

**PEMBUATAN UNDER COVER ENGINE BERBAHAN DASAR SERAT  
FIBERGLASS ACAK DAN ANYAM DIPERKUAT POLYESTER**

Diajukan kepada Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta untuk Memenuhi  
Sebagian Persyaratan guna Memperoleh Gelar Ahli Madya D3

Program Studi Teknik Mesin



**Oleh:**

**Ahmad Ghifari Ibnu Siwi**

**20133020040**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**TUGAS AKHIR**

**PEMBUATAN UNDER COVER ENGINE BERBAHAN DASAR SERAT  
FIBERGLASS ACAK DAN ANYAM DIPERKUAT POLYESTER**

**Dipersiapkan dan disusun oleh:**

**Ahmad Ghifari Ibnu Siwi**

**20133020040**

telah disetujui pada tanggal 24 Mei 2016.

untuk dipertahankan di Depan Panitia Penguji Tugas Akhir

Program Studi Teknik Mesin Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta

Yogyakarta 24 Mei 2016

Disetujui oleh,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Dosen Pembimbing

Andika Wisnujati,S.T.,M.Eng

Ferriawan Yudhanto,S.T.,M.T

NIDN.0512088301

NIDN.0527078005

**PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**PEMBUATAN UNDER COVER ENGINE BERBAHAN DASAR SERAT**

**FIBERGLASS ACAK DAN ANYAM DIPERKUAT POLYESTER**

Disusun Oleh:

**Ahmad Ghifari Ibnu Siwi**

**20133020040**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Pada Tanggal 24 Mei 2016  
dan Dinyatakan Memenuhi Syarat Guna Mendapatkan Gelar Ahli Madya

**DEWAN PENGUJI**

<b>Nama Lengkap dan Gelar</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Tanda Tangan</b>
1. Ferriawan Yudhanto,S.,T.,M.T	Ketua	.....
2. M. Abdus Shomad S.,T.M.Eng	Sekretaris	.....
3. Putri Rachmawati.,S.T.,M.Eng	Dosen	.....

Yogyakarta, 24 Mei 2016

**POLITEKNIK MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**DIREKTUR**

**Dr. Sukamta, S.T., M.T**

**NIK. 19700502199603 123 023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Ghifari Ibnu Siwi

NIM : 20133020040

Jurusan : Teknik Mesin Otomotif dan Manufaktur

Judul : *Pembuatan Under Cover Engine Berbahan Dasar Serat  
Fiberglass Acak Dan Anyam Diperkuat Polyester.*

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar ahli madya atau gelar lainnya disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 24 Mei 2016

Yang menyatakan

Ahmad Ghifari Ibnu Siwi

NIM. 20133020040

## **MOTTO**

“Allah SWT akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantara kalian dan orang-orang yang memiliki ilmu pengetahuan beberapa derajat”

(Q.S Al Mujadilah : 11)

“Kebahagiaan yang kita miliki tidak akan pernah berarti jika kita tidak pernah bersyukur, jadi kebahagiaan yang kita rasakan akan lebih indah jika kita senantiasa bersyukur, sabar, dan ikhlas menerima apa yang tuhan berikan”

(Ferdinanta Christyanjati)

Manfaatkan waktu sebaik mungkin, jangan buang waktu dan sia-siakan kesempatan

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah, teriring dengan rasa syukur kepada Allah SWT, karya kecil ini

kupersembahkan kepada:

1. Almamater Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Kepada kedua orang tuaku yang selama ini sudah menjadi orangtua yang luar biasa dalam membimbing dan memberi semangat serta doa kepadaku dalam menyelesaikan studi di Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta dan untuk masa depan nantinya.
3. Adik-adikku yang selalu aku ingat dan sayangi.
4. Bapak/Ibu dosen jurusan Teknik Mesin Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Seluruh rekan seperjuangan Jurusan Teknik Mesin PMY angkatan 2013.

## ABSTRAK

### PEMBUATAN UNDER COVER ENGINE BERBAHAN DASAR SERAT FIBERGLASS ACAK DAN ANYAM DIPERKUAT POLYESTER

*Fiberglass* atau serat kaca telah dikenal orang sejak lama, dan bahkan peralatan-peralatan yang terbuat dari kaca mulai dibuat sejak awal abad ke 18. Mulai akhir tahun 1930-an, *fiberglass* dikembangkan melalui proses *filament* berkelanjutan (*continuous filament process*) sehingga memiliki sifat-sifat yang memenuhi syarat untuk bahan industri. Seperti kekuatannya tinggi, elastis, dan tahan terhadap temperatur tinggi. Jika membayangkan peralatan yang terbuat dari kaca pasti akan berfikir bahwa peralatan tersebut akan mudah pecah. Akan tetapi melalui proses penekanan, cairan atau bubuk kaca diubah menjadi bentuk serat (*fiber*).

Metode yang digunakan menggunakan proses *hand lay up* dengan molding 2 cetakan atau metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Bahan yang digunakan berupa serat acak dan anyam *fiberglass* yang ditambahkan dengan talk. Resin yang dicampurkan dengan talk serta diberi penguatnya yaitu katalis kemudian di tuangkan di dalam cetakan.

Hasil dari pembuatan tutup mesin bawah (*under cover engine*) sesuai dengan bentuk desain yang diinginkan dan di *finishing* dengan proses dempul pada bagian yang terjadi lubang serta dilakukan pengecatan.

## KATA PENGANTAR



*Alhamdulillah robbil'aalamin*, segala puji hanya bagi Allah SWT atas karunia kenikmatan yang senantiasa tercurahkan kepada kita semua sehingga atas nikmat itulah penulis mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul *Pembuatan "Under Cover Engine Berbahan Dasar Serat Fiberglass Acak Dan Anyam Diperkuat Polyester"*. Laporan ini dibuat dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar ahli madya DIII Teknik Mesin Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta. Selama melaksanakan Tugas Akhir dan menyusun laporan ini banyak manfaat yang penulis peroleh baik yang berupa keterampilan di bidang keteknikan maupun hal lain yang berkaitan dengan teknik mesin. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak atas segala bantuan, bimbingan dan pengarahan yang telah diberikan kepada penulis. Ucapan terima kasih ini penulis tunjukkan kepada:

1. Bapak Dr. Sukamta, S.T., M.T selaku Direktur Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Andika Wisnujati, S.T., M.Eng selaku ketua Program studi Teknik Mesin Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Ferriawan Yudhanto, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Kepada kedua orangtuaku yang selama ini sudah menjadi orangtua yang luar biasa dalam membimbing dan memberi semangat serta doa kepadaku dalam



menyelesaikan studi di Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta dan untuk masa depan nantinya.

5. Adik-adikku dan semua keluarga yang saya sayangi.
6. Orang-orang spesial yang ada disekitarku yang selalu memberi semangat dan perhatiannya.
7. Teman-teman yang selalu memberi motivasi dan semangat serta dukungannya.
8. Para mahasiswa rekan seperjuangan di Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.
9. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu yang ikut membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Yogyakarta, 24 Mei 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iii
LEMBAR KEASLIAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Rumusan Masalah.....	4
1.5. Tujuan.....	4
1.6. Manfaat.....	5

BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.2. Perencanaan Pembuatan Tutup Mesin Bawah.....	7
2.2. Definisi Komposit.....	7
2.2.1 pengertian Komposit.....	7
2.2.2 Faktor Kekuatan Komposit.....	9
2.2.3 Jenis-jenis Polimer.....	12
2.2.4 Bahan dasar dari Komposit.....	15
2.3. Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Penguatnya.....	17
2.3.1 Komposit Partikel.....	17
2.3.2 Komposit Serat.....	18
2.3.3 Komposit Lapis.....	24
2.3.4 Bahan Pembentuk Komposit.....	26
2.4. Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Matriknya.....	30
2.4.1 Komposit Matrik Logam.....	30
2.4.2 Komposit Matrik Keramik.....	31
2.4.3 Komposit Matrik Polimer.....	32
2.5. Metode Pembuatan Komposit.....	33

2.5.1 Pencetakan Tangan.....	33
2.5.2 Jenis pencetakan tangan.....	34
2.6. Pengujian material tutup mesin bawah.....	34
2.6.1 Kekuatan impak komposit.....	34
2.6.2 Densitas.....	34
<b>BAB III METODE PEMBUATAN.....</b>	<b>36</b>
3.1. Metode Penelitian.....	36
3.2. Analisis Kebutuhan Bahan.....	37
3.3. Bahan dan Peralatan yang Digunakan.....	38
3.4. Rancangan Biaya.....	41
3.5. Rencana Langkah Kerja dan Pembuatan.....	42
3.6. Skema Produk Tutup Mesin Bawah.....	51
3.7. Penentuan Komposisi.....	52
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>54</b>
4.1. Proses Pembuatan Tutup Mesin Bawah.....	54
4.1.1 Proses Persiapan.....	55
4.1.2 Pembuatan Master Cetakan.....	57
4.1.3 Pembuatan Produk Tutup Mesin Bawah.....	65
4.1.4 proses Pengecatan.....	71

4.2. Densitas.....	75
BABV KESIMPULAN.....	76
5.1.Kesimpulan.....	76
5.2.Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA.....	78
LAMPIRAN.....	79

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Beberapa Jenis Thermoplastik.....	13
Tabel 2.2. Perbedaan sifat Thermoplastik dan Thermoset.....	14
Tabel 2.3. Sifat-sifat Serat Gelas.....	23
Tabel 2.4. Komposisi Senyawa Kimia Serat Gelas.....	24
Tabel 2.5. Klasifikasi Berdasarkan Jenis Matrik.....	30
Tabel 2.6. Kelebihan dan Kekurangan MMC.....	31
Tabel 2.7. Kelebihan dan Kekurangan CMC.....	32
Tabel 2.8. Kelebihan dan Kekurangan PMC.....	32
Tabel 3.1. Diagram Alur Proses Penelitian.....	36
Tabel 3.2. Rancangan Bahan yang Diperlukan .....	39
Tabel 3.3. Alat yang Dibutuhkan.....	40
Tabel 3.4. Rancangan Biaya Pembuatan.....	41
Tabel 3.5. Alat dan Bahan Pengecatan.....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Konsep Material Komposit.....	8
Gambar 2.2. Tipe Orientasi Arah Serat.....	10
Gambar 2.3. Struktur Polimer Thermoplastik dan Thermoset.....	14
Gambar 2.4. Pengertian Komposit.....	16
Gambar 2.5. Continous Fiber Composite.....	18
Gambar 2.6. Komposit Anyaman.....	19
Gambar 2.7. Komposit Serat Pendek Acak.....	19
Gambar 2.8. Komposit Hybrid.....	20
Gambar 2.9. Serat Gelas Roving.....	20
Gambar 2.10. Serat Gelas Yarn.....	21
Gambar 2.11. Serat Gelas Copped strand.....	21
Gambar 2.12. Serat Gelas Reinforcing Mat.....	22
Gambar 2.13. Serat Gelas Woven Roving.....	22
Gambar 2.14. Serat Gelas Woven Fabric.....	22
Gambar 2.15. Aerosil.....	26

Gambar 2.16. Resin.....	27
Gambar 2.17. Katalis (hardener).....	27
Gambar 2.18. Talk.....	28
Gambar 2.19. Mat.....	28
Gambar 2.20. Mirror Glaze dan MAA.....	29
Gambar 2.21. Dempul.....	29
Gambar 2.22. Hand Lay up.....	33
Gambar 3.1. Tutup Mesin Bawah di Indah Motor.....	44
Gambar 3.2. Tutup Mesin Bawah di Intan Motor.....	45
Gambar 3.3. Tutup Mesin Bawah di Sumber Jaya Motor.....	45
Gambar 3.4. Pemasangan Kawat Kasa.....	50
Gambar 3.5. Tutup Mesin Pada Kendaraan.....	50
Gambar 3.6. Skema tutup mesin tampak atas.....	51
Gambar 3.7. Skema tutup mesin tampak kanan.....	51
Gambar 3.8. Skema tutup mesin tampak kiri .....	51
Gambar 3.9. Skema tutup mesin tampak bawah.....	52
Gambar 3.14. Proses pencampuran.....	43



Gambar 4.1. Master Cetakan Saat di Jemur.....	56
Gambar 4.2. Serat yang Sudah dipotong.....	56
Gambar 4.3. Master Cetakan.....	58
Gambar 4.4. Fertilasi Udara Ditutup Dengan Isolasi.....	58
Gambar 4.5. Penempelan Kertas Karton.....	59
Gambar 4.6. Pelapisan MAA.....	59
Gambar 4.7. Bahan Pembuatan Master Cetakan.....	60
Gambar 4.8. Pelapisan Pertama.....	61
Gambar 4.9. Proses Hand Lay Up.....	62
Gambar 4.10. Proses Pembuatan Bagian Kanan.....	63
Gambar 4.11. Pemotongan Bagian.....	63
Gambar 4.12. Pelubangan untuk Pemberian Baut.....	64
Gambar 4.13. Proses Penghalusan dengan Amplas.....	65
Gambar 4.14. Pemberian Lapisan MAA.....	66
Gambar 4.15. Bahan Pembuatan Produk.....	67
Gambar 4.16. Pelapisan Awal Pada Cetakan.....	67
Gambar 4.17. Penggabungan Kedua Cetakan.....	68

Gambar 4.18. Pemberian Plat ke Produk.....	68
Gambar 4.19. Pelepasan Produk Dari Dalam Cetakan.....	69
Gambar 4.20. Pemotong Bagian.....	70
Gambar 4.21. Pelubangan Produk.....	70
Gambar 4.22. Proses Pendempulan.....	71
Gambar 4.23. Proses Penghalusan.....	71
Gambar 2.24. Produk yang Sudah di Epoxy.....	72
Gambar 2.25. Produk yang Telah di Cat Dasar.....	73
Gambar 2.26. Spray Gun yang Digunakan.....	74
Gambar 2.27. Produk Siap Digunakan.....	75
Gambar 2.28. Diagram Kolom Densitas.....	75

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Kebutuhan manusia terhadap alat transportasi semakin meningkat sesuai dengan kebutuhan dan kegiatan manusia yang semakin kompleks, terutama alat transportasi darat yang berupa kendaraan bermotor baik roda dua atau motor maupun kendaraan roda empat atau mobil. Motor merupakan alat transportasi darat yang sangat dibutuhkan sehingga motor harus dilengkapi dengan sistem-sistem yang mendukung fungsi utama motor yaitu untuk memindahkan barang atau manusia dari suatu tempat ke tempat lain baik jauh ataupun dekat jaraknya. Tetapi tidak semua orang dapat mengoperasikan motor, motor tidak mudah dioperasikan tanpa adanya proses pembelajaran terlebih dahulu. Dalam suatu motor juga terdapat banyak sistem yang juga memerlukan pemahaman untuk menunjang dalam pengoperasian dan perbaikan apabila terjadi kerusakan.

Menanggapi hal tersebut saya mempunyai inisiatif untuk membuat asesoris kendaraan sepeda motor yaitu Tutup Mesin bawah dengan menggunakan *fiberglass* atau serat kaca telah dikenal orang sejak lama, dan bahkan peralatan-peralatan yang terbuat dari kaca mulai dibuat sejak awal abad ke 18. Mulai akhir tahun 1930-an, *fiberglass* dikembangkan melalui proses *filament* berkelanjutan (*continuous filament process*) sehingga memiliki sifat-sifat yang memenuhi syarat untuk bahan industri. Seperti

kekuatannya tinggi, elastis, dan tahan terhadap temperatur tinggi. Jika membayangkan peralatan yang terbuat dari kaca pasti akan berfikir bahwa peralatan tersebut akan mudah pecah. Akan tetapi melalui proses penekanan, cairan atau bubuk kaca diubah menjadi bentuk serat (*fiber*). Proses tersebut akan membentuk dari awalnya bahan yang mudah pecah (*brittle materials*) menjadi bahan yang memiliki kekuatan tinggi (*strong materials*). Bahan kaca (*glass*) diubah kedalam bentuk serat (*fiber*), kekuatannya akan meningkat. Kekuatan tarik maksimal dari satu serat kaca berukuran 9 – 15 micro-meter mencapai 3.447.000 kN/m<sup>2</sup>.

Di Indonesia pemanfaatan *fiberglass* masih terbatas pada pembuatan bodi kendaraan dan pembuatan kapal kecil untuk nelayan. Masih sangat sedikit pemanfaatan bahan *fiberglass* tersebut menjadi sebuah inovasi baru, penggunaan bahan komposit ini banyak digunakan oleh bengkel-bengkel modifikasi untuk membuat *body kit*, *bumper*, dan *spoiler* modifikasi. Melihat kondisi kendaraan yang masih memerlukan perbaikan untuk menunjang kenyamanan berkendara maka diadakan penambahan asesoris yang ada pada motor untuk dijadikan Tugas Akhir pada mahasiswa Teknik Otomotif dan Manufaktur.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang Asesoris Tutup Mesin, maka dapat ditentukan beberapa permasalahan seperti :

Pada kendaraan sepeda motor khususnya motor tipe semi sport yang pada umumnya ada di lingkungan seperti Honda Tiger, Megapro, Verza, Cb 150r, Yamaha Vixion, Byson, Scorpio, dan semi sport lainnya.

Kendaraan yang tidak memiliki pelindung mesin akan lebih cepat mengalami kerusakan pada bagian rangka dan mesin karena kotoran, cairan dan benda tumpul yang langsung mengenai kendaraan sepeda motor tersebut. Oleh sebab itu perlunya penambahan penutup mesin agar kotoran, cairan dan benda tumpul tidak langsung mengenai mesin.

Yang kita tahu untuk sekarang kendaraan bawaan pabrik sangat jarang sekali yang menggunakan penutup mesin. Oleh sebab itu perlu adanya penambahan penutup mesin agar mesin dan rangka tidak cepat mengalami kerusakan serta kenyamanan bisa di dapat ketika berkendara.

### **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah diatas agar permasalahan yang dibahas tidak meluas, maka dilakukan pembatasan pada:

1. Tugas akhir dibatasi hanya pada proses pembuatan tutup mesin bawah komposit yang menggunakan serat buatan (*synthetic fibers*) yang terdiri dari 2 lapis serat yaitu serat gelas acak dan serat gelas anyam.
2. Tebal tutup mesin bawah sekitar 4-5 milimeter jika diukur menggunakan jangka sorong/skitmat.

3. Penulis tidak membahas tentang proses pembuatan pendukung tutup mesin bawah tersebut.
4. Pembuatan tutup mesin menggunakan metode *hand lay up* dengan cetakan *double molding*.
5. Melakukan pengujian densitas agar dapat melihat kerapatan massa tutup mesin tersebut.
6. Produk yang dihasilkan yaitu sebuah tutup mesin bawah (*under cover engine*) untuk asesoris tambahan pada kendaraan tipe semi sport.

#### **1.4 Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan permasalahan yang telah diambil maka dapat dirumuskan pokok permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan proses dan merancang bentuk desain tutup mesin bawah sepeda motor yang sesuai?
2. Bagaimana proses pembuatan tutup mesin bawah sepeda motor dari bahan komposit?
3. Bagaimana proses *finishing* dan pengecatan tutup bawah sepeda motor agar menarik?

#### **1.5 Tujuan**

Tujuan yang dapat diambil dari pelaksanaan Tugas Akhir ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Menciptakan sebuah inovasi pembuatan tutup motor dengan komposit berpenguat serat gelas.
2. Mengetahui fungsi kegunaan dari tutup motor bagian bawah.
3. Mengetahui densitas dari tutup mesin bawah

## **1.6 Manfaat**

Setelah melaksanakan Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Bagi Mahasiswa
  - a. Mahasiswa dapat melakukan perencanaan proses pembuatan Asesoris mesin dan mengidentifikasi kerusakan pada kendaraan dengan benar dan tepat.
  - b. Dapat melakukan proses pembuatan Asesoris tutup mesin bawah pada kendaraan dengan benar sesuai ilmu dan pengalaman yang diperoleh saat teori dan praktikum di perkuliahan.
  - c. Mahasiswa dapat memperdalam ilmu yang telah dipelajari dari kurikulum mata kuliah.
2. Bagi Dunia Industri
  - a. Untuk menambah pengetahuan tentang material komposit baik secara makro maupun mikro.

- b. Diharapkan kedepanya banyak penggunaan dan inovasi material komposit yang lebih banyak, karena apabila dilihat dari segi ekonomi komposit menguntungkan industri karena mudah didapat dan harganya murah.
3. Bagi Dunia Pendidikan
- a. Diharapkan memberikan kontribusi terhadap pengembangan aplikasi ilmu dan teknologi.
  - b. Merupakan sebuah inovasi yang dapat dikembangkan dikemudian hari dan secara teoritis dapat memberikan informasi terbaru.
  - c. Sebagai bahan kajian di Jurusan Teknik Mesin Otomotif dan Manufaktur dalam mata kuliah bidang material komposit (*composite materials*).
4. Bagi Pengembangan IPTEKS
- a. Diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk mengolah komposit agar memiliki kegunaan yang lebih luas serta memiliki nilai jual yang tinggi.
  - b. Dapat dikembangkanya material yang ringan namun berfungsi luas.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Perencanaan Pembuatan Tutup Mesin Bawah (*Under Cover Engine*)**

Adanya permasalahan yang ada pada sepeda motor tipe semi sport maka permasalahan tersebut dicarikan solusi untuk memecahkan permasalahan melalui pendekatan masalah tersebut diantaranya yaitu merencanakan pembuatan asesoris tutup mesin bawah.

Pembuatan tutup mesin bawah khususnya tipe semi sport ini bertujuan agar terhindar dari benda tumpul dan cairan kimia atau kotoran yang langsung mengenai bagian mesin dan rangka. Meskipun bagian tersebut sudah dilapisi oleh cat agar terhindar dari korosi. Namun ketahanan cat akan berkurang karena cat yang mengalami penyesuaian langsung secara terus menerus. Oleh sebab itu perlu adanya penutup mesin agar benda tumpul dan cairan tidak langsung menuju ke bagian mesin dan rangka.

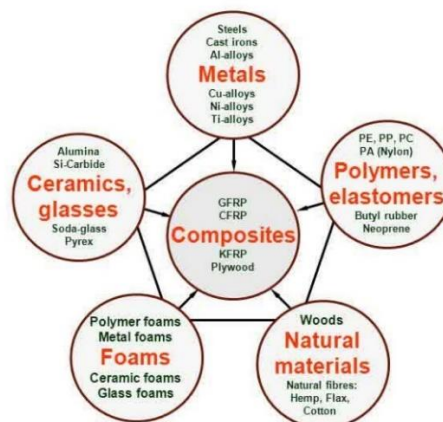
Perencanaan pembuatan tutup mesin tersebut akan di produksi dengan menggunakan material bahan komposit, dikarenakan material komposit kuat, tidak meleleh terkena panas mesin dan bisa menyesuaikan kondisi cuaca disekitar.

#### **2.2 Definisi Komposit**

##### **2.2.1. Pengertian Komposit**

Komposit terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna (Jones, 1975).

Komposit merupakan material yang terbentuk apabila dua atau lebih material yang berlainan digabungkan menjadi satu kesatuan dan tidak menghilangkan sifat unsur penyusunnya sehingga membentuk material baru, penggabungan material ini dimaksudkan untuk menemukan atau mendapatkan material baru yang mempunyai sifat antara material penyusunnya. Sifat material hasil penggabungan ini diharapkan saling memperbaiki kelemahan dan kekurangan bahan-bahan penyusunnya. Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (*modulus Young*) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Beberapa lamina komposit dapat ditumpuk dengan arah orientasi serat yang berbeda, gabungan lamina ini disebut sebagai laminat.



Gambar 2.1. Konsep Material Komposit (Lukkasen dkk, 2003)

Sifat-sifat komposit di tentukan oleh tiga faktor, antara lain :

1. *Phase* matrik dan serat sebagai penyusun komposit
2. Bentuk *geometri* dari penyusun komposit
3. Interaksi antara *phase* penyusun komposit

Penguat komposit pada umumnya mempunyai sifat kurang ulet tetapi lebih kaku serta lebih kuat. Fungsi utama dari penguat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari penguat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada penguat, sehingga penguat menerima beban maksimum. Oleh karena itu penguat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matriks penyusun komposit. Matrik adalah fasa komposit yang memiliki bagian terbesar atau mendominasi bahan komposit. Matrik pada umumnya lebih ulet tetapi mempunyai kekuatan dan kekakuan yang rendah atau getas.

Matriks mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Mentransfer tegangan ke serat
  2. Membentuk ikatan *koheren*, permukaan matrik/serat
  3. Melindungi serat
  4. Melepas ikatan
  5. Tetap stabil setelah proses manufaktur
- 2.2.2. Faktor Kekuatan Komposit

Factor kekuatan komposit ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain adalah :

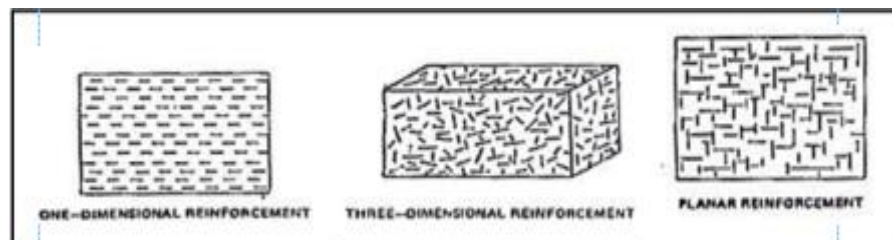
## 1. Faktor Serat

Serat adalah bahan pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

## 2. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut. Menurut tata letak dan arah serat diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu :

- a. Orientasi arah serat searah, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat.
- b. Orientasi arah serat berlawanan arah, mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- c. Orientasi arah serat acak, pada pencampuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (*random*) maka sifat mekanik pada satu arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar ke segala arah maka kekuatannya akan meningkat.



Gambar 2.2. Tipe orientasi arah serat

### 3. Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Ada dua penggunaan serat dalam campuran komposit yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang lebih kuat dibandingkan serat pendek. Serat alami jika dibandingkan dengan serat sintesis mempunyai panjang dan diameter yang tidak seragam pada setiap jenisnya. Oleh karena itu panjang dan diameter sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit.

### 4. Bentuk Serat atau Geometri Serat

Bentuk serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan serat juga mempengaruhi.

### 5. Fraksi Volume Serat

Jumlah kandungan serat dalam komposit atau disebut fraksi volume serat merupakan hal yang menjadi perhatian khusus pada komposit penguatan serat. Fraksi serat sangat menentukan terhadap karakteristik komposit yang dibuat.

### 6. Faktor Matrik

Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan mengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik, sehingga matrik dan serat saling berhubungan.

### 7. Faktor Ikatan Fiber-Matrik (*Adhesion Bonding*)

Komposit serat yang baik harus mampu untuk menyerap matrik yang memudahkan terjadi antara dua fase. Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matrik berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan. Kemampuan ini harus dimiliki oleh matrik dan serat.

#### 8. Katalis (*Hardener*)

*Metyl Etyl Keton Peroksida* (MEKPO) yaitu bahan kimia yang dikenal dengan sebutan katalis. Katalis ini digunakan untuk membantu proses pengeringan resin dan serat dalam komposit. Waktu yang dibutuhkan resin untuk berubah menjadi plastic tergantung pada jumlah katalis yang dicampurkan. Semakin banyak katalis yang di tambahkan maka makin cepat pula proses pengeringannya, tetapi apabila pemberian katalis berlebihan maka akan menghasilkan material yang getas ataupun resin bisa terbakar. Penambahan katalis yang baik 1% dari volume resin. Bila terjadi reaksi akan timbul panas antara 60° C- 90° C. panas ini cukup untuk mereaksikan resin sehingga diperoleh kekuatan dan bentuk plastik yang maksimal sesuai.

#### 2.2.3. Jenis-Jenis Polimer

Dalam komposit kekuatan Tarik dipengaruhi oleh kekuatan *interface*-nya. Dari pengujian kekuatan *interface*-nya sangat sulit di tentukan karena proses yang tidak sederhana. Sehingga hasil pengujian juga sangat sulit di tentukan karena adanya factor teknis pembuatan specimen. Untuk komposit polimer atau serat, perbedaan campuran unsur matriks dan perbedaan serat juga menghasilkan

kekuatan adhesive yang berbeda sehingga tidak jarang serat akan putus sebelum terlepas dari matriksnya (Matthew, 1999). Adapun jenis dari polimer yaitu

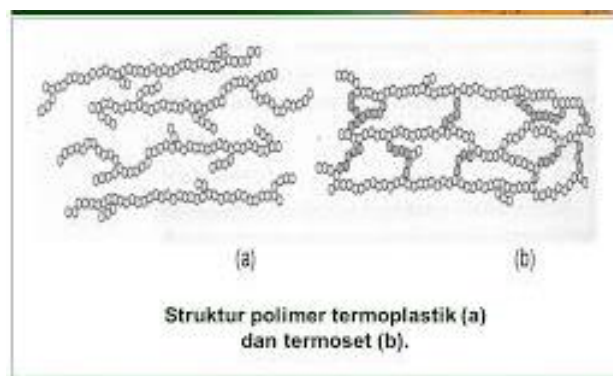
1. *Thermoplastic*: Resin yang dipakai sebagai bahan untuk memproduksi barang-barang yang pada umumnya terbuat dari plastik. Bahan yang mudah dibentuk kembali oleh panas dan diproses ke bentuk lain. Plastic yang sering kita kenal yaitu plastik komoditi. Plastik komoditi dicirikan oleh volumenya yang tinggi dan harga yang murah. Plastik jenis ini dapat di perbandingkan atau disaingkan dengan baja dan alumunium dalam industry logam. Plastik komoditi pada prinsipnya terdiri atas empat jenis polimer utama yaitu *polyethylene*, *polypropylene*, *polyvinil klorida* dan *polystirena*. *Polyethylene* dibagi menjadi 2 yaitu masa jenis rendah (<0,94 gr/cm<sup>3</sup>) dengan struktur kimia bercabang dan produk masa jenis tinggi (>0,94 gr/cm<sup>3</sup>) dengan struktur kimia linier. Plastik komoditi mewakili 90% dari produk *thermoplastik*. Tentang bahan thermoplastik ini secara detail dan lengkap dapat dilihat pada Buku Pengetahuan Bahan Teknik (Tata Surdia dan Shinroku Saito) halaman 210.

Tabel 2.1. Beberapa jenis Thermoplastik

Tipe	Singkatan	Kegunaan Utama
<i>Polyethylene</i> masa jenis rendah	LDPE	Lapisan pengemas, isolasi kawat dan kabel, barang mainan, botol flexible, perabotan, bahan pelapis

<i>Polyethylene</i> masa jenis tinggi	HDPE	Botol dtrum, pipa, lembaran, film, isolasi kawat dan kabel
<i>Polypropylene</i>	PP	Bagian-bagian mobil dan perkakas, tali anyaman dan karpet
<i>Polyvinil Klorida</i>	PVC	Pipa, isolasi kawat dan kabel
<i>Polystirena</i>	PS	Busa, perkakas, perabotan rumah, mainan anak

2. *Thermoset*: Resin yang ditinjau dari sudut kimianya yaitu bahan yang tidak dapat dibentuk kembali oleh panas setelah dibuat menjadi produk akhir. Contoh : *PU (Poly Urethane)*, *UF (Urea Formaldehyde)*, *MF (Melamin Formaldehyde)*, *Polyester*, *Epoksi*. Plastic jenis ini penggunaannya hanya 10%.



Gambar 2.3. Struktur polimer thermoplastic dan thermoset

Adapun perbedaan antara thermoplastic dan termosit yaitu



Tabel 2.2. Perbedaan sifat plastik Thermoplastik dan Plastik Thermoset

Plastik Thermoplastik	Plastik Thermoset
Relatif mudah terbakar	Keras
Fleksibel	Tidak fleksibel
Melunak jika dipanaskan	Mengeras jika dipanaskan
Titik leleh rendah	Tidak meleleh jika dipanaskan
Dapat dibentuk kembali	Tidak dapat dibentuk ulang

#### 2.2.4. Bahan Dasar dari Komposit

##### 1. *Unsaturated Polyester Resin (UPR)*

Jenis UPR populernya sering disebut *polyester*. UPR berupa resin cair dengan viskositas yang relative rendah, mengeras pada suhu kamar dengan menggunakan katalis tanpa menghasilkan gas sama seperti resin *thermoset* lain pada umumnya. Salah satu resin jenis UPR ini adalah Yucalac 157@BQTN-EX Series.

##### 2. *Metyl Etyl Keton Peroksida (MEKPO)*

Bahan kimia ini dikenal dengan sebutan katalis. Katalis ini termasuk senyawa polimer dengan bentuk cair, berwarna bening. Fungsi dari katalis ini mempercepat proses pengeringan (*curing*) pada bahan matrik suatu komposit. Semakin banyak katalis dicampurkan pada

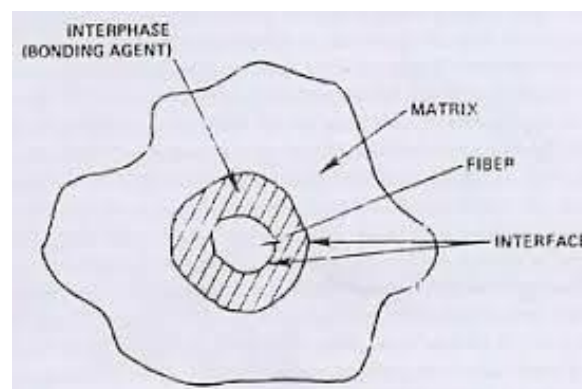
cairan matrik akan mempercepat proses laju pengeringan. Penggunaan katalis digunakan sesuai kebutuhan.

Sifat Komposit merupakan fungsi dari beberapa :

- 1) Sifat fasa penyusunnya
- 2) Jumlah
- 3) Geometri fasa terdispersi/partikel/serat
- 4) Distribusi dan orientasi/arah fasa terdispersi (serat/partikel)

### 3. *Reinforcement* atau *Fibber (Filler)*

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 sebutannya ; Matrik (penyusun dengan fraksi volume terbesar), Penguat (penahan beban utama), *Interphase* (pelekat antar dua penyusun), *Interface* ( permukaan phase yang berbatasan dengan phase lain).



Gambar 2.4. Pengertian komposit

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 reinforcement. Syarat terbentuknya komposit yaitu adanya ikatan permukaan antara matriks dan reinforcement. Ikatan antar permukaan ini terjadi karena adanya gaya *adhesi* dan *kohesi*. Dalam material komposit gaya adhesi-kohesi terjadi melalui 3 cara utama :

1. *Interlocking* antar permukaan : ikatan yang terjadi karena kekasaran bentuk permukaan partikel.
2. Gaya *elektrostatis* : ikatan yang terjadi karena adanya gaya tarik-menarik antara atom yang bermuatan (ion).
3. Gaya *vanderwalls* : ikatan yang terjadi karena adanya pengutapan antar partikel

Kualitas ikatan antara *matrik* dan *reinforcement* (penguat) di pengaruhi oleh beberapa variabel antara lain yaitu :

1. Ukuran partikel
2. Rapa jenis bahan yang digunakan
3. Fraksi volume material
4. Komposisi material
5. Bentuk partikel
6. Kecepatan dan waktu pencampuran
7. Penekanan (*kompaksi*)

## 8. Pemanasan (*sintering*)

### 2.3 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Penguatnya

Berdasarkan bentuk penguatnya, secara garis besar komposit di klasifikasikan menjadi tiga macam (Jones, 1975) yaitu komposit partikel, komposit serat dan komposit lapis.

#### 2.3.1. Komposit Partikel (*Particulate composite*)

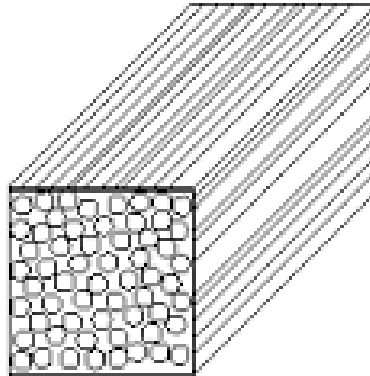
Komposit partikel merupakan komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi merata di dalam matriknya. Komposit partikel banyak dibuat untuk bahan industri. Proses produksi yang mudah juga menjadi salah satu pertimbangan bila komposit akan diproduksi massal. Kelayakan bahan komposit partikel yang telah dibuat dapat diketahui dengan melakukan pendekatan uji validitas.

#### 2.3.2. Komposit Serat (*Fibrous Composite*)

Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari serat dan matriks. Fungsi utama dari serat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada mulanya diterima oleh matrik akan di teruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai dengan beban maksimum.

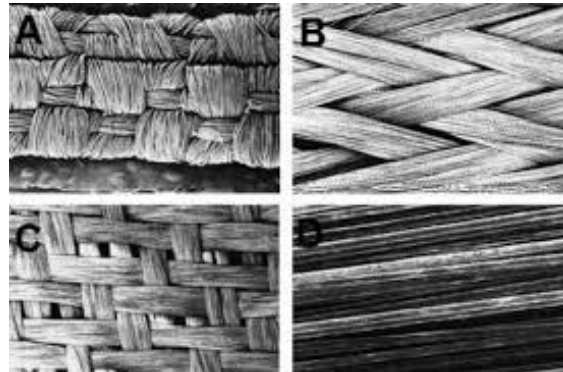
Pemilihan serat atau penguat harus mempertimbangkan beberapa hal salah satunya harga. Hal ini penting karena sebagai pertimbangan bila jenis komposit serat terbagi menjadi 4 yaitu:

- a. *Continuos Fibre Composite* (Komposit diperkuat serat kontinue)



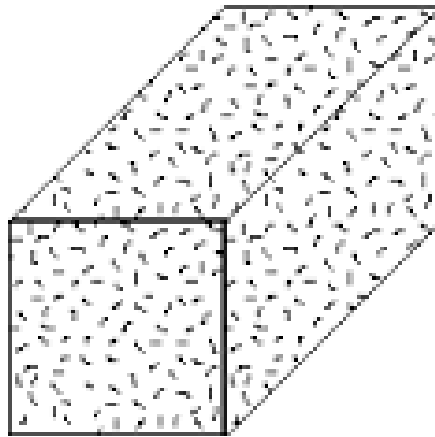
Gambar 2.5. *Continuos Fiber Composite*

- b. *Woven Fiber Composite* (komposit diperkuat dengan serat anyaman)



Gambar 2.6. Komposit anyaman (4 jenis anyaman)

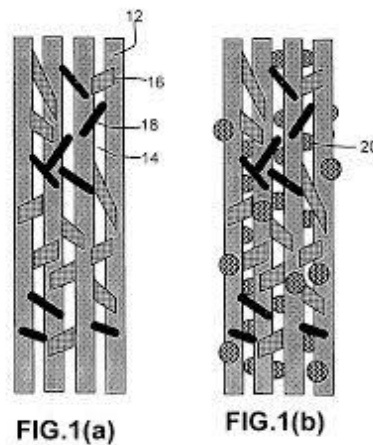
- c. *Chopped Fibre Continue* (komposit diperkuat serat pendek dan acak)



Gambar 2.7. Komposit serat pendek acak

d. *Hybrid Composite* (komposit diperkuat serat continue dan serat acak)

*Hybrid Fiber Composite* merupakan komposit gabungan antarabserat tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.



Gambar 2.8. Komposit *hybrid*

*Fiberglass* (serat gelas) adalah bahan yang tidak mudah terbakar. Serat jenis ini biasanya digunakan sebagai penguat matrik jenis *polymer*. Komposisi kimia

serat gelas sebagian besar adalah  $\text{SiO}_2$  dan sisanya adalah oksida oksida alumunium (Al), kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), dan unsur-unsur lainnya. Berdasarkan bentuknya serat gelas dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain (Santoso, 2002):

1. *Roving*, berupa benang panjang yang digulung mengelilingi silinder.



Gambar 2.9. Serat gelas *roving*

2. *Yarn*, berupa bentuk benang yang lekat dihubungkan pada filamen.



Gambar 2.10. Serat gelas *yarn*

3. *Chopped Strand*, adalah *strand* yang dipotong-potong dengan ukuran tertentu kemudian digabung menjadi satu ikatan.



Gambar 2.11. Serat gelas *chopped strand*

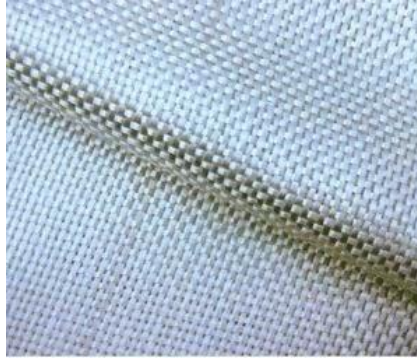
4. *Reinforcing Mat*, berupa lembaran *chopped strand* dan *continuous strand* yang tersusun secara acak.



Gambar 2.12. Serat gelas *reinforcing mat*

5. *Woven Roving*, berupa benang panjang yang dianyam dan digulung pada silinder





Gambar 2.13. Serat gelas *woven roving*

6. *Woven Fabric*, berupa serat yang dianyam seperti kain tenun.



Gambar 2.14. Serat gelas *woven fabric*

Berdasarkan jenisnya seras gelas dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain (Nugroho, 2007) :

a. Serat E-Glass

Serat E-Glass adalah salah satu jenis serat yang dikembangkan sebagai penyekat atau bahan isolasi. Jenis ini mempunyai kemampuan bentuk yang baik.

b. Serat C-Glass

Serat C-Glass adalah jenis serat yang mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap korosi.

c. Serat S-Glass

Serat S-Glass adalah jenis serat yang mempunyai kekakuan yang tinggi.

Tabel 2.3. Sifat-sifat serat gelas (Nugroho, 2007)

No.	Jenis Serat		
	E-Glass	C-Glass	S-Glass
1	Isolator listrik yang baik	Tahan terhadap korosi	Modulus lebih tinggi
2	Kekuatannya tinggi	Kekuatan lebih rendah dari E-Glass	Lebih tahan terhadap suhu tinggi
3	Kekuatannya tinggi	Harga lebih mahal dari E-Glass	Harga lebih mahal dari E-Glass

Tabel 2.4. Komposisi senyawa kimia serat gelas (Nugroho, 2007)

	E-Glass	C-Glass	S-Glass
SiO <sub>2</sub>	55.2	65.0	65.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.0	4.0	25.0
CaO	18.7	14.0	-
MgO	4.6	3.0	10.0
NaO <sub>2</sub>	0.3	8.5	0.3
K <sub>2</sub> O	0.2	-	-
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.3	5.0	-

Keterangan:

SiO<sub>2</sub> = Silica

K<sub>2</sub>O = Kalium Oksida

NaO<sub>2</sub> = Natrium Oksida

CaO = Calcium Oksida

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = Alumina

BaO = Boron Oksida

B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = Boron Oksida

MgO = Magnesium Oksida

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = Besi Oksida

### 2.3.3. Komposit Lapis (*Laminate Composit*)

Komposit jenis ini terdiri dari dua lapis atau lebih lapisan yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri. Contoh *bi metal*, pelapisan logam, *core/inti* yang dilapisi (*sandwich composit*), dan komposit lapis serat. Jika digunakan bahan perekat untuk menggabungkan *skin* dan *core*, maka lapisan bahan perekat dapat dipertimbangkan sebagai komponen tambahan. Ketebalan dari lapisan perekat umumnya diabaikan karena lebih tipis dari ketebalan *skin* maupun *core*. Karakteristik komposit *sandwich* sangat tergantung dari sifat *skin* dan *core*, ketebalan relative keduanya, dan karakteristik ikatan *interfacial* antara *skin* dan *core* (Berthelot, 1997). Komposit sandwich dapat meningkatkan *specific strength*, *specific stiffness* dan *specific modulus* (Lukkassen, 2003). Di bandingkan dengan material homogen, peningkatan ketebalan *core* pada komposit *sandwich* membantu meningkatkan *flexural rigidity* dan *bending strength* (Lukkassen dkk, 2003). Namun, berat material relative konstan (lebih ringan)

Secara umum, material *core* yang digunakan dalam komposit sandwich dapat dibagi dalam tiga macam, yaitu (Schlotter, 2002) :

- a. *Wood* (termasuk kayu olahan)
- b. *Foams*: *Polyvinyl Chloride Foams (PVC)*, *Polystyrene Foams (PS)*, *Polyurethane Foams (PU)*, *Polyetherimide Foams (PEI)*, *Polymethyl Methacrylaminate Foams (acrylic)* *Styreneacrylonitrile Foams (SAN)*.
- c. *Honeycombs*: *Nomex honeycomb*, *Aluminium honeycomb*, *Thermoplastic honeycomb*.

*Material core* yang digunakan dalam pembuatan komposit *sandwich* antara lain *FRC*, *PVC foam*, dan *Balsa Core* (Stoll, 2004). *Core* (inti) kayu merupakan material yang cukup banyak di alam. Tetapi kayu olahan mempunyai permasalahan pada pelapukan karena cendawan dan mempunyai daya serap yang cukup tinggi terhadap zat cair.

#### 2.3.4. Bahan Pembentuk Komposit

Bahan pembuat *fiberglass* pada umumnya terdiri dari 11 macam bahan, 6 macam sebagai bahan utama dan 5 macam sebagai bahan finishing. Sebagai bahan utama yaitu erosil, pigmen, resin, katalis, talk, mat, sedangkan sebagai bahan finishing antara lain : aseton, PVA, mirror, cobalt, dan dempul.

##### 1. Aerosil

Bahan ini berbentuk bubuk sangat halus seperti bedak bayi berwarna putih. Berfungsi sebagai perekat mat agar *fiberglass* menjadi kuat dan tidak mudah patah/pecah.



Gambar 2.15. Aerosil

## 2. Resin

Bahan ini berwujud cairan kental seperti lem, berkilir hitam atau bening. Berfungsi untuk mencairkan/melarutkan sekaligus juga mengeraskan semua bahan yang akan dicampur. Biasanya bahan ini dijual dalam literan atau dikemas dalam kaleng.



Gambar 2.16. Resin

## 3. Katalis (*Hardener*)

Zat ini berwarna bening dan berfungsi sebagai pengencer. Zat kimia ini biasanya dijual bersamaan dengan resin, dan dalam bentuk cairan encer dan dikemas dalam botol kecil. Perbandingannya adalah resin 1 liter dan katalisnya 1/40 liter.



Gambar 2.17. Katalis (*hardener*)

4. *Talk*

Sesuai dengan namanya bahan ini berupa bubuk berwarna putih seperti sagu. Berfungsi sebagai campuran adonan *fiberglass* agar keras dan agak lentur.



Gambar 2.18. Talk

5. *Mat*

Bahan ini berupa anyaman mirip kain dan terdiri dari beberapa model, dari model anyaman halus sampai dengan anyaman yang kasar atau besar dan

jarang-jarang. Berfungsi sebagai pelapis campuran adonan dasar *fiberglass*, sehingga sewaktu unsur kimia tersebut bersenyawa dan mengeras, mat berfungsi sebagai pengikatnya. Akibatnya *fiberglass* menjadi kuat dan tidak getas.



Gambar 2.19. Mat

#### 6. PVA

Bahan ini berupa cairan kimia berkilir biru menyerupai spiritus. Berfungsi untuk melapis antara master mal/cetakan dengan bahan *fiberglass*. Tujuannya adalah agar kedua bahan tersebut tidak saling menempel, sehingga *fiberglass* hasil cetakan dapat dilepas dengan mudah dari master mal atau cetakannya.

#### 7. *Mirror Glaze* dan MMA





Sesuai namanya, manfaatnya hampir sama dengan PVA, yaitu menimbulkan efek licin. Bahan ini berwujud pasta dan mempunyai warna bermacam macam.

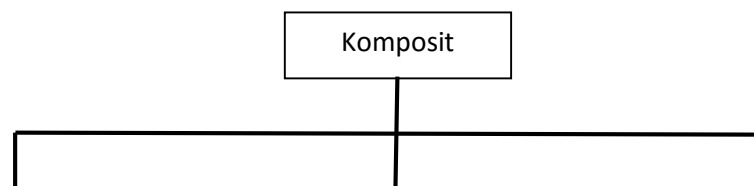
Gambar 2.20. *Mirror glaze* dan MMA

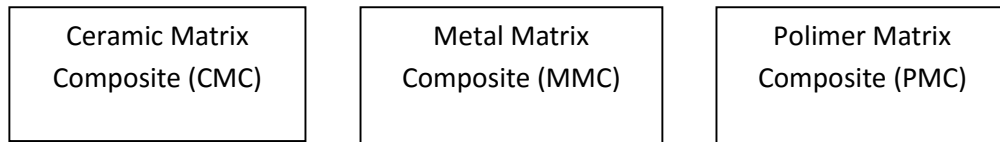
#### 8. Dempul *fiberglass*

Setelah hasil cetakan terbentuk dan dilakukan pengamplasan, permukaan yang tidak rata dan berpori-pori perlu dilakukan pendempulan. Tujuannya agar permukaan *fiberglass* hasil cetakan menjadi lebih halus dan rata sehingga siap dilakukan pengerjaan lebih lanjut.

Gambar 2.21. Dempul *Fiberglass*

### 2.4 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Matriks





Tabel 2.5. Klasifikasi berdasarkan jenis matrik

Berdasarkan matrik, komposit dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok utama yaitu:

#### 2.4.1. Komposit Matriks Logam (*Metal Matrix Composite/MMC*)

Komposit matriks logam ditemukan dan berkembang pada industri otomotif, *metal matrix composite* adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matriks logam. Bahan ini menggunakan suatu logam seperti aluminium sebagai matriks dan sebagai penguatnya yaitu *silicon karbida*. *Matrik* pada MMC memiliki keunggulan yaitu mempunyai keuletan yang tinggi (tangguh/ductile), memiliki titik lebur yang rendah, dan mempunyai densitas yang rendah. Contoh : *aluminium, titanium* dan *magnesium* beserta paduannya.

Tabel 2.6. Kelebihan dan Kekurangan Komposit MMC

Kelebihan Komposit MMC	Kekurangan Komposit MMC
Transfer tegangan baik	Biayanya mahal
Ketahanan terhadap temperature tinggi	Standarisasi material dan proses sedikit
Tidak menyerap kelembapan	
Tidak mudah terbakar	
Kekuatan tekan dan geser yang baik	
Muai termal yang baik	

#### 2.4.2. Komposit Matriks Keramik (*Ceramics Matrix Composite/CMC*)

Komposit matriks keramik digunakan pada lingkungan bertemperatur sangat tinggi. CMC merupakan material 2 fasa dengan 1 fasa berfungsi sebagai penguat dan 1 fasa berfungsi sebagai *matrik*, dimana matriksnya terbuat dari keramik. Bahan CMC menggunakan keramik sebagai matriksnya dan diperkuat dengan serat pendek, atau serabut-serabut (*whiskers*) dimana whisker ini terbuat dari silikon karbida atau boron nitride. Penguat yang umum digunakan pada CMC yaitu dengan proses DIMOX, yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam dan kemudian terjadinya pertumbuhan matriks di sekeliling penguat.

Matriks yang sering digunakan pada CMC adalah : Gelas *Anorganic*, *Keramik*, *Alumina*, *Silikon Nitrida*, *Silikon Carbida*.

Tabel 2.7. Kelebihan dan kekurangan komposit CMC

Kelebihan komposit CMC	Kekurangan komposit CMC
Dimensinya lebih stabil dari logam	Sulit diproduksi dalam jumlah besar
Tangguh, bahkan hampir sama dengan cas iron	Relative mahal dan non-cost effective
Mempunyai karakter permukaan tahan aus	Hanya untuk aplikasi tertentu
Unsur kimianya stabil pada temperature tinggi	
Tahan pada temperature tinggi (creep)	
Kekuatan tinggi dari ketahanan korosi tinggi	

#### 2.4.3. Komposit Matrik Polimer (*Polymer Matrix Composite*)

Komposit matriks polimer ini menggunakan bahan polimer sebagai matriks. Secara umum, sifat-sifat komposit polimer ditentukan oleh sifat-sifat penguat, sifat-sifat polimer, rasio penguat terhadap polimer dalam komposit (fraksi volume penguat), geometri dan orientasi arah penguat pada komposit.

Tabel 2.8. Kelebihan dan kekurangan komposit PMC

Kelebihan komposit PMC	Kekurangan komposit PMC
Biaya pembuatan rendah (low cost)	Hanya untuk aplikasi tertentu
Dapat dibuat dalam produksi massal	Standarisasi material kurang
Specific stiffnes yang tinggi	
Specific strength yang tinggi	
Anositropy	

## 2.5 Metode Pembuatan Komposit

Berikut ini adalah beberapa metode pembuatan produk menggunakan material komposit :

### 2.5.1 Pencetakan Tangan (*Hand Lay-Up*)

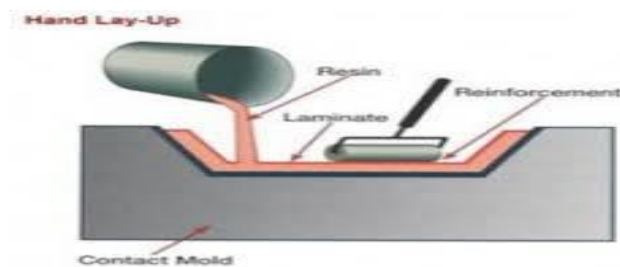
Hand Lay up adalah metode yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit.

Kelebihan menggunakan metode ini yaitu :

- a. Mudah dilakukan
- b. Cocok digunakan untuk komponen yang besar
- c. Volumennya rendah

Prosesnya adalah sebagai berikut : menuang resin dengan tangan ke dalam serat berbentuk anyaman, rajun atau kain, kemudian memberikan tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang hingga ketebalan yang diinginkan tercapai. Membiarkannya mengeras pada kondisi atmosfer standar.

Aplikasi : pembuatan kapal, bodi kendaraan, bilah turbin angin dll



Gambar 2.22. Hand Lay-Up

### 2.5.2 Jenis Pencetakan Tangan (Hand Lay Up)

Menurut [engineerhandbook.com](http://engineerhandbook.com) hand lay up merupakan metode “*open Mould*” atau cetakan terbuka dan tertua dari poses manufaktur material komposit. Jenis resin yang digunakan pada metode Hand Lay Up ada dua, yaitu resin polyester dan resin epoksi dengan jenis fiber yang biasa digunakan adalah serat kaca atau fiberglass. Metode *Hand Lay Up* memiliki kelemahan seperti ketebalan yang tidak konsisten, distribusi resin yang tidak rata, lebih boros menggunakan resin.

## 2.6 Pegujian Material Tutup mesin bawah

### 2.6.1 Densitas

Densitas suatu bahan komposit sama halnya dengan kerapatan massa suatu bahan. Densitas juga berarti sifat ringan dari suatu bahan. Densitas dapat dipengaruhi oleh *void* atau cacat yang ada pada sebuah bahan komposit. Semakin banyak *void*, maka densitas akan semakin kecil nilainya begitu pula sebaliknya. Selain *void*, densitas juga dapat dipengaruhi oleh ikatan antar muka matrik dan serat. Matrik dan serat yang tidak terikat dengan baik menyebabkan densitas rendah dikarenakan adanya ruang kosong disekitar serat yang tidak melekat pada matrik begitu pula sebaliknya.

Pengujian densitas merupakan pengujian sifat fisis terhadap spesimen yang bertujuan untuk mengetahui nilai kerapatan massa dari spesimen yang diuji.

Langkah dalam uji densitas yaitu :

1. Masing-masing specimen komposit ditimbang satu persatu menggunakan timbangan digital.
2. Komposit yang sudah ditimbang selanjutnya diukur panjang, lebar dan tebalnya atau dimasukkan kedalam gelas ukur yang sudah berisi air dengan ketinggian tertentu kemudian dicatat perubahan ketinggiannya.
3. Data-data yang diperoleh lalu digunakan untuk menghitung densitas komposit dengan menggunakan persamaan.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dengan,  $\rho$  = densitas benda (gram/mm<sup>3</sup>)

$m$  = massa benda (gram)

$v$  = volume benda (mm<sup>3</sup>)

Nilai volume dicari dengan menggunakan rumus

$$v = p.l.t$$

Dengan,  $v$  = volume benda (mm<sup>3</sup>)

$p$  = panjang benda (mm)

$l$  = lebar benda (mm)

$t$  = tinggi benda (mm)

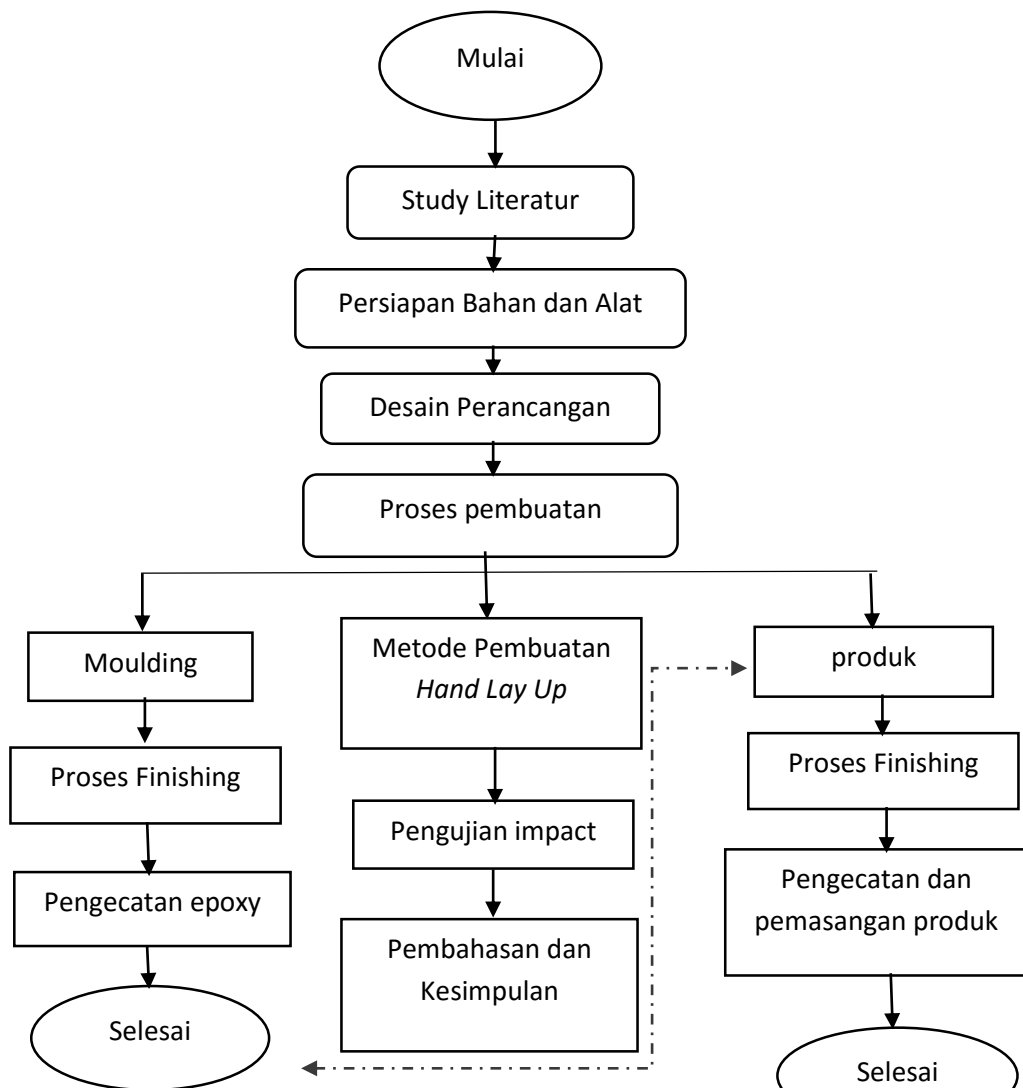
### **BAB III**



## METODE PEMBUATAN

### 3.1. Metode Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini dapat dijelaskan secara sederhana oleh diagram proses alur penelitian adalah sebagai berikut:



Tabel 3.1 diagram Alur Proses Penelitian

### 3.2. Analisis Kebutuhan Bahan

Analisis kebutuhan pembuatan asesoris tutup mesin bawah (*under cover engine*) dilaksanakan dengan identifikasi gejala yang di timbulkan pada kendaraan motor tipe semi sport yang disesuaikan dengan kenyamanan dan ketahanan pada kendaraan. Identifikasi gejala tersebut antara lain:

1. Pada saat musim hujan banyak terdapat genangan air di jalanan yang membuat kotor di sekitar mesin sehingga kendaraan menjadi korosi karena genangan air yang menempel pada rangka dan mesin tersebut. Oleh karena itu perlu adanya penutup bagian mesin untuk meminimalisir terjadinya korosi.
2. Pada saat berpergian di jalan banyak kendala seperti percikan tanah, bahan kimia, batu batu kecil, dll yang bisa membuat mesin menjadi rapuh kotor sehingga bisa menjadi rusak. Jika didepan mesin diberi pelindung mesin dimaksudkan kendala tersebut tidak langsung mengenai mesin, namun mengenai tutup mesin sebagai pelindungnya.
3. Pada pembuatan tutup mesin bawah sudut depannya dibuat runcing atau mempunyai sudut yang kecil bertujuan agar saat perjalanan angin (udara) tidak terlalu membebani kendaraan.
4. Pada kendaraan semi sport di tambahkan variasi tutup mesin menjadikan tampilan motor semakin bagus dan pantas untuk dilihat, serta menambah kenyamanan pada bagian bawah kendaraan seperti pada mesin, rangka dan pengendara.

### 3.3. Bahan dan Peralatan yang Digunakan

Setelah mendapatkan analisis kebutuhan untuk melakukan proses perbaikan mesin, maka hal tersebut akan dilakukan langkah dalam proses pembuatan tutup mesin bawah (*under cover engine*), dikarenakan banyak bahan dan peralatan yang digunakan untuk pembuatan. Oleh karena itu dibutuhkan rencana daftar bahan yang akan dibeli untuk melengkapi pembuatan.

Adapun kebutuhan bahan pokok yang digunakan dalam proses pembuatan asesoris tutup mesin bawah (*under cover engine*) sebagai berikut:

1. Serat gelas

Serat gelas yang digunakan berjenis *E-Glass* dengan bentuk acak (*strand*) dan *Woven Roving* dengan bentuk benang panjang yang dianyam.

2. Resin

Sebagai matrik dalam penelitian ini digunakan resin SHCP yaitu resin yang tahan terhadap air (suhu normal) dan asam lemah.

3. Katalis (*Hardener*)

Katalis yang digunakan memiliki senyawa *MEKPO* yaitu senyawa *Metyl Etyl Keton Peroksida*.

4. Talk

Dalam pembuatan produk diperlukan talk sebagai campuran agar permukaan helm mudah di ampelas saat proses *finishing*.

5. Dempul *Fiberglass*

Dempul digunakan untuk menutupi lubang (*void*) yang terdapat pada produk.

6. Mirror Glaze/MAA

Mirror glaze/MAA digunakan sebagai pelapis cetakan agar produk tidak menempel pada cetakan.

Tabel 3.2. Rancangan bahan yang diperlukan

No	Bahan	Jumlah	Keterangan
1.	Resin eternal	3 kg	-
2.	katalis mexpo	1 botol	-
3.	Air rossil/ talk (tepung kimia)	2 kg	-
4.	Serat acak	2 kg	-
5.	Serat anyam	1 meter	-
6.	MAA	1 buah	-
7.	Kuas	3 buah	-
8.	Master cetakan	1 buah	-
9.	Dempul	1 buah	-
10.	Isolasi kertas	1 buah	-
11.	gelas plastik dan adukan	4 buah	-

12.	Amplas	-	-
13.	Epoxy	-	-
14.	Kawat kasa berbentuk jaring	½ meter	-
15.	Baut	-	-
16.	Plat besi setebal 0,5 cm	-	-
17.	Plat setebal penggaris	-	-
18.	Lem plastic	-	-
19.	Cat semprot	-	-
20.	Lem G	1 buah	
21.	Lain-lain	-	-

Setelah kebutuhan bahan didapatkan maka kebutuhan alat yang digunakan untuk membantu menyelesaikan pembuatan tutup mesin bawah ini antara lain:

Tabel 3.3. alat yang dibutuhkan

No.	Alat yang di butuhkan	No.	Alat yang dibutuhkan
1.	Gerinda	10.	Alat ukur (mistar dll)
2.	Kunci pas	11.	Pemotong besi
3.	Bor tangan	12.	Tang
4.	Kertas karton	13.	Sarung tangan sensitive
5.	Obeng (+)	14.	Timbangan

6.	Obeng (-)	15.	Amplas
7.	Gunting	16.	Pengaduk
8.	Cutter atau Pisau	17.	Spidol
9.	Sekrap	18.	Gelas pelastik

### 3.4. Rancangan Biaya

Rancangan biaya pembuatan produk adalah sebagai berikut :

Tabel 3.4. Rancangan Biaya Pembuatan

No	Bahan	Jumlah	Harga (rupiah)
1	Resin eternal	3 kg	80.000
2	katalis mexpo	1 botol	6.500
3	Air rossil/ talk (tepung kimia)	3 kg	20.000
4	Serat acak	2 kg	50.000
5	Serat anyam	1 meter	20.000
6	MAA	1 buah	33.000
7	Kuas	3 buah	12.000
8	Master cetakan	1 buah	50.000
9	Dempul	1 buah	15.000
10	Isolasi kertas	1 buah	2.000
11	gelas plastik dan adukan	4 buah	2.000
12	Amplas	3 jenis	30.000

13	Epoxy	-	21.000
14	Kawat kasa berbentuk jaring	½ meter	20.000
15	Baut	-	15.000
16	Plat besi setebal 0,5 cm	-	18.000
17	Plat setebal penggaris	-	3.000
18	Lem plastic	-	7.000
19	Cat epoxy	-	30.000
20	Lem G		6.500
21	Lain-lain	-	-
	Total		441.000

### 3.5. Rencana Langkah Kerja dan Pembuatan

Sebelum melakukan permbuatan tutup mesin untuk sepeda motor tipe semi sport ini maka terlebih dahulu membuat rencana kerja mulai dari identifikasi komponen, pengukuran sampai pengujian, sehingga langkah-langkah proses pengerjaan pembuatan dapat terencana sesuai yang diharapkan. Adapun tahap-tahap langkah kerja perbaikan mesin agar dalam pelaksanaan dapat sesuai dengan rencana perbaikan adalah sebagai berikut:

#### 1. Identifikasi karakteristik

Untuk melakukan langkah identifikasi karakteristik harus disesuaikan dengan prosedur yang berlaku, agar dalam peroses perancangan, pembuatan,

pengecetan dan pemasangan sesuai dengan SOP (Standar Operasional Prosedur) yang telah tertera dalam prosedur yang berlaku untuk meminimalisir kesalahan.

## 2. Identifikasi bahan

Langkah identifikasi komponen sangat penting karena berguna untuk menentukan komponen masih standart digunakan dan mudah untuk di cari atau tidak dengan cara pengukuran komponen yang disesuaikan dengan spesifikasi ataupun secara visual.

## 3. Observasi harga dan kebutuhan bahan

Semua bahan yang telah dibutuhkan akan dilakukan observasi harga dan ada tidaknya bahan. Pembelian komponen dilakukan di toko bahan kimia maupun toko-toko lain yang ada di sekitar daerah Purworejo dan Yogyakarta.

Adapun observasi yang dilakukan yaitu :

- a. Melakukan observasi perlengkapan pembuatan komposit di toko kimia. Untuk pilihan toko kimia yaitu toko ngasem jaya dikarenakan harganya lebih murah dan lebih lengkap dari pada toko lain. Perlengkapan yang dibutuhkan di toko kimia seperti resin, katalis, talk, serat anyam dan serat acak.
- b. Melakukan observasi perlengkapan pendukung di toko material. Untuk pembelian perlengkapan pendukung dilakukan di sekitar



tempat pembuatan tutup mesin. Perlengkapan pendukung tersebut berupa amplas, gerinda, dempul, plat besi dll

- c. Melakukan observasi pada toko kelontong atau mini market untuk pembelian perlengkapan pendukung yang tidak tersedia di toko material. Perlengkapan pendukung tersebut berupa lem G, kertas karton, cutter, gunting, penggaris, dll
- d. Melakukan observasi di toko asesoris sepeda motor untuk mengetahui harga tutup mesin bawah (*under cover engine*). adapun hasil observasi di toko asesoris sepeda motor sebagai berikut :
  - Di toko Indah Motor yang berada di Purworejo harga untuk tutup mesin bawah yaitu Rp. 70.000 dengan bahan plastik dan Rp. 155.000 untuk bahan dari komposit, dengan menggunakan serat acak dan pembuatan hanya dengan satu lapisan.



Gambar 3.1. tutup mesin bawah di toko indah motor

- Di toko Intan Motor yang berada di Purworejo harga untuk tutup mesin bawah yaitu Rp 65.000 dengan bahan dari plastik dan Rp 165.000 untuk bahan dari komposit, dengan menggunakan serat acak dan pembuatan hanya dengan satu lapisan.



Gambar 3.2. tutup mesin bawah di toko intan motor

- Di toko Sumber Jaya Motor yang berada di Purworejo harga untuk tutup mesin bawah yaitu berkisar Rp. 75.000 dengan bahan plastik dan Rp. 170.000 untuk bahan dari komposit, dengan menggunakan serat acak dan pembuatan dengan satu lapisan.



Gambar 3.3. tutup mesin bawah di toko sumber jaya motor

Pada setiap toko asesoris kendaraan sepeda motor untuk pembelian tutup mesin bagian bawah (*under cover engine*) mempunyai harga yang berbeda-beda tergantung model, bahan, dan bentuk pada tutup mesin bawah motor itu sendiri.

#### 4. Proses perancangan tutup mesin

Setelah semua bahan dan alat yang dibutuhkan tersedia maka proses pembuatan tutup mesin bagian bawah dapat dilakukan. Proses pembuatan diawali dengan perancangan pembuatan moulding dari master cetakan, sebelum proses pembuatan produk dilakukan proses penyiapan bahan, seperti Lem G, Isolasi Kertas, Cutter, Gunting, dan Kertas karton yang berfungsi untuk pembuatan moulding sebelum pembuatan produk.

#### 5. Proses pembuatan cetakan tutup mesin dan produknya

Setelah penyiapan komponen dilanjutkan proses pembuatan sesuai dengan langkah kerja prosedur yang berlaku. Untuk pembuatan pertama yaitu pembuatan moulding atau cetakan, setelah pembuatan moulding selesai dilanjutkan dengan pembuatan produk sesuai dengan master cetakan. Kemudian dilanjutkan proses finishing produk agar menjadi rapi dan memudahkan melakukan pengecatan pada tutup mesin bawah.

#### 6. Proses penyelesaian produk (*finishing*)

Proses *finishing* sangatlah penting karena untuk menghasilkan produk yang baik harus melakukan finishing secara baik juga yang di sesuaikan dengan prosedur yang berlaku. Untuk pelobangan produk tentu harus di sesuaikan dengan ukuran dan fungsi yang akan digunakan, seperti contoh untuk menyatukan moulding satu dengan yang satunya harus dilakukan pelobangan untuk pemberian baut supaya bisa disatukan.

#### 7. Proses pengecatan produk

Proses pengecatan ini bertujuan agar produk tutup mesin bawah yang digunakan sesuai dengan kendaraan dengan tujuan menjadikan perpaduan tanpa terjadi kontras warna. Pengecatan juga memberikan ketahanan terhadap korosi, kotoran yang terjadi pada tutup mesin bawah. Adapun alat dan bahan proses pengecatan sebagai berikut:

Tabel 3.5. alat dan bahan pengecatan

No.	Alat dan Bahan	Jumlah	Keterangan
1.	Kompresor	1 buah	-
2.	<i>Spray Gun</i>	1 tipe	-
3.	Cat	1 warna	-

4.	<i>Thinner</i>	1 buah	-
5.	Dempul	1 buah	-
6.	<i>Epoxy</i>	1 buah	-
7.	<i>Clear</i>	1 buah	-
8.	Amplas	3 jenis	-
9.	<i>Compound</i>	1 buah	-
10.	Lain-lain	-	-

Setelah mengetahui alat dan bahan yang digunakan untuk proses pengecatan dilakukan observasi pada toko perlengkapan cat. Adapun kebutuhan bahan pokok yang digunakan untuk proses pengecatan tutup mesin bawah yaitu:

a. Kompresor

Pengecatan produk menggunakan kompresor yang bertekanan angin beserta selang penghubung antara kompresor dengan *spray gun*.

b. *Spray gun*

Yaitu alat untuk menampung dan mengatur keluaran bandingan angin dengan cat yang sudah di mix sebelumnya. Pada *spray gun* terdapat pengatur angin, mengatur banyak sedikitnya cat yang keluar, pengatur lebar semprotan dan pengatur arah lebar semprotan.

c. Ampelas

Hal ini sangat berguna untuk menghaluskan atau meratakan permukaan obyek yang akan dibuat.

d. Cat

Inti dari pengecatan, berfungsi untuk memberi warna pada obyek.

e. *Thinner*

Berbagai macam jenis *thinner*, seperti pu,hg,nd yang mempunyai tingkat kekerasan yang berbeda dan kualitas berbeda pula. Fungsi thinner itu untuk pencampuran cat atau bahan sejenisnya sehingga dapat mengencerkan karakter cat itu sendiri.

f. *Epoxy*

Berfungsi untuk merekatkan obyek dengan cat, *epoxy* juga berfungsi untuk menutup pori-pori bodi yang masih berantakan, sehingga hasil bisa lebih halus lagi, setelahnya tetap dilakukan proses pengamplasan.

g. *Clear*

Pada proses ini proses pengecatan ada pada tingkat akhir, tipe pernish ada bersifat basah seperti air atau doff yang memberi efek lembut.

h. Dempul

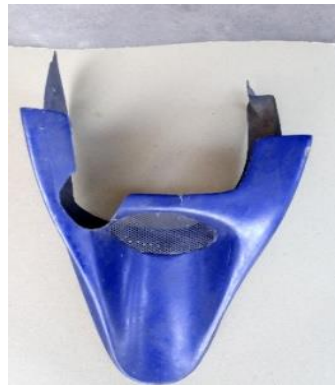
Berguna untuk menutupi sekaligus membuat bodi baru yang halus, akan menutupi permukaan yang bergelombang.

i. *Compound*

Berguna untuk mengkilapkan produk dan menghaluskan produk dari permukaan yang masih kasar.

8. Proses melengkapi kelengkapan komponen

Setelah tutup mesin selesai dilakukan pengecatan proses selanjutnya yaitu melakukan pemasangan komponen tutup mesin, seperti pemasangan kawat kasa berbentuk jaring pada bagian tutup mesin yang telah di bentuk untuk ventilalasi udara.



Gambar 3.4. pemasangan kawat kasa

#### 9. Proses pemasangan produk ke kendaraan

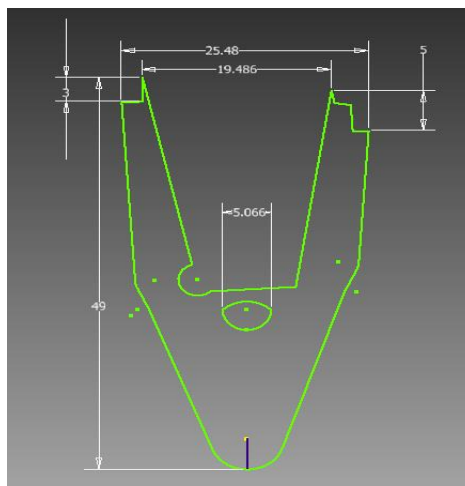
Proses ini membutuhkan ketelitian dan harus hati-hati karena plat penghubung produk pada mesin harus di sesuaikan panjang dan bentuknya agar produk terpasang dengan baik dan benar. Selain itu proses ini juga harus memperhatikan baut penyangga pada mesin, seperti pemasangan plat pada penghubung mesin dengan rangka tidak dianjurkan karena

kekuatan dan proporsi yang tidak sesuai. Pemasangan ini harus memperhitungkan kenyamanan pada pengendara dan tidak mengganggu performa pada mesin.

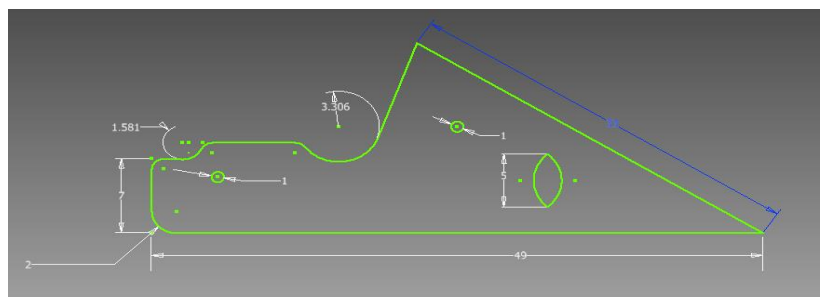


Gambar 3.5. tutup mesin pada kendaraan

### 3.6. Skema Produk Tutup Mesin Bawah

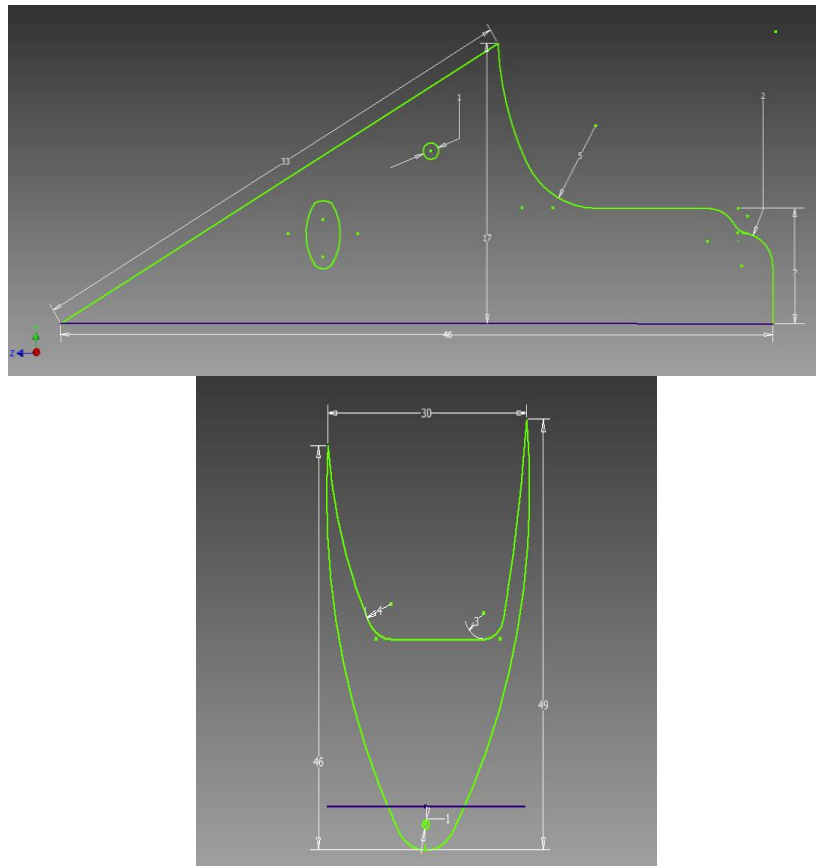


Gambar 3.6. skema tutup mesin tampak atas 1:10



Gambar 3.7. skema tutup mesin tampak kanan 1:10





Gambar 3.8 skema tutup mesin tampak kiri 1:10

Gambar 3.9. skema tutup mesin tampak bawah 1:10

### 3.7. Penentuan Komposisi

Penentuan komposisi dalam pembuatan suatu produk komposit memiliki peranan penting, karena unsur-unsur penyusun komposit baik matrik maupun penguatnya memiliki pengaruh yang besar terhadap sifat mekanik produk tersebut. Dalam tugas akhir ini penentuan komposisi yang dilakukan terdiri dari penentuan komposisi resin-katalis-talk dan komposisi polimer-penguat (serat).

a. Komposisi Resin-Katalis-Talk

Banyak sedikitnya katalis yang digunakan pada campuran resin akan berdampak pada kekerasan komposit yang dihasilkan. Semakin banyak katalis yang ditambahkan maka semakin cepat proses pengerasan pada campuran resin tersebut. Pada saat proses pengadukan dapat menimbulkan *void* pada hasil akhir produk komposit, *void* tersebut tidak dapat dihindarkan dari proses pembuatan komposit, untuk itu diperlukan komposisi dan cara pengadukan yang tepat agar meminimalisir terjadinya *void* pada produk.



Gambar 3.10. proses pencampuran

b. Komposisi polimer-penguat (serat)

Komposisi unsur-unsur penyusun komposit polimer-penguat (serat) ditentukan dengan menggunakan fraksi volume.

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

#### 4.1. Proses Pembuatan Tutup Mesin Bawah (*Under Cover Engine*)

Proses pembuatan tutup mesin bawah kendaraan tipe semi sport ini dilakukan guna memenuhi mata kuliah tugas akhir yang wajib ditempuh. Diharapkan memberikan kontribusi yang positif terhadap pengembangan aplikasi ilmu dan teknologi. Pembuatan tutup mesin diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk mengolah komposit agar memiliki kegunaan yang lebih luas serta memiliki nilai jual yang tinggi.

Membuat cetakan (*molding*) merupakan langkah awal dari pembuatan produk. Ada dua pilihan bahan yang akan digunakan untuk membuat cetakan, yaitu bahan dari gips dan bahan dari fiberglass. Masing-masing bahan cetakan tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan. Gips merupakan bahan mineral yang tidak larut dengan air dalam waktu yang lama jika sudah menjadi padat. Kandungan gips terdiri dari jenis zat hidrat kalsium sulfat dan beberapa mineral seperti karbonat, borat, nitrat, dan sulfat yang dapat terlepas sehingga gips dalam proses pengerasan akan terasa panas. Pembuatan dari bahan gips akan lebih mudah untuk dikerjakan, dan saat pelepasan fiberglass hasil dari cetakan mudah dilakukan, bahkan dapat dilakukan dengan merusak cetakannya. Di samping itu harganya relatif lebih murah. Kekurangannya adalah konstruksinya rapuh dan hanya dapat dipakai sekali saja.

Untuk pembuatan master cetakan dari *fiberglass* memang harganya lebih mahal. Disamping itu pembuatan cetakan dan proses pelepasan *fiberglass* dari cetakan lebih sulit dikerjakan. Kelebihannya adalah kontruksinya lebih kuat/tidak mudah patah dan cetakannya dapat dipergunakan beberapa kali. Oleh karena itu, dalam membuat cetakan pembuat *fiberglass* lebih senang menggunakan bahan *fiberglass* juga. Dengan demikian yang akan dibahas adalah membuat cetakan dari bahan *fiberglass*.

Sebelum pembuatan produk, perlu adanya pembuatan cetakan (*molding*) terlebih dahulu dengan membeli produk yang sudah tersedia di pasaran atau menggunakan produk yang sudah tidak terpakai dengan menyesuaikan kendaraan yang akan dipasangkan. Adapun langkah-langkah pembuatan cetakan sebagai berikut:

#### 4.1.1. Proses Persiapan

##### a. Proses Persiapan Cetakan

1. Cetakan dibersihkan menggunakan air dan sabun untuk menghilangkan debu dan kotoran.
2. Cetakan yang sudah dibersihkan kemudian dijemur pada panas matahari selama 1 jam hingga kering.
3. Setelah penjemuran selesai, cetakan dibersihkan kembali menggunakan kain hingga bersih untuk memudahkan dalam proses pembuatan produk.



Gambar 4.1. master cetakan tutup mesin saat dijemur

b. Persiapan Serat Gelas

1. Serat gelas yang digunakan dipotong dengan ukuran tertentu agar mudah digunakan pada saat proses pembuatan tutup mesin bawah.
2. Serat gelas yang sudah dipotong kemudian ditimbang agar didapat serat dengan komposisi yang diinginkan.



Gambar 4.2. serat yang sudah dipotong kemudian ditimbang

c. Persiapan Matriks

1. Resin disiapkan secukupnya didalam gelas plastik lalu ditambahkan talk sesuai perbandingan yang ditentukan (tiap lapis berbeda

perbandingan), lalu campurkan bahan tersebut diaduk secara perlahan-lahan sampai rata.

2. Kemudian adonan tersebut ditambahkan katalis sebanyak 1% dari volume resin atau secukupnya dengan cara diteteskan kedalam resin kemudian diaduk kembali perlahan-lahan hingga tercampur rata dan jangan sampai bergelembung (terjadi *void*).

#### 4.1.2. pembuatan master cetakan (*molding*)

Langkah-langkah dalam pembuatan cetakan (*molding*) komposit yaitu menggunakan metode *hand lay-up* (HLU). Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

##### 1. Proses pembuatan cetakan (*molding*)

- a. membuat cetakan dapat dilakukan dengan cara membuat produk dengan kertas karton yang ukuran dan bentuk sama persis dengan ukuran dan bentuk aslinya. Apabila sudah tersedia bentuk asli tutup mesin bawah, maka bentuk asli ini dapat dimanfaatkan sebagai master yang kemudian dibersihkan dengan air dan sabun untuk menghilangkan debu dan kotoran kemudian dikeringkan di panas matahari.



Gambar 4.3 master cetakan

- b. Pada master cetakan yang menggunakan fentilasi udara di tutup rapat menggunakan isolasi kertas bertujuan saat proses *hand lay up* menjadi rata dan bisa sesuai dengan bentuk yang diharapkan.



Gambar 4.4. fentilasi udara di tutup dengan isolasi kertas

- c. Pemotongan kertas karton untuk membedakan master menjadi dua sisi yaitu kanan dan kiri dengan cara kertas karton di rekatkan pada bagian tengah-tengah menggunakan lem G dan di sesuaikan dengan pola master.



Gambar 4.5. penempelan kertas karton

- d. Pemberian lapisan pertama dengan pembersih lantai MAA. Tujuannya diberi lapisan MAA, untuk mempermudah pada saat melepas prototipe dari master. Pelapisan MAA dilakukan dua kali pelapisan.



Gambar 4.6. pelapisan MAA

- e. Menyiapkan wadah sebagai tempat adonan *fiberglass* berupa wadah minum plastik atau kaleng bekas, yang penting dalam keadaan bersih.
- f. Mencampurkan bahan-bahan resin, talk, dan katalis pada gelas plastik. Untuk perbandingan sebagai berikut:



- Lapisan pertama, perbandingan resin dan talk 1:1 dan katalis sebanyak lima belas tetes.
- Lapisan kedua, perbandingan resin dan talk 2:1 dan katalis sebanyak lima belas tetes.
- Lapisan ketiga, perbandingan resin dan talk 2:1 dan katalis sebanyak lima belas tetes.



Gambar 4.7. bahan pembuatan master cetakan

- g. Aduk pelan-pelan adonan untuk lapisan pertama supaya tidak banyak udara (*void*) yang masuk kedalam adonan tersebut.

- h. Setelah cetakan dan bahan sudah siap, dilakukan pelapisan awal dipermukaan bagian sebelah cetakan terlebih dahulu. Ratakan permukaan adonan yang dituang pada cetakan menggunakan sekrup karton. Pada saat meratakan resin dilakukan dengan perlahan agar mendapat hasil yang maksimal. Pembuatan moulding harus sebagian terlebih dahulu yaitu bagian kiri pembuatannya hingga selesai. Setelah selesai kemudian dilanjutkan dengan satunya yaitu bagian kanan.



Gambar 4.8. pelapisan pertama

- i. Setelah pelapisan selesai dan merata di seluruh bagian, diamkan sebentar lapisan tersebut untuk membuat lapisan sedikit keras sehingga lapisan resin tidak hancur.
- j. proses selanjutnya membuat lapisan kedua dengan menggunakan serat gelas acak, proses pelapisan pada serat gelas menggunakan adonan lapisan kedua dengan cara menuangkan sebagian adonan keatas lapisan pertama kemudian diratakan menggunakan kuas, lalu letakan serat gelas yang sudah dipotong diatasnya. Kemudian tuangkan sisa adonan keatas serat gelas tersebut dan diratakan keseluruhan bagian sambil ditekan-tekan

secara perlahan agar seluruh serat terkena resin. Cara tersebut disebut dengan teknik *hand lay-up* (HLU).

- k. Setelah serat tertutupi resin dan sudah mulai agak keras, ulangi kembali cara diatas menggunakan adonan untuk lapisan ketiga dan ulaskan sebagian adonan diatas lapisan serat gelas menggunakan kuas, lalu letakan serat gelas yang sudah dipotong diatasnya. Kemudian tuangkan sisa dengan di tekan-tekan menggunakan kuas hingga serat tertutupi resin dengan rata. Untuk pembuatan cetakan diberikan tiga lapisan agar kontruksinya lebih kuat, tebal dan tidak mudah patah yaitu sekitar 2-3 mm atau dilakukan 3-4 kali lapisan.



Gambar 4.9. proses *hand lay up*

- l. Kemudian diamkan hingga kering. Setelah kering cetakan dibuka perlahan. Pembukaan cetakan dengan perlahan menggunakan sekrap atau obeng (-) ditujukan untuk tidak merusak cetakan yang berada di dalamnya.

- m. Setelah pembuatan bagian kiri selesai dilanjutkan dengan bagian kanan dengan langkah kerja yang sama tanpa perbedaan.



Gambar 4.10. proses pembuatan bagian kanan

## 2. Proses penyelesaian cetakan (*finishing*)

Proses finishing adalah proses pembersihan dan perbaikan prototipe, dari sisa-sisa resin yang menempel dan perbaikan pada bagian-bagian prototipe yang mengalami kerusakan pada saat proses cetakan. Adapun langkah-langkah finishing cetakan adalah:

- a. Proses finishing dilakukan dengan menggunakan mesin gerinda tangan, dengan tujuan untuk memotong bagian-bagian yang keluar dari cetakan atau memotong bagian yang tidak digunakan.



Gambar 4.11. pemotong bagian

- b. Setelah pemotongan selesai, dilanjutkan dengan menambal bagian-bagian yang tidak terkena resin atau bagian yang berlobang (*void*) dengan menggunakan dempul *fiber glass*, cara penggunaan dempul yaitu ambil dempul biasanya berwarna hijau secukupnya kemudian campurkan *hardener* dempul kira-kira 5 % dari dempul tersebut hingga warna campuran tersebut sedikit kekuningan. lakukan proses menambal menggunakan sekrap kecil kemudian diamkan hingga mengeras.
- c. Pelubangan pada bagian pinggir cetakan untuk pemberian baut agar bagian kanan dan bagian kiri bisa bersatu dengan kuat. Pada pelubangan bagian kanan dan kiri harus benar-benar lurus dan seimbang bertujuan pada saat pembuatan produk tidak terjadi kemiringan sebelah.



Gambar 4.12. pelubangan untuk pemberian baut

- d. Proses selanjutnya adalah penghalusan pada permukaan prototipe dengan menggunakan amplas halus, tujuannya untuk membuat permukaan prototipe menjadi halus. Untuk bagian luar master cetakan

penghalusan menggunakan amplas kasar terlebih dahulu hingga menjadikan master cetakan rapi dan halus.



Gambar 4.13. proses penghalusan dengan amplas

#### 4.1.3. Pembuatan produk tutup mesin bawah (*under cover engine*)

Setelah pembuatan master cetakan selesai, tahap selanjutnya yaitu pembuatan produk tutup mesin bawah (*under cover engine*). Untuk proses pembuatan produk ini hampir sama dengan pembuatan master cetakan, namun dari segi kegunaan dan bahan terdapat perbedaan. Adapun langkah-langkah pembuatan produk sebagai berikut:

1. proses pembuatan produk
  - a. cetakan dibersihkan dengan air dan sabun untuk menghilangkan debu dan kotoran kemudian dikeringkan di panas matahari.
  - b. Setelah cetakan dianggap bersih dari kotoran-kotoran, cetakan diberi lapisan pertama dengan pembersih rantai MAA. Tujuannya diberi lapisan MAA, untuk mempermudah pada saat melepas prototipe dari cetakan.

Pelapisan MAA dilakukan dua kali pelapisan dan dibiarkan hingga mengering.



Gambar 4.14. pemberian lapisan MAA

- c. Menyiapkan wadah sebagai tempat adonan *fiberglass* dengan menggunakan kaleng atau gelas plastik dalam keadaan bersih beserta adukannya.
- d. Mencampurkan bahan-bahan resin, talk, dan katalis pada gelas plastik.

Untuk perbandingan sebagai berikut:

- Lapisan pertama, perbandingan resin dan talk 1:1 dan katalis sebanyak lima belas tetes.
- Lapisan kedua, perbandingan resin dan talk 2:1 dan katalis sebanyak lima belas tetes.
- Lapisan ketiga, resin tanpa menggunakan talk dan katalis sebanyak lima belas tetes.







Gambar 4.15. bahan pembuatan produk

- e. Aduk pelan-pelan adonan untuk lapisan pertama supaya tidak banyak udara (*void*) yang masuk kedalam adonan.
- f. Setelah cetakan dan bahan sudah siap, lakukan pelapisan awal dipermukaan cetakan kanan dan kiri, ratakan adonan yang dituang pada cetakan keseluruhan bagian dengan sekrap dari karton.



Gambar 4.16. pelapisan awal pada cetakan

- g. Setelah pelapisan selesai dan merata diseluruh bagian, diamkan sebentar lapisan tersebut untuk membuat lapisan tersebut sedikit keras sehingga



lapisan resin tersebut tidak hancur. Proses pelapisan resin dilakukan di kedua bagian cetakan.

- h. Penggabungan kedua cetakan kanan dan kiri dengan menggunakan baut.



Gambar 4.17. penggabungan kedua cetakan

- i. Proses selanjutnya membuat lapisan kedua pada prototipe dengan menggunakan serat gelas acak, proses pelapisan pada serat gelas dengan cara menuangkan sebagian adonan keatas lapisan pertama kemudian diratakan dengan kuas, lalu letakkan serat gelas yang sudah dipotong diatasnya. Kemudian tuangkan sisa adonan keatas serat gelas tersebut dan ratakan keseluruhan bagian sambil di tekan-tekan secara perlahan menggunakan kuas agar seluruh serat terkena resin. cara tersebut disebut dengan teknik *hand lay-up*.
- j. Setelah serat tertutupi resin dan sudah mulai mengeras kemudian beri plat berbentuk kotak tipis yang sudah di lubang tengahnya. Tempelkan pada bagian produk yang nantinya berfungsi untuk penghubung produk ke sepeda motor.



Gambar 4.18. pemberian plat ke produk

- k. Setelah penempelan plat tipis selesai dilanjutkan dengan membuat adonan untuk lapisan penguat ketiga dengan menggunakan serat gelas anyam, ulangi kembali cara diatas menggunakan adonan tanpa menggunakan talk kemudian ulaskan sebagian adonan diatas lapisan serat gelas menggunakan kuas, lalu letakkan serat gelas yang sudah dipotong diatasnya. Kemudian tuangkan sisa dengan di tekan-tekan menggunakan kuas hingga serat tertutupi resin dengan rata.
- l. Kemudian cetakan didiamkan selama 2-3 jam. Setelah 2-3 jam cetakan dibuka perlahan. Pembukaan cetakan dengan perlahan ditujukan untuk tidak merusak produk yang berada didalam cetakan. Untuk pembukaan cetakan diusahakan produk yang di dalam tidak keras bertujuan agar pelepasan produk bisa dilepas dengan mudah karena masih flexible.



Gambar 4.19. pelepasan produk dari dalam cetakan

## 2. Proses penyelesaian produk (*finishing*)

Proses *finishing* adalah proses pembersihan dan perbaikan prototipe, dari sisa-sisa resin yang menempel dan perbaikan pada bagian-bagian prototipe yang mengalami kerusakan pada saat proses cetakan. Adapun langkah-langkah *finishing* produk adalah:

- a. Proses *finishing* dilakukan dengan menggunakan mesin gerinda tangan, dengan tujuan untuk memotong bagian-bagian yang keluar dari cetakan atau memotong bagian yang tidak digunakan.



Gambar 4.20. pemotong bagian

- b. Pelubangan pada bagian tengah, samping kanan dan kiri sesuai model produk yang telah di tentukan menggunakan bor tangan. Difungsikan untuk pemberi fentilasi udara pada tutup mesin bawah dan membuat tampilan lebih bagus.





Gambar 4.21. pelubangan produk

- c. Setelah pemotongan dan pelubangan selesai, dilanjutkan dengan menambal bagian-bagian yang tidak terkena resin atau bagian yang berlobang (*void*) dengan menggunakan dempul *fiberglass*, cara penggunaan dempul yaitu ambil dempul biasanya berwarna hijau secukupnya kemudian campurkan *hardener* dempul kira-kira 5 % dari dempul tersebut hingga warna campuran tersebut sedikit kekuningan. lakukan proses menambal menggunakan pisau kecil atau sekrap kecil.



Gambar 4.22. proses pendempulan

- d. Proses selanjutnya adalah penghalusan pada permukaan produk dengan menggunakan amplas yang paling kasar hingga paling halus, tujuannya untuk membuat permukaan produk menjadi rapi dan halus.



Gambar 4.23. proses penghalusan

- e. Setelah proses penghalusan selesai, dilanjutkan dengan proses pengecatan.

#### 4.1.4 Proses pengecatan

Setelah pembuatan master produk selesai, tahap selanjutnya yaitu proses pengecatan tutup mesin bawah (*under cover engine*). Pada proses pengecatan ini dilakukan pada ruang terbuka dan terhindar dari debu. Adapun langkah-langkah pembuatan produk sebagai berikut:

- a. Bersihkan produk dengan kain halus yang akan di cat.
- b. Ampelas dengan rata bagian yang akan di cat dengan ampelas (kertas gosok) ukuran 800 (*waterproof*), kemudian dihaluskan dengan ampelas 1500.
- c. Setelah itu cuci bagian yang akan di cat dengan air bersih, dikeringkan dengan kain dan diamkan pada terik matahari hingga benar-benar kering.
- d. Semprot permukaan menggunakan cat dasar epoxy agar menutup pori-pori pada permukaan produk yang masih kasar dan terbuka sehingga akan membuat permukaan produk memiliki permukaan yang halus dan siap untuk dilapisi cat dasar lalu diamkan hingga kering.

- e. Jika masih kurang halus bisa digosok kembali produk dengan ampelas dengan ukuran 2000 hingga sedikit rata permukaannya.



Gambar 4.24. produk yang sudah di epoxy

- f. Selesai di ampelas, cuci kembali dengan air bersih dan biarkan hingga benar-benar kering, kemudian bersihkan menggunakan kain yang lembut seperti kaos katun.
- g. Tahap selanjutnya adalah pengecatan warna dasar, karena produk akan dicat menggunakan warna biru kharisma maka cat dasar yang digunakan adalah cat warna putih, hal tersebut bertujuan agar cat warna biru kharisma yang dihasilkan akan tampak lebih terang.



Gambar 4.25. produk yang telah di cat dasar

- h. Setelah produk kering dilanjutkan dengan mengampelas lagi untuk mendapatkan hasil yang maksimal dengan ukuran 2000. Proses pengampelasan cukup tipis-tipis dikarenakan untuk meratakan cat dasar.
- i. Siapkan gelas plastik untuk pencampuran dan penakaran agar sesuai dengan kebutuhan pengecatan.
- j. Lakukan pencampuran cat dengan tiner sesuai jenis cat yang dipergunakan, jangan membuat campuran terlalu kental dan jangan terlalu encer. Bila jenis cat nya kental berikan 2:1 (1 untuk cat berbanding 2 untuk tiner), tetapi bila jenis catnya encer berikan 1:1 (1 untuk cat berbanding 1 untuk tiner). Cat yang digunakan yaitu dengan menggunakan cat *lacquer*.
- k. Setelah pencampuran ideal tuangkan cat tersebut ke dalam tabung yang berada di *spray gun*.

Gambar 4.26 *spray gun* yang digunakan



- l. Hidupkan kompresor dan sambung selang angin pada *spray gun*.
- m. Lakukan pengecatan lapisan pertama cukup satu kali menarik spoit cat jangan terlalu tebal, jangan diulang bolak-balik agar cat bisa rata. Berikan gerakan yang stabil tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lamban. Gerakan terlalu cepat akan mendapatkan hasil pengecatan yang tidak rata,

sebaliknya gerakan terlalu lamban akan membuat cat berkumpul dan meleleh sehingga yang dihasilkan menjadi keriput.

- n. Saat melakukan pengecatan atur jarak semprotan cat kira-kira 30 cm dari produk yang akan di cat.
- o. Setelah lapisan pertama selesai hingga kering dilanjutkan lapisan kedua untuk mendapatkan warna yang lebih tebal, bisa timpa ulang cat lebih lanjut dengan cara yang sama hingga rata, kemudian keringkan hingga benar-benar kering.
- p. Setelah cat kering dilanjutkan dengan mengecat keseluruhan produk tersebut dengan menggunakan cat *clear* (transparan) agar cat warna yang tadi dibuat tidak mudah putar dan semakin mengkilat (*glossy*).
- q. Setelah penyemprotan cat *clear* selesai, biarkan hingga benar-benar mengering.



Gambar 4.27. Produk siap digunakan

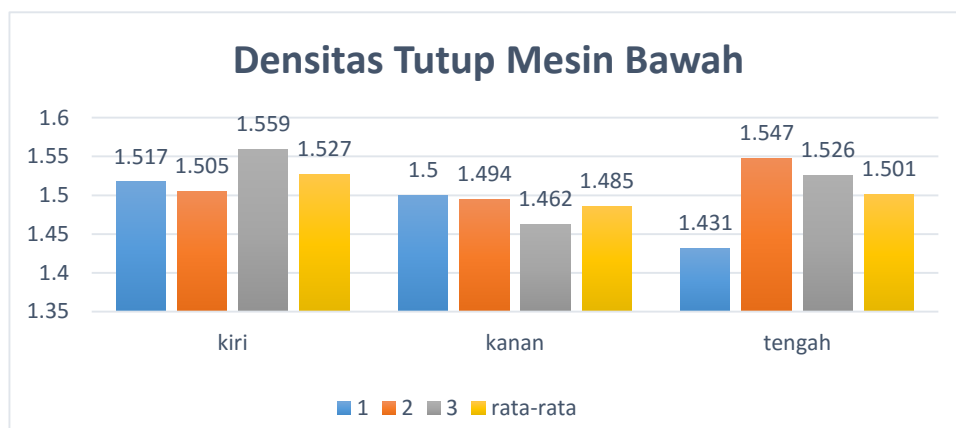
- r. Setelah proses pengecatan selesai dan cat sudah benar-benar kering lakukan proses poles menggunakan kompon untuk menyempurnakan hasil agar lebih halus dan agar cat benar-benar terlihat mengkilat.
- s. Pemasangan kawat kasa pada produk agar lebih menarik.



## 4.2. Densitas

Gambar 4.28. diagram kolom densitas

Pada produk tutup mesin bawah (*under cover engine*) densitas pada setiap bagian hampir sama, dimungkinkan pada bagian kanan produk terdapat sedikit gelembung (*void*) atau pada produk bagian kanan terdapat rongga.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### 5.1. Kesimpulan

Dengan diselesaikannya Tugas Akhir pembuatan tutup mesin bawah (under cover engine) dan berdasarkan uraian penjelasan pada tiap-tiap bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

1. Penentuan komposisi dalam pembuatan komposit memegang peranan penting, karena unsur-unsur penyusun komposit baik matrik maupun penguatnya memiliki pengaruh yang besar terhadap sifat mekanik komposit yang dihasilkan. Dalam tugas akhir ini penentuan komposisi yang dilakukan terdiri dari penentuan komposisi resin-katalis dan penentuan komposisi polimer penguat (serat). Adapun perbandingan yang ideal antara resin dan katalis pada pembuatan komposit yaitu 100 : 1 (untuk 100 gram resin berbanding 1 gram katalis).
2. Untuk ketebalan dari tutup mesin bawah tersebut 3-5 mm.
3. Untuk hasil rata-rata dari densitas yaitu bagian kiri 1,527 untuk bagian kanan 1,485 dan untuk bagian tengah 1,501.
4. Pada uji densitas dapat diketahui untuk bagian kanan nilai densitasnya paling rendah dari pada bagian kiri dan tengah, dimungkinkan karena pada bagian kanan terdapat void atau rongga.

## 5.2. Saran

Dari hasil kesimpulan yang didapat, untuk itu saya selaku penganalisa ingin menyarankan kepada pembaca antara lain:

1. Untuk kedepannya perlu adanya pengujian impak bertujuan untuk mengetahui standar dari tutup mesin bawah tersebut dan perlu dibandingkan dengan produk yang berada di pasaran.
2. pembuatan selanjutnya perlu adanya takaran bahan yang tepat agar produk yang dihasilkan tidak terlalu tebal namun kuat karena melihat dengan penggunaannya sebagai asesoris.
3. Pada pembuatan *molding* untuk kedepannya perlu adanya bagian yang rata di fungsikan ketika pembuatan produk berlangsung tidak berubah-ubah dan produk bisa sesuai dengan *molding* tanpa berubah struktur.
4. Untuk kesempurnaan dari hasil pengujian, hendaknya memperhatikan kondisi dari spesimen yang akan di uji tersebut, karena kondisi spesimen yang kurang sempurna misalnya seperti terdapat *void*/gelembung udara dapat mempengaruhi dari hasil pengujian tersebut.
5. Untuk mendapatkan tutup mesin bawah komposit yang baik dan sesuai dengan yang diinginkan maka pada saat pencetakan mulai dari proses awal sampai tahap akhir harus berhati-hati agar tidak menimbulkan *void* yang terlalu banyak, hal tersebut akan menambah waktu proses selanjutnya karena harus menambal *void-void* tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2001, *Technical data sheet*, PT Justus Sakti Raya Corporation, Jakarta.
- Barthelot, J.M., 1997, *Composite Materials Mechanical Behavior and Structural Analysis*, Valloise, France.
- Chung, R., 2002, “*Composite Materials, Departement of Chemical and Materials Engineering*”, San Jose State University, USA.
- Gibson, O.F., 1994. “*Principle of Composite Materials mechanics*”, Mc Graw-Hill Inc., New York, USA.
- Hillger, 2003, *Inspection of CFRP and GFR Sandwich Component*, Wilhelm Raabe Weg 13, d-3 8110 Braunschweig.
- Jones, R.M., 1999, *Mechanics of Composite Materials*, Mc Graw Hill, New York. USA.
- Surdia T dan Saito S. (1992). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Pradnya Paramita, Jakarta. Indonesia.
- Dian Janari, 2014. *Modul Praktikum Komposit*. Yogyakarta. Indonesia
- Ferriawan Yudhanto. 2013. “*composite Material*”. Yogyakarta. Indonesia

Pengujian densitas merupakan pengujian sifat fisis terhadap spesimen yang bertujuan untuk mengetahui nilai kerapatan massa dari specimen yang diuji.

Langkah dalam uji densitas yaitu :

Masing-masing specimen komposit ditimbang satu persatu menggunakan timbangan digital



Gambar menghitung spesimen

- Komposit yang sudah ditimbang selanjutnya diukur panjang, lebar dan tebalnya menggunakan jangka sorong.



Gambar mengukur specimen

- Setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan kemudian penghitungan densitas pada spesimen dengan rumus sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dengan,  $\rho$  = densitas benda (gram/mm<sup>3</sup>)

m = massa benda (gram)

v = volume benda (mm<sup>3</sup>)

Nilai volume dicari dengan menggunakan rumus

$$v = p.l.t$$

Dengan,  $v$  = volume benda ( $\text{mm}^3$ )

$p$  = panjang benda (mm)

$l$  = lebar benda (mm)

$t$  = tinggi benda (mm)

Diketahui :

Massa pada spesimen:

Massa	1	2	3
Kiri	1.78 gram	1.65 gram	1.68 gram
Kanan	1.64 gram	1.78 gram	1.78 gram
Tengah	1.51 gram	1.58 gram	1.67 gram

	Panjang	Lebar	Tebal
Kiri 1	18.27 mm	13.35 mm	4.81 mm
Kiri 2	17.66 mm	12.91 mm	4.81 mm
Kiri 3	17.14 mm	13.46 mm	4.67 mm
Kanan 1	16.67 mm	13.67 mm	4.81 mm

Kanan 2	18.79 mm	13.32 mm	4.76 mm
Kanan 3	18.90 mm	13.82 mm	4.66 mm
Tengah 1	16.59 mm	13.51 mm	4.71 mm
Tengah 2	16.85 mm	13.06 mm	4.64 mm
Tengah 3	17.31 mm	13.14 mm	4.81 mm

Rumus yang digunakan untuk mencari volume yaitu :

$$v = p.l.t$$

	P x L x T (mm <sup>3</sup> )	Hasil	cm <sup>3</sup>
Kiri 1	18.27x13.35x4.81	1173.18 mm <sup>3</sup>	1.173 cm <sup>3</sup>
Kiri 2	17.66x12.91x4.81	1096.63 mm <sup>3</sup>	1.096 cm <sup>3</sup>
Kiri 3	17.14x13.46x4.67	1077.38 mm <sup>3</sup>	1.077 cm <sup>3</sup>
Kanan 1	16.67x13.64x4.81	1093.69 mm <sup>3</sup>	1.093 cm <sup>3</sup>
Kanan 2	18.79x13.31x4.76	1191.34 mm <sup>3</sup>	1.191 cm <sup>3</sup>
Kanan 3	18.90x13.82x4.66	1217.18 mm <sup>3</sup>	1.217 cm <sup>3</sup>
Tengah 1	16.59x13.51x4.71	1055.65 mm <sup>3</sup>	1.055 cm <sup>3</sup>
Tengah 2	16.85x13.06x4.64	1021.08 mm <sup>3</sup>	1.021 cm <sup>3</sup>
Tengah 3	17.31x13.14x4.81	1094.05 mm <sup>3</sup>	1.094 cm <sup>3</sup>

Rumus yang digunakan untuk mencari desitas benda yaitu:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

- Kiri 1  $\rho = \frac{m}{v} = \frac{1.78}{1.173} = 1.517 \text{ g/cm}^3$

- Kiri 2  $\rho = \frac{m}{v} = \frac{1.65}{1.096} = 1.505 \text{ g/cm}^3$
- Kiri 3  $\rho = \frac{m}{v} = \frac{1.68}{1.077} = 1.559 \text{ g/cm}^3$
- Kanan 1  $\rho = \frac{m}{v} = \frac{1.64}{1.093} = 1.500 \text{ g/cm}^3$
- Kanan 2  $\rho = \frac{m}{v} = \frac{1.78}{1.191} = 1.494 \text{ g/cm}^3$
- Kanan 3  $\rho = \frac{m}{v} = \frac{1.78}{1.217} = 1.462 \text{ g/cm}^3$
- Tengah 1  $\rho = \frac{m}{v} = \frac{1.51}{1.055} = 1.431 \text{ g/cm}^3$
- Tengah 2  $\rho = \frac{m}{v} = \frac{1.58}{1.021} = 1.547 \text{ g/cm}^3$
- Tengah 3  $\rho = \frac{m}{v} = \frac{1.67}{1.094} = 1.526 \text{ g/cm}^3$

Rumus untuk mencari rata-rata pada semua specimen

Rata-rata	$R = \frac{\rho 1 + \rho 2 + \rho 3}{3}$	Hasil
Kiri	$R = \frac{1.517 + 1.505 + 1.559}{3}$	1.527 g/cm <sup>3</sup>
Kanan	$R = \frac{1.500 + 1.494 + 1.462}{3}$	1.485 g/cm <sup>3</sup>
Tengah	$R = \frac{1.431 + 1.547 + 1.526}{3}$	1.502 g/cm <sup>3</sup>

Pada hasil rata-rata yang di peroleh dapat di simpulkan untuk densitas bagian kanan menghasilkan hasil perhitungan paling kecil di mungkinkan bagian kanan terdapat sedikit void.



