

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dalam perkembangan topik penelitian ini, ada beberapa hasil yang dicapai dari penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan proses pembuatan komposit hingga proses *finishing* produk.

Dari Penelitian tentang komposit serat bambu dengan variasi jenis matrik sebagai material alternatif peredam suara, diperoleh nilai massa jenis *matriks* tanpa serat lebih besar daripada nilai massa jenis komposit serat bambu dengan jenis resin yang sama digunakan tiap variasi (Perdana, 2018).

Hasil pengujian statistik menurut *Analysis of Variance* (ANOVA) menunjukkan bahwa arah irisan / iratan secara *radial* dan tangensial terhadap serat bambu tidak mempengaruhi secara signifikan kekuatan dari material komposit (BRP). Faktor yang berpengaruh secara signifikan kekuatan dari material komposit BRP adalah jenis bambu dan variasi serat (dianyam, tidak dianyam dan serat acak) (Manuputty & Berhita, 2010).

Berdasarkan penelitian sebelumnya didapatkan metode pembuatan komposit berbahan baku serat dari bambu tali (G. apus). Kondisi optimal diperoleh dari komposit serat dari proses soda dengan resin epoksi, dengan perbandingan berat antara serat terhadap resin, yaitu 1:1,5; yang akan menghasilkan papan serat dengan kerapatan tinggi (0,87 g/cm³). Selain itu, sifat-sifat fisik lainnya seperti kadar air (3,85%), perubahan panjang (0,16%), pengembangan tebal (5,55%) dan penyerapan (8,92%), keteguhan lentur (2568,5 kg/cm²) dan modulus elastisitasnya (10.605 kg/cm²) dapat memenuhi standar yang berlaku untuk Papan Serat Kerapatan tinggi, berdasarkan SNI 01 – 4449 – 2006 (Mutia, 2017).

Pesatnya perkembangan komposit serat alam mengakibatkan bergesernya keberadaan bahan sintesis yang biasa digunakan sebagai penguat komposit, seperti serat gelas, karbon, kevlar, silikon karbida, aluminium oksida, dan boron. Sebagai contoh, PT. Toyota di Jepang memanfaatkan serat kenaf sebagai penguat

bahan komposit untuk interior mobil, dan produsen mobil Daimler-Benz memanfaatkan komposit serat abaka sebagai penguat bahan untuk pembuatan *dashboard* (Salahudin, 2012).

Potensi pengembangan produk otomotif dengan bahan baku komposit polimer serat alam belum cukup mampu menggantikan serat gelas maupun serat karbon dalam segi standar keselamatan khusus untuk komponen eksterior. Diketahui dengan cara membandingkan hasil kekuatan tarik (*tensile strength*) dari hasil-hasil penelitian yang sudah pernah dilakukan. Akan tetapi pengembangan produk otomotif dengan komposit polimer serat alam dapat dilakukan untuk komponen interior saja. Sebagai contoh, PT. Toyota di Jepang telah memakai bahan komposit polimer ber-*filler* serat kenaf untuk komponen panel mobil (Sulaiman & Rahmat, 2018).

2.2 Komposit

Komposit pada umumnya terdiri dari matriks dan penguat. Sifat-sifat komposit tidak dapat dilepaskan dari pengaruh kekuatan serat sebagai salah satu penyusun utama komposit, dengan kandungan serat yang tinggi maka kekuatan tariknya juga akan tinggi, tetapi dengan kekuatan tarik yang tinggi belum tentu sifat-sifat lain juga akan lebih baik. Oleh karena itu perbandingan jumlah resin dan serat merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan sifat-sifat material komposit (Lutfi, 2018).



Gambar 2.1 Susunan Komposit

Sumber : (“Pengertian Material Komposit” 2019)

Pembuatan material komposit pada umumnya memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Mampu memperbaiki sifat mekanik maupun sifat spesifik tertentu.
2. Mempermudah bentuk yang sulit pada manufaktur.
3. Dapat membentuk produk komposit dengan leluasa sehingga dapat menghemat biaya.
4. Menjadikan bahan lebih ringan.

2.2.1 Bagian Utama Komposit

1. Matriks

Matriks dalam teknologi komposit didefinisikan sebagai suatu material yang berfungsi sebagai pengisi dan pengikat yang mendukung, melindungi dan dapat mendistribusikan beban dengan baik ke material penguat komposit. Untuk itu matriks haruslah memiliki sifat yang ideal yaitu tangguh, ulet dan cukup kuat. Matriks merupakan fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matriks mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a. Mengalirkan tegangan ke serat.
- b. Membentuk ikatan koheren, permukaan matriks/serat.
- c. Melindungi serat.
- d. Memisahkan serat.
- e. Melepas ikatan.
- f. Tetap stabil setelah proses manufaktur.

Sifat matriks yang ideal adalah tangguh, ulet dan cukup kuat. Matriks berfungsi untuk mengikat serat, meneruskan beban dan mencegah propagasi perpindahan serat ke seluruh komposit. Temperatur cair matriks yang rendah membatasi penggunaan komposit pada temperatur tinggi (Perdana, 2018).

2. Reinforcement (penguat)

Salah satu bagian utama dari komposit adalah reinforcement (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Adanya dua penyusun komposit atau lebih menimbulkan beberapa daerah dan istilah penyebutannya, yaitu Matriks (penyusun dengan fraksi volume terbesar), Penguat (Penahan beban utama), Interfase (pelekat antar dua penyusun), interface

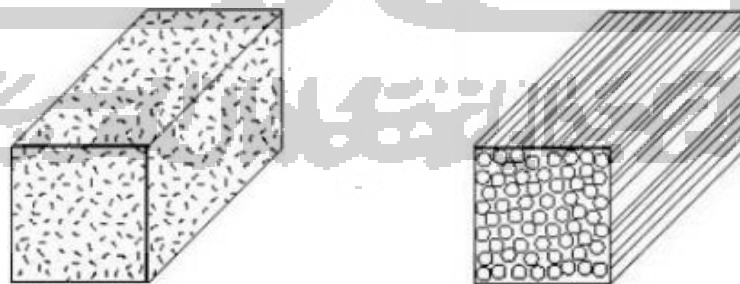
(permukaan fase yang berbatasan dengan fase lain). Secara struktur mikro material komposit tidak merubah material pembentuknya (dalam orde kristalin) tetapi secara keseluruhan material komposit berbeda dengan material pembentuknya karena terjadi ikatan antar permukaan antara matriks dan *filler*. Syarat terbentuknya komposit adanya ikatan permukaan antara matriks dan *filler*. Ikatan antar permukaan ini terjadi karena adanya gaya adhesi dan kohesi. Dalam material komposit gaya adhesi-kohesi terjadi melalui 3 cara utama :

- a. *Interlocking* antar permukaan → ikatan yang terjadi karena kekasaran bentuk permukaan partikel.
- b. Gaya elektrostatis → ikatan yang terjadi karena adanya gaya tarik-menarik antara atom yang bermuatan (ion).
- c. Gaya van der waals → ikatan yang terjadi karena adanya penutupan antar partikel.

2.2.2 Jenis Komposit Berdasarkan *Reinforcement*

Klasifikasi menurut bentuk struktur penyusunnya (*reinforcement*), komposit dibedakan menjadi beberapa macam antara lain :

1. *Fiber composite*, 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*) (Ardianto, 2014).



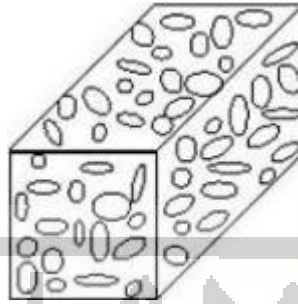
1. *random fiber composite*

2. *unidirectional fiber composite*

Gambar 2.2 Komposit serat (*fiber composite*)

Sumber : (Ardianto, 2014)

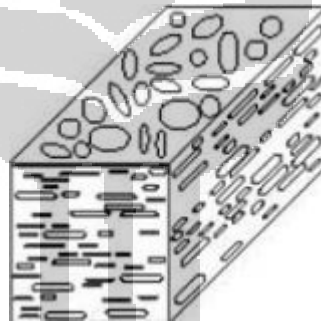
2. *Filled composite*, adalah komposit dengan penambahan material ke dalam matriks dengan struktur tiga dimensi (Ardianto, 2014).



Gambar 2.3 *Filled composite*

Sumber : (Ardianto, 2014)

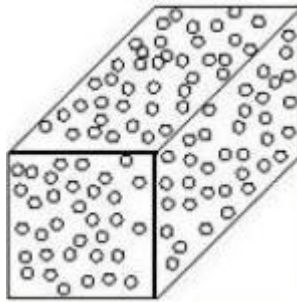
3. *Flake composite*, adalah komposit dengan penambahan material berupa serpih ke dalam matriksnya. Flake dapat berupa serpihan mika dan metal (Ardianto, 2014).



Gambar 2.4 Komposit serpih (*flake composite*)

Sumber : (Ardianto, 2014)

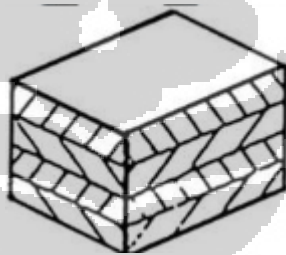
4. *Particulate composite*, adalah salah satu jenis komposit di mana dalam matriks ditambahkan material lain berupa serbuk/butir. Perbedaan dengan *flake* dan *fiber composites* terletak pada distribusi dari material penambahnya. Dalam *particulate composites*, material penambah terdistribusi secara acak atau kurang terkontrol daripada *flake composites*. Sebagai contoh adalah beton (Ardianto, 2014).



Gambar 2.5 Komposit partikel (*particulate composite*)

Sumber : (Ardianto, 2014)

5. *Laminate composite* adalah komposit dengan susunan dua atau lebih *layer*, di mana masing-masing *layer* dapat berbeda beda dalam hal material, bentuk, dan orientasi penguatannya (Ardianto, 2014).

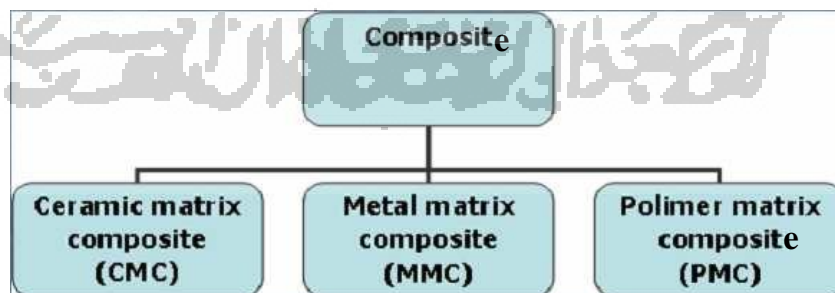


Gambar 2.6 Laminate composite

Sumber : (Ardianto, 2014)

2.2.3 Jenis Komposit Berdasarkan Matriks

Berdasarkan dari jenis pengisi (matriks), komposit dapat dibedakan menjadi tiga jenis seperti pada Gambar 2-7. yaitu :



Gambar 2.7 Jenis komposit berdasarkan jenis matriksnya

Sumber : (Perdana, 2018)

1. PMC (*Polymers Matrix Composite*)

PMC merupakan komposit yang menggunakan material polimer sebagai matriks. Contohnya : polimer diperkuat serat gelas (GFRP) dan polimer diperkuat serat karbon (CFRP) (Perdana, 2018)

Komposit PMC ini memiliki sifat :

- a. Biaya pembuatan yang rendah
- b. Ketangguhan baik
- c. Tahan simpan yang cukup lama
- d. Siklus fabrikasi dapat dipersingkat
- e. Kemampuan mengikuti bentuk (luwes)
- f. Ringan.

Jenis polimer yang sering digunakan :

1) *Thermoplastic*

Thermoplastic adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali (*recycle*) dengan menggunakan energi panas.

2) *Thermoset*

Thermoset tidak dapat mengikuti perubahan suhu (irreversibel) (Perdana 2018).

2. CMC (*Ceramic Matrix Composite*)

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) (Perdana, 2018).

Komposit CMC ini bersifat :

- a. Sangat tangguh bahkan hampir sama dengan ketangguhan dari cast iron.
- b. Mempunyai karakteristik permukaan yang tahan aus.
- c. Unsur kimianya stabil pada temperatur tinggi.
- d. Tahan pada temperatur tinggi (*creep*).

- e. Kekuatan dan ketahanan korosi yang tinggi.

Matriks yang sering digunakan pada CMC adalah :

- a. Gelas inorganik.
- b. Keramik gelas
- c. Alumina
- d. Silikon Nitrida

3. MMC (*Metal Matrix Composite*)

Metal Matrix composite adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matriks logam. Material MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Pada mulanya yang diteliti adalah *Continuous Filamen* MMC yang digunakan dalam aplikasi *aerospace* (Perdana, 2018).

Komposit MMC ini bersifat :

- a. Transfer tegangan dan regangan yang baik
- b. Ketahanan terhadap temperatur tinggi
- c. Tidak menyerap kelembaban.
- d. Tidak mudah terbakar.
- e. Kekuatan tekan dan geser yang baik.
- f. Ketahanan aus dan muai termal yang baik.

Matriks pada MMC bersifat :

- a. Mempunyai keuletan yang tinggi.
- b. Mempunyai titik lebur yang rendah.
- c. Mempunyai densitas yang rendah.

2.3 *Resin Polyester*

Resin Poliester sangat banyak macamnya, dapat termoset maupun termoplastik, dan pemakaiannya pun luas. Resin Poliester ini dibuat dengan mereaksikan dihidrik alkohol dengan asam dikarboksilat. Hasilnya dapat jenuh (*saturated*) atau tak jenuh (*unsaturated*), tergantung ada tidaknya ikatan rangkap dalam polimer liniernya. Poliester jenuh kebanyakan dipergunakan untuk pembuatan serat, bukan untuk perekat.

Poliester tak jenuh lazim dipakai sebagai resin laminasi atau digabung dengan penguat-serat sebagai formulasi cetakan komposit. Poliester tak jenuh dapat dimodifikasi dengan minyak dan asam lemak menjadi resin alkid atau sebagai pengubah sifat perekat lain (misalnya *polyurethane* dari isosianat). Poliester tak jenuh termoset, memiliki berbagai tipe dan kode berdasarkan dari pabrik atau merek yang memproduksinya. Yang paling dikenal adalah resin Poliester dari Justus, SHCP (Singapore Highpolymer Chemical Product), Yukalac, Arindo, Eterna, dan lain sebagainya.

Tiap-tiap pabrik mengeluarkan kode resin yang berbeda-beda walaupun memiliki kemiripan sifat dari resin tersebut. Sebagai contoh Resin 157 BQTN yang dikeluarkan oleh Justus, memiliki sifat dan wujud yang hampir sama dengan Resin 268 BQTN yang dikeluarkan oleh SHCP, walaupun kekuatan dari masing-masing resin tersebut sedikit berbeda. Untuk resin dengan sifat dan kualitas yang lain SHCP juga memberi kode resin berbeda pula, misalnya Resin 2668 WNC dengan wujud yang lebih kental daripada 268 BQTN disesuaikan dengan sifat dan kegunaannya.

Kode resin yang sama juga berlaku walaupun diproduksi oleh pabrik atau merk yang berbeda, misalnya kode 157 BQTN yang diproduksi oleh Justus namun juga diproduksi oleh Yukalac dengan kode resin yang sama. Resin tersebut memiliki massa jenis $1,5 \text{ gr/cm}^3$. Tetapi untuk wujud resin yang sama belum tentu juga memiliki kode, sifat dan kualitas resin yang sama. Misalnya resin Bening atau *Upcast* yang beredar memiliki kode 108 untuk resin yang dikeluarkan oleh Justus dan resin dengan kode 3126 CMX untuk resin yang dikeluarkan oleh SHCP memiliki perbedaan sifat dan kualitas yang cukup signifikan dengan harga yang berbeda pula.

Penggunaan dari resin poliester tak jenuh (unsaturated) beragam sesuai dengan karakteristik tiap resin. Resin *Upcast* dengan kode 108 dan 3126 adalah resin yang paling umum dijual di pasaran dengan istilah resin bening. Resin *Upcast* Bening ini biasanya digunakan sebagai bahan pelapisan tipis (*coating*) atau bisa juga sebagai bahan utama pembuatan kerajinan tangan (*handcraft*), misalnya gantungan kunci, *nametext*, piala dan lain sebagainya.

Resin Upcast Bening ini memiliki kelemahan jika terkena paparan sinar UV matahari yang cukup lama akan berubah menjadi menguning. Resin poliester dengan kode 2668 adalah resin dengan warna merah muda, yang umumnya digunakan sebagai pelapis genteng, pelapis kaca, pelapis badan perahu, pelapis bak mandi dan lain sebagainya (Perdana, 2018).

2.4 Katalis

Katalis adalah zat kimia yang membantu mempercepat proses pengerasan (curing). Pengeras bergabung secara kimia dengan bahan rekatannya. Pengeras dapat berupa monomer, polimer atau senyawa campuran. Tanpa tambahan katalis reaksi proses awal perubahan bentuk resin dari bentuk cairan menjadi bentuk padat (polimerisasi) pada temperatur kamar (27 °C) atau pengerasan antar komponen resin menjadi sangat lama bahkan bisa berbulan-bulan (Perdana, 2018). Hasil uji kekuatan *bending* dan tarik tertinggi diperoleh pada penggunaan katalis 1% terhadap resin *polyester* yaitu 132 Mpa dan 62 Mpa (Hestlawan 2017).

2.5 Gelcoat

Gelcoat adalah material yang digunakan untuk menghasilkan *high quality finishing* pada permukaan luar komposit. *gelcoat* diaplikasikan kedalam cetakan dalam keadaan cair dengan proses penyemprotan atau rol kuas. *Gelcoat* didesain untuk melindungi bagian terluar dari komposit (M.Y, 2015).

2.6 Cobalt Blue

Kobalt adalah bahan kimia yang berbentuk cair, berwarna biru mirip tinta dan mempunyai aroma tidak sedap. Cairan ini digunakan untuk tambahan campuran adonan resin dan katalis, agar adonan lebih merekat pada met dan mempercepat pengerasan adukan *fibreglass*. Terlalu banyak menambahkan *Kobalt* dapat mengakibatkan hasil *fibreglass* yang getas (rapuh) (Ikhsan, 2016).

2.7 Wax

Bahan ini sepiintas mirip mentega/keju ketika masih di dalam wadahnya. Berfungsi sebagai pelicin pada tahap pencetakan yang menggunakan *mal/molding*, agar antara *molding* dengan hasil cetakan tidak saling melekat, sehingga dengan mudah dapat dilepaskan (Ikhsan, 2016).

2.8 Fiberglass

Fiberglass atau dalam bahasa Indonesia dikenal sebagai kaca serat dan serat gelas merupakan kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis dengan diameter sekitar 0,005 sampai dengan 0,01 mm. Serat ini selanjutnya dipintal menjadi benang atau ditenun menjadi kain kemudian diresapi dengan resin sehingga menjadi material yang kuat dan tahan korosi. *Fiberglass* memiliki banyak kegunaan seperti dalam pembuatan perahu, mobil, tangki air, atap, perpipaan, dan pelapisan (*coating*) (Triadji, 2015).

2.9 PVA

PVA (Poly Vinyl Alcohol) adalah agen pelepas cetakan yang dapat dilap, diseka atau disemprotkan ke berbagai pola dan permukaan cetakan untuk memberikan penghalang pelepasan yang sangat kompatibel dan handal untuk poliester, ester vinil, dan komposit epoksi (Composites, 2019)

2.10 NaOH

Natrium Hidroksida anhidrat berbentuk kristal berwarna putih. NaOH bersifat sangat korosif terhadap kulit. Istilah yang paling sering digunakan dalam industri yaitu soda kaustik. Soda kaustik apabila dilarutkan dalam air akan menimbulkan reaksi eksotermis (H.Surest 2010). Serat bambu apus yang sudah direndam dengan air yang dicampur NaOH 5% selama 2 jam. Tujuan proses alkali ini untuk meningkatkan kekuatan tarik dari serat bambu dengan mengurangi unsur selulosa yang terdapat pada serat tersebut, sehingga serat bambu lebih menyerap resin (matriks) dan ikatan interfase antara serat dengan matriks menjadi lebih kuat (Perdana, 2018).

2.11 Bambu

Bambu adalah tanaman yang biasa tumbuh di daerah yang beriklim tropis. Salah satu jenisnya adalah genus bambusa. Dalam survei statistik yang pernah dilakukan dijelaskan bahwa 80% dari total bambu di dunia berada di daerah asia selatan dan asia tenggara. Dari banyaknya bambu di daerah tersebut mayoritas didominasi oleh bambu dengan genus bambusa. Di Indonesia sendiri, bambu merupakan tanaman yang jumlahnya sangat melimpah (Lutfi, 2018).

Bambu adalah salah satu tanaman yang seratnya dapat dijadikan bahan dasar komposit yang berbahan alami. Tanaman bambu dapat berdiri dengan tegak karena tersusun atas serat-serat panjang yang beruas-ruas. Hal tersebut membuat bambu dapat menjadi salah satu bahan alami material komposit yang kuat, kokoh dan ringan (Lutfi, 2018).

Diantara jenis-jenis bambu yang banyak ditemukan di Indonesia adalah sebagai berikut :

1. *Bambusa Vulgaris Schrad*

Jenis bambu ini memiliki ciri-ciri kulit berwarna kuning, hijau, hijau bertotol coklat, hijau bergaris kuning dan kuning bergaris hijau. Rumpun bambu ini tidak teratur dan tidak rapat. Jenis bambu ini memiliki tinggi rata-rata antara 10-20 meter, berdiameter 10-20 cm dan memiliki tebal 6- 15 mm. Bambu-bambu yang termasuk jenis bambu ini antara lain adalah bambu kuning, bambu tutul, dan bambu ampel.

2. *Gigantochloa Apus Bl.Ex (Sculf.F) Kurz*

Jenis bambu ini biasa tumbuh di ketinggian 1000 m diatas permukaan laut. Jenis bambu ini dapat tumbuh sampai dengan 8-11 meter dengan panjang setiap ruasnya sekitar 45-65 cm. Jenis bambu ini memiliki diameter 5-8 cm dengan tebal dinding 13-15 mm. Jenis bambu biasa dikenal dengan nama bambu apus atau bambu tali dan banyak ditemukan di Indonesia. Jenis bambu ini memiliki sifat mekanik tertentu (Lutfi, 2018). Massa jenis bambu apus ini yaitu 0,714 gr/cm³ (Perdana 2018)

Tabel 2.1 Sifat Mekanik Bambu Apus (Perdana, 2018)

Sifat Mekanik	Mpa
Kekuatan Tarik	53, 53
Kekuatan Luluh	32,06
Modulus Elastisitas	9901,96
Kekuatan Tekan	49,41
Kekuatan Geser	3,872
Kekuatan Tarik Tegak Lurus Serat	2,77

2.12 Proses Cetakan Tekan

Proses cetakan tekan cetakan ini menggunakan hydraulic sebagai penekannya. Fiber yang telah dicampur dengan resin dimasukkan ke dalam rongga cetakan, kemudian dilakukan penekanan Resin termoset khas yang digunakan dalam proses cetak tekan ini adalah *polyester, vinil ester, epoxies*, dan *fenolat* (Ilham, 2017).

2.13 Hand Lay-up

Hand layup merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Proses dari pembuatan dengan metode ini adalah dengan cara menuangkan resin dengan tangan kedalam serat berbentuk anyaman, rajutan atau kain, kemudian memberi tekanan sekaligus meratakan resin menggunakan rol atau kuas. Proses tersebut dilakukan berulang ulang hingga ketebalan yang diinginkan tercapai. Pada proses ini resin langsung berkontak dengan udara dan biasanya proses pencetakan dilakukan pada temperatur kamar (Porwanto & Johar, 2008). Kelebihan penggunaan metode ini:

1. Mudah dilakukan.
2. Cocok di gunakan untuk komponen yang besar
3. Volumennya rendah

2.14 Fraksi Volume Komposit

Jumlah kandungan serat dalam komposit, merupakan hal yang terjadi perhatian khusus pada komposit berpenguat serat. Jumlah serat serta karakteristik dari serat tersebut merupakan salah satu elemen kunci dalam analisis mikromekanik komposit. Untuk menghitung fraksi volume, parameter yang harus diketahui adalah berat jenis matriks, berat jenis serat, berat komposit. Untuk pembuatan komposit dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan fraksi. Fraksi pada pembuatan komposit terdiri dari dua, yaitu fraksi volume serat dan fraksi berat komposit. Apabila dalam pembuatan komposit yang diketahui adalah massa jenis serat (ρ_f) dan massa jenis matriks (ρ_m) maka, komposit dapat dihitung dengan menggunakan fraksi volume serat (Perdana, 2018). Perhitungan fraksi volume komposit dihitung sebagai berikut :

$$Vol_{serat} (cm^3) = Vol_{serat} (\%) \times Vol_{total\ komposit} (cm^3) \dots\dots\dots(1)$$

$$Massa_{serat} (gram) = \rho \times Vol_{serat} (cm^3) \dots\dots\dots(2)$$

$$Vol_{matriks} (cm^3) = Vol_{serat} (\%) \times Vol_{total\ komposit} (cm^3) \dots\dots\dots(3)$$

$$Massa_{matriks} (gram) = \rho \times Vol_{matriks} (cm^3) \dots\dots\dots(4)$$

Sedangkan untuk massa jenis serat dengan menggunakan persamaan :

$$\rho_f = \frac{MassaSerat}{VolumeSerat}$$