

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

*Vacuum bagging* adalah penyempurnaan dari proses hand lay-up yang menggunakan konsep menciptakan vakum untuk menghilangkan udara yang terperangkap dan kelebihan resin sehingga rongga yang dibuat akan dihilangkan dari laminasi. Ini adalah teknik yang efektif, hemat biaya yang menggunakan tekanan vakum untuk memberikan rasio serat terhadap resin yang dioptimalkan dalam aspek kekuatan (Achmad Rahadiyanto, 2018).

*Hand lay up* (HLU) adalah metode yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Adapun 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 (Farhan Luthfi, 2018).

Kelebihan penggunaan metode ini:

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

Pada metode *hand layup* ini resin yang paling banyak di gunakan adalah polyester dan epoxies. Aplikasi pembuatan komposit menggunakan metode ini

biasanya digunakan pada material atau komponen yang sangat besar, seperti pembuatan kapal, bodi kendaraan, bilah turbin angin, bak mandi, perahu( Farhan Luthfi,2018)

Komposit umumnya terdiri dari dua atau lebih material, yaitu serat sebagai bahan penguat dan bahan pengikat serat-serat tersebut yaitu matriks. Unsur komposit yang utama adalah serat, sedangkan bahan polimer menjadi pengikat yang mudah di bentuk dan memiliki daya pengikat yang tinggi. Kegunaan utama dari serat adalah sebagai penentu karakteristik dari bahan komposit. Material komposit memiliki kelebihan mudah diarahkan, sehingga kekuatan komposit dapat diatur sesuai dengan yang dikendaki. Diantara sifat-sifat istimewa yang dimiliki komposit adalah kuat, ringan, mampu bersaing dengan bahan logam tanpa kehilangan kekuatan dan karakteristik mekanisnya dan tidak terpengaruh oleh korosi (Sari, dkk 2012).

## **2.2 Landasan teori**

### **2.2.1 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. Material komposit pada umumnya banyak digunakan pada industri otomotif, dirgantara maupun perkapalan. Komponen penguat dari komposit secara umum berbahan dasar serat kaca, kevlar, dan karbon. Sedangkan untuk matriksnya biasanya menggunakan resin epoxy.

Kelemahan dari struktur sandwich komposit yaitu rentan terhadap beban impact (Pieczonka dkk, 2014). Metode komposit terbagi menjadi dua proses yaitu proses cetakan terbuka dan proses cetakan tertutup (Nayiroh (2013)). Oleh karena itu perbandingan jumlah resin dan serat merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan sifat - sifat material komposit dari sekian banyak jenis material pembentuk komposit, semua dapat di klasifikasikan menjadi tiga bagian yaitu :

- 1) Matriks
- 2) Material penguat (*reinforcement*)
- 3) Material pengisi (*filler*)

Komposit dibagi menjadi 3 grup besar, yaitu :

- 1) Komposit matriks polimer (*polimer matriks komposit*)

Disebut juga dengan FRP (*Fibre Reinforced Polymer or Plastics*). Material ini menggunakan resin sebagai matriks dan serat gelas, aramid atau karbon sebagai penguatnya.

- 2) Komposit matriks logam (*metal matriks komposit*)

Material ini menggunakan metal sebagai matriks (seperti aluminium) dan diperkuat dengan serat seperti silikon karbida.

- 3) Komposit matriks keramik (*Ceramic matrix composite*)

Biasa dipakai untuk lingkungan suhu tinggi.

Pemilihan serat dalam komposit sangat penting karena serat (*Reinforcement*) menentukan kekuatan dasar dari produk komposit. Pilihlah serat yang menghasilkan rasio serat terhadap resin yang tinggi. Proses aplikasi juga menentukan rasio serat terhadap resin. Metode *Pultrusion, RTM, Vacuum*

*Bagging, Filament Winding* meningkatkan rasio serat terhadap resin yang tinggi di banding dengan proses *Hand Lay Up* atau *Spray Up*.

### 2.2.2 Resin

Resin Resin adalah bahan kimia yang berbentuk cair, menyerupai minyak goreng, tetapi agak kental. Ada 3 tipe dari resin yang digunakan untuk pembuatan komposit, diantaranya sebagai berikut :

#### 1. Resin epoksi

Resin epoksi mengandung struktur epoksi atau *axirene*. Resin ini berbentuk cairan kental atau hampir padat, yang digunakan untuk material ketika hendak dikeraskan. Resin epoksi jika direaksikan dengan *hardener* untuk sistem *curing* pada temperatur ruang dengan resin epoksi pada umumnya adalah senyawa poliamid yang terdiri dari dua atau lebih group amina. *Curing time* sistem epoksi bergantung pada kereaktifan atom hidrogen dalam senyawa amina. Reaksi *curing* pada sistem resin epoksi secara eksotermis, berarti dilepaskan sejumlah kalor pada proses *curing* berlangsung. Epoksi memiliki ketahanan korosi yang lebih baik dari pada *polyester* pada keadaan basah, namun tidak atahan terhadap asam. Epoksi memiliki sifat mekanik, listrik, kestabilan dimensi, daya rekat(*adhesi*) dan penahan panas yang baik.

#### 2. Resin polyester

Resin *polyester* mempunyai harga yang murah, mudah digunakan dan sifat versalitnya. Sealin itu *Polyester* juga mempunyai daya tahan terhadap impact, tahan terhadap cuaca, transparan, dan efek permukaan yang baik. Kerugian dari resin ini ialah memiliki daya rekat yang kurang baik dan sifat inhibisi dari udara

dan filler. Jenis *hardener* pada sistem *curing* untuk resin *polyester* kebanyakan adalah peroksida seperti *benzoin peroksida* atau *peroksida metil etil keton* yang lebih dikenal dengan nama MEKPO. Sedangkan filler yang banyak digunakan adalah kalsium karbonat karena harganya murah dan kemampuannya yang cukup tinggi dalam kekuatan terhadap tekanan.

Berdasarkan jenisnya resin *polyester* dibedakan menjadi :

1. *Resin Orthophalic*

Tahan terhadap air laut dan asam lemah, mengandung promotor.

2. *Resin Isophthalic*

Tahan terhadap asam dan garam, tidak tahan terhadap basa, belum mengandung promotor.

3. *Resin Bisphenolic,*

Tahan terhadap asam, basa dan garam.

4. Resin Vinil Ester

Resin ini dihasilkan dari *methacrylic* atau *acrylic acid* dengan *bisphenol diepoxid* dengan katalis *benzyl dimethylamine* dan *triphenyl phosphine* menghasilkan *bisphenol A epoxy dimethacrylates vinyl ester*). Produk *vinyl ester* mempunyai *flexural properties* dan performa kimia yang tinggi.

Tabel 2.1. Perbedaan Jenis Resin(Bibit,2017).

Jenis Resin	Termoset		
	Epoxy	Vinyl Ester	Polymer
Nama Polimer	Epoxy	Vinyl Ester	Polymer
Specific gravity	1,11-1.40	1,16-1,35	1,04-1,46
Tensile Strength (Mpa)	27,58-89,63	72,39-81,01	4,14-89,63

Tensile Modulus (10 <sup>3</sup> Mpa)	2,413	2,413-4,137	2,068-3,447
Elongation (%)	3-6	3,5-5,5	1-5
Flexural Strength (Mpa)	89,63-1444,79	117,21- 124,11	58,61-158,58

Tabel 2.2 Perbandingan Secara Umum Karakteristik antara Epoxy, Vinylester dan Polymer(Bibit,2017).

Sifat – sifat	<i>Epoxy</i>	<i>Vinyl ester</i>	<i>Polymer</i>
Pengerjaan ( <i>Workkability</i> )	Kurang	Cukup-baik	Baik
Teknikal Strength	Baik	Baik	Cukup
Heat Distortion Temp.	~100°C	100-165°C	~120°C
Ketahanan kimia			
Asam	Kurang baik	Baik	Baik
Basa	Baik	Cukup-baik	Tidak bias- cukup
Pelarur/Solvent	Kurang	Cukup-baik	Cukup
Asam Pengoksidasi	Tidak bisa	Cukup-baik	Kurang-baik
Daya tahan cuaca	Kurang baik	Cukup	Kurang-cukup
Penyusutan	~1	~5-9	~7-10

Tugas akhir ini menggunakan *polyester Yukalac BQTN 157*.

### 2.2.3 Serat

*Fiber reinforced plastic* (FRP) ialah produk yang terdiri dari campuran resin, bahan penguat fiber dan *additive* (pigment, filler) yang digabung dan diproses agar didapat performa yang spesifik, sesuai dengan kebutuhan. Bahan penguat fiber terdiri dari :

- 1) Serat gelas
- 2) Serat Aramide (brand : *Nomex, Kevlar, Twaron, New Star*)
- 3) Serat karbon

Pada industri 75% serat fiber yang digunakan ialah jenis fiber glas, yang memiliki fungsi sebagai berikut :

- a. Meningkatkan Tensile dan Flexural Strength
  - b. Meningkatkan Flexural Modulus (Stiffness)
  - c. Meningkatkan Impact Strength
  - d. Meningkatkan ketahanan terhadap pengaruh suhu
  - e. Mempertahankan kestabilan bentuk
  - f. Memungkinkan dipakai untuk struktur/kerangka
- Berdasarkan bentuknya *fiber glas* dibedakan menjadi :
    - 1) *Chopped Strand Mat* (CSM)

Dibuat dari untaian fiber glas yang dipotong kurang lebih 1 inci dan di ikat dengan binder powder atau polyester emulsi.

- 2) *Woven Roving* (WR)

Disebut juga *Roving Cloth* ialah lembaran fiber glas yang di anyam dari *continuous roving*

### 3) Roving

Roving ialah lembaran fiber glas dari *continuous yarn*, tipenya : *Conventional Roving* untuk *Spray up*, *Direct Roving* untuk *Filament Winding*, *Roving AR Glass* untuk *GRC*.

### 4) *Multiaxial Fabric*

Tipe serat yang memakai sedikit binder atau tidak memakai binder mempunyai kemampuan menyerap resin dengan bagus, kekuatan mekanik tinggi dan hemat resin.

### 5) *Fiberglass Net For Marble*

Biasanya dengan berat 60/80 Gr/m<sup>2</sup>, berbentuk kotak-kotak.

### 6) *Chopped Strand*

Tipe AR glas, potongan ar glas berukuran  $\pm 12$  mm.

### 7) *Fiber Cloth*

Biasanya tipe E-glas dan S-glas, serat lebih halus dan hasil produk memiliki kekuatan tinggi dan permukaan rata

### 8) *Glassron Powder*

Serbuk serat gelas yang sangat halus ( $\pm 325$  mesh), sangat baik untuk filler multi fungsi.

### 9) *Surfacing Mat/ Surfacing veil/ tissue mat*

C- glas tahan terhadap bahan kimia.



- Berdasarkan bentuknya tipe glas untuk *structural reinforcement*, terbagi menjadi :
  - 1) *A glass* (Soda Lime) fiber tahan alkali
  - 2) *E glass* (Electrical resistance) rendah alkali, tensile baik, impact kurang
  - 3) *C glass* (Chemical resistance)
  - 4) *AR Glass* tahan terhadap al kali
  - 5) *S glass*
- Perbedaan *Chopped Strand Mat* (CSM) dan *Woven Roving* (WR) :
  - 1). *Fiber glass content chopped strand mat*  $\pm 30\%$  dan *Woven Roving*  $\pm 50\%$ , semakin tinggi fiber glass maka sifat mekaniknya semakin baik.
  - 2) Impregasi resin pada CSM lebih mudah dibandingkan dengan WR Hasil CSM lebih rata dari pada WR.
  - 3) Transparansi pada CSM lebih baik dari pada WR.

Tabel 2.3 Perbedaan C-Glass dan E-glass(Bibit,2017).

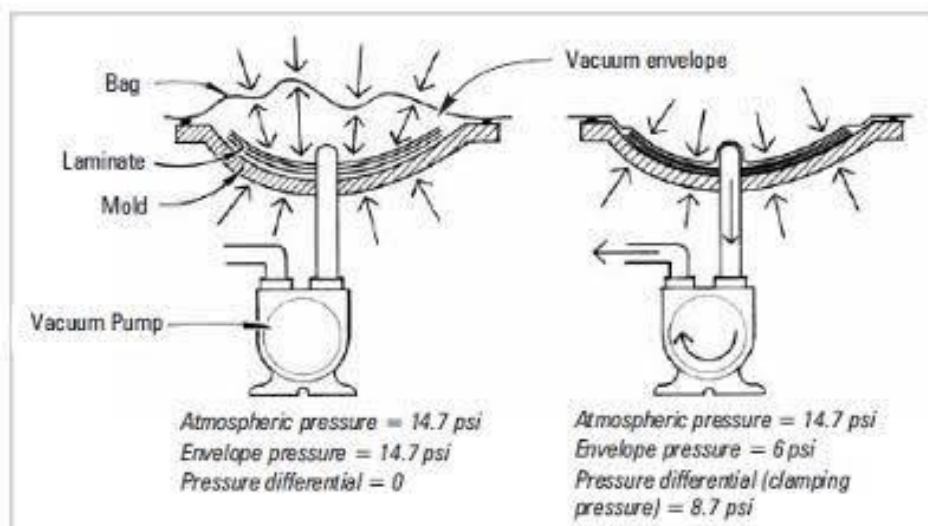
Sifat	C-Glass	E-Glass
Warna	Putih mengkilap	Putih doff/agak kehijauan
Ketebalan	Tidak rata	Rata
Transparansi pada panel Hasil	Jelek/menyerat	Bagus/tidak menyerat

Jenis serat yang digunakan pada proses pembuatan panel adalah jenis serat gelas acak/*chopped strand mat*.

### 2.2.4 Vacuum bagging

*Vacuum bagging* adalah salah satu metode untuk guna penyempurnaan dari proses *hand lay-up*, metode ini menggunakan vakum untuk menghilangkan kelebihan resin dan udara yang terperangkap sehingga rongga yang terjadi akibat adanya endapan udara yang ada pada laminasi dapat diminimalisir. Ini adalah teknik yang efektif, hemat biaya yang menggunakan tekanan vakum untuk memberikan rasio serat terhadap resin yang dioptimalkan dalam aspek kekuatan (Aparna, dkk, 2016).

Pada proses ini digunakan pompa vakum untuk menghisap udara yang ada dalam wadah atau mold tempat diletakkannya komposit yang akan dilakukan proses pencetakan. Dengan dilakukan vakum dalam wadah atau mold tersebut maka udara yang berada diluar penutup plastik akan menekan kearah dalam. Hal ini akan menyebabkan udara yang terperangkap dalam spesimen komposit akan dapat diminimalisir. Proses kerja ini dapat dilihat pada gambar 1. :



Gambar 1 Proses kerja *vacuum infusion* (Bibit, 2017).

Pada alat terdapat rangkaian atau penggabungan beberapa komponen dan bahan yang diperlukan untuk membuat produk. Berikut tabel komponen dan bahan yang diperlukan pada alat *vacuum bagging*.

Tabel 2.4 *vacuum bagging* (Bibit,2017).

NO.	Alat
1.	Pompa vakum/ <i>vacuum pump</i>
2.	Selang/ <i>infusion</i>
3.	Konektor vakum bag/ <i>vacuum bag conector</i>
4.	Alat keamanan/ <i>safety tools</i>

Tabel 2.5 Bahan *vacuum infusion*(Bibit,2017).

NO	Matriks
1	Epoksi/ <i>epoxy</i>
2	Jelcot/ <i>gellacoat (Resin+Hardener+White Pigmen)</i>
3	Wax
4	Fiberglass/ Fiber Karbon
5	Plastic adhesif/ <i>Adhesive plastic</i>

### 2.2.5 Proses manufaktur dengan metode *vacuum bagging*

*Vacuum bagging* menggunakan tekanan atmosfer sebagai penjepit untuk menekan lapisan laminasi secara bersamaan dengan tekanan yang sama rata. Laminasi disegel di dalam sebuah kantong kedap udara. Kantong tersebut merupakan sebuah cetakan kedap udara pada satu sisi dan kantong kedap udara di sisi lain. Ketika kantong disegel ke cetakan, tekanan pada luar dan dalam kantong

ini sama dengan tekanan atmosfer: 11,6 psi. Kemudian pompa vakum menghisap udara dari bagian dalam kantong, tekanan udara dalam kantong berkurang sementara tekanan udara di luar kantong tetap pada 11,6 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. Tekanan realistik diferensial (tekanan klem) sebesar 0,4-0,8 bar.

### **2.2.6 Contoh dan aplikasi**

Contoh penggunaan alat *vacuum bagging* ini pada pelapisan bahan setengah jadi dan pada proses produksi untuk mencetak produk-produk yang cukup rumit dari bahan fiberglass dalam jumlah produksi yang kecil (*custom production*). Seperti contoh produk hasil dari *Vacuum bagging* ialah pada proses pembuatan helm, spion mobil, body motor, mobil, perahu/boat, cano, perangkat elektronik, dan lain sebagainya. Jikalau menggunakan metode *hand lay up* dan *press mold* maka kerataan resin, pembuatan press, maupun penekanan juga akan berpengaruh pada hasil produk. Dengan metode ini untuk membuat suatu barang produksi yang memiliki bentuk yang cukup rumit, maka akan mengurangi kerusakan akibat dari beberapa pengaruh tersebut. Seperti beberapa contoh, gambar 2, gambar 3, gambar 4 dan gambar 5 :



Gambar 2. Helm las



Gambar 3. Helm kendaraan bermotor



Gambar 4. Spion mobil



Gambar 5. Spakbor sepeda motor