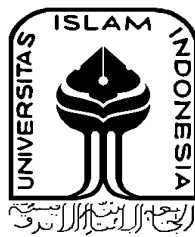


**PEMANFAATAN LIMBAH BULU AYAM UNTUK
PEMBUATAN KOMPOSIT SANDWICH MENGGUNAKAN
METODE VACUUM INFUSION**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Ahmad Fathoni
No. Mahasiswa : 11525078
NIRM : 2011060580

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

2019

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PEMANFAATAN LIMBAH BULU AYAM UNTUK
PEMBUATAN KOMPOSIT *SANDWICH* MENGGUNAKAN
METODE *VACUUM INFUSION***

TUGAS AKHIR



Yogyakarta, 18 Januari 2019

Pembimbing I,

Muhammad Ridlwan, S.T., M.T

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PEMANFAATAN LIMBAH BULU AYAM UNTUK PEMBUATAN KOMPOSIT *SANDWICH* MENGGUNAKAN METODE *VACUUM INFUSION*

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Ahmad Fathoni
No. Mahasiswa : 11525078
NIRM : 2011060580

Tim Penguji

Muhammad Ridlwan, S.T., M.T
Ketua

Tanggal : 14/02/2019

Dr. Eng. Risdiyono, ST., M.Eng.
Anggota I

Tanggal : 21/02/2019

Donny suryawan, ST., M.Eng.
Anggota II

Tanggal : 14/02/2019

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Risdiyono, ST., M.Eng.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Fathoni

NIM : 11525078

Saya menyatakan, bahwa isi laporan tugas akhir yang berjudul :

**PEMANFAATAN LIMBAH BULU AYAM UNTUK PEMBUATAN
KOMPOSIT *SANDWICH* MENGGUNAKAN METODE *VACUUM*
*INFUSION***

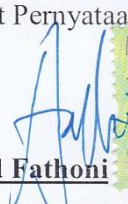
Laporan tugas akhir ini adalah benar - benar hasil karya saya sendiri dan saya tidak melakukan tindakan plagiatisme atau pengutipan dengan cara - cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan penulisan karya tulis ilmiah. Jika terdapat karya tulis milik orang lain, saya akan mencantumkan sumber dengan jelas.

Atas pernyataan ini saya bersedia menerima sanksi / tindakan yang dijatuhkan kepada saya, apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atas etika akademik dalam pembuatan laporan tugas akhir yang saya buat ini.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan kondisi sehat serta tanpa ada paksaan dari siapapun.

Yogyakarta, 18 Januari 2019

Yang Membuat Pernyataan,


Ahmad Fathoni

NIM. 11525078



HALAMAN PERSEMBAHAN

*Tugas akhir ini saya persembahkan untuk keluarga dan
teman-teman dekat saya yang telah mendukung saya
sampai di titik ini*

HALAMAN MOTTO

*“Barang siapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri”
(Al-Ankabut: 6).*

*Saat masalahmu jadi terlalu berat untuk ditangani,
beristirahatlah dan hitung berkah yang sudah kau
dapatkan.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T. atas segala limpahan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan waktu yang telah direncanakan dan dapat berjalan dengan lancar. Shalawat dan salam semoga tercurah pada Rasulullah Muhammad SAW beserta para keluarganya, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Tugas Akhir berjudul **“Pemanfaatan Limbah Bulu Ayam Untuk Pembuatan Komposit Sandwich Menggunakan Metode Vacuum Infusion”** adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Selama pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, baik yang berupa materi maupun non materi, baik berupa bimbingan, dorongan, kerjasama, fasilitas dan kemudahan lainnya maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah S.W.T. atas segala limpahan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya.
2. Rasulullah Muhammad S.A.W. yang menjadi teladan dan idola terbaik.
3. Orangtua yang sangat aku cintai, sayangi dan banggakan. Mereka yang selalu memberikan semangat, dukungan ridho, do'a, moril dan materil. Terimakasih mamak dan bapak yang selalu membimbing, membina dan memberikan semangat tak terhingga sampai selesainya Tugas Akhir ini.
4. Istri dan calon anakku yang selalu menjadi penyemangat dan motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Kakak dan adikku yang selalu memberi semangat serta mendukung secara moril dan materil. Terimakasih mas Depi yang selalu memberikan nasihat, dukungan serta semangat tak terhingga sampai selesainya Tugas akhir ini.
6. Bapak Prof. Hari Purnomo selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

7. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, ST., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, yang telah memberikan izin untuk melakukan Tugas Akhir.
8. Bapak Muhammad Ridlwan S.T., M.T , selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan dukungan secara moril maupun materil, arahan, bimbingan, serta meluangkan waktunya sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
9. Seluruh Dosen Teknik Mesin UII, terimakasih atas ilmunya semoga Allah SWT tidak akan memutus pahalanya.
10. Laboran Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia (Mas Fariz Alfian, Mas Adi Swandono, Mas Syafi'i) yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan memberikan ilmunya.
11. Admin Teknik Mesin Ibu Umi dan Pak Sukirno, yang telah membantu dalam pembuatan surat-surat selama proses Tugas Akhir ini.
12. Teman-teman penelitian tugas akhir komposit bimbingan Bapak Muhammad ridlwan S.T.,M.T (Rival, Rido).
13. Teman-teman yang berada di Jambi (teman-teman, SD, SMP) serta yang berada di lingkungan Universitas Islam Indonesia terimakasih untuk segala doa maupun semangatnya.
14. Dan teman-teman serta semua pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan kesalahannya, untuk itu diharapkan masukan saran dan kritik yang sekiranya dapat menambah pengetahuan serta lebih menyempurnakan laporan ini sehingga lebih bermanfaat lagi.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 18 Januari 2019

Ahmad Fathoni

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah bulu ayam menjadi produk komposit sandwich menggunakan metode vacuum infusion dengan proses finishing produk yang minimal. Produk yang dibuat dalam penelitian ini adalah vas bunga karena memiliki bentuk berkontur. Penelitian ini diawali dengan melakukan perbaikan pada cetakan dan lateks. Pengaruh persentase penggunaan katalis serta pengaruh penggunaan serat bulu ayam pengganti serat fiberglass dibahas dalam penelitian ini. Hasilnya menunjukkan bahwa cetakan dan lateks yang dibuat lebih baik sehingga menghasilkan permukaan produk yang halus. Penggunaan katalis yang paling tepat pada penelitian ini adalah 0.28% serta penggunaan serat bulu ayam sebesar 75%.

Kata kunci: Bulu Ayam, Komposit Sandwich

ABSTRACT

This study aims to utilize chicken feather waste into sandwich composite products using the vacuum infusion method with a minimal product finishing process. The product made in this study is a flower vase because it has a contoured shape. This research begins with making improvements to mold and latex. The effect of the percentage of catalyst use and the effect of using fiberglass fiber chicken feather fiber is discussed in this study. The results show that molds and latex are made better to produce a smooth surface of the product. The most appropriate use of the catalyst in this study was 0.28% and the use of chicken feather fiber was 75%.

Keywords: Chicken Feathers, Composite Sandwich

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	Error! Bookmark not defined.
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	Error! Bookmark not defined.
Halaman Persembahan	Error! Bookmark not defined.
Halaman Motto	vi
Kata pengantar	vii
Abstrak	ix
Abstract.....	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Vacuum Infusion	7
2.2.2 Komposit	7
2.2.3 Resin	8
2.2.4 Lateks	9
2.2.5 <i>Catalyst</i>	9
2.2.6 Serat Fiber	9
2.2.7 Bulu Ayam.....	10
Bab 3 Metodologi Penelitian	11
3.1 Alur Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan.....	12

3.3	Kriteria Perancangan.....	20
3.4	Proses Pembuatan Cetakan	21
3.5	Proses Pembuatan Lateks.....	27
3.6	Proses Pembuatan Komposit Sandwich.....	30
3.6.1	Mengetahui Persentase Penggunaan Katalis	35
3.6.2	Mengetahui Pengaruh Penggunaan Serat Bulu Ayam Sebagai Pengganti Serat Fiberglass	36
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	37
4.1	Pembuatan Cetakan.....	37
4.2	Pembuatan Lateks	38
4.3	Pembuatan Produk Komposit Sandwich.....	41
4.3.1	Pengaruh Perbandingan Resin dan Katalis.....	41
4.3.2	Pengaruh Penggunaan Serat Bulu Ayam Pengganti Serat Fiberglass	44
Bab 5	Penutup.....	49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran Untuk Penelitian Berikutnya.....	49
Daftar Pustaka		50

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komposisi Campuran Untuk Mengetahui Persentase Penggunaan Katalis	36
Tabel 3.2 Komposisi Campuran Untuk Mengetahui Pengaruh Penggunaan Serat Bulu Ayam Sebagai Pengganti Serat Fiberglass.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Proses Vacuum Infusion	7
Gambar 2.2 Komposit Sandwich.....	8
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	11
Gambar 3.2 Pompa Vakum	12
Gambar 3.3 Tabung Vakum	12
Gambar 3.4 Selang dan Spiral	13
Gambar 3.5 <i>Port Connector</i>	13
Gambar 3.6 Gelas dan Tuas Pengaduk.....	14
Gambar 3.7 Timbangan	14
Gambar 3.8 Kuas dan Gunting	15
Gambar 3.9 Vas Bunga Dinding	15
Gambar 3.10 Resin SHCV.....	16
Gambar 3.11 Katalis	16
Gambar 3.12 <i>Release Agent</i>	17
Gambar 3.13 Serbuk <i>Talc</i>	17
Gambar 3.14 Serat <i>Fiberglass</i>	18
Gambar 3.15 Tanah Liat	18
Gambar 3.16 Karet Lateks.....	19
Gambar 3.17 <i>Lantor Soric</i>	19
Gambar 3.18 Bulu Ayam.....	20
Gambar 3.19 Pemberian <i>Suport</i> Pada Master Cetakan.....	21
Gambar 3.20 Pembuatan Pondasi.....	21
Gambar 3.21 Perataan Permukaan.....	22
Gambar 3.22 Pembuatan Lis Pengunci.....	22
Gambar 3.23 Pengeringan Tanah Liat.....	23
Gambar 3.24 Pengolesan <i>Release Agent</i>	23
Gambar 3.25 Penuangan Resin Tahap I	24
Gambar 3.26 Pemotongan dan Peletakan <i>Fiberglass</i>	24
Gambar 3.27 Penuangan Resin Tahap II.....	25
Gambar 3.28 Penambahan <i>Fiberglass</i> dan Pembuatan lis pengunci.....	25
Gambar 3.29 Pengeringan Cetakan	26

Gambar 3.30 Pelepasan Cetakan Dari Pondasi	26
Gambar 3.31 Pelepasan Lis Pengunci	27
Gambar 3.32 Penyiapan Cetakan Produk	27
Gambar 3.33 Penyiapan Cairan Lateks	28
Gambar 3.34 Pengolesan Cairan Lateks.....	28
Gambar 3.35 Pengeringan Lateks.....	29
Gambar 3.36 Pelepasan Lateks dari Cetakan	29
Gambar 3.37 Pembuatan Lubang dan Pemasangan Port Konektor.....	30
Gambar 3.38 Resin Telah Menyebar Dengan Baik.....	30
Gambar 3.39 Resin Berhasil Mengikat Serat (a) Fiberglass dan Lantor Soric (b) Fiberglass, Lantor Soric dan Bulu Ayam	31
Gambar 3.40 Pemotongan Fiberglass, Lantor Soric dan Bulu Ayam	31
Gambar 3.41 Penimbangan Fiberglass, Bulu Ayam, dan Resin.....	32
Gambar 3.42 Pemberian <i>Release Agent</i>	32
Gambar 3.43 Penyusunan Fiberglass, Bulu Ayam, dan Lantor Soric	33
Gambar 3.44 Pemasangan Selang dan Menutup Cetakan	33
Gambar 3.45 Pencampuran Resin dan Katalis	34
Gambar 4.1 Perbandingan Hasil Cetakan (a) Penelitian Sebelumnya dan (b) Yang Dibuat Oleh Peneliti	37
Gambar 4.2 Perbandingan Hasil Dasar Cetakan (a) Penelitian Sebelumnya dan (b) Yang Dibuat Oleh Peneliti	38
Gambar 4.3 Hasil Pembuatan Lateks Yang Dikeringkan Menggunakan (a) Panas Matahari (b) Panas Lampu 500 watt.....	38
Gambar 4.4 Lis Pengunci Tidak Mengering	39
Gambar 4.5 Ketebalan Lateks Yang Tidak Merata	40
Gambar 4.6 Hasil Produk Komposit Sandwich Menggunakan 0,20% Katalis	41
Gambar 4.7 Hasil Produk Komposit Sandwich Menggunakan 0,28% Katalis	42
Gambar 4.8 Hasil Produk Komposit Sandwich Menggunakan 0,36% Katalis	43
Gambar 4.9 Pengaruh Penggunaan Katalis dan Lama Waktu Curing Time	44
Gambar 4.10 Komposit Sandwich Dengan Penggunaan 50% Serat Bulu Ayam.	44
Gambar 4.11 Komposit Sandwich Dengan Penggunaan 75% Serat Bulu Ayam.	45
Gambar 4.12 Komposit Sandwich Dengan Penggunaan 100% Serat Bulu Ayam	46

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Dinas Pertanian Daerah Istimewa Yogyakarta, jumlah ayam petelur dan pedaging mencapai lebih dari 8 juta ekor pada tahun 2012 dan meningkat menjadi 9 juta ekor pada tahun 2013. Dengan meningkatnya jumlah ayam tersebut, hal ini mengindikasikan bahwa terdapat potensi besar yang dapat dimanfaatkan yaitu limbah bulu ayam apabila ayam-ayam tersebut telah mati atau telah disembelih. Dengan memanfaatkan limbah bulu ayam tersebut dapat membantu dalam menjaga kebersihan lingkungan dan menambah nilai jual sehingga dapat membantu perekonomian masyarakat sekitar.

Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan potensi limbah bulu ayam tersebut adalah dengan menggunakannya sebagai penguat pada produk komposit. Komposit menjadi alternatif material untuk pembuatan berbagai macam produk karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya adalah lebih ringan, kuat dan ramah lingkungan. Terdapat beberapa metode untuk membuat produk komposit dan yang paling mudah dan murah adalah dengan menggunakan metode *hand lay-up*. Namun metode ini memiliki beberapa kekurangan diantaranya adalah banyak gelembung yang terjebak didalam produk komposit. Untuk mengatasi itu, dapat dilakukan metode yang lebih baik yaitu metode *vacuum infusion*. Metode ini dapat menyalurkan resin secara merata untuk mengikat penguat tanpa menimbulkan gelembung-gelembung udara yang terjebak pada produk yang dibuat. Berbagai macam jenis komposit telah berhasil dibuat, salah satunya adalah komposit *sandwich*. Komposit sandwich adalah gabungan dua lembar skin yang disusun pada dua sisi luar dan core yang ringan di antara dua skin. Struktur sandwich biasanya digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan dan kekakuan bending yang tinggi dengan bobot yang ringan.

Pada umumnya, komposit sandwich hanya berbentuk seperti lembaran karena corenya berupa busa (*foam*) yang kaku. Core jenis ini tidak dapat

membuat produk yang memiliki kontur bergelombang. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pembuatan komposit sandwich yang mampu membuat produk-produk berkontur. Untuk membuat produk berkontur, diperlukan core yang fleksibel agar dapat mengikuti bentuk-bentuk tersebut.

Core yang dapat digunakan untuk membuat produk komposit sandwich pada bentuk yang berkontur adalah *Lantor Soric*. Core ini terbuat dari bahan polyester *non-woven* yang tahan terhadap tekanan, dibentuk seperti sarang lebah yang dibuat khusus untuk proses resin infusion atau proses cetakan tertutup. Bahan ini tahan terhadap tekanan vakum dan bentuknya akan memberikan celah untuk aliran resin, sehingga Lantor Soric juga bisa berfungsi sebagai internal flow media pada proses infusion.

Produk yang digunakan sebagai bahan penelitian ini adalah vas bunga yang ditempel pada dinding. Vas ini memiliki kontur bergelombang yang dapat digunakan untuk mengetahui apakah komposit sandwich dapat dibuat menggunakan metode *vacuum infusion*. Pengaruh rasio resin dan katalis serta pengaruh penggunaan bulu ayam menggantikan fiberglass dibahas dalam penelitian ini untuk menghasilkan produk komposit sandwich yang halus dan proses finishing produk yang minimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang tetuang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat produk komposit sandwich berkontur dengan memanfaatkan limbah bulu ayam dengan proses *finishing* produk yang minimal?
2. Berapa perbandingan antara resin dan katalis serta perbandingan antara serat bulu ayam dan *fiberglass* yang optimum untuk membuat produk komposit menggunakan metode *vacuum infusion*?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini diberikan batasan permasalahan guna mempermudah pembahasan agar tidak menyimpang dari permasalahan yang diteliti, diantaranya:

1. Bulu ayam yang digunakan adalah bulu ayam petelur dan bulu ayam pedaging.
2. Resin yang digunakan resin SHCV.
3. Tidak membahas kekuatan produk.
4. Jenis tabung vakum yang digunakan adalah tabung freon R-22 dengan kapasitas 13.7 kg.
5. Selang yang digunakan berukuran 8 mm.
6. Produk yang dibuat adalah vas bunga dinding.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat produk komposit *sandwich* berkontur dengan proses *vacuum infusion* dengan proses *finishing* produk yang minimal.
2. Mengetahui persentase katalis yang tepat untuk membuat produk komposit *sandwich*.
3. Mengetahui persentase optimum penggunaan serat bulu ayam sebagai pengganti serat *fiberglass* dalam pembuatan produk komposit *sandwich*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mampu mengembangkan metode dalam proses produksi produk komposit *sandwich*.
2. Mempermudah proses *finishing* produk.
3. Memberikan wawasan baru pada UKM pembuatan komposit *sandwich*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam Tugas Akhir ini terdiri dari lima BAB, yaitu:

- BAB 1. Pendahuluan, berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan
- BAB 2. Tinjauan pustaka yang berisi tentang kajian pustaka yang menerangkan topik topik terdahulu mengenai penelitian ini serta dasar teori yang akan dipakai pada penelitian ini.
- BAB 3. Metodologi penelitian, berisi tentang alur penelitian yang akan dikerjakan, alat dan bahan yang akan dipakai, metode pembuatan produk,
- BAB 4. Hasil dan pembahasan, berisi mengenai proses pembuatan produk, pembahasan proses pembuatan produk
- BAB 5. Penutup, berisi mengenai kesimpulan penelitian serta saran yang di dapat dari pelaksanaan penelitian ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Prasetyo (2019) membuat sebuah produk komposit sandwich dengan *core* komposit sandwich bentuk datar menggunakan metode *vacuum infusion*. Core jenis ini hanya dapat membuat komposit sandwich berupa lembaran datar seperti dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Produk Komposit Sandwich

Sumber: Prasetyo (2019)

Selain itu, Triyono (2019) membuat cetakan untuk membuat *windshield* sepeda motor. Namun, cetakan ini memiliki kekurangan yaitu dasar cetakan yang tidak rata. Hal ini disebabkan oleh pembuatan mold tanah liat yang kurang sempurna seperti ditunjukkan pada gambar 2.2(a). Hal lain yang menjadi permasalahan pada penelitian ini adalah munculnya cacat produk yang disebabkan oleh konektor. Hal ini dikarenakan konektor input dan output berada didalam ruang cetak seperti dapat dilihat pada gambar 2.2(b).



(a)

(b)

Gambar 2.2 (a) Cetakan Yang Belum Sempurna dan (b) Cacat yang Terjadi Akibat Bekas Konektor

Sumber: Triyono (2019)

Penelitian lainnya oleh Rahadiyanto (2018) membuat windshield menggunakan diperoleh hasil bahwa permukaan produk masih bergelombang sehingga membutuhkan proses finishing yang lama. Hal ini disebabkan oleh permukaan cetakan yang tidak rata karena pemberian *release agent* yang kurang maksimal seperti dapat dilihat pada gambar 2.3.



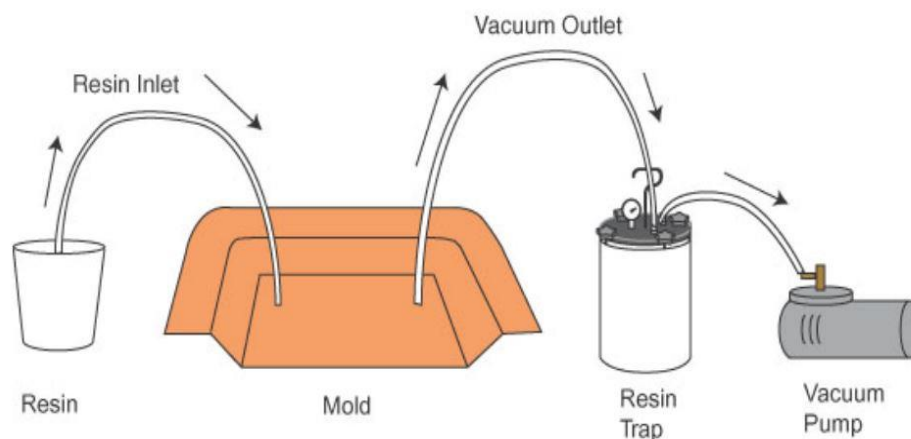
Gambar 2.3 Cacat Pada Permukaan Produk Komposit

2.2 Dasar Teori

Dasar teori berikut berguna untuk mendasari teori yang digunakan pada penelitian ini.

2.2.1 Vacuum Infusion

Vacuum infusion ialah salah satu metode pembuatan komposit dengan cara mengalirkan resin ke dalam cetakan. *Vacuum infusion* merupakan penyempurnaan dari Hand Lay-up. Proses ini dapat menghilangkan gelembung udara yang terperangkap dan kelebihan resin dengan membuat batas lateks kedap udara untuk membedakan tekanan luar dan dalam cetakan agar laminasi dari resin, *fiberglass* dan lapisan lainnya pada cetakan dapat menyatu sebagai sebuah bahan komposit. Gambar 2.4 berikut ini adalah skema proses *vacuum infusion*.



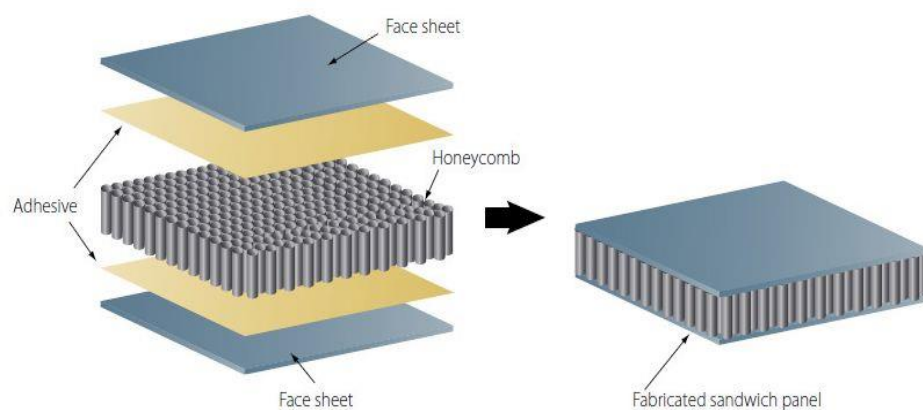
Gambar 2.4 Skema Proses *Vacuum Infusion*

2.2.2 Komposit

Bahan komposit adalah dua atau lebih material yang digabung untuk membentuk material baru yang berbeda. Material-material yang berbeda dapat digabung untuk menghasilkan kualitas yang lebih baik daripada komponen atau konstituen penyusunnya. Sifat sifat komposit tidak dapat lepas 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 (Diharjo dan Triyono, 2000).

Komposit sandwich adalah gabungan dua lembar *skin* yang disusun pada dua sisi luar dan *core* yang ringan diantara dua *skin*. Struktur *sandwich* biasanya digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan dan kekakuan bending yang tinggi dengan bobot yang ringan. *Skin* berfungsi untuk menahan beban aksial sehingga harus kuat dan kaku. Komposit sandwich dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Komposit Sandwich

2.2.3 Resin

Resin komposit adalah suatu bahan matriks dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matriks mempunyai fungsi sebagai berikut:

1. Mentransfer tegangan ke serat.
2. Membentuk ikatan permukaan matrik/serat.
3. Melindungi serat.
4. Memisahkan serat.
5. Melepas ikatan.
6. Tetap stabil setelah proses manufaktur.

Jenis resin yang biasa digunakan sebagai matrik pada komposit *fiber carbon* adalah *epoxy*, tapi ada juga yang menggunakan *polyester* atau *vinylester*, (Apinino Rio, 2016) yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin *epoxy*.

2.2.4 Lateks

Lateks merupakan produk olahan lateks alam yang di buat 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 dan lain-lain.

2.2.5 Catalyst

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

2.2.6 Serat Fiber

Fungsi utama dari serat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit GFRP, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan ke serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi dari matrik penyusun komposit (Diharjo dan Triyono, 2000).

Diameter dan panjang serat juga mempunyai pengaruh terhadap kekuatan, diameter kecil akan semakin baik, karena luas permukaan serat akan lebih besar untuk setiap berat yang sama sehingga transfer tegangan dari matrik yang diterima oleh serat akan lebih maksimal (Diharjo dan Triyono, 2000).

Bentuk serat utamanya adalah benang panjang atau pendek dan biasanya dalam bentuk acak atau sudah dalam bentuk anyaman dari pabrik dengan variasi berat. Serat dalam bentuk anyaman atau acak bertujuan untuk memberikan pilihan agar kualitas komposit sesuai dengan keinginan dan fungsi dari material. Bentuk serat utamanya adalah benang panjang atau pendek dan biasanya dalam bentuk acak atau sudah dalam bentuk anyaman dari pabrik dengan variasi berat. Serat dalam bentuk anyaman atau acak bertujuan untuk memberikan pilihan agar kualitas komposit sesuai dengan keinginan dan fungsi dari material. Persyaratan fungsional yang diperlukan serat sebagai penguat plastik adalah sebagai berikut :

1. Modulus elastisitas tinggi.
2. Kekuatan patah tinggi.
3. Kekuatan seragam di antara serat.
4. Keseragaman diameter serat.

2.2.7 Bulu Ayam

Permasalahan yang timbul pada usaha pemotongan bulu ayam adalah limbah bulu ayam tersebut karena setiap ekor ayam menghasilkan 4-9% dari total bobotnya. Hal ini membuat tantangan bagi pengusaha untuk dapat mengelola agar tidak mencemari lingkungan sekitar.

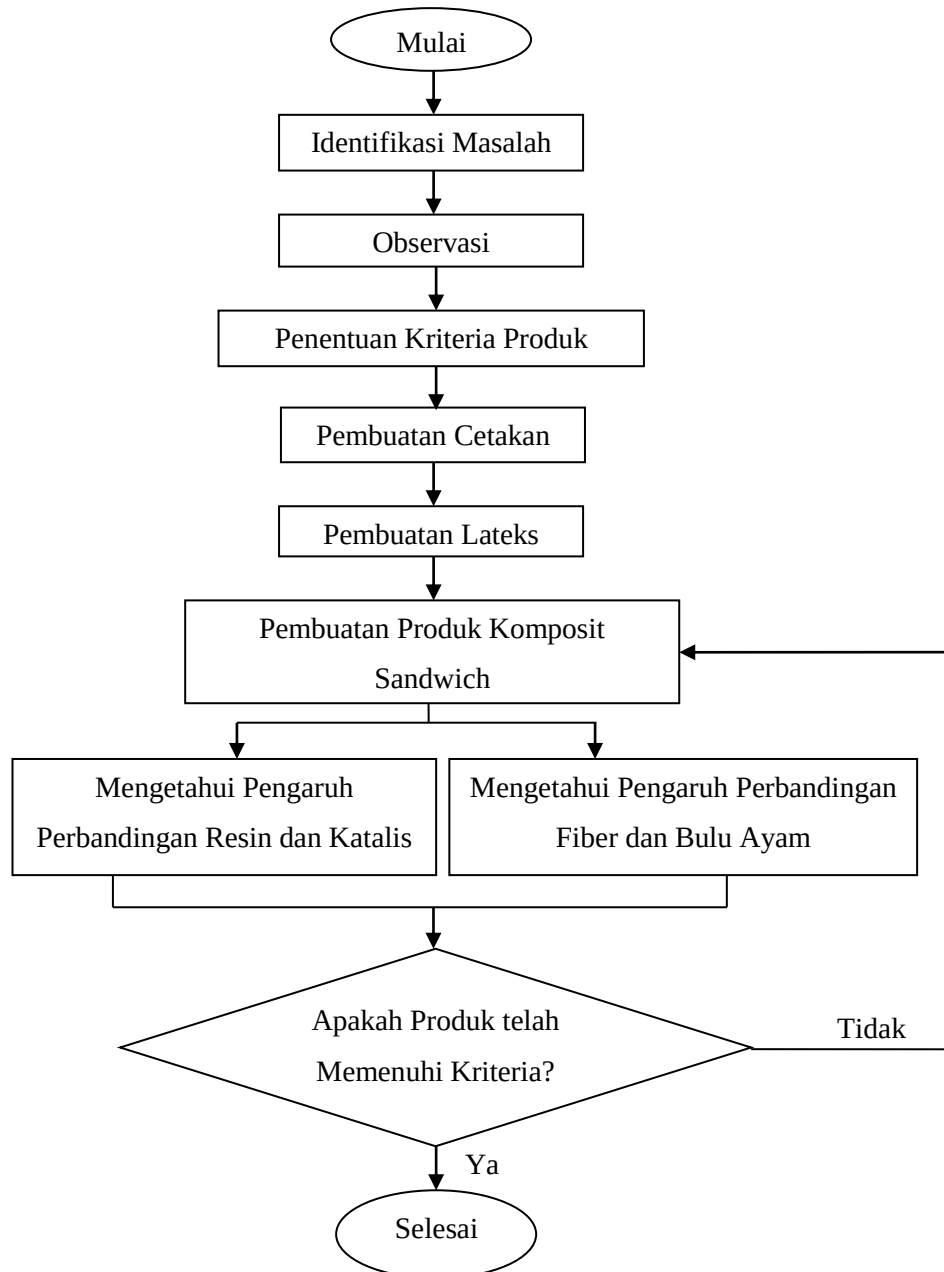
Salah satu potensi pemanfaatan limbah ini adalah dengan membuatnya menjadi pengat material komposit. Barone (2005), Meneliti komposit yang terdiri dari serat bulu ayam dengan matrik polyethylene, dengan penambahan serat bulu ayam sebagai bahan penyerap panas dengan baik, dan dapat meningkatkan modulus elastis dan tegangan yield. Penambahan serat bulu ayam dapat mengurangi kepadatan sampai 2%.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Terdapat beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini. Adapun alat-alat yang digunakan diantaranya adalah:

1. Pompa vakum

Pompa vakum adalah sebuah alat untuk mengeluarkan molekul-molekul gas dari dalam sebuah ruangan tertutup untuk mencapai tekanan vakum seperti dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Pompa Vakum

2. Tabung vakum

Tabung vakum ini digunakan sebagai media penyimpan tekanan yang akan menarik resin ke dalam cetakan. Pada saat pompa vakum menyala, pompa akan menghisap udara yang ada didalam tabung sampai udara yang ada didalam tabung tidak tersisa sehingga tekanan didalam vakum berubah menjadi tekanan vakum seperti dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tabung Vakum

3. Selang Pneumatik dan Spiral

Selang pada penelitian ini berfungsi sebagai media penghubung untuk aliran fluida antara pompa ke tabung vakum, tabung vakum ke cetakan, dan cetakan ke sumber resin. Terdapat 2 selang pada penelitian ini, penghubung ke vakum dan ke sumber resin menggunakan selang *pneumatic* sedangkan selang spiral untuk menarik setiap resin yang sudah terlamiasi ke setiap sisi agar resin merata seperti ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Selang dan Spiral

4. *Port Connector*

Port connector terbagi menjadi dua bagian. Bagian pertama bagian paling atas adalah *port* fungsinya sebagai penyambung antara selang ke tabung vakum dan wadah resin. Bagian ke dua *connector* fungsinya mengalirkan resin ke cetakan dan dapat membagi resin agar tidak langsung ke arah vakum seperti dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Port Connector*

5. Gelas Plastik dan Tuas Pengaduk

Gelas plastik dan tuas pengaduk digunakan untuk mencampur resin dan katalis sebelum digunakan pada proses vacuum infusion seperti dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Gelas dan Tuas Pengaduk

6. Timbangan

Timbangan (Slimlane electronic Scale tipe 9010A) digunakan untuk mengukur massa bahan-bahan yang digunakan dalam membuat produk komposit seperti dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Timbangan

7. Gunting dan Kuas.

Gunting digunakan untuk memotong fiberglass dan bulu ayam serta finishing produk komposit. Kuas digunakan untuk mengoleskan resin seperti dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Kuas dan Gunting

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan diantaranya adalah:

1. Vas Bunga Dinding

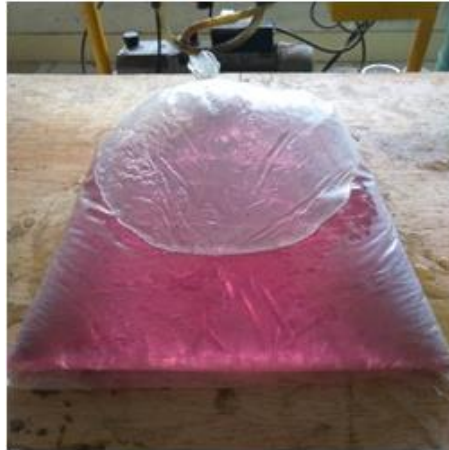
Vas bunga dinding digunakan sebagai master cetakan. Seperti dapat dilihat pada gambar 3.9 berikut ini, vas yang dibuat memiliki bentuk yang berkontur.



Gambar 3.9 Vas Bunga Dinding

2. Resin

Resin merupakan polimer sintetik yang memiliki perekat, dan mengeras pada waktu yang ditentukan. Resin yang digunakan pada penelitian ini adalah resin SHCV seperti ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Resin SHCV

3. Katalis

Katalis berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan (*curing*) pada bahan matriks suatu komposit seperti dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Katalis

4. *Release Agent*

Release agent berfungsi sebagai bahan untuk mencegah hasil cetakan melekat di cetakan dengan cara dioleskan secara merata pada cetakan agar dapat meminimalkan terjadi *void* pada hasil cetakan. *Release agent* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 *Release Agent*

5. Serbuk *Talc*

Serbuk *talc* adalah bahan baku yang berbentuk bubuk berwarna putih yang menyerupai tepung sagu yang berguna untuk menambah kekuatan resin seperti dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.13 Serbuk *Talc*

6. Serat *Fiberglass*

Serat *fiberglass* digunakan untuk penguat dalam pembuatan cetakan dan produk komposit *sandwich*. Serat *fiberglass* yang digunakan adalah tipe acak seperti dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Serat *Fiberglass*

7. Tanah Liat

Tanak liat digunakan untuk membuat pondasi dan mold. Tanah liat yang digunakan diperoleh dari pengrajin Kasongan, Bantul, Yogyakarta seperti ditunjukkan pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Tanah Liat

8. Karet Lateks

Karet lateks digunakan untuk membuat penutup cetakan dengan merk Black Bull tipe BB 273 seperti dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Karet Lateks

9. Lantor Soric

Lantor Soric terbuat dari bahan polyester non woven yang tahan terhadap tekanan, dibentuk seperti sarang lebah, khusus dibuat untuk proses resin infusion atau proses cetakan tertutup. Bahan ini tahan terhadap tekanan vakum dan bentuknya akan memberikan celah untuk aliran resin, sehingga Lantor Soric juga bisa berfungsi sebagai internal flow media pada proses infusion.



Gambar 3.17 *Lantor Soric*

10. Bulu Ayam

Bulu ayam digunakan sebagai penguat untuk membuat produk komposit. Bulu ayam ini diperoleh dari tempat pemotongan ayam daerah Sleman seperti dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18 Bulu Ayam

3.3 Kriteria Perancangan

Kriteria perancangan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Produk komposit sandwich yang dibuat berkontur.
2. Cetakan produk kuat dan dapat digunakan secara berulang.
3. Permukaan produk halus.
4. Produk yang dihasilkan memiliki ketebalan yang seragam
5. Tidak banyak melakukan proses *finishing*.

3.4 Proses Pembuatan Cetakan

Proses pembuatan cetakan dilakukan melalui beberapa tahapan proses diantaranya dijelaskan sebagai berikut:

1. Pembuatan Support

Support dibuat menggunakan tanah liat pada master cetakan yang berfungsi sebagai penyangga cetakan agar cetakan tidak berubah ukurannya. Hasil pembuatan *support* pada master cetakan dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3.19 Pemberian *Support* Pada Master Cetakan

2. Pembuatan Pondasi

Pembuatan pondasi dilakukan dengan menambahkan tanah liat sedikit demi sedikit disekeliling master cetakan dan sesekali dipadatkan dan dihaluskan hingga ketinggiannya melebihi titik tertinggi master cetakan seperti ditunjukkan pada gambar 3.20.



Gambar 3.20 Pembuatan Pondasi

3. Perataan Permukaan

Setelah ketinggiannya cukup, tanah liat pada bagian atas dihaluskan agar permukaannya rata. Untuk membantu proses perataan permukaan dengan hasil yang sempurna, digunakan kaca dalam prosesnya seperti dapat dilihat pada gambar 3.21.



Gambar 3.21 Perataan Permukaan

4. Pembuatan Lis Pengunci

Setelah kerataan permukaan sempurna, lis pengunci dibuat dengan menyusun foam yang telah dipotong mengelilingi master cetakan seperti dapat dilihat pada gambar 3.22.



Gambar 3.22 Pembuatan Lis Pengunci

5. Pengeringan Tanah Liat

Proses berikutnya adalah mengeringkan tanah liat hingga mengeras. Setelah pondasi mengeras, keretakan dan kebocoran diperiksa agar dapat digunakan pemeriksaan keretakan atau kebocoran dilakukan agar dapat dilanjutkan ke proses berikutnya seperti ditunjukkan pada gambar 3.23.



Gambar 3.23 Pengeringan Tanah Liat

6. Pemberian *Release Agent*

Pemberian *release agent* berfungsi sebagai pemisah antara permukaan resin dan permukaan master cetakan dengan cara dioleskan menggunakan kuas. Pemberian *release agent* ini apabila dilakukan dengan cara yang baik dan benar maka hasil produk akan menjadi tahan lama dan menghasilkan permukaan yang *glossy*. Proses pemberian *release agent* ditunjukkan pada gambar 3.24.



Gambar 3.24 Pengolesan *Release Agent*

7. Penuangan Resin Tahap I

Penuangan resin tahap ini belum dicampur dengan serbuk *talc* namun hanya resin murni dan katalis. Hal ini bertujuan agar diperoleh permukaan cetakan yang halus. Proses penuangan resin tahap I ditunjukkan pada gambar 3.24.



Gambar 3.25 Penuangan Resin Tahap I

8. Pemotongan dan Peletakan *Fiberglass*

Tahap ini diawali dengan memotong *fiberglass* yang disesuaikan dengan luas penampang cetakan yang dibuat. Setelah dipotong, *fiberglass* tersebut diletakkan diatas permukaan pondasi dan master cetakan kemudian disesuaikan mengikuti bentuknya seperti dapat dilihat pada gambar 3.26.



Gambar 3.26 Pemotongan dan Peletakan *Fiberglass*

9. Penuangan Resin Tahap II

Setelah *fiberglass* diletakkan diatas master cetakan, tahap berikutnya adalah menuangkan cairan resin yang telah dicampur *talc* dan katalis ke atas permukaan *fiberglass* kemudian diratakan menggunakan kuas agar resin dapat masuk ke sela-sela serat *fiberglass* dengan sempurna seperti ditunjukkan pada gambar 3.27.



Gambar 3.27 Penuangan Resin Tahap II

10. Penambahan Lapisan *Fiberglass* dan Pembuatan Lis Pengunci

Tahap ini berfungsi untuk membuat cetakan menjadi lebih kuat dengan menambahkan lapisan *fiberglass* dan resin. Tahap ini dilakukan berulang hingga cetakan telah terbentuk sempurna. Selain itu, pembuatan lis pengunci juga dilakukan mengikuti foam yang telah dibuat pada tahap sebelumnya seperti dapat dilihat pada gambar 3.28.



Gambar 3.28 Penambahan *Fiberglass* dan Pembuatan lis pengunci

11. Pengeringan Cetakan

Proses berikutnya adalah pengeringan cetakan dengan memastikan semua lapisan telah kering dengan sempurna sebelum cetakan diangkat dan dipisahkan dari master cetakan seperti dapat dilihat pada gambar 3.29.



Gambar 3.29 Pengeringan Cetakan

12. Pelepasan cetakan

Sebelum cetakan dilepas, master cetakan dan mold tanah dipastikan bahwa seluruh permukaan yang terkena resin telah mengering dengan sempurna agar pada saat diangkat cetakan tidak berubah bentuk dan mold tanah tidak menempel pada cetakan. Proses pelepasan cetakan ditunjukkan pada gambar 3.30.



Gambar 3.30 Pelepasan Cetakan Dari Pondasi

13. Pelepasan Lis Pengunci

Tahap ini merupakan tahap akhir dari proses pembuatan cetakan. Setelah cetakan diangkat dari mold tanah, *foam* pembentuk lis pengunci diangkat sehingga cetakan siap untuk digunakan pada tahap selanjutnya seperti dapat dilihat pada gambar 3.31.



Gambar 3.31 Pelepasan Lis Pengunci

3.5 Proses Pembuatan Lateks

Pembuatan penutup cetakan terbuat dari bahan lateks murni dimana tahapan-tahapan pembuatannya dijelaskan sebagai berikut:

1. Penyiapan cetakan produk

Tahap ini merupakan tahap awal untuk proses pembuatan cetakan. Sebelum dilakukan pengolesan lateks, cetakan ini telah dipastikan tidak ada kotoran yang menempel pada permukaan cetakan seperti ditunjukkan pada gambar 3.32.



Gambar 3.32 Penyiapan Cetakan Produk

2. Penyiapan cairan lateks

Lateks sebanyak 1.200 ml dituangkan pada sebuah gelas dan diaduk sebelum dioleskan menggunakan kuas pada cetakan seperti ditunjukkan pada gambar 3.33.



Gambar 3.33 Penyiapan Cairan Lateks

3. Pengolesan Cairan Lateks

Tahap ini dilakukan dengan mengoleskan cairan lateks menggunakan kuas hingga merata ke seluruh permukaan cetakan. Agar memperoleh hasil yang maksimal, cairan lateks cukup dioleskan secara bertahap dan tipis seperti dapat dilihat pada gambar 3.34.



Gambar 3.34 Pengolesan Cairan Lateks

4. Pengeringan

Tahap ini bertujuan untuk mengeringkan lateks yang telah dioleskan pada permukaan cetakan. Proses pengeringan dilakukan dibawah sinar matahari langsung atau dapat dilakukan dengan bantuan lampu dengan daya 500 watt jika tidak ada panas matahari hingga lateks mengering dan keras. Proses ini membutuhkan waktu kurang lebih 20 menit seperti dapat dilihat pada gambar 3.35.



Gambar 3.35 Pengeringan Lateks

5. Penambahan Ketebalan Lateks dan Pelepasan dari Cetakan

Tahap ini dilakukan setelah olesan pertama telah mengering. Setelah lateks mengeras, proses pengolesan dilakukan kembali dan dikeringkan hingga diperoleh ketebalan yang diinginkan. Proses ini membutuhkan hingga 15 kali pengolesan. Setelah ketebalan diperoleh dan lateks benar-benar kering, lateks tersebut dilepaskan dari cetakan dengan perlahan seperti ditunjukkan pada gambar 3.36.



Gambar 3.36 Pelepasan Lateks dari Cetakan

6. Pembuatan Lubang dan Pemasangan Port Konektor

Tahap ini bertujuan untuk membuat lubang kecil yang digunakan untuk memasukkan port konektor input dan output seperti dapat dilihat pada gambar 3.37.



Gambar 3.37 Pembuatan Lubang dan Pemasangan Port Konektor

3.6 Proses Pembuatan Komposit Sandwich

Pada bagian ini terdapat dua tahap pembuatan komposit sandwich untuk mendapatkan produk komposit yang sesuai dengan kriteria. Secara umum, proses pembuatan komposit sandwich dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut.

1. Mengetahui Laju Aliran Resin

Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah resin dapat menyebar dengan baik didalam ruang cetak. Untuk mengetahuinya, dilakukan dengan menggunakan fiberglass sebagai penguatnya. Apabila resin telah mengisi dan mengikat keseluruhan serat *fiberglass* maka dapat disimpulkan bahwa resin telah menyebar dengan baik seperti dapat dilihat pada gambar 3.38.



Gambar 3.38 Resin Telah Menyebar Dengan Baik

2. Mengetahui Peresapan Terhadap Serat dan Lantor Soric

Pada proses pembuatan komposit sandwich, dipastikan bahwa resin dapat mengikat serat fiberglass, bulu ayam dan lantor soric dengan baik seperti dapat dilihat pada gambar 3.39.



Gambar 3.39 Resin Berhasil Mengikat Serat (a) Fiberglass dan Lantor Soric (b) Fiberglass, Lantor Soric dan Bulu Ayam

3. Pemotongan Fiberglass, Lantor Soric dan Bulu Ayam

Pemotongan fiberglass dan lantor soric dilakukan dengan mengikuti bentuk permukaan cetakan. Bulu ayam yang telah dihilangkan tulangnya kemudian disusun membentuk permukaan cetakan seperti dapat dilihat pada gambar 3.40.



Gambar 3.40 Pemotongan Fiberglass, Lantor Soric dan Bulu Ayam

4. Penimbangan Fiberglass, Bulu Ayam, dan Resin

Penimbangan dilakukan menggunakan timbangan digital pada masing-masing bahan yang digunakan sesuai dengan komposisi yang direncanakan. Proses penimbangan dapat dilihat pada gambar 3.41.



Gambar 3.41 Penimbangan Fiberglass, Bulu Ayam, dan Resin

5. Pemberian *Release Agent*.

Pemberian *release agent* ini berfungsi agar memudahkan pemisahan antara produk dan cetakan setelah selesai dicetak. Untuk mendapatkan permukaan hasil cetak yang sempurna, pemberian *release agent* dilakukan sebanyak 2-3 kali. Proses pemberian *release agent* dapat dilihat pada gambar 3.42.



Gambar 3.42 Pemberian *Release Agent*

6. Penyusunan *Fiberglass*, Bulu Ayam, dan Lantor Soric

Penyusunan *fiberglass*, bulu ayam, dan lantor soric dilakukan sesuai susunan serat yang sudah di tentukan. Proses penyusunan dapat dilihat pada gambar 3.43.



Gambar 3.43 Penyusunan *Fiberglass*, Bulu Ayam, dan Lantor Soric

7. Pemasangan Selang dan Menutup Cetakan

Setelah penyusunan *fiberglass*, bulu ayam, dan lantor soric selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah memasang selang dan menutup cetakan seperti dapat dilihat pada gambar 3.44.



Gambar 3.44 Pemasangan Selang dan Menutup Cetakan

8. Pencampuran Resin dan Katalis

Sebelum dimulai proses pencetakan, resin dan katalis terlebih dahulu dicampur dan diaduk sesuai dengan takaran yang sudah ditentukan. Proses pencampuran resin dan katalis dapat dilihat pada gambar 3.45.



Gambar 3.45 Pencampuran Resin dan Katalis

9. Proses Pembuatan

Terdapat beberapa hal yang dilakukan pada proses pembuatan komposit sandwich diantaranya dijelaskan sebagai berikut:

a) Pengujian Kevakuman

Pengujian kevakuman ini bertujuan untuk memastikan ruang cetak hampa udara dan tidak ada kebocoran dari saluran input dan output maupun pada pengunci lateks agar saat setelah proses pemvakuman nanti ruang didalam cetakan tetap dalam kondisi hampa udara sampai produk mengering. Cara menguji kevakuman yaitu dengan cara menutup saluran input yang menuju cetakan selama 5 menit lalu matikan pompa vakum, tunggu beberapa saat apa bila lateks tidak mengembang atau tetap pada kondisi saat divakum berarti aman dan proses pencetakan dapat dilakukan. Apabila lateks mengembang dapat diperiksa kembali pada bagian pengunci lateks atau pada pemasangan selang yang masih kurang rapat.

b) Mengalirkan Resin Melalui Selang Input

Setelah ruang cetak dipastikan hampa udara, pompa vakum dihidupkan kembali dan selang input dimasukkan kedalam gelas yang berisi campuran resin dan katalis.

c) Mengamati Penyebaran Resin

Resin dari dalam gelas akan tersedot menuju ruang cetak. Selang input dipastikan selalu tercelup kedalam resin hingga resin menyebar sempurna kedalam serat karena distribusi resin sangat menentukan hasil produk yang dibuat. Untuk memastikan penyebaran resin, dapat dilakukan dengan melihat permukaan lateks. Apabila permukaan lateks telah berubah menjadi lebih gelap atau terlihat seperti basah berarti resin telah menyebar dan meresap kedalam serat dengan baik.

d) Menutup Saluran Input dan Output

Setelah resin menyebar dengan sempurna saluran input dan output ditutup dengan cara melipat selang. Hal ini dilakukan agar kevakuman didalam ruang cetak terjaga hingga resin dalam cetakan mengeras sebelum produk dilepaskan dari cetakan.

10. *Finishing*

Tahap ini merupakan tahap akhir dalam pembuatan komposit sandwich. Finishing dilakukan untuk merapikan produk dengan cara memotong bagian terluar produk yang tidak terkena resin.

3.6.1 Mengetahui Persentase Penggunaan Katalis

Tabel 3.1 adalah komposisi yang digunakan untuk mengetahui pengaruh persentase penggunaan katalis terhadap resin pada produk komposit sandwich yang dibuat. Proses pengukuran massa resin dan katalis dilakukan dengan menggunakan timbangan digital. Katalis yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan masing masing adalah 13, 18 dan 23 tetes yang memiliki massa masing-masing 0,34, 0,47 dan 0,60 gram seperti tercantum pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komposisi Campuran Untuk Mengetahui Persentase Penggunaan Katalis

No	Resin (g)	Katalis (g)	Bulu Ayam (g)	Lantorsoric (g)	fiber (g)	Persentase Katalis (%)
1	165	0.34	8	4	8	0,20
2	165	0.47	8	4	8	0,28
3	165	0.60	8	4	8	0,36

3.6.2 Mengetahui Pengaruh Penggunaan Serat Bulu Ayam Sebagai Pengganti Serat Fiberglass

Setelah diperoleh perbandingan resin dan katalis yang dapat menghasilkan komposit sandwich sesuai dengan kriteria, kemudian dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan serat bulu ayam sebagai pengganti serat fiberglass pada produk komposit sandwich. Tabel 3.2 berikut ini adalah komposisi yang digunakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan serat bulu ayam sebagai penguat komposit sandwich.

Tabel 3.2 Komposisi Campuran Untuk Mengetahui Pengaruh Penggunaan Serat Bulu Ayam Sebagai Pengganti Serat Fiberglass

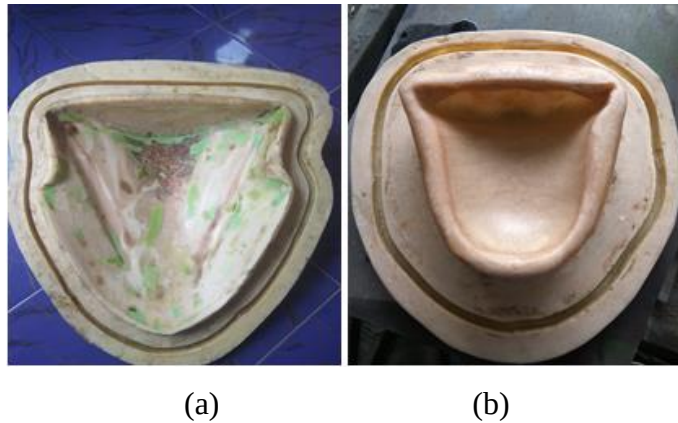
No	Resin (g)	Katalis (g)	Bulu Ayam (g)	Lantorsoric (g)	fiber (g)	Persentase Bulu Ayam (%)
1	165	0.47	8	4	8	50
2	165	0.47	12	4	4	75
3	165	0.47	16	4	0	100

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Cetakan

Dari proses pembuatan cetakan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, diperoleh hasil cetakan dengan membandingkan hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Triyono (2019) seperti dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Perbandingan Hasil Cetakan (a) Penelitian Sebelumnya dan (b) Yang Dibuat Oleh Peneliti

Dapat dilihat pada gambar 4.1(a) bahwa cetakan ini memiliki permukaan yang tidak rata dikarenakan permukaan master cetakannya tidak halus dan banyak dempul. Selain itu, pemberian *release agent* kurang maksimal sehingga dempul terlepas dari master cetakan dan menempel pada cetakan. Dibandingkan dengan cetakan yang telah dibuat pada penelitian ini seperti ditunjukkan pada gambar 4.1(b), permukaan cetakan jauh lebih halus. Dari kondisi tersebut dapat disimpulkan bahwa master cetakan harus memiliki permukaan yang halus dan bebas dempul serta pemberian *release agent* yang cukup.

Perbaikan juga telah dilakukan pada bagian dasar cetakan. Seperti dapat dilihat pada gambar 4.2. Gambar 4.2(a) adalah hasil dasar cetakan yang dibuat oleh Triyono (2019) sedangkan gambar 4.2(b) adalah hasil dasar cetakan yang dibuat oleh peneliti. Dapat dilihat dengan jelas bahwa dasar cetakan yang dibuat jauh lebih baik. Proses ini tergantung pada proses pembuatan pondasi menggunakan tanah liat.



(a)

(b)

Gambar 4.2 Perbandingan Hasil Dasar Cetakan (a) Penelitian Sebelumnya dan (b) Yang Dibuat Oleh Peneliti

4.2 Pembuatan Lateks

Pada proses pembuatan lateks, terdapat 2 jenis proses pengeringan yaitu pengeringan menggunakan panas matahari dan menggunakan panas lampu 500 watt. Hal ini dilakukan karena saat pembuatan lateks terdapat kendala yang terjadi yaitu sering terjadi hujan pada siang hari. Gambar 4.3 berikut ini adalah hasil pembuatan lateks menggunakan panas matahari dan panas dari lampu 500 watt.



(a)

(b)

Gambar 4.3 Hasil Pembuatan Lateks Yang Dikeringkan Menggunakan (a) Panas Matahari (b) Panas Lampu 500 watt

Seperti dapat dilihat pada gambar 4.3(a), lateks yang dikeringkan menggunakan panas matahari memiliki warna cenderung gelap dibandingkan

dengan lateks yang dibuat menggunakan panas dari lampu 500 watt (lihat gambar 4.3b).

Pada proses pembuatan lateks, terdapat beberapa kendala yang ditemukan diantaranya adalah:

1. Lis Pengunci Tidak Mengering

Proses pembuatan lis pengunci cetakan merupakan kendala utama dalam pembuatan penutup cetakan karena memiliki cekungan yang dalam sehingga harus melakukan tahap demi tahap. Jika langsung melakukan penuangan secara penuh maka yang kering hanya dibagian permukaannya saja, yang didalam tidak ikut mengering seperti dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Lis Pengunci Tidak Mengering

2. Ketebalan Lateks Tidak Merata

Terdapat masalah yang ditemukan yaitu ketebalan lateks yang tidak merata. Hal ini disebabkan karena dinding cetakan yang memiliki kemiringan 90° sehingga mengakibatkan bagian tersebut lebih tipis dibandingkan bagian yang lain jika sudah kering karena saat proses pengolesan cairan lateks turun kebawah seperti dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Ketebalan Lateks Yang Tidak Merata

4.3 Pembuatan Produk Komposit Sandwich

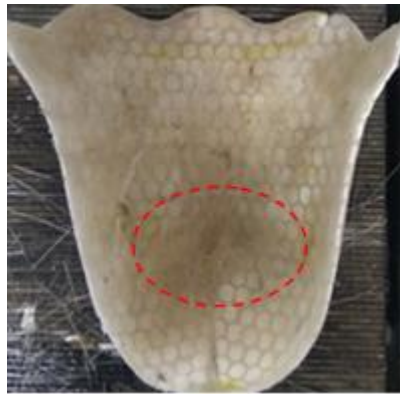
Pembuatan produk komposit sandwich dilakukan dengan meneliti pengaruh perbandingan resin dan katalis serta perbandingan serat fiberglass dan bulu ayam.

4.3.1 Pengaruh Perbandingan Resin dan Katalis

Hasil pembuatan komposit sandwich untuk mengetahui pengaruh perbandingan resin dan katalis dijelaskan sebagai berikut.

1. Penggunaan Katalis 0,20%

Hasil dari penggunaan katalis 0,20% diperoleh produk komposit sandwich seperti dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Hasil Produk Komposit Sandwich Menggunakan 0,20% Katalis

Seperti dapat dilihat pada gambar 4.6, dengan menggunakan 0,20% katalis, produk yang dihasilkan memiliki permukaan yang tidak rata seperti dapat dilihat pada daerah yang diberi lingkaran merah. Hal ini disebabkan oleh *curing time* produk yang masih cukup lama sehingga resin yang berada dititik tertinggi turun menuju ke titik terendah. Pada proses ini, lama curing time adalah 2,5 jam.

2. Penggunaan Katalis 0,28%

Hasil dari penggunaan katalis 0,28% diperoleh produk komposit sandwich seperti dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Hasil Produk Komposit Sandwich Menggunakan 0,28% Katalis

Dapat dilihat pada gambar 4.7, dengan menggunakan 0,28% katalis diperoleh produk dengan permukaan yang halus dan rata. Hal ini dikarenakan resin dapat menyebar dengan sempurna ke seluruh permukaan cetakan. Pada produk ini, proses *curing time* lebih singkat yaitu hanya 1,5 jam.

3. Penggunaan Katalis 0,36%

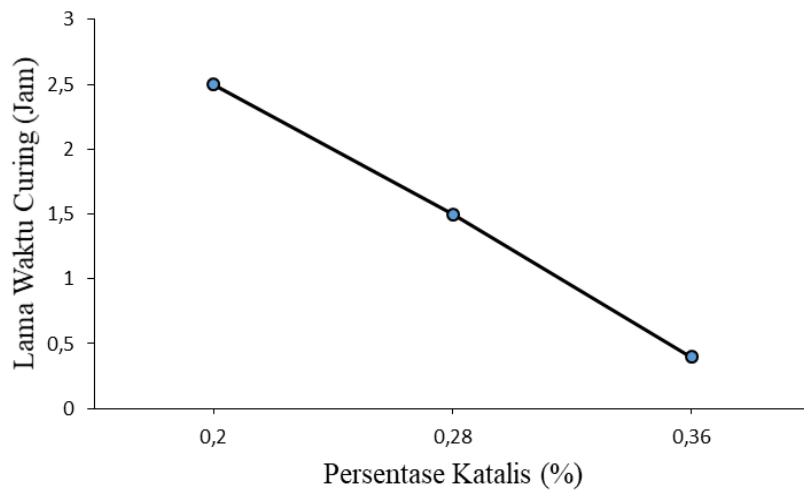
Hasil dari penggunaan katalis 0,36% diperoleh produk komposit sandwich seperti dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Hasil Produk Komposit Sandwich Menggunakan 0,36% Katalis

Dapat dilihat pada gambar 4.8, dengan menggunakan 0,36% katalis diperoleh produk dengan permukaan yang tidak rata. Hal ini dikarenakan resin telah mengeras saat laju penyebaran resin masih sampai dititik tengah permukaan produk. Pada proses ini, lama curing time sangat singkat yaitu kurang dari lama proses vakum yaitu 30 menit.

Berdasarkan tiga perbedaan persentase penggunaan katalis yang telah dijelaskan diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa persentase katalis harus tepat agar dapat menghasilkan produk komposit sandwich yang baik. Pada penelitian ini, presentase penggunaan katalis yang tepat adalah 0.28%. Selain itu, penggunaan katalis mempengaruhi lama *curing time* seperti ditunjukkan pada grafik 4.9.



Gambar 4.9 Pengaruh Penggunaan Katalis dan Lama Waktu Curing Time

4.3.2 Pengaruh Penggunaan Serat Bulu Ayam Pengganti Serat Fiberglass

Hasil pembuatan komposit sandwich untuk mengetahui pengaruh penggunaan serat bulu ayam sebagai pengganti serat fiberglass dijelaskan sebagai berikut.

1. Penggunaan 50% Serat Bulu Ayam

Hasil pembuatan komposit sandwich menggunakan 50% serat bulu ayam dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Komposit Sandwich dengan Penggunaan 50% Serat Bulu Ayam

Seperti dapat dilihat pada gambar 4.10, penggunaan 50% bulu ayam menghasilkan produk komposit sandwich yang memiliki permukaan halus. Dikarenakan menggunakan 50% fiberglass, produk yang dihasilkan cukup kaku. Akan tetapi resin terlihat sangat mendominasi produk.

2. Penggunaan 75% Serat Bulu Ayam

Hasil pembuatan komposit sandwich menggunakan 75% serat bulu ayam dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Komposit Sandwich dengan Penggunaan 75% Serat Bulu Ayam

Seperti dapat dilihat pada gambar 4.11, telah berhasil dibuat sebuah produk komposit sandwich menggunakan 75% serat bulu ayam. Perbedaan dengan penggunaan 50% serat bulu ayam adalah produk yang dihasilkan sedikit lebih tebal karena resin yang masuk kedalam serat lebih banyak namun resin tidak terlihat mendominasi produk, hal ini dikarenakan penggunaan serat fiber semakin sedikit.

3. Penggunaan 100% Serat Bulu Ayam

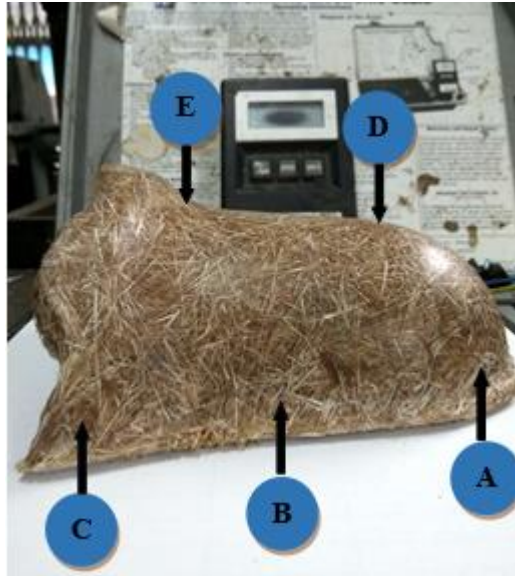
Hasil pembuatan komposit sandwich menggunakan 100% serat bulu ayam dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Komposit Sandwich Dengan Penggunaan 100% Serat Bulu Ayam

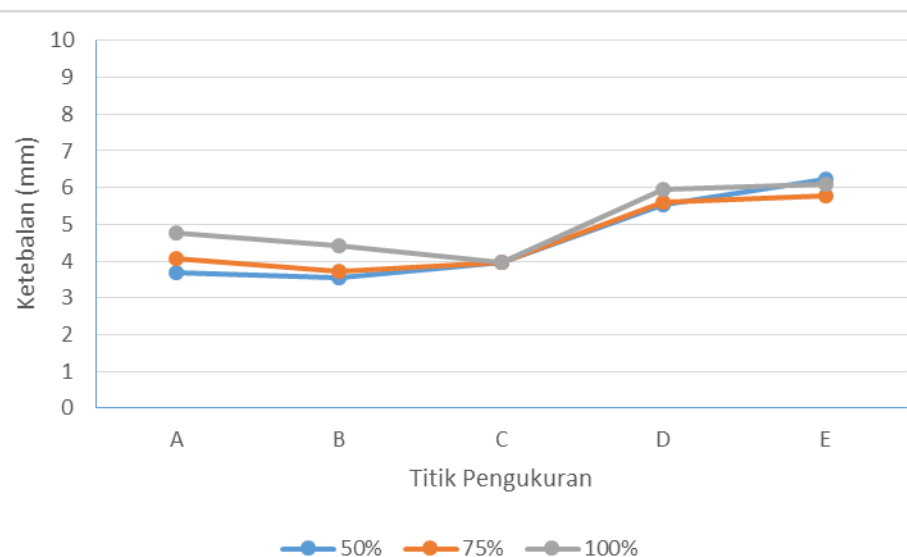
Seperti dapat dilihat pada gambar 4.12, dengan menggunakan 100% serat bulu ayam, produk komposit masih dapat dibuat. Namun permukaannya kasar dan serat bulu ayamnya tidak seluruhnya terikat oleh resin. Berdasarkan penelitian terhadap penggunaan serat bulu ayam dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi persentase serat bulu ayam yang digunakan untuk menggantikan serat fiberglass, kehalusan produk semakin menurun dan ketebalannya semakin bertambah.

Dari masing-masing penggunaan serat bulu ayam diatas, dilakukan pengukuran ketebalan masing-masing produk dengan mengukur pada beberapa titik (titik A-E) seperti diilustrasikan pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Titik-Titik Lokasi Pengukuran Ketebalan Produk

Dari pengukuran yang dilakukan, diperoleh data untuk masing-masing penggunaan serat bulu ayam seperti ditampilkan pada gambar 4.14.

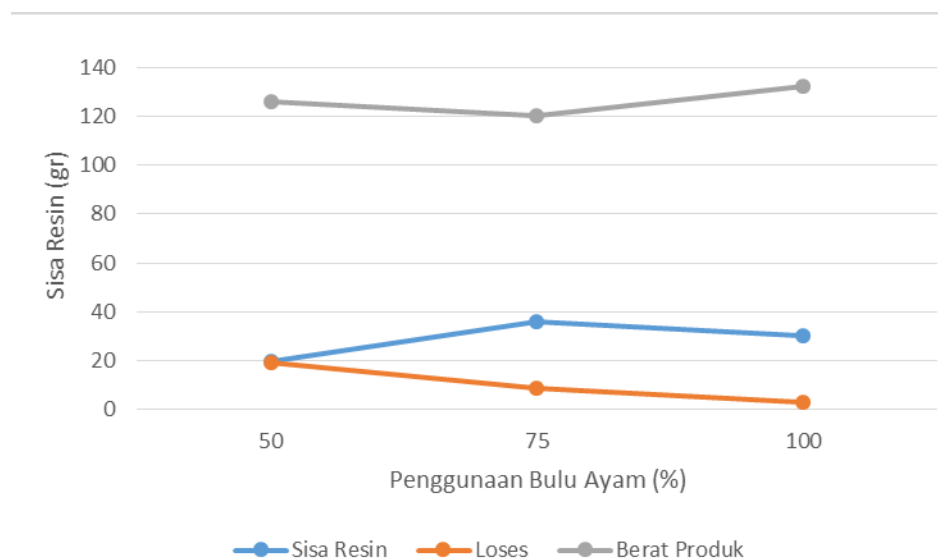


Gambar 4.14 Ketebalan Produk Pada Masing-Masing Titik Yang Diukur

Gambar diatas menunjukkan bahwa dari ketiga produk yang dibuat, ketebalan masing-masing titik hampir memiliki ketebalan yang sama. Dapat dilihat pada titik E, titik ini paling tebal dibandingkan dengan titik lainnya yaitu memiliki ketebalan ± 6 mm. Hal ini disebabkan karena pada titik ini merupakan

titik terendah ketika proses pembuatan produk. Sebagian besar resin yang mengalir terkumpul pada titik ini. Dapat dilihat pula dengan penggunaan serat bulu ayam sebesar 75% perbedaan ketebalan hampir merata dibandingkan dengan komposisi lain. Sehingga dari hasil ini disimpulkan bahwa penggunaan 75% bulu ayam merupakan produk yang paling baik.

Untuk jumlah resin yang tersisa pada proses pembuatan, *loses*, dan berat produk sebelum dilakukan *finishing* ditampilkan pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Sisa Resin, Berat Produk, dan Loses Pada Produk Komposit

Dapat dilihat bahwa sisa resin paling tinggi adalah dengan penggunaan serat bulu ayam 75%. Hal ini terkait langsung dengan berat produk yang dihasilkan yaitu paling ringan dibandingkan dengan komposisi lain. Hasil ini mendukung data proses pengukuran produk yang dilakukan bahwa tidak banyak resin yang terkumpul pada titik E.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pembuatan produk komposit *sandwich* yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan diantaranya adalah:

1. Telah berhasil dibuat produk komposit *sandwich* berkontur dengan proses *vacuum infusion* serta *finishing* produk yang minimal karena permukaan produk telah halus dan rata setelah dilepaskan dari cetakan.
2. Penggunaan katalis pada pembuatan produk komposit *sandwich* menggunakan serat *fiberglass*, serat bulu ayam dan *lantor soric* yang tepat dengan proses *vacuum infusion* adalah sebesar 0.28%.
3. Penggunaan serat bulu ayam 75% dapat menghasilkan produk komposit *sandwich* dengan hasil yang memiliki permukaan halus dan resin tidak terlihat mendominasi produk. Dengan penggunaan sebesar ini, diharapkan dapat memanfaatkan limbah bulu ayam dengan maksimal.

5.2 Saran Untuk Penelitian Berikutnya

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, beberapa saran untuk penelitian berikutnya antara lain:

1. Perlu dilakukan pengujian kekuatan tarik pada produk komposit *sandwich*.
2. Diberi filter pada saluran dari cetakan menuju tabung agar resin tidak langsung masuk ke dalam tabung dan tidak merusak saluran tabung serta mudah dibersihkan.

DAFTAR PUSTAKA

Barone, Justin.R. and Schmidt, W.F. (2005) *Polyethylene Reinforced with Keratin Fibers Obtained from Chicken Feathers. Composites Science and Technology*. 65:1173-181.

Diharjo K., dan Triyono Y., 2000. 'Material Teknik', Buku Pegangan Kuliah Jurusan Teknik Mesin FT-UNS, Surakarta.

Dinas Peternakan, (2013). Jumlah Ayam Di Yogyakarta. Diakses dari www.distan.jogjaprovo.go.id pada 09 Januari 2019.

Kock Jeffrey W. 2006 *Physical And Mechanical Properties Of Chicken Feather Materials*. Georgia Institute of Technology.

Prasetyo, T. (2019). Pembuatan Komposit Sandwich Serat Bulu Ayam Menggunakan Metode Vacuum Bagging Dan Pres. Skripsi, tidak diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Triyono, (2019). Pembuatan Cetakan Windshield Speda Motor. Skripsi, tidak diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

