

**PEMBUATAN KOMPOSIT DARI SERAT RACHIS BULU
MERPATI DENGAN MENGGUNAKAN Matrik POLYESTER**

TUGAS AKHIR

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



Oleh :

Nama : Triana Budiharja

No. Mahasiswa : 02 525 095

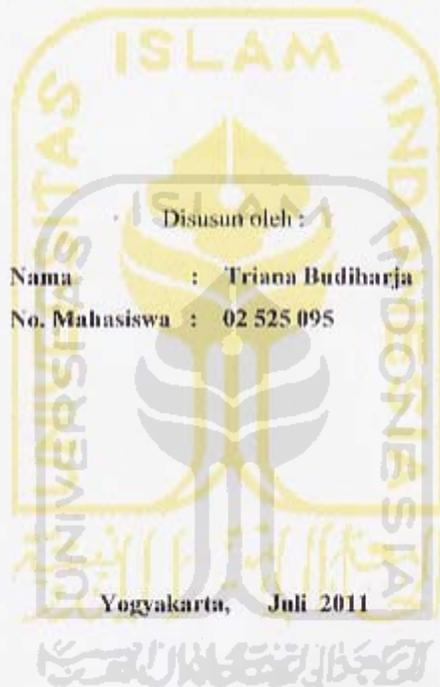
**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2011

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PEMBUATAN KOMPOSIT DARI SERAT RACHIS BULU
MERPATI DENGAN MENGGUNAKAN Matrik POLYESTER

TUGAS AKHIR



Pembimbing

Muhammad Ridwan, ST., MT.

Lembar Pengesahan Dosen Penguji

**PEMBUATAN KOMPOSIT DARI SERAT RACHIS BULU
MERPATI DENGAN MENGGUNAKAN Matrik POLYESTER**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Triana Budiharja

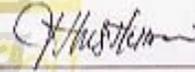
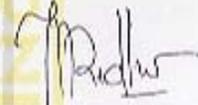
No. Mahasiswa : 02 525 095

Tim Penguji,

Muhammad Ridwan, ST., MT
Ketua

Vendy Antono, ST., MT.
Anggota I

Tri Setya Putra, ST.
Anggota II



Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Agung Nugroho Adi, ST.,MT

PERSEMBAHAN

Sujud syukurku pada-Mu Illahi Robbi yang senantiasa memberikan kemudahan bagi hamba-Nya yang mau berusaha. Petunjuk dan bimbinganMu selama hamba menuntut ilmu berbuah karya sederhana ini yang kupersembahkan kepada :

- Agamaku yang telah mengenalkan aku kepada ALLAH SWT serta Rosul-Nya dan mengarahkan jalan dari gelap-gulita menuju terang benderang, terimakasih ALLAH atas ridhonya hingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini, walaupun kadang keluar dari jalan yang Engkau tetapkan. (“Engkau yang mendengar do’aku dan mengabulkan jerih payahku”).
- Ayah dan Ibu tercinta, dengan do’a dan kasih sayang tulusnya selalu senantiasa memberikan kekuatan dalam setiap langkah ananda, terimakasih atas semua pengorbanan yang tidak ternilai harganya
- Kakakku tersayang yang selalu memberikanku do’a, inspirasi maupun dukungan kepadaku
- Seseorang yang kelak menjadi seorang pendampingku, yang telah memberikanku inspirasi, motivasi, dan kesetiaan
- Almamater Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

MOTTO

**"Yang paling banyak menjatuhkan orang, itu adalah tidak
seimbangny
antara perkataan dan perbuatan"**

(Abdullah Gymnastiar)

**"Hidup adalah belajar, kehidupan adalah pelajaran.
Mati adalah misteri, penentuan dan akherat adalah prestasi hidup.
Maka janganlah kamu hidup dengan mimpi-mimpi, tapi hidupkanlah
mimpi-mimpimu"**

(Abdullah Gymnastiar)

**"Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu.
Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi
orang-orang
yang khusyu"**

(Q.S Al Baqarah : 45)

**Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan .
Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan) tetaplah bekerja
(untuk urusan yg lain) Dan hanya Kepada tuhanmulah engkau
berharap**

(QS. Al Insyira : 6,7,8)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr, Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan para pengikutnya sampai akhir zaman.

Tugas Akhir berjudul “Pembuatan komposit dari serat rachis bulu merpati dengan menggunakan matrik polyester” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri , Universitas Islam Indonesia.

Penulis sangat menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan moral maupun material dari berbagai pihak. Atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis, baik berupa bimbingan, motivasi, dorongan, kerjasama, fasilitas maupun kemudahan lainnya maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga tercinta yang telah senantiasa mendo'akan, melimpahkan kasih sayangnya, dan memberikan motivasi dalam menempuh pendidikan.
2. Bapak Muhammad Ridlwan, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir .
3. Bapak Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng., Pak Risdiyono. ST., M.Eng., Pak Agung Nugroho Adi, ST., MT., Pak Ir. Purtojo, Ibu Yustiasih Purwaningrum, ST., MT. dan semua Dosen Jurusan Teknik Mesin UII yang tidak disebutkan.
4. Para Dosen Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin UII.

5. Sege nap karyawan FTI UII dan staf Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri UII.
6. Teman-teman seperjuangan angkatan 2002 teknik mesin.
7. Semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung yang belum disebutkan.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, ini tidak lepas dari kurangnya pengetahuan penulis, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca demi kemajuan penulis di masa mendatang.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat dan membantu mengembangkan ilmu pengetahuan penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr, Wb.



Yogyakarta, Juli 2011

Penyusun

PEMBUATAN KOMPOSIT DARI SERAT RACHIS BULU MERPATI DENGAN MENGGUNAKAN MATRIK POLYESTER

ABSTRAKSI

Komposit dengan penguat serat yang berada dalam matrik merupakan jenis komposit yang paling banyak digunakan. Penggunaan serat rachis bulu merpati sebagai penguat komposit merupakan alternatif pemanfaatan bahan lokal yang melimpah di Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki pengaruh variasi fraksi massa serat, perlakuan etanol pada serat terhadap tegangan tarik, regangan tarik, dan bentuk patahan dari bahan komposit serat rachis bulu merpati polyester.

Bahan peneliti adalah rachis bulu merpati, unsaturated polyester, hardener MEKPO, dan etanol. Serat rachis bulu merpati tersebut dikenai perlakuan etanol dilanjutkan dengan pengujian tarik serat tunggal. Dari lima kali pengujian yang dilakukan rata-rata mampu menahan beban sebesar 8700gram dan memiliki keuletan sebesar 4,984%.

Bahan komposit dicetak dengan metode cetak tekan. Proses penekanannya menggunakan dongkrak hidrolik. Pembuatan sampel uji dan standar pengujiannya mengacu pada standar ASTM D638. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji GOTECH.

Komposit berpenguat serat rachis bulu merpati mempunyai tegangan tarik maksimum pada $V_f = 37,49\%$ sebesar 4,84 (Mpa), pada komposit dengan $V_f = 45,21\%$ mempunyai tegangan sebesar 2,94% sedangkan pada komposit dengan $V_f = 49,97$ memiliki tegangan sebesar 1,71%.

Kata kunci: Komposit, Kekuatan tarik, Perlakuan etanol

MANUFACTURE OF FIBER COMPOSITES WITH PIGEON FEATHER RACHIS USING POLYESTER MATRIX

ABSTRACT

Composites with fiber reinforcement within the matrix is a kind of composite of the most widely used. The use of pigeon feather rachis fibers as reinforcement composites are an alternative use of local materials which are abundant in Indonesia. The purpose of this research is to investigate the effect of variations in fiber mass fraction, ethanol treatment on the fiber to tensile stress, tensile strain, and fracture of fiber composite materials rachis of pigeon feathers and polyester.

Materials research is a pigeon feather rachis, unsaturated polyester, MEKPO hardener, and ethanol. Pigeon feather rachis fibers are subjected to ethanol treatment followed by a single fiber tensile testing. Based on test result conducted five times the average for 8700gram able to withstand loads and have a elongation of 4.984%.

Composite materials printed by the method of printing press. The process of using a hydraulic jack emphasis. Preparation of test samples and test standards refer to the ASTM D638 standard. Tensile testing is done by machine GOTECH test.

Composite fiber reinforced pigeon feather rachis has a maximum tensile stress at $V_f = 37.49\%$ amounting to 4.84 (Mpa), the composite with $V_f = 45.21\%$ have a elongation of 2.94% while the composite with $V_f = 49.97\%$ has a elongation of 1.71%.

Key words: composites, tensile strength, ethanol treatment

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Kajian Pustaka.....	4
2.2 Dasar Teori.....	5
2.2.1 Pengertian Komposit.....	5
2.2.2 Komposit Serat.....	6
2.2.3 Karakteristik Patahan Pada Material.....	8
2.2.4 Jenis Pembebanan Komposit.....	10
2.2.5 Sifat Fisis Komposit.....	12
2.2.6 Kekuatan Tarik Komposit.....	13

BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	15
3.2 Alat Dan Bahan.....	16
3.3 Pengadaan Material.....	16
3.4 Pengujian Serat tunggal.....	18
3.5 Proses Persiapan.....	19
3.6 Bentuk Cetakan.....	22
3.7 Pembuatan Spesimen.....	23
3.8 Pengujian Tarik.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal.....	26
4.2 Hasil Perhitungan Karakteristik Komposit.....	28
4.3 Hasil Pengujian Tarik Komposit Berpenguat Serat Rachis Merpati.....	30
4.4 Pembahasan Vraksi Volume Serat Komposit.....	31
4.5 Analisa Kekuatan Tarik Komposit.....	32
4.6 Analisa Tegangan pada Komposit.....	33
4.7 Analisa Regangan pada Komposit.....	34
4.8 Pembahasan dan Analisa Bentuk Patahan Uji Tarik Komposit Serat Rachis Merpati.....	35
4.8.1 Bentuk patahan dengan variasi serat $V_f=37,49\%$	36
4.8.2 Bentuk Patahan dengan variasi serat $V_f=45,21\%$	37
4.8.3 Bentuk patahan dengan variasi serat $V_f=49,97\%$	38
BAB V PENUTUP	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	39

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 4.1 Hasil pengujian tarik serat tunggal.....	26
Tabel 4.2 Hasil data dimensi fraksi volume komposit.....	28
Tabel 4.3 Pengujian Tarik Komposit Dengan Variasi 37,49%	30
Tabel 4.4 Pengujian Tarik Komposit Dengan Variasi 45,21%	30
Tabel 4.5 Pengujian Tarik Komposit Dengan Variasi 49,97%	31



DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Bagian-bagian bulu (Bartels, 2003).....	4
Gambar 2.2 <i>Komposit Serat</i>	6
Gambar 2.3 Grafik hubungan antara kekuatan dan susunan serat pada komposit (Schwartz, 1984)	7
Gambar 2.4 <i>Fiber pull out</i> (Schwartz, 1984).....	10
Gambar 2.5 Patah Banyak (Schwartz, 1984).....	10
Gambar 2.6 Patah tunggal (Schwartz, 1984).....	11
Gambar 2.7 <i>Debonding</i> (Schwartz, 1984).....	11
Gambar 2.8 <i>Isostrain</i> (Chawla, 1987).....	12
Gambar 2.9 <i>Isostress</i> (Chawla, 1987).....	12
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	16
Gambar 3.2 Specimen uji serat tunggal	18
Gambar 3.3 Standar uji tarik serat tunggal (ASTM D3379).....	18
Gambar 3.4 Alat uji tarik	19
Gambar 3.4 Saat penarikan	19
Gambar 3.5 Cetakan sudah dibersihkan	19
Gambar 3.6 Perendaman bulu merpati dengan ethanol	20
Gambar 3.7 Proses pengeringan dibawah sinar matahari	20
Gambar 3.8 Proses pemotongan bulu merpati	21
Gambar 3.8 Hasil pemotongan.....	21
Gambar 3.9 Penimbangan serat	21
Gambar 3.10 Pencampuran resin dan katalis	22
Gambar 3.11 Bentuk cetakan	22
Gambar 3.12 Susunan rachis bulu merpati pada cetakan	23
Gambar 3.13 Proses penekanan dengan dongkrak hidrolik	23
Gambar 3.14 Hasil cetakan setelah digerinda	24
Gambar 3.15 Spesimen uji tarik	24
Gambar 3.16 Bentuk spesimen uji tarik (ASTM D638).....	25
Gambar 4.1 Grafik uji kekuatan serat tunggal rachis merpati	27
Gambar 4.2 Grafik keuletan serat tunggal rachis merpati.....	27

Gambar 4.3	Grafik kekuatan tarik V_f 37,69%, 45,21%, 49,97%.....	32
Gambar 4.4	Grafik tegangan pada V_f 37,69%, 45,21%, 49,97%.....	33
Gambar 4.5	Grafik regangan pada V_f 37,69%, 45,21%, 49,97%.....	34
Gambar 4.6	Patahan komposit dengan variasi $V_f = 37,49%$	35
Gambar 4.7	Patahan spesimen pada $V_f = 37,49%$	35
Gambar 4.8	Patahan komposit dengan variasi $V_f = 45,21%$	36
Gambar 4.9	Patahan spesimen pada V_f 45,21%.....	36
Gambar 4.10	Patahan komposit dengan variasi V_f 49,97%.....	37
Gambar 4.11	Patahan spesimen pada V_f 49,97%.....	37



DAFTAR LAMPIRAN

Data Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal

Data Hasil Pengujian Tarik Spesimen

Grafik Pengujian Vf 37,49%

Grafik Pengujian Vf 45,21%

Grafik Pengujian Vf 49,97%



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap tahun jumlah pemotongan hewan unggas terus meningkat, sehingga limbah bulu yang dihasilkan juga semakin meningkat. Jumlah bulu yang sangat banyak jika tidak dikelola dengan baik, maka limbah tersebut mengakibatkan pencemaran lingkungan serta menimbulkan penyakit baik yang menyerang ternak maupun manusia.

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mampu mengelola limbah bulu, salah satunya adalah limbah bulu merpati, agar tidak memberikan dampak yang buruk seperti yang telah diuraikan serta dapat memaksimalkan pemanfaatannya.

Di dunia industri, perkembangan ilmu dan teknologi sangat berdampak bagi kehidupan manusia. Dari beberapa penelitian, salah satunya penelitian yang dapat dikembangkan adalah pengembangan bahan rekayasa komposit yang diperkuat bahan dari serat bulu unggas.

Nilai kekuatan tarik serat tunggal bulu ayam sebesar 19,53 Mpa dan kekuatan tarik komposit rachis bulu ayam sebesar 57,69 Mpa (Yuniardi, 2009). Dari hasil pengujian bending komposit bulu ayam dengan variasi tekanan 2 ton nilainya sebesar 27,43 Mpa (Topan, 2010). Sedangkan nilai kekuatan tarik pada uji tarik komposit bulu bebek sebesar 21,44 Mpa (Nur, 2010).

Penggunaan serat rachis bulu merpati juga merupakan alternatif pemanfaatan bahan baru pada komposit. Seperti pada penelitian sebelumnya bahan ini bersifat lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan komposit yang berpenguat bahan sintesis karena limbahnya dapat diurai secara alami.

Berdasarkan pertimbangan di atas maka penggunaan serat bulu merpati sebagai penguat komposit dengan matrik polyester perlu diteliti dan dikembangkan lebih lanjut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana memanfaatkan limbah bulu merpati sebagai bahan komposit.
- b. Bagaimana kekuatan rachis sebagai serat dalam komposit.
- c. Bagaimana kekuatan tarik komposit dari serat rachis merpati.
- d. Bagaimana hasil patahan (struktur makro) dari komposit yang telah diuji.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut :

- a. Membuat komposit dari serat rachis merpati dalam model serat acak.
- b. Mengetahui kekuatan serat rachis dengan uji tarik serat tunggal.
- c. Mengetahui kekuatan tarik komposit dari serat rachis bulu merpati.
- d. Membuat komposit dengan fraksi volume serat 37,69%, 45,21%, 49,97%.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengubah limbah bulu burung merpati yaitu pada bagian rachis menjadi lebih bermanfaat sebagai bahan komposit, untuk mengetahui kemampuan serat dalam menahan beban dengan uji serat tunggal, menentukan proses pembuatan produk komposit dengan serat rachis merpati, mengetahui kekuatan uji tarik komposit serat rachis merpati, menganalisa jenis patahan komposit serat bulu merpati setelah di uji tarik.

1.5 Manfaat Penelitian

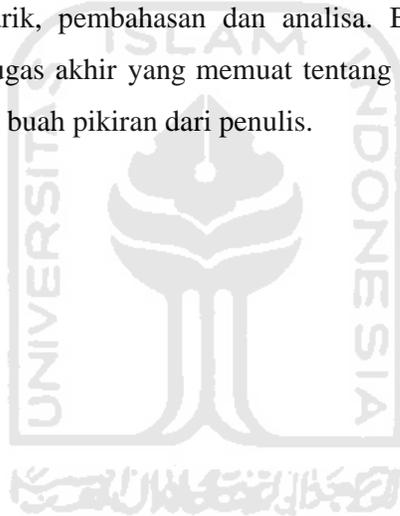
Keberhasilan penelitian ini diharapkan mampu mengembangkan rekayasa material baru komposit. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Menjadikan limbah sebagai salah satu alternatif bahan penguat komposit.
- b. Penggunaan komposit rachis merpati dalam produk ramah lingkungan.
- c. Penggunaan komposit rachis merpati pada dunia industri sangat menguntungkan karena ringan, murah, dan mudah didapat.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan gambaran yang jelas dan sistematis, maka dalam penyusunan laporan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab, yaitu :

Bab 1 berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan. Bab II menguraikan tentang dasar teori dan kajian pustaka, bahan-bahan komposit, resin polyester, serat bulu merpati, berat jenis komposit, kekuatan tarik. Bab III ini berisi tentang metode penelitian diagram alir penelitian, Alat dan pengadaan Material, Perlakuan etanol, Persiapan cetakan, Pembuatan Spesimen, Alat Pengujian, Cara Pengujian. Bab IV membahas tentang hasil pengujian, perhitungan kekuatan tarik, pembahasan dan analisa. Bab V merupakan bab terakhir dari penyusun tugas akhir yang memuat tentang kesimpulan, dan saran-saran sebagai sumbangan buah pikiran dari penulis.

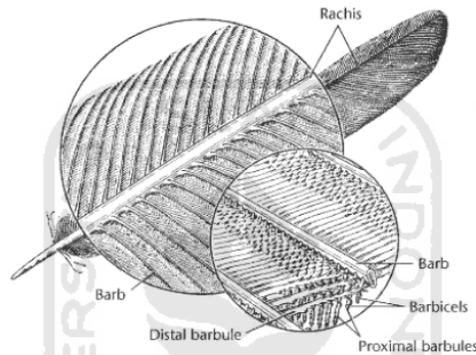


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Bulu adalah ciri khas kelas aves yang tidak dimiliki oleh vertebrata lain. Hampir seluruh tubuh aves ditutupi oleh bulu, yang secara filogenetik berasal dari epidermal tubuh, yang pada reptile serupa dengan sisik. Gambar 2.1 menunjukkan bagian-bagian bulu pada aves.



Gambar 2.1 Bagian-bagian bulu (Bartels, 2003)

Hasil uji property mekanis untuk rachis burung unta, yang disajikan oleh Taylor *et al.* (2004), menunjukkan bahwa daya regang bervariasi secara tidak langsung dengan kelembaban isi. Dan daya tekuk bervariasi secara langsung dengan kelembapan isi (Kock 2006).

Hong and Wool (2005) telah mengukur daya regang bagian dari serat bulu ayam secara langsung. Serabut direkatkan dengan pita adhesive dan diuji dengan tegangan pada kecepatan *crosshead* 1.3 mm/min. Diameter serabut diukur dengan mikroskop optik dan digunakan untuk menentukan luas serabut. Mereka melaporkan bahwa daya regang mempunyai hasil yang bervariasi tergantung pada heterogenitas serabut. Kekuatan berkisar antara 41 – 130 MPa. Hong and Wool juga menghitung kekuatan serabut dari data energi fraktur untuk komposit yang dicampur dengan serabut. Hasilnya adalah 94 – 187 MPa yang sesuai dengan hasil kekuatan serabut yang diukur secara langsung.

2.2 Dasar teori

2.2.1 Pengertian komposit

Material dalam suatu struktur dapat dikelompokkan dalam empat kategori dasar, yaitu logam, polimer, keramik dan komposit. Komposit merupakan suatu bahan hasil penggabungan dari dua atau lebih material penyusun yang berbeda secara makroskopik yang tidak larut satu dengan yang lainnya (Schwartz, 1984).

Penggabungan material ini dimaksudkan untuk menemukan atau mendapatkan material baru yang mempunyai sifat antara (intermediate) material penyusunnya. Sifat material hasil penggabungan ini diharapkan saling memperbaiki kelemahan dan kekurangan bahan-bahan penyusunnya. Adapun beberapa sifat-sifat yang dapat diperbaiki antara lain : kekuatan, kekakuan, ketahanan korosi, ketahanan leleh, ketahanan pemakaian, berat jenis, pengaruh terhadap temperatur (Jones, 1975).

Material komposit didefinisikan sebagai campuran makroskopik antara serat dan matriks. Serat berfungsi memperkuat matriks, karena umumnya serat jauh lebih kuat dari matriks. Matriks berfungsi melindungi serat dari efek lingkungan dan kerusakan akibat benturan atau dampak. Komposit dikategorikan menjadi beberapa jenis: komposit serat kontinyu, komposit serat anyam, komposit serat acak, komposit hibrid dan komposit serat-logam. Serat terbuat dari karbon, aramid, boron, silikon karbida, alumina atau material lainnya. Matriks terbuat dari polimer contohnya epoksi, keramik dan logam.

Serat kaca (*fiberglass*) adalah material yang umum digunakan sebagai serat. Namun, teknologi komposit saat ini telah banyak menggunakan karbon murni sebagai serat. Serat karbon memiliki kekuatan yang jauh lebih baik dibanding serat kaca tetapi biaya produksinya juga lebih mahal. Komposit dari serat karbon memiliki sifat ringan dan juga kuat. Definisi di atas terlihat bahwa sebagian besar bahan alam dapat dikategorikan sebagai bahan komposit.

2.2.2 Komposit Serat

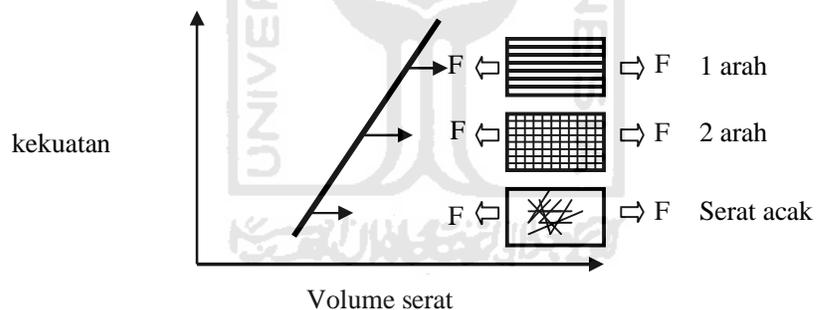
Secara garis besar, bahan komposit terdiri dari dua macam bahan, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composit*) dan bahan komposit serat (*fiber composit*). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang diikat

oleh matrik. Bentuk partikel ini dapat bermacam-macam antara lain: seperti bulat, kubik, tetragonal atau bentuk-bentuk yang tidak beraturan secara acak, tetapi secara rata-rata berdimensi sama. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik. Bahan komposit serat ini juga terdiri dari dua macam, serat panjang (*continuos fibre*) dan serat pendek (*short fibre atau whisker*).

Adapun unsur-unsur dari komposit serat adalah sebagai berikut:

a. Serat

Serat merupakan material penguat pada komposit serat dan berfungsi sebagai penahan beban paling utama. Serat merupakan faktor yang paling penting untuk menentukan kekuatan komposit serat yaitu jumlah serat, orientasi serat, panjang serat, model atau bentuk serat. Seperti dinyatakan oleh Schwartz (1984) bahwa semakin banyak serat yang dikandung dalam komposit, maka kekuatan mekanisnya semakin besar. Gambar 2.1 di bawah menunjukkan bahwa semakin tinggi fraksi volume serat maka kecenderungan kekuatan komposit semakin tinggi.



Gambar 2.2 Grafik hubungan antara kekuatan dan susunan serat pada komposit (Schwartz, 1984).

b. Matrik

Pada komposit serat, matrik mempunyai fungsi yang sangat penting, yaitu sebagai pengikat serat dan meneruskan beban di antara serat-serat (Schwartz, 1984). Elongasi matrik lebih besar dibandingkan dengan serat. Matrik yang sering digunakan untuk memproduksi komposit FRP (*Fiber Reinforced Plastic*) adalah berwujud resin.

Berdasarkan bahan penyusunnya matrik terbagi atas matrik organik dan

inorganic. Matrik organik adalah matrik yang terbuat dari bahan – bahan organik. Matrik ini banyak digunakan karena proses penggunaannya menjadi komposit cepat dan mudah serta dengan biaya yang rendah. Salah satu contoh matrik organik adalah resin polyester. Matrik inorganik adalah matrik yang terbentuk dari bahan logam yang pada umumnya memiliki berat dan kekuatan tinggi.

Berdasarkan karakteristik termalnya matrik dapat dibagi dua yaitu matrik thermosetting dan matrik termoplastik. Ada dua macam resin thermosetting yang banyak digunakan saat ini, yaitu epoxy dan polyester. Resin *unsaturated polyester* (UP) adalah matrik thermosetting yang paling banyak dipakai untuk pembuatan komposit GFRP. Resin UP ini digunakan mulai dari proses pembuatan dengan metode *hand lay up* hingga metode yang lebih kompleks seperti *filament winding*, *resin injection molding*, dan *resin transfer molding*.

Polyester berarti polimer yang disusun dari monomer yang mengandung gugus ester. UP adalah polimer tak jenuh yang memiliki ikatan kovalen ganda karbon – karbon rektif yang dapat dihubungkan – silangkan selama proses curing guna membentuk suatu material thermosetting.

Resin polyester banyak digunakan pada komposit terutama untuk aplikasi performansi yang tidak memerlukan sifat mekanis yang sangat baik. Resin polyester mempunyai sifat-sifat yang sangat khas, yaitu: transparan, dapat dibuat kaku atau fleksibel dan dapat diwarnai. Selain itu, resin ini juga tahan terhadap air, cuaca, usia, berbagai jenis bahan kimia dan penyusutannya berkisar 4-8%. Resin polyester dapat dipakai sampai temperatur 157° F (79° C). Pembekuan polyester dilakukan dengan menambahkan bahan katalis. Kecepatan proses pembekuan (*curing*) ditentukan oleh jumlah katalis yang ditambahkan (Schwartz, 1984).

Untuk bahan tambahan dipadukan dengan katalis jenis MEKPO (*Methyl Ethyl Keton Peroksida*) pada resin *unsaturated polyester* berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin (*curing*) pada suhu yang lebih tinggi. Penambahan katalis dalam jumlah banyak akan menimbulkan panas yang berlebihan pada saat proses *curing*. Hal ini akan merusak dan menjadikan produk komposit rapuh atau getas. Oleh karena itu pemakaian katalis dibatasi sampai 1% dari volume resin.

Pada umumnya ada tiga jenis resin komposit yaitu macrofilled, microfilled dan hybrid. Klasifikasi dari tiap resin komposit tersebut berdasarkan ukuran partikel dan pengisi inorganiknya. Resin makrofilled dan hybrid mempunyai jumlah inorganik filler yang lebih besar dibandingkan dengan microfilled resin (www.scribd.com, 2011).

c. Etanol

Etanol (disebut juga etil-alkohol atau alkohol saja), adalah alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Karena sifatnya yang tidak beracun bahan ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan dan minuman. Etanol tidak berwarna dan tidak berasa tapi memiliki bau yang khas. Bahan ini dapat memabukkan jika diminum. Etanol sering ditulis dengan rumus EtOH. Rumus molekul etanol adalah C_2H_5OH atau rumus empiris C_2H_6O .

Dalam dunia kimia, farmasi dan kedokteran, etanol banyak digunakan. Di antaranya :

1. Sebagai pelarut. Sesudah air, alkohol merupakan pelarut yang paling bermanfaat dalam farmasi. Digunakan sebagai pelarut utama untuk banyak senyawa organik (Ansel, 1989:313,606).
2. Sebagai bakterisida (pembasmi bakteri). Etanol 75-90 % berkhasiat sebagai bakterisida yang kuat dan cepat terhadap bakteri-bakteri. Penggunaannya adalah digosokkan pada kulit lebih kurang 2 menit untuk mendapat efek maksimal. Tapi alkohol tidak bisa memusnahkan spora (Tjay & Rahardja, 1986:170; Mutschler, 1991:612).
3. Sebagai alkohol penggosok. Alkohol penggosok ini mengandung sekitar 70 % v/v, dan sisanya air dan bahan lainnya. Digunakan sebagai *rubefacient* pada pemakaian luar dan gosokan untuk menghilangkan rasa sakit pada pasien yang terbaring lama (Ansel,1989:537).

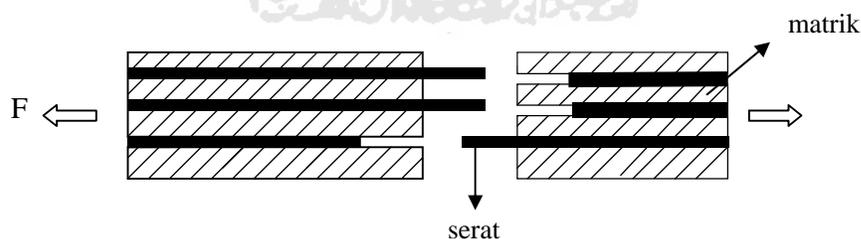
Dari kesimpulan diatas maka peneliti menggunakan etanol untuk membersihkan bakteri,kotoran dan bau amis yang terdapat pada limbah bulu ayam karena sudah teruji untuk menghilangkan bakteri dan bau amis.

2.2.3 Karakteristik Patahan pada Material Komposit

Patahnya material komposit dapat disebabkan oleh deformasi ganda, antara lain disebabkan oleh kondisi pembebanan serta struktur mikro komponen pembentuk komposit. Yang dimaksud struktur mikro adalah: diameter serat, fraksi volume serat, distribusi serat, dan kerusakan akibat tegangan termal yang dapat terjadi selama fabrikasi atau dalam pemakaiannya. Kenyataan bahwa banyak faktor yang dapat menyebabkan proses retak pada komposit, maka tidaklah mengherankan jika mode gagal yang beragam dapat dijumpai pada suatu sistem komposit tertentu (Chawla, 1987). Berikut ini jenis jenis mode patahan material komposit antara lain:

a. *Fiber pull out*

Adalah tercabutnya serat dari matrik yang terjadi ketika matrik retak akibat beban tarik. Kemampuan untuk menahan beban akan segera berkurang, namun komposit masih mampu menahan beban walaupun beban yang mampu ditahan lebih kecil dari pada beban maksimum. Saat matrik retak, beban akan ditransfer dari matrik ke serat di tempat persinggungan retak. Selanjutnya, kemampuan untuk mendukung beban berasal dari serat. Seiring dengan bertambahnya deformasi, serat akan tercabut dari matrik akibat debonding dan patahnya serat (Schwartz, 1984).

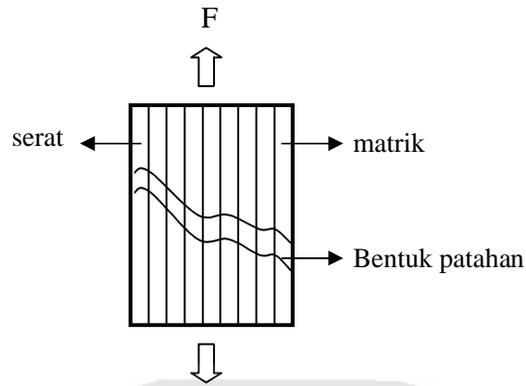


Gambar 2.3 *Fiber pull out* (Schwartz, 1984)

b. *Patah banyak*

Ketika jumlah serat yang putus akibat beban tarik masih sedikit dan kekuatan *interface* masih baik, matrik mampu mendukung beban yang diterima

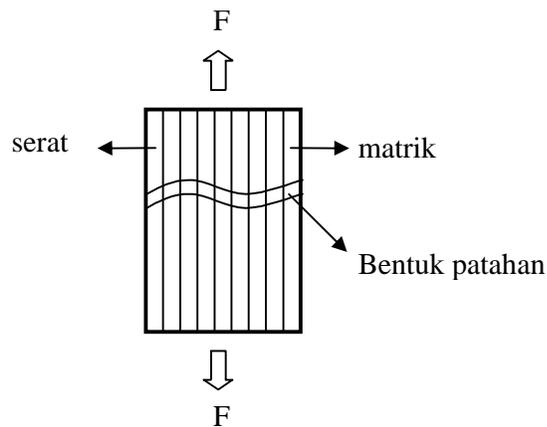
dengan cara mendistribusikan beban tersebut ke sekitarnya. Patahan terjadi pada lebih dari satu bidang (Schwartz, 1984).



Gambar 2.4 Patah Banyak (Schwartz, 1984)

c. Patah tunggal

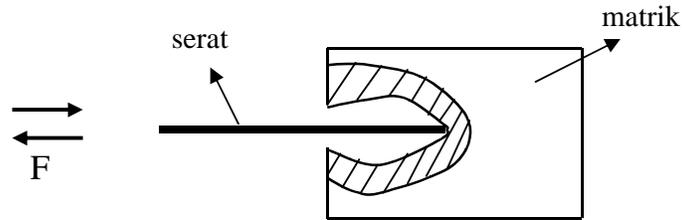
Patah tunggal disebabkan oleh serat yang putus akibat beban tarik. Matrik tidak mampu lagi menahan beban tambahan. Patahan tunggal terjadi pada satu bidang seperti ditunjukkan pada gambar 2.4, (Schwartz, 1984).



Gambar 2.5 Patah tunggal (Schwartz, 1984)

d. Debonding

Adalah lepasnya ikatan pada bidang kontak matrik serat. Hal ini dapat disebabkan oleh gaya geser yang tidak mampu ditahan oleh matrik (Schwartz, 1984).



Gambar 2.6 *Debonding* (Schwartz, 1984)

2.2.4 Jenis Pembebanan komposit

Ada dua jenis pembebanan komposit *unidirectional* yaitu:

a. Isostrain

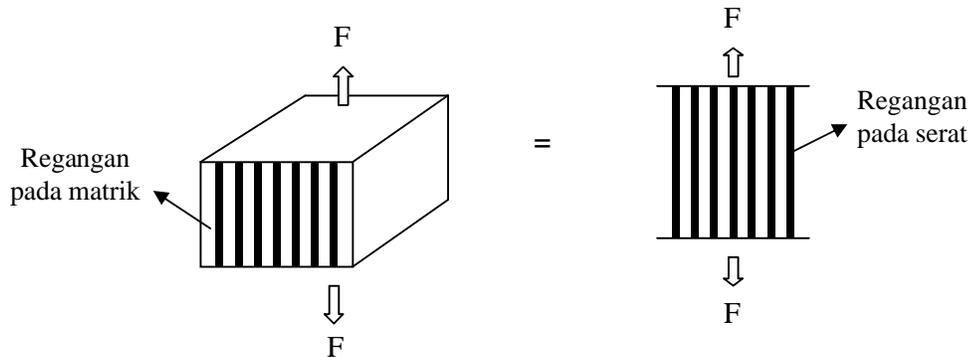
Pembebanan *isostrain* adalah regangan yang terjadi pada komposit akibat beban tarik. Bahwa regangan yang dialami oleh serat sama dengan regangan yang terjadi pada matrik (Jones, 1975). Secara matematis dapat ditulis:

$$\epsilon_f = \epsilon_m = \epsilon_{ct} \tag{2.1}$$

Dimana: ϵ_f = regangan pada serat

ϵ_m = regangan pada matrik

ϵ_{ct} = regangan pada komposit



Gambar 2.7. *Isostrain* (Chawla, 1987)

b. *Isostress*

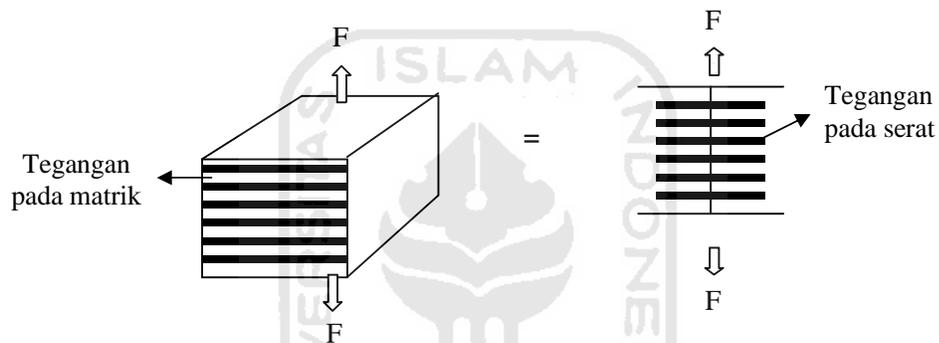
Pembebanan *isostress* adalah tegangan yang terjadi pada komposit akibat beban tarik. Tegangan yang dialami oleh serat besarnya sama dengan tegangan yang terjadi pada matrik (Jones, 1975). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\sigma_c = \sigma_f = \sigma_m \quad (2.2)$$

Dimana: σ_c = tegangan pada serat

σ_m = tegangan pada matrik

σ_f = tegangan pada serat



Gambar 2.8 *Isostress*(Chawla, 1987)

2.2.5 Sifat Fisis Komposit

Sifat-sifat komposit dapat dicari dengan menggunakan persamaan (Chawla, 1987)

a. Massa komposit

Massa komposit dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$m_c = m_f + m_m \quad (2.3)$$

dimana: m_c = massa komposit (gr)

m_f = massa serat (gr)

m_m = massa resin (gr)

b. Massa jenis komposit

Massa jenis komposit dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$\rho_c = \frac{m_c}{V_c} \quad (2.4)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \rho_c &= \text{Massa jenis komposit} \quad (\text{gr/m}^3) \\ m_c &= \text{Massa komposit} \quad (\text{gr}) \\ V_c &= \text{Volume komposit} \quad (\text{m}^3) \\ V_c &= p \times l \times t \end{aligned} \quad (2.5)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} p &= \text{Panjang spesimen} \quad (\text{m}) \\ l &= \text{Lebar spesimen} \quad (\text{m}) \\ t &= \text{Tebal spesimen} \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

c. Fraksi berat Serat

$$W_f = \frac{m_f}{m_c} \times 100 \% \quad (2.6)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} W_f &= \text{Fraksi berat serat} \\ m_f &= \text{Massa serat} \quad (\text{gr}) \\ m_c &= \text{Massa komposit} \quad (\text{gr}) \end{aligned}$$

d. Fraksi Volume Serat

$$V_f = \frac{\left(\frac{m_f}{\rho_f} \right)}{\left(\frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m} \right)} \times 100\% \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned} V_f &= \text{Fraksi volume serat} \\ \rho_f &= \text{Massa jenis serat} \quad (\text{gr/m}^3) \\ m_m &= \text{Massa matrik} \quad (\text{gr}) \\ \rho_m &= \text{Massa jenis matrik} \quad (\text{gr}) \end{aligned}$$

2.2.6 Kekuatan Tarik Komposit

Bahan polimer setelah mengalami pengujian tarik, terjadi kelakuan tarikan pada bahan tersebut diantaranya: lunak dan lemah, keras dan getas, lunak dan ulet, keras dan kuat serta keras dan ulet. Konstanta perbandingan antar tegangan

tarik dan regangan tarik merupakan nilai dari modulus elastik yaitu modulus elastis young. Modulus elastis young pada bahan polimer terletak di daerah $0,2-21 \times 10^2 \text{ kg f/mm}^2$. Harga tersebut lebih rendah daripada untuk baja yaitu $200 \times 10^2 \text{ kgf/mm}^2$. Akan tetapi kalau molekul rantai cukup terarah seperti serat, maka harga tersebut diatas menjadi lebih besar hampir menyamai logam. Deformasi oleh penarikan sampai patah berbeda banyak tergantung pada jenis dan temperatur. Pada suhu 20°C perpanjangannya ada pada daerah luas yaitu $0,5-700\%$. Kebanyakan dari plastik termoset kurang dari 5% (Surdia dan Saito, 1999).

Besarnya tegangan tarik dari material komposit dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (Surdia dan Saito, 1999):

$$\sigma = \frac{P}{txl} \quad (2.8)$$

dimana: σ = tegangan tarik (MPa)
 t = tebal spesimen benda uji (mm)
 l = lebar spesimen (mm)
 P = beban tarik maksimum (N)

Besarnya regangan tarik dapat dihitung dengan persamaan seperti dibawah ini yang menyatakan E merupakan regangan yang dinyatakan dalam mm/mm, bilangan tak berdimensi atau sering dinyatakan dalam persen (Surdia dan Saito, 1999).

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.9)$$

dimana: ε = regangan
 ΔL = penambahan perpanjangan (mm)
 L = Panjang awal. (mm)

Besarnya modulus elastisitas dapat dihitung dengan persamaan (Surdia dan Saito):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.10)$$

dimana: E = modulus elastisitas (MPa)

σ = tegangan tarik (MPa)

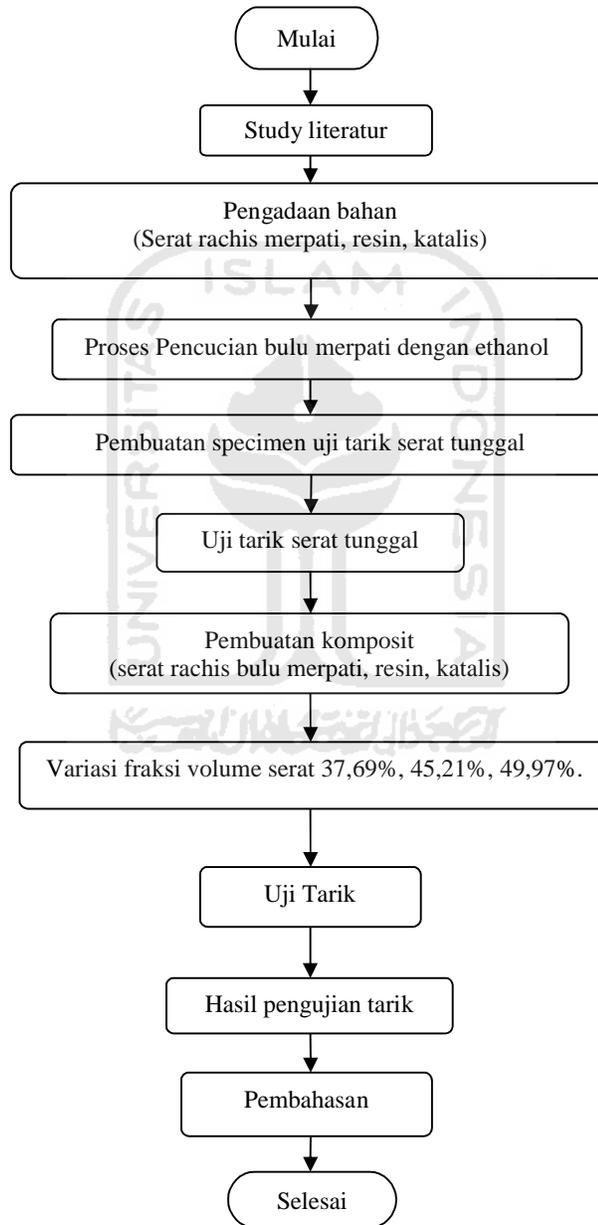
ε = regangan



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

3.2. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. Alat uji tarik | 10. Penggaris |
| 2. Jangka sorong | 11. Obeng |
| 3. Timbangan digital | 12. Mur & baut |
| 4. Dongkrak hidrolik | 13. Gunting/cutter |
| 5. Kunci pas 12 mm | 14. Solasi |
| 6. Gergaji besi | 15. Ember |
| 7. Gerinda listrik | 16. Alat Pres |
| 8. Ampelas | 17. Oven |
| 9. Foto makro | 18. Panci |

Bahan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Serat rachis Merpati
2. Resin (*Unsaturated Polyester*)
3. Etanol 90%
4. Katalis MEKPO (*Methyl Ethyl Keton Peroksida*)

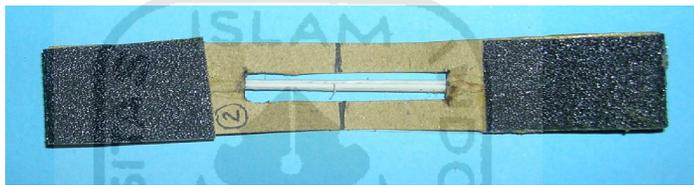
3.3. Pengadaan Material

Material komposit dalam penelitian ini berupa serat alam yaitu serat rachis bulu merpati sebagai penguat yang diperoleh langsung dari tempat pemotongan khusus merpati yang berada didaerah Sentolo, Kulon Progo (CITRO DORO) dan resin polyester sebagai pengikat. Resin polyester diperoleh dari toko Ngasem Baru Yogyakarta.

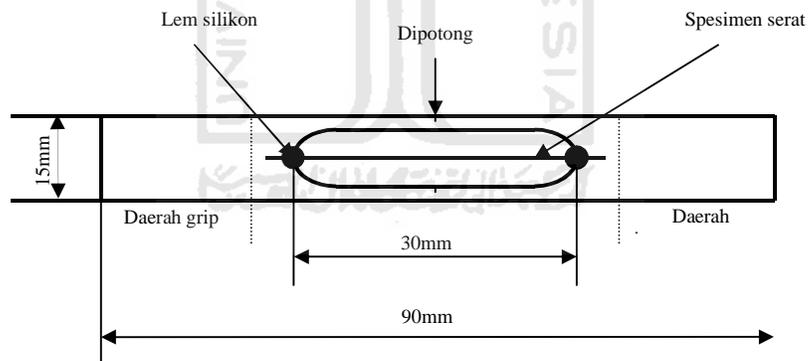
Untuk pengolahan serat rachis merpati sebagai bahan komposit sebagai berikut:

1. Bulu merpati diambil dari limbah pemotongan burung merpati.
2. Bulu merpati yang dipilih adalah bagian sayap dan ekor, karena pada bagian tersebut panjang dan diameter sesuai yang diinginkan peneliti.

3. Proses pencucian dilakukan dengan menggunakan air biasa, lalu direndam kedalam ethanol 90%. Penggunaan ethanol bertujuan untuk menghilangkan bau serta bakteri yang ada pada bulu merpati.
4. Setelah didapat serat yang benar-benar bersih, kemudian serat dijemur di bawah sinar matahari sampai kering.
5. Serat yang sudah kering, kemudian dipotong untuk dipisahkan antara rachis dengan bulunya. Setelah didapat serat rachis bulu merpati, kemudian dilanjutkan dengan pengujian serat tunggal.
6. Specimen uji tarik serat tunggal mengikuti standar ASTM D3379 seperti tampak pada gambar 3.2



Gambar 3.2 specimen uji serat tunggal



Gambar 3.3. Standar uji tarik serat tunggal (ASTM D3379)

3.4 Pengujian Tarik Serat Tunggal

Pengujian tarik serat tunggal dilakukan dengan menggunakan TENSO LAB (alat uji kekuatan tarik, sobek dan mulur, seperti pada gambar 3.4). Bahan spesimen uji dibuat sesuai dengan standar uji tarik serat tunggal (ASTM D 3379), selanjutnya spesimen diberi nomor untuk membedakan masing-masing

model spesimen. Pengujian dilakukan di Laboraturium Evatek Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.



(a)



(b)

Gambar 3.4 a. Alat uji tarik
b. Saat penarikan

3.5. Proses Persiapan

a. Proses persiapan cetakan

1. Cetakan yang sudah dibor pada sisi-sisinya dipasang dengan lempengan baja pada kedua sisinya, kemudian dibaut.
2. Cetakan setelah dibersihkan kemudian diberi isolasi pada dinding-dinding dalam supaya sisa-sisa resin tidak menempel pada cetakan sehingga mudah untuk dibersihkan.
3. Kemudian pada dinding-dinding dalam diolesi dengan MAA dengan tujuan supaya lebih mudah saat mengambil hasil cetakan.



Gambar 3.5 Cetakan sudah dibersihkan

b. Proses persiapan serat

1. Perendaman bulu merpati dilakukan selama 2 jam untuk menghilangkan bakteri dan bau amis.



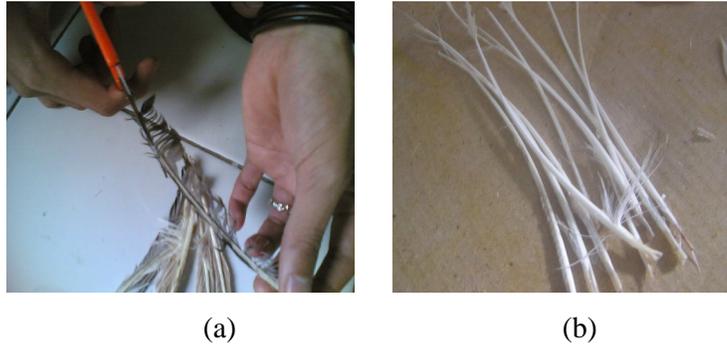
Gambar 3.6 Perendaman bulu merpati dengan ethanol

2. Bulu merpati yang sudah direndam kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari.



Gambar 3.7 Proses pengeringan dibawah sinar matahari

3. Setelah kering, dipisahkan antara rachis dengan bulu merpati.



Gambar 3.8 (a). Proses pemotongan bulu merpati
(b). Hasil pemotongan.

4. Rachis yang sudah dipisahkan dari bulunya, kemudian dipotong-potong dengan ukuran panjang ± 25 mm.
5. Rachis bulu merpati ditimbang dengan timbangan digital agar dapat berat serat yang sesuai dengan komposisi yang diinginkan.



Gambar 3.9 Penimbangan serat

- c. Proses persiapan matrik
 1. Resin disiapkan secukupnya kemudian ditambahkan katalis sebanyak 2% dari volume resin dengan menggunakan suntikan (Surdia dan Saito1999).



Gambar 3.10 Pencampuran resin dan katalis

2. Resin dan katalis diaduk hingga merata dan gelembung-gelembung udara di dalamnya hilang. Hal ini dapat dilihat dengan berubahnya warna resin dan tidak terlihatnya gelembung-gelembung udara.

3.6. Bentuk Cetakan

Cetakan yang digunakan terdiri dari besi profil U dan pelat besi yang disatukan dengan menggunakan baut pada sisinya agar mempermudah pelepasan hasil cetakan. Cetakan yang digunakan ditunjukkan seperti pada gambar 3.10.



Gambar 3.11 Bentuk cetakan

3.7. Pembuatan Spesimen

Apabila cetakan dan bahan sudah siap maka *proses press mould* dapat segera dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Resin dituangkan pada cetakan tapi tidak banyak, hanya untuk membasahi permukaan cetakan.
2. Serat yang sudah dipersiapkan dimasukan sebagian kedalam cetakan yang bagian permukaannya sudah dibasahi oleh resin dan disusun secara acak.



Gambar 3.12 .Susunan rachis bulu merpati pada cetakan.

3. Setelah serat tersusun seluruhnya secara merata, kemudian resin dituangkan kembali ke dalam cetakan hingga habis. Tekan perlahan-lahan serat agar seluruh serat terkena resin dan gelembung udara naik ke atas.
4. Setelah semua rachis terlapsi oleh resin, tutuplah dengan plat.
5. Proses penekanannya menggunakan dongkrak hidrolik dengan kapasitas 2 ton dengan kekuatan semaksimal mungkin sampai plat tutup diatas menempel pada plat pembatas yang dipasang pada bagian bawah, sehingga didapat hasil ketebalan yang diinginkan seperti gambar 3.12



Gambar 3.13 Proses penekanan dengan dongkrak hidrolik

6. Setelah dibiarkan selama 6-8 jam barulah cetakan dibuka dengan mengendorkan baut dan kemudian melepaskan besi plat dari besi dengan menggunakan obeng.
7. Komposit yang baik dari hasil proses pembuatan yaitu serat tersusun rata didalam resin dan tidak terdapat *void* pada hasil cetakan.
8. Karena komposit hasil cetakan masih terdapat sirip, maka sirip harus dihilangkan dengan menggunakan gerinda tangan.

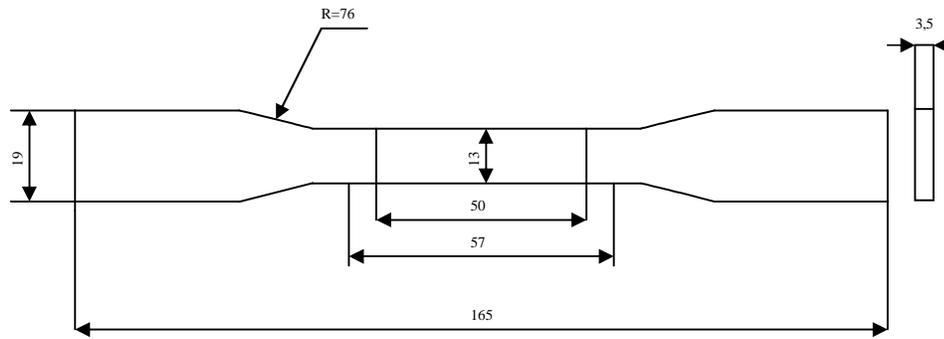


Gambar 3.14 Hasil cetakan setelah digerinda.

9. Setelah sirip hilang, barulah komposit ditimbang untuk mengetahui berapa massa resin yang terdapat pada komposit tersebut.
10. Setelah itu komposit dipotong dengan gergaji dan dibentuk menjadi specimen uji sesuai dengan standard uji tarik (ASTM D 638).



Gambar 3.15 Spesimen uji tarik



Gambar 3.16 Bentuk spesimen uji tarik (ASTM D638)

3.8 Pengujian Tarik

Bahan spesimen uji dibuat sesuai dengan standar uji tarik (ASTM D 638), selanjutnya spesimen diberi nomor untuk membedakan masing-masing model spesimen. Setelah itu, spesimen uji dilakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan terhadap spesimen tersebut adalah pengujian tarik. Pengujian dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

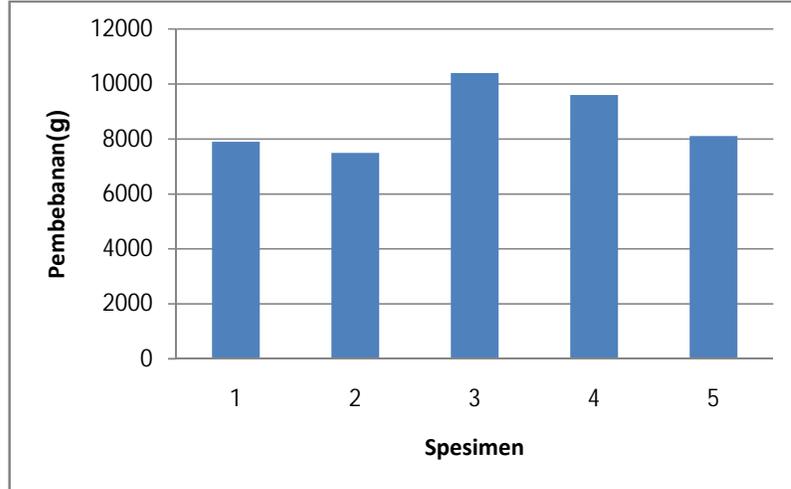
Dalam pengumpulan data ini diarahkan untuk mengetahui hasil pengujian tarik serat tunggal, hasil kekuatan tarik material komposit serat rachis bulu merpati dan dilengkapi dengan cara perhitungannya.

4.1 Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal

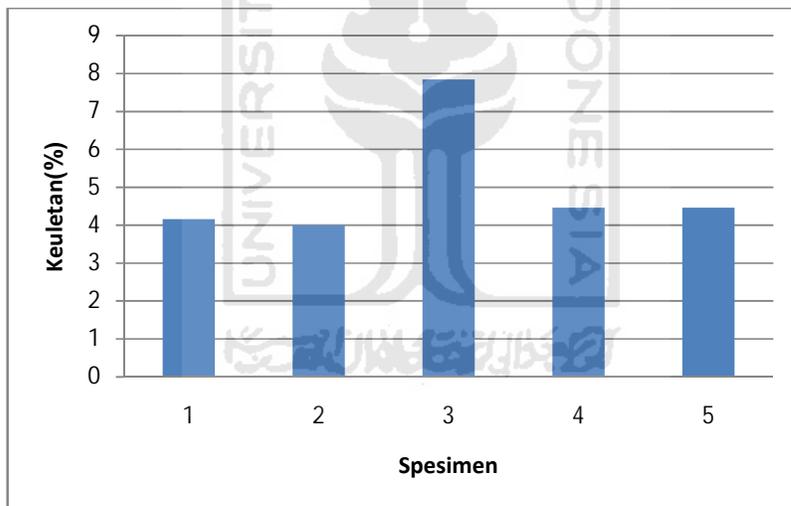
Data hasil uji tarik serat tunggal didapat hasil dari pengujian tarik serat tunggal. Hasil kekuatan uji tarik serat tunggal perlakuan etanol diperlihatkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Hasil pengujian tarik serat tunggal rachis bulu merpati

Rachis merpati	Pembebanan (g)	Keuletan (%)
1	7900.00	4.153
2	7500.00	4.00
3	10400.00	7.846
4	9600.00	4.461
5	8100.00	4.461
Nilai rata-rata	8700.00	4.984



Gambar 4.1. Grafik uji beban serat tunggal rachis merpati



Gambar 4.2. Grafik keuletan serat tunggal rachis merpati

4.2 Hasil Perhitungan Karakteristik Komposit

Data perhitungan karakteristik komposit didapat dari penimbangan serat sebelum dicetak dan penimbangan serat sesudah terbentuk komposit. Hasil penimbangan dan perhitungan dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Hasil data dimensi uji tarik Komposit dengan berat serat awal 100gram

spesimen	m_f (gr)	m_c (gr)	m_m (gr)	W_f (%)	V_f (%)	W_m (%)	V_m (%)
A	100	351	251	28,5	37,69	71,5	62,3
B	100	284	184	35,21	45,21	64,78	54,78
C	100	252	152	39,68	49,97	60,31	50,02

Keterangan :

- m_f = Massa serat (gr)
 m_c = Massa komposit (gr)
 m_m = Massa matrik (gr)
 ρ_f = Massa jenis serat (gr/cm^3)
 ρ_m = Massa jenis matrik (gr/cm^3)
 W_f = Fraksi massa serat (%)
 W_m = Fraksi massa matrik (%)
 V_f = Fraksi volume serat (%)
 V_m = Fraksi volume matrik (%)
 P = Baban maksimal alat uji (kg)

Perhitungan Karakteristik Komposit

Komposit komposisi Vf 37,69%

1. Mencari Massa Matrik (m_m)

$$\begin{aligned}m_m &= m_c - m_f \\ &= 351 - 100 \\ &= 251 \text{ gr}\end{aligned}$$

2. Mencari Fraksi Massa Serat (w_f)

$$\begin{aligned}w_f &= \frac{m_f}{m_c} \times 100\% \\ &= \frac{100}{351} \times 100\% \\ &= 28,49\%\end{aligned}$$

3. Mencari Fraksi Volume Serat (V_f)

$$V_f = \frac{\left(\frac{m_f}{\rho_f}\right)}{\left(\frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m}\right)} \times 100\%$$

$$V_f = \frac{\left(\frac{100}{0,8}\right)}{\left(\frac{100}{0,8} + \frac{251}{1,215}\right)} \times 100\%$$

$$= 37,69 \%$$

4. Mencari Fraksi Massa Matrik (w_m)

$$\begin{aligned}w_m &= \frac{m_m}{m_c} \times 100\% \\ &= \frac{251}{351} \times 100\% \\ &= 71,5 \%\end{aligned}$$

5. Mencari Fraksi Volume Matrik

$$V_m = \frac{\left(\frac{m_m}{\rho_m}\right)}{\left(\frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m}\right)} \times 100\%$$

$$= \frac{\left(\frac{251}{1,215}\right)}{\left(\frac{100}{0,8} + \frac{251}{1,215}\right)} \times 100\%$$

$$= 62,3 \%$$

4.3 Hasil Pengujian Tarik Komposit Berpenguat Serat Rachis Bulu Merpati

Data Uji tarik komposit ini didapat dari pengukuran tebal, lebar komposit dengan menggunakan jangka sorong dan didapat hasil kekuatan Pmaks dari pengujian tarik komposit dengan pembentukan spesimen uji menggunakan standar ASTM D 638. Hasil dari pengujian tarik, pengukuran dan perhitungan diperlihatkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil pengujian tarik komposit dengan variasi 37,49%

N0	Tebal (mm)	Lebar (mm)	L (mm)	P (kN)	σ (Mpa)	ϵ (%)
1	11,00	14,00	165	0,81	5,26	2,3
2	11,00	14,00	165	0,74	4,81	2,0
3	11,00	14,00	165	0,64	4,16	2,0
4	11,00	14,00	165	0,79	5,13	2,7
Hasil rata - rata				0,74	4,84	2,25

Tabel 4.4 Hasil pengujian tarik komposit dengan variasi 45,21%

N0	Tebal (mm)	Lebar (mm)	L (mm)	P (kN)	σ (Mpa)	ϵ (%)
1	11,00	14,00	165	0,51	3,31	2,2
2	11,00	14,00	165	0,50	3,25	2,3
3	11,00	14,00	165	0,31	2,01	1,6
4	11,00	14,00	165	0,49	3,18	2,5
Hasil rata - rata				0,45	2,94	2,15

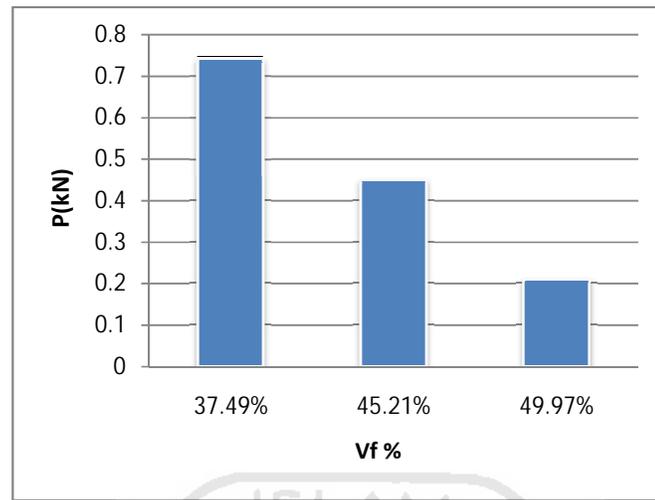
Table 4.5 Hasil pengujian tarik komposit dengan variasi 49,97%

N0	Tebal (mm)	Lebar (mm)	L (mm)	P (kN)	σ (Mpa)	ϵ (%)
1	9,00	14,00	165	0,27	2,14	2,2
2	9,00	14,00	165	0,17	1,35	2,6
3	9,00	14,00	165	0,23	1,83	1,6
4	9,00	14,00	165	0,19	1,51	2,8
Hasil rata - rata				0,21	1,71	2,3

4.4 Pembahasan Fraksi Volume Serat Komposit

Kesulitan yang dihadapi adalah menentukan fraksi massa antara serat dan matrik. Ketika akan mencetak komposit dengan fraksi massa serat 40%, harus menimbang serat terlebih dahulu dengan berat 100gr, dan matrik tidak perlu ditimbang karena pada saat penekanan matrik berlahan-lahan akan keluar dengan sendirinya, akan tetapi pada kenyataannya ketika ditimbang hasilnya ± 351 gr dan hasil tersebut setelah dihitung mendapatkan V_f 37,69% sehingga hasil itu dijadikan fraksi massa serat 37,69%. Percobaan dilakukan lagi dengan menimbang serat 100gr, setelah terbentuk komposit kemudian ditimbang dan hasilnya ± 284 gr hasil tersebut setelah dihitung mendapatkan hasil V_f 45,21% untuk itu hasilnya dijadikan fraksi massa serat 45,21%. Untuk selanjutnya serat ditimbang 100gr akan tetapi setelah terbentuk komposit ketika ditimbang hasilnya 252gr dan hasil tersebut masuk dalam variasi fraksi massa serat 49,97%. Karena V_f yang diperoleh setelah dihitung sebesar 49,97%.

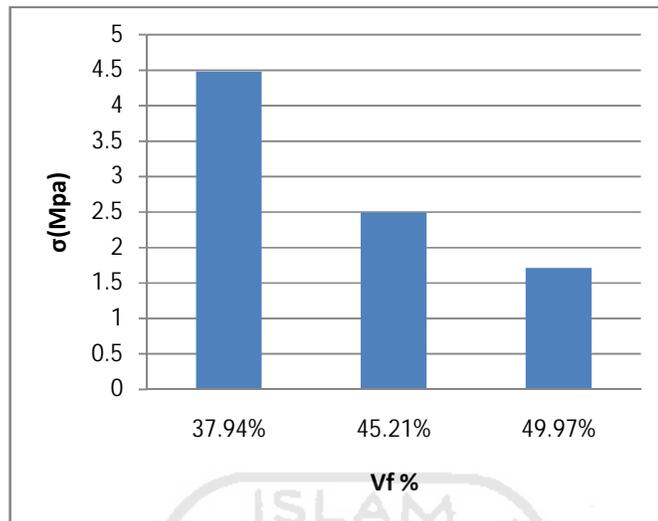
4.5 Analisa Kekuatan Tarik



Gambar 4.3. Grafik kekuatan tarik Vf 37,69%, 45,21%, 49,97%.

Dari pengujian tarik komposit diperoleh kesimpulan bahwa kekuatan tarik pada variasi fraksi volume 37,69% memiliki nilai rata-rata 0,74 kN, berbeda dengan variasi fraksi volume 45,21% yang memiliki nilai lebih rendah yaitu 0,45 kN, dan pada variasi volume 49,97% didapat nilai rata-rata 0,21 kN. Komposisi matrik bila lebih banyak akan memperkuat spesimen, jadi pada saat pengujian tarik akan di dapat hasil lebih kuat dari pada komposisi serat yang lebih banyak.

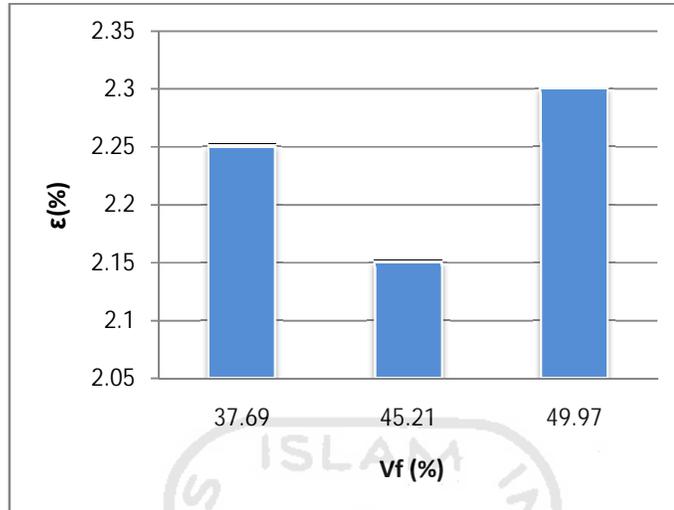
4.6 Analisa Tegangan pada Komposit



Gambar 4.4. Grafik tegangan pada Vf 37,69%, 45,21%, 49,97%.

Dari pengujian tarik komposit di atas dapat disimpulkan bahwa tegangan pada variasi fraksi volume serat 37,69% memiliki nilai rata-rata 4,48Mpa, sedangkan pada variasi fraksi volume 45,21% terjadi penurunan nilai tegangan yaitu 2,94Mpa. Demikian juga terjadi penurunan nilai tegangan pada fraksi volume 49,97% yaitu 1,71Mpa.

4.7 Analisa Regangan pada Komposit



Gambar 4.5 Regangan pada fraksi volume 37,69%, 45,21%, 49,97%.

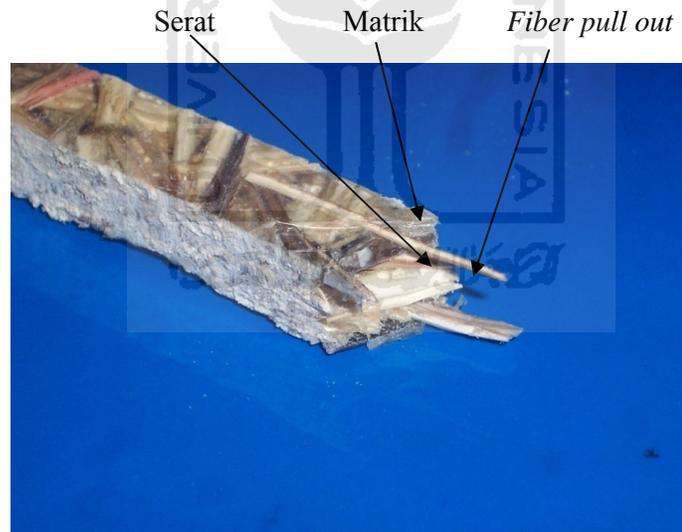
Regangan tarik pada komposit bulu merpati dengan fraksi massa serat 37,69%, 45,21%, 49,97% rata-rata hasilnya bervariasi yaitu pada $V_f = 37,69\%$ memiliki nilai 2,25%, sementara $V_f = 45,21\%$ memiliki nilai 2,15%. Sedang pada $V_f = 49,97\%$ memiliki nilai lebih tinggi dari pada yang lainnya yaitu 2,3%.

4.8 Pembahasan dan Analisa Bentuk Patahan Uji Tarik Komposit Rachis Merpati

4.8.1 Bentuk patahan dengan variasi serat $V_f = 37,49\%$



Gambar 4.6 Patahan komposit dengan variasi $V_f = 37,49\%$



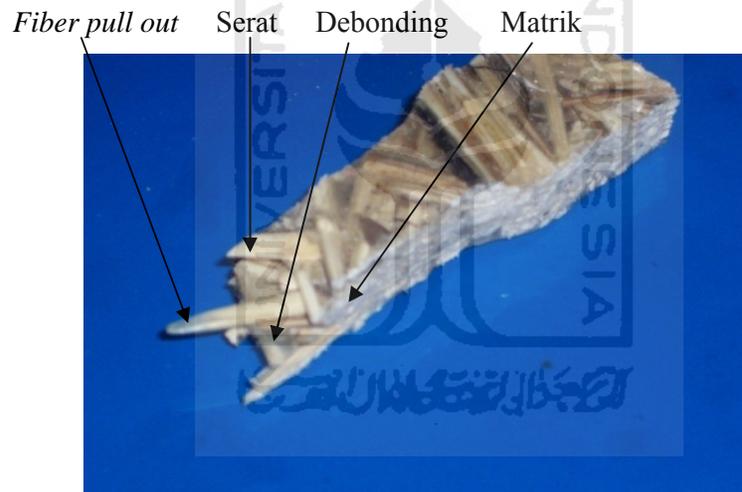
Gambar 4.7 Patahan spesimen pada $V_f = 37,49\%$

Bahan komposit berpenguat serat rachis merpati variasi V_f 37,49% mengalami *fiber pull out* pada penampang patahannya. Dikarenakan kotoran yang masih menempel pada serat. Hal tersebut menimbulkan kurang kuatnya ikatan (permukaan) *interface* yang terjadi antara serat dan matrik.

4.8.2 Bentuk patahan dengan variasi serat $V_f = 45,21\%$



Gambar 4.8 Patahan komposit dengan variasi $V_f = 45,21\%$



Gambar 4.9 Patahan spesimen pada $V_f = 45,21\%$

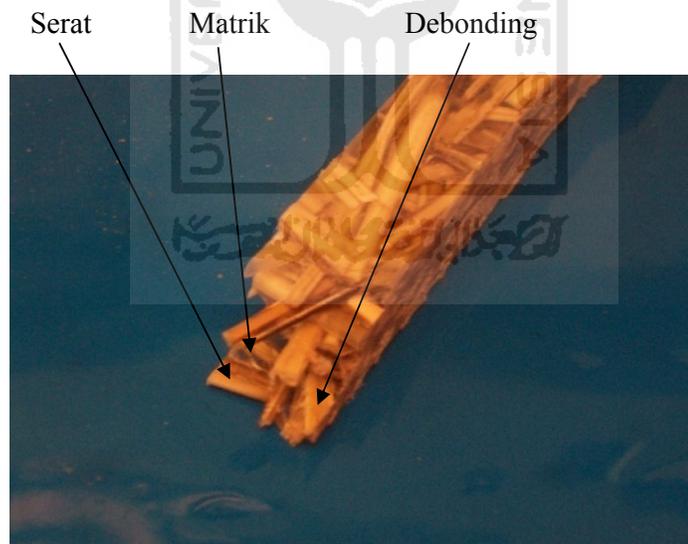
Patahan material komposit berpenguat serat rachis bulu merpati dengan fraksi volume 45,21% terjadi patahan *debonding* yaitu lepasnya ikatan bidang kontak matrik dengan serat. Hal ini dapat disebabkan oleh gaya geser yang tidak mampu ditahan oleh matrik. Bahan komposit berpenguat serat rachis merpati variasi 45,21% mengalami *fiber pull out* pada penampang patahannya. Dikarenakan kotoran yang masih menempel pada serat. Hal tersebut

menimbulkan kurang kuatnya ikatan (permukaan) *interface* yang terjadi antara serat dan matrik.

4.8.3 Bentuk patahan dengan variasi serat $V_f = 49,97\%$



Gambar 4.10 Patahan komposit dengan variasi $V_f = 49,97\%$



Gambar 4.11 Patahan spesimen pada $V_f = 49,97\%$

Patahan material komposit berpenguat serat rachis bulu merpati dengan fraksi volume 49,97% terjadi patahan *debonding* yaitu lepasnya ikatan bidang kontak matrik dengan serat. Hal ini dapat disebabkan oleh gaya geser yang tidak mampu ditahan oleh matrik.

BAB V

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Limbah bulu merpati yaitu bagian rachis dapat dimanfaatkan sebagai bahan komposit dan pembuatan komposit dari serat rachis bulu merpati dengan menggunakan matrik polyester dapat dibuat.
2. Serat tunggal rachis merpati rata-rata mampu menahan beban sebesar 8700g dan memiliki keuletan 4,984%.
3. Pembuatan komposit serat rachis merpati dibuat dengan teknik cetak tekan dan dibuat model serat acak serta dengan membuat variasi perbandingan antara massa serat dengan matrik.
4. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan kekuatan tarik komposit yang cukup tinggi yaitu pada komposit dengan Vf serat 37,49% sebesar $P=0,74$ kN dengan $\sigma=4,84$ Mpa dan $\varepsilon=2,25\%$, pada komposit dengan Vf serat 45,21% mempunyai kekuatan tarik sebesar $P=0,45$ kN dengan $\sigma=2,94$ Mpa dan $\varepsilon=2,15\%$, sedangkan pada komposit dengan Vf serat 49,97% dudapat kekuatan tarik $P=0,21$ kN dengan $\sigma=1,71\%$ dan $\varepsilon=2,3\%$.
5. Analisa struktur makro patahan komposit serat rachis menunjukkan terjadi *fiber pull out* pada fraksi massa 40% dan 50%, dan *debonding* terjadi pada komposit dengan fraksi massa 50% dan 60%. Semakin besar massa serat pada komposit rachis merpati, kekuatan tariknya semakin rendah. Hal ini disebabkan masih adanya kotoran yang terdapat pada serat sehingga mengurangi ikatan antara serat dengan matrik.

Menganalisa dan menyimpulkan untuk kedepannya diharapkan komposit dari rachis bulu merpati dapat menjadi produk yang ramah lingkungan, ringan,

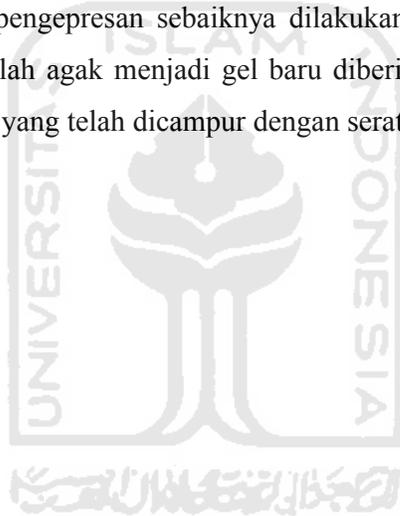
murah, dan diaplikasikan misalnya untuk pembuatan kapal, pesawat terbang, dan lain sebagainya sehingga penelitian ini mampu menambah nilai ekonomis serat bulu merpati.

6.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar bisa menghilangkan keratin (protein) yang ada pada rachis merpati karena adanya protein terdapat minyak yang dapat mengurangi kekuatan ikatan antara serat dan matrik.

Pada saat pencampuran katalis pada resin, diusahakan pelan-pelan sehingga tidak terjadi gelembung udara (*void*). Banyaknya *void* akan mengakibatkan menurunnya kekuatan komposit.

Saat melakukan pengepresan sebaiknya dilakukan dengan cara bertahap ditekan pelan-pelan, setelah agak menjadi gel baru diberikan tekanan maksimal. Itu bertujuan agar matrik yang telah dicampur dengan serat tidak terbuang banyak.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, Annual Book ASTM D 638 Standar, USA, 1998.
- Anonim, Annual Book ASTM D 3379 Standar, USA, 1998.
- Anonim, “*Technical Data Sheet of Unsaturated Polyester*”, Justus Kimia Raya Industry, Jakarta.
- Anonim, [http:// www.Composite.Wordpress.com](http://www.Composite.Wordpress.com), akses 20/08/2010
- Ansel (1989), Kegunaan dan Manfaat Etanol [http:// www.bahankimia.com](http://www.bahankimia.com), akses 20/08/2010
- Bartels, T. (2003). *Variations in the morphology, distribution, and arrangement of feathers in domesticated birds. Journal of Experimental Zoology (Mol. Dev. Evol.)*.
- Chawla, *Composit Material : Science and Engineering*, Springer Verlag, New York, 1987.
- Dinas Pertanian Dan Peternakan Kabupaten dan Kota, D@TiN 2007
- Jones R.M., 1975, “*Mechanics of Composite Materials*”, Institute of Technology, Southern Methodist University, Dallas, Texas, Mc Graw-Hill, Wasingthon D.C. USA.
- Justus Kimia Raya, 2001, *Technical Data Sheet*.
- Kock Jeffrey W. 2006 *Physical And Mechanical Properties Of Chicken Feather Materials*. Georgia Institute of Tekhnology
- Mungara Perminus, 2004. Plastik Dari Bulu Ayam [http:// www.dunia_plastik .com](http://www.dunia_plastik .com), akses 20/08/2010
- Schwartz, 1984. ‘*Composite Materials Handbook*’, McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
- Surdia T. & Saito S. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta: Pradnya Paramita.
- Tjay and Raharja (1986) Sebagai Bakterisida [http:// www.bahan_kimia.com](http://www.bahan_kimia.com), akses 16/11/2010
- Woll, R. and Hong, C (2005) Low Dielectric Constan Materials from Plant Oils and Chicken Feathers.



LAMPIRAN



LABORATORIUM BAHAN TEKNIK
PROGRAM DIPLOMA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GADJAH MADA

HASIL PENGUJIAN TARIK

Spesimen Komposit (Rachis Bulu Merpati)

No.	Kode	Teg. Max (σ_U) (MPa)	Regangan (ϵ) (%)
1	R.1.1	5,26	2,3
2	R.1.2	4,81	2,0
3	R.1.3	4,16	2,0
4	R.1.4	5,13	2,7
5	R.2.1	3,31	2,2
6	R.2.2	3,25	2,3
7	R.2.3	2,01	1,6
8	R.2.4	3,18	2,5
9	R.3.1	2,14	2,2
10	R.3.2	1,35	2,6
11	R.3.3	1,83	1,6
12	R.3.4	1,51	2,8

Lembar asli, tidak untuk digandakan

Keterangan :

1. Pengujian dilakukan pada tanggal 21 Januari 2010



DATA SPESIMEN

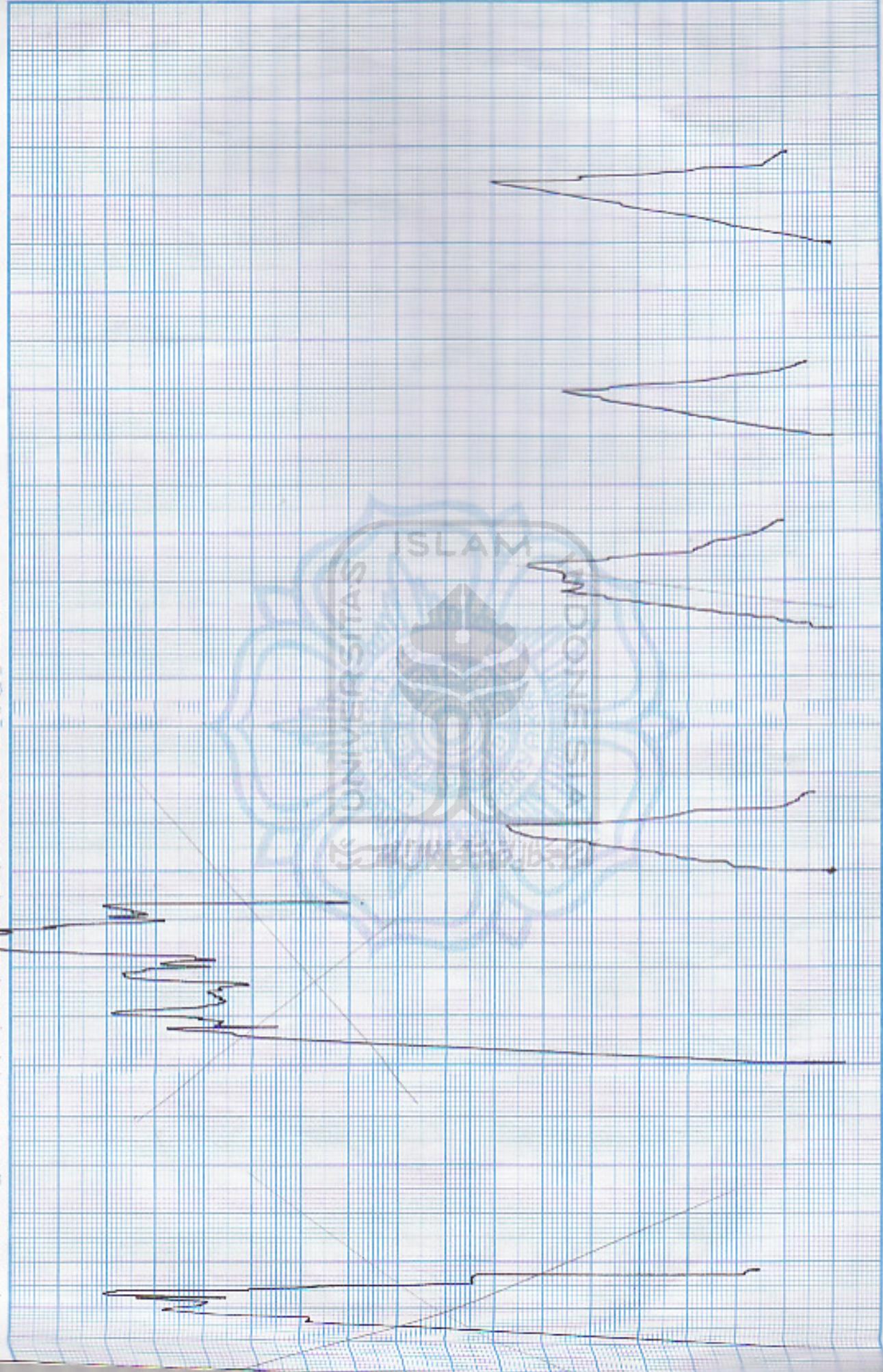
Spesimen Komposit (Rachis Bulu Merpati)

Spes.	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Lo (mm)	ΔL (mm)	P _{max} (kN)	h _y (mm)	h _u (mm)	ΔL _{msn} (mm)	Jumlah mm kolom (H)		ε (%)
									ΔL (msn)	ΔL (nyata)	
1	14,00	11,00	165	3,72	0,81	67,0	67,0	5,78	14,00	9,00	2,3
2	14,00	11,00	165	3,25	0,74	63,0	63,0	7,94	22,00	9,00	2,0
3	14,00	11,00	165	3,25	0,64	56,0	56,0	5,41	15,00	9,00	2,0
4	14,00	11,00	165	4,62	0,79	70,0	70,0	6,69	18,50	12,50	2,7
5	14,00	11,00	165	3,57	0,51	45,0	45,0	5,54	15,50	10,00	2,2
6	14,00	11,00	165	3,79	0,50	43,0	43,0	5,42	15,00	10,50	2,3
7	14,00	11,00	165	2,61	0,31	28,0	28,0	3,85	10,50	7,50	1,6
8	14,00	11,00	165	4,08	0,49	43,0	43,0	5,01	13,50	11,00	2,5
9	14,00	9,00	165	3,66	0,27	23,5	23,5	6,66	19,00	10,00	2,2
10	14,00	9,00	165	4,29	0,17	16,0	16,0	6,25	17,50	12,00	2,6
11	14,00	9,00	165	2,72	0,23	19,5	19,5	4,17	11,50	7,50	1,6
12	14,00	9,00	165	4,55	0,19	16,5	16,5	6,19	17,00	12,50	2,8

LABORATORIUM BAHAN TEKNIK

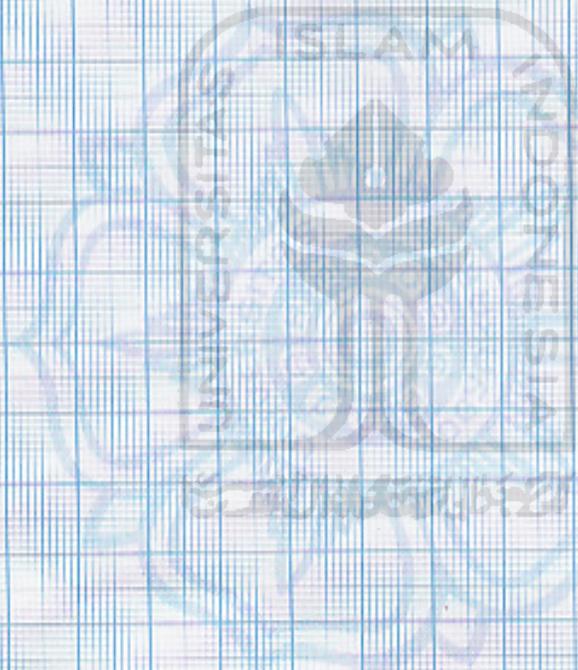
PROGRAM DIPLOMA TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS GADJAH MADA

Kampus: J. Grafika 2A Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 348837, 3922233 Fax (0274) 348837, 3922233 E-mail: admin_ujgm@ugjgm.ac.id





LABORATORIUM BAHAN TEKNIK
PROGRAM DIPLOMA TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS GADJAH MADA
Kampus II, Grafika 2A Yogyakarta 56261 Telp: (0274) 548827, 502209 Fax: (0274) 545400 E-mail: dmesin_uji@ugjmsi.net.com



1

2

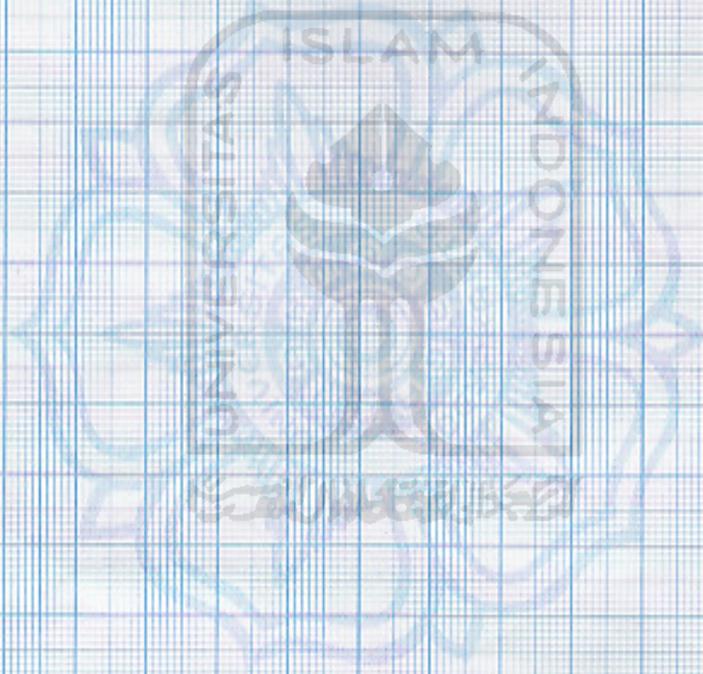
3

4

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 R.S.C



LABORATORIUM BAHAN TEKNIK
PROGRAM DIPLOMA TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS GADJAH MADA
Kampus Jl. Grafika 2/1 Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 549037, 902269 Fax. (0274) 546400 E-mail: ctm@ugm.ac.id



N

N

N

N

3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

MESDAN-LAB strength tester

Di Ujikan Di Lab. Evatek Tekstil FTI-UII

Sample data

Customer	T.MESIN
Date / Time	26-04-10 10:19
Art. code	B&Dara
Count	0 (Nm)
Operator	SUPARDI RS
Color	Krem
Lot number	1

Test parameters

Tension length	65 (mm) → jarang jepit
Test speed	40 (mm/min) → kece tarik
Load cell	300 (g) → max alat
Pre-tensioning strength	0 (g)

Remarks

Uji Kekuatan Tarik & Mulur RASIS BULU DARA Dg Perendaman Etanol Milk: Penelitian Triana Budiharja-T.Ms.FTI-UII

Tests data

Test	Strength(g)	Elongation(%)	Tenacity (RKM)
1	7900.00	4.153	0.000
2	7500.00	4.00	0.000
3	10400.00	7.846	0.000
4	9600.00	4.461	0.000
5	8100.00	4.461	0.000

Statistical results

	Strength(g)	Elongation(%)	Tenacity (RKM)
Maximum	10400.000 (3)	7.846 (3)	0.000
Minimum	7500.000 (2)	4.000 (2)	0.000
Mean	8700.000	4.984	0.000
Range (R%)	33.333	77.164	33.333
Variation coeff. (CV%)	14.241	32.347	14.241
Mean deviation (D)	1238.951	1.612	0.000
IC (95%)	1537.538	2.001	0.000
Upper limit (95%)	10237.538	6.985	0.000
Lower limit (95%)	7162.462	2.983	0.000
IC (99%)	2551.000	3.320	0.000
Upper limit (99%)	11251.000	8.304	0.000
Lower limit (99%)	6149.000	1.665	0.000