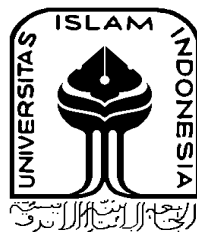


**ANALISIS KEKUATAN DAN PENGUJIAN TERHADAP
KOMPOSIT *SANDWICH* BULU AYAM**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Ridho Akmal Saleh

No. Mahasiswa : 14525103

NIRM : 2014011471

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

2019

PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini, Ridho Akmal Saleh menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul "Analisis Kekuatan dan Pengujian Terhadap Komposit Sandwich Bulu Ayam" adalah hasil tulisan saya sendiri. Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau symbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui sebagai tulisan saya sendiri atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya.

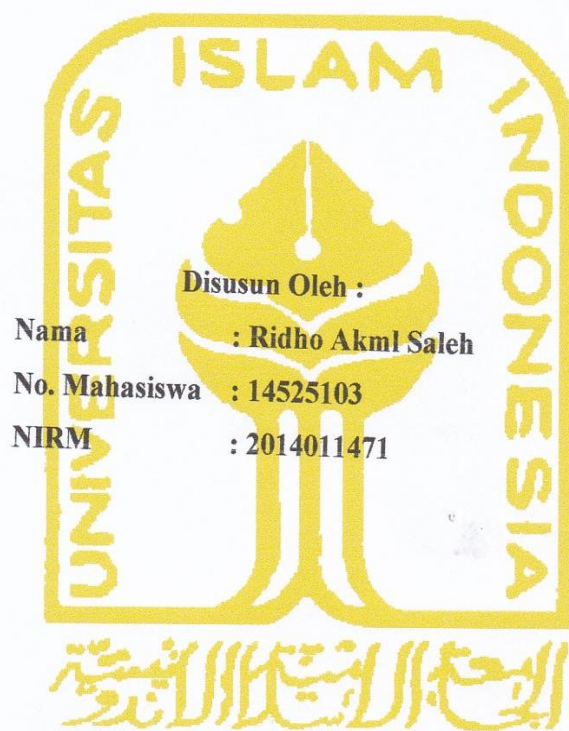
Yogyakarta, 20 Januari 2019



Ridho Akmal Saleh

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING
ANALISIS KEKUATAN DAN PENGUJIAN TERHADAP
KOMPOSIT SANDWICH BULU AYAM

TUGAS AKHIR



Yogyakarta, 15 Januari 2019

Pembimbing,

Muhammad Ridlwan, ST., MT

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**ANALISIS KEKUATAN DAN PENGUJIAN TERHADAP
KOMPOSIT SANDWICH BULU AYAM**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Ridho Akmal Saleh

No. Mahasiswa : 14525103

NIRM : 2014011471

Tim Penguji

Muhammad Ridlwan, ST., MT.

Ketua

Tanggal :

Agung Nugroho Adi, ST., MT.

Anggota I

Tanggal : 17/1/2019

Donny Suryawan, ST., M.Eng.

Anggota II

Tanggal : 15/01/2019

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Risdiono, ST., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Ya Allah, Alhamdulillah rabbil'alamin

Terima kasih atas semua yang Engkau berikan kepadaku, waktu yang sudah kujalani dengan jalan hidup yang sudah menjadi takdirku, sedih, bahagia, dan bertemu orang-orang yang memberiku sejuta pengalaman bagiku, yang telah memberi warna-warni kehidupanku. Kubersujud dihadapan Mu, Engkau berikan aku kesempatan untuk bisa sampai Di penghujung awal perjuanganku Segala Puji bagi Mu ya Allah.

Ungkapan hati sebagai rasa Terima Kasihku

Alhamdulillah rabbil'alamin... Alhamdulillah rabbil'alamin... Akhirnya aku sampai ke titik ini, sepercik keberhasilan yang Engkau hadiahkan padaku ya Rabb Tak henti-hentinya aku mengucapkan syukur pada Mu ya Rabb Serta shalawat dan salam kepada teladan ku Rasulullah SAW dan para sahabat yang mulia. Semoga sebuah karya kecil ini menjadi amal shaleh bagiku dan menjadi kebanggaan bagi keluargaku tercinta
Ku persembahkan karya kecil ini...

untuk cahaya hidup, yang senantiasa ada saat suka maupun duka, selalu setia mendampingi, saat kulemah tak berdaya, yang tiada pernah hentinya selama ini memberiku semangat, dorongan, nasihat dan kasih sayang serta pengorbanan yang tak tergantikan hingga aku selalu kuat menjalani setiap rintangan yang ada didepanku (Bapak dan Mama tercinta) yang selalu memanjatkan doa untuk putra sulung tercinta dalam setiap sujudnya. Mama...bapak...terimalah bukti kecil ini sebagai kado keseriusanku untuk membalas semua pengorbananmu dalam hidupmu, demi hidupku kalian ikhlas mengorbankan segala

perasaan tanpa kenal lelah, dalam lapar berjuang separuh nyawa hingga segalanya.

Terima kasih kepada kedua kakakku (Rizki dan Rizka) yang sudah memberikan nasihat yang baik, menjadi tempat penulis untuk mencurahkan segala keluh kesah selama menjalani perkuliahan

Untuk ribuan tujuan yang harus dicapai, untuk jutaan impian yang akan dikejar, untuk sebuah pengharapan, agar hidup jauh lebih bermakna, karena hidup tanpa mimpi ibarat arus sungai. Mengalir tanpa tujuan. Teruslah belajar, berusaha, dan berdoa untuk menggapainya. Jatuh berdiri lagi. Kalah mencoba lagi. Gagal Bangkit lagi. *Never give up!*

Sampai Allah SWT berkata "waktunya pulang".

HALAMAN MOTTO

*“Bertaqwalah kepada Allah SWT, maka Allah akan mengajarimu.
Sesungguhnya Allah SWT maha mengetahui segala sesuatu”
(Al-Baqarah: 282).*

*“Katakanlah yang sebenarnya walaupun pahit”
(HR. Ibnu Hibban).*

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

*“Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu
Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang
yang sabar” (Al-Baqarah: 153).*

*“Jika setiap harapanmu selalu berjalan sesuai rencana, maka kamu
tidak akan tau bahwa gagal dan kecewa itu menguatkan”*

*“Bukanlah kesabaran jika masih memiliki batas dan bukanlah
keikhlasan jika masih merasakan sakit”*

“Gagal itu urusan nanti, yang penting kita mencoba dan mencoba”

*“Semua akan selalu terlihat tidak mungkin, hingga akhirnya kau
dapat menyelesaikannya” – Albert Einstein*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah Robbilalamin, Puji syukur kehadirat 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 **“ANALISIS KEKUATAN DAN PENGUJIAN TERHADAP KOMPOSIT SANDWICH BULU AYAM”** 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 mama dan bapak selalu membimbing, membina dan memberikan semangat tak terhingga sampai selesainya Tugas Akhir ini.
4. Saudara dan saudariku yang selalu membuatku semangat serta mendukungku secara moril dan materil. Terimakasih ka Rizki dan mbak Rizka selalu memberikan nasihat, dukungan serta semangat tak terhingga sampai selesainya Tugas akhir ini.
5. 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.

6. Bapak Muhammad Ridlwan S.T., M.T , selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan dukungan secara moril maupun materil, arahan, bimbingan, serta meluangkan waktunya sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Dosen Teknik Mesin dan Civitas Akademika UII, terimakasih atas ilmunya semoga Allah SWT tidak akan memutus pahalanya.
8. Laboran Teknik Meisin Universitas Islam Indonesia (Mas Adi, Mas Syafi'i dan Mas Fariz) yang banyak membantu dan memberikan ilmu selama menjalani perkuliahan dan tugas akhir di UII.
9. Teman seperjuangan Rivaldi Nur dan Ahmad Fathoni, terima kasih sudah saling membantu dan memberikan semangat selama pengerjaan Tugas Akhir ini, semoga apa yang kita teliti ini bisa bermanfaat untuk kedepannya.
10. Richo Djoglo, Teman yang banyak membantu dan memberikan masukan serta ilmu mengenai tema tugas akhir ini.
11. Bapak Tri Basuki selaku pemilik *Green Kost Solidarity* yang telah mengizinkan penulis bisa menempati kamar dengan aman dan nyaman serta banyak membantu selama kehidupan di Jogja.
12. Teman-teman *Green Kost Solidarity* (Aldino, Ridwan, Surya, Yogi, Dhio, Ihsan, Zul, Memet, Aziz, Diaz), terimakasih atas canda tawa dan nasihatnya kawan, semangat terus untuk kita semua. Sungguh kehidupan di Jogja akan terasa membosankan tanpa kalian kawan.
13. Teman-teman seperjuangan *ME14(Mechanical Engineering 2012)* dari awal masuk kuliah hingga saat ini terimakasih banyak sodara atas segala bentuk dukungan, semangat, serta nasihat yang diberikan kepada penulis, selalu semangat untuk menggapai apa yang kalian inginkan jangan pernah putus asa sodara semangat terus, semoga kekeluargaan dan persahabatan kita tetap terjaga.
14. Teman-teman organisasi LEM FTI UII 2017/2018 terkhusus bidang Minat dan Bakat, terima kasih telah memberikan pengalaman berharga kepada penulis, mohon maaf jika selama ini banyak kekurangan dalam memimpin.
15. Teman-teman Asisten Praktikum Metrologi Industri, Mekatronika dan Pemrograman, terima kasih telah berbagi ilmu dan banyak membantu, semoga kita semua bisa berkembang dan menjadi pribadi yang lebih baik lagi

16. Teman-teman UKM Futsal dan Badminton Teknik Mesin UII, Terima kasih telah menjadi tempat untuk penulis menyalurkan hobby dan menghilangkan rasa penat selama perkuliahan di jogja.
17. Dan teman-teman serta semua pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah S.W.T. senantiasa memberikan balasan limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, serta kelapangan hati atas segala kebaikan yang mereka berikan. 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.

Harapan penulis, laporan ini dapat membantu mengembangkan ilmu pengetahuan penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 20 Desember 2018

Ridho Akmal Saleh

ABSTRAK

Komposit *sandwich* saat ini menjadi salah satu opsi material yang mulai sering dipakai pada beberapa industri, karakteristik dari komposit *sandwich* sendiri ialah memiliki kekakuan dan kekuatan yang tinggi serta berat yang ringan. Banyak variasi serat penguat yang bisa digunakan pada komposit, salah satunya adalah menggunakan serat bulu ayam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kekuatan dan kekakuan yang diberikan oleh bulu ayam pada produk komposit *sandwich* serta dapat memanfaatkan bulu ayam menjadi salah satu pilihan serat penguat sehingga bisa mengurangi limbah dan pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh bulu ayam

Pada tugas akhir ini menggunakan *lantor soric* sebagai inti (core), serat gelas kaca dan serat bulu ayam yang disusun berlapis-lapis untuk menghasilkan produk yang tebal dan kaku. Peneliti membuat 2 sampel uji untuk dibandingkan, yang masing masing mempunyai tambahan dan tanpa tambahan serat bulu ayam. Pengujian tarik dan pengujian bending dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari komposit *sandwich* ini.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk dengan tambahan bulu ayam memiliki kekuatan tarik dan kekakuan yang lebih tinggi

Kata Kunci : Komposit *Sandwich*, Bulu ayam, Pengujian

ABSTRACT

Sandwich Composites are now being one of many option that are starting to be used frequently in many industries, the chareacteristics of sandwich composites is having high stiffness and strength than combinating with light weight. Many variation of reinforcment fiber can be used on composites, one of example is chicken feather fibers. This research aims to determine the effect of strength given by chicken feathers on composite sandwich products and can utilize chicken feathers to be an option of reinforcing fibers so that we can reduce waste and environmental pollution produced by chicken feathers.

The product of this final project using lantor soric as a core, fiberglass and chicken feathers fiber than arranged in many layers to produce a products that are thick and stiff. The author made 2 test samples to compare, each one have additional the chicken feather fibers and the others are not. Tensile Testing and Bending Testing were used to determine the strength and the stiffness of the composites product.

The results showed that products with added chicken feathers had higher tensile strength and stiffness

Keywords : Sandwich composites, chicken feathers, Testing

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing.....	Error! Bookmark not defined.
Lembar Pengesahan Dosen Penguji.....	Error! Bookmark not defined.
Halaman Persembahan.....	v
Halaman Motto	vii
Kata Pengantar	viii
Abstrak.....	xi
Daftar Isi	xiii
Daftar Tabel	xv
Daftar Gambar.....	xvi
Daftar Notasi.....	xviii
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan.....	3
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka.....	4
2.1.1 Komposit.....	5
2.1.2 Klasifikasi Bahan Komposit	5
2.1.3 Faktor – faktor yang Memengaruhi Kinerja Komposit.....	7
2.1.4 Kekurangan dan Kelebihan Komponen Material Komposit.....	9
2.1.5 <i>Sandwich</i> Komposit	9
2.1.6 Serat Gelas	11
2.1.7 Pengujian Tarik.....	15
2.1.8 Pengujian Bending	20
Bab 3 Metode Penelitian	24
3.1 Alur Penelitian.....	24

3.2	Peralatan dan Bahan	25
3.3	Pembuatan Sampel Uji Komposit Sandwich	29
3.4	Proses Pengujian Tarik.....	32
3.5	Proses Pengujian Bending.....	33
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	36
4.1	Hasil Produk Sampel Uji.....	36
4.2	Analisis dan Pembahasan Hasil Pengujian Tarik	38
4.2.1	Hasil Pengujian Tarik	38
4.2.2	Pembahasan.....	40
4.2.3	Bentuk Patahan Uji Tarik Komposit Sandwich	42
4.3	Analisis dan Pembahasan Hasil Pengujian Bending	43
4.3.1	Hasil Pengujian Bending.....	43
4.3.2	Pembahasan.....	45
Bab 5	Penutup	48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya	48
Daftar Pustaka	.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat–sifat serat <i>Glass</i> (Nugroho 2007)	12
Tabel 4.1 Hasil perhitungan Density	37
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tarik	38
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Tegangan Tarik dan Regangan	40
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Bending	43
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Uji Bending	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Continuous Fiber Composite</i> (Gibson, 1994).	6
Gambar 2.2 <i>Woven Fiber Composite</i> (Gibson, 1994).....	6
Gambar 2.3 <i>Chopped Fiber Composite</i> (Gibson, 1994).	7
Gambar 2.4 <i>Hybrid Fiber Composite</i> (Gibson, 1994).	7
Gambar 2.5 Komposit Sandwich	10
Gambar 2.6 Serat <i>E-Glass</i> dalam bentuk benang tipis	12
Gambar 2.7 Serat <i>Glass roving</i> (Santoso, 2002).....	13
Gambar 2.8 Serat <i>Glass chopped strand</i> (Santoso, 2002)	13
Gambar 2.9 Serat <i>Glass woven fabric</i> (Santoso, 2002)	14
Gambar 2.10 Serat <i>Glass reinforcing mat</i> (Santoso, 2002)	14
Gambar 2.11 Pengujian Tarik	15
Gambar 2.12 Grafik Pengujian Tarik.....	15
Gambar 2.13 Tipikal Material Grafik	16
Gambar 2.14 Modulus Elastisitas	18
Gambar 2.15 Kekuatan Luluh.....	19
Gambar 2.16 Tabel Dimensi Sampel Uji Tarik <i>ASTM D-638</i>	19
Gambar 2.17 Keterangan Dimensi Pengujian Tarik <i>ASTM D-638</i>	20
Gambar 2.18 Pengujian Bending	20
Gambar 2.19 Penampang bulat beban sejajar sumbu y-y/x-x.....	21
Gambar 2.20 Penampang persegi beban sejajar sumbu y-y.....	22
Gambar 2.21 Kegagalan Komposit <i>Sandwich</i>	23
Gambar 3.1 Alur Penelitian	24
Gambar 3.2 Serat gelas kaca acak.....	25
Gambar 3.3 Serat Bulu Ayam	26
Gambar 3.4 <i>Lantor Soric</i>	26
Gambar 3.5 Resin.....	27
Gambar 3.6 Katalis	27
Gambar 3.7 <i>Wax Release Agent</i>	28
Gambar 3.8 Plat Aluminium	28
Gambar 3.9 Press Hydraulic	29

Gambar 3.10 Susunan Sampel Uji A	29
Gambar 3.11 Susunan Sampel Uji B	30
Gambar 3.12 Proses Pressing pada produk	31
Gambar 3.13 Dimensi Sampel Uji Tarik	32
Gambar 3.14 Penempatan Sampel Uji Tarik	32
Gambar 3.15 Panel Alat Pengujian Tarik	33
Gambar 3.16 Mensetting titik tumpu	34
Gambar 3.17 Menempatkan Sampel Uji	34
Gambar 3.18 Panel Uji Bending	35
Gambar 4.1 Produk Sampel A	36
Gambar 4.2 Produk Sampel B	36
Gambar 4.3 Sampel Uji Tarik	37
Gambar 4.4 Sampel Uji Bending	37
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Tarik	38
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Beban Maksimal	40
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Tegangan Tarik Maksimal	41
Gambar 4.8 Analisis Patahan pada sampel uji A	42
Gambar 4.9 Analisis patahan pada sampel uji B	42
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan F max	45
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Kekuatan Bending	46
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Modulus Elastisitas Bending	46

DAFTAR NOTASI

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di masa sekarang ini, komposit sudah mulai banyak digunakan sebagai salah satu inovasi dalam dunia material, baik digunakan sebagai pembuatan peralatan kehidupan sehari – hari ataupun pembuatan suatu komponen di industri. Keuntungan yang dapat diambil dari komposit adalah memiliki kekuatan serta kekakuan yang tinggi dan memiliki berat yang ringan. Salah satu yang juga dikembangkan ialah *sandwich* komposit. Sandwich komposit adalah gabungan dari beberapa lapisan serat penguat yang disusun menjadi kulit terluar dengan tambahan core (inti) untuk menambah kekakuannya lalu disusun berlapis-lapis. *Sandwich* komposit cocok digunakan untuk produk yang menginginkan kekakuan serta kekuatan yang tinggi. Berdasarkan kelebihan tersebut, komposit makin sering digunakan sebagai material utama di berbagai sektor seperti industri otomotif, konstruksi, penerbangan, alat olahraga dan lain sebagainya.

Selain itu, masalah yang timbul seiring dengan perkembangan teknologi bahan komposit adalah bagaimana memanfaatkan bahan - bahan alam yang tersedianya cukup banyak yang nantinya diharapkan mampu mengurangi dan menggantikan bahan sintetis. Karena bahan sintetis tersebut dipengaruhi oleh sumber minyak bumi yang tidak bisa diperbaharui, misalnya serat gelas (Rowell,1998). Salah satu pemecahan masalah adalah dengan memanfaatkan serat alam dan serat non sintetis lainnya sebagai bahan campuran polimer plastik untuk menghasilkan material komposit yang dapat digunakan seluas-luasnya untuk aplikasi teknik, baik struktur maupun non-struktur. Serat bulu ayam merupakan salah satu contoh serat non sintetis yang bisa digunakan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan mahasiswa Teknik Mesin UII yaitu Marfi Aji (2016) telah dilakukan pembuatan komposit menggunakan serat bulu ayam dengan metode *vacuum bagging* dengan variasi bulu ayam 1 layer sampai 3 layer lalu dilanjutkan dengan pengujian mekanik yang dilakukan oleh Trishandy Agung (2016) dengan melakukan pengujian tarik

terhadap komposit bulu ayam dengan metode *hand lay up* dan *vacuum bagging* dengan variasi serat 20 gr sampai 30 gr namun kekuatan tarik dan kekakuan yang dihasilkan masih kecil.

Maka dari itu peneliti bersama dengan 2 rekan lainnya melakukan pembuatan komposit sandwich untuk menghasilkan produk yang memiliki nilai kekuatan dan kekakuan yang tinggi dengan melakukan perbaikan serta pengembangan metode proses pembuatan dari metode sebelumnya yaitu vacuum infusion dengan menggunakan latex sebagai media penekan pengganti plastik. Dan pengujian mekanik dilakukan untuk mengetahui karakteristik kekuatan dari komposit sandwich tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan masalah – masalah sebagai berikut:

1. Berapa kekuatan tarik dan bending dari produk sandwich komposit ini?
2. Apakah bulu ayam memberikan dampak kekuatan dan kekakuan yang lebih terhadap produk komposit ?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Terdapat 2 sampel yang dibandingkan dan diuji
2. Pembuatan sampel uji menggunakan metode *press mold*
3. Bulu Ayam yang digunakan 1 layer dan menggunakan jenis bulu ayam potong
4. Hanya melakukan pengujian tarik dan pengujian bending untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik dan kekuatan tekan serta kekakuan dari produk komposit
5. Pada pengujian tarik hanya menghitung tegangan tarik, regangan dan modulus elastisitas

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan penelitian dari pengujian produk komposit sandwich fiberglass dengan bulu ayam ini adalah untuk menguji dan mengetahui kekuatan dari produk komposit sandwich dengan melakukan uji tarik dan uji bending

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Adapun manfaat dari penelitian ini yang dapat diambil oleh penulis adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui cara pengujian tarik dan bending pada komposit
2. Mengetahui kekuatan tarik dan bending dari produk komposit *sandwich* ini
3. Mengetahui pengaruh yang diberikan oleh bulu ayam pada kekuatan produk komposit *sandwich*

1.6 Sistematika Penulisan

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

1. BAB 1. Pendahuluan, berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan itu sendiri.
2. 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.
3. BAB 3. Metodologi penelitian, berisi tentang alur penelitian yang akan dikerjakan, alat dan bahan yang akan dipakai, metode pembuatan produk,
4. BAB 4. Hasil dan pembahasan, berisi mengenai proses pembuatan produk, pembahasan proses pembuatan produk
5. BAB 5. Penutup, berisi mengenai Kesimpulan penelitian serta saran yang di dapat dari pelaksanaan penelitian ini

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Prinsip struktur sandwich adalah menggabungkan kulit komposit dengan modulus elastisitas tinggi dengan core komposit yang ringan sehingga diperoleh kombinasi bahan yang kaku, kuat tetapi ringan (Catur, t.t.).

Bulu ayam terbuat dari keratin dan protein yang juga dapat kita temui pada rambut, kuku, tanduk dan wool, sehingga menjadikannya kuat, tangguh dan ringan. komponen khusus keratin yang sangat kuat terhadap kerusakan yang timbul dari bahan kimia (asam, basa) maupun fisika (panas, dingin, tekanan). Bila dibandingkan dengan serat sintesis, bulu lebih kesat dan mengikat bahan. Dengan dasar tersebut bulu bisa digunakan untuk pengganti serat penguat (serat *fiber*) pada *fiberglass* (Setiawan 2012).

Material komposit yang terdiri dari serat bulu ayam (chicken feather) dengan matrik polyethylene, dengan penambahan serat bulu ayam sebagai bahan penyerap panas dengan baik, dan dapat meningkatkan modulus elastisitas dan tegangan yield. Penambahan bulu ayam dapat mengurangi kepadatan sampai 2% (Justin 2005).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mahasiswa Teknik Mesin UII yaitu Trishandy Agung (2016) didapatkan hasil kekuatan serat bulu ayam menggunakan vacuum bagging lebih baik dibanding menggunakan metode hand lay up. Tegangan yang didapatkan dari serat bulu ayam 20 gr yaitu 14,41 Mpa, 25 gr sebesar 14,28 Mpa sedangkan untuk metode hand lay up serat bulu ayam 20 gr didapatkan hasil 6,65 Mpa dan 25 gr sebesar 6,61 Mpa

Hasil pengujian kuat lentur rata-rata dari komposisi satu dengan yang lain mengalami peningkatan mulai dari 372,70 kg/cm², 448,41 kg/cm², 494,39 kg/cm² dan 602,61 kg/cm² ini menunjukkan adanya pengaruh banyaknya campuran bulu ayam dalam pembuatan *fiberglass*, jadi semakin banyak bulu ayam maka semakin kuat. Namun dari hasil pengujian kuat lentur di atas

campuran bulu ayam masih rendah dibandingkan dengan campuran serat *fiber* atau kontrol yaitu sebesar 817,64 kg/cm²(Setiawan 2012).

2.1.1 Komposit

Pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang digabung atau di campur secara makroskopis menjadi suatu 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 (Diharjo dan Triyono, 2000).

Tujuan pembuatan material komposit yaitu sebagai berikut :

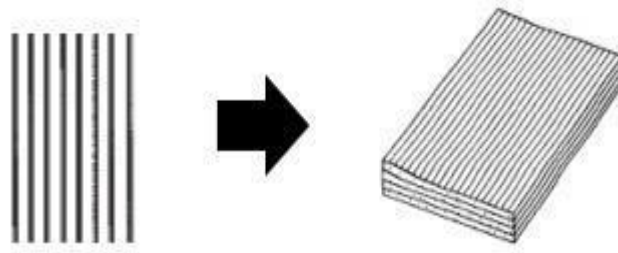
1. Memperbaiki sifat mekanik atau sifat spesifik tertentu.
2. Mempermudah bentuk yang sulit pada manufaktur.
3. Keleluasaan dalam bentuk yang dapat menghemat biaya.
4. Menjadikan bahan lebih ringan.

2.1.2 Klasifikasi Bahan Komposit

Komposit berdasarkan penempatannya, menurut Gibson (1994) terdapat 4 jenis tipe serat pada komposit, yaitu :

a. Continuous Fiber Composite

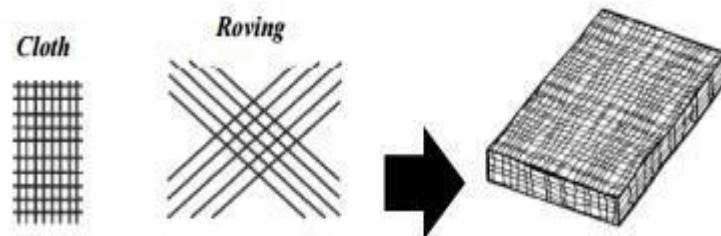
Tipe ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriksnya. Tipe ini mempunyai kelemahan pemisahan antar lapisan



Gambar 2.1 *Continuous Fiber Composite*(Gibson, 1994).

b. *Woven Fiber Composite (bi-directional)*

Woven Fiber Composite (bi-directional) adalah komposit yang tidak mudaholeh dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya mengikat antar lapisan. Susunan serat memanjang dan tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan menjadi melemah.

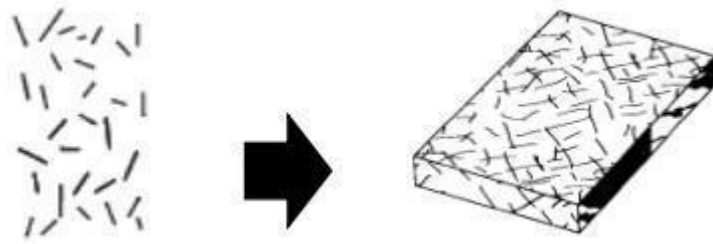


Gambar 2.2 *Woven Fiber Composite*(Gibson, 1994).

c. *Discontinuous Fiber Composite*

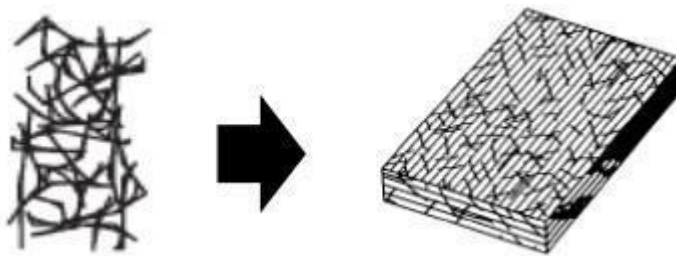
Discontinuous fiber composite merupakan tipe komposit dengan serat pendek. *Discontinuous fiber composite* dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

- 1) *Chopped fiber composite* memiliki serat pendek secara acak tersebar dalam matrik. Komposit serat cincang (*chopped*) digunakan secara ekstensif dalam aplikasi volume tinggi karena biaya produksi yang rendah, tetapi sifat mekanik jauh lebih rendah dari pada *continuous fiber composite*.



Gambar 2.3 *Chopped Fiber Composite* (Gibson, 1994).

2) *Hybrid Composite* dapat terdiri dari campuran cincang serat dan serat berkesinambungan atau jenis serat campuran seperti kaca atau grafit



Gambar 2.4 *Hybrid Fiber Composite* (Gibson, 1994).

2.1.3 Faktor – faktor yang Memengaruhi Kinerja Komposit

Menurut (Sari dan Sinarep 2011), suatu penelitian yang mengabungkan antara matrik dan serat harus mempertimbangkan beberapa faktor yang mempengaruhi performa dan kekuatan *Fiber-Matrik Composites* antara lain sebagai berikut:

1. Faktor Serat

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

3. Panjang Serat

Ada 2 penggunaan serat dalam campuran komposit yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Panjang serat berbanding diameter serat sering disebut dengan istilah *aspect ratio*. Bila *aspect*

ratio makin besar maka makin besar pula kekuatan tarik serat pada komposit tersebut. Serat panjang (*continous fiber*) lebih efisien dalam peletakannya daripada serat pendek. Akan tetapi, serat pendek lebih mudah peletakannya dibanding serat panjang. Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat. Pada umumnya, panjang serat lebih mudah penanganannya jika dibandingkan dengan serat pendek.

4. Bentuk Serat

Bentuk Serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi (Schwartz, 1984 :1.4).

5. Faktor Matrik

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

6. Faktor Ikatan *Fiber-Matrik*

Hal yang mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matrik tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut.

7. Katalis

Katalis ini digunakan untuk membantu proses pengeringan resin dan serat dalam komposit. Waktu yang dibutuhkan resin untuk berubah menjadi plastik tergantung pada jumlah katalis yang dicampurkan. Semakin banyak katalis yang ditambahkan maka makin cepat pula proses *curingnya*. Tetapi apabila pemberian

katalis berlebihan maka akan menghasilkan material yang getas ataupun resin bisa terbakar.

2.1.4 Kekurangan dan Kelebihan Komponen Material Komposit

Material komposit mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan berbeda dibandingkan dengan komponen material logam dan material lainnya, kekurangan dan kelebihan material komposit dapat di lihat pada tabel berikut :

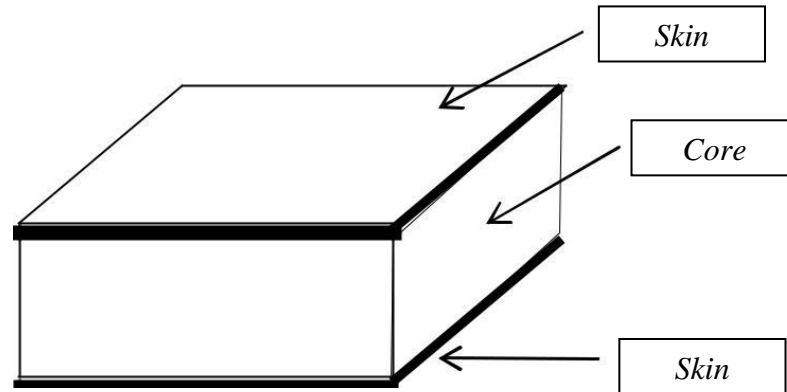
Table 2.1 Keuntungan dan Kerugian dari Komposit (Robert L. Mott.,2004).

No.	Keuntungan	No.	Kerugian
1.	Berat Berkurang	1.	Biaya bertambah untuk bahan baku dan fabrikasi
2.	Rasio antara kekuatan dan kekakuan yang juga tinggi	2.	Sifat-sifat bidang melintang
3.	Sifat-sifat yang mampu beradaptasi, kekuatan atau kekakuan dapat beradaptasi terhadap pengaturan beban	3.	Matrik dapat menimbulkan degradasi lingkungan
4.	Lebih tahan korosi	4.	Kekerasan rendah
5.	Kehilangan sebagian sifat-sifat dasar material	5.	Analisa sifat-sifat fisik dan mekanik untuk efisiensi damping tidak mencapai consensus
6.	Ongkos manufaktur rendah	6.	Sulit dalam mengikat
7.	Konduktifitas termal ataupun konduktifitas listrik meningkat atau menurun		

2.1.5 Sandwich Komposit

Sandwich structure composite konfigurasi komposit lain yang umum adalah *sandwich structure* terdiri dari kekuatan tinggi, lembaran komposit terikat pada busa ringan atau inti. Pada kedua sisi terluar dilapisi dan disusun oleh serat penguat untuk menahan beban paling besar sehingga struktur komposit ini memiliki kekuatan yang sangat tinggi, rasio kekakuan yang juga

tinggi dan secara luas digunakan dalam struktur *aerospace*. Fleksibilitas desain yang ditawarkan dan konfigurasi komposit lainnya jelas cukup menarik.



Gambar 2.5 Komposit Sandwich

a Skin

Skin adalah bagian dari komposit sandwich yang ditempatkan dibagian terluar atas dan bawah, berfungsi untuk menahan beban *tensile* dan *compressive stress*. Pada bagian skin ini biasanya memiliki tingkat kekakuan yang rendah namun mempunyai kekuatan yang tinggi. Pada bagian *skin* ini dapat menggunakan material – material berbentuk plastik yang diperkuat serat gelas dan fiber, dikarenakan bahan-bahan ini memiliki keunggulan seperti mudah untuk digabungkan, desain dapat dirancang sesuai kebutuhan serta bentuk permukaan yang baik (Hartomo, 2009). Namun selain dari material penyusun diatas, serat alam juga dapat menjadi alternatif untuk mengisi bagian skin pada komposit *sandwich*.

b Core

Core merupakan bagian penting dari komposit sandwich, dimana posisinya terletak di bagian tengah dari sandwich sebagai inti dari komposit sandwich itu sendiri. Core berfungsi untuk menambah ketebalan dan kekakuan dari komposit sandwich, sehingga material pengisi pada core harus memiliki kekakuan yang tinggi. Bahan dengan kekakuan yang rendah kurang cocok ditempatkan pada bagian core, karena akan mengurangi kekakuan dari sandwich itu sendiri. Dengan kekakuannya

core harus mampu menahan beban geser yang didapatkan agar tidak terjadi *slide* antar permukaan. Tidak hanya kuat dan mempunyai densitas yang rendah, core biasanya mempunyai syarat lain, seperti tingkat kadar air, buckling, umur panjang dan lain sebagainya (Hartomo, 2009).

Untuk bahan yang dapat digunakan sebagai core pada komposit *sandwich* memiliki banyak pilihan jenis mulai dari *polyurethane* (PU), PVC, struktur *honeycomb*, kayu (sengon laut dan balsa), dan lain sebagainya. Hasil riset Diharjo, K, dan Ngafwan (2004), mengindikasikan bahwa kelaianan core PVC ialah PVC sering mengalami kegagalan terlebih dahulu (pecah) sebelum komposit *skinnya* patah. Untuk core *honeycomb* memiliki kekuatan yang tinggi, namun harganya sangat mahal. Semua tergantung dari pilihan masing-masing, industri mayoritas menggunakan core PU dan PVC, yang lebih murah.

c Adhesive

Adhesive adalah zat perekat yang digunakan untuk mengikat *skin* dengan *core*. Adhesive bisa juga dikatakan sebagai matriks, karena berfungsi juga mengikat antara partikel-partikel dari serat penguat. Selain untuk menyatukan antara *skin* dan *core*, adesif harus mampu mentransfer gaya geser antara *skin* dan *core* agar kekuatan dari *sandwich* komposit tetap terjaga. Adesif juga harus mampu menahan regangan dan gaya geser (Putradi, t.t.). Adhesive yang umumnya digunakan pada komposit adalah resin yang nantinya dicampur dengan hardener untuk mengeraskan resin itu sendiri.

2.1.6 Serat Gelas

Kaca serat (*fiber Glass*) atau sering disebut serat gelas awalnya adalah kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis bahkan sangat tipis dengan garis tengah sekitar 5 μm - 10 μm seperti yang terlihat pada Gambar 2.2. Setelah menjadi serat tipis, serat ini dapat dipintal menjadi gulungan benang atau dipintal menjadi anyaman, yang kemudian dicampur dengan resin sehingga menjadi bahan yang kuat, ringan dan tahan korosi untuk digunakan sebagai

eksterior mobil dan bangunan kapal. Serat *Glass* juga sering digunakan sebagai bahan penguat untuk material komposit yang dikenal sebagai *Glass-reinforced plastic* (Gupta *et al.*, 1997).



Gambar 2.6 Serat *E-Glass* dalam bentuk benang tipis

Serat *Glass* diklasifikasikan menjadi beberapa jenis antara lain adalah *E-Glass*, *C-Glass*, dan *S-Glass*. Masing–masing jenis serat *Glass* memiliki karakteristik yang berbeda – beda yang ditunjukkan pada Tabel. 2.1

Tabel 2.1 Sifat–sifat serat *Glass* (Nugroho 2007)

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

Berdasarkan bentuknya serat *Glass* dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain (Santoso, 2002) :

- a *Roving*, berupa benang panjang yang digulung menjadi silinder, seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.7 Serat *Glass roving* (Santoso, 2002)

- b *Chopped Strand*, merupakan jenis serat *Glass* yang dipotong-potong dengan ukuran tertentu kemudian digabung menjadi satu ikatan, seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.8 Serat *Glass chopped strand* (Santoso, 2002)

- c *Woven Fabric*, berupa serat yang dianyam seperti kain tenun, sepertipada Gambar 2.5



Gambar 2.9 SeratGlass woven fabric(Santoso, 2002)

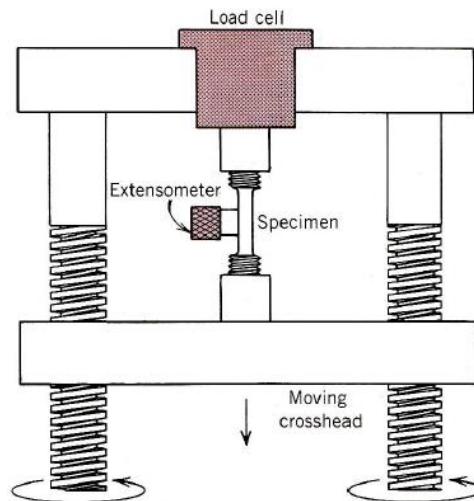
- d *Reinforceing Mat*, berupa lembaran *chopped strand* dan *continuous strand* yang tersusun secara acak seperti yang terlihat pada Gambar 2.6.



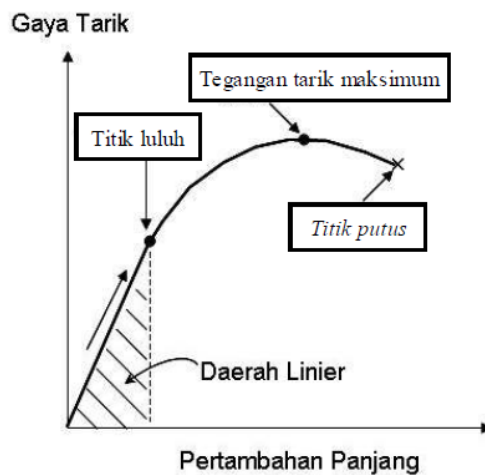
Gambar 2.10 SeratGlass reinforceing mat(Santoso, 2002)

2.1.7 Pengujian Tarik

Uji tarik adalah salah satu uji stress – strain mekanik pada produk atau material yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan material terhadap gaya tarik. Uji tarik seperti pada gambar 2.7 dilakukan dengan cara spesimen ditarik hingga putus. Dengan ditariknya spesimen maka dapat diketahui bagaimana material tersebut bereaksi terhadap beban tarikan dan mendapatkan nilai L_i atau sejauh mana material tersebut bertambah panjang



Gambar 2.11 Pengujian Tarik



Gambar 2.12 Grafik Pengujian Tarik

Dengan melakukan uji tarik maka akan diperoleh profil tarikan yang lengkap berupa kurva hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang yang sangat diperlukan dalam proses desain yang menggunakan material tersebut

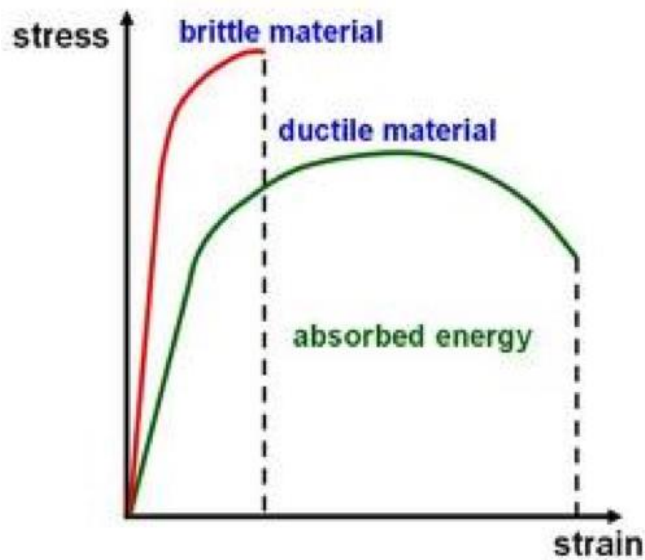
ataupun mengetahui. Tipikal hasil uji biasanya dibedakan oleh material penyusunnya, apakah material tersebut ulet atau tegas, maka biasanya terdapat 2 tipikal dan grafik hasil uji tarik seperti ditunjukkan pada gambar 2.9, yaitu:

1. Bahan ulet (Garis warna hijau)

Terjadi pertambahan panjang yang besar sehingga memiliki nilai regangan yang besar juga sebelum specimen putus, biasanya juga terdapat nilai kekuatan luluh (σ_y)

2. Bahan getas (Garis warna merah)

Terjadi pertambahan panjang yang sangat kecil bahkan sering juga tidak terjadi pertambahan panjang, sehingga memiliki nilai regangan yang sangat kecil dan juga tidak ada nilai regangan. Kekuatan luluh (σ_y) kadang tidak didapatkan karena spesiment langsung putus dan tidak ada nilai pertambahan panjang..



Gambar 2.13 Tipikal Material Grafik

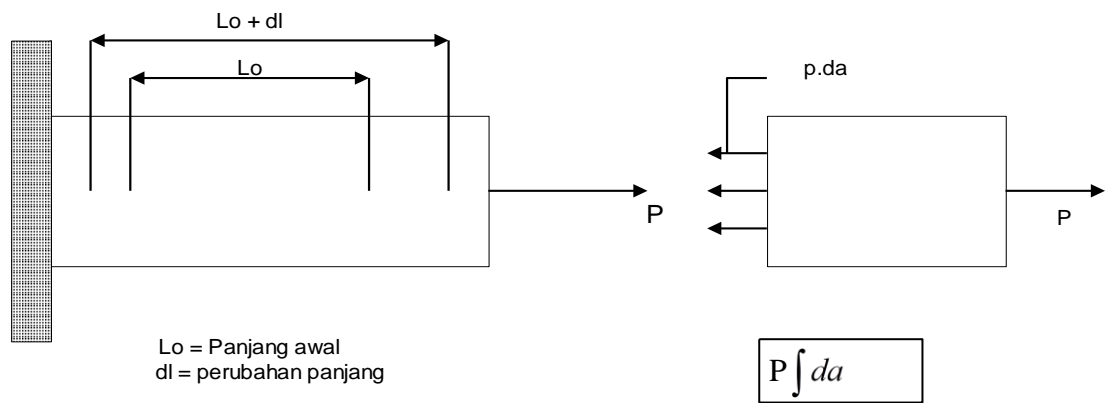
a) **Gaya penarikan dan perubahan panjang (F dan Δ_L)**

Pada mesin uji tarik, data output yang di hasilkan dan terlihat adalah besarnya gaya penarikan (F) maksimal yang mampu ditahan oleh specimen hingga putus dan pertambahan panjang dari spesiment (Δ_L). Besarnya perubahan gaya penarikan ini diterima “loadcells” Sedangkan Δ_L biasanya diukur dengan *Extensiometer*. Dari hubungan antara Gaya

penarikan dan perubahan panjang ini selanjutnya bisa diperoleh nilai parameter lainnya seperti tegangan-regangan, modulus elastisitas, kekuatan lulus, tegangan alir dan juga fenomena necking.

b) Tegangan dan Regangan

Tegangan dan regangan merupakan beberapa nilai yang bisa di cari berdasarkan hasil data grafik pengujian tarik. Biasanya pada grafik pengujian tarik didapatkan hasil perbandingan Beban maksimum yang ditahan dengan pertambahan panjang (ΔL)



1. Tegangan tarik dapat dicari menggunakan rumus

$(\sigma) = P / A_0 ; A_0 = \pi/4 (d_0) ^ 2 ; d_0 = \text{diameter awal spesimen, Maka,}$

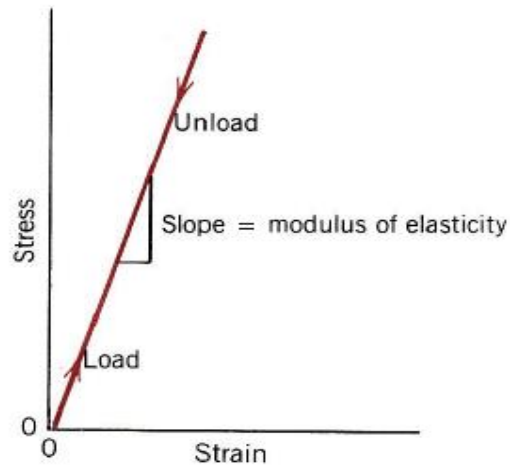
$(\sigma \text{ tarik max.}) = \frac{P \text{ max}}{A} \left(\frac{N}{mm^2} \right) \dots\dots\dots(2.1)$

2. Regangan (e) = $\frac{(L1-L0)}{L0}$

= $\frac{\Delta L}{L0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$

c) Modulus Elastisitas

Maksud dari mencari nilai modulus elastisitas adalah untuk mengetahui tingkat kekakuan dari suatu material. Kekakuan adalah Sifat yang didasarkan pada sejauh mana bahan mampu menahan perubahan bentuk. Ukuran kekakuan suatu bahan dapat dilihat dari nilai modulus elastisitasnya, yang diperoleh dengan membagi tegangan satuan dengan perubahan bentuk satuan-satuan yang disebabkan oleh tegangan tersebut.



Gambar 2.14 Modulus Elastisitas

$$\text{Modulus Elastisitas (E)} = \frac{\sigma}{e} (\text{N/mm}^2) \dots\dots\dots (2.3)$$

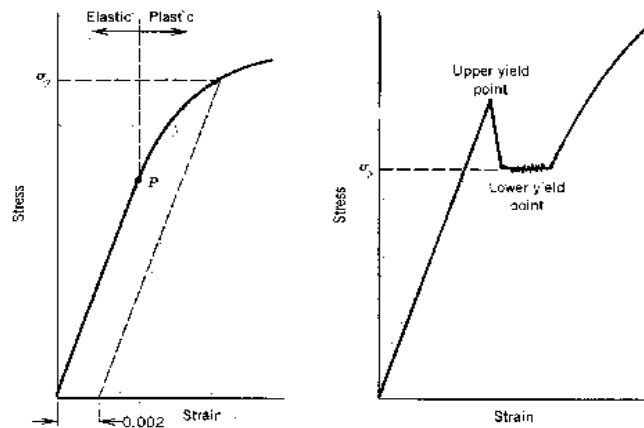
E = Modulus Elastisitas

σ = Tegangan Tarik

e = Regangan

d) Kekuatan Luluh (σ_y)

Kekuatan luluh material akan terjadi pada saat dimulainya deformasi plastis, yang terindikasikan adanya penyimpangan kurva tegangan-regangan terhadap batas proposional yakni pada daerah transisi batas elastis dan plastis yaitu pada titik P Gambar 2.11 Selanjutnya harga kekuatan luluh dilakukan dengan offset 0,2 % dan menarik garis sejajar dengan garis proposional maka didapat kekuatan luluh (σ_y) Sedangkan pada Gambar 2.11 b terlihat adanya “ kekuatan luluh atas , perpanjangan luluh (*yield point elongation*) dan kekuatan luluh bawah . Phenomena ini biasanya terjadi pada logam-logam yang mendekati murni.



Gambar 2.15 Kekuatan Luluh

Gambar 2.11. a. Kurva tegangan- regangan dengan batas trasi elastis – plastis

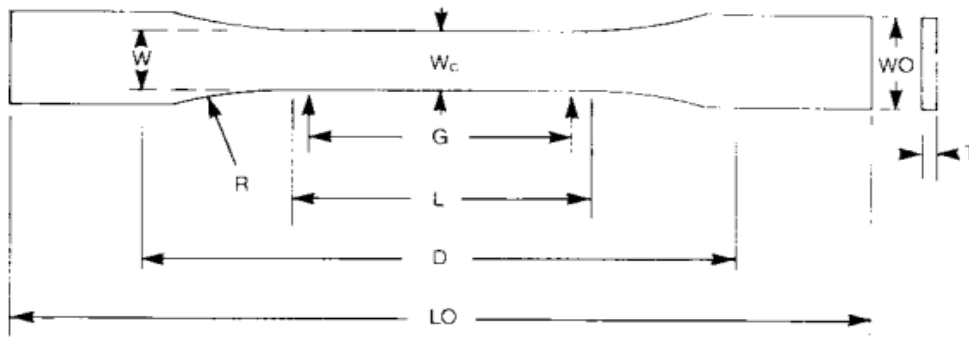
Gambar 2.11. b. Menunjukkan adanya kekuatan luluh atas dan bawah.

e) Pengujian Tarik ASTM D-638

Pengujian tarik yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan standar pengujian tarik *ASTM D-638*. Yang memiliki dimensi specimen seperti gambar 2.16 dibawah ini :

Dimensions (see drawings)	7 (0.28) or under		Over 7 to 14 (0.28 to 0.55), incl	4 (0.16) or under		Tolerances
	Type I	Type II	Type III	Type IV ^B	Type V ^{C,D}	
W—Width of narrow section ^{E,F}	13 (0.50)	6 (0.25)	19 (0.75)	6 (0.25)	3.18 (0.125)	$\pm 0.5 (\pm 0.02)^{B,C}$
L—Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	57 (2.25)	33 (1.30)	9.53 (0.375)	$\pm 0.5 (\pm 0.02)^C$
WO—Width overall, min ^G	19 (0.75)	19 (0.75)	29 (1.13)	19 (0.75)	...	+ 6.4 (+ 0.25)
WO—Width overall, min ^G	...	...	...	...	9.53 (0.375)	+ 3.18 (+ 0.125)
LO—Length overall, min ^H	165 (6.5)	183 (7.2)	246 (9.7)	115 (4.5)	63.5 (2.5)	no max (no max)
G—Gage length ^I	50 (2.00)	50 (2.00)	50 (2.00)	...	7.62 (0.300)	$\pm 0.25 (\pm 0.010)^C$
G—Gage length ^I	...	...	...	25 (1.00)	...	$\pm 0.13 (\pm 0.005)$
D—Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	115 (4.5)	65 (2.5) ^J	25.4 (1.0)	$\pm 5 (\pm 0.2)$
R—Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	76 (3.00)	14 (0.56)	12.7 (0.5)	$\pm 1 (\pm 0.04)^C$
RO—Outer radius (Type IV)	...	...	...	25 (1.00)	...	$\pm 1 (\pm 0.04)$

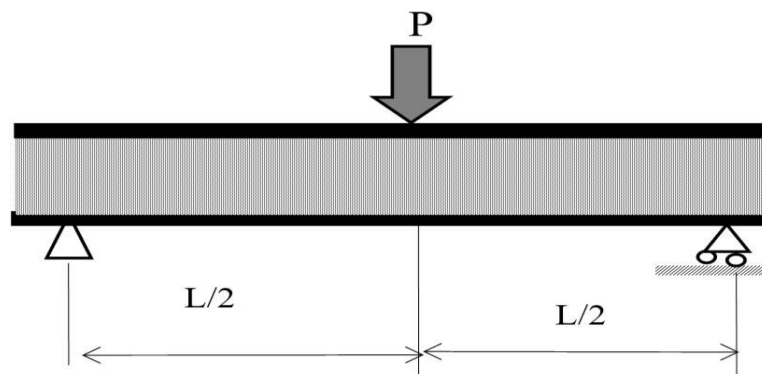
Gambar 2.16 Tabel Dimensi Sampel Uji Tarik *ASTM D-638*



Gambar 2.17 Keterangan Dimensi Pengujian Tarik ASTM D-638

2.1.8 Pengujian Bending

Untuk mengetahui kekuatan bending suatu material dapat dilakukan dengan pengujian bending terhadap material komposit tersebut. Kekuatan bending atau kekuatan lengkung adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Besar kekuatan bending tergantung pada jenis material dan pembebanan. Dalam material komposit, biasanya kekuatan tekan memiliki nilai yang berbeda dan lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan tarik. Dan pada umumnya, material komposit mempunyai nilai modulus elastisitas bending yang berbeda dengan nilai modulus elastisitas tariknya. Akibat pengujian bending, pada bagian atas spesimen mengalami tekanan, dan bagian bawah mengalami tarikan. Kegagalan yang terjadi akibat uji bending komposit yaitu mengalami patah pada bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik (Hariyanto, t.t.). Momen Bending dan Kekuatan bending komposit dapat ditentukan dengan persamaan 2.4 dan 2.5 Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut (Hariyanto, t.t.) :



Gambar 2.18 Pengujian Bending

Sehingga kekuatan bending dapat dirumuskan sebagai berikut :

Momen Lentur Bending :

$$M = \left(\frac{P}{2} \cdot \frac{L}{2} \right)$$

$$M = \frac{P \cdot L}{4} \dots\dots\dots(2.4)$$

Kekuatan Bending :

$$\sigma_b = \frac{M \cdot C}{I}$$

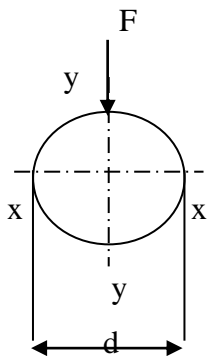
$$\sigma_b = \frac{\left(\frac{P L}{2 \cdot 2} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right)}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3}$$

$$\sigma_b = \frac{12 P \cdot L}{8 b h^2}$$

$$\sigma_b = \frac{3 P \cdot L}{2 b h^2} \dots\dots\dots(2.5)$$

a. Momen inersia dan momen tahanan.

1. Penampang bulat

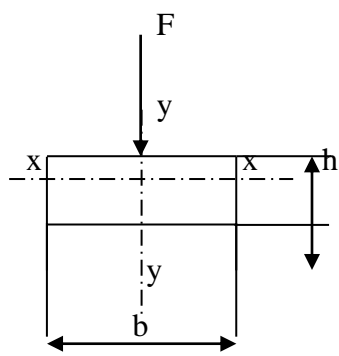


$$I_x = I_y = I$$

$$I = \text{momen inersia} = \frac{\pi}{64} d^4 \text{ (mm}^4\text{)} \dots\dots\dots(2.6)$$

Gambar 2.19 Penampang bulat beban sejajar sumbu y-y/x-x

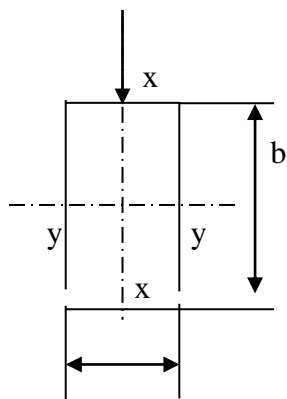
2. Penampang persegi



$$I = \frac{1}{12}bh^3 \text{ (mm}^4 \text{)} \dots\dots\dots(2.7)$$

Gambar 2.20 Penampang persegi beban sejajar sumbu y-y

3. Penampang Persegi Panjang



$$I = \frac{1}{12}hb^3 \text{ (mm}^4 \text{)} \dots\dots\dots(2.8)$$

Gambar 2.15 Penampang persegi beban sejajar sumbu x-x

Sedangkan untuk menentukan modulus elastisitas bending, menggunakan rumus sebagai berikut :

$$E_b = \frac{11 x F x L^3}{32.b.h^3.\delta} \dots\dots\dots(2.9).$$

Lalu, kekakuan dapat dicari dengan persamaan (Lukkassen, D., Meidel, A., 2003) yaitu :

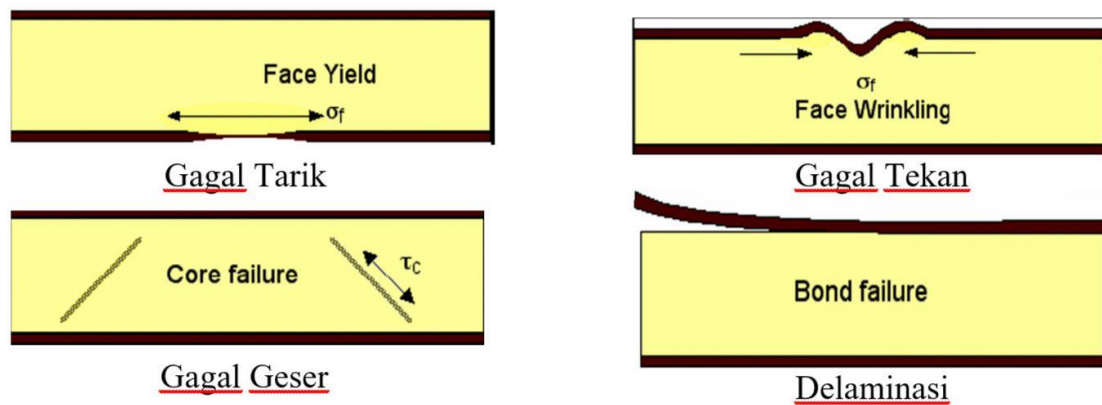
$$D = E . I \dots\dots\dots(2.10).$$

- σ_b = Tegangan Bending (N/mm³)
- E_b = Modulus elastisitas bending (N/mm²)
- P = Beban yang diberikan (N)
- L = Jarak antara titik tumpuan (mm)

- b = Lebar spesimen (mm)
- d = Tebal spesimen (mm)
- δ = Defleksi (mm)
- D = Kekakuan (Nmm²)
- E = Modulus elastisitas (Nmm²)
- I = Momen inersia (mm⁴)

b. Mode Kegagalan Komposit *Sandwich*

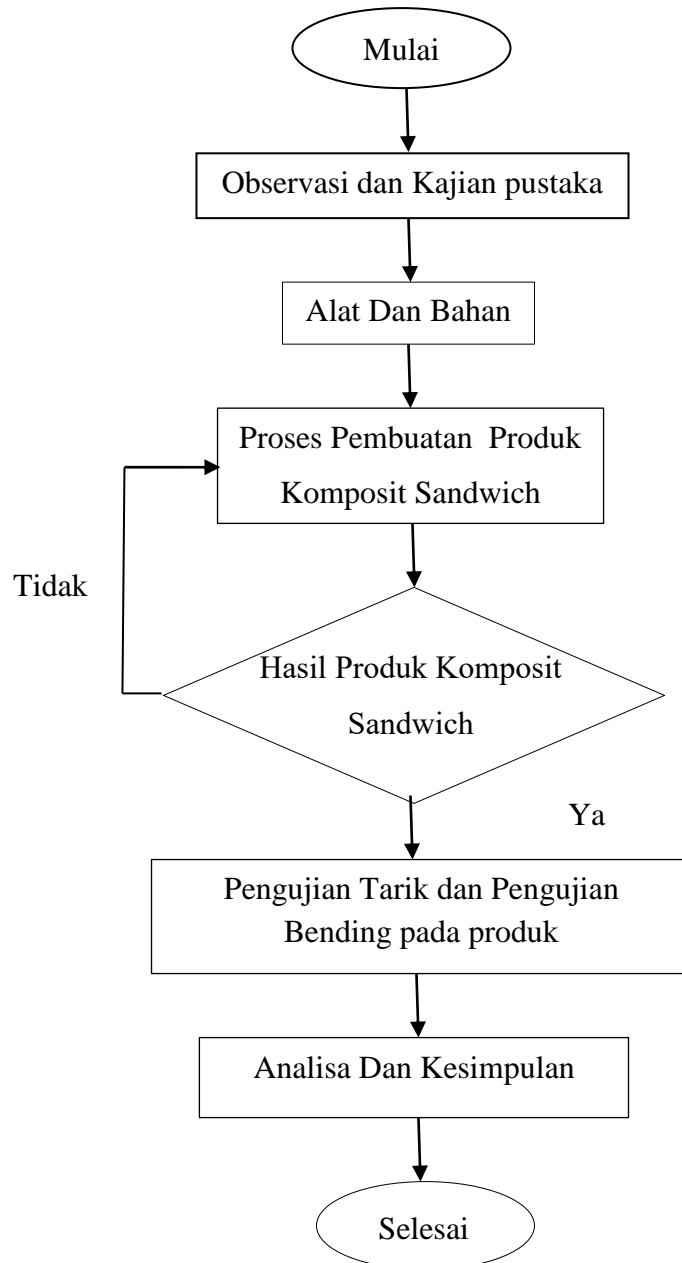
Mode kegagalan komposit *sandwich* ada 4 macam yaitu (1) kegagalan di bagian *skin* akibat beban tarik, (2) kegagalan bagian *skin* akibat beban *buckling*, (3) kegagalan geser pada bagian *core*, dan (4) kegagalan delaminasi antara komposit *skin* dan *core*. Mode kegagalan tersebut ditunjukkan seperti pada gambar 3.



Gambar 2.21 Kegagalan Komposit *Sandwich*

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.2 Peralatan dan Bahan

Pada penelitian ini melibatkan beberapa alat dan bahan yang digunakan, diantaranya adalah:

1. Serat Gelas Kaca

Serat penguat yang digunakan pada sampel uji ini adalah serat gelas kaca, fungsi dari serat adalah sebagai material yang mempunyai kekuatan tinggi sehingga mampu menahan beban di awal pengujian. Serat gelas kaca yang digunakan adalah tipe serat gelas kaca acak seperti yang ditunjukkan gambar

3.2



Gambar 3.2 Serat gelas kaca acak

2. Serat Bulu Ayam (SBA)

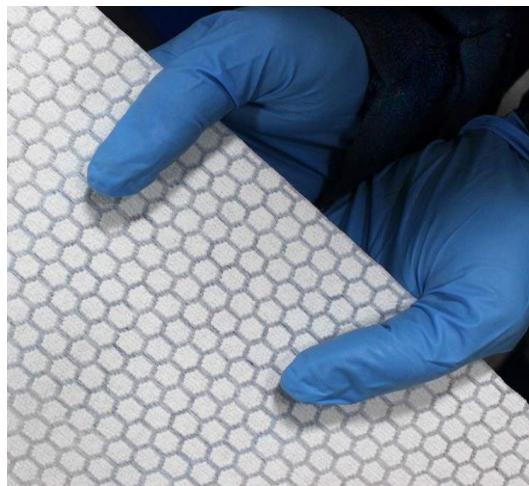
SBA adalah salah satu serat alami yang digunakan pada penelitian ini, serat bulu ayam sudah sering digunakan pada penelitian sebelumnya, serat bulu ayam memiliki karakteristik ringan, kepadatan yang rendah, dan memiliki retensi terhadap temperatur. Bentuk SBA seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Serat Bulu Ayam

3. *Lantor Soric*

Bahan yang digunakan sebagai core pada komposit sandwich penelitian ini adalah *lantor soric*. *Lantor soric* memiliki struktur seperti rumah tawon sehingga bagus digunakan sebagai *core* karena akan mendistribusikan resin ke semua bagian dari komposit *sandwich* tersebut. Bentuk *lantor soric* seperti pada gambar 3.4



Gambar 3.4 *Lantor Soric*

4. Resin

Resin berfungsi sebagai matrik/adesif untuk merekat dan mengikat antara serat-serat penguat dan menyatukan *skin – core*. Resin yang digunakan pada tugas akhir ini adalah resin *shvc* seperti pada gambar 3.5 ini



Gambar 3.5 Resin

5. Katalis

Fungsi dari katalis ini adalah mempercepat proses pengeringan (*curing*) pada bahan matriks suatu komposit.



Gambar 3.6 Katalis

6. *Wax Release Agent*

Wax release agent berfungsi sebagai bahan untuk mencegah hasil produk sampel ujimelekat di alasnya. Sebaiknya *wax release agent* di oleskan lebih dari 1 kali dan merata, karena semakin banyak dan merata dioleskan maka akan semakin meminimalkan terjadi *void* pada hasil produk. *Wax release agent* yang digunakan seperti pada gambar 3.10



Gambar 3.7 Wax Release Agent

7. Plat Alumunium

Plat alumunium (gambar 3.11) berfungsi sebagai alas dari pembuatan produk sampel uji komposit *sandwich* ini.



Gambar 3.8 Plat Alumunium

8. *Press Hydraulic*

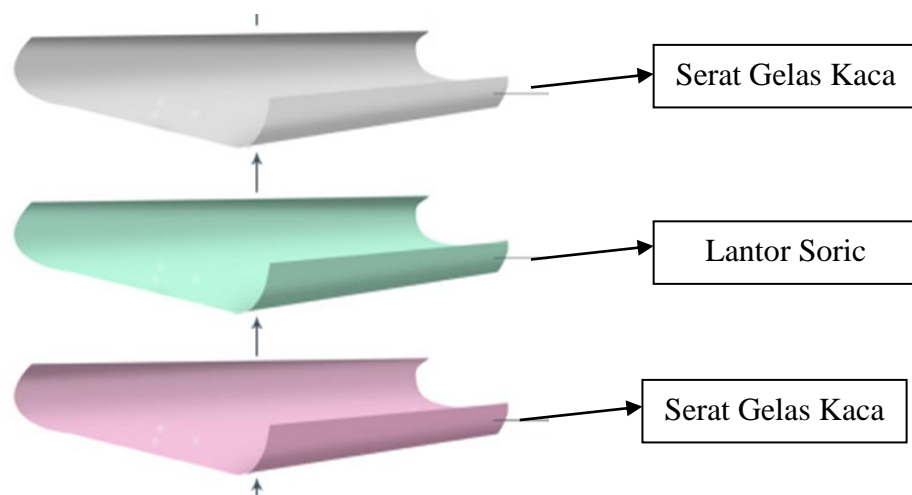
Press Hydraulic berguna sebagai media penekan pada produk yang akan dibuat untuk mengurangi resin berlebih, meratakan penyebaran resin ke seluruh permukaan dan mencegah hasil produk terlalu tebal. Untuk press hydraulic yang digunakan seperti pada gambar 3.12 dibawah ini



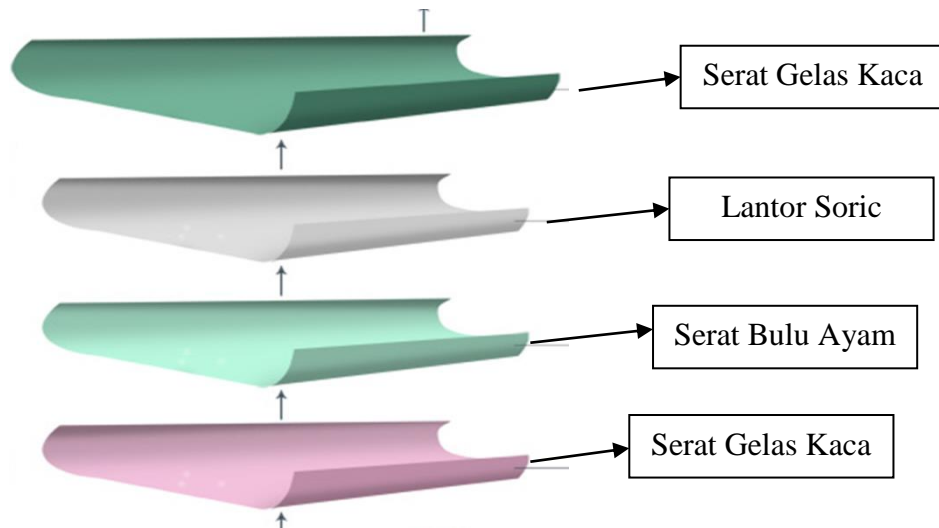
Gambar 3.9 Press Hydraulic

3.3 Pembuatan Sampel Uji Komposit Sandwich

Pembuatan spesimen uji komposit *sandwich* akan dibagi menjadi 2 sampel untuk di uji, pertama ada sampel A yang susunannya dapat dilihat pada gambar 3.9 lalu yg kedua ada sampel B yang susunannya dapat dilihat pada gambar 3.10



Gambar 3.10 Susunan Sampel Uji A



Gambar 3.11 Susunan Sampel Uji B

Sampel uji komposit *sandwich* tersebut dibuat dengan *metode press mold*. Lamina komposit sandwich sampel uji A tersusun dari 1 lamina serat gelas kaca pada bagian skin atas dan bawah dan 1 lamina *lantor soric* yang diletakkan pada core. Perbedaan dengan sampel uji B adalah pada sampel Uji B ditambahkan bulu ayam diatas skin. Posisi serat gelas kaca ditempatkan pada sisi terluar yang menerima beban lebih besar. Bulu ayam sebelum digunakann pada sampel uji ini di press dahulu untuk membuat bulu ayam menjadi kaku dan mudah disusun. Serat gelas kaca yang digunakan adalah serat gelas acak dan *lantor soric* yang digunakan sebagai core memiliki ketebalan 3 mm. Dimensi dari masing-masing sampel uji yang dibuat adalah 20 x 30 cm. Langkah-langkah pembuatan sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan yang akan dipakai untuk pembuatan produk sampel uji
2. Lakukan pemotongan pada serat fiber acak, lantor soric sesuai dengan dimensi sampel uji yang ditentukan, yaitu 20 x 30 cm.
3. Selanjutnya proses pengolesan *wax release agent* yang menggunakan *honey wax*, dilakukan dengan mengoleskan menggunakan kuas pada plat aluminium rata yang menjadi alas pembuatan sampel uji ini. Setelah pengolesan, ditunggu hingga 3 - 5 menit lalu hasil *wax* di gosok dengan kain

hingga *glossy*. Proses ini dilakukan sebanyak tiga kali agar saat proses pelepasan produk lebih mudah dan tidak ada sisa resin yang tertinggal..

4. Proses selanjutnyameletakkan dan menyusun serat fiber, *lantor soric* dan bulu ayam sesuai susunan yang ditentukan, yaitu susunan untuk sampel Uji A dan sampel Uji B
5. Kemudian menyiapkan campuran resin dan katalis. Resin dituangkan dahulu ke dalam gelas ukur untuk mengetahui berapa ukuran yang diinginkan. Resin yang digunakan pada 1 sampel sebanyak 75 ml dan katalis yang digunakan 2,5 ml
6. Setelah campuran resin sudah sedia, tuangkan pada lapisan serat gelas kaca dan *lantor soric* tadi, lalu diratakan dengan kuas atau roll 6
7. Setelah bahan serat dan resin sudah tercampur rata, selanjutnya produk tersebut di press menggunakan hidraulik press yang terdapat pada lab Teknik Mesin UII lalu ditunggu hingga 6 jam. Tekanan pada press hydraulic adalah 100 kg.

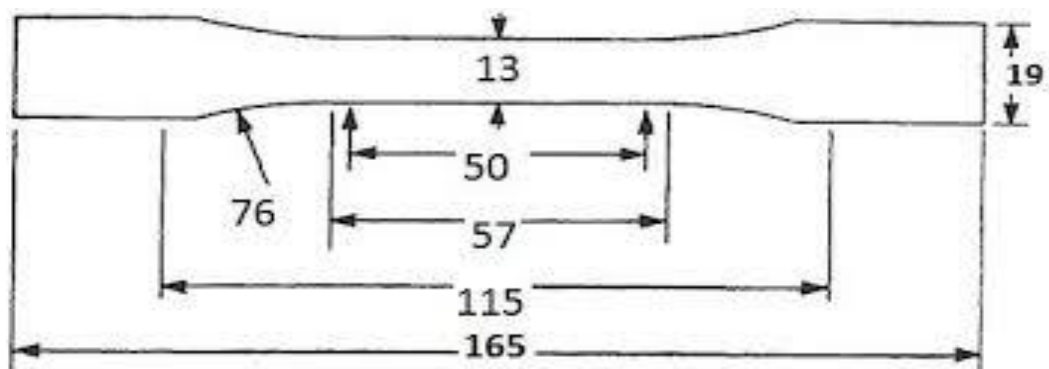


Gambar 3.12 Proses Pressing pada produk

3.4 Proses Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik pada produk komposit ini menggunakan standar pengujian tarik *ASTM D-638* yang dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik DTMI UGM, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Membentuk sampel uji sebanyak 3 sampel dari hasil produk yang telah dibuat tadi sesuai dengan dimensi standar dari *ASTM D-638*, masing-masing produk A membuat 3 sampel dan produk B membuat 3 sampel.
2. Dimensi sampel uji yang digunakan dengan rincian seperti pada gambar 3.20



Gambar 3.13 Dimensi Sampel Uji Tarik

3. Tempatkan dan kunci sampel uji tarik pada Alat Pengujian Tarik *ASTM D-638*



Gambar 3.14 Penempatan Sampel Uji Tarik

4. Naikkan beban secara perlahan-lahan hingga terjadi patahan pada sampel uji



Gambar 3.15 Panel Alat Pengujian Tarik

5. Secara otomatis ketika beban dinaikkan hingga patah, grafik akan dituliskan pada kertas dan mengetahui hasil beban maksimal yang mampu ditahan oleh sampel hingga patah dan penambahan panjang dari sampel uji.

3.5 Proses Pengujian Bending

Proses pengujian bending yang dilakukan pada produk komposit ini menggunakan standar *Three Point Bending*, yang dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik DTMI UGM, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Membentuk sampel uji sebanyak 3 sampel dari hasil produk yang telah dibuat tadi sesuai dengan dimensi standar dari *ASTM D-638*, masing-masing produk A membuat 3 sampel dan produk B membuat 3 sampel.
2. Dimensi sampel uji yang dibuat dengan rincian Panjang 120 mm dan Lebar 12 mm. Contoh sampel uji yang telah dibuat seperti pada gambar 3.23
3. Selanjutnya mensetting jarak 2 tumpuan sesuai ukuran yang ditentukan, pada sampel uji ini peneliti menentukan jarak antara 2 tumpuan adalah 60 mm. Setting menggunakan kunci L seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.23



Gambar 3.16 Mensetting titik tumpu

4. Tempatkan sampel uji bending pada Alat Pengujian Three Point Bending seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.24



Gambar 3.17 Menempatkan Sampel Uji

5. Naikkan beban secara perlahan-lahan dan perhatikan berapa beban maksimal yang mampu ditahan sampai patah lalu catat hasilnya. Hasil beban maksimal dapat dilihat pada panel seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.25

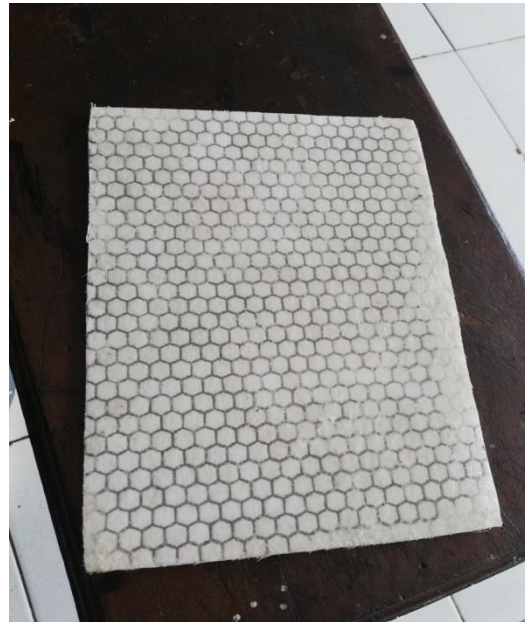


Gambar 3.18 Panel Uji Bending

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Produk Sampel Uji

1. Hasil Produk Sampel Adan Produk Sampel Uji B seperti ditunjukkan pada gambar 4.1 dan 4.2



Gambar 4.1 Produk Sampel A



Gambar 4.2 Produk Sampel B

Tabel 4.1 Hasil perhitungan Density

	P (mm)	L (mm)	T (mm)	V (mm ³)	Massa (gr)	Density (gr/cm ³)
Sampel A	120	12	3,06	4406,4	4,9	1,13
Sampel B	120	12	3,88	5587,2	6,6	1,18

2. Sampel uji untuk Pengujian Tarik dan Pengujian Bending seperti ditunjukkan pada gambar 4.3 dan 4.4



Gambar 4.3 Sampel Uji Tarik

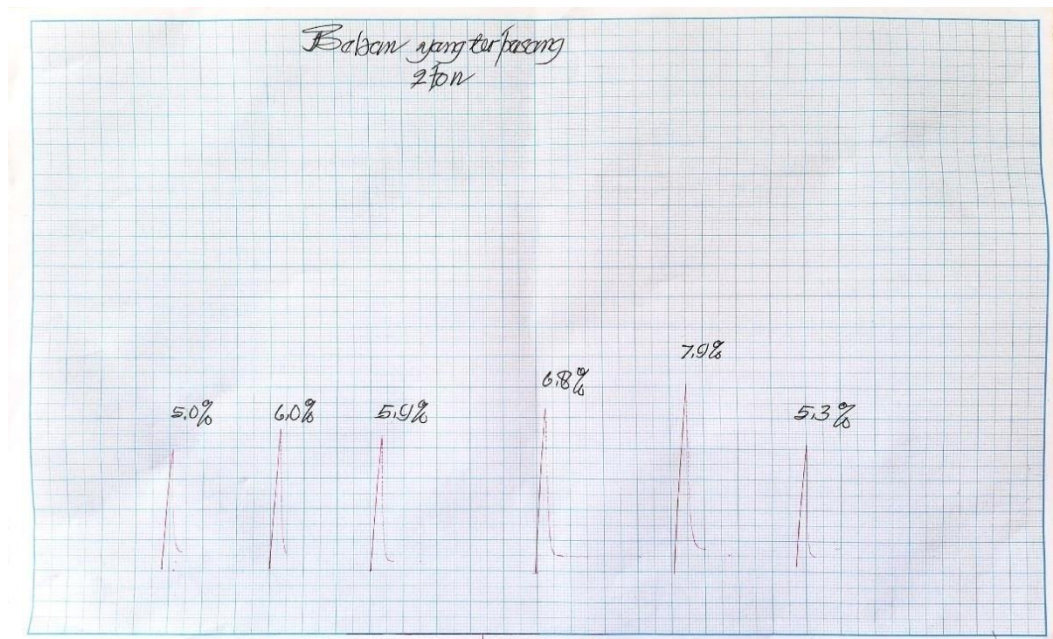


Gambar 4.4 Sampel Uji Bending

4.2 Analisis dan Pembahasan Hasil Pengujian Tarik

Berdasarkan Pengujian Tarik yang telah dilakukan, didapatkan hasil dan analisa sebagai berikut :

4.2.1 Hasil Pengujian Tarik



Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Tarik

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tarik

Kode	Nomor	A (Luas) mm ²	F.max (N)	ΔL (mm)	L ₀ (mm)
Komposit A	A1	37,09	981,0	0,68	57
	A2	37,09	1177,2	0,64	57
	A3	37,33	1157,6	0,62	57
Komposit B	B1	46,95	1236,1	0,54	57
	B2	46,95	1550,0	0,52	57
	B3	46,71	1501,0	0,6	57

Tabel 4.1 merupakan data hasil pengujian tarik ASTM D-638 pada sampel uji, untuk mencari nilai tegangan tarik maximum dan nilai regangan yang di miliki

bahan uji dapat di gunakan rumus yang ada pada bab 2 dengan persamaan 2.1 dan persamaan 2.2

Berikut digunakan data hasil pengujian sampel komposit A1 untuk mencari nilai Tegangan Tarik Maksimum dan Regangan Tarik dengan contoh sebagai berikut :

$$\begin{array}{llll} \text{Diketahui: } F_{\max} & = 981\text{N} & L_0 & = 57 \text{ mm} \\ & & & \\ & A & = 37,09 \text{ mm}^2 & \Delta L & = 0,68 \text{ mm} \end{array}$$

Nilai Tegangan Tarik Maksimum:

$$\sigma_{\max} = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{981}{37,09}$$

$$\sigma_{\max} = 26,45 \text{ N/mm}^2 = 26,45 \text{ Mpa}$$

Nilai Regangan Tarik :

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

$$e = \frac{0,68}{57} \times 100\% = 1,19 \%$$

Nilai Modulus Elastisitas

$$\sigma = E \times e$$

$$E = \frac{\sigma}{e}$$

$$E = \frac{26,45}{0,0119}$$

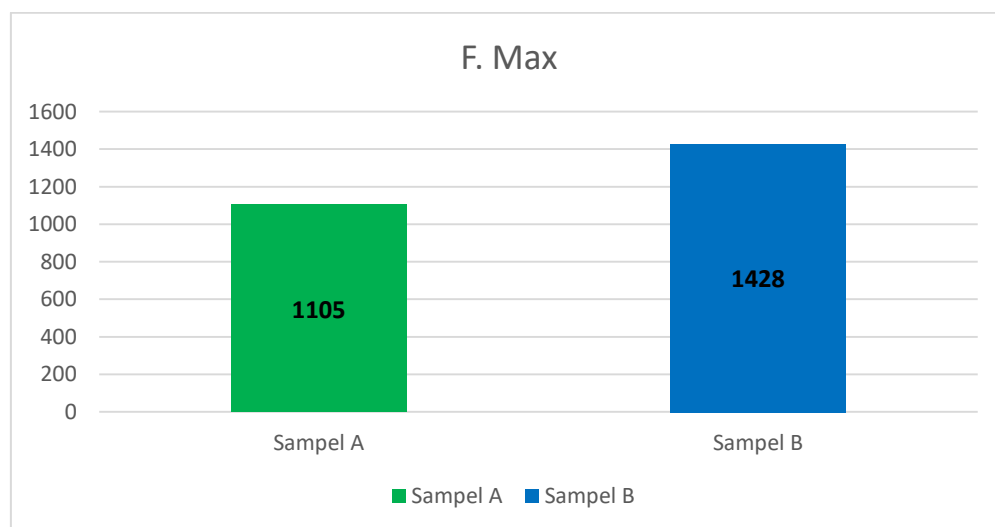
$$E = 2217,18 \text{ Mpa} = 2,22 \text{ Gpa}$$

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Tegangan Tarik dan Regangan

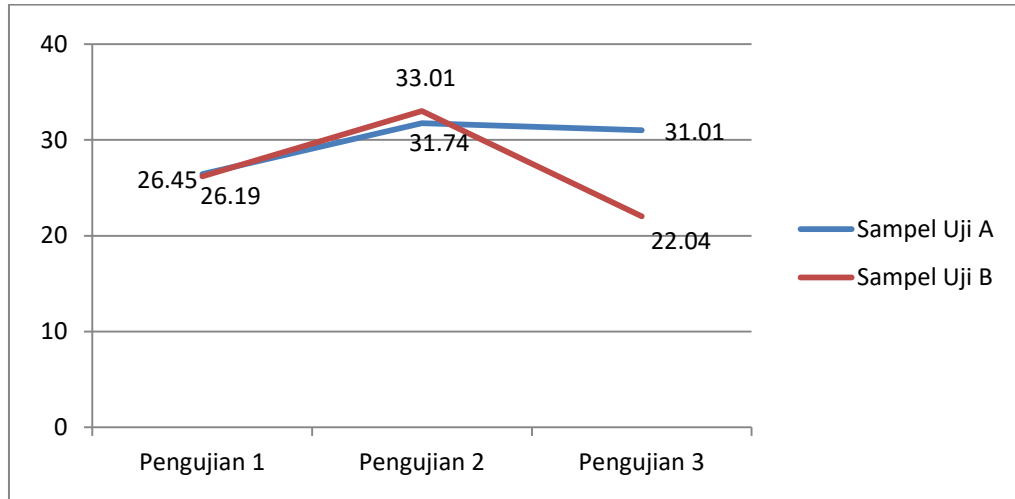
Kode	Nomor	F.max (N)	σ Max	σ max. rata rata	Regangan	E (Gpa)
Komposit A	A1	981,0	26,45	29,73	0,0119	2,22
	A2	1177,2	31,74		0,0112	2,83
	A3	1157,6	31,01		0,0109	2,85
Komposit B	B1	1236,1	26,33	27,08	0,0095	2,76
	B2	1550,0	33,01		0,0091	3,62
	B3	1039,9	22,26		0,0105	2,12

4.2.2 Pembahasan

Berdasarkan data hasil perhitungan dan nilai yang ditunjukkan pada tabel 4.1 dan tabel 4.2, peneliti mengambil beban maksimal terbesar pada sampel uji A dan sampel uji B untuk membandingkan dan mengetahui pengaruh penambahan kekuatan dari bulu ayam terhadap *sandwich* komposit. Maka didapatkan hasil bahwa pada sampel uji komposit B mampu menahan beban maksimal lebih besar yaitu 1428 n dibandingkan dengan sampel uji komposit A yaitu 1105 N (sampel uji A2) seperti yang ditunjukkan pada grafik 4.1



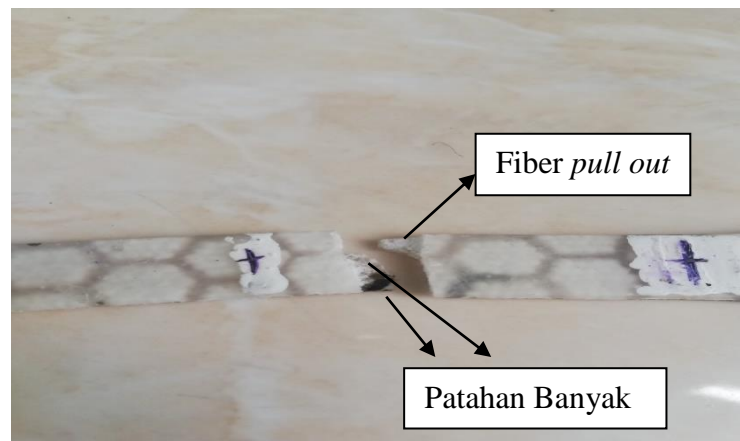
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Beban Maksimal



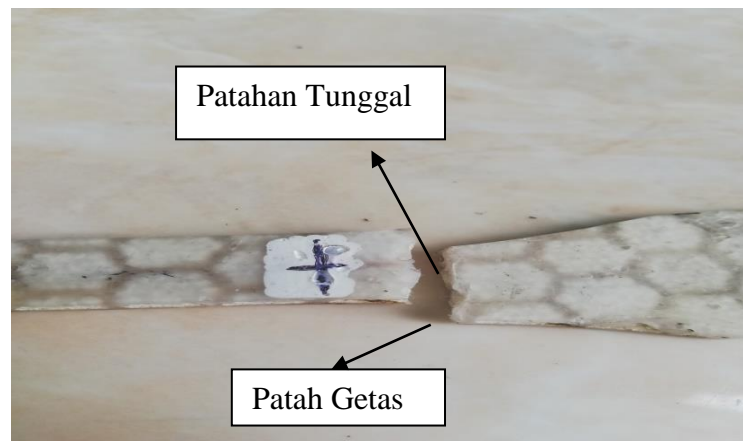
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Tegangan Tarik Maksimal

Dan untuk hasil tegangan tarik maksimal, nilai tertinggi dari tegangan tarik maksimal terdapat pada sampel uji komposit B lebih yaitu 31,74 MPa (sampel uji B2). Namun untuk tegangan maksimal rata-rata pada komposit sampel uji A memiliki nilai yang lebih tinggi yaitu 29,73 Mpa dibandingkan dengan sampel uji B yaitu 27,08 Mpa. Ini menunjukkan bahwa sebenarnya komposit sampel uji B memiliki nilai yang tegangan tarik yang paling tinggi pada salah satu pengujian, hanya saja dikarenakan penataan bulu ayam yang tidak merata menyebabkan tegangan tarik pada sampel uji B menjadi tidak konstan dan memiliki perbedaan cukup jauh, sehingga bila di rata-rata tegangan tarik maksimal sampel uji A memiliki nilai yang lebih tinggi dibanding sampel uji B.

4.2.3 Bentuk Patahan Uji Tarik Komposit Sandwich



Gambar 4.8 Analisis Patahan pada sampel uji A



Gambar 4.9 Analisis patahan pada sampel uji B

Bentuk patahan material komposit *sandwich* yang terjadi pada sampel uji A (gambar 4.8) ialah patahan dan pada sampel uji A juga terdapat patahan fiber pull out yaitu tercabutnya serat dari resin yang disebabkan ketika resin retak akibat beban tarik, kemampuan untuk menahan beban akan segera berkurang. Sementara patahan yang terjadi pada sampel uji B ialah patahan tunggal, patahan tunggal adalah patahan yang terjadi hanya pada satu bidang kontak saja yang disebabkan ketika serat putus akibat beban tarik, resin tidak mampu menerima lagi beban tambahan. Selain itu bentuk patahan juga menunjukkan bahwa pada sampel uji B memiliki nilai kekakuan yang tinggi.

4.3 Analisis dan Pembahasan Hasil Pengujian Bending

Berdasarkan Pengujian Tarik yang telah dilakukan, didapatkan hasil dan analisa sebagai berikut :

4.3.1 Hasil Pengujian Bending

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Bending

Kode	Nomor	b (mm)	h (mm)	L	F. Max (N)	Defleksi (mm)
Komposit A	A1	11	3,04	60	108	8,51
	A2	11	3,04	60	116	7,17
	A3	11	3,06	60	112	6,73
Komposit B	B1	11	3,88	60	148	4,43
	B2	11	3,88	60	168	3,90
	B3	11	3,86	60	152	6,01

Tabel 4.3 merupakan data hasil pengujian bending menggunakan standar Three Point Bending, selanjutnya berdasarkan data tersebut akan dicari nilai dari Momen Inersia, Tegangan Bending, Momen Lentur, Modulus Elastisitas Bending dan juga Kekakuan Penampang pada sampel uji menggunakan rumus yang ada pada bab 2 dengan persamaan 2,10 2.13 dan 2.14.

Berikut digunakan data hasil pengujian sampel komposit A1 untuk mencari nilai tersebut, dengan contoh sebagai berikut:

Diketahui : $b = 11 \text{ mm}$ $P = 106 \text{ N}$
 $h = 3,04 \text{ mm}$ $L = 60 \text{ mm}$

1. Momen Inersia :

$$I = \frac{1}{12}bh^3$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot 11 \cdot (3,22)^3$$

$$I = 30,60 \text{ mm}^4$$

2. Momen Lentur Bending :

$$M = \frac{P \times L}{4}$$

$$M = \frac{108 \times 60}{4}$$

$$M = 1620 \text{ Nmm}$$

3. Tegangan Bending :

$$\sigma_b = \frac{3 P . L}{2 b h^2}$$

$$\sigma_b = \frac{3 . 108 . 60}{2 . 11 . (3,22)^2}$$

$$\sigma_b = \frac{3 P . L}{2 b h^2}$$

$$\sigma_b = 85,22 \text{ Mpa}$$

4. Modulus Elastisitas Bending

$$E_b = \frac{F \times L^3}{32 \times b \times h^3 \times \zeta}$$

$$E_b = \frac{106 \times 60^3}{32 \times 11 \times 3,04^3 \times 8,51}$$

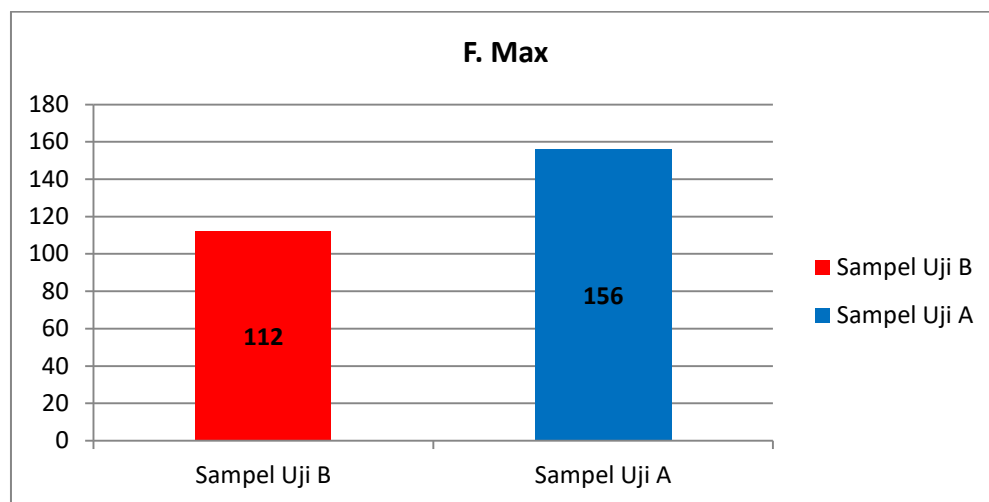
$$E_b = 3048,62 \text{ Mpa} = 3,05 \text{ Gpa}$$

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Uji Bending

Sampel Uji	F. Max (N)	σ_b (Mpa)	σ_b rata-rata	I (mm ⁴)	M (N.mm)	Eb (Gpa)	Eb rata-rata
Komposit A	108	95,62	98,73	25,75	1620	3,05	3,62
	116	102,70		25,75	1740	3,89	
	112	97,86		26,26	1680	3,92	
Komposit B	148	80,44	84,23	53,54	2220	3,82	3,89
	168	91,31		53,54	2520	4,98	
	152	83,47		52,72	2280	2,91	

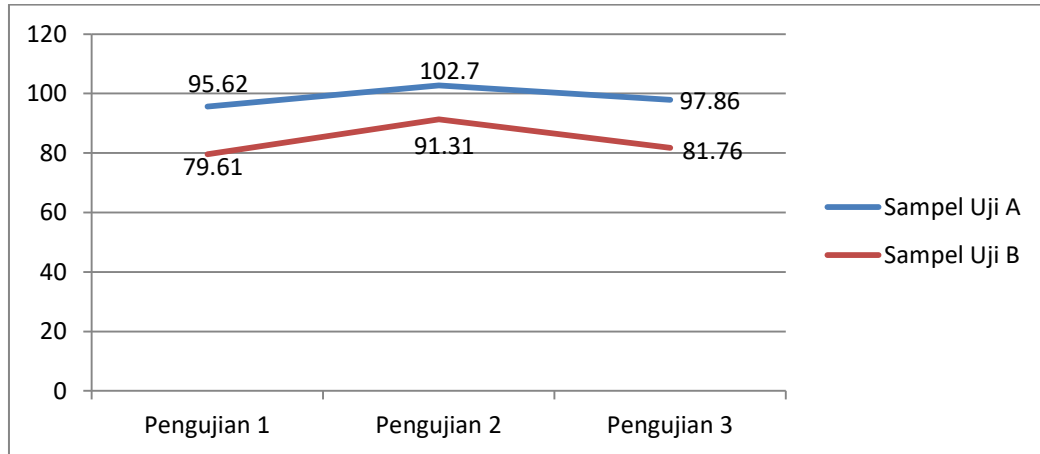
4.3.2 Pembahasan

Berdasarkan data hasil perhitungan dan nilai yang ditunjukkan pada tabel 4.3 dan tabel 4.4, peneliti mengambil beban maksimal terbesar pada masing-masing sampel uji A dan sampel uji B untuk membandingkan dan mengetahui pengaruh penambahan kekuatan dari bulu ayam terhadap *sandwich* komposit pada pengujian bending ini. Dan didapatkan hasil bahwa pada sampel uji komposit B mampu menahan beban maksimal lebih besar yaitu 168 N (sampel uji B2) dibandingkan dengan sampel uji komposit A yaitu 116 N (sampel uji A2) seperti yang ditunjukkan pada grafik 4.3.

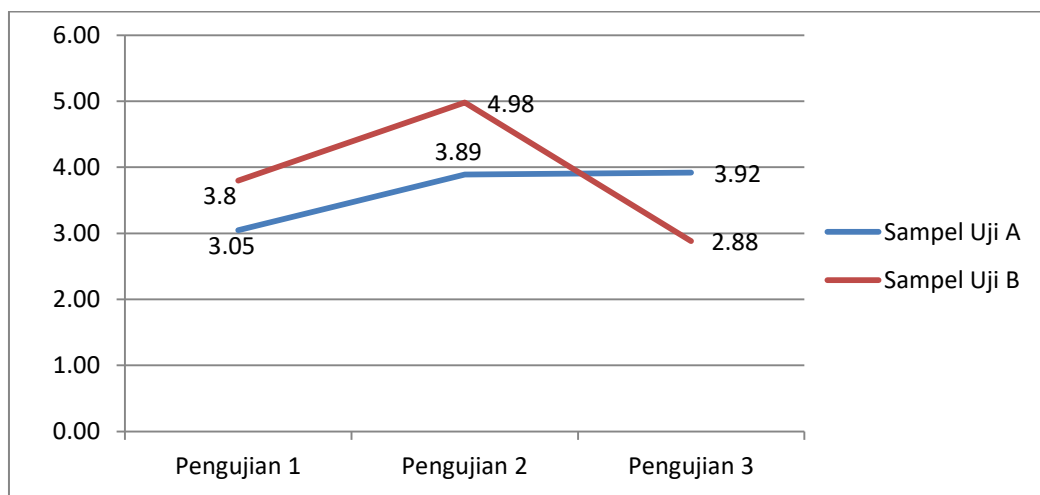


Gambar 4.10 Grafik Perbandingan F max

Pada Tabel 4.4 juga ditunjukkan bahwa sampel uji B memiliki momen bending yang lebih besar yaitu 2349 N.mm (Sampel B2) dibanding dengan sampel uji A yaitu 1690 N.mm. Namun untuk kekuatan bending atau lentur, sampel uji A masih lebih tinggi yaitu 98,73 MPa dibanding dengan sampel uji B yaitu 84,23 Mpa dikarenakan sampel uji B memiliki hasil produk yang lebih kaku dan getas sehingga lebih rentan patah ketika menerima beban berlebih. Dan untuk Modulus Elastisitas Bending, ditunjukkan bahwa Sampel uji B memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi yaitu 3,89 Gpa dibandingkan dengan Sampel A yaitu 3,62 Gpa, ini membuktikan bahwa sampel uji B memiliki kekakuan yang lebih tinggi dikarenakan mempunyai modulus elastisitas yang lebih tinggi dibanding sampel uji A.



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Kekuatan Bending



Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Modulus Elastisitas Bending

Pada tabel 4.1, ditunjukkan bahwa sampel uji komposit A memiliki massa jenis sebesar $1,13 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan sampel uji komposit B memiliki massa jenis sebesar $1,18 \text{ gr/cm}^3$. Selanjutnya akan dihitung kekakuan dari penampang menggunakan persamaan 2.13, dengan contoh sebagai berikut:

Diketahui : $E \text{ sampel uji A} = 3,62 \text{ GPa} =$
 $= 3620 \text{ N/mm}^2$
 $I \text{ sampel uji A} = 26,26 \text{ mm}^4$

$E \text{ sampel uji B} = 3,89 \text{ GPa}$
 $= 3890 \text{ N/mm}^2$
 $I \text{ sampel uji B} = 53,54 \text{ mm}^4$

Sampel A

$$D = E \times I$$

$$D = 3620 \times 25,92$$

$$D = 95061,2 \text{ N/mm}^2 = 93,831 \text{ GPa}$$

Sampel B

$$D = E \times I$$

$$D = 3890 \times 54,10$$

$$D = 208270,6 \text{ N/mm}^2 = 210,449 \text{ GPa}$$

Karena perbedaan luas penampang, maka nilai kekakuan akan dibagi dengan nilai massa jenis dari masing-masing sampel, untuk mencari nilai kekakuan yang lebih pasti, seperti pada persamaan berikut:

Sampel A :

$$\text{Kekakuan} = \frac{93,831}{1,13} = 83,03$$

Sampel B :

$$\text{Kekakuan} = \frac{210,45}{1,18} = 178,3$$

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan nilai bahwa sampel B dengan tambahan bulu ayam masih memiliki kekakuan yang lebih tinggi setelah dibagi dengan massa jenis, dan juga memiliki berat yang cukup ringan bila dibandingkan dengan sampel A karena perbedaan massa jenis yang sedikit dengan sampel A

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Sampel uji komposit B mampu menerima beban paling besar pada kedua pengujian, yaitu pada pengujian tarik sebesar 1550 N sedangkan Pada pengujian bending 168 N
2. Tegangan tarik maksimal yang diterima oleh Sampel B lebih besar yaitu 33,01 MPa dibandingkan sampel A yaitu 31,74 MPa
3. Tegangan bending maksimal yang diterima oleh Sampel A adalah 102,70 MPa dan pada Sampel B adalah 91,31 MPa.
4. Regangan tarik yang terjadi pada pengujian tarik sangat kecil dibawah 1 mm, karena karakter komposit polimer yang getas.
5. Perbedaan hasil yang cukup jauh pada 3 pengujian sampel B disebabkan penataan bulu ayam yang tidak merata atau terdapat bagian yang tebal dan tipis.
6. Dari hasil pengujian bisa diambil kesimpulan bahwa bulu ayam juga memberikan pengaruh tambahan kekuatan dan kekakuan lebih pada komposit *sandwich*, selain itu memiliki berat yang lebih ringan dan harga yang jauh lebih murah dibanding serat penguat lainnya, sehingga dapat dijadikan salah satu opsi serat penguat untuk menambah ketebalan pada komposit *sandwich*

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Dari penelitian yang telah dilakukan, disarankan jika nantinya akan dibuat produk komposit dengan tambahan serat bulu ayam, harus dipastikan dahulu jika bulu ayam telah tersusun dengan rata dan tidak ada bagian yang tebal dan bagian tipis di beberapa tempat, karena bisa menyebabkan perbedaan kekuatan serta mengurangi serapan dan penyaluran dari beban yang nantinya akan diterima oleh material. Dan menggunakan bulu ayam bagian tebal, bukan pada bulu halus,

dikarenakan nantinya tidak menyerap matriks dengan maksimal serta tidak mempunyai penguat yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, 1990. Standards and Literature References for Composite Material. 2d ed., Philadelphia, PA : American Society For Testing and Materials
- Catur, Agus Dwi. t.t. “Sifat Mekanik Komposit Sandwich Berpenguat Serat Bambu- Fiberglass dengan Core Polyurethane Rigid Foam,” 7.
- Diharjo K. & Triyono T. 2000, Material Teknik, Buku Pegangan Kuliah, UNS Press, Surakarta
- Gibson, Ronald F. 1994. Principles Of Composite Material Mechanics. New York : Mc Graw Hill, Inc
- Hariyanto, Agus. t.t. “REKAYASA BAHAN KOMPOSIT SANDWICH HIBRID UNTUK STRUKTUR SISTEM PANEL,” 10.
- Jones. (1975). *Mechanics of Composite Materials*. Washington D.C., USA.
- M, J. R. (1975). *Mechanics of Composite Materials*. Washington D.C., USA.
- Sari, Nasmi Herlina, dan S. Sinarep. 2011. “ANALISA KEKUATAN BENDING KOMPOSIT EPOXY DENGAN PENGUATAN SERAT NILON.” *Dinamika Teknik Mesin* 1 (1). <https://doi.org/10.29303/d.v1i1.130>.
- Schmidt, Walter F., dan Justin R. Barone. “*Polyethylene reinforced with keratin fibers obtained from chicken feathers.*” *Composites Science and Technology*, 2004:173–181.
- Schwartz M. 1984, Composite Materials Handbook, McGraw-Hill Inc., New York, USA
- Setiawan, Dedik. 2012. “PENGUNAAN BULU AYAM SEBAGAI BAHAN PENGANTI SERAT FIBER PADA PEMBUATAN FIBERGLASS.” . . *Volume* 01: 10.

