

Alternatif Material *Hood* dan *Side Panel* Mobil Angkutan Pedesaan Multiguna

Muhammad Ihsan dan I Made Londen Batan
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: londbatan@me.its.ac.id

Abstrak— Mobil merupakan sarana transportasi yang banyak digunakan oleh manusia baik untuk kepentingan pribadi maupun umum. Pada tahun 2013 Teknik Mesin ITS bekerja sama dengan PT. Karya Tugas Anda membuat sebuah prototype mobil pick up multiguna pedesaan. Berat total prototype mobil dan box tersebut adalah 1200 Kg. Sedangkan dengan engine 650 cc dan daya 38,23 - 43,33 HP, berat mobil terlalu berat (rancangan beban total maksimum mobil dan penumpang/ barang adalah 1500 Kg). Untuk itu dilakukan kajian terhadap hood dan side panel mobil tersebut pada body bagian depan maupun box (body bagian belakang). Setelah perancangan tersebut selesai, dilanjutkan dengan merancang sambungan hood dan side panel mobil tersebut. Sambungan menggabungkan antara material pelat dengan komposit dan material komposit dengan komposit. Sambungan dianalisa kekuatannya terhadap gaya-gaya/ beban yang mungkin terjadi saat mobil digunakan. Selanjutnya dilakukan perancangan proses pembuatan hood dan side panel mobil dari bahan komposit. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah hood berdimensi 1176 mm x 453 mm dan side panel mobil dengan dimensi 558 mm x 430,5 mm. Bahan kedua komponen adalah komposit tipe E-Glass yang memiliki keuntungan lebih ringan daripada bahan sebelumnya, yaitu mild steel. Ketebalan hood yang dipilih sebesar 2 mm. Ketebalan hood tersebut aman, yaitu mampu menerima tegangan ekuivalen maksimum 7,9769 MPa dan lebih kecil daripada tegangan ijin material komposit yaitu 1020 MPa. Deformasi yang pada hood adalah sebesar 0,0247 mm. Berat dari hood mengalami perubahan, dimana dengan menggunakan bahan mild steel berat hood adalah 7,536 kg. Jika menggunakan bahan komposit berat hood menjadi 2,327 kg, hampir 69,12% lebih ringan dari sebelumnya.

Kata kunci— hood mobil, komposit, sambungan, side panel mobil.

I. PENDAHULUAN

Pada tahun 2013 Teknik Mesin ITS bersama PT. Karya Tugas Anda membuat *prototype* mobil *pick up* multiguna pedesaan yang dapat digunakan sebagai kendaraan niaga yaitu sebuah kendaraan *pick up* yang dilengkapi dengan *box* untuk berjualan. *Box* dari *prototype pick up* multiguna pedesaan ini memiliki empat desain dengan yaitu berfungsi yang berbeda, fungsi sebagai alat angkut barang, alat angkut peralatan pedesaan, niaga, dan juga dapat mengangkut penumpang.

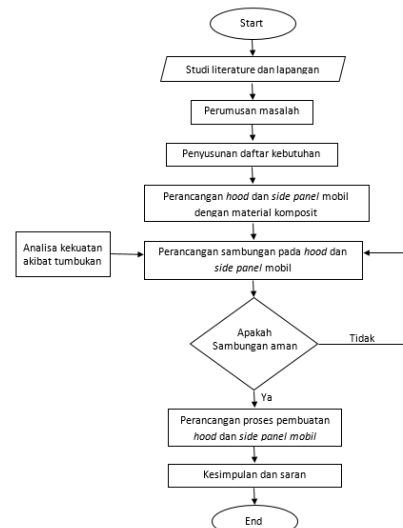


Gambar 1. Mobil Multi Guna Pedesaan

Seperti terlihat pada gambar 1, Untuk meringankan berat mobil, maka dilakukan perubahan alternatif perancangan material untuk kabin depan, yang awalnya menggunakan pelat logam kemudian diganti komposit. Tujuan yang ingin dicapai adalah Mengembangkan *hood* dan *side panel* mobil yang lebih ringan yaitu penggantian material dan perubahan desain pada *hood* dan *side panel* mobil multiguna pedesaan, menentukan tebal material komposit yang memenuhi syarat untuk *hood* dan *side panel* serta merancang proses pembuatan *hood* dan *side panel* mobil sehingga dapat mengoptimasi proses produksi. Batasan masalah adalah topik yang dibahas yaitu pengembangan *hood* dan *side panel* mobil multiguna pedesaan dan material yang digunakan untuk *hood* dan *side panel* adalah komposit. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan rancangan alternatif material *hood* mobil dan *side panel mobil* multiguna yang ringan dan kuat, sehingga dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam pengembangan kabin depan mobil selanjutnya.

II. METODE PENELITIAN

Diagram alir pengembangan *hood* mobil pedesaan multiguna dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah:

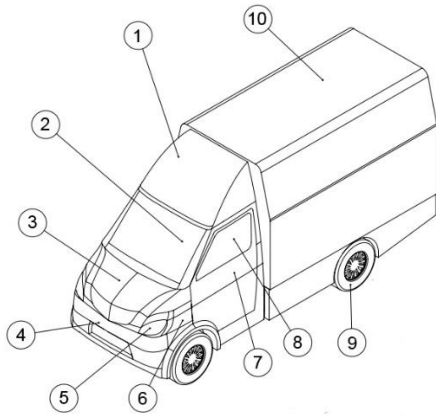


Gambar 2. Diagram alir penelitian

III. PENGEMBANGAN HOOD MESIN DAN SIDE PANEL

A. Kajian Produk Existing

Pada studi lapangan yang telah dilakukan, maka bagian depan kabin mobil pedesaan multiguna terdiri dari sepuluh bagian, untuk selengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Mobil multiguna pedesaan

Tabel 1. Bagian-bagian mobil multiguna pedesaan

No.	Nama Bagian	Material	Dapat diganti dengan material komposit
1.	Crown	Mild Steel	Tidak
2.	Front Windshield	Glass	Tidak
3.	Hood	Mild Steel	Ya
4.	Bumper	Komposit	Tidak
5.	Head Lamp	Polycarbonat Plastic	Tidak
6.	Side Panel	Mild Steel	Ya
7.	Side Door	Mild Steel	Tidak
8.	Side Windshield	Glass	Tidak
9.	Tires	Rubber	Tidak
10.	Box	Mild Steel	Ya

Dari kajian yang telah dilakukan, maka pada bagian *hood* (3), dan *side panel* (6) dapat diganti materialnya dari pelat menjadi komposit.

B. Daftar Kebutuhan Hood dan Side Panel

Untuk mengembangkan *hood* dan *side panel* mobil multiguna pedesaan dibutuhkan sebuah daftar kebutuhan seperti terlihat pada table 2.

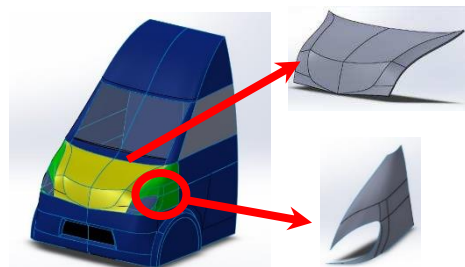
Tabel 2. Daftar kebutuhan *hood* mobil multiguna pedesaan

Technical Specifications of Product	
Name of Product : Hood Mobil Multiguna Pedesaan	
D/W	Descriptions
1.	Fungsi Menahan bagian depan mobil apabila terjadi tabrakan
2.	Spesifikasi dan Geometri <ul style="list-style-type: none"> Tebal : 2 mm Panjang : 1176 mm
3.	Material <i>Composite fiber glass</i> dengan tebal minimal 1 mm
3.	Daya Tahan <ul style="list-style-type: none"> <i>Hood</i> kuat menahan apabila ada tumbukan

		dari depan <ul style="list-style-type: none"> Tahan Korosi
5.	<i>Safety</i> Aman pada saat digunakan baik keadaan bergerak maupun diam	
6.	<i>Maintenance</i> <ul style="list-style-type: none"> Mudah dibersihkan Mudah dibongkar pasang 	
7.	<i>Manufaktur</i> <ul style="list-style-type: none"> Bagian dari <i>hood</i> mobil mudah dimanufaktur Bagian dari <i>hood</i> mobil mudah didapatkan di pasaran 	

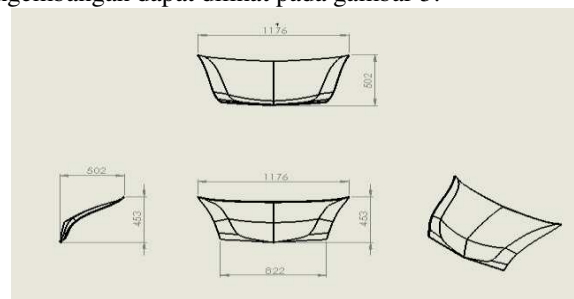
C. Pengembangan Hood dan Side Panel Menggunakan Bahan Komposit

Setelah menyusun daftar kebutuhan, langkah selanjutnya adalah membuat desain *hood* dan *side panel*. Desain *hood* mobil disesuaikan dengan kebutuhan yang ada. Dengan bantuan *software* SolidWorks dirancang konsep *hood* dan *side panel* seperti gambar 4.



Gambar 4. Konsep desain hood dan side panel

Konsep diatas merupakan konsep pengembangan *hood* mobil dimana dimensinya telah diubah dan berbeda dengan konsep existing. Dimensi yang berubah adalah dari panjang dan lebar *hood*, dimana panjang total pada konsep pengembangan ini adalah 1176 mm dan lebarnya 453 mm. Sedangkan ketebalan dari *hood* adalah 2 mm. Konsep diatas memiliki lebih banyak lekukan dengan tujuan untuk menambah gaya aerodinamis pada bagian depan mobil. Gaya aerodinamisnya dimaksudkan untuk menurunkan daya *drag* yang terjadi pada mobil. Sketsa dari konsep pengembangan dapat dilihat pada gambar 5.



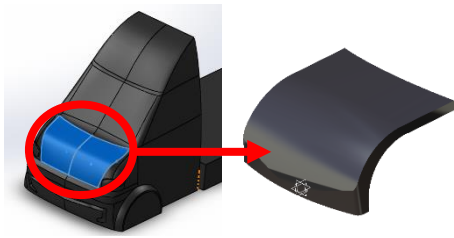
Gambar 5. Sketsa Pengembangan Hood

Material yang digunakan pada konsep pengembangan menggunakan bahan komposit fiber. Komposit yang dipilih adalah jenis E-Glass. Material ini adalah salah satu material yang sering digunakan dalam pembuatan perlengkapan otomotif, salah satunya pada bagian depan mobil. Material ini dipilih karena memiliki massa jenis yang rendah, yaitu 2,48 g/cm³. Dengan demikian diharapkan *hood* yang

dihasilkan memiliki massa yang ringan [2].

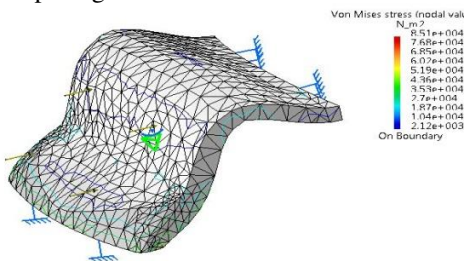
D. Analisa Tegangan yang Terjadi pada Hood (Existing)

Konsep *existing* ini menggunakan bahan yang terbuat dari plat baja. Desain kap mesin yang ada akan dianalisa menggunakan *software* CATIA. Pada konsep *existing* ini terlihat bahwa bentuk *hood* sangatlah sederhana, yang dimana *hood* berbentuk sangat polos pada bagian-bagiannya. Tidak ada lekukan pada bagian *hood* ini menyebabkan *hood* menjadi kurang aerodinamis sehingga pada konsep pengembangan akan dibuat *hood* dengan menambah beberapa lekukan agar dapat mempengaruhi dan menambah nilai aerodinamisnya. Produk *existing* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hood Mobil (Existing)

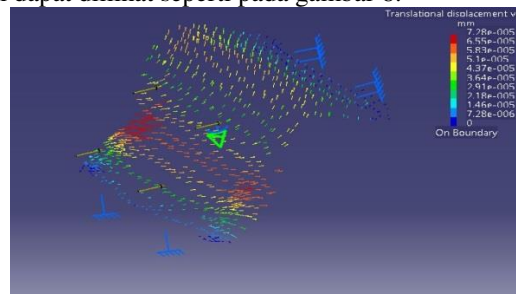
Analisa tegangan dilakukan untuk mengetahui kekuatan tegangan dari produk *existing* ketika dikenai beban. Material pada produk ini adalah plat baja maka perlu diketahui sifat mekanik dan fisik dari plat baja ini. Simulasi pembebanan pada *hood* dapat dilakukan dengan bantuan *software* CATIA dengan posisi dan nilai pembebanan tertentu. Selain sifat material, untuk simulasi pembebanan juga perlu diketahui dimensi produk yang akan disimulasikan. Sebelumnya telah ditentukan ketebalan material untuk *hood* yaitu 2 mm. Pada analisa menggunakan *software* ini beban diberikan dengan arah horisontal pada bagian depan *hood*. Beban yang diberikan adalah beban statis dengan distribusi merata sebesar 352 N. Nilai didapatkan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh saudara Kholiq [3]. Pada bagian samping diberikan *clamp* kearah horisontal, karena pada bagian *hood* tersebut dihubungkan dengan bagian rangka mobil. Sedangkan pada bagian bawah diberi pula *clamp* kearah vertikal sebagai tumpuan. Setelah dilakukan pemasangan *clamp*, didapatkan hasil distribusi tegangan pada produk *existing*. Hasil distribusi tegangan yang terjadi dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Distribusi Tegangan pada Konsep Existing

Dari gambar 7 diatas tampak bahwa nilai tegangan (σ_{max}) terbesar yang terjadi pada *hood* adalah 8.51×10^4 . Nilai tersebut jauh lebih kecil daripada nilai tegangan maksimal yang diijinkan ($\sigma_{max} = 230$ MPa). Sehingga dapat disimpulkan bahwa desain *hood* ini dinyatakan aman, dimana tegangan paling besar terjadi pada bagian depan.

Evaluasi *hood* selanjutnya adalah analisa defleksi yang terjadi pada produk *existing*. Apabila terjadi tumbukan sebesar 352 N pada bagian depan *hood*, maka defleksi yang terjadi dapat dilihat seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Defleksi yang terjadi pada produk existing

Dari gambar 8. dapat diketahui bahwa defleksi paling besar terjadi pada bagian depan *hood*, yaitu sebesar 0.0000728 mm. Hal ini dikarenakan beban yang diberikan paling banyak adalah dibagian depan *hood*.

Kemudian dilanjutkan mencari berat dari plat, dengan cara mencari *volume* dari *hood* tersebut, seperti perhitungan dibawah

$$V = p \times l \times t \tag{1}$$

$$V = 0.8 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} \times 0.002 \text{ m}$$

$$V = 9.6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Dilanjutkan dengan mencari massa dari hood yang menggunakan plat, dapat dihitung sebagai berikut:

$$m = V \times \rho \tag{2}$$

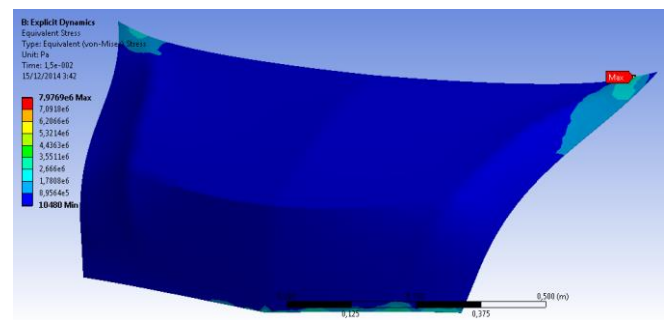
$$m = 9.6 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$m = 7.536 \text{ kg}$$

Sehingga didapatkan berat dari plat adalah 7.536 kg

E. Analisa Tegangan dan Deformasi pada Hood Material Komposit

Setelah dilakukan analisa pada produk *existing*, maka selanjutnya akan dilanjutkan analisa untuk konsep pengembangan pada *hood*. Analisa akan dilakukan pada *hood* dengan ketebalan 1 mm, 2 mm, dan 3 mm. Tujuannya adalah untuk mengetahui kekuatan material *hood* pada setiap ketebalannya. Komposit yang digunakan adalah tipe E-Glass yang memiliki nilai *ultimate strength* (S_u) sebesar 1020 MPa.



Gambar 9. Hasil simulasi tegangan von mises pada kap mobil 2 mm.

Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai maksimum *equivalent stress* yang terjadi sebesar 7,9769 MPa dan terjadi pada bagian ujung dari *hood* mobil yang mengalami kontak dengan gaya yang diberikan. Hal ini dapat diterima karena *tensile strength* bahan yang digunakan sebesar 510 MPa dan dengan faktor keamanan 2, sehingga maksimum

equivalent stress yang terjadi masih dibawah tegangan yield material dan perancangan aman.

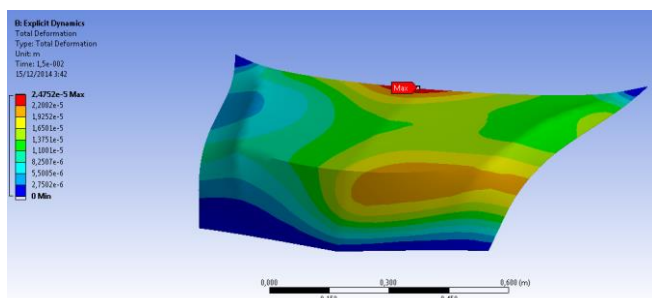
Dengan cara yang sama, hasil simulasi tegangan ekuivalen pada ketebalan hood lainnya dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3. Hasil simulasi tegangan ekuivalen

Tebal Hood (mm)	Tegangan Ekuivalen (MPa)
1	12,2000
2	7,9769
3	7,1510

F. Analisa Deformasi

Sama seperti pada analisa tegangan von mises yang terjadi pada hood, selanjutnya akan dilakukan analisa deformasi yang terjadi pada bumper. Ketebalan hood yang dianalisa berturut-turut adalah 1 mm, 2 mm, dan 3 mm.



Gambar 10. Hasil simulasi deformasi pada hood mobil 2 mm

Gambar 10 menunjukkan hasil dari simulasi deformasi dimana terdapat nilai maksimum deformasi sebesar 0,024752 mm. Lokasi deformasi maksimum ditunjukkan oleh bagian hood mobil yang berwarna merah, dimana terdapat pada ujung dan bagian atas dari hood mobil. Sedangkan pada bagian belakang hood mobil berwarna biru pula. Hal ini terjadi karena pengaruh pemberian gaya yang berbeda sehingga pengaruh terbesar terdapat pada bagian tengah hood mobil.

Dengan cara yang sama, hasil simulasi deformasi pada ketebalan hood lainnya dapat dilihat pada table 3.

Tabel 4. Hasil simulasi deformasi

Tebal Hood (mm)	Deformasi (mm)
1	0,030547
2	0,024752
3	0,014861

G. Perhitungan Berat Hood

Setelah didapatkan analisa menentukan tegangan ekuivalen dan deformasi, maka langkah selanjutnya mencari berat dari masing-masing ketebalan. Untuk itu diperlukan analisa berat baik menggunakan perhitungan manual maupun berdasarkan bantuan software. Untuk perhitungan manual dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V = p \times l \times t$$

$$V = 1,176 \text{ m} \times 0,502 \text{ m} \times 0,001 \text{ m}$$

$$V = 5,903 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Kemudian mencari massa dari hood yang menggunakan material komposit dapat dihitung sebagai berikut:

$$m = V \times \rho$$

$$m = 5,903 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 2100 \text{ kg/m}^3$$

$$m = 1,239 \text{ kg}$$

Sehingga didapatkan berat hood yang menggunakan bahan komposit dengan ketebalan 1 mm sebesar 1,239 kg. Dengan menggunakan perhitungan yang sama, maka didapatkan berat untuk ketebalan hood 2 mm dan 3 mm adalah sebesar 2,327 kg dan 3,719 kg.

H. Pemilihan Ketebalan Hood dan Side Panel

Hood mobil akan menerima tegangan dari luar akibat gaya yang diberikan. Beban terdistribusi pada luasan hood mobil. Apabila tegangan maksimal yang didapatkan dari simulasi bernilai lebih rendah maka material aman digunakan. Dari hasil analisa tegangan ekuivalen dan deformasi maka dipilih hood dengan ketebalan 2 mm. Karena memiliki tebal yang aman untuk dibuat dengan deformasi 0,0247 mm dan mampu menerima tegangan ekuivalen maksimum 7,9769 MPa. Selain itu dengan ketebalan 2 mm, hood mobil dapat mudah dibuat dan tidak memiliki bobot yang terlalu berat.

IV. RANCANGAN PROSES PEMBUATAN DAN PERAKITAN HOOD DAN SIDE PANEL

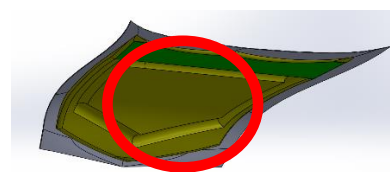
A. Proses Pembuatan Hood Mesin dengan Komposit

Proses pembuatan bumper depan mobil multiguna pedesaan ini ada beberapa tahapan, yaitu :

1. Pembuatan rancangan awal menggunakan gambar teknik untuk desain hood yang baru
2. Pembuatan cetakan positif hood
3. Pembuatan cetakan negatif
4. Pembuatan hood dengan bahan komposit fiber glass
5. Pelepasan hood dari cetakan
6. Pemeriksaan hood berbahan komposit fiber glass
7. Pengecatan hood

B. Perakitan Hood

Setelah melakukan perancangan pembuatan hood dan side panel, maka selanjutnya adalah membuat bagian belakang dari hood (hood frame). Hood frame ini dibuat agak tebal dengan ketebalan 5 mm, yang berfungsi untuk melindungi pengemudi dan penumpang apabila terjadi kecelakaan. Selain itu memiliki fungsi sebagai pelindung bagian dalam dari hood sendiri, seperti terlihat pada gambar 11.



Gambar 11. Frame Hood

Proses pemasangan dan penyambungan antara hood dan side panel dengan bodi kabin depan mobil dapat dilakukan dengan menggunakan baut. Pada pemasangan side panel, untuk menghubungkan antara bagian side panel, bumper, hood dan kabin depan dapat menggunakan ukuran baut 15 mm dan dengan ditambah busa foam sebagai peredam apabila terjadi getaran, seperti terlihat pada gambar 12.

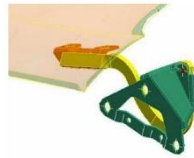


Gambar 12. Peletakan lubang untuk sambungan baut

Sambungan yang akan digunakan pada *hood* memiliki bentuk seperti gambar 13.



a)



b)

Gambar 13. Engsel pada *hood*, a) sambungan produk *existing*, b) rancangan sambungan *hood*

V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dimensi *hood* adalah 1176 mm x 453 mm, sedangkan dimensi *side panel* adalah 558 mm x 430, 5 mm.
2. Bahan yang dipilih untuk *hood* dan *side panel* adalah komposit tipe E-Glass.
3. Dari simulasi yang dilakukan pada *hood* dengan material komposit tipe E-Glass dengan gaya yang bekerja adalah 352 N, ketebalan *hood* yang sesuai adalah 2 mm, dimana tegangan ekuivalen sebesar maksimum 7,9769 MPa jauh lebih kecil dari tegangan ijin sebesar 1020 MPa. Deformasi yang terjadi adalah 0,0247 mm.
4. *Hood* dengan bahan komposit memiliki berat sebesar 1,239 kg yang dimana berat ini lebih ringan dibandingkan dengan *hood* berbahan *mild steel* yang memiliki berat 2,327 kg.
5. Proses pembuatan *hood* dan *side panel* dapat dilakukan dengan metode *wet lay-up*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tonoli, A., Lorenzo, M., Lorenzo R.R. and Giuseppe, P. (2011), “*The Automotive Body Volume I Components Design*”, Springer.
- [2] Mazumdar, Sanjay K., Ph.D, (2002) “*Composites Manufacturing – Materials, Product, and Process Engineering*”. United States of America: CRC Press LLC.
- [3] Radyantho, Kholiq Deliasgarin, (2014) “*Pengembangan Body Dan Cabin Mobil Pick Up Multiguna Pedesaan*”, ITS, Surabaya.