

**Perancangan dan Pembuatan Cetakan Komposit Untuk Metode
Vacuum Infusion Menggunakan Penekan *Elastomer Bag***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Triyono
No. Mahasiswa : 11525094
NIRM : 2011060987

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2019

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Perancangan dan Pembuatan Cetakan Komposit Untuk Metode
Vacuum Infusion Menggunakan Penekan *Elastomer Bag*



Disusun Oleh :

Nama : Triyono

No. Mahasiswa : 11525094

NIRM : 2011060987

Yogyakarta, 20 Januari 2019

Pembimbing I,

Muhammad Ridwan S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Perancangan dan Pembuatan Cetakan Komposit Untuk Metode *Vacuum Infusion* Menggunakan Penekan *Elastomer Bag*

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Triyono
No. Mahasiswa : 11525094
NIRM : 2011060987

Tim Penguji

Muhammad Ridwan ST.,MT.

Ketua


Tanggal : 25/02/2019

Santo Ajie Dhewanto ST.,MM.

Anggota I


Tanggal : 21/02/2019

Dony Suryawan ST.,M.Eng.

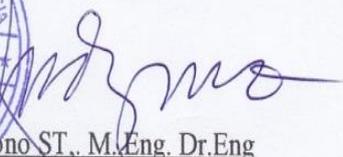
Anggota II


Tanggal : 20/02/2019

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin




Risdiono ST., M.Eng. Dr.Eng

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

“Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam penulisan naskah ini dan disebutkan sebagai referensi. Apabila kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya sanggup menerima hukuman atau sanksi apapun sersuai hukum yang berlaku.”

Yogyakarta, 25 Februari 2019

Penulis



Triyono

NIM : 11525094

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

Bapak Tumiran dan Mama Mulyani atas do'a, semangat, kasih sayang, dan juga tidak pernah lelah untuk mengingatkan serta memotivasi yang tiada henti sampai penulisan tugas akhir ini selesai.

Kakakku Fitra Sandriyati yang selalu memberikan do'a, motivasi, dan semangat.

(Alm) Nenek Sapariah "Musatakim" atas limpahan kasih sayang semasa hidupnya dan menjadi semangat saya selama ini.

Keluarga Besar Musatakim terima kasih atas dukungan moral selama saya menimba ilmu di Yogyakarta.

HALAMAN MOTTO

“Sesungguhnya semua akan terasa mudah apabila kita bermunajat kepada Allah Subhanahu wa Ta’ala”

“Bila engkau tak tahan lelahnya belajar, maka engkau akan menanggung perihnya kebodohan.”
(Imam Asy-Syafi’i Rahimahullah)

“Sesungguhnya di balik kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) maka kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hendaklah hanya kepada tuhanmulah kamu berharap”
(Qs. Al-Insyirah 6-8)

“Berbuatlah kebaikan kepada orang lain semata-mata untuk mencari rido dan berkah Allah Subhanahu wa Ta’ala disitu engkau tidak akan pernah merasakan yang namanya kekecewaan”

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kita ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan tanpa hambatan yang berarti. Dan tak lupa pula shalawat beriring salam kita haturkan kehadirat kita yakni nabi Muhammad SAW yang telah menuntun kita kejalan kebenaran dan penuh dengan ilmu pengetahuan sampai saat ini.

Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Islam Indonesia yang berjudul “Perancangan Dan Pembuatan Cetakan *Windshield* Sepeda Motor Sport Berdasarkan Metode *Hand Lay-Up*”.

Selama pelaksanaan dan penulisan laporan tugas akhir ini, sudah mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih atas semua bantuannya baik secara langsung maupun tidak langsung kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberi nikmat iman dan islam kepada penulis.
2. Dr.Eng. Risdiyono, S.T, M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Muhammad Ridlwan, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan waktu luangnya untuk membimbing, mengarahkan serta memberikan masukan banyak dari perencanaan hingga selesainya penelitian ini.
4. Seluruh dosen Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Univesitas Islam Indonesia, yang telah berperan dalam mendidik dan memberikan ilmunya.
5. Mbak Umi, Mbak Sarah dan Mbak Rizky selaku *front office* Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia yang telah banyak membantu untuk semua urusan administrasi selama pengerjaan hingga penyelesaian tugas akhir ini.
6. Sahabat senada, sehoobi dan sepemikiran Dwi Ichsan Bramantya ”Ibam”, Muhammad Muslikh Afandi ”Gepeng”, Rivaldi Nur, Ranto Gunawan, Fachuri Rohman Syarif, Feri Aprianto, Muhammad Dimas Nurcahyadi, Jumanto, Yoga Tri Permana, Teguh Prasetyo, Achmad Rahadiyanto.

7. Seluruh anggota Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia khususnya M-11 Teknik Mesin angkatan 2011.
8. Untuk Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu selama ini, semoga kalian mendapat imbalan yang setimpal dari Allah SWT. Amin dari Allah SWT.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam penelitian ini. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis dan untuk orang lain.

“Wabillahaufiq walhidayah,

“Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu”

Yogyakarta, 18 Januari 2019

Penulis

Triyono

NIM. 11525094

ABSTRAK

Metode Komposit Hand Lay-Up merupakan salah satu metode komposit yang dapat digunakan untuk proses pembuatan cetakan. Proses Hand Lay-Up adalah proses laminasi serat secara manual, dimana merupakan metode pertama dalam pembuatan komposit. Metode Hand Lay-Up lebih ditekankan untuk pembuatan produk yang sederhana dan hanya menuntut satu sisi saja yang memiliki permukaan halus.

Telah dilakukan sebuah perancangan dan pembuatan cetakan komposit menggunakan Metode Hand Lay-Up. Metode ini dapat memudahkan dalam proses pembuatan cetakan komposit, hal tersebut disebabkan karena tidak adanya peralatan khusus dalam proses pembuatannya.

Cetakan yang sudah ada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia menggunakan Metode Vacuum Forming dalam proses pembuatannya dengan bahan utama mika. Cetakan tersebut belum dapat digunakan secara berulang karena cetakan berubah bentuk pada saat dilakukan proses pemvakuman dan masih terdapat kebocoran pada sisi terluar cetakan. Setelah menerapkan Metode Komposit Hand Lay-Up dalam pembuatan cetakan komposit, terjadi peningkatan pada cetakan yang dapat digunakan secara berulang dan cetakan komposit tidak berubah bentuk pada saat dilakukan proses pemvakuman.

Kata kunci: Komposit, Metode Hand Lay-Up, Cetakan

ABSTRACT

Composite Method Hand Lay-Up is a composite method that can be used for the mold making process. The Hand Lay-Up process is a manual process of fiber lamination, which is the first method in making composites. The Hand Lay-Up method is more emphasized for making products that are simple and require only one side that has a smooth surface.

A composite mold design and fabrication has been carried out using The Hand Lay-Up Method. This method can facilitate the process of making composite molds, this is due to the absence of special equipment in the manufacturing process.

Existing molds in the Mechanical Engineering Laboratory of the Islamic University of Indonesia use the Vacuum Forming Method in the manufacturing process with the main ingredient mica. The mold cannot be used repeatedly because the mold deforme during the vacuum process and there is still a leak on the outer side of the mold. After applying the Composite Hand Lay-Up Method in composite mold making, an increase in the mold can be used repeatedly and the composite mold does not change shape when the vacuum process is carried out.

Keywords: Composite, Hand Lay-Up Method, Mold

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	1
Halaman Motto	2
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	3
Abstrak	5
Daftar Isi	7
Daftar Tabel	9
Daftar Gambar	10
bab 1 Pendahuluan	11
1.1 Latar Belakang	11
1.2 Rumusan Masalah	12
1.3 Batasan Masalah	12
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	12
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	12
1.6 Sistematika Penulisan	13
Bab 2 Tinjauan Pustaka	14
2.1 Kajian Pustaka	14
2.2 Dasar Teori	15
2.2.1 Komposit	15
2.2.2 <i>Hand Lay-Up</i>	15
2.2.3 <i>Vacuum Bagging</i>	16
2.2.4 Lateks	18
2.2.5 Resin	18
2.2.6 Hardener	19
2.2.7 <i>Fiber carbon</i> (Serat Karbon)	19
2.2.8 <i>Fiberglass</i> (Serat Kaca)	20
Bab 3 Metode Penelitian	21
3.1 Alur Penelitian	21

3.2	Identifikasi Masalah.....	21
3.3	Kriteria perancangan.....	22
3.4	Tahapan Pembuatan Cetakan.....	22
3.4.1	Alat dan Bahan	23
3.4.2	Proses Pada Pembuatan Lateks	23
3.4.3	Langkah Uji Coba Cetakan Menggunakan Serat Komposit.....	25
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	29
4.1	Hasil Perancangan.....	29
4.2	Proses Pembuatan Cetakan	30
4.3	Hasil Pengujian	34
4.3.1	Pengujian 1	34
4.3.2	Pengujian 2	36
4.3.3	Pengujian 3	37
4.4	Pembahasan	38
Bab 5	Penutup.....	40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	40
Daftar Pustaka	41

DAFTAR TABEL

Tabel 4-1 Kriteria cetakan <i>windshield</i>	39
--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses <i>Hand Lay-Up</i>	16
Gambar 2.2 Proses <i>vacuum bagging</i>	17
Gambar 2.3 Proses <i>vacuum infusion</i>	18
Gambar 3.1 Master cetakan <i>windshield</i> sepeda motor	22
Gambar 3.2 Proses pengolesan lateks	23
Gambar 3.3 Proses penjemuran lateks.....	24
Gambar 3.4 Lateks yang sudah dipisahkan dengan cetakan <i>windshield</i>	24
Gambar 3.5 Proses penyesuaian ukuran serat	25
Gambar 3.6 Proses penyusunan komposit.....	26
Gambar 3.7 Komposisi resin yang digunakan.....	26
Gambar 3.8 Proses pemvakuman	27
Gambar 4.1 Cetakan <i>windshield</i>	29
Gambar 4.2 Hasil produk dari cetakan <i>windshield</i>	29
Gambar 4.3 Pembuatan pondasi	30
Gambar 4.4 Pembuatan pengunci lateks.....	31
Gambar 4.5 Proses pencampuran resin, <i>hardener</i> , dan bubuk talk	32
Gambar 4.6 Master cetakan <i>windshield</i> yang sudah dituang campuran resin	32
Gambar 4.7 Cetakan yang sudah dipisahkan dari master	33
Gambar 4.8 Proses <i>finishing</i> cetakan.....	33
Gambar 4.9 Cetakan <i>windshield</i>	34
Gambar 4.10 Hasil produk pengujian pertama.....	35
Gambar 4.11 Cetakan <i>windshield</i>	35
Gambar 4.12 Hasil produk pengujian ke dua	36
Gambar 4.13 Cetakan setelah pengujian ke dua.....	37
Gambar 4.14 Hasil produk pengujian ke tiga.....	38
Gambar 4.15 Cetakan <i>windshield</i> setelah pengujian ke tiga	38

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pembuatan sebuah produk terdapat beberapa tahapan, hal tersebut tergantung dari bentuk produk itu sendiri. Dari beberapa tahapan dalam pembuatan produk tersebut, salah satunya terdapat proses yang dilalui, yaitu pembuatan cetakan.

Pada proses pembuatan cetakan, dapat dilakukan dengan proses permesinan menggunakan mesin otomatis CNC (*Computer Numerical Control*) atau dengan cara konvensional yaitu diukir. Pada proses pembuatan cetakan menggunakan bahan dasar komposit, dapat dilakukan yaitu dengan cara metode *vacuum forming*, *blow molding* dan *Hand Lay-Up*.

Proses pembuatan cetakan menggunakan metode *vacuum forming* dengan bahan dasar mika yang memiliki variasi ketebalan 2 sampai 3 mm telah dilakukan oleh Jamal Nawir Nafisi 2017. Pada produk cetakan tersebut memiliki *lifetime* atau umur yang tidak lama, hal tersebut dikarenakan terjadinya perubahan bentuk pada cetakan yang disebabkan oleh karakter resin yang relatif panas dalam proses pengerasannya.

Metode produksi *Hand Lay-Up*, dapat dikategorikan salah satu metode produksi komposit yang sederhana, hal tersebut dikarenakan pada metode ini mudah untuk diaplikasikan dan perlengkapan yang digunakan sederhana (Cahyono 2015). Metode *hand lay-up* memiliki kelebihan diantaranya proses pembuatannya mudah dan tidak memerlukan peralatan yang khusus untuk proses pembuatannya. Dari produk komposit memiliki keunggulan yang lebih kaku, kuat, ringan dan tahan korosi (Adi Prasetyo and M Gunara 2017).

Melihat kondisi cetakan tersebut yang dapat berubah bentuk apabila berkontak langsung dengan resin, maka diperlukan suatu perbaikan dari segi perancangannya agar tercapainya sebuah cetakan yang dapat digunakan secara berulang ulang dan dalam jangka waktu yang lama.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diambil suatu rumusan yaitu bagaimana cara merancang dan membuat cetakan *windshield* yang dapat digunakan secara berulang?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian tetap dapat fokus, maka pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. Master cetakan yang digunakan *windshield* sepeda motor sport.
2. Metode pembuatan cetakan menggunakan Metode *Hand Lay-Up*.
3. Bahan yang digunakan untuk pembuatan mold atau cetakan resin, bubuk talk, serat kaca.
4. Media yang digunakan dalam membuat cetakan adalah tanah liat.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Membuat cetakan yang tidak berubah bentuk pada saat dilakukan pengujian pembuatan produk.
2. Membuat cetakan yang dapat digunakan secara berulang.
3. Membuat pengunci lateks yang sederhana pada cetakan.
4. Membuat cetakan yang dapat menghasilkan produk yang memiliki permukaan halus.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

1. Memudahkan pemasangan pengunci lateks pada cetakan.
2. Dapat meningkatkan hasil produk dari cetakan yang lebih halus permukaanya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun secara berurutan untuk mempermudah dalam pembahasan. Penulisan tugas akhir ini dijelaskan sebagai berikut.

Bab I PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini berisi kajian pustaka dan menjelaskan dasar teori yang digunakan dalam penelitian dan perancangan yang dilakukan.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian dan metode penelitian yang digunakan.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi tentang hasil dan pembahasan berdasarkan penelitian dan perancangan yang telah dilakukan.

Bab V PENUTUP

Bagian ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan yang dilakukan serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Cetakan atau *mold* adalah sebuah cetakan yang memiliki rongga di dalamnya yang akan diisi dengan material cair seperti *plastic*, gelas, atau logam. Di dalam cetakan, cairan tersebut akan mengeras sesuai bentuk rongga. Di dalam mold tersebut terdapat 2 komponen yaitu *cavity* dan *core*. Dasar dari kebutuhan produk yang akan dihasilkan maka terjadi pembagian komponen tersebut dan bidang pembagian tersebut dinamakan *partingline* (PL). Gabungan antara *cavity* dan *core* inilah yang akan membentuk *design* dari sebuah komponen, maka keduanya merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan.

Perancangan dan pembuatan cetakan sebelumnya sudah dilakukan oleh Jamal Nawir Nafisi 2017 mahasiswa Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Pembuatan cetakan tersebut menggunakan metode *vacuum forming* dengan bahan utama mika. Cetakan tersebut mengalami perubahan bentuk dan rusak yang disebabkan tekanan udara dan panas dari resin sehingga pada saat cetakan digunakan kembali produk yang dihasilkan berubah bentuk. Hasil produk cetakan memiliki permukaan yang kasar dikarenakan polimer yang digunakan menggunakan plastik. Tingkat kebocoran pada saat proses pemvakuman lebih besar hal ini disebabkan belum terdapat adanya *seal* pengunci lateks.

Pada umumnya perbandingan resin dan *hardener* 100 : 1, perbandingan tersebut akan menghasilkan campuran transparan. Campuran tersebut memiliki kelebihan produk tidak mudah pecah dibandingkan dengan menggunakan bahan kaca atau plastik yang memiliki tingkat transparan yang sama tinggi (hewlett, 2003). Akan tetapi campuran tersebut memiliki kelemahan yaitu akan menghasilkan nilai berat yang lebih tinggi dalam kinerjanya (Oberholzer, 2005). Perbandingan tersebut hanya menjadi panduan dan tidak menjadi acuan dalam penelitian ini. Karena setiap material komposit memerlukan perbandingan resin dan *hardener* yang berbeda.

2.2 Dasar Teori

Teori yang melandasi perancangan dan pembuatan cetakan *windshield* adalah sebagai berikut:

2.2.1 Komposit

Pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang digabung atau dicampur secara makroskopis menjadi satu bahan yang berguna (Jones, 1975). Komposit merupakan bahan gabungan secara makro, maka bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu material yang tergabung dari campuran atau kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berada di dalam bentuk atau komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984). Bahan komposit secara umum terdiri dari penguat dan matriks.

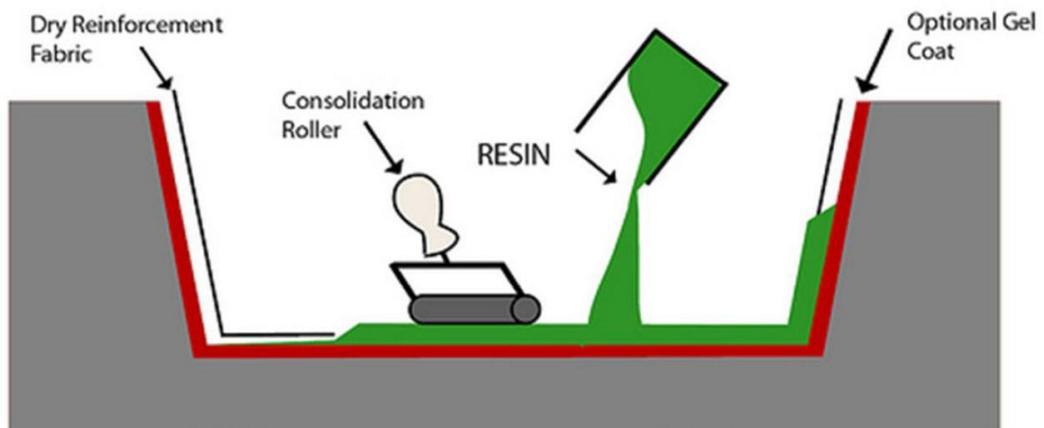
Sifat – sifat komposit tidak dapat dilepaskan dari pengaruh kekuatan serat sebagai salah satu penyusun utama komposit, dengan kandungan serat yang tinggi maka kekuatan tariknya juga akan tinggi, tetapi dengan kekuatan tarik yang tinggi belum tentu sifat-sifat lain juga akan lebih baik. Oleh karena itu perbandingan jumlah resin dan serat merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan sifat-sifat material komposit (Lukkassen D. dan Meidell A, 2007).

Tujuan pembuatan material komposit yaitu sebagai berikut :

1. Memperbaiki sifat mekanik atau sifat spesifik tertentu.
2. Mempermudah bentuk yang sulit pada manufaktur.
3. Keleluasaan dalam bentuk yang dapat menghemat biaya.
4. Menjadikan bahan lebih ringan.

2.2.2 Hand Lay-Up

Proses *Hand Lay-Up* merupakan proses laminasi serat secara manual, dimana merupakan metode pertama dalam pembuatan komposit. Metode *Hand Lay-Up* lebih ditekankan untuk pembuatan produk yang sederhana dan hanya menuntut satu sisi saja yang memiliki permukaan halus (Gibson, 1994).



Gambar 2.1 Proses *Hand Lay-Up*
(Sumber : Gibson, 1994)

Keunggulan *Hand Lay-Up*

1. Peralatan sedikit dan harga murah.
2. Kemudahan dalam bentuk dan desain produk.
3. Variasi ketebalan dan komposisi serat dapat diatur dengan mudah.

Kelemahan *Hand Lay-Up*

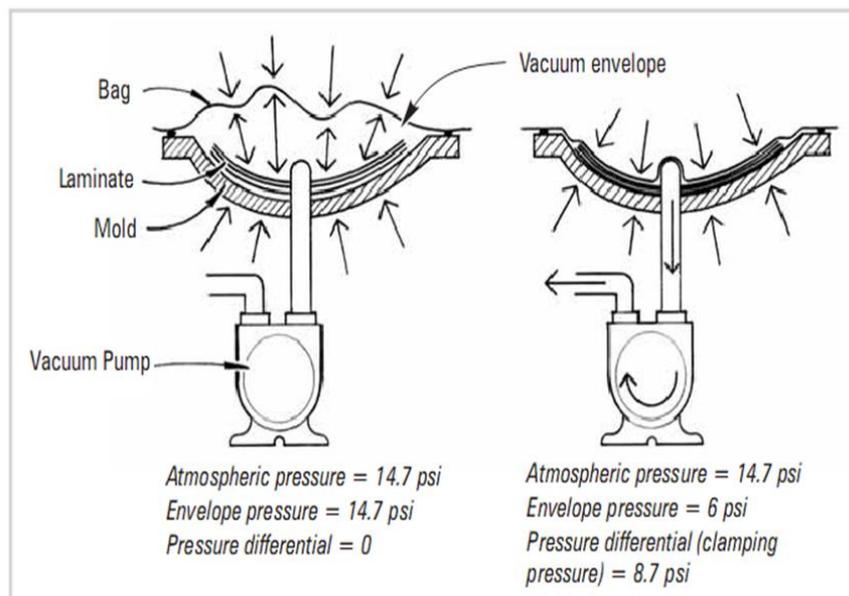
1. Ketebalan yang tidak konsisten
2. Distribusi resin yang tidak merata
3. Lebih boros resin

2.2.3 *Vacuum Bagging*

Vacuum bagging adalah teknik yang digunakan untuk menciptakan tekanan mekanis pada laminasi selama siklus penyebaran resin. Penekanan laminasi komposit memiliki beberapa fungsi. Pertama, ini menghilangkan udara yang terjebak di antara lapisan. Kedua, ini memadatkan lapisan serat untuk transmisi gaya yang efisien di antara bundel serat dan mencegah pergeseran orientasi serat selama proses penyembuhan. Selanjutnya yang ketiga adalah mengurangi kelembaban. Teknik mengantongi vakum mengoptimalkan rasio serat ke resin di bagian komposit. Ketika laminasi disegel tekanan udara di dalam cetakan dan di luar cetakan sama dengan tekanan atmosfer, sekitar 14,7 Psi. Kemudian pompa

vakum dinyalakan tekanan di dalam cetakan berkurang sementara tekanan di luar cetakan tetap pada 14,7 Psi.

Tekanan atmosfer menekan semua sisi cetakan secara bersamaan, bahkan di atas permukaan cetakan. Perbedaan tekanan antara bagian dalam dan luar cetakan menentukan gaya yang timbul pada saat menekan laminasi apabila vakum bekerja sempurna dan dapat menghilangkan udara di dalam cetakan semua sisi cetakan bertekanan 14,7 Psi. Sehingga perbedaan tekanan yang terjadi pada dalam cetakan sebesar 6-12,5 Psi.

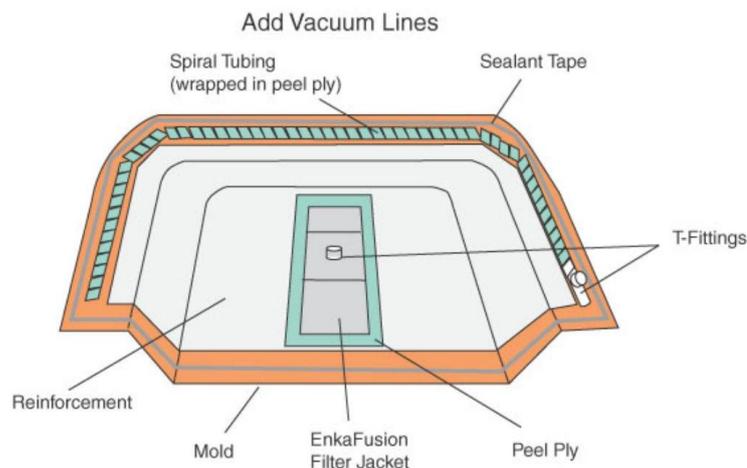


Gambar 2.2 Proses *vacuum bagging*

(Sumber : Gibson, 1994)

Vacuum infusion process adalah teknik yang menggunakan tekanan vakum untuk mendorong resin ke laminasi. Serat ditempatkan ke dalam cetakan dan vakum diterapkan sebelum resin dimasukkan. Setelah vakum lengkap tercapai, resin terhisap ke dalam laminasi melalui tabung.

Pilihan resin adalah aspek kunci dari *vacuum infision* karena yang harus diperhatikan adalah viskositas resin. Viskositas yang rendah akan membantu saat proses vakum karena memungkinkan penyebaran resin yang mudah. Namun, bukan berarti bahwa resin viskositas lebih tinggi tidak akan bekerja, tetapi saat proses vakum membutuhkan lebih berhati-hati perencanaan, garis resin lebih, dan media arus lebih.



Gambar 2.3 Proses *vacuum infusion*

(Sumber : Gibson, 1994)

2.2.4 Lateks

Lateks merupakan produk olahan lateks alam yang dibuat dengan proses tertentu. Lateks alam sebagai bahan baku barang jadi. Lateks memiliki keunggulan khusus dibandingkan produk pesaingnya lateks sintetis yang terbuat dari minyak bumi. Karet alam tentu saja lebih ramah lingkungan dalam hal penyediaan bahan bakunya maupun proses produksinya, harganya lebih murah, sifat teknisnya seperti kekuatan gel basah dan elastis lebih baik. Penggunaan lateks biasanya digunakan sebagai bahan baku sarung tangan medis, selang infus, selang pernafasan, balon, topeng mainan dan lain-lain.

2.2.5 Resin

Resin adalah istilah umum yang digunakan untuk menunjuk polimer, bahan prekursor polimer dan campuran atau formulasi dengan berbagai zat aditif atau komponen kimiawi reaktif. Bahan kimia komposisi dan sifat fisik dari resin, secara fundamental mempengaruhi pemrosesan, fabrikasi dan sifat-sifat akhir dari material komposit. Variasi dalam komposisi, keadaan fisik, atau morfologi resin dan kehadiran kotoran atau kontaminan dalam resin dapat mempengaruhi kemampuan untuk ditangani dan dapat diproses, sifat lamina laminasi, dan kinerja material komposit dan daya tahan jangka panjang.

Bagian ini menjelaskan bahan resin yang digunakan dalam komposit matriks polimer dan perekat, dan mempertimbangkan sumber-sumber yang mungkin dan konsekuensi dari variasi dalam kimia resin dan komposisi, serta efek dari kotoran dan kontaminan, pada karakteristik pengolahan resin dan pada sifat resin dan komposit. (Schwartz, 1984)

1. Resin *epoxy*

Berbentuk cairan kental atau hampir padat yang memiliki sifat mekanik, listrik, kestabilan dimensi, daya rekat dan penahan panas yang baik. Resin *epoxy* memiliki ketahanan korosi yang lebih baik dari pada *polyester*.

2. Resin *polyester*

Resin polyester mempunyai daya tahan terhadap dampak, tahan terhadap cuaca, transparan dan efek permukaan yang baik.

3. Resin *Bisphenolic*

Resin ini memiliki karakter yang tahan terhadap asam, basa dan garam.

2.2.6 Hardener

Metyl Etyl Keton Peroksida (MEKOP) yaitu bahan kimia yang dikenal dengan sebutan *hardener* atau katalis. *Hardener* ini termasuk senyawa polimer dengan bentuk cair berwarna bening. Fungsi dari *hardener* ini adalah mempercepat proses pengeringan (*curing*) pada bahan matrik suatu komposit. Semakin banyak *hardener* yang dicampurkan pada matrik akan mempercepat proses pengeringan, akan tetapi akibat mencampurkan *hardener* terlalu banyak akan menyebabkan komposit menjadi getas. Penggunaan *hardener* sesuai dengan kebutuhan.

2.2.7 Fiber carbon (Serat Karbon)

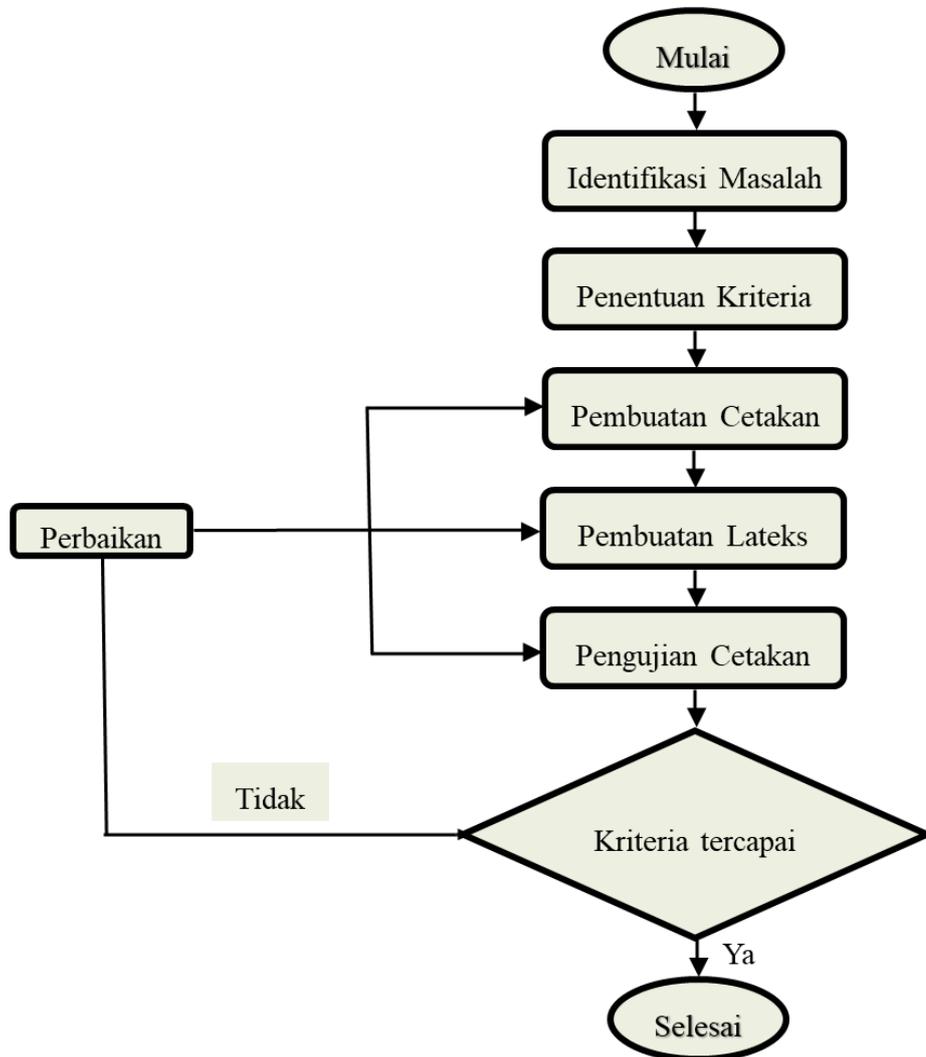
Serat karbon muncul di pasaran pada tahun 1960 dan diproduksi dari serat organik (rayon, akrilik, dll) atau dari sisa minyak bumi. Serat karbon adalah serat penguat paling kaku dan kuat untuk komposit polimer yang paling banyak digunakan setelah serat kaca. Serat karbon sangat mahal dan dapat memberikan korosi galvanik saat kontak dengan logam (Lukkassen D, dan Meidell A 2007).

2.2.8 *Fiberglass* (Serat Kaca)

Fiberglass reinforced plastic (FRP) adalah produk yang terdiri dari campuran resin, bahan penguat dan *additive* (bahan tambahan) yang digabung dan di proses agar mendapatkan hasil produk yang sesuai dengan kebutuhan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



3.2 Identifikasi Masalah

Proses identifikasi masalah merupakan proses mencari masalah atau kekurangan pada cetakan yang telah dibuat sebelumnya. Cetakan yang telah dibuat oleh beberapa pihak maupun civitas akademika, masih ditemukan masalah atau kekurangan dari hasil produk. Masalah yang muncul dari cetakan tersebut yaitu ;

1. Cetakan tidak dapat bertahan lama.
2. Masih terdapat kebocoran pada saat proses vakum pada bagian pengunci lateks.

3. Terjadinya kerusakan cetakan mika pada saat pemisahan antara cetakan dan produk.
4. Permukaan hasil cetakan kurang halus.

3.3 Kriteria perancangan

Kriteria perancangan merupakan suatu target yang ingin dicapai dalam penelitian ini. Berikut merupakan kriteria cetakan:

1. Cetakan tidak berubah bentuk pada saat proses pemvakuman.
2. Membuat sistem pengunci lateks yang sederhana.
3. Cetakan dapat digunakan secara berulang.
4. Dimensi ukuran cetakan yang lebih besar dari penelitian sebelumnya.
5. Hasil dari produk cetakan memiliki permukaan yang halus.

3.4 Tahapan Pembuatan Cetakan

Proses pembuatan cetakan memiliki beberapa tahapan yaitu, diawali dengan pemilihan produk cetakan. Produk cetakan yang digunakan yaitu *windshield* sepeda motor. Produk tersebut memiliki dimensi ukuran Seperti yang ada pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Master cetakan *windshield* sepeda motor

Penelitian dilanjutkan dengan mempersiapkan alat dan bahan, kemudian dilanjutkan dengan proses pembuatan *support* atau pondasi master produk, pembuatan cetakan, cetakan lateks dan diakhiri dengan pembuatan produk akhir dari cetakan tersebut.

3.4.1 Alat dan Bahan

Diperlukan beberapa peralatan serta bahan dalam pembuatan cetakan. Alat dan bahan yang diperlukan yaitu :

A. Bahan yang digunakan

1. *Windshield*
2. Resin
3. *Hardener*
4. Bubuk talk
5. Serat kaca
6. Tanah liat

B. Alat yang digunakan

1. Kuas
2. Gelas plastik
3. Sarung tangan karet

3.4.2 Proses Pada Pembuatan Lateks

Proses pembuatan lateks dilakukan secara berulang dengan bertahap. Proses tersebut yaitu dengan penuangan ditambah pengolesan ditunjukkan pada gambar 3.2 menggunakan kuas untuk meratakan pada permukaan cetakan pada seluruh permukaan cetakan.



Gambar 3.2 Proses pengolesan lateks

Proses pengeringan latek dengan cara dijemur yang ditunjukkan pada gambar 3.3 menggunakan panas matahari, setelah penuangan pertama lateks mengering maka dilanjutkan dengan penuangan kembali lateks tersebut pada cetakan. Proses penuangan dan pengeringan ini dilakukan secara berulang sebanyak 5 kali. Tujuan dari pengulangan pada penuangan lateks sebanyak 5 kali, bertujuan untuk mendapatkan cetakan lateks yang tebal, agar cetakan tersebut tidak sobek pada saat proses pemvakuman.



Gambar 3.3 Proses penjemuran lateks

Proses pelepasan lateks yang ditunjukkan pada gambar 3.4 dilakukan dengan cara menarik langsung dengan menggunakan tangan kosong yang diawali pada sisi terluar terlebih dahulu.



Gambar 3.4 Lateks yang sudah dipisahkan dengan cetakan *windshield*

3.4.3 Langkah Uji Coba Cetakan Menggunakan Serat Komposit

Uji coba cetakan dilakukan menggunakan serat komposit karbon sebagai serat utama dan serat kaca sebagai serat penopang. Langkah uji coba dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Pemotongan serat komposit

Proses pemotongan menggunakan alat potong yaitu gunting, serat komposit dipotong menyesuaikan dengan bentuk pola cetakan seperti pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Proses penyesuaian ukuran serat

2. Pengolesan wax

Pengolesan wax pada cetakan bertujuan untuk mempermudah pada proses pelepasan produk dengan cetakan dan pengolesan wax di berikan pada seluruh permukaan cetakan.

3. Penyusunan serat komposit

Penyusunan serat komposit pada cetakan diawali dengan serat karbon terlebih dahulu kemudian *fiberglass* (serat kaca).



Gambar 3.6 Proses penyusunan komposit

4. Pemasangan selang spiral

Selang spiral diletakkan antara inti cetakan dengan seal pengunci lateks.

5. Pemasangan lateks

Proses pemasangan lateks dilakukan setelah semua serat komposit disusun pada cetakan. Proses pemasangan lateks diawali dari bagian tengah pada cetakan, kemudian dilanjutkan dengan memasukkan pengunci lateks pada lubang lis cetakan.

6. Pencampuran resin dan *hardener*

Proses pencampuran resin dengan *hardener* dilakukan pada wadah plastik, komposisi yang digunakan yaitu resin 220 ml dan *hardener* 1,4 ml, kemudian campuran kedua bahan tersebut diaduk sampai tercampur semua.

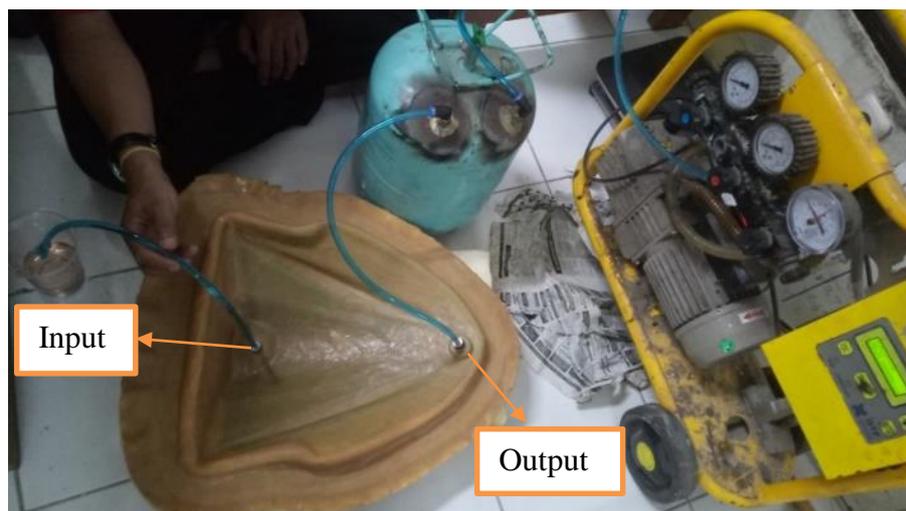


Gambar 3.7 Komposisi resin yang digunakan

7. Pevakuman

Resin yang ada pada gelas plastik dimasukkan selang, lalu selang tersebut dihubungkan pada *port input* yang ada pada cetakan lateks yang ditunjukkan pada gambar 3.8. Selang tersebut berfungsi sebagai penghubung jalannya resin yang akan masuk pada cetakan. Selanjutnya, pada *port output* cetakan selang dihubungkan pada lubang *input reservoir tank*.

Reservoir tank berfungsi sebagai mencegah masuknya resin yang dihisap oleh mesin vakum kedalam mesin tersebut, lalu untuk lubang *output* pada *reservoir tank* dihubungkan pada lubang *input* mesin vakum.



Gambar 3.8 Proses pevakuman

Setelah semua rangkaian instalasi vakum (selang) dipasang, mesin vakum dihidupkan pada mode *vacuum*, untuk proses pevakuman dilakukan selama 45 menit.

8. Pelepasan selang instalasi mesin vakum terhadap cetakan

Pada pelepasan selang mesin vakum, langkah pertama dilakukan dengan pelepasan pada selang *port output* cetakan, kemudian selang tersebut dijepit agar kevakuman didalam cetakan tidak berkurang secara langsung. Penjepitan selang dilakukan juga pada selang *port input* cetakan.

9. Pengecekan resin

Proses pengecekan resin pada cetakan sudah mengeras apa tidaknya, dilakukan pada sisa resin yang masih menempel pada gelas plastik pencampur.

10. Pelepasan cetakan lateks

Proses pelepasan cetakan lateks, diawali dengan pelepasan pada bagian lis terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan pada pelepasan pada bagian tengah cetakan.

11. Pelepasan produk dari cetakan utama

Langkah pertama dalam tahapan ini yaitu dengan cara menarik langsung hasil produk menggunakan tangan dengan arah yang berlawanan daripada cetakannya.

12. Pengecekan hasil produk dari cetakan dan pengecekan cetakan utama

Pengecekan hasil produk dilakukan dengan pengamatan secara visual terhadap hasil cetakan dan cetakannya.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

Hasil cetakan yang diperoleh, memiliki bagian bagian utama yang di tunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Cetakan *windshield*



Gambar 4.2 Hasil produk dari cetakan *windshield*

Cetakan tersebut dilakukan pengujian berupa pembuatan produk menggunakan bahan komposit serat karbon dan serat kaca dengan metode *vacuum bagging*. Proses *vacuum bagging* dilakukan menggunakan komponen pendukung yaitu lateks sebagai pengunci saat proses pemvakuman berlangsung. Pada penelitian ini, pengamatan dilakukan secara visual dengan menitikberatkan pada kondisi cetakan setelah dilakukannya proses pengujian.

Perancangan produk cetakan berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Kriteria produk cetakan didapat dari studi literatur, karena dalam perancangan produk didahului dengan melakukan observasi studi literatur dari skripsi Jamal Nawir mahasiswa Teknik Mesin UII.

4.2 Proses Pembuatan Cetakan

Pada proses pembuatan cetakan memiliki beberapa tahapan yaitu;

1. Pembuatan pondasi (*support*)

Pembuatan pondasi menggunakan bahan utama tanah liat yang dibentuk menyerupai master, akan tetapi dimensi dari tanah liat pada ukuran sisi terluar diperbesar. Tujuan dari perluasan area tersebut bertujuan untuk memberi ruang pada saat pembuatan lis untuk pengunci lateks. Pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa master *windshield* sudah diletakan di tengah-tengah tanah liat yang sudah dibentuk.



Gambar 4.3 Pembuatan pondasi

2. Pembuatan lis pengunci untuk lateks

Pembuatan lis menggunakan tanah liat pada area pondasi untuk dijadikan pengunci lateks yang ditunjukkan pada gambar 4.4. Tujuan adanya lis tersebut, pertama berguna sebagai pengunci lateks agar tidak bergeser, kedua sebagai pencegah kebocoran pada saat proses pemvakuman berlangsung.



Gambar 4.4 Pembuatan pengunci lateks

3. Pengolesan wax

Pengolesan wax pada master windshield dan pondasi yang bertujuan untuk mempermudah pemisahan antara cetakan dengan master *windshield*. Pengolesan dilakukan terhadap seluruh permukaan cetakan dan master produk dengan menggunakan kuas.

4. Pemotongan Serat Komposit Serat Kaca

Pembuatan cetakan utama, serat komposit serat kaca digunakan sebagai komposit penguat. Setelah komposit serat kaca dipotong, potongan tersebut diletakkan pada permukaan master cetakan dan pondasi tanah liat.

5. Penuangan resin pada master cetakan

Proses penuangan diawali dengan pencampuran resin, bubuk talk dan *hardener* di wadah, lalu di aduk semua bahan tersebut sampai merata Gambar

4.5. Perbandingan komposisi yang digunakan dari bahan cetakan tersebut yaitu, resin 1500 ml, bubuk talk 250 gram dan *hardener* 6,2 ml



Gambar 4.5 Proses pencampuran resin, *hardener*, dan bubuk talk

6. Penuangan resin tahap pertama

Setelah semua bahan tercampur maka, dilanjutkan dengan proses penuangan bahan tersebut kepada master yang sudah diberi serat komposit hingga tertutup semua permukaanya Gambar 4.6, kemudian dilanjutkan penuangan pada seluruh bagian pondasi.



Gambar 4.6 Master cetakan *windshield* sudah dituang campuran resin

7. Penuangan resin tahap kedua

Penuangan pada tahap kedua dilakukan sama dengan tahap pertama, akan tetapi sebelum proses penuangan dilakukan, cetakan yang sudah dituang resin, terlebih dahulu diletakkan serat kaca yang sudah dipotong.

8. Pemisahan cetakan

Pemisahan dilakukan dengan cara mencongkel dari sisi samping antara tanah liat dengan cetakan pada Gambar 4.7. Hal tersebut dilakukan setelah resin mengeras.



Gambar 4.7 Cetakan sudah dipisahkan dari master

9. Proses *finishing* cetakan

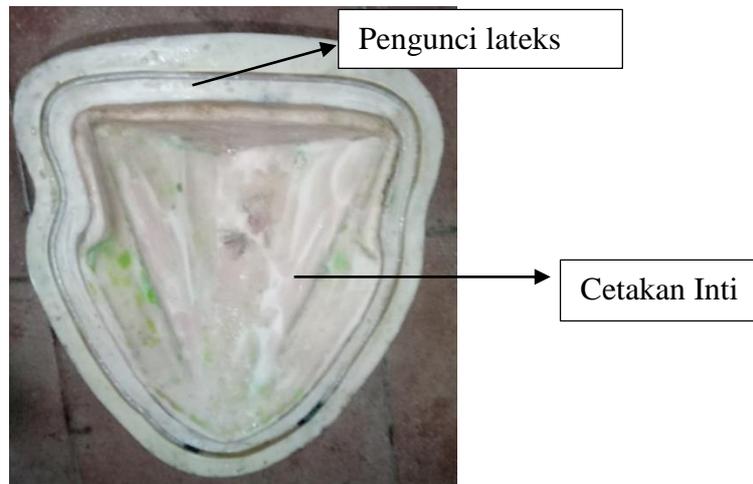
Setelah cetakan terlepas, kemudian dilakukan proses penghalusan dan pemotongan pada sisi terluar dengan cara memotong menggunakan gerinda tangan Gambar 4.8.



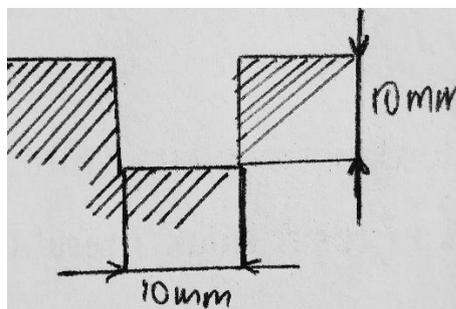
Gambar 4.8 Proses *finishing* cetakan

Pada cetakan ini memiliki beberapa bagian yaitu;

- a. Inti cetakan
- b. Lis pengunci lateks



Gambar 4.9 Cetakan *windshield*



Gambar 4. 10 Dimensi lis pengunci lateks

4.3 Hasil Pengujian

Proses pengujian dilakukan dengan cara membuat produk *windshield*. Langkah-langkah pengujian dilakukan sesuai dengan yang telah dijelaskan pada bab 3. Produk cetakan dinyatakan berhasil jika memenuhi kriteria yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya.

4.3.1 Pengujian 1

Pengujian pertama terdapat kendala yaitu, masih ditemukan rongga pada hasil produk yang disebabkan resin tidak merata ditunjukkan pada Gambar 4.10. Pada gambar 4.11 ditunjukkan bahwa cetakan tidak mengalami kerusakan.



Gambar 4.10 Hasil produk pengujian pertama



Gambar 4.11 Cetakan *windshield*

4.3.1.1 Identifikasi Masalah

1. Penyebaran resin tidak merata.
2. Terjadi kerusakan pada permukaan utama cetakan yang disebabkan oleh sisa resin yang melekat pada permukaan cetakan.

4.3.1.2 Rumusan Masalah

1. Penyebaran resin yang tidak merata disebabkan kurangnya celah atau rongga udara antara lateks dan serat komposit Gambar 4.10.
2. Resin melekat pada cetakan disebabkan kualitas wax yang kurang bagus.

4.3.1.3 Solusi Masalah

Berdasarkan masalah yang ditemui dilakukan solusi yaitu:

1. Penambahan selang spiral pada bagian luar cetakan agar terdapat celah untuk membantu penyebaran resin.
2. Menggunakan wax yang khusus untuk produk.

4.3.2 Pengujian 2

Pengujian kedua terdapat kendala yaitu, cetakan mengalami kerusakan yang diakibatkan resin yang menempel pada cetakan ditunjukkan pada lingkaran merah Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Hasil produk pengujian ke dua



Gambar 4.13 Cetakan setelah pengujian ke dua

4.3.2.1 Identifikasi Masalah

- Penambahan serat kaca

4.3.2.2 Rumusan Masalah

- Pada pengujian kedua hanya menggunakan serat karbon dan hasil produk masih lentur

4.3.2.3 Solusi Masalah

Berdasarkan masalah yang ditemui pada pengujian kedua maka perlu dilakukan penambahan serat kaca sebagai penguat agar mendapatkan hasil produk yang kuat dan kaku.

4.3.3 Pengujian 3

Berdasarkan beberapa masalah yang ditemui, pada pengujian pertama dan kedua, maka diterapkan solusi yang sudah dijelaskan pada pengujian pertama dan kedua pada pengujian ketiga, agar mendapatkan hasil produk yang memenuhi kriteria pada Gambar 4.14. Setelah penerapan solusi yang didapat pada pengujian pertama dan kedua dilakukan ternyata hasil produk pengujian ketiga sudah memenuhi kriteria yang sudah dijelaskan pada sebelumnya.



Gambar 4.14 Hasil produk pengujian ke tiga



Gambar 4.15 Cetakan *windshield* setelah pengujian ke tiga

4.4 Pembahasan

Penelitian tentang proses pembuatan cetakan komposit dengan Metode *Hand Lay-Up* ini telah mencapai target dan kriteria yang diinginkan seperti ditunjukkan pada tabel 4-1. Pada proses pencapaian target dan kriteria penelitian

tersebut banyak menemui masalah. Saat masalah diselesaikan maka kriteria penelitian juga ikut tercapai.

Tabel 4-1 Kriteria cetakan *windshield*

No.	Kriteria Cetakan	Hasil
1.	Cetakan dapat digunakan secara berulang	Tercapai
2.	Membuat pengunci lateks yang sederhana pada cetakan	Tercapai
3.	Penyebaran resin merata	Tercapai
4.	Permukaan produk halus	Tercapai

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Cetakan tidak berubah bentuk pada saat dilakukan pengujian pembuatan produk.
2. Cetakan telah diuji dengan pembuatan produk menggunakan serat kaca sebanyak 12 kali, dan diuji dengan pembuatan produk menggunakan serat karbon sebanyak 3 kali.
3. Terdapatnya pengunci lateks pada cetakan dan tidak terjadi kebocoran pada saat dilakukan proses pemvakuman.
4. Hasil produk cetakan memiliki permukaan yang halus.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

1. Pada proses pembuatan cetakan, harus memperhatikan posisi dasar dari cetakan agar pada saat proses pembuatan produk cetakan tidak miring dan tidak perlu diganjal supaya rata.
2. Pada pembuatan cetakan sebaiknya diberikan jarak yang agak lebar diantara pengunci lateks dan inti cetakan untuk meletakkan *port* agar tidak meninggalkan bekas *port* pada hasil produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Prasetyo, Wisnu, and Devi M Gunara. (2017). *View of Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Orientasi Unidirectional 0 dan 90 Pada Struktur Komposit Serat Mendong Dengan Menggunakan Epoxy Bakelite EPR 174*. Jurnal Volume 19 Teknik Pertambangan. Universitas Nurtanio Bandung, Bandung.
- Cahyono, M Ardi. (2015). *Analisis Pemilihan Desain Struktur dan Pembuatan Purwarupa Bilah Turbin Angin Komposit*. Jurnal Angkasa. Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, Yogyakarta.
- Gibson, R. F. (1994). *Principle Of Composite Material Mechanic*. Mc Graw Hill International Book Company, New York.
- Hewlett. (2003). *Resin Adhesion to Enamel and Dentin : A Review*. J of California Dental Assosiaton.
- Jones, M.R. (1975). *Mechanics of Composite Material*. Mc Graww Hill Kogakusha, Ltd.
- Lukkassen D, dan Meidell A. (2007). *Advenced Material and Stuctures and Their Fabrication Processes*. Edisi III, HiN: Narvik University College, Norway.
- Oberholzer, TG, DU Preez IC, & Kidd M. (2005). "*Effect of LED curing on the microleakage, shear bond strength and surface hardness of a resin-based composite restoration*." J Biomater, 26: 3981-6
- Nafisi, Jamal Nawir. (2017). *Proses Pembuatan Komposit Fiber Carbon dengan Metode Vacuum Infusion Process*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
- Schwartz M.M. (1984). *Composite Material Handbook*. Mc Graw Hill, Singapore.

