

MANUFAKTUR BODI KENDARAAN *SHELL ECO MARATHON* (SEM) TIPE URBAN BAHAN KOMPOSIT SERAT KARBON

Sutarto¹, Muftil Badri²

Laboratorium Hidraulik dan Pneumatik, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

¹Sutarto125@yahoo.com, ²Muftilbadri@yahoo.com

+6285271006059

ABSTRACT

In the development of manufacturing industry the use of composite materials began to be widely used. One of them is composite by using fiber glass or fiber carbon, because of its characteristic that can be designed close to certain needs. In addition the specific strength and stiffness are far exceeding the engineering material in general. This research uses carbon fiber composite material as vehicle body material Shell Eco Marathon (SEM), Which a fraction volume of 70% resin polyester and 30% of carbon fiber. The composite is made using Hand Lay Up method that produces vehicle body SEM of consist of main frame and styrofoam. The result of manufacturing the SEM vehicle body is obtained, so that it can be used as an Urban SEM vehicle body.

Keywords: Composite, Carbon Fiber, Hand Lay Up, Shell Eco Marathon (SEM)

1. Pendahuluan

Shell Eco Marathon (SEM) adalah sebuah ajang kompetisi kendaraan hemat bahan bakar minyak (BBM) internasional untuk mahasiswa. Pada lomba ini setiap tim mahasiswa harus membangun kendaraan yang mampu menempuh jarak terjauh dengan satu liter bahan bakar minyak.

Pada lomba SEM, kendaraan diklasifikasikan dalam dua jenis. Pertama adalah kelas *prototype*, pada kelas ini dilombakan kendaraan *futuristic* dengan tiga roda yang mengutamakan desain *aerodinamis* dan bodi ringan agar pemakaian BBM sehemat mungkin. Kedua adalah kelas konsep *urban* dengan empat roda yang dirancang mendekati kebutuhan kendaraan perkotaan masa kini. Kendaraan konsep *urban* berbentuk *city car* yang lebih realistis digunakan di dalam kota dengan memenuhi standar keamanan dan keselamatan yang mencukupi.

Dalam dunia industri manufaktur penggunaan material komposit mulai banyak dikembangkan, salah satu material komposit yang paling sering digunakan oleh dunia industri yaitu material komposit dengan pengisi berupa serat kaca maupun serat karbon. Saat ini bahan komposit yang diperkuat dengan serat merupakan bahan teknik yang banyak digunakan karena kekuatan dan kekakuan spesifik yang jauh di atas bahan teknik pada umumnya, sehingga sifatnya dapat didesain mendekati kebutuhan [1]. Polimer sebagai bahan matriks sering digunakan karena mudah diolah dan kerapatannya relatif rendah bila dibandingkan

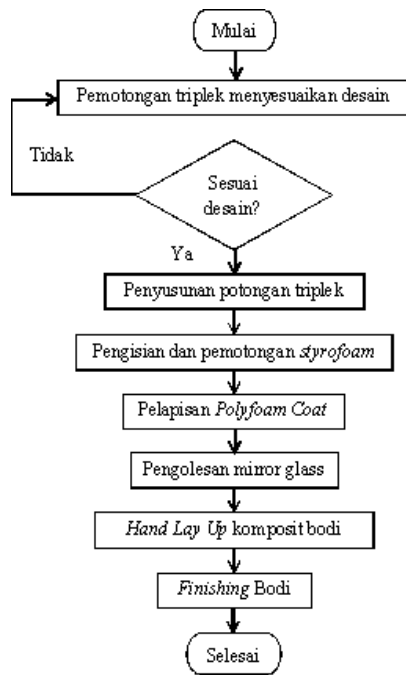
dengan bahan lainnya. Polimer menunjukkan sifat mekanik yang sangat baik [2].

Komposit adalah gabungan dua atau lebih komponen dengan sifat dan batas yang berbeda diantara dua komponen. Komponen penyusun komposit terdiri dari material pengisi dan material pengikat, sifat dari material komposit ini tergantung dari material pengisi dan material pengikat. Material pengisi merupakan bagian utama dari material ini berfungsi sebagai matrik yang dimana sifat akan mempengaruhi material komposit, biasanya komposisi dari matriks lebih dari 50%. Komponen lainnya ialah material pengikat, dasar material pengikat ini berbentuk serat dan memiliki sifat kekakuan dan kekuatan yang tinggi, biasanya komposisi dari material serat ini kurang dari 50% [3].

Pada penelitian ini akan difokuskan pada manufaktur bodi kendaraan *shell eco marathon* (SEM) tipe urban bahan komposit serat karbon. Pada proses manufaktur bodi SEM menggunakan metode *hand lay up*.

2. Metodologi

Dalam manufaktur bodi kendaraan SEM ada beberapa tahapan yang harus dikerjakan diantaranya yaitu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian.

2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Alat yang digunakan.

Jenis	Nama Alat	Spesifikasi
Alat ukur	1 Gelas Ukur	1000 ml
	2 Mistar Gulung	5 meter
	3 Jarum suntik	5 ml
Alat produksi	1 Gerinda	Gerinda tangan
	2 Jig Saw	-
	3 Wire cutter	-
	4 Amplas	80 Mesh
	5 Gunting	-
	6 Kuas	5 inci
Alat Safety	7 Kuas Roll	-
	1 Sarung tangan	-
	2 Masker	-
	3 Kacamata	-

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam manufaktur bodi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Bahan yang digunakan.

No	Bahan	Spesifikasi
1	Resin Poliester	Resin Eternal 2250
2	Katalis	Katalis MEKPO
3	Triplek	Ketebalan 9 mm
4	Styrofoam	Ketebalan 10 mm

Tabel 2 Bahan yang digunakan (Lanjutan).

No	Bahan	Spesifikasi
5	Lakban kertas	-
6	Plastisin	-
7	Lem Styrofoam	-
8	Wax	-
9	Polyfoam Coat	-
10	Serat Karbon	HS T300

Resin poliester digunakan sebagai matrik dalam pembuatan komposit. Resin poliester yang digunakan ialah resin Eternal 2250 dengan bahan tambahan katalis MEKPO (*Methyl Ethyl Ketone Peroxide*) sebagai pengerasnya. Serat yang digunakan pada pembuatan komposit ini ialah serat karbon dan serat kaca.

1) Resin Poliester dan Katalis

Resin poliester digunakan sebagai matrik dalam pembuatan komposit. Resin poliester yang digunakan ialah resin Eternal 2250 dengan katalis MEKPO (*Methyl Ethyl Ketone Peroxide*) sebagai pengerasnya. Resin dan katalis MEKPO ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Resin dan Katalis.

2) Serat Karbon

Serat karbon digunakan sebagai bahan utama pembuatan komposit bodi. Serat karbon yang digunakan yaitu jenis HS T300. Serat karbon dapat dilihat pada Gambar 3.

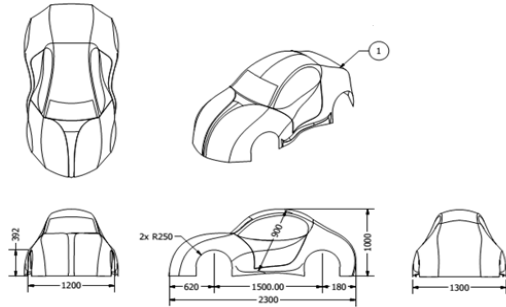


Gambar 3 Serat Karbon.

2.3 Cetakan

Cetakan komposit serat karbon dan serat kaca berukuran panjang 2300 mm, lebar 1300 mm dan

tinggi 1000 mm. Cetakan bodi kendaraan ini terbuat dari triplek yang telah dipotong dan disesuaikan dengan desain yang dibuat. Kemudian disusun hingga membentuk bodi mobil. Bentuk cetakan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Cetakan.

2.4 Manufaktur

Pada tahapan manufaktur ini akan melakukan pembuatan cetakan bodi dan pembuatan bodi mobil, manufaktur komposit lamina untuk penelitian ini menggunakan metode *hand lay up* dengan cetakan semua teori tentang pembuatan cetakan dan pembuatan bodi digunakan pada tahapan ini. Proses pembuatan bodi menggunakan komposit serat karbon yaitu pertama melakukan pemotongan triplek menyesuaikan bentuk desain yang telah di desain oleh Yudi (Tim Riset). Sebelum di lakukan pemotongan triplek diukur terlebih dahulu menyesuaikan ukuran desain dari kerangka utama. Setelah dilakukan pengukuran langkah selanjutnya dilakukan pemotongan lembaran triplek, seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Proses Pembentukan Kerangka Utama

Setelah dilakukan pemotongan lembaran triplek kemudian dilakukan penyusunan kerangka. Kerangka ini terdiri dari berbagai rangka utama yang di pasang secara tegak dan melintang. Setelah rangka utama terbentuk kemudian merakit lembaran triplek yang sudah dipotong untuk membentuk kontur-kontur yang sulit pada kerangka diberi tambahan sekat, seperti pada Gambar 6.



Gambar 6 Proses Pemasangan Bagian Utuh.

Setelah kerangka utama tersusun kemudian dilakukan pengamplasan pada bagian bagian triplek yang masih kasar yang berfungsi agar saat dilakukan pemotongan *styrofoam wire cutter* (kawat yang dialiri arus listrik) tidak tersangkut pada sisi triplek yang masih kasar, seperti pada Gambar 7.



Gambar 7 Kerangka Utama.

Langkah selanjutnya yaitu penambahan sekat yang berada didalam kerangka utama yang berfungsi sebagai penahan *styrofoam* dan juga penghematan pemakaian *styrofoam*, seperti pada Gambar 8.



Gambar 8 Sekat penahan Styrofoam.

Setelah penambahan sekat kemudian melakukan pengisian *Styrofoam* pada kerangka dan dilakukan pemotongan *Styrofoam* menggunakan

wire cutter mengikuti bentuk dari kontur kerangka yang telah dibuat, seperti pada Gambar 9.



Gambar 9 Proses pengisian *Styrofoam*.

Kerangka yang telah terbentuk menyerupai bodi yang di inginkan dilakukan pengecekan sela-sela *Styrofoam* yang masih berongga, yang bertujuan agar resin tidak tembus kedalam *Styrofoam*, untuk menutupi rongga tersebut menggunakan plastisin dan juga lem lakban kertas, seperti pada Gambar 10.



Gambar 10 Sela-sela *Styrofoam* yang telah ditutupi.

Setelah tidak ada rongga, dilakukan pengamplasan untuk menghasilkan permukaan yang halus. langkah selanjutnya dilakukan pelapisan menggunakan *polyfoam coat* sebanyak 3 kali lapisan dengan metode *hand lay up* supaya pada saat proses *manufaktur* komposit resin tidak menembus *styrofoam*, seperti pada Gambar 11.



Gambar 11 Proses Pelapisan *Polyfoam Coat*.

Proses selanjutnya mengoles permukaan cetakan yang sudah dilapisi dengan *polyfoam coat* dengan *mirror glass* sampai halus dan merata ke seluruh permukaan bodi. Hal ini berfungsi agar

komposit serat karbon tidak lengket dengan cetakan pada saat pembongkaran bodi, seperti pada Gambar 12.



Gambar 12 Cetakan yang telah dilapisi *Mirror Glass*.

Setelah pemberian *mirror glass* pada seluruh permukaan *Styrofoam* kemudian dilakukan pengemalan menggunakan kertas koran mengikuti bentuk dari cetakan dan selanjutnya pemotongan serat karbon mengikuti mal yang telah dibuat, seperti pada Gambar 13.



Gambar 13 Proses Pengemalan.

Proses selanjutnya adalah proses manufaktur komposit bodi, resin poliester diukur dengan menggunakan gelas ukur, setelah itu ukur katalis dengan volume katalis 10 ml atau sekitar 1% dari massa resin polyester dan kemudian diaduk hingga resin dan katalis tercampur rata, seperti pada Gambar 14.



Gambar 14 Proses pengadukan Resin dan Katalis.

Setelah resin dan katalis yang telah di takar diaduk hingga tercampur, kemudian dilakukan pelapisan pada permukaan bodi menggunakan metode *hand lay up* [4], dan dilanjutkan pelapisan serat karbon, dilakukan hingga 3 kali lapisan. Untuk meratakan resin yang menumpuk digunakan *roll* agar serat karbon dapat menyesuaikan kontur dari cetakan dan resin dapat merata hingga bagian dalam sehingga diharapkan tidak ada udara yang terperangkap didalamnya, seperti pada Gambar 15.



Gambar 15 Proses *Hand Lay UP* Komposit.

Setelah komposit kering langkah selanjutnya yaitu melepaskan dari cetakan utama. Pada bagian sambungan pelapisan resin dipertebal yang berfungsi agar sambungan tidak mudah patah.

Produk yang sudah kering akan dilakukan proses pembongkaran dari cetakan, langkah selanjutnya adalah langkah *finishing* produk. Pada tahap *finishing* ini dilakukan proses penghalusan, pemotongan dan pengontrolan produk. Pemotongan dilakukan dengan gerinda potong pada bagian bagian yang tidak berguna atau tidak sesuai dengan desain yang telah ditentukan.

3. Hasil

Hasil dari manufaktur bodi kendaraan SEM dibagi menjadi beberapa bagian dapat dilihat pada Gambar 16, 17, 18. dan 19.

1. Bodi bagian depan kendaraan yang telah dilepas dari cetakan.



Gambar 16 Bodi bagian Depan.

2. Bodi bagian atas kendaraan yang telah dilepas dari cetakan.



Gambar 17 Bodi Bagian Atas.

3. Bodi bagian samping kanan yang telah di buat.



Gambar 18 Bodi bagian Samping Kiri.

4. Bodi bagian samping kanan yang telah dibuat



Gambar 19 Bodi bagian Samping Kanan.

4. Pembahasan

Carbon Fiber Reinforced Plate (CFRP) yang menawarkan beberapa keunggulan yang tidak dimiliki oleh baja tulangan yaitu mempunyai kekuatan tarik yang jauh lebih tinggi dari kekuatan tarik baja tulangan, yaitu sebesar 2800 MPa, mempunyai kekakuan yang cukup tinggi dimana modulus elastisitasnya (E) 165 GPa, tidak mengalami korosi karena terbuat dari bahan non logam, mempunyai penampang yang kecil dan ringan dengan berat 1,5 gr/cm³, serta mudah pemasangannya [5].

Analisis data penelitian telah dilakukan tentang pengaruh susunan lamina komposit berpenguat serat kaca dan serat karbon terhadap kekuatan tarik dengan matriks polyester. Berdasarkan analisis dapat disimpulkan, kekuatan

tarik terbesar diperoleh komposit lamina serat karbon dengan nilai 265,99 MPa, kekuatan tarik terendah diperoleh komposit serat kaca random dengan nilai 115,01 MPa, sedangkan kekuatan tarik untuk komposit serat kaca WR dan serat hibrid memiliki kekuatan yang hampir sama yaitu masing-masing dengan nilai 196,30 MPa dan 198,25 MPa [6].

Serat karbon yang digunakan dalam manufaktur bodi kendaraan mampu mengikuti kontur cetakan yang telah dibuat. Cetakan yang digunakan dalam Manufaktur bodi kendaraan *shell eco marathon* dengan bahan komposit serat karbon mampu menahan beban resin. Permukaan cetakan sangat berpengaruh terhadap hasil bodi yang akan dihasilkan. Permukaan cetakan dilakukan penghalusan menggunakan amplas.

Sebelum dilakukan proses *hand lay up* serat karbon di potong terlebih dahulu mengikuti mal yang dibuat dari kertas koran, dapat dilihat pada Gambar 13, berfungsi agar serat karbon yang digunakan tidak banyak berlebih. Proses manufaktur dengan menggunakan metode *hand lay up* memiliki beberapa kekurangan yaitu diantaranya proses pengerjaan yang terburu-buru dikarenakan menghindari reaksi kimia yang terjadi akibat pencampuran antara resin dan katalis yang mengeras, ketebalan yang berbeda-beda, distribusi matrik yang tidak merata dan lebih boros resin. Pencampuran resin dan katalis menggunakan perbandingan 100:1, 100 ml resin 1 ml katalis, seperti pada Gambar 14. Porositas terjadi akibat proses *hand lay up* tidak merata keseluruhan permukaan cetakan. Proses *hand lay up* juga harus dilakukan dengan hati-hati dan juga teliti untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Resin yang dituang dengan tangan kedalam cetakan, pada umumnya menggunakan alat *roll* yang bertujuan agar cetakan dapat menyesuaikan kontur dari cetakan dan resin dapat merata pada seluruh permukaan cetakan, proses penekanan dilakukan berfungsi agar resin meresap ke seluruh permukaan cetakan, selain *roll*, kuas dan juga skrap digunakan membantu proses *hand lay up* seperti pada Gambar 15, skrap digunakan untuk meratakan resin pada bagian sudut-sudut yang sulit.

Kepadatan serat karbon juga lebih rendah dari pada densitas dari baja, sehingga ideal untuk aplikasi yang memerlukan berat konstruksi rendah selain itu sifat dari serat karbon seperti kekuatan tarik tinggi, berat yang rendah membuatnya sangat populer di kedirgantaraan, teknik sipil, teknik

mesin militer, dan olahraga motor, namun relatif mahal jika dibandingkan dengan bahan yang sama seperti serat kaca atau plastik. Serat karbon yang sangat kuat ketika meregangkan atau bengkok, akan tetapi lemah ketika tekanan atau terkena *shock* tinggi (misalnya serat karbon *bar* sangat sulit untuk menekuk, tetapi akan retak dengan mudah jika dipukul dengan palu). Penggunaan karbon fiber memerlukan bahan pengikat agar diperoleh aksi komposit antara material dan serat karbon [7].

Proses pemotongan *styrofoam* mengikuti bentuk dari kerangka utama menggunakan *wire cutter* dilakukan dengan teliti, diarenakan bentuk dari kontur bodi kerangka utama sangat berpengaruh dalam proses pemotongan *styrofoam*. Pemotongan *styrofoam* dilakukan dengan hati-hati, tidak terlalu cepat dan juga tidak terlalu lambat. Apabila terlalu lambat pemotongan yang dilakukan *styrofoam* akan leleh, apabila terlalu cepat dilakukan pemotongan permukaan yang dihasilkan kasar. Untuk menutupi sela-sela antara *styrofoam* dan juga kerangka utama menggunakan plastisin, plastisin digunakan karena mampu mengikuti bentuk dari permukaan bodi, untuk menutupi lapisan plastisin digunakan lakban kertas sebagai penahan resin agar tidak masuk ke sela antara *styrofoam*, seperti ditunjukkan pada Gambar 10. Penutupan menggunakan lakban kertas dilakukan hingga 3 kali lapisan.

Hasil dari manufaktur dengan menggunakan serat karbon sebagai pengikatnya tidak rata atau bergelombang, dikarenakan dimensi cetakan yang besar sehingga sulit untuk melihat bagian yang terjadi penumpukan resin mengakibatkan hasil dari manufaktur bodi kurang rata. Untuk meratakan penumpukan resin dilakukan proses *finishing* menggunakan amplas. Komposit yang telah mengering dilakukan pembongkaran dari cetakan kemudian dilakukan pemotongan produk yang berlebih. Dimensi bodi yang dihasilkan sesuai dengan desain yang telah dibuat. Hasil dari manufaktur dapat digunakan sebagai bodi kendaraan *shell eco marathon*.

5. Simpulan

Manufaktur bodi SEM tipe urban bahan komposit serat karbon telah selesai dilakukan dan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Cetakan bodi kendaraan SEM tipe urban terdiri atas kerangka utama dan *styrofoam*. Cetakan yang telah diperoleh dapat digunakan untuk manufaktur bodi.

2. bodi kendaraan SEM telah diperoleh dan dapat digunakan sebagai bodi kendaraan SEM tipe urban.

6. Daftar Pustaka

- [1] Jones, M. R. 1975. *Mechanics of Composite Material*. Mc Graw Hill Kogakusha. Ltd.
- [2] Banakar, P. 2012. Preparation And Characterization Of The Carbon Fiber Reinforced Epoxy Resin Composites. *internasional Journal of Mechanical and Civil Engineering*. 1:15-18.
- [3] Vasiliev V, Valery dan Morozov, Evgeny V. 2001. *Mechanics and Analysis of Composite Materials*. Moscow.
- [4] Daniel, B. Miracle, L. Steven. dan Donaldson, 2001. *Composite*. ASM Handbook Edisi 2.
- [5] Pangestuti, E, K dkk 2009. Penggunaan Carbon Fiber Reinforced Plate Sebagai Bahan Komposit Eksternal Pada Struktur Balok Beton Bertulang, *JOM Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang* 9 (2): 180-188.
- [6] Ichsan, R, N. 2015. Pengaruh Susunan Lamina Komposit Berpenguat Serat E-Glass Dan Serat Carbon Terhadap Kekuatan Tarik Dengan Matrik Polyester, *JOM Fakutas Teknik, Universitas Negeri Surabaya* 3(3): 32-39.
- [7] Surdia, T. dan. S. Saito. 2000. *Pengetahuan Bahan Teknik Cetakan Kelima*.