

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN PRODUK DAN *MOULDING BUMPER*
BELAKANG MOBIL KIJANG INNOVA (V-2005) BERBAHAN
DASAR SERAT GLASS ACAK

Diajukan kepada Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta untuk Memenuhi
Sebagian Persyaratan guna Memperoleh Gelar Ahli Madya D3
Program Studi Teknik Mesin



Oleh:

Dimas Try Sulistyono

20133020051

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
POLITEKNIK MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2016

HALAMAN PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
PEMBUATAN PRODUK DAN *MOULDING BUMPER*
BELAKANG MOBIL KIJANG INNOVA (V-2005) BERBAHAN
DASAR SERAT GLASS ACAK

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Dimas Try Sulisty

20133020051

telah disetujui pada tanggal 30 Mei 2016.
untuk dipertahankan di Depan Panitia Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Mesin Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta

Yogyakarta 30 Mei 2016

Disetujui oleh,

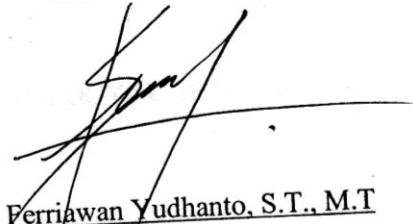
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Andika Wisnujati, S.T., M.Eng

NIDN.0512088301

Dosen Pembimbing



Ferriawan Yudhanto, S.T., M.T

NIDN.0527078005

PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PEMBUATAN PRODUK DAN MOULDING BUMPER
BELAKANG MOBIL KIJANG INNOVA (V-2005) BERBAHAN
DASAR SERAT GLASS ACAK**

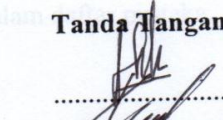
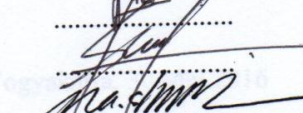
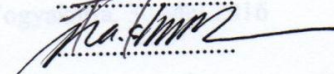
Disusun Oleh:

Dimas Try sulisty

20133020051

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Pada Tanggal 30 Mei 2016
dan Dinyatakan Memenuhi Syarat Guna Mendapatkan Gelar Ahli Madya

DEWAN PENGUJI

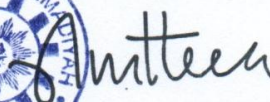
Nama Lengkap dan Gelar	Jabatan	Tanda Tangan
1. Andika Wisnujati, S.T., M.Eng	Ketua	
2. Ferriawan Yudhanto, S.T., M.T	Sekretaris	
3. M. Abdus Shomad, S.T., M.T	Dosen Penguji	

Yogyakarta, 30 Mei 2016

POLITEKNIK MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

DIREKTUR




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

NIK. 19700502199603 123 023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dimas Try Sulistyو

NIM : 20133020051

Jurusan : Teknik Mesin Otomotif dan Manufaktur

Judul : *“Pembuatan produk dan moulding bumper belakang mobil kijang innova (V-2005) berbahan dasar serat glass acak”*

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, 30 Mei 2016

Yang menyatakan

Dimas Try Sulistyو

NIM. 20133020051

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)

“Ya Allah, berikanlah ilham untuk tetap menyukuri nikmat-Mu yang telah engkau anugrahkan kepadaku dan kepada kedua orang tuaku dan untuk mengerjakan amal shaleh yang engkau ridhai dan masukanlah aku dengan rahmat-Mu ke dalam golongan hamba-hamba Mu yang shaleh”

(Q.S An-naml: 19)

“Ya Allah, jadikanlahku selalu mengingat-Mu, bersyukur kepada-Mu, dan bagus dalam beribadah kepada-Mu”

(hadith riwayat Abu Daud fan An-Nasa’i)

“Ilmu itu lebih baik dari harta. Ilmu akan menjaga engkau dan engkau akan menjaga harta. Ilmu itu penghukum (hakim) sementara harta terhukum. Jika harta itu akan berkurang jika dibelanjakan, maka ilmu akan bertambah jika dibelanjakan.”

(Sayidina Ali bin Abi Thalib)

PERSEMBAHAN

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

1. Almamater Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.
2. 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.
3. Kakak-kakaku 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 PRODUK DAN *MOULDING BEMPER* BELAKANG MOBIL KIJANG INNOVA (V-2005) BERBAHAN DASAR SERAT GLASS ACAK

Oleh:

Dimas Try Sulistyo

20133020051

Bahan non logam saat ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengganti material logam karena memiliki berbagai keuntungan yaitu memiliki berat yang lebih ringan, lebih mudah dibentuk, dan lebih murah. Salah satu bahan non logam tersebut adalah *fiberglass*. *Fiberglass* merupakan bahan paduan atau campuran beberapa bahan kimia (bahan komposit) yang bereaksi dan mengeras dalam waktu tertentu. Bahan ini mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan bahan logam, diantaranya: lebih ringan, lebih mudah dibentuk, dan lebih murah.

Metode pembuatan *bumper* Kijang Innova (V-2005) yang pertama dilakukan adalah melihat kendaraan/*bumper* kendaraan terlebih dahulu sebelum *bumper* digunakan sebagai master dalam pencetakan sampai hasil akhir pengecatan produk.

Hasil pembuatan *bumper* dan *moulding* komposit yang baik sesuai yang diinginkan maka pada saat pencetakan mulai dari proses awal sampai tahap akhir harus berhati-hati dan teliti agar tidak menimbulkan *void* yang terlalu banyak, hal tersebut akan mengurangi kekuatan dari pada *bumper* maupun *moulding*

Kata kunci: Material, Metode pembuatan, Hasil produk, dan *moulding* Komposit

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah 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 produk dan moulding bumper belakang mobil kijang innova (V-2005) berbahan dasar serat glass acak*” 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. Kakak-kakaku 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. Bengkel jaguar yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk membagi ilmunya kepada kami.
10. 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, 23 Mei 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah	4
1.3. Rumusan Masalah	5
1.4 .Batasan Masalah	5
1.5. Tujuan	5
1.6. Manfaat	6

BAB II. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

2.1. Pengertian <i>fiberglass</i> / komposit.....	8
2.1.1. <i>Reinforcement</i>	8
2.1.2. Matrik	8
a. <i>Fibrous Composites</i> (Komposit Serat).....	9
b. <i>Laminated Composites</i> (Komposit Laminat).....	9
c. <i>Particulate Composites</i> (Komposit Partikel).....	10
d. <i>Flake Composites</i> (Komposit Serpih).....	10
e. <i>filled composite</i> (skeletan komposit).....	10
2.2. Klasifikasi bahan komposit	11
2.3. Tujuan pembentuk komposit	12
2.4. Tipe komposit serat	12
2.4.1. <i>Continuous Fiber Composite</i>	13
2.4.2. <i>Woven Fiber Komposite</i>	13
2.4.3. <i>Discountinuous Fiber Composite</i>	13
2.4.4. <i>Hybrid Fiber Composite</i>	14
2.5. Kelebihan Material Komposit	15
2.6. Karakteristik Material Komposit	15
2.6.1. <i>Reinforcement</i> (penguat).....	16
2.6.2. Jenis-jenis serat.....	16
2.6.3. Serat gelas	16
2.6.4. matrik.....	21

2.7. Bahan-bahan Pembentuk Komposit	25
2.8. Metode Pembuatan komposit.....	28
2.9 Kekuatan impak komposit.....	30

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian	31
3.2. Konsep Rancangan.....	32
3.3. Perancangan Pembuatan <i>Bumper</i>	32
3.4. Pencetakan Produk dan <i>Moulding Bumper</i> Kijang Innova.....	32
3.4.1. bahan-bahan akan digunakan	33
3.4.2. Alat-alat yang akan digunakan.....	33
3.4.3. penentuan komposisi.....	34
3.4.4. Komposisi resin- <i>hardener</i>	34
3.4.5.komposisi polimer-penguat	34
3.5. Proses Pencetakan <i>Bumper</i> Kijang Innova.....	34
3.5.1. Proses Persiapan.....	34
3.5.2. Persiapan serat gelas.....	35
3.5.3. persiapan matrik.....	35
3.6. Skema Cetakan Produk <i>bumper</i>	35
3.7. Proses Pencetakan <i>Moulding</i> Kijang Innova.....	35
3.7.1. Proses Persiapan.....	35
3.7.2. Persiapan serat gelas.....	36

3.7.3. persiapan matrik.....	36
3.10. Skema Cetakan <i>moulding bumper</i>	36

BAB IV. PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan Produk dan <i>Moulding</i> komposit.....	39
4.1.1. Pemilihan desain produk <i>bumper</i>	39
4.1.2. Persiapan <i>master</i>	39
a. Pembersihan <i>master</i>	39
b. Pelapisan <i>master</i> menggunakan <i>Mirror Glaze/MAA</i>	40
c. Pemberian selotip kertas.....	41
4.1.3. Pembuatan <i>bumper</i> komposit.....	42
a. Langkah Pencetakan <i>bumper</i> kijang innova.....	42
b. <i>Fhishing bumper</i> kijang innova	50
4.1.4 Pembuatan <i>moulding</i> komposit	52
a. Langkah pencetakan <i>Moulding bumper</i> kijang innova	52
a. <i>Finishing</i> pembuatan <i>moulding</i> kijang innova.....	57

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat serat gelas	20
Tabel 2.2 Komposisi senyawa kimia serat gelas	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Contoh pengguna komposit.....	1
Gambar 1.2 Konsep Material Komposit.....	2
Gambar 2.1 Pengertian komposit.....	8
Gambar 2.2 <i>Laminated Composite</i>	9
Gambar 2.3 <i>Particular Composite</i>	10
Gambar 2.4 <i>Flake Composite</i>	10
Gambar 2.5 <i>Filled Composite</i>	11
Gambar 2.6 Klasifikasi bahan komposit	12
Gambar 2.7 <i>Continuous Fiber Composite</i>	13
Gambar 2.8 <i>Woven Fiber Composite</i>	13
Gambar 2.9 Tipe <i>Discontinuous Fiber</i>	14
Gambar 2.10 <i>Hybrid Fiber Composite</i>	14
Gambar 2.11 Serat Gelas <i>Roving</i>	17
Gambar 2.12 Serat Gelas <i>Yarn</i>	17
Gambar 2.13 Serat Gelas <i>Chopped Strand</i>	18
Gambar 2.14 Serat Gelas <i>Reinforcing mat</i>	18
Gambar 2.15 Serat Gelas <i>Woven Roving</i>	19
Gambar 2.16 Serat Gelas <i>Woven Fabric</i>	19
Gambar 2.17 Aerosil	25

Gambar 2.18 Pigment	25
Gambar 2.19 Resin	26
Gambar 2.20 <i>Hardener</i>	26
Gambar 2.21 Bubuk Bedak Industri (<i>Talc Fowder Industry</i>).....	27
Gambar 2.22 Mat	27
Gambar 2.23. <i>Mirror Glaze</i> dan MAA.....	28
Gambar 2.24 Metode <i>Hand Lay-Up</i>	39
Gambar 2.25 Skema pengujian impak charpy	30
Gambar 3.1 Diagram alur proses penelitian	31
Gambar 4.1 Hasil percobaan produk	37
Gambar 4.2 Mobil yang akan di gunakan <i>bumper</i> nya untuk <i>master</i>	39
Gambar 4.3 Pelepasan <i>bumper</i> di kendaraan.....	40
Gambar 4.4 <i>Bumper</i> yang sudah dilepas dan di bersihkan	40
Gambar 4.5 Pelapisan MAA pada <i>master</i>	41
Gambar 4.5 Pemasangan selotip kertas pada <i>master</i>	42
Gambar 4.6 Pencampuran Resin + <i>Hardener</i> + <i>Talc</i>	42
Gambar 4.7 Pemasangan dan pengukuran mat (serat)	43
Gambar 4.8 Proses percetakan menggunakan metode <i>Hand Lay-Up</i> (HLU)	44
Gambar 4.9 Pelepasan cetakan (produk) pada <i>master</i>	45
Gambar 4.10 Pembersihan sirip sirip <i>bumper</i> (produk).....	45
Gambar 4.11 Proses persiapan pengemalan pada kendaraan	46

Gambar 4.12 Proses pengukuran pada kendaraan	46
Gambar 4.13 Pengecoran <i>fiberglass</i> hasil pengukuran	47
Gambar 4.14 Hasil akhir pengecoran dempul <i>fiberglass</i>	47
Gambar 4.15 Hasil pengukuran pada bagian samping ban	48
Gambar 4.16 Pengemboran lubang baut dan sensor parkir	48
Gambar 4.17 Pengemalan pada sensor parkir	49
Gambar 4.18 Pelapisan ring dan <i>fiberglass</i> pada bagianudukan baut	49
Gambar 4.19 Pembuatan nat/lekukan	50
Gambar 4.20 Penambalan <i>void</i> dan perapihan nat/lekukan.....	51
Gambar 4.21 Pendempulan dan pengampelasan	51
Gambar 4.22 Hasil akhir <i>Finishing</i> awal pengampelasan dan <i>epoxy</i>	52
Gambar 4.23 Pegolesan MAA pada produk dan pengukuran mat (serat).....	53
Gambar 4.24 Pencampuran <i>gealcoat</i> dan 1 pelapisan pada produk <i>bumper</i>	53
Gambar 4.25 Pencetakan dan pemasangan mat pada bagian lekukan.....	55
Gambar 4.26 Pelapisan mat yang ke 2 dan ke 3 pada <i>moulding</i>	55
Gambar 4.27 Hasil dari cetakan 1 lapisan mat	56
Gambar 4.28 Hasil perapihan sirip sirip pada <i>moulding</i>	56
Gambar 4.29 Pencampuran Resin, <i>Talc</i> , <i>Hardener</i> , dan Pigment	57
Gambar 4.30 Pendempulan <i>void</i> pada <i>moulding</i> menggunakan <i>gealcoat</i>	58
Gambar 4.31 Hasil pendempulan <i>gealcoat</i>	58
Gambar 4.32 Pemasangan besiudukan pada <i>moulding</i>	59

Gambar 4.33 Pemasangan besi dudukan pada bagian samping <i>moulding</i>	60
Gambar 4.34 Hasil akhir dari pencetakan produk <i>bumper</i> dan <i>moulding</i>	60

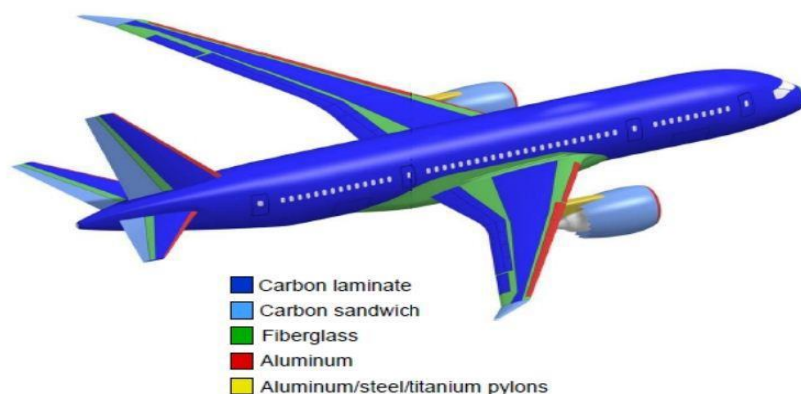
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

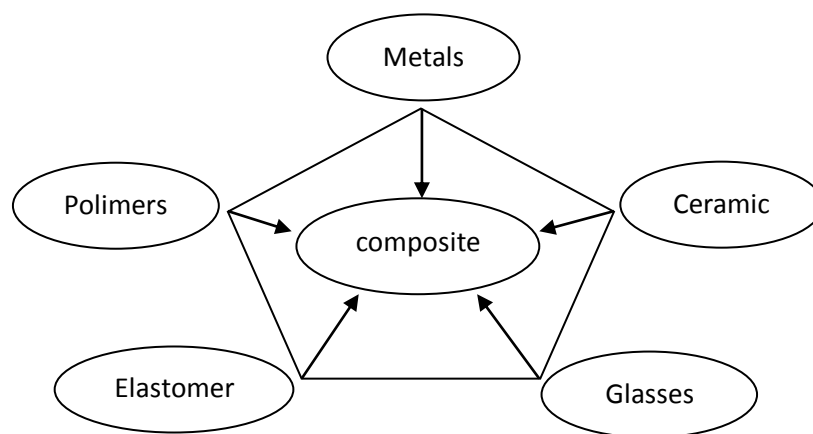
Pada ribuan tahun yang lalu material komposit telah dipergunakan dengan dimanfaatkannya serat alam sebagai penguat. Dinding bangunan tua di Mesir yang telah berumur lebih dari 3000 tahun ternyata terbuat dari tanah liat yang diperkuat dengan jerami. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi plastik, sejak tahun 1990-an, teknologi komposit bermatrik polimer juga berkembang cukup pesat dan pertumbuhannya mencapai sekitar 3,8 % per tahun.

Komposit merupakan penggabungan dari dua material atau lebih, yang dibentuk pada skala makroskopik dan menyatu secara fisik untuk memperoleh sifat-sifat baru yang tidak dimiliki oleh material pembentuknya. Komposit dari bahan serat terus diteliti dan dikembangkan guna menjadi bahan *alternative* pengganti bahan logam, hal ini disebabkan sifat komposit serat yang lebih kuat dan ringan dibandingkan dengan logam. Bahan komposit telah digunakan dalam industri pesawat terbang, otomotif, maupun alat-alat olahraga. Penggunaan komposit diberbagai bidang tidak lepas dari sifat-sifat unggul yang dimiliki komposit yaitu ringan, kuat, kaku serta tahan terhadap korosi.



Gambar 1.1. Contoh penggunaan komposit pada industri pesawat terbang jenis Boeing 787-Dreamliner
(<http://www.boeing787Dreamliner.com>)

Bahan non logam banyak digunakan sebagai bagian dari bodi kendaraan. Salah satu bahan non logam tersebut yaitu *fiberglass*. *Fiberglass/composite* merupakan bahan gabungan secara makro, maka bahan komposite dapat di definisikan sebagai suatu system material yang tersusun dari campuran atau kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda dalam di dalam bentuk dan komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan.



Gambar 1.2. Konsep Matrial Komposit (Ferriawan, 2014).

Komposit di definisi kan menjadi tiga yaitu :

1. Tingkat dasar

Tingkat dasar Pada molekul tunggal dan kisi Kristal, bila material yang disusun dari dua atom atau lebih disebut komposit (contoh : senyawa paduan, polymer dan keramik)

2. Mikrostruktur

Mikrostruktur pada kristal, phase, dan senyawa, bila material disusun dari dua phase atau senyawa atau lebih disebut komposit (contoh : paduan Fe dan C

3. Makrostruktur

Makrostruktur material yang disusun dari campuran dua atau lebih penyusun makro yang berbeda dalam bentuk/komposisi dan tidak larut satu dengan lain disebut material komposit (didefinisikan secara makro ini yang biasa dipakai)

Fiberglass merupakan bahan paduan atau campuran beberapa bahan kimia (bahan komposit) yang bereaksi dan mengeras dalam waktu tertentu. Bahan ini mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan bahan logam, diantaranya: lebih ringan, lebih mudah dibentuk, dan lebih murah.

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 proces*) sehingga mempunyai sifat-sifat yang memenuhi syarat untuk bahan industri, seperti kekuatannya tinggi, elastis, dan tahan terhadap temperature tinggi.

Membayangkan peralatan yang terbuat dari kaca (*glass*), kebanyakan orang akan beranggapan bahwa peralatan tersebut pasti akan mudah pecah. Akan tetapi melalui proses penekanan, cairan atau bubuk kaca diubah menjadi bentuk serat. Proses tersebut akan membentuk awalnya bahan mudah pecah (*brittle materials*) menjadi bahan yang mempunyai kekuatan yang tinggi (*strong materials*). Bahan kaca (*glass*) diubah dari bentuk cair atau bubuk menjadi bentuk serat (*fiber*), kekuatannya akan meningkat. Kekuatan tarik maksimal dari satu serat kaca dengan diameter 9 – 15 micro-meter mencapai 3.447.000 kN/m². Oleh karena itu *fiberglass* merupakan salah satu material/ bahan yang mempunyai kekuatan yang sangat tinggi.

Pemanfaatan *fiberglass* untuk produk otomotif sudah sangat luas, tidak hanya untuk pembuatan bodi kendaraan akan tetapi juga untuk berbagai komponen kendaraan yang lain. Penggunaan yang paling populer memang untuk membuat komponen bodi kendaraan. Selain anti karat, juga lebih tahan benturan, mudah dibentuk, bila rusak akan lebih mudah diperbaiki, dan lebih ringan.

Dengan bahan *fiberglass*, kendaraan dimungkinkan akan lebih hemat konsumsi bahan bakarnya.

Pemanfaatan *fiberglass* di Indonesia masih terbatas untuk pembuatan komponen bodi kendaraan minibus dan bus saja. Belum ada kendaraan jenis sedan rakitan dalam negeri yang mencantumkan spesifikasi aslinya sebagai bodi dengan bahan *fiberglass*, semuanya masih menggunakan bahan plastik dan pelat baja. Akan tetapi pemanfaatan *fiberglass* di luar negeri sudah lebih luas. *Fiberglass* banyak dipergunakan untuk pembuatan mobil-mobil sport dengan produksi terbatas. *Fiberglass* juga banyak dipergunakan untuk pembuatan mobil-mobil kit yang dijual secara terurai dan dirakit sendiri oleh pembelinya.

Pemanfaatan *fiberglass* yang paling banyak dan paling luas adalah di pabrik kendaraan yang membuat kendaraan masa depan dalam rangka penelitian. Selain *fiberglass*, rancangan dan konsep mobil masa depan tersebut biasanya terbuat dari aluminium atau serat karbon. Disebabkan karena mudah dibentuk mengikuti model yang rumit sekalipun, kecenderungan teknologi masadepan kelihatan akan mengarah ke penggunaan bahan komposit ini.

Untuk sektor industri komponen, pemanfaatan bahan *fiberglass* juga sudah cukup meluas. Produsen kendaraan besar sudah memanfaatkannya untuk membuat komponen-komponen tertentu. Daimler Benz misalnya memanfaatkan *fiberglass* untuk pembuatan bodi dan bagian-bagian interior. Produsen mobil Opel memanfaatkannya untuk pembuatan bagian-bagian bodi yang disyaratkan super kuat, sedangkan produsen mobil Porsche banyak memanfaatkannya untuk membuat bagian-bagian interior atap geser (*sliding roof*), *bumper*, dan *spoiler*. Khusus untuk *bumper* dan *spoiler*, di Negara kita sudah banyak bengkel kecil yang mampu membuatnya dari bahan *fiberglass*.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, terdapat beberapa permasalahan yang ditemui antara lain :

1. *Fiberglass* banyak dimanfaatkan untuk pembuatan body kendaraan atau karoseri otomotif.

2. Bagaimana proses pembuatan produk dan *Moulding bumper* kijing innova dari bahan *fiberglass*
3. *Fiberglass* memiliki keuntungan bila dibandingkan dengan logam lain diantaranya lebih ringan, lebih mudah dibentuk dan lebih murah.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka permasalahan yang dapat muncul berkaitan dengan pembuatan panel komposit adalah :

1. Bagaimana mengetahui proses pembuatan dengan metode *Hand Lay Up (HLU)* untuk pembuatan produk dan *Moulding bumper* kijing innova dari bahan komposit *fiberglass*.
2. Bagaimana menentukan campuran resin dan *Hardener* yang ideal pada *fiberglass*.
3. Proses *finishing* atau penyempurnaan produk dan *Moulding bumper* kijing innova (V-2005).

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas agar permasalahan yang dibahas tidak melebar, maka dilakukan pembatasan pada:

Tugas akhir dibatasi hanya pada proses pembuatan produk *Bumper* dan *Moulding bumper* belakang kijing innova (V-2005) dengan komposit yang terdiri dari 1 lapis mat di bagian produk *bumper* dengan lapisan dempul sebagai pembentukan , dan 3 lapis mat di bagian *moulding* dengan lapisan *gealcoat* sebagai *finishing*.

1.5 Tujuan

1. Memperbaiki sifat mekanik dan sifat spesifik tertentu.
2. Mempermudah bentuk/design yang sulit pada manufaktur.
3. Untuk merubah bahan *bumper* yang berbahan *plastic* menjadi *bumper* yang berbahan *fiberglass*.

Adapun tujuan dari pembuatan Laporan Tugas Akhir ini adalah mengetahui cara perancangan, pembuatan produk dan *moulding bumper* menggunakan bahan komposit dan metode *Hand Lay-Up(HLU)*.

1.6 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh adalah:

1. Bagi mahasiswa
 - a) Sebagai suatu penerapan teori dan praktek kerja yang diperoleh saat di bangku perkuliahan.
 - b) Dapat menambah pengetahuan, dan pengalaman tentang proses pembuatan bodi mobil dari bahan komposit.
 - c) Guna memenuhi mata kuliah Tugas Akhir yang wajib ditempuh.
 - d) untuk mendapatkan gelar ahli madya D-3 Teknik Mesin Otomotif.
 - e) Sebagai proses pembentukan karakter kerja mahasiswa dalam menghadapi persaingan dunia kerja.
2. Bagi Dunia Industri
 - a) Untuk menambah pengetahuan tentang material komposit baik secara makro maupun mikro.
 - b) Diharapkan ke depan banyak bermunculan industri mobil lokal sehingga mampu bersaing dengan mobil yang ada di pasaran.
 - c) Diharapkan kedepan banyak pengguna material komposit yang lebih banyak sehingga dilihat dari segi ekonomi menguntungkan industri karena bahan komposit mudah didapat dan murah harganya.
3. Bagi Dunia Pendidikan
 - a) Diharapkan memberikan kontribusi yang positif terhadap pengembangan aplikasi ilmu dan teknologi, khusus pada jurusan Teknik Mesin Otomotif Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.
 - b) Merupakan inovasi yang dapat dikembangkan kembali dikemudian hari dan secara teoritis dapat memberikan informasi terbaru khususnya Teknik Mesin Otomotif dan manufaktur Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.

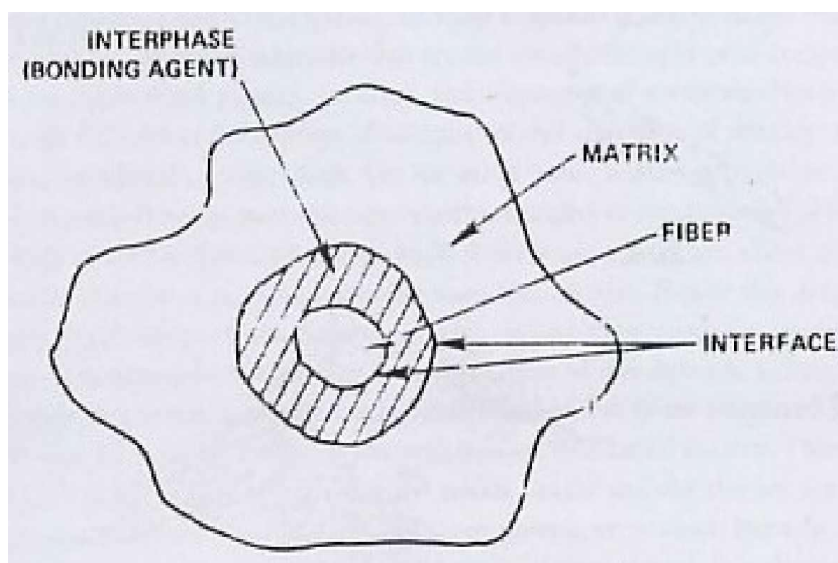
- c) Sebagai bahan kajian di Jurusan Teknik Mesin dalam mata kuliah bidang teknik mesin.
4. Bagi pengembangan IPTEKS
- a) Diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk mengolah komposit yang memiliki kegunaan yang lebih luas serta nilai jual tinggi.
 - b) Dapat dikembangkannya material yang ringan, kuat, selain baja.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

2.1 Pengertian *Fiberglass/Composite*

Composite adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya.



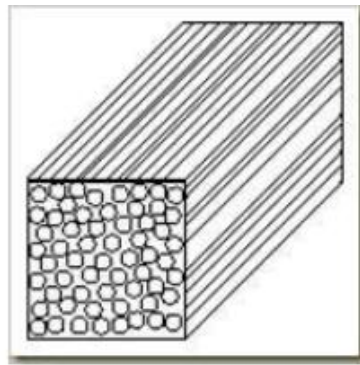
Gambar 2.1. Pengertian Komposit (Ferriawan, 2014)

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. Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu:

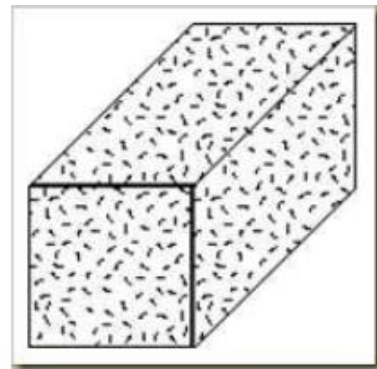
2.1.1 Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang *ductile* tetapi lebih rigid serta lebih kuat, dalam laporan ini penguat komposit yang digunakan yaitu dari Serat gelas acak.

2.1.2 Matriks, umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah. Secara garis besar ada 5 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakannya, yaitu :

- a. *Fibrous Composites* (Komposit Serat). Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu laminat atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat / *fiber*. *Fiber* yang digunakan bisa berupa *glass fibers*, *carbon fibers*, *aramid fibers* (poly aramide), dan sebagainya. Fiber ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.



(a)

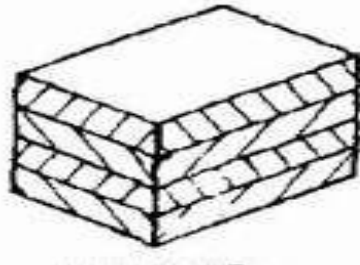


(b)

a) *unidirectional fiber composite* (Nurul, 2016)

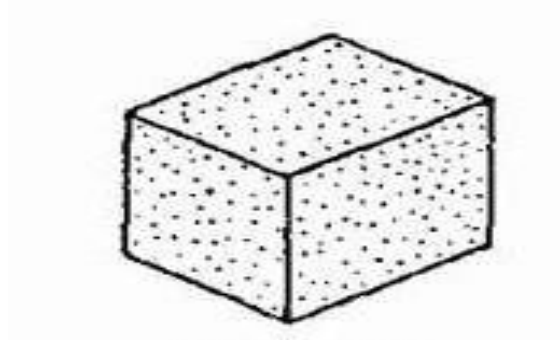
b) *random fiber composite* (Nurul, 2016)

- b. *Laminated Composites* (Komposit Laminat). Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.



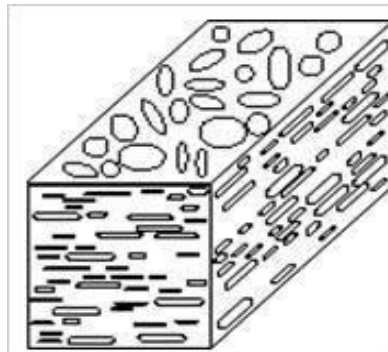
Gambar 2.2. *Laminated Composite* (Sudarman, 2014).

- c. *Particulate Composites* (Komposit Partikel). Merupakan komposit yang menggunakan partikel/serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.



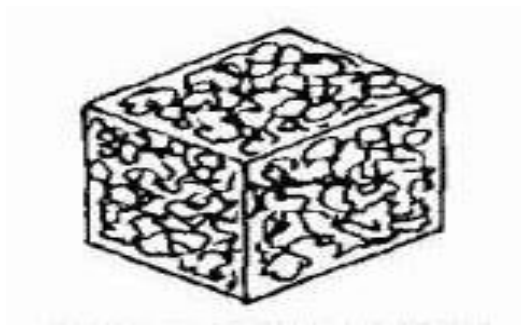
Gambar 2.3. *Particular Composites* (Sudarman, 2014).

- d. *Flake Composites* (Komposit Serpih) merupakan komposit dengan penambahan material berupa serpih kedalam matriksnya. *Flake* dapat berupa serpihan mika dan metal.



Gambar 2.4. *Flake Composite* (Sudarman, 2014).

- e. *Filled composites* (skeletan komposit) adalah komposit dengan penambahan material ke dalam matriks dengan struktur tiga dimensi.



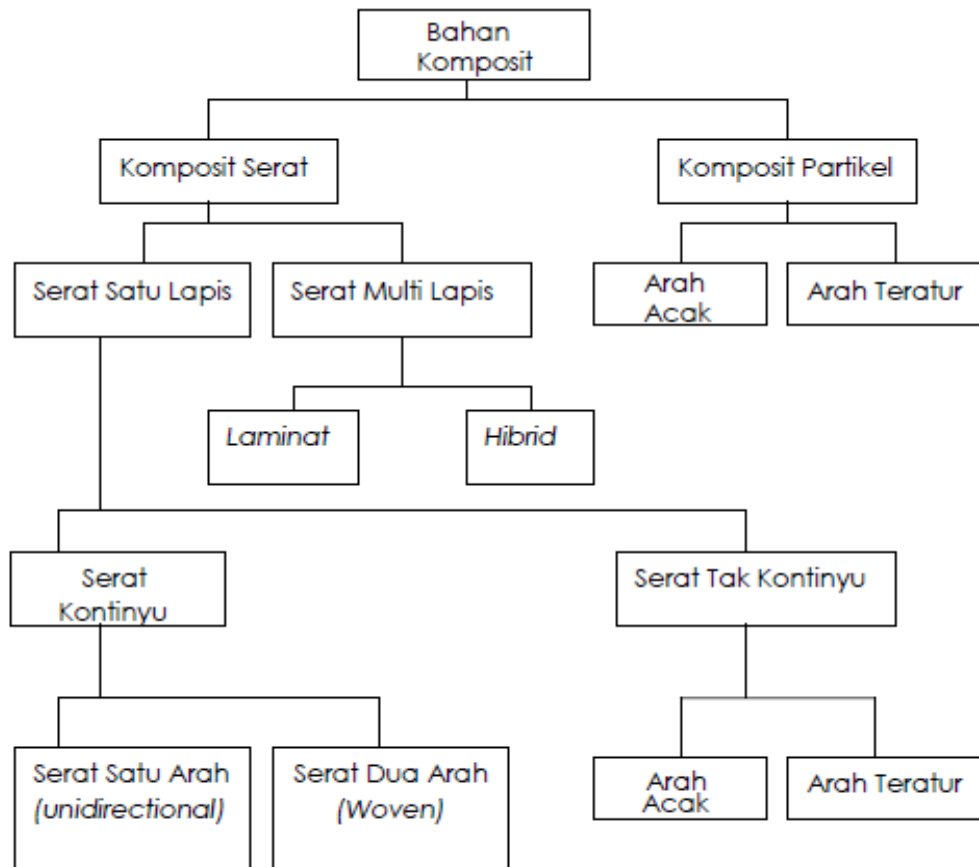
Gambar 2.5. *Filled Composite* (Sudarman, 2014).

Sehingga komposit dapat disimpulkan sebagai dua macam atau lebih material yang digabungkan atau dikombinasikan dalam skala makroskopis (dapat terlihat langsung oleh mata) sehingga menjadi material baru yang lebih berguna. Komposit terdiri dari 2 bagian utama yaitu :

- a. *Matriks* berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung *filler* (pengisi) dari kerusakan eksternal. Matriks yang umum digunakan : *carbon, glass, kevlar*, dll
- b. *Filler* (pengisi), berfungsi sebagai Penguat dari matriks. *Filler* yang umum digunakan : *carbon, glass, aramid, kevlar*.

2.2 Klasifikasi bahan komposit

Bahan komposit dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis, tergantung geometri dan jenis seratnya. Hal ini dapat dimengerti, karena serat merupakan unsur utama dalam bahan komposit tersebut. Secara umum klasifikasi komposit ditunjukkan seperti pada Gambar 2.6:



Gambar 2.6. Klasifikasi bahan komposit (Sudarman, 2014).

2.3 Tujuan dibentuknya komposit adalah:

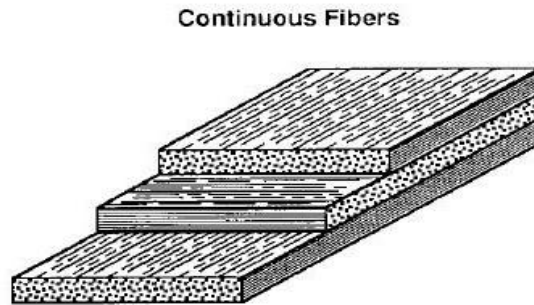
- a. Memperbaiki sifat mekanik dan sifat spesifik tertentu.
- b. Mempermudah design yang sulit pada manufaktur.
- c. Menghemat biaya.
- d. Bahan lebih ringan.

2.4 Tipe Komposit Serat

Untuk memperoleh komposit yang kuat harus dapat menempatkan serat dengan benar. Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit yaitu :

1) *Continuous Fiber Composite*

Continuous atau *uni-directional*, mempunyai serat panjang dan lurus, membentuk lamina di antara matriknya. Jenis komposit ini paling sering digunakan. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya.



Gambar 2.7. *Continuous Fiber Composite*. (Gibson, 1994)

2) *Woven Fiber Composite (bi-directional)*

Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat serat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.

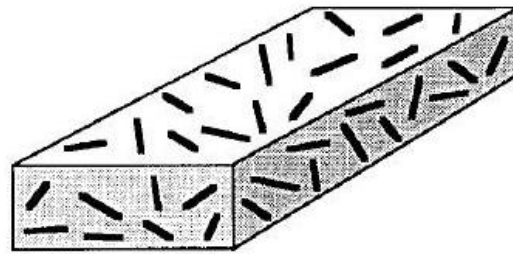
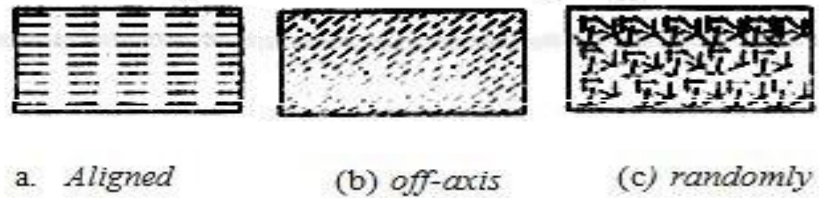


Gambar 2.8. *Woven Fiber Composite*. (Gibson, 1994)

3) *Discontinuous Fiber Composite*

Discontinuous Fiber Composite adalah tipe komposit dengan serat pendek. Tipe ini dibedakan lagi menjadi 3 :

- a. *Aligned discontinuous fiber*
- b. *Off-axis aligned discontinuous fiber*
- c. *Randomly oriented discontinuous fiber*



Gambar 2.9. *Tipe Discontinuous Fiber* (Gibson,1994)

4) *Hybrid Fiber Composite*

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



Gambar 2.10. *Hybrid Fiber Composite* (Gibson, 1994)

2.5 Kelebihan Material Komposit

Material komposit mempunyai beberapa kelebihan berbanding dengan bahan konvensional seperti logam. Kelebihan tersebut pada umumnya dapat dilihat dari beberapa sudut yang penting seperti sifat-sifat mekanikal dan fisikal dan biaya. Seperti yang diuraikan dibawah ini :

- a. Sifat-sifat mekanikal dan fisikal Pada umumnya pemilihan bahan matriks dan serat memainkan peranan penting dalam menentukan sifat-sifat mekanik dan sifat komposit. Gabungan matriks dan serat dapat menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi dari bahan konvensional seperti keluli.
- b. Biaya Faktor biaya juga memainkan peranan yang sangat penting dalam membantu perkembangan industri komposit. Biaya yang berkaitan erat dengan penghasilan suatu produk yang seharusnya memperhitungkan beberapa aspek seperti biaya bahan mentah, pemrosesan, tenaga manusia, dan sebagainya.

2.6 Karakteristik Material Komposit

1. Sifat – sifat Material Komposit

Dalam pembuatan sebuah material komposit, suatu pengkombinasian optimum dari sifat-sifat bahan penyusunnya untuk mendapatkan sifat-sifat tunggal sangat diharapkan. Beberapa material komposit polymer diperkuat serbuk yang memiliki kombinasi sifat-sifat yang ringan, kaku, kuat dan mempunyai nilai kekerasan yang cukup tinggi. Disamping itu juga sifat dari material komposit dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu material yang digunakan sebagai bentuk komponen dalam komposit, bentuk geometri dari unsur-unsur pokok dan akibat struktur dari sistem komposit, cara dimana bentuk satu mempengaruhi bentuk lainnya Menurut Agarwal dan Broutman, menyatakan bahwa bahan komposit mempunyai ciri-ciri yang berbeda dan komposisi untuk menghasilkan suatu bahan yang mempunyai sifat dan ciri tertentu yang berbeda dari sifat dan ciri konstituen asalnya. Disamping itu konstituen asal masi kekal dan dihubungkan melalui suatu antara muka. Dengan kata lain, bahan komposit adalah bahan yang *heterogen* yang terdiri dari fasa yang tersebar dan fasa yang berterusan. Fasa tersebar selalu

terdiri dari serat atau bahan penguat, manakalah yang berterusannya terdiri dari matriks.

2.6.1 Reinforcement

Salah satu bagian utama dari komposit adalah *reinforcement* (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Serat (*fiber*) adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu :

- a. Serat Alami
- b. Serat Sintesis (serat buatan manusia)

2.6.2 Jenis-jenis serat

Jenis-jenis serat yang banyak tersedia untuk menggunakan komposit dan jumlahnya hampir meningkat. Kekakuan spesifik yang tinggi (kekakuan dibagi oleh berat jenisnya) dan kekuata spesifik yang tinggi (kekuatan dibagi oleh berat jenisnya) serat-serat tersebut yang disebut *Advanced Composit* . pembahasan yang mendalam dari jenis-jenis serat dan cara-cara pembuatannya dapat ditemukan dalam buku.

2.6.3 Serat gelas

Glass fiber adalah bahan yang tidak mudah terbakar. Serat jenis ini biasanya digunakan sebagai penguat matrik jenis *polymer*. Komposisi kimia serat gelas sebgain besar adalah SiO_2 dan sisanya adalah oksidaoksida alumunium (Al), kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), dan unsur-unsur lainnya. Berdasarkan bentuknya serat gelas dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain :

- a. *Roving*, berupa benang panjang yang digulung mengelilingi silinder.



Gambar 2.11. Serat gelas *roving* (Sudarman, 2014).

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



Gambar 2.12. Serat gelas *yarn* (Sudarman, 2014).

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



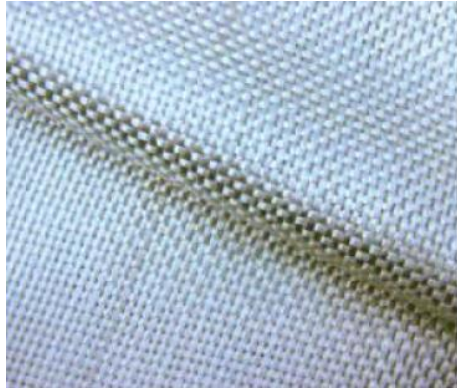
Gambar 2.13. Serat gelas *chopped strand* (Sudarman, 2014).

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



Gambar 2.14. Serat gelas *reinforcing mat* (Sudarman, 2014).

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



Gambar 2.15. Serat gelas *woven roving* (Sudarman, 2014).

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



Gambar 2.16. Serat gelas *woven fabric* (Sudarman, 2014).

Berdasarkan jenisnya serat gelas dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain :

- 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 2.1. Sifat-sifat serat gelas (Nurul, 2016).

No	Jenis serat		
	E-glas	C-Glas	S-Glas
1	Isolator listrik yg baik	Tahan terhadap korosi	Modulus lebih tinggi
2	Kekuatan tinggi	Kekuatan lebih rendah dari E-glas	Lebih tahan terhadap suhu tinggi
3	Kekuatan tinggi	Harga lebih mahal dari E-Glas	Harga lebih mahal dari E-Glas

Tabel 2.2 Komposisi senyawa kimia serat gelas (Nurul, 2016).

Senyawa Kimia	E-Glas	C-Glas	S-Glas
SiO ₂	55.2	65	65
Al ₂ O ₃	8	4	25
CaO	18.7	14	-
MgO	4.6	3	10
NaO ₂	0.3	8.5	0.3
K ₂ O	0.2	-	-
B ₂ O ₃	7.3	5	-

Keterangan:

SiO ₂	= Silica	NaO ₂	= Natrium Oksida
Al ₂ O ₃	= Alumina	B ₂ O ₃	= Boron Oksida
Fe ₂ O ₃	= Besi Oksida	K ₂ O	= Kalium Oksida
CaO	= Calcium Oksida	BaO	= Boron Oksida
MgO	= Magnesium Oksida		

2.6.4 Matrik

Matrik adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matrik mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a) Mentransfer tegangan ke serat secara merata.
- b) Melindungi serat dari gesekan mekanik.
- c) Memegang dan mempertahankan serat pada posisinya.
- d) Melindungi dari lingkungan yang merugikan.
- e) Tetap stabil setelah proses manufaktur.

Sifat-sifat matrik :

- a) Sifat mekanis yang baik.
- b) Kekuatan ikatan yang baik.
- c) Ketangguhan yang baik.
- d) Tahan terhadap temperatur.

Menurut Gibson (1994) ada 3 jenis komposit menurut matrik penyusunnya, dapat dibedakan menjadi:

1. Komposit Matrik Polimer (*Polymer Matrix Composites – PMC*)

Bahan ini merupakan bahan komposit yang sering digunakan, biasa disebut polimer berpenguat serat (*FRP – Fibre Reinforced Polymers or Plastics*). Bahan ini menggunakan suatu polimer berbahan resin sebagai matriknya, dan suatu jenis serat seperti kaca, karbon dan aramid (Kevlar) sebagai penguatannya. Komposit ini bersifat :

- 1) Biaya pembuatan lebih rendah
- 2) Dapat dibuat dengan produksi massal
- 3) Ketangguhan baik
- 4) Tahan simpan
- 5) Siklus pabrikan dapat dipersingkat
- 6) Kemampuan mengikuti bentuk
- 7) Lebih ringan.

Jenis polimer yang sering digunakan :

1. *Thermoplastic*

Thermoplastic adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali (*recycle*) dengan menggunakan panas. *Thermoplastic* merupakan polimer yang akan menjadi keras apabila didinginkan. *Thermoplastic* akan meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat balik (*reversibel*) kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras bila didinginkan. Contoh dari *thermoplastic* yaitu Poliester, Nylon 66, PP, PTFE, PET, Polieter sulfon, PES, dan Polieter eterketon (PEEK).

2. *Thermoset*

Thermoset tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversibel*). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Adapun jenis-jenis resin yaitu resin bening (108), resin 3126, resin 157 BQTN. *Thermoset* tidak begitu menarik dalam proses daur ulang karena selain sulit penanganannya juga volumenya jauh lebih sedikit (sekitar 10%) dari volume jenis plastik yang bersifat *thermoplastic*. Contoh dari *thermoset* yaitu Epoksida, Bismaleimida (BMI), dan Poli-imida (PI).

Aplikasi PMC yaitu sebagai berikut :

- 1) Matrik berbasis termoplastik dengan serat gelas (kotak air radiator)
- 2) Matriks berbasis polister dengan serat gelas
 - a) Alat-alat rumah tangga
 - b) Panel pintu kendaraan
 - c) Lemari perkantoran
 - d) Peralatan elektronika.
- 3) Matrik berbasis termoset dengan serat carbon
 - a) Rotor helikopter
 - b) Komponen ruang angkasa
 - c) Rantai pesawat terbang

2. Komposit Matrik Keramik (*Ceramics Matrix Composites* – CMC)

Bahan ini menggunakan keramik sebagai matrik dan diperkuat dengan serat pendek, atau serabut-serabut (*whiskers*) dimana terbuat dari *silikon karbida* atau *boron nitride*.

1. Matrik yang sering digunakan pada CMC adalah
 - a) Gelas anorganik.
 - b) Keramik gelas
 - c) Alumina
 - d) Silikon Nitrida
2. Keuntungan dari CMC :
 - a) Dimensinya stabil bahkan lebih stabil daripada logam
 - b) Sangat tangguh , bahkan hampir sama dengan ketangguhan dari *cast iron*
 - c) Mempunyai karakteristik permukaan yang tahan aus
 - d) Unsur kimianya stabil pada temperature tinggi
 - e) Tahan pada temperatur tinggi (creep)
 - f) Kekuatan & ketangguhan tinggi, dan ketahanan korosi
3. Kerugian dari CMC :
 - a) Sulit untuk diproduksi dalam jumlah besar
 - b) Relative mahal dan non-cot effective
 - c) Hanya untuk aplikasi tertentu
4. Aplikasi CMC, yaitu sebagai berikut :
 - a) Chemical processing = Filters, membranes, seals, liners, piping, hangers
 - b) Power generation = Combustors, Vanrs, Nozzles, Recuperators, heat exchange tubes, liner
 - c) Waste inineration = Furnace part, burners, heat pipes, filters, sensors.
 - d) Kombinasi dalam rekayasa wisker SiC/alumina polikristalin untuk perkakas potong.
 - e) Serat grafit/gelas boron silikat untuk alas cermin laser.

- f) Grafit/keramik gelas untuk bantalan,perapat dan lem.
- g) SiC/litium aluminosilikat (LAS) untuk calon material mesin panas.

3. Komposit Matrik Logam (*Metal Matrix Composites* – MMC)

Bahan ini menggunakan suatu logam seperti alumunium sebagai matriks dan penguatnya dengan serat seperti *silikon karbida*.

- 1) Kelebihan MMC dibandingkan dengan PMC :
 - a. Transfer tegangan dan regangan yang baik.
 - b. Ketahanan terhadap temperature tinggi
 - c. Tidak menyerap kelembapan.
 - d. Tidak mudah terbakar.
 - e. Kekuatan tekan dan geser yang baik
 - f. Ketahanan aus dan muai termal yang lebih baik
- 2) Kekurangan MMC :
 - a. Biayanya mahal
 - b. Standarisasi material dan proses yang sedikit
- 3) Matrik pada MMC :
 - a. Mempunyai keuletan yang tinggi
 - b. Mempunyai titik lebur yang rendah
 - c. Mempunyai densitas yang rendah
- 4) Proses pembuatan MMC :
 - a. Powder metallurgy
 - b. Casting/liquid ilfiltration
 - c. Compocasting
 - d. Squeeze casting
- 5) Aplikasi MMC, yaitu sebagai berikut :
 - a. Komponen automotif (blok-silinder-mesin,pully,poros,dll)
 - b. Peralatan militer (sudu turbin,cakram kompresor,dll)
 - c. *Aircraft* (rak listrik pada pesawat terbang)

2.7 Bahan - 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, 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 2.17. Aerosil

2. Pigment

Pigment adalah zat pewarna sebagai pencampur saat bahan *fiberglass* dicampur. Pemilihan warna disesuaikan dengan selera pembuatnya. Pada umumnya pemilihan warna untuk mempermudah proses akhir saat pengecatan.



Gambar 2.18. Pigment

3. Resin

Bahan ini berwujud cairan kental seperti lem, berkelir 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 2.19. Resin

4. Katalis (Hardener)

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



Gambar 2.20 Katalis (hardener)

5. Bubuk bedak industry (*talca powder industry*)

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



Gambar 2.21 Talca

6. 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 2.22. Mat

7. *Mirror glaze* dan MAA

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



Gambar 2.23. *Mirror glaze* dan MAA

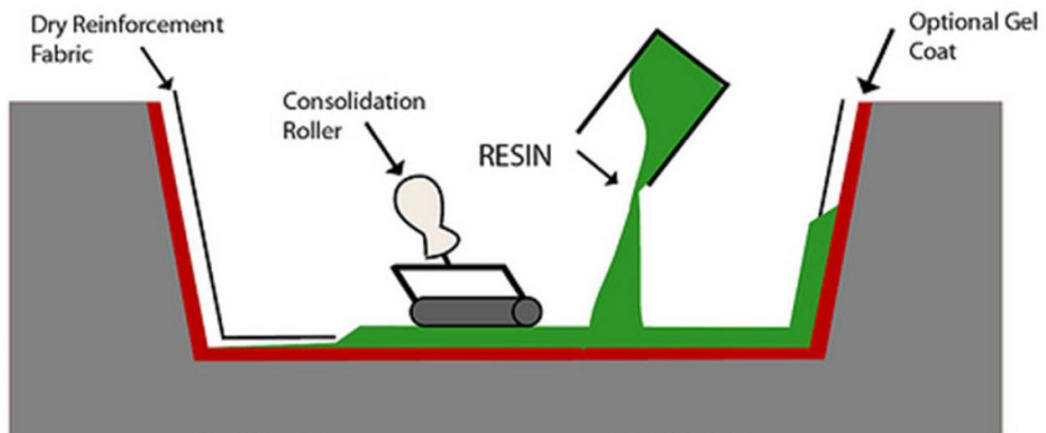
8. Dempul *fiberglass/gealcoat*

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.

2.8 Metode Pembuatan Komposit

proses pembuatan komposit sangat beraneka ragam dari yang paling sederhana sampai dengan yang kompleks dengan system komputerisasi. Setiap proses mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Ada berbagai macam proses yang dapat di gunakan untuk membuat komposit antara lain metode *Han Lay-Up*, metode *Spray-Up*, metode *Vacuum Bagging* (Gibson 1994).

Proses *Hand Lay-Up* (HLU) merupakan proses laminasi serat secara manual, dimana merupakan metode pertama yang digunakan pada pembuatan komposit. Cetakan yang banyak digunakan adalah plastik dengan penguatan serat. Ilustrasi proses pembuatan komposit dengan cara *Han Lay-Up* dapat di lihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 2.24. proses pembuatan komposit dengan metode *han lay-up*

(Ferriawan, 2014)

Hand lay-up adalah metode yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Adapun proses dari pembuatan dengan metode ini adalah dengan cara menuangkan resin dengan tangan ke dalam serat berbentuk anyam, rajuan dan lain-lain. Kemudian memberikan tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Hingga ketebalan yang diinginkan tercapai.

Kelebihan metode *Hand Lay-Up* yaitu :

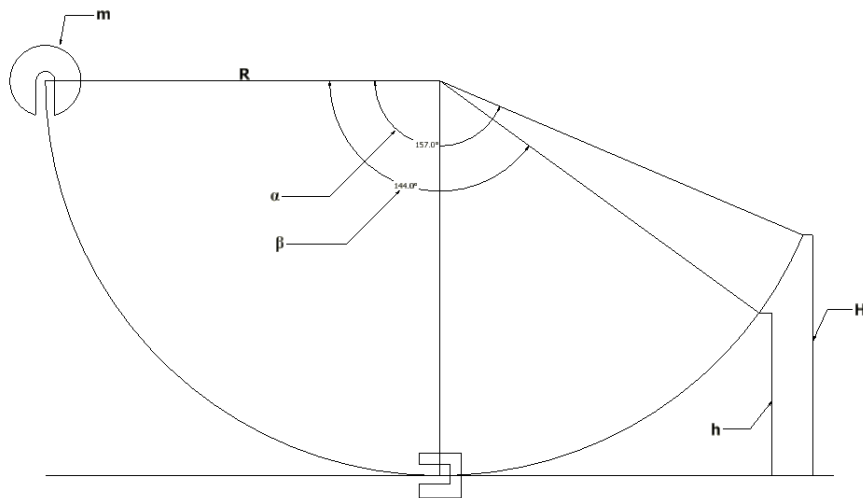
- Mudah dalam pencetakan atau dalam pengerjaanya.
- Cocok digunakan untuk pencetakan komponen yang besar.
- Volumanya rendah.

Aplikasi dari pembuatan produk komposit menggunakan *Hand Lay-Up* ini biasanya digunakan pada material atau komponen yang sangat besar, seperti :

- Pembuatan kapal
- Bodi kendaraan
- Bilah turbin angin
- Perahu

2.9 Kekuatan Impak Komposit

bahan komposit juga bisa dilakukan pengujian impact. Pengujian impact adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun pada ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi.



Gambar 2.28 Skema pengujian impact charpy (Ferriawan, 2014)

Rumusan yang digunakan untuk menghitung besarnya energi yang terserap oleh komposit pada pengujian impact charpy adalah :

(ASTM D 5896) : *Energi serap* = $G \cdot R [\cos \beta - \cos \alpha]$ Dari hasil perhitungan energi terserap tersebut diatas, besarnya kekuatan impact dapat dihitung dengan persamaan (ASTM D 5896) :

$$\text{Keuletan } (\omega) = - \frac{Ech}{A} \quad \text{pers (1)}$$

Dimana:

Keuletan (ω) = Kekuatan impact (J/mm²)

Ech = Energi serap spesimen (joule)

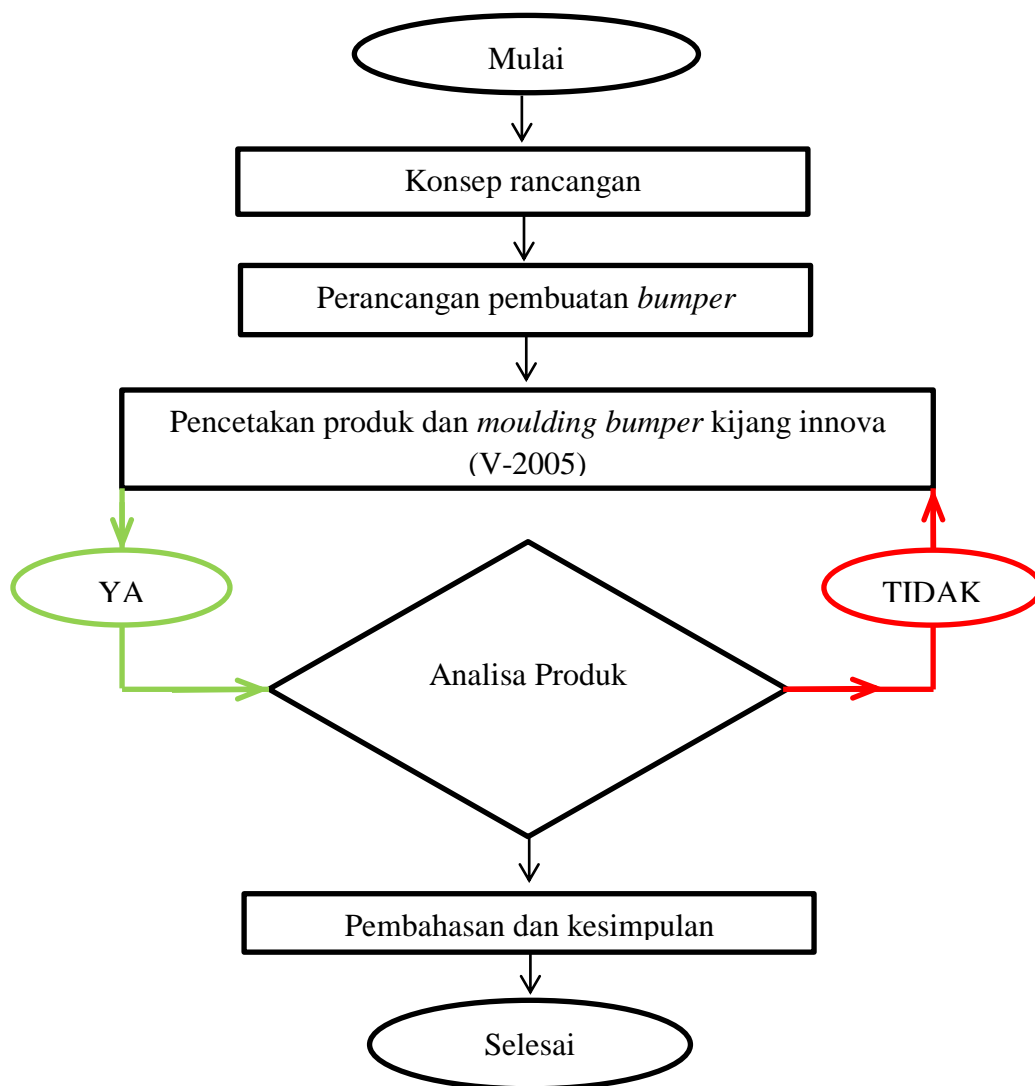
A = Luas penampang spesimen (mm²)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

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



Gambar 3.1 diagram Alur Proses Penelitian

3.2 Konsep rancangan

Konsep rancangan merupakan fungsi manajemen yang penting karena dengan konsep rancangan yang baik akan menghasilkan suatu pekerjaan yang baik. Dalam konsep rancangan pencetakan dan pembuatan mulai dari awal sampai akhir harus sangat diperhatikan. Dengan konsep rancangan segala sesuatu akan dengan mudah dicapai. Konsep rancangan mencakup tujuan dilakukannya suatu pekerjaan, membuat rencana tentang bagaimana cara mencapai tujuan tersebut. Pembuatan konsep rancangan untuk menghindari kegiatan-kegiatan yang percuma agar tidak terjadi pemborosan dan tindakan berlebihan. Konsep rancangan bertujuan untuk menghemat waktu dan biaya pekerjaan. Konsep rancangan dapat menguntungkan karena pekerjaan yang akan dilakukan, waktu yang dibutuhkan untuk pengerjaan, kebutuhan alat dan bahan yang dibutuhkan sudah diperhitungkan terlebih dahulu sehingga pekerjaan dapat selesai pada waktunya dengan hasil yang maksimal. Hal tersebut menjadikan pemikiran untuk melakukan Pelaksanaan dalam pengerjaan tersebut perlu adanya konsep dasar yaitu:

3.3 Perancangan Pembuatan *Bumper*

Perancangan pembuatan *bumper* Kijang Innova (V-2005) yang pertama dilakukan adalah melihat kendaraan/*bumper* kendaraan terlebih dahulu sebelum *bemper* digunakan sebagai *master* dalam pencetakan sampai hasil akhir pengecatan produk.

3.4 Pencetakan Produk dan *Moulding Bumper Kijang Innova (v-2005)*

Kita merancang pembuatan produk dan *moulding* kijang innova (V-2005) bekerja sama dengan bengkel jaguar untuk mendapatkan bimbingan cara pembuatan yang baik dan benar.

Pembuatan produk *bumper* kijang innova (V-2005) ini langsung menggunakan *bumper* kendaraan tersebut sebagai *master* untuk mendapatkan

hasil yang maksimal, lalu kami mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan seperti :

3.4.1 Bahan yang di gunakan dalam pencetakan yaitu :

1) Serat gelas

Serat gelas yang digunakan berjenis *E-Glass* dengan bentuk acak (*strand*).

2) Resin 108

Sebagai matrik dalam penelitian ini digunakan resin 108.

3) *Hardener*

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

4) Bubuk bedak industri (*talca powder industry*)

Dalam pembuatan produk diperlukan *talca* sebagai campuran agar permukaan *bumper* dan *moulding* mudah di ampelas saat proses *finishing*.

5) Dempul *gealcoat*

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.

7) Pigmen

zat pewarna sebagai pencampur saat bahan *fiberglass* dicampur.

3.4.2 Alat yang di butuhkan seperti :

- | | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|
| 1. Kompresor | 6. Kuas | 10. Kater |
| 2. Gerinda listrik | 7. Skrap | 11. Selotip kertas |
| 3. Bor listrik | 8. Gunting | |
| 4. Ampelas | 9. Gelas plastik | |
| 5. Kikir Bulat | 10. Sendok/pengaduk | |

3.4.3 Penentuan komposisi

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-*hardener* dan penentuan komposisi polimer-penguat (serat).

3.4.4 Komposisi resin-*hardener*

Banyak sedikitnya *hardener* yang ditambahkan pada resin akan berdampak pada kekerasan komposit yang dihasilkan. Semakin banyak *hardener* yang dicampurkan pada resin maka semakin cepat proses pengeringan pada komposit, komposisi ideal resin-*hardener* yaitu 100:2. Apabila proses pengadukan yang tidak merata dikhawatirkan timbul *void* yang berlebihan. *Void* ini tidak bisa dihindari dalam proses produksi komposit. Untuk itu diperlukan penentuan komposisi yang tepat guna memperkecil *void*.

3.4.5 Komposisi polimer-penguat (serat)

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

3.5 Proses pencetakan *bumper* kijang innova (V-2005)

3.5.1 Proses persiapan

1. Pelepasan *master* pada kendaraan untuk dibersihkan sebelum digunakan pencetakan (pembuatan produk).
2. Cetakan yang sudah dibersihkan dengan sabun lalu dikeringkan.
3. Setelah penjemuran selesai, cetakan dibersihkan kembali dengan menggunakan kain hingga bersih untuk memudahkan dalam pembuatan produk.

3.5.2 Persiapan serat gelas

- 1) Pemotongan serat gelas di sesuaikan dengan *master* secara menyeluruh dengan ukuran dari yang terkecil hingga yang terbesar.
- 2) Serat yang digunakan pencetakan hanya 1 lapisan mat.

3.5.3 Persiapan matrik

- 1) Resin di siapkan 2 kg ke dalam kaleng kemudian 0,25 kg *talc* atau secukupnya agar bahan tidak getas kemudian aduk secara perlahan dan merata.
- 2) Tuang pada gelas setiap akan di gunakan lalu campurkan *hardener* secukupnya agar tidak cepat kering. Aduk kembali secara merata dan perlahan untuk meminimalisir gelembung (*void*).

3.6 Skema cetakan Produk *bumper*

Sekema pencetakan *bumper* di mulai dari pelepasan *bumper* asli dan menentukan bagian yang akan di lakukan pencetakan. Kami menyetak dari bagian dalam *bumper* asli karna jika menyetak dari bagian luar bisa merusak cat asli karna panas dari campuran resin dan *hardener*.

3.7 Proses pembuatan *moulding bumper* kijang innova (V-2005)

3.7.1 Proses persiapan

- 1) Produk yang sudah jadi tadi kita gunakan kembali sebagai *master*, maka produk dibersihkan kembali sebelum digunakan pencetakan (pembuatan *moulding*).
- 2) Produk yang sudah dibersihkan dengan sabun lalu dikeringkan.
- 3) Setelah penjemuran selesai, produk dibersihkan kembali dengan menggunakan kain hingga bersih untuk memudahkan dalam pembuatan produk.

3.7.2 Persiapan serat gelas

- 1) Pemotongan serat gelas di sesuaikan dengan *master* secara menyeluruh dengan ukuran dari yang terkecil hingga yang terbesar.
- 2) Serat yang digunakan pencetakan *moulding* mencapai 3 lapisan mat agar kuat pada saat *moulding* digunakan.

3.7.3 Persiapan matrik

- 1) Resin di siapkan 2 kg ke dalam kaleng kemudian 0,25 kg *talc* atau secukupnya agar bahan tidak getas lalu tambahkan 30 gram pigmen kemudian aduk secara perlahan dan merata.
- 2) Tuang pada gelas setiap akan di gunakan lalu campurkan *hardener* secukupnya agar tidak cepat kering. Aduk kembali secara merata dan perlahan untuk meminimalisir gelembung (*void*).

3.8 Skema Pembuatan *Moulding*

Sekema pencetakan/pembuatan *moulding* tidak jauh berbeda dengan pembuatan produk . Kami menyetak dari bagian luar *bumper* produk kami karna jika menyetak dari bagian dalam bisa menambah penyusutan pada hasil akhir.

BAB IV

PEMBAHASAN

Data-data yang diperoleh dalam pembuatan tugas akhir ini selanjutnya diolah dan dianalisa. Adapun langkah-langkah dalam pengolahan dan analisa data yaitu sebagai berikut:

Hal pertama yang di lakukan untuk mencetak Produk, dan *Moulding bumper* kijang innova (V-2005) kita harus menentukan *master* terlebih dahulu. Kita melakukan percobaan pencetakan *moulding* dengan mengikuti cara pembuatan di tempat prakerin dan praktikum di kampus. Dan hasilnya kita menemui ke gagal produk (pembuataan).



Gambar 4.1. hasil percobaan produk

Penyebab kegagalan pencetakan :

- 1) Lapisan selotip kertas yang tipis membuat cat ikut tertarik oleh cetakan.
- 2) Lapisan MAA sebagai pelican yang terlalu tipis membuat selotip kertas ikut melekat pada cetakan.
- 3) Pencetakan dilakukan di tempat terbuka/terpapar cahaya matahari langsung yang membuat cairan cepat mengering.
- 4) Campuran bahan yang kurang sempurna karena terlalu banyak *hardener* dan *talc*.
- 5) Pelepasan cetakan dari *master* terlalu lama (kering) membuat cetakan sulit di lepas dan cetakan pecah (*krack*).

Solusi penyebab kegagalan pencetakan :

- 1) Mencetak *bumper* lakukanlah di bagian dalam *bumper* asli (*master*) untuk menghindari *bumper* asli rusak (cat lecet).
- 2) Lakukan pencetakan *bumper* di tempat yang tidak terpapar sinar matahari langsung.
- 3) Usakan menggunakan resin + *hardener* secukupnya atau menggunakan perbandingan ideal 100:2 agar adonan tidak cepat kering.
- 4) Usahkan campuran resin + *talc* sesuai keinginan, jika ingin mendapatkan hasil yg agak lentur pastikan menggunakan perbandingan 1:1/2, dan jika ingin mendapatkan hasil yang getas pastikan menggunakan perbandingan 1:2.
- 5) Pelepasan cetakan pada *master* harus dalam keadaan masih panas atau hangat agar mudah dalam pelepasan hasil cetakan.

Dari masalah yang kita temukan pada percobaan pembuatan produk dan *moulding* membuat kita mempelajari kegagalan tersebut dan membuat kita semakin yakin dan penasaran untuk melakukan pencetakan kembali dan mencari pendamping yang mahir dalam bidang tersebut.

4.1 Proses Pembuatan *Bumper* dan *moulding* Komposit

4.1.1 Pemilihan desain produk *bumper*

Desain *bumper* kijang innova (V-2005) yang dipakai adalah desain dari produk asli (standart pabrik) karena jika pembuatan produk/desain *bumper* modifikasi tidak menggunakan *moulding* dan hanya satu kali pembuatan saja dengan cara merangkai potong-potongan sesuai yang di inginkan (seperti *puzzle*).

4.1.2 Persiapan *master*

Penyiapan *master* (*bumper* asli) yang harus dilakukan sebelum memulai pembuatan *bumper* komposit adalah sebagai berikut:

a. Pembersihan *Master*

Pembersihan *Master* dilakukan dengan cara membersihkan kotoran yang dicuci kain dengan air sabun agar kotoran dan debu yang masih menempel dibersihkan dengan sempurna, agar tidak menyebabkan cacat pada permukaan hasil pencetakan *bumper* (produk) yang dicetak. Setelah *master* dicuci kemudian dilakukan pengeringan dengan cara dijemur hingga kering.



Gambar 4.2. Mobil yang akan di gunakan *bumper* nya untuk *master*.



Gambar 4.3. Pelepasan *bumper* di kendaraan.



Gambar 4.4. *Bumper* yang sudah dilepas dan di bersihkan.

b. Pelapisan *master* menggunakan *mirror glaze/MAA*

Master yang sudah di bersikan tadi kita beri lapisan *mirror glaze/MAA* 3 lapis dengan selisih 5 menit pada bagian dalam *master*, karna kita mengambil bagian dalam jika mengambil bagian luar *master* bisa mengakibatkan

kerusakan pada cat *master*. Pelapisan *Mirror glaze/MAA* berfungsi untuk memudahkan dalam melepas produk dari *master*, Pemberian lapisan tersebut harus merata pada setiap bagian dalam *master*.

Setelah pemberian lapisan *mirror/MAA* tersebut selesai maka selanjutnya *master* didiamka lapisan *mirror glaze/MAA* kering dan tidak mudah luntur, Setelah kering *master* siap untuk digunakan.



Gambar 4.5. Pelapisan MAA pada *master*.

c. Pemberian selotip kertas

selotip kertas di sekeliling *bumper* asli yang di jadikan *master* untuk melindungi resin yang melumer ke bagian depan *bumper*.



Gambar 4.6. Pemasangan selotip kertas pada *master*.

4.1.3 Pembuatan *bumper* komposit

Proses pembuatan *bumper* komposit dengan metode *Hand Lay-Up* adalah sebagai berikut:

a. Pencetakan *bumper* kijang innova (V-2005)

1. Pembuatan gealcoad dari campuran resin + *hardener* + *talc* di sesuaikan dengan kebutuhan, pada saat pencetakan untuk mendapatkan hasil yang maksimal aduk secara perlahan untuk meminimalisir *void*.



Gambar 4.7. Pencampuran resin + *hardener* + *talc*.

2. pembuatan *bumper* kijang innova ini melakukan tiga kali adukan resin + *talc* (adonan), Dengan perbandingan sebagai berikut:
 - campuran pertama : 2 kg resin + 0,25 kg *talc* dan menggunakan 1 lembar mat pada saat cetak *bumper*.
 - campuran ke dua : 2 kg resin + 0,75 kg *talc* dan berfungsi sebagai lapisan penguat pada lapisan ke dua.
 - Campuran ke tiga pembuatan *gealcoat* dengan 1kg resin + 3 kg *talc* sebagai *gealcoat* yang digunakan untuk menutup *void* dan melakukan pengecoran.

Pencampuran *hardener* tidak langsung di tuang bersamaan dengan adonan melainkan pada saat adonan di tuangkan ke kelas plastik dan *hardener* di teteskan secukupnya sesuai kebutuhan.

3. Setelah *master* dan bahan sudah siap, potongan-potongan serat di taruh di *master* dan tuang *gealcoat* secara perlahan lalu ratakan dengan kuas secara perlahan untuk mendapatkan hasil yang maksimal.



Gambar .4.8. pemasangan dan pengukuran mat (serat).

4. Proses perataan menggunakan kuas pada mat dengan cara di tekan-tekan secara perlahan agar seluruh mat terkena resin atau disebut dengan teknik *Hand Lay-Up* (HLU)



Gambar 4.9. Proses pencetakan menggunakan metode/teknik *Hand Lay-Up* (HLU).

5. Pencetakan di mulai dari bagian yang paling mudah ke bagian yg paling sulit.
6. Kemudian cetakan didiamkan hingga sedikit mengering karna jika kering pelepasan cetakan (produk) dari *master* akan sulit dan bisa merusan cetakan.
7. Lepas cetakan dari *master* secara perlahan dari bagian kedua samping secara perlahan sampai ke bagian tengah.



Gambar 4.10. Pelepasan cetakan (produk) pada *master*.

8. Setelah itu, *master* dibersihkan kembali, dan cetakan bumper (produk) dirapikan bagian samping (sirip-sirip) secara menyeluruh menggunakan katep dan gerida listrik, setelah itu produk melakukan pengemalan pada kendaraan.

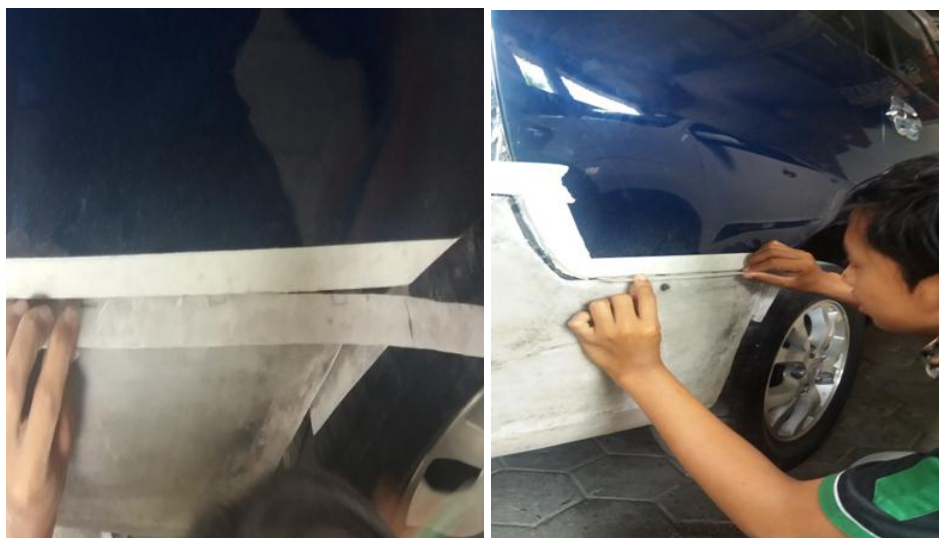


Gambar 4.11. Pembersihan sirip sirip *bumper* (produk).

9. Sebelum dilakukan pengukungan, kendaraan di lapisi lapisan selotip kertas untuk menghindari kerusakan pada cat mobil karna campuran bahan *gealcoat*.



Gambar 4.12. Proses persiapan pengukuran pada kendaraan.



Gambar 4.13. Proses pengukuran pada kendaraan.

10. Produk mengalami penyusutan 5ml karena kita menyetak dari bagian dalam *master*, maka dilakukan pengecoran *fiberglass* dan pengecoran pada kedua bagian samping produk untuk membuat dudukan baut dan bagian bagian yang di perlukan bagian penambalan.



Gambar 4.14. pengecoran *fiberglass* hasil pengukuran.



Gambar 4.15. Hasil akhir pengecoran dempul *fiberglass*.



Gambar 4.16. Hasil pengukuran pada bagian samping ban.

11. Sesudah pengecoran *bumper* (produk), *bumper* di lepas untuk pengeboran (melubangi) bagian bagian dudukan baut dan dan sensor parker dengan menggunakan bor listrik dan kikir bulat.



Gambar 4.17. Pengemboran lubang baut dan sensor parkir.



Gambar 4.18. Pengukuran pada sensor parkir.

12. Dudukan baut di cor kembali dengan lapisan ring + *gealcoat* agar pada bagian dudukan baut kuat dan tidak mudah pecah.



Gambar 4.19. Pelapisan ring dan *fiberglass* pada bagian dudukan baut.

b. *Finishing bumper kijang innova (V-2005)*

1. langkah terakhir yaitu *finishing bumper* (produk) dengan menggunakan dempul dan di haluskan menggunakan amplas secara menyeluruh dan pendempulan di lakukan 3 tahap untuk mendapatkan hasil yang maksimal yang terdiri dari :
 - 1) pendempulan bagian bagian bagian *void*.
 - 2) Pendempulan nat atau pembentukan lekukan
 - 3) Pendempulan perataan seluruh bagian.



Gambar 4.20. Pembuatan nat/lekukan.



Gambar 4.21 Penambalan *void* dan perapihan nat/lekukan.



Gambar 4.22. pendempulan dan pengampelasan.

1. *bumper* yang sudah di *finishing* dempul lalu *bumper* di epoxy.



Gambar 4.23. hasil akhir *finishing* awal pengampelasan dan epoxy.

2. *bumper* (produk) sudah selesai dan siap untuk di gunakan.

4.1.4 Pembuatan *Moulding komposit*

Proses pembuatan *moulding* komposit dengan metode *hand lay up* adalah sebagai berikut:

a. Langkah pencetakan *moulding bumper kijing innova (V-2005)*

Langkah pencetakan *moulding* tidak berbeda jauh dari pembuatan produk *bumper* yang kita buat pertama, dimulai dari:

- 1) pembersihan produk yang akan kami jadikan masternya dalam pembuatan *moulding*.
- 2) Master yang sudah di bersikan tadi kita beri lapisan MAA . 3 lapis dengan selisih 5 menit.
- 3) Pembuatan *gealcoat* dari campuran resin + *hardener* + *talc* dan ditambahkan pigmen sebagai pewarna agar hasil lebih baik dan berwarna dan campuran harus disesuaikan dengan kebutuhan, pada saat pencetakan *moulding* untuk mendapatkan hasil yang maksimal lalu aduk secara perlahan untuk meminimalisir *void*.



Gambar 4.24. Pegolesan MAA pada produk dan pengukuran serat (mat) pada produk bumper.



Gambar 4.25. Pencampuran *gealcoat* dan 1 pelapisan pada produk bumper.

- 4) pembuatan *moulding* kijang innova ini melakukan lima kali adukan resin + *talc* (adonan), Dengan perbandingan sebagai berikut:

- campuran pertama : 2kg resin + 0,25kg *talc* + 30 gram pigment dan digunakan sebagai pencetakan yang menggunakan 1 lembar mat pada proses tahap pertama.
- campuran ke dua : 1,5 kg resin + 0,75 kg *talc* 30 gram pigment dan digunakan sebagai penguat lapisan awal yang menggunakan 1 lembar mat pada proses tahap kedua.
- Campuran ke tiga : 1,5 kg resin + 1 kg *talc* + 30gram pigment dan digunakan sebagai penguat akhir cetakan sebelum penempelan rangka dan menggunakan 1 lembar mat pada tahap ke tiga.
- Campuran ke empat : 1 kg resin + 0,5 kg *talc* 15 gram pigment dan 1 lembar mat, yang akan digunakan sebagai bahan *finishing* rangka pada tahap ke empat.
- Campuran ke lima pembuatan *gealcoat* dengan 1 kg resin + 3 kg *talc* + 45gram pigment dan sebagai campuran penghalus bagian bagian *void* dan pengecoran lainnya pada tahap ke lima.

Pencampuran *hardener* tidak langsung di tuang bersamaan dengan adonan melainkan pada saat adonan di tuangkan ke kelas plastik dan katalis di teteskan secukupnya sesuai kebutuhan.

- 5) Setelah *master* dan bahan sudah siap, potongan-potongan serat di taruh di *master* dan tuang *gealcoat* secara perlahan lalu ratakan dengan kuas secara perlahan untuk mendapatkan hasil yang maksimal.
- 6) Proses perataan menggunakan kuas pada mat dengan cara di tekan-tekan secara perlahan agar seluruh serat terkena resin atau disebut dengan teknik *Hand Lay-Up* (HLU)
- 7) Pencetakan di mulai dari bagian yang paling mudah ke bagian yg paling sulit.



Gambar 4.26. Pencetakan dan pemasangan mat pada bagian lekukan.

- 8) Pencetakan *moulding* dari *master* (produk) hanya menggunakan 1 lapis terlebih dahulu 2 lapis berikutnya pada saat cetakan produk dan cetakan *moulding* sudah di pisahkan.



Gambar 4.27. Pelapisan mat yang ke 2 dan ke 3 pada *moulding*.

- 9) Kemudian cetakan *moulding* didiamkan hingga sedikit mengering karna jika kering pelepasan cetakan *moulding* dari *master* akan sulit dan bisa merusan cetakan.
- 10) Lepas cetakan dari *master* secara perlahan dari bagian kedua samping secara perlahan sampai ke bagian tengah.
- 11) Setelah itu, *master* dibersihkan kembali, dan cetakan (*moulding*) dirapih kan bagian samping (sirip-sirip) secara menyeluruh menggunakan kater dan grinda listrik.



Gambar 4.28. Hasil dari cetakan 1 lapisan mat.



Gambar 4.29. Hasil perapihan sirip sirip pada *moulding*.

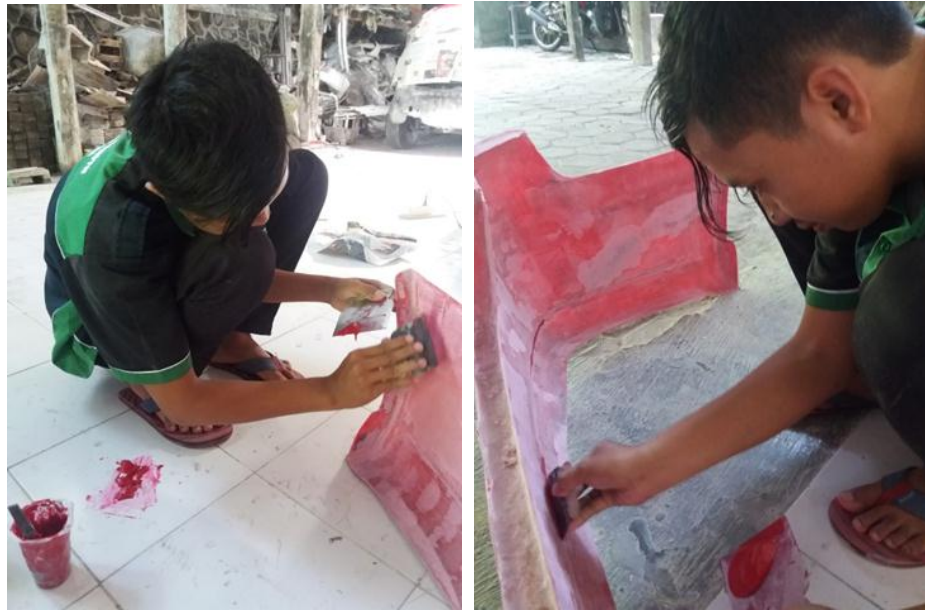
b. *finishing moulding bumper kijang innova (V-2005)*

1) selanjutnya yaitu *finishing moulding* dengan menggunakan dempul *fiberglass* dan di haluskan menggunakan amplas secara menyeluruh dan pendempulan *fiberglass* di lakukan 2 tahap untuk mendapatkan hasil yang maksimal yang terdiri dari :

- 1) Pendempulan *fiberglass* bagian bagian bagian *void*.
- 2) Pendempulan *fiberglass* untuk merapihkan lekukan dan bentuk nat pada *moulding*.



Gambar 4.30. Pencampuran resin, *talca*, *hardener*, dan pigment.



Gambar 4.31. Pendempulan *void* pada *moulding* menggunakan *gealcoat*.



Gambar 4.32 Hasil pendempulan *gealcoat*.

- 2) Langkah yang terakhir yaitu penambahan rangka pada *moulding* pada bagian luar, fungsinya yaitu :
 - 1) untuk menahan *moulding* dari tekanan pada saat pencetakan.
 - 2) Untuk menahan agar tidak mudah berubah ke presisian cetakan (ngolet).
 - 3) Dan sebagai dudukan pada *moulding* agar mudah dalam pencetakan (tidak bergeser-geser).
- 3) Pemasangan rangka dilakukan dengan menggunakan mat dan campuran *gealcoat*.
- 4) *Moulding* pun sudah siap digunakan untuk digunakan dalam pencetakan dalam jumlah sedikit maupun banyak dengan hasil yang sama.



Gambar 4.33 Pemasangan besi dudukan pada *moulding*.



Gambar 4.34. Pemasangan besi dudukan pada bagian samping *moulding*.



Gambar 4.35. Hasil akhir dari pencetakan produk *bumper* dan *moulding*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembuatan produk bumper dan *moulding* yang kami buat, saya selaku pembuat menganalisa dan menyimpulkannya, antara lain :

- 1) *Hand lay-up* adalah metode yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Adapun proses dari pembuatan dengan metode ini adalah dengan cara menuangkan resin dengan tangan ke dalam serat berbentuk anyam, rajuan dan lain-lain. Kemudian memberikan tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Hingga ketebalan yang diinginkan tercapai.
- 2) Banyak sedikitnya *hardener* yang ditambahkan pada resin akan berdampak pada kekerasan komposit yang dihasilkan. Semakin banyak *hardener* yang dicampurkan pada resin maka semakin cepat proses pengeringan pada komposit, komposisi ideal resin-*hardener* yaitu 100:2.
- 3) *Finishing* dalam pembuatan produk dan *moulding bumper* komposit yaitu dengan cara digerinda, karena komposit hasil cetakan masih terdapat sirip, maka sirip itu harus dihilangkan dengan menggunakan gerinda tangan.

5.2 Saran

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

- 1) Untuk kesempurnaan dari hasil pencetakan *bumper* kijang innova (V-2005), hendaknya memperhatikan kondisi dari *master* atau *moulding* yang akan digunakan dalam pencetakan, karena kondisi *master* atau *moulding* yang kurang sempurna misalnya seperti terdapat kotoran atau master nya penyok dan lain-lain yang dapat mempengaruhi hasil akhir pencetakan *bumper* tersebut.

- 2) Untuk mendapatkan hasil komposit yang baik sesuai karakter yang diinginkan maka harus memperhatikan dari proses awal sampai tahap *finishing* karena bahan komposit memerlukan perlakuan khusus (sensitif).
- 3) Proses *finishing* dalam membersihkan sirip-sirip produk dan *moulding bumper* harus sangat di perhatikan dan perlahan, karena sirip-sirip tajam dan keras bisa melukai tangan dan bisa merubah arah gerinda ke bagian dalam yang bisa merusak produk dan *moulding bumper*.

DAFTAR PUSTAKA

Yudhanto, Ferriawan.(2014)."*Teknik Composite Material*". Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Sudarman.(2014)."*Pengaruh Ketebalan Lapisan Serat Gelas Pada Pembuatan Panel Komposit terhadap kekuatan tarik*". Yogyakarta: Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta

Nayiroh, Nurul. (2016) "*teknologi material komposit*". Malang: Universitas Islam Negri Malang.

Gibson, F.R., 1994, "*Principles of Composite material Mechanis*", *International Edition*", McGraw-Hill Inc, New York.

LAMPIRAN



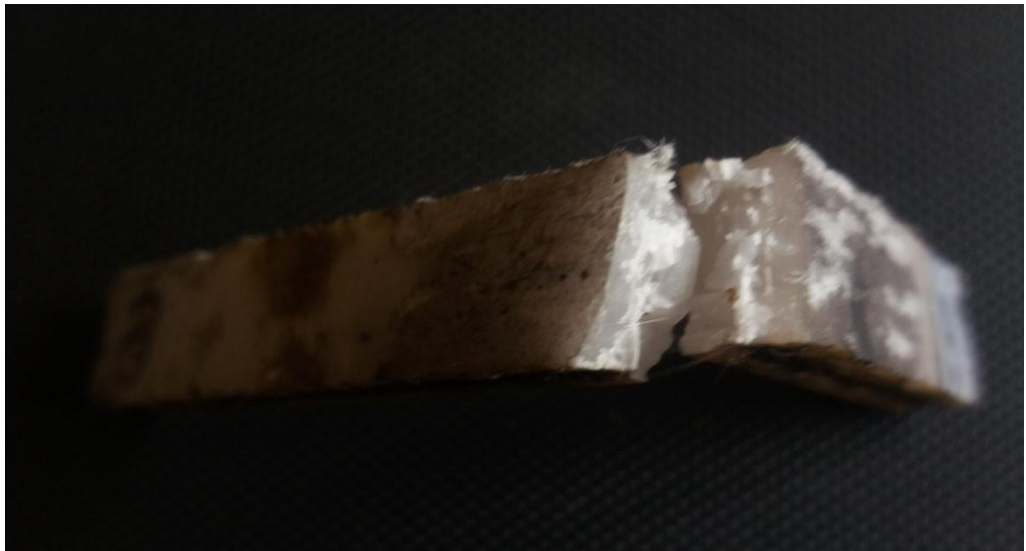
Lima spesimen pengujian impak



Hasil pengujian spesimen 1



Hasil pengujian spesimen 2



Hasil pengujian spesimen 3



Hasil pengujian spesimen 4



Hasil pengujian spesimen 5

Penghitungan pengujian impak

Diketahui:

$$\text{Sudut ayun bebas } (\alpha) = 157^\circ (\cos \alpha = 0,99)$$

$$\text{Panjang lengan (R)} = 83 \text{ cm} = 0,83 \text{ m}$$

$$\text{Massa pendulum (m)} = 1 \text{ Kg}$$

$$\text{Gaya grafitasi (g)} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

1. Spesimen 1

a. Luas penampang spesimen 1

Diketahui:

$$\text{Tebal spesimen (t)} = 5,70 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar spesimen (L)} = 9,90 \text{ mm}$$

$$\text{Sudut ayun } (\beta) = 154^\circ$$

$$\begin{aligned} A &= t \times L \\ &= 5,70 \text{ mm} \times 9,90 \text{ mm} \\ &= 56,43 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

b. Energi serap spesimen 1

$$\begin{aligned} E_{ch} &= G \times R \times (\cos \beta - \cos \alpha) \\ &= 9,8 \times 0,83 \times (\cos 154 - \cos 157) \\ &= 8,13 \times (-1,99) \\ &= -16,21 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Kekuatan impak spesimen 1

$$\begin{aligned}\omega &= -\frac{Ech}{A} \\ &= -\frac{-16,21}{56,43} \\ &= 0,287 \text{ Joule/mm}^2\end{aligned}$$

2. Spesimen 2

a. Luas penampang spesimen 2

Diketahui:

$$\text{Tebal spesimen (t)} = 5,60 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar spesimen (L)} = 10,10 \text{ mm}$$

$$\text{Sudut ayun } (\beta) = 154^\circ$$

$$\begin{aligned}A &= t \times L \\ &= 5,60 \text{ mm} \times 10,10 \text{ mm} \\ &= 56,56 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

b. Energi serap spesimen 2

$$\begin{aligned}Ech &= G \times R \times (\cos \beta - \cos \alpha) \\ &= 9,8 \times 0,83 \times (\cos 154 - \cos 157) \\ &= 8,13 \times (-1,99) \\ &= -16,21 \text{ Joule}\end{aligned}$$

Kekuatan impak spesimen 2

$$\begin{aligned}\omega &= -\frac{Ech}{A} \\ &= -\frac{-16,21}{56,56} \\ &= 0,286 \text{ Joule/mm}^2\end{aligned}$$

3. Spesimen 3

a. Luas penampang spesimen 3

Diketahui:

$$\text{Tebal spesimen (t)} = 5,25 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar spesimen (L)} = 9,50 \text{ mm}$$

$$\text{Sudut ayun } (\beta) = 154^\circ$$

$$\begin{aligned} A &= t \times L \\ &= 5,25 \text{ mm} \times 9,50 \text{ mm} \\ &= 49,87 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

b. Energi serap spesimen 3

$$\begin{aligned} Ech &= G \times R \times (\cos \beta - \cos \alpha) \\ &= 9,8 \times 0,83 \times (\cos 154 - \cos 157) \\ &= 8,13 \times (-1,99) \\ &= -16,21 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Kekuatan impak spesimen 3

$$\begin{aligned} \omega &= - \frac{Ech}{A} \\ &= - \frac{-16,21}{49,87} \\ &= 0,325 \text{ Joule/mm}^2 \end{aligned}$$

4. Spesimen 4

a. Luas penampang spesimen 4

Diketahui:

$$\text{Tebal spesimen (t)} = 5,50 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar spesimen (L)} = 9,75 \text{ mm}$$

$$\text{Sudut ayun } (\beta) = 153^\circ$$

$$\begin{aligned} A &= t \times L \\ &= 5,50 \text{ mm} \times 9,75 \text{ mm} \\ &= 53,62 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

b. Energi serap spesimen 4

$$\begin{aligned} E_{ch} &= G \times R \times (\cos \beta - \cos \alpha) \\ &= 9,8 \times 0,83 \times (\cos 153 - \cos 157) \\ &= 8,13 \times (-1,58) \\ &= -12,89 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Kekuatan impak spesimen 4

$$\begin{aligned} \omega &= - \frac{E_{ch}}{A} \\ &= - \frac{-12,89}{53,62} \\ &= 0,240 \text{ Joule/mm}^2 \end{aligned}$$

5. Spesimen 5

a. Luas penampang spesimen 5

Diketahui:

$$\text{Tebal spesimen (t)} = 5,40 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar spesimen (L)} = 9,80 \text{ mm}$$

$$\text{Sudut ayun } (\beta) = 154^\circ$$

$$\begin{aligned} A &= t \times L \\ &= 5,40 \text{ mm} \times 9,80 \text{ mm} \\ &= 52,92 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

b. Energi serap spesimen 5

$$\begin{aligned} Ech &= G \times R \times (\cos \beta - \cos \alpha) \\ &= 9,8 \times 0,83 \times (\cos 154 - \cos 157) \\ &= 8,13 \times (-1,99) \\ &= -16,21 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Kekuatan impak spesimen 5

$$\begin{aligned} \omega &= - \frac{Ech}{A} \\ &= - \frac{-16,21}{52,92} = 0,306 \text{ Joule/mm}^2 \end{aligned}$$

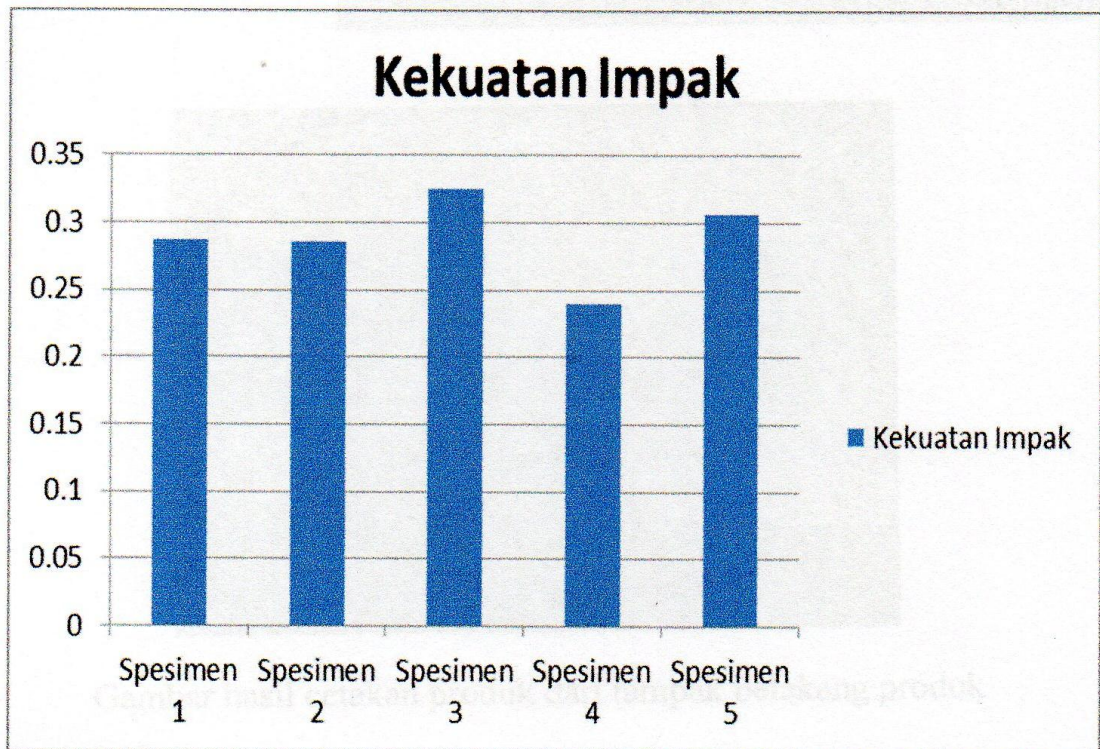
6. Rata-rata kekuatan impak kelima spesimen

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4 + \omega_5}{5} \\ &= \frac{0,287 + 0,286 + 0,325 + 0,240 + 0,306}{5} = 1,444 \text{ Joule/mm}^2 \end{aligned}$$

Tabel hasil pengujian impact

NO	Bahan	Kekuatan Impact
1	Spesimen 1	0.287
2	Spesimen 2	0.286
3	Spesimen 3	0.325
4	Spesimen 4	0.24
5	Spesimen 5	0.306

Diagram batang hasil pengujian impact



Alat dan Bahan

NO	NAMA BARANG	HARGA SATUAN	UNIT	JUMLAH
1	Resin	Rp 22,800.00	12kg	Rp 273,600.00
2	Katalis	Rp 6,500.00	200ml	Rp 13,000.00
3	Talc	Rp 4,000.00	5,5kg	Rp 22,000.00
4	Pigment	Rp 17,500.00	100ml	Rp 17,500.00
5	Serat/met	Rp 24,000.00	1kg	Rp 24,000.00
6	Dempul alfablos	Rp 34,000.00	1 kg	Rp 34,000.00
7	Secrab	Rp 4,000.00	1set	Rp 4,000.00
8	MAA	Rp 50,000.00	1kg	Rp 50,000.00
9	Besi siku	Rp 49,500.00	2btng	Rp 99,000.00
10	Kuas	Rp 3,000.00	2buah	Rp 6,000.00
11	Epoxy	Rp 36,000.00	0,5kg	Rp 36,000.00
12	Cat mobil	Rp 30,000.00	0,5 kg	Rp 30,000.00
13	Tiner	Rp 40,000.00	0,5 kg	Rp 40,000.00
14	Clear	Rp 36,000.00	0,5 kg	Rp 36,000.00
15	Amplas 1000	Rp 3,000.00	6lmbr	Rp 18,000.00
16	Amplas 400	Rp 3,000.00	6lmbr	Rp 18,000.00
Jumlah :				Rp 721,100.00



Gambar hasil cetakan produk dari tampak belakang produk



Gambar hasil cetakan produk dari tampak depan produk



Gambar hasil akhir pendempulan dan pengamplasan.



Gambar hasil pembuatan *moulding* dari tampak belakang *moulding*



Gambar hasil pembuatan *moulding* dari tampak depan *moulding*



Gambar produk bumper yang sudah di pasang pada kendaraan



Gambar hasil akhir pembuatan produk bumper dan *moulding*