).

Penggunaan matriks bermaterial polimer memiliki kelebihan seperti biaya pembuatan murah, dapat dibuat dengan produksi massal, ketangguhan yang baik, anti korosi, siklus pabrikasi cepat, ramah lingkungan dan lebih ringan. Matriks polimer untuk komposit sering kali disebut dengan resin. Jenis resin yang umumnya digunakan sebagai matriks polimer adalah resin *epoxy* dan *polyester* (Manurung, dkk., 2013). Jenis resin *polyester* yang digunakan sebagai matriks komposit adalah tipe yang tidak jenuh (*unsaturated polyester*). *Unsaturated Polyester* (UP) merupakan jenis resin *thermoset* yang memiliki sifat encer dan fluiditasnya baik sehingga dapat diaplikasikan mulai dari proses sederhana hingga proses yang kompleks. Pertimbangan banyaknya penggunaan resin didasarkan pada harga relatif murah, *curing* cepat, warna jernih, dan mudah penanganannya. *Polyester* berupa resin cair dengan viskositas yang relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis dan harganya relatif lebih terjangkau dari pada *epoxy*. Resin *polyester* umumnya tahan terhadap asam kecuali asam pengoksidasi, tahan terhadap cuaca, kelembaban dan sinar UV bila dibiarkan di luar. Resin *polyester* dapat pecah dan retak-retak apabila dimasukkan ke dalam air mendidih sekitar 300 jam. Selain itu, juga memiliki sifat tembus cahaya yang lama kelamaan akan menyebabkan kerusakan, memiliki aroma yang cukup tajam dan tidak dapat mengering sempurna jika tidak diberi katalis. Namun, apabila dicampurkan dengan

katalis secara berlebih, akan menyebabkan bersuhu sangat tinggi dan bahkan bisa terbakar (Taufik & Astuti, 2014). Salah satu resin yang termasuk jenis *polyester* adalah resin yukalac 157® BQTN-EX Series (Manurung, dkk., 2013).

Tabel 2.1 Sifat Fisik dan Mekanik Resin *Polyester* (Mohammed, dkk., 2020)

<i>Properties</i>	<i>Values</i>
<i>Tensile Strength</i>	55-65 MPa
<i>Young modulus</i>	> 2.06 GPa
<i>Tensile Modulus</i>	3600-2800 MPa
<i>Flexural Strength</i>	182-192 MPa
<i>Elongation at Break</i>	1.9-2.3%
<i>Heat Deflection Temperature</i>	63-71°C
<i>Water Absorption</i>	15-19 mg
<i>Izod Impact, notched</i>	0.15–3.2 J/cm
<i>Density</i>	1.10-1.11 gm/cm ³
<i>Viscosity at 25°C</i>	150 Mpa.s

Selain resin *resin polyester*, resin *epoxy* juga umum digunakan sebagai matriks komposit. Resin *epoxy* lebih kental sehingga pada proses pengeringannya membutuhkan katalis dengan prosentase lebih banyak dibandingkan dengan resin *polyester* (Manurung, dkk., 2013). Resin *epoxy* adalah resin yang memiliki kualitas yang baik dan tiga kali lipat memiliki kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan jenis resin lain yang ada di pasaran, namun resin *epoxy* memiliki harga jual yang lebih mahal. Hasil akhir dari resin *epoxy* memiliki kekuatan yang baik, dengan permukaan mediator atau benda yang dilapisi oleh resin *epoxy* akan tampak berkilau dan mengkilat. Sehingga produk yang dibuat dengan penggunaan resin *epoxy* tidak perlu dilakukan proses *finishing* karena permukaan yang dihasilkan sudah cukup bagus dan tidak lengket sehingga tidak memerlukan perlakuan akhir setelah produk terbentuk. Penggunaan resin *epoxy* ini umumnya baik digunakan

dalam kerajinan seperti hiasan rumah, gantungan kunci, batu perhiasan, dan lainnya (Zhain, 2020).

2.3 Serat Ijuk

Material komposit umumnya tersusun dari kombinasi dua material atau lebih, terdiri dari matriks yang berfungsi mengikat bahan penguat yang satu dengan lainnya dan serat yang berfungsi sebagai penguat. Komposit serat yang baik harus mampu untuk menyerap matriks sehingga memudahkan terjadi antara dua fase. Kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi harus dimiliki oleh komposit serat, karena adanya pendistribusian tegangan ketika serat dan matriks berinteraksi. Selain itu, ada juga gaya yang berpengaruh pada ikatan antara serat dan matriks yaitu gaya *coulomb* dan gaya adhesi. Serat umumnya terdiri dari dua jenis yaitu serat alam dan serat sintetis (Purkuncoro, 2017).

Serat alam (*natural fiber*) merupakan serat yang bersumber langsung dari alam bukan merupakan buatan atau rekayasa manusia. Serat alam biasanya didapat dari serat tumbuhan seperti serat bambu, serat pohon pisang serat nanas dan sebagainya. Serat alam sebelum digunakan sebagai bahan serat pada komposit, umumnya mendapat perlakuan terlebih dahulu dengan menggunakan cairan kimia seperti NaOH. Hal tersebut dapat memperoleh kekuatan dan modulus tarik tertinggi pada komposit dengan perlakuan alkali serat selama 2 jam. Perlakuan alkali dilakukan untuk mengurangi kadar air dan *wax* (lapisan minyak) dalam serat sehingga mengakibatkan permukaan lebih kasar dan dapat meningkatkan ikatan dengan matriks yang digunakan (Astika, dkk., 2013). Selain itu, serat alam yang mempunyai sifat hidrofil dengan pengikat matriks termoset yang bersifat hidrofob sangat tidak kompatibel. Sehingga perlu dilakukan upaya penghilangan bahan piktin, lignin dan hemiselulosa agar menjadi lebih kompatibel artinya serat menjadi lebih bisa mengikat dengan matriksnya atau dengan resin. Serat alam yang berasal dari serat buah kelapa mempunyai kekuatan berkisar antara 220 -1500 MPa pada serat *flax* dan modulus elastisitas pada serat buah kelapa antara 6 - 80 GPa pada serat *flax*, serta massa jenis berkisar 1,25 gram/cm³ - 1,5 gram/cm³. Kelebihan

menggunakan serat alam sebagai penguat komposit sebagai berikut (Purkoncoro, 2017).

- a. Lebih ramah lingkungan dan *biodegradable* dibandingkan dengan serat sintetis
- b. Berat jenis serat alam lebih kecil.
- c. Memiliki rasio berat-modulus lebih baik dari serat *E-glass*
- d. Komposit serat alam memiliki daya redam akustik yang lebih tinggi dibandingkan komposit serat *E-glass* dan serat karbon
- e. Serat alam lebih ekonomis dari serat glass dan serat karbon.

Banyak jenis serat yang bisa digunakan sebagai material komposit, salah satunya adalah jenis serat yang berasal dari pohon aren atau enau. Serat yang dihasilkan dari pohon aren dikenal dengan nama serat ijuk. Daun pada pohon aren berbentuk sisal atau serat dengan jenis daun yang lurus-lurus, pelepah pohon aren terbalut serabut-serabut berwarna hitam yang serabut membentuk pola rajutan seperti sudah teranyam. Serabut hitam pada pohon aren disebut ijuk. Serat ijuk yang merupakan bagian dari pohon Aren hampir mirip dengan pohon kelapa, dengan letak serat ijuk berada pada lapisan luar dari pangkal pelepah pohon Aren. Keadaan serat ijuk yang dipisahkan dari pohon aren tersebut masih mengandung kotoran serta debu, hal ini dapat mempengaruhi sifat mekanis serat dan belum dapat digunakan sebagai serat pada pembuatan komposit. Pemilihan ijuk dapat dilakukan dengan memotong pangkal pelepah-pelepah daun, kemudian ijuk yang bentuknya berupa lempengan anyaman ijuk dilepas dengan menggunakan parang dari tempat ijuk itu menempel. Kemudian lempengan lempengan yang mengandung lidi-lidi ijuk dipisahkan dari serat-serat ijuk dengan menggunakan tangan (Munandar, dkk., 2013).

Pembersihan serat ijuk dari berbagai kotoran dan ukuran serat ijuk yang besar, digunakan sisir kawat. Serat ijuk direndam dengan larutan alkali Natrium Hidroksida (NaOH) 5% selama 2 jam kemudian dibersihkan dengan aquades. Perlakuan alkali serat dengan NaOH 5% memiliki pengaruh yang secara signifikan terhadap nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas komposit. Selain karena matriks dan serat, kekuatan komposit juga dipengaruhi oleh beberapa faktor antara

lain. Seperti perlakuan perendaman NaOH pada serat. Akibat jika tidak dilakukan perendaman alkali, maka ikatan antara serat dan matriks akan menjadi kurang maksimal karena adanya lapisan hemiselulosa yang menghalangi permukaan serat (Munandar, dkk., 2013). Pada serat alam, perlakuan alkalisasi dengan NaOH merupakan salah satu perlakuan kimia yang sudah banyak dilakukan sehingga dapat meningkatkan kandungan selulosa melalui proses penghilangan kandungan hemiselulosa dan lignin sehingga mendapatkan hasil yang terbaik pada material komposit yang menggunakan serat alam. Salah satu rangkaian proses pembuatan komposit tersebut diperoleh hasil yang tidak sempurna tanpa melakukan proses alkalisasi, akibat dari terhalangnya permukaan serat oleh lapisan yang menyerupai lilin. Pengaruh perlakuan perendaman alkalisasi terhadap sifat permukaan serat alam dan selulosa telah banyak diteliti, dengan hasil yang diperoleh kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami *hyrophilic* pada serat dapat memberikan ikatan *interfacial* dengan matriks secara optimal (Hazhari., dkk. 2022).



Gambar 2.2 Serat Ijuk (Iswan, dkk, 2018).

Adapun kelebihan yang dimiliki serat ijuk yang tidak dimiliki serat lainnya adalah sifat dari serat ijuk yang lentur, tidak mudah terurai, tahan terhadap air bahkan air laut dan tahan lama serta dapat mencegah rayap tanah untuk dapat menembus. Serat ijuk yang bagus pada umur pohon aren yang sudah tua memiliki ukuran diameter kurang lebih 0,5 mm dan tingkat kelenturan yang bagus serta tidak mudah putus, dengan kondisi yang sudah teranyam dengan serat ijuk yang kecil kecil pada pelepah pohon Aren. Pembudidayaan pohon Aren sudah lama dilakukan di Indonesia. Penggunaan serat ijuk khususnya di Indonesia masih sebatas sebagai pembuatan sapu, sikat, tali, atap pengganti genting, penyaring air untuk irigasi,

bahan resapan di bak *septic tank* dan banyak ditemukan di pesisir pantai sebagai penangkis ombak air laut karena sifatnya yang tahan terhadap air laut, tempat telur ikan dan juga dapat dimanfaatkan sebagai pembungkus kabel bawah tanah di luar negeri. Pohon Aren tumbuh hampir disetiap daerah pesisir di Indonesia. Pemanfaatan yang kurang optimal menyebabkan serat ijuk banyak yang terbuang menjadi sampah atau bahkan dibakar secara percuma (Iswan, dkk., 2018).

Tabel 2.2 Sifat Fisik dan Mekanik Serat Ijuk (Bachtiar, dkk. 2010).

<i>Properties</i>	<i>Values</i>
<i>Tensile Strength</i>	276.60 MPa
<i>Tensile Modulus</i>	5.90 GPa
<i>Elongation at Break</i>	22.30%
<i>Strain</i>	19,6%
<i>Density</i>	1.29 gm/cm ³
Diameter	99 – 311 μ m

2.4 Katalis (*Hardener*)

Katalis atau *hardener* adalah suatu senyawa kimia yang mampu membuat reaksi pada material yang ditamhakkannya menjadi lebih cepat untuk mencapai kesetimbangan tanpa mengalami perubahan kimiawi diakhir reaksi. Nilai kesetimbangan tidak dapat dirubah oleh katalis, namun dapat berperan dalam menurunkan energi aktivasi. Reaksi yang berjalan dengan cepat terjadi karena adanya proses dalam penurunan energi aktivasi. Sehingga maka energi minimum yang dibutuhkan untuk terjadinya tumbukan berkurang. Sifat-sita yang dimiliki katalis pada umumnya yaitu aktivitas, stabilitas, selektivitas, umur, regenerasi dan kekuatan mekanik. Sedangkan fungsi katalais secara umum mempunyai 2 fungsi yaitu fungsi aktivitas yakni untuk mempercepat reaksi menuju kesetimbangan dan fungsi selektivitas yaitu untuk meningkatkan hasil reaksi yang dikehendaki. Laju reaksi kimia yang terjadi secara termodinamika berlangsung dapat terjadi oleh katalis yang berfungsi sebagai suatu substansi kimia mampu mempercepat laju

reaksi kimia. Hal tersebut terjadi karena adanya senyawa antara yang lebih aktif dihasilkan, disebabkan karena kemampuannya pada paling sedikit satu molekul reaktan untuk terjadinya interaksi. Interaksi ini dapat meningkatkan jumlah tumbukan dapat meningkat dan alur reaksi dapat terbuka dengan energi pengaktifan yang lebih rendah akibat dari meningkatnya ketepatan orientasi tumbukan dan meningkatnya konsentrasi akibat lokalisasi reaktan (Zhain, 2020).

Katalis terbagi ke dalam tiga komponen yakni situs aktif, penyangga atau pengemban dan promotor. Menghasilkan reaksi kimia yang diharapkan merupakan fungsi dari situs aktif. Sedangkan fungsi dari penyangga yakni berperan aktif dalam memodifikasi komponen, menyediakan permukaan yang luas, dan meningkatkan stabilitas katalis. Adapun promotor berfungsi pada katalis untuk meningkatkan atau mengurangi aktivitas serta berperan dalam struktur katalis (Zhain, 2020). Katalis yang berfungsi untuk mempercepat pengerasan cairan resin (*curing*) umumnya menggunakan katalis *methyl ethyl keton peroksida* (MEKPO). Katalis MEKPO kadar penggunaannya sebesar 5% pada suhu kamar. Semakin banyak katalis yang dicampurkan pada cairan matriks akan mempercepat proses laju pengeringan. (Manurung, dkk., 2013).

Pada komposit berpenguat serat alam pemberian katalis dan resin berpengaruh besar pada kekuatan mekanik komposit tersebut. Peran katalis sangat berpengaruh untuk meningkatkan kekuatan pada komposit selain untuk mempercepat proses pengeringan resin. Katalis juga berperan sebagai material pengikat yang menyatukan serat-serat penguat, sehingga resin dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit. Pengikatan serat-serat sebagai penguat tidak hanya oleh resin, namun juga adanya tambahan katalis pada resin. Reaksi kimia yang terjadi dapat terpengaruh akibat dari adanya penambahan jumlah pada penggunaan variasi katalis. Sehingga sifat mekanik komposit yang diperoleh pada akhirnya akan terpengaruh juga. Hal tersebut terjadi pada penelitian sebelumnya di mana kekuatan tarik komposit meningkat hingga 15% akibat dari penggunaan katalis dalam jumlah yang tepat. Sebaliknya jumlah penggunaan katalis yang terlalu banyak, dapat menghasilkan panas yang berlebihan sehingga dapat menyebabkan kerusakan selama proses pengerasan. Sehingga komposit yang dihasilkan dapat menjadi

rapuh. Selain karena penambahan katalis, kekuatan tarik komposit juga meningkat hingga 20% akibat dari penambahan resin untuk mengikat antar serat dalam jumlah yang tepat. Namun sebaliknya, penambahan resin dalam jumlah yang terlalu banyak dapat menyebabkan komposit yang dihasilkan menjadi berat dan kurang fleksibel. Oleh karena itu, untuk penggunaan matriks agar proses laminasi komposit berjalan cepat dan tepat sehingga menghasilkan material yang baik, maka resin perlu ditambahkan dengan jumlah katalis yang tepat sebagai percepatan pengeringan dan resin sebagai pengikat yang tepat (Rusly, dkk., 2023).

2.5 Komposisi Pencampuran Bahan Komposit

Sifat komposit ditentukan oleh matriks dan resin sebagai penyusunnya, juga interaksi antar penyusunnya. Kombinasi yang sempurna akan menghasilkan komposit yang baik. Komposisi pencampuran bahan komposit pada resin *polyester* dilengkapi dengan katalis. Perbandingan penggunaan resin dan katalis tidak ada aturan baku, banyaknya katalis tergantung pada jenis resin yang digunakan. Katalis dapat ditambahkan pada resin 10 tetes hingga 1 gram. Penambahan katalis pada resin berfungsi agar komposit dapat menjadi cepat kering, namun jika terlalu banyak penggunaan katalis dapat menyebabkan panas berlebihan pada saat proses pengerasan. Sebaliknya jika terlalu sedikit dapat menyebabkan lama mengering, menimbulkan gelembung yang berlebihan pada komposit yang dihasilkan (Perwara, 2021). Adapun persamaan untuk mengetahui volume komposit perpaduan antara volume serat dan volume matriks sebagai berikut.

$$V_c = v_f + v_r = \frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m} \dots\dots\dots(1)$$

untuk mengetahui fraksi serat sebagai berikut.

$$v_f = V_f \times V_c \dots\dots\dots(2)$$

$$m_f = v_f \times \rho_f \dots\dots\dots(3)$$

sedangkan untuk mengetahui fraksi resin sebagai berikut.

$$v_r = V_r \times V_c \dots\dots\dots (4)$$

dengan keterangan:

V_c = volume komposit (cm^3),

v_f = volume serat (cm^3),

v_r = volume resin (cm^3),

m_f = massa serat (gram),

ρ_f = massa jenis serat (gr/cm^3),

m_m = massa matriks (g),

ρ_m = berat jenis matriks (gr/cm^3),

V_f = volume serat yang digunakan (%),

V_r = volue resin yang digunakan (%) (Iswan, dkk, 2018).

2.6 Proses Manufaktur Metode *Vacuum Bag*

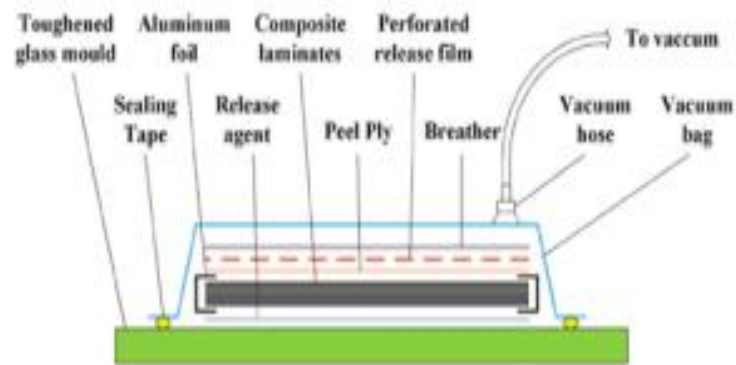
Metode pembuatan komposit polimer terdiri dari 2 jenis yaitu cetakan terbuka dan cetakan tertutup. Cetakan terbuka yaitu resin sebagai pengikat dan serat sebagai penguat ditempatkan ke dalam cetakan terbuka, dengan serat dan resin tersebut dikeringkan. Kelebihan dari metode ini adalah biaya yang relatif rendah karena sedikit atau tanpa perkakas. Memungkinkan siklus pengembangan produk yang cepat untuk pembuatan prototipe dan perubahan desain mudah dilakukan dan potensi ukuran bagian yang luas serat baik untuk produksi volume rendah. Pada metode ini, proses *finishing* sekunder perlu dilakukan karena hanya satu sisi dari bagian yang sudah jadi yang akan memiliki permukaan akhir yang baik yaitu sisi yang berlawanan dengan cetakan. Proses pencetakan terbuka terdapat tiga jenis metode utama dalam pembuatan produk komposit yaitu metode *hand lay-up*, *spray up*, dan *filament winding*. Sedangkan cetakan tertutup yaitu material penyusun komposit ditempatkan pada cetakan dua sisi yang tertutup terhadap atmosfer. Kelebihan dari metode ini adalah memungkinkan geometri bagian yang lebih kompleks, menghasilkan komponen yang lebih baik dengan lebih cepat serta lebih konsisten dibandingkan proses pencetakan terbuka. Selain itu, lebih sedikit limbah yang dihasilkan. Namun metode ini lebih mahal karena persyaratan penggunaan

perkakas atau cetakan. Adapun macam macam metode pembuatan komposit dengan proses pencetakan tertutup seperti *vacuum infusion*, *resin transfer molding*, *compression molding* dan *vacuum bag* (Frank).

Metode *vacuum bag* merupakan salah satu metode yang sering kali digunakan untuk pembuatan komposit dengan cetakan tertutup. Metode *Vacuum bag* sering digunakan sebagai metode penyempurnaan dari metode *hand lay-up*. Selain dilakukan untuk proses laminasi antara serat dengan resin, pada metode *vacuum bag* juga dilakukan proses vakum terhadap laminasi yang diletakkan pada cetakan alat *vacuum bag* untuk menghilangkan resin yang berlebih, selain itu juga diharapkan mampu menghilangkan udara yang terperangkap pada laminasi tersebut (Hidayat, dkk., 2018). *Vacuum Bag* adalah suatu metode pembuatan spesimen komposit dengan cara pengepresan atau penekanan pada laminasi komposit dengan menggunakan kantong kedap udara untuk menekan suatu laminasi dari *gelcoat*, *fiber* dan lapisan lainnya pada cetakan sampai lapisannya menyatu menjadi satu kesatuan yang utuh sebagai suatu material komposit yang struktural. Penekanan lapisan laminasi komposit pada *vacuum bag* menggunakan tekanan atmosfer sebagai penjepit pada proses penekanan secara bersamaan dengan tekanan yang sama rata. Laminasi disegel di dalam sebuah kantong kedap udara. Kantong tersebut merupakan sebuah palastik yang direkatkan satu sama lain sehingga tidak terdapat rongga udara untuk masuk ke dalam cetakan. Sehingga pada proses vakum, ruang yang ada di dalam kantong tersebut menjadi kedap udara (Bani, dkk., 2017).

Teknik *Vacuum Bag* adalah salah satu metode pembuatan komposit, yang proses pembuatannya dilakukan dengan menggunakan cetakan atau *mold* yang tertutup oleh sebuah *bag* yang ter-*seal* dengan rapat sehingga tidak boleh ada kebocoran udara sedikit pun. Selanjutnya *bag* divakum oleh motor vakum atau pompa yang mengakibatkan terjadi perbedaan tekanan udara antara di luar dan di dalam *bag*. Sehingga *bag* tersebut akan menekan laminasi produk komposit yang berada di dalam *bag* dibuat secara merata dan juga akan menarik keluar sisa-sisa atau resin yang berlebih pada pembuatan komposit tersebut. Pembuatan komposit dengan teknik *vacuum bag* hanya menggunakan sedikit resin dibandingkan dengan teknik *hand lay-up* (Dabet, dkk., 2018). Pembuatan produk komposit dengan

metode *vacuum bag* ini mirip dengan metode *vacuum infusion*, hanya saja pada metode *vacuum bag*, resin dioleskan terlebih dahulu pada serat secara *hand lay-up* kemudian di vakum. Sedangkan pada *vacuum infusion* proses pembuatan komposit dengan cetakan tertutup yang memanfaatkan kevakuman udara. Proses pembuatan komposit dengan cetakan ini nantinya akan ditutup oleh plastik *bag* yang diberi perekat agar udara dalam cetakan tervakum. Metode ini, pemberian resin dilakukan pada saat proses vakum yang menyebabkan aliran resin akan masuk dan mengisi cetakan. Penggunaan proses ini pada pembuatan komposit juga dapat meminimalisir adanya gelembung udara yang terperangkap didalam resin yang berlebih pada cetakan yang digunakan (Hidayat, 2020).



Gambar 2.3 *Vacuum Bagging* (Abdurohman, dkk., 2023).

Berdasarkan keseluruhan langkahnya, pada proses pembuatan spesimen dengan menggunakan metode *vacuum bag* umumnya sama halnya seperti menggunakan metode *hand lay-up*. Namun pada metode *vacuum bag* setelah proses laminasi, selanjutnya laminasi ditutup oleh papan kayu dan dimasukkan ke dalam plastik tebal dengan setiap sisi plastik tersebut direkatkan dengan lakban agar tidak terjadi kebocoran pada saat proses *vacuum* (Hidayat, dkk., 2018). Langkah selanjutnya yaitu proses *vacuum*. Pada proses penggunaan pompa *vacuum* dilakukan untuk menghisap udara di dalam cetakan yang sudah diletakkan spesimen komposit untuk proses pencetakan (Hidayat, 2020). Ketika kantong disegel ke cetakan, tekanan pada luar dan dalam kantong ini sama dengan tekanan atmosfer: sekitar 29 inci air raksa (Hg), atau 14,7 psi. Kemudian pompa vakum menghisap udara dari bagian dalam kantong, tekanan udara dalam kantong

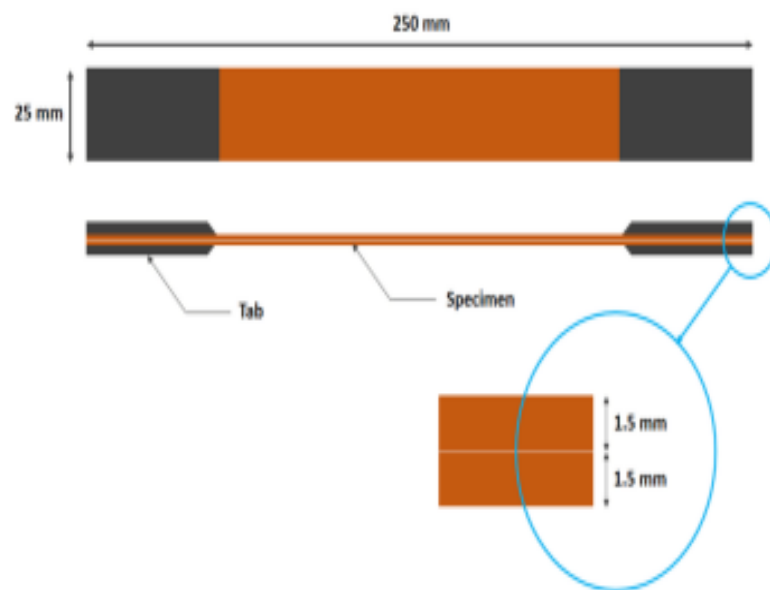
berkurang sementara tekanan udara di luar kantong tetap pada 14,7 psi. Tekanan Atmosfer menekan sisi kantong dan semua yang berada di dalam kantong secara bersamaan, menempatkan tekanan yang sama dan bahkan di atas permukaan kantong. Perbedaan tekanan antara bagian dalam dan luar kantong menentukan jumlah penjepitan yang berlaku pada laminasi. Secara teoritis, tekanan maksimum dapat diberikan pada laminasi jika hal itu memungkinkan untuk mencapai kevakuman yang sempurna dan menghilangkan semua udara dari kantong, merupakan keadaan bertekanan 14,7 psi (Bani, dkk., 2017).

Ketika proses *vacuum* udara yang berada di luar cetakan atau di luar penutup plastik akan menekan ke arah dalam, sehingga udara yang terperangkap dalam cetakan akan diminimalisir. Pada saat proses *vacuum*, tekanan *vacuum* atau tekanan dalam tangki lebih rendah daripada tekanan di luar atau tekanan atmosfer. Tekanan inilah yang berperan untuk proses pembuatan komposit dan menentukan bentuk dari benda yang dibuat. Penggunaan metode *Vacuum Infusion* ini memiliki manfaat dan kelebihan karena dalam proses pembuatannya tidak memerlukan banyak campur tangan manusia. Manusia hanya perlu menyiapkan bahan-bahan dan memantau kinerja dari alat *vacuum bag*. Selai itu, dengan metode ini mampu membuat benda kerja yang memiliki tingkat ketelitian yang cukup sulit. *Vacuum bag* memberikan penguatan konsentrasi yang lebih tinggi, dan adhesi yang lebih baik antar lapisan. (Hidayat, 2020).

2.7 Karakterisasi dan Pengujian Spesimen

Karakteristik dari material komposit ditentukan oleh salah satu faktor yaitu perbandingan antara matriks dan penguat atau serat. Hal tersebut ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume serat atau fraksi massa serat. Formulasi kekuatan komposit lebih banyak menggunakan fraksi volume serat. Analisis kekuatan komposit biasanya dilakukan dengan mengasumsikan ikatan serat dan matriks sempurna. Pergeseran antara serat dan matriks dianggap tidak ada dan deformasi serat sama dengan deformasi matriks (Iswan, dkk., 2018). Material yang akan digunakan sebagai bahan pengujian adalah material komposit. Standarisasi yang digunakan pada pengujian material komposit adalah ASTM D3039 dengan dimensi spesimen

adalah 250mm x 25mm x 10mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 (Hidayat, dkk., 2018). Pengujian yang dilakukan yaitu uji tarik. Uji Tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan komposit hasil *vacuum bag* dengan memberikan gaya berupa tarikan. Selain *ultimate strength*, diketahui juga modulus elastisitas, tegangan dan regangan, serta kekuatan luluh pada uji tarik (Hidayat, 2020). Pengujian tarik dilakukan dengan memberikan beban tarik dari suatu logam atau material lain untuk mengetahui kekuatan suatu material berdasarkan ketahanannya. Penambahan beban secara perlahan-lahan dilakukan pada pengujian tarik, kemudian material uji yang sebanding dengan gaya yang bekerja mengalami pertambahan panjang. Tujuannya untuk mengetahui sifat mekanik yaitu kekuatan tarik dari komposit yang diuji (Iswan, dkk, 2018).



Gambar 2.4 Spesimen Uji Tarik (Hidayat, dkk, 2018).

Uji tarik yang dilakukan dapat memberikan informasi dan rancangan dasar kekuatan pada material. Berdasarkan pada pengujian tarik didapatkan sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Tegangan tarik maksimum (σ), sebelum terjadinya patahan (*fracture*) tegangan maksimum, yang bisa ditanggung material dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

σ = Tegangan tarik maksimum (MPa, N/mm²),

P = Beban Maksimum (N),

A_o = Luas penampang mula-mula (mm²).

- b. Regangan maksimum (*e*), pertambahan panjang dari suatu material sesudah terjadi perpatahan terhadap panjang awalnya menunjukkan regangan maksimum, yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

ΔL = Panjang sesudah patah (mm),

L_o = Panjang mula-mula (mm),

e = Regangan (%).

- c. Modulus elastisitas, dalam grafik tegangan-regangan yang menunjukkan ukuran kekakuan suatu material. Modulus elastisitas tersebut dapat dihitung berdasarkan slope kemiringan garis elastik yang linier.

$$E = \frac{\sigma}{e} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

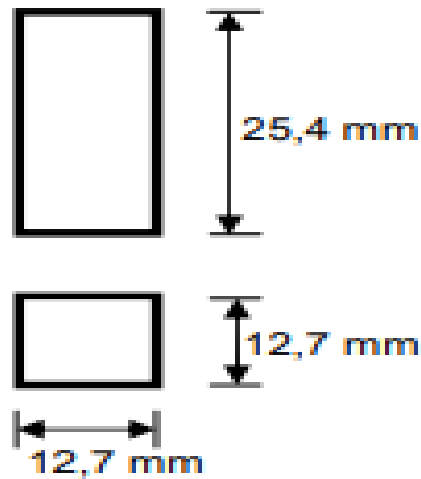
E = modulus elastisitas tarik (N/mm²),

σ = tegangan (N/mm²),

ϵ = regangan (mm/mm) (Tambunan, dkk, 2022).

Selain uji tarik pada komposit juga dilakukan uji tekan, pengujian subjek dengan proses di tekan untuk memperoleh hasil berupa data tentang kekuatan tekan pada spesimen. Kekuatan tekan adalah kapasitas dari suatu material dalam menahan beban yang akan mengurangi dimensinya. Data yang diperoleh dari mesin uji tekan yaitu kekuatan tekan yang dapat diukur dengan memasukkannya ke dalam kurva tegangan-regangan. Akibat pengujian tekan beberapa bahan mengalami deformasi yang tidak dapat dikembalikan hingga patah pada batas tekan. Batas kekuatan tekan

terjadi pada saat deformasi tertentu sebelum patah, umumnya terjadi pada material yang tidak dapat kembali ke kondisi semula (*irreversible*).



Gambar 2.5 Spesimen Uji Tekan (Harsi, dkk. 2015).

Kekuatan tekan dapat diukur dengan mesin uji universal, pada bagian tengah dari benda uji merupakan bagian yang menerima pembebanan hingga mengalami tegangan. Pengujian tekan dilakukan dengan menempatkan spesimen di antara pelat sejajar. Salah satu pelat tersebut diam (*fixed*) sedangkan bagian lain bebas bergerak naik turun. Sehingga jika ada beban pada *loadcell* akan diteruskan ke spesimen melalui dudukan yang bergerak. Pengujian kekuatan tekan, dipengaruhi oleh beberapa faktor dari kondisi pengujian seperti penyiapan spesimen, kondisi kelembaban temperatur ruang uji, dan sebagainya. Pengujian tekan dibagi menjadi dua yaitu pengujian tekan tepi dan pengujian arah ketebalan. Pada penelitian ini, pengujian tekan didasarkan pada standar ASTM D695, dengan persamaan sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{P_{max}}{A} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana:

σ = kekuatan tekan tepi (N/mm²),

P_{max} = adalah beban tekan maksimal

A = luas penampang (mm²) (Fatoni, dkk., 2018).

2.8 Pengujian Statistik

A. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan dasar dilakukannya uji statistik dengan suatu prosedur pengujian yang digunakan untuk mengetahui data yang diuji berasal dari populasi atau berada dalam sebaran yang terdistribusi normal atau berada dalam populasi atau berada dalam sebaran data yang tidak normal. Distribusi normal adalah data yang berasal simetris dengan modus, mean dan median berada di pusat. Distribusi normal juga disebut sebagai distribusi tertentu yang memiliki karakteristik berbentuk seperti lonceng jika dibentuk menjadi sebuah histogram. Berikut ini beberapa alasan untuk dilakukannya pengujian normalitas pada data yang digunakan.

1. Variabel dependen yang banyak, sering kali berasumsi bahwa jika mendapatkan seluruh populasi pengamatan, umumnya dalam populasi diasumsikan terdistribusi secara normal karena distribusi yang dihasilkan akan sangat mirip dengan distribusi normal.
2. Seringkali mengasumsikan terlebih dahulu bahwa variabel setidaknya mendekati terdistribusi normal, maka perlu dilakukan uji normalitas sehingga pengujian ini memungkinkan untuk memberikan kesimpulan terhadap nilai-nilai variable tersebut, baik yang tepat maupun perkiraan.
3. Menguji normalitas data sering kali diikuti sertakan dalam suatu analisis statistika inferensial untuk satu atau lebih kelompok sampel. Hasil sebaran data uji normalitas menjadi sebuah asumsi yang digunakan sebagai syarat untuk menentukan jenis pengujian statistik apa yang dipakai dalam penganalisaan selanjutnya (Nuryadi, dkk., 2017).

Data berskala ordinal, interval, ataupun rasio biasanya diukur dengan uji normalitas. Jika analisis menggunakan metode parametrik, maka perlu dilakukan uji normalitas dengan data yang dihasilkan berasal dari distribusi yang normal sebagai persyaratan dari uji parametrik tersebut. Jika data tidak

berdistribusi normal, atau jumlah sampel sedikit dan jenis data adalah nominal atau ordinal maka metode yang digunakan adalah statistik *non* parametrik. Melalui uji normalitas yang digunakan ini, dapat diketahui apakah data yang diperoleh terdistribusi normal atau tidak. Dasar pengambilan keputusannya adalah jika nilai L hitung $>$ L tabel maka H_0 ditolak, dan jika nilai L hitung $<$ L tabel maka H_0 diterima. Hipotesis statistik yang digunakan yaitu dengan H_0 : sampel berdistribusi normal sedangkan pada H_1 : sampel data berdistribusi tidak normal. Meskipun demikian, apabila sebaran data suatu penelitian yang mengungkapkan ternyata adanya data yang diketahui tidak normal, hal tersebut bukan berarti harus berhenti penelitian itu sebab masih ada fasilitas statistik *non* parametrik yang dapat dipergunakan apabila data tersebut tidak berdistribusi normal (Nuraydi, dkk., 2017). Membuat grafik distribusi frekuensi atas skor yang ada merupakan uji normalitas yang dilakukan paling sederhana. Selain karena data yang diuji, kemampuan dalam mencermati *plotting* data juga mempengaruhi pengujian kenormalan. Kesimpulan yang ditarik kemungkinan akan salah jika jumlah data yang cukup banyak dan penyebarannya yang tidak 100% normal atau tidak normal sempurna. Beberapa diantara uji normalitas yang dapat dilakukan adalah Uji Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk (Usmadi, 2020).

Uji Kolmogorov Smirnov dan uji Shapiro-Wilk adalah suatu tes *goodness-of-fit*, yang berarti perolehan hasil uji yang diperhatikan dari tingkat kesesuaian antara distribusi teoritis tertentu. Tes ini menetapkan data yang berasal dari suatu populasi dengan distribusi tertentu dapat dikatakan termasuk dalam sampel yang masuk akal. Tes mencakup perhitungan distribusi frekuensi kumulatif yang akan terjadi di bawah distribusi teoritisnya, serta membandingkan distribusi frekuensi itu dengan distribusi frekuensi kumulatif hasil observasi. Distribusi teoritis tersebut merupakan representasi dari apa yang diharapkan di bawah H_0 . Tes Ini menerapkan suatu titik dimana kedua distribusi yakni teoritis dan terobservasi memiliki perbedaan terbesar. Melalui distribusi samplingnya dapat diketahui adanya

perbedaan besar yang mungkin terjadi hanya karena kebetulan saja. Distribusi sampling akan menunjukkan adanya perbedaan besar yang perlu diamati dan mungkin terjadi apabila observasi-observasi tersebut benar-benar berasal dari suatu sampel random dari distribusi teoritis. Penggunaan uji normalitas pada Kolmogorov-Smirnov untuk sampel besar atau lebih dari 50 (>50). Sedangkan pada Shapiro-Wilk untuk sampel kecil atau kurang dari 50 ($< 0,05$ maka distribusi adalah tidak normal, dan nilai Sig. atau signifikansi atau nilai probabilitas $> 0,05$ maka distribusi adalah normal (Nuryadi, dkk., 2017).

B. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas adalah suatu prosedur uji statistik yang dimaksudkan untuk memperlihatkan bahwa dua atau lebih kelompok data sampel berasal dari populasi yang memiliki variansi yang sama. Uji ini dilakukan sebagai prasyarat dalam analisis *independent sample t test* dan ANOVA. Dalam analisis varian atau ANOVA asumsi yang mendasari adalah bahwa varian dari populasi tersebut adalah sama. Uji kesamaan dua varian digunakan untuk mengetahui sebaran data tersebut homogen atau tidak, yaitu dengan membandingkan kedua variannya. Jika mempunyai varian yang sama besarnya dari dua kelompok data atau lebih, maka uji homogenitas tidak perlu dilakukan lagi karena datanya sudah dianggap homogen. Ketentuan dari dilakukannya uji homogenitas apabila kelompok data tersebut dalam distribusi normal. (Nuryadi, dkk., 2017).

Uji homogenitas dilakukan untuk menunjukkan bahwa perbedaan yang terjadi pada uji statistik parametrik akibat adanya perbedaan antar kelompok yang benar-benar terjadi, bukan sebagai akibat perbedaan dalam kelompok. Sebelum membandingkan dua kelompok atau lebih, uji homogenitas varian sangat diperlukan agar perbedaan yang ada bukan disebabkan oleh adanya perbedaan data dasar seperti ketidakhomogenan kelompok yang dibandingkan. Pengujian homogenitas juga dimaksudkan untuk memberikan keyakinan bahwasannya sekumpulan data yang dilakukan proses analisis benar-benar berasal dari populasi yang keragamannya tidak jauh berbeda.

Perhitungan uji homogenitas dapat dilakukan dengan beberapa metode yang umumnya digunakan yaitu seperti uji Harley, Cochran, levene dan Barlett (Nuryadi, dkk., 2017).

C. ANOVA

ANOVA (*Analysis of variance*) merupakan suatu analisis statistik yang dilakukan untuk menguji adanya pengaruh perbedaan rata-rata antar grup. Kelebihan dari Anova adalah pengujian dapat dilakukan dari dua kelompok yang berbeda. Anova biasa digunakan sebagai alat analisis untuk membuktikan adanya perbedaan rerata antara kelompok dari hipotesis penelitian. Ciri khas dari pengujian ANOVA ditandai dengan adanya satu atau lebih variabel bebas sebagai faktor penyebab dan akibat atau efek dengan adanya faktor dari satu atau lebih variabel respons. Pengujian ANOVA dapat dilakukan karena pada variabel terikat setiap perlakuan adanya data yang terdistribusi normal atau distribusi normal pada residual. Sedangkan agar hasil penelitian dapat digunakan sebagai generalisasi maka syarat normalitas diasumsikan dengan sampel diambil secara acak sehingga seluruh populasi terwakilkan. Adapun Jenis ANOVA berdasarkan variabel bebasnya atau jumlah variabel faktor independen dan variabel terikatnya atau jumlah variabel responden dari dependen variabel berdasarkan *univariate* sebagai berikut.

1. *Univariate One Way Analysis of Variance* yaitu apabila variabel bebas dan variabel terikat jumlahnya satu.
2. *Univariate Two Way Analysis of Variance* yaitu apabila variabel bebas jumlahnya dua, sedangkan variabel terikat jumlahnya satu.
3. *Univariate Multi way Analysis of Variance* yaitu apabila variabel bebas jumlahnya lebih dari dua, sedangkan variabel terikat jumlahnya satu.

Sedangkan berdasarkan *multivariate* sebagai berikut

1. *Multivariate One Way Analysis of Variance* yaitu apabila variabel bebas dan variabel terikat jumlahnya lebih dari satu.

2. *Multivariate Two Way Analysis of Variance* yaitu apabila variabel bebas jumlahnya dua, sedangkan variabel terikat jumlahnya lebih dari satu.
3. *Multivariate Multi way Analysis of Variance* yaitu apabila variabel bebas jumlahnya lebih dari dua, sedangkan variabel terikat jumlahnya lebih dari satu.

Jenis lain yang menggunakan prinsip ini adalah:

- a. *Repeated Measure Analysis of variance*.
- b. *Analysis of Covariance* (ANCOVA).
- c. *Multivariate Analysis of covariance* (MANCOVA) (Nuryadi, dkk., 2017).

2.9 Aplikasi Material Komposit Serat Alam

Berkembangnya teknologi, lingkungan menjadi objek penting yang terus diperhatikan, semakin banyak material yang berasal dari alam dapat dimanfaatkan. Salah satunya yaitu material yang digunakan sebagai bahan komposit. Produk komposit menghasilkan peningkatan sifat mekanik akibat dari kombinasi bahan pengikat atau matriks yakni resin *polyester* dan pengisi yang berupa serat alam seperti serat ijuk. Pengaplikasian material komposit banyak digunakan sebagai industri otomotif, perlengkapan rumah tangga dan komponen pesawat yang memproduksi komposit secara aktif dengan berbagai jenis bagian serat alam untuk komponen interiornya. Aplikasi lain dari komposit dengan serat alam juga digunakan pada aplikasi yang berbeda sebagai material isolasi, seperti meniup insulasi, menuangkan insulasi, bahan insulasi suara benturan dan panel plafon untuk insulasi termal, serta peredam suara akustik. Serat alam menunjukkan perkembangan yang berkelanjutan dalam arsitektur, banyak dijumpai dengan berbagai macam material bangunan, bentuk, dan bahkan meningkatkan material yang biasa digunakan saat ini. Komposit polimer yang diperkuat dengan serat alam telah menunjukkan potensi besar dalam otomotif sebagai bagian-bagian tubuh, perabot rumah tangga, pengemasan makanan, pertanian, bangunan biomedis, dan

aplikasi residensial. Berikut ini aplikasi komposit beserta standar sifat mekanik yang harus dimiliki pada aplikasi tersebut (Habibie, dkk., 2021).

Tabel 2. 3 Nilai Kuat Tarik dan Kuat Tekan Produk Komposit

Produk	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tekan (MPa)
Helm	35-60	4,078
Cover Knalpot	139,5	3,423
Plafon	0,624897	4,158
Assy Back RFV EDoortrim	30	
Beton	5,96	55
Tangki Air	30	16
Papan Skateboard	363,67	5,63
Papan Partikel	1,81	8,0415
Lambung Kapal	151,52	52,56