



Perbandingan Kekuatan Material Hasil Metode *Hand Lay-up* dan Metode *Vacuum Bag* Pada Material *Sandwich Composite*

Mokhamad Azissyukhron, Syarif Hidayat

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : ¹mazissyukhron@gmail.com, ²syahid@polban.ac.id

ABSTRAK

Komposit merupakan material yang tersusun atas campuran antara dua atau lebih material yang berbeda dengan masing-masing sifat kimia dan sifat fisiknya sehingga diperoleh sifat material yang lebih baik dari material penyusunnya. Dalam proses pembuatannya terdapat beberapa metode yang digunakan, diantaranya ialah metode *hand lay-up* yang menjadi metode paling sederhana dan metode *vacuum bag* yang menjadi metode penyempurnaan dari metode *hand lay-up*. Secara umum dalam proses pengerjaannya kedua metode tersebut tidak berbeda jauh, hanya saja pada metode *vacuum bag* dilakukan proses penyedotan menggunakan alat vakum yang bertujuan untuk menghilangkan resin yang berlebih dan udara yang terperangkap pada laminasi sehingga didapat komposit dengan sifat material yang lebih baik dari komposit hasil metode *hand lay-up*. Sehingga objek penelitian ini adalah melakukan pengujian material terhadap material komposit *sandwich* hasil dari metode *hand lay-up* dan *vacuum bag* dengan proses uji Tarik untuk mengetahui perbedaan sifat materialnya. Pengujian ini dilakukan terhadap 5 spesimen dengan dimensi yang mengacu pada standarisasi ASTM D3039 dari masing-masing metode tersebut. Dari proses pengujian material yang dilakukan dengan proses uji Tarik, diperoleh nilai dari parameter seperti *maximal force*, *tensile strength*, dan *young's/elastic modulus*. Hasil uji Tarik terhadap specimen hasil kedua metode tersebut diketahui bahwa specimen hasil metode *vacuum bag* memiliki sifat material yang lebih baik dengan nilai rata-rata *maximal force* 1075.490 N, rata-rata *tensile strength* 7.507 MPa, dan rata-rata *young's / elastic modulus* 463.810 MPa.

Kata Kunci

Komposit, hand lay-up, vacuum bag, uji tarik

1. PENDAHULUAN

Komposit merupakan material yang tersusun atas campuran antara dua atau lebih material yang berbeda dengan masing-masing sifat kimia dan fisiknya [1]. Pada umumnya komposit tersusun atas 2 material utama [2], yaitu matriks yang merupakan fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar pada komposit yang berfungsi sebagai perekat dan pelindung, dan *reinforcement* yang merupakan bagian komposit yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit.

Dewasa ini penggunaan material komposit sudah sangat luas, baik digunakan untuk pembuatan peralatan kehidupan sehari-hari ataupun pembuatan komponen di suatu industri. Hal tersebut karena material komposit memiliki sifat material yang lebih baik dibandingkan dengan material penyusunnya. Selain itu, komposit juga relatif lebih mudah dalam proses pembuatannya dibandingkan dengan proses pembuatan material lainnya. Dalam memproduksi material komposit terdapat beberapa metode yang digunakan, namun metode yang sering digunakan ialah metode *hand lay-up*. Tingkat kemudahan atau

tersebut menjadi alasan untuk dipilihnya sebagai metode pembuatan komposit. Namun disamping kemudahan dalam proses pembuatannya, komposit hasil metode ini terkadang terdapat bagian yang berongga akibat udara yang terperangkap diantara matriks dan serat yang dapat mempengaruhi kekuatan komposit tersebut.

Selain metode *hand lay-up*, metode yang kerap kali digunakan adalah metode *vacuum bag*. Metode tersebut merupakan metode penyempurnaan dari metode *hand lay-up* dimana pada metode ini tidak hanya dilakukan laminasi saja melainkan dilakukan tahapan *vacuum* terhadap laminasi untuk menghilangkan resin yang berlebih dan menghilangkan udara yang terperangkap pada laminasi [3]. Dengan definisi tersebut, komposit hasil metode tersebut akan menjadi lebih baik dibandingkan dengan metoda *hand lay-up*. Oleh sebab itu pada penelitian ini akan dibahas mengenai komposit hasil dari kedua metode tersebut.

2. UJI TARIK

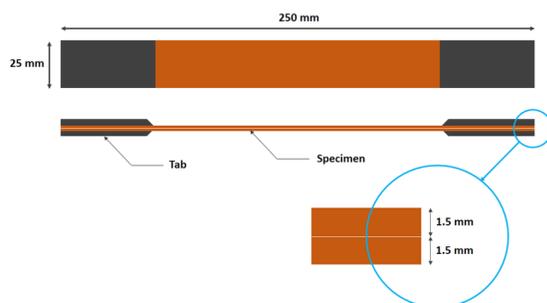
Pada penelitian ini untuk mengetahui perbedaan kekuatan komposit hasil metode *hand lay-up* dan metode *vacuum bag* digunakan pengujian material dengan memberikan gaya berupa tarikan, yang disebut dengan uji Tarik. Dengan uji Tarik minimal dapat mengetahui modulus elastisitas, tegangan dan regangan, kekuatan luluh serta *ultimate strength* [4]. Dengan demikian dapat diketahui perbedaan kekuatan dari material yang sama namun dengan metode pembuatan yang berbeda.

3. PROSES PEMBUATAN SPESIMEN DAN UJI TARIK

3.1 Pembuatan Spesimen

Material yang akan digunakan sebagai bahan pengujian adalah material *sandwich composite*. Dalam pembuatan spesimen material tersebut digunakan bahan-bahan atau material penyusunnya berupa *Styrofoam* atau gabus yang berfungsi sebagai pengganti *honeycome*, *fiberglass* atau serat kaca, wax, serta *resin* dan *hardener epoxy*. Kemudian untuk alat yang digunakan ialah timbangan digital, gelas sebagai wadah campuran *resin* dan *hardener*, pengaduk, kuas roller kecil sebagai alat bantu melaminasi, plastik tebal yang digunakan untuk proses *vacuum bag*, lakban yang digunakan untuk merekatkan plastik, pompa *vacuum* atau *vacuum cleaner*, selang, 2 papan kayu ukuran 30cm x 30cm, dan gunting atau *cutter*.

Dalam proses pembuatan spesimen yang pertama kali dilakukan setelah menyiapkan alat dan bahan ialah memotong *Styrofoam* dan serat kaca sesuai ukuran standarisasi yang digunakan. Penulis menggunakan standarisasi ASTM D3039 yang mana dimensi spesimen adalah 250mm x 25mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Kemudian timbang serat kaca untuk mengetahui beratnya, hal tersebut untuk dapat menentukan seberapa banyak resin dan *hardener* yang dibutuhkan. (NOTE: Fraksi Volume serat kaca dan matriks menggunakan 50:50). Setelah itu campurkan *resin* dan *hardener* sesuai dengan yang dibutuhkan.



Dalam proses pembuatan spesimen secara *hand lay-up*, lapis papan kayu yang sudah dilapisi wax dengan matriks secukupnya dan ratakan seluas ukuran spesimen yang akan dibuat. (NOTE: Olesi papan kayu dengan panjang 260mm dan lebar 250mm untuk mendapatkan 10 buah spesimen). Kemudian letakan serat kaca diatas lapisan matriks tadi dan oleskan matriks sedikit dan ratakan. Kemudian letakan *Styrofoam* diatas serat kaca yang terlapis matriks tadi dan oleskan matriks sedikit dan ratakan. Setelah itu letakan serat kaca lagi diatas *Styrofoam* tadi dan oleskan matriks dan ratakan kembali. Langkah berikutnya adalah letakan papan kayu lainnya diatas lapisan komposit terakhir sebagai penutupnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Laminasi Ditutup dengan Papan Kayu

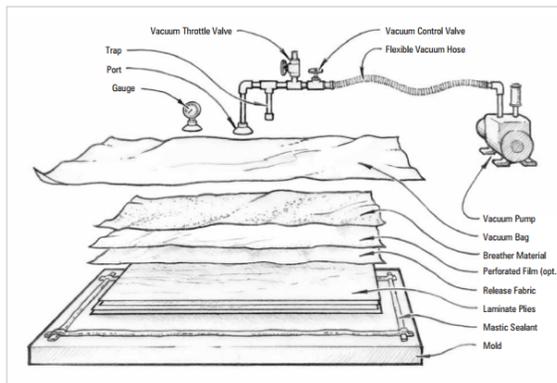
Dalam proses pembuatan spesimen dengan menggunakan metode *vacuum bag* secara keseluruhan langkahnya sama seperti pada metode *hand lay-up*, hanya saja pada metode ini setelah proses laminasi selesai, laminasi yang tertutup oleh papan kayu dimasukan kedalam plastik tebal yang setiap sisi plastik tersebut direkatkan dengan lakban. Hal tersebut bertujuan untuk mencegah kebocoran saat proses *vacuum*. Pada proses *vacuum*, penulis menggunakan alat yang sederhana yaitu hanya menggunakan plastik sebagai wadah laminasi untuk dilakukan *vacuum* dan menggunakan *vacuum cleaner* sebagai pompa vakumnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Secara teori atau prosedur yang ada, proses *vacuum bag* menggunakan alat-alat yang lengkap seperti yang dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Vacuum Cleaner



Gambar 5. spesimen yang sudah dipotong

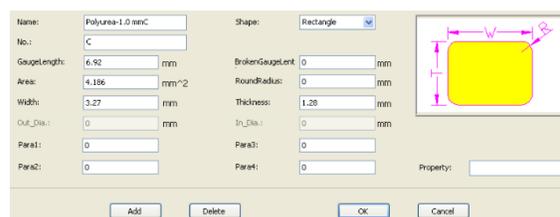


Gambar 4. Alat Vacuum Bag [3]

3.2 Proses Uji Tarik

Sebelum melakukan pengujian terhadap material, terlebih dahulu potong material *sandwich composite* yang sebelumnya sudah dibuat dan kering (waktu pengeringan selama 24 jam) sesuai standarisasi ASTM D3039 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Potong material komposit yang sudah diberi tanda tersebut menggunakan *cutter* dan alat bantu penggaris. Dengan ukuran pembuatan yang sudah dilakukan akan didapat masing-masing 10 spesimen. Spesimen yang akan di uji hanya 5 buah sedangkan sisanya dipotong menjadi bagian kecil dengan ukuran 56mm x 25mm yang akan digunakan sebagai *tab/gripping* yang diletakan dan direkatkan menggunakan lem CA disetiap ujung spesimen baik permukaan atas dan bawah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Setelah spesimen dipotong sesuai dengan dimensi standarisasi ASTM D3039, selanjutnya dilakukan tahap Uji Tarik terhadap spesimen tersebut. Uji Tarik ini menggunakan alat Uji Tarik model KJ-1065 yang memiliki gaya maksimum sebesar 3500 N atau setara dengan 375 kg. Langkah pertama yang dilakukan adalah menghidupkan komputer dan buka *software* Uji Tarik, kemudian pastikan komputer (*software* Uji Tarik) dan mesin Uji Tarik sudah terhubung. Kemudian spesimen diukur kembali dimensi *thickness*, *gauge length*, dan *width* yang kemudian dimensi tersebut diisikan pada kolom seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Kemudian posisikan specimen dengan benar dengan mengencangkan *bolt* menggunakan kunci L yang berada pada setiap penjepit untuk memastikan penjepit dapat menjepit spesimen dengan benar seperti yang ditunjukkan Gambar 7. Setelah spesimen sudah dalam posisi yang benar, sebelum melakukan pengujian, pastikan angka-angka di *software* tersebut bagian atas nilainya NOL, apabila belum NOL dapat di NOL kan dengan cara mengklik tombol ZERO setelah itu dapat dilakukan pengujian dengan mengklik tombol TEST seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Name:	Polyurea-1.0 mmC	Shape:	Rectangle
No.:	C	BrokenGaugeLen:	0 mm
Gauge length:	6.92 mm	RoundRadius:	0 mm
Area:	4.186 mm ²	Thickness:	1.28 mm
Width:	3.27 mm	In_Dia.:	0 mm
Out_Dia.:	0 mm	Para1:	0
Para1:	0	Para3:	0
Para2:	0	Para4:	0
Property:			

Gambar 6. Input Dimensi Spesimen Pada Software



Gambar 7. Posisi Spesimen Pada Mesin Uji Tarik



Gambar 8. Tampilan Software Uji Tarik (TM2101) Siap Uji

4. HASIL

Berdasarkan beberapa kelebihan menggunakan metode *vacuum bag* yang dicantumkan sebelumnya, didapat hasil spesimen sesuai dengan kelebihan tersebut. Spesimen hasil *vacuum bag* secara fisik tidak terlihat adanya rongga udara yang artinya tidak adanya udara yang terjebak saat proses laminasi yang kemudian dilakukan proses penyedotan/*vacuum*. Secara beratnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9, spesimen hasil *vacuum bag* lebih ringan dibandingkan dengan hasil *hand lay-up* itu artinya matriks yang berlebih dapat di hilangkan.



Gambar 9. (a) spesimen hasil hand lay-up (b) spesimen hasil vacuum bag

Uji Tarik yang dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik model KJ-1065 dengan *software* TM2101 dapat menampilkan *maximum force*, *tensile strength*, *young's modulus*, *elongation percentage*, *area*, dan juga beberapa bentuk kurva dari beberapa parameter seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Parameter yang ditampilkan software uji Tarik

Pada pengujian setiap 5 spesimen hasil dari kedua metode yang digunakan tersebut didapat perbedaan nilai beberapa parameter yang ditampilkan. Pada Tabel 1 menunjukkan hasil uji Tarik untuk spesimen hasil metode *hand lay-up* diperoleh nilai rata-rata *max. Force* yang diterima sebesar 491.309 N, *tensile strength* sebesar 3.429 MPa, dan *young's/elastic modulus* sebesar 170.848 MPa. Dan untuk menentukan nilai *yield strength* diukur dari tegangan pada regangannya 0.2% seperti pada Gambar 12.

Tabel 1. Hasil Uji Tarik Terhadap Spesimen Hasil Metode Hand Lay-up

HAND LAY-UP			
Spesimen No	Max. Force (N)	σ_t (MPa)	Young's Modulus (MPa)
1	583.650	3.891	147.426
2	446.552	2.977	205.498
3	455.804	3.254	230.953
4	659.343	4.956	145.914
5	311.198	2.066	124.449
Mean	431.309	3.429	170.848

Tabel 2 menunjukkan hasil uji Tarik terhadap material komposit metode *vacuum bag* diperoleh nilai rata-rata *max.force* sebesar 1075.490 N, *tensile strength* sebesar 7.507 MPa, dan *young's/elastic modulus* sebesar 463.810 MPa.

Tabel 2. Hasil Uji Tarik Terhadap Spesimen Hasil Metode Vacuum Bag

VACUUM BAG			
Spesimen No	Max. Force (N)	σ_t (MPa)	Young's Modulus (MPa)
1	838.405	6.843	657.433
2	1106.110	7.708	410.585
3	1075.215	7.290	347.909
4	1412.744	9.536	468.420
5	944.977	6.158	434.702
Mean	1075.490	7.507	463.810

5. KESIMPULAN

Berdasarkan perbandingan sifat material komposit *sandwich* dari hasil metode *hand lay-up* dan *vacuum bag* dapat disimpulkan dengan data yang telah diperoleh. Diantaranya bahwa material hasil metode *hand lay-up* dengan nilai modulus elastisitas sebesar 170.848 MPa lebih elastis daripada material hasil *vacuum bag* yang memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 463.810 MPa. Dari segi ketahanan kedua material tersebut, untuk material metode *vacuum bag* lebih baik ketahanannya dengan dapat menahan gaya

Tarik rata-rata sebesar 1075.490 N dibandingkan dengan material metode *hand lay-up* yang hanya dapat menahan gaya Tarik rata-rata sebesar 491.309 N. Dan dari segi berat, material metode *vacuum bag* lebih ringan dibandingkan dengan material hasil metode *hand lay-up*, hal tersebut karena pada metode *vacuum bag* resin yang berlebih dapat dikeluarkan dari laminasi, berbeda dengan metode *hand lay-up*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan terkhusus kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian ini diantaranya kepada:

1. Bapak M. Ilyas yang telah membantu dalam proses pembuatan specimen.
2. Bapak Dr. Carolus Bintoro, M.T yang telah meminjamkan alat Uji Tarik.
3. Bapak Dr. Syarif Hidayat, Dipl. Ing., M.T selaku Kepala Lab. Struktur pesawat udara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. C. Dorworth, G. L. Gardiner and G. M. Mellema, Essentials of ADVANCED COMPOSITE FABRICATION & REPAIR, Washington: Aviation Supplies & Academics, Inc., 2009.
- [2] A. K. Kaw, Mechanis of Composite Materials Second Edition, New York: Taylor & Francis Group, 2006.
- [3] Vacuum Bagging Technique, Bay City: Gougeon Brothers Inc, 2010.
- [4] S. Sutjipto, Aircraft Material - Ferrous, Bandung, 2011.
- [5] A. Setiawan, M. M. A. Gifari and R. H. Putra, "Tensile Strength Improvement of LLBC Material for Low Speed Wind Turbine Rotor Blade by Varying Composite Matrix," 2018.