

SIFAT TARIK KOMPOSIT SERAT ACAK *HYBRID*

BAGASSE/KACA/*POLYESTER*

(Skripsi)

Oleh

Angga Amiraj Nurpratama



JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2019

ABSTRAK

SIFAT TARIK KOMPOSIT SERAT ACAK *HYBRID* BAGASSE/KACA/*POLYESTER*

Oleh

ANGGA AMIRAJ NURPRATAMA

Perkembangan teknologi komposit semakin berkembang pesat. Namun pada umumnya hal tersebut di dominasi pengembangan komposit sintetik dibandingkan komposit natural. Hal ini dikarenakan komposit natural memiliki sifat mekanik cenderung lebih rendah, oleh karena itu perlu adanya upaya peningkatan kualitas pada komposit natural. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan mekanik komposit natural dengan menggabungkan serat baggase dan kaca (*Hybrid*) pada satu campuran komposit untuk menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan komposit non hybrid.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Komposit, Universitas Lampung. Pembuatan komposit menggunakan metode hands lay up dengan matrik poliester. Variasi pertama dengan komposisi 70% matrik poliester, 15% partikel baggase 15% serat kaca, variasi yang kedua dengan 80% matrik poliester, 10% partikel baggase, 10% serat kaca dan variasi terakhir terdiri dari 90% matrik poliester ,5%

partikel baggase, 5% serat kaca.dilakukan pengujian tarik berstandar ASTM D-638.

Hasil dari penelitian terbaik terdapat pada variasi 70:15:15 dengan nilai $\sigma = 74.266$ MPa, $\epsilon = 0.016$ dan $E = 3.601$ GPa. kenaikan fraksi volume serat kaca dan partikel baggase meningkatkan nilai modulus elastis dan kekuatan tarik. Kemudian bedasarkan pengamatan menggunakan metode *Scanning Electron Microscope* ikatan yang dimiliki serat baggase terhadap matrik lebih baik dibandingkan dengan serat kaca.

Kata Kunci : Komposit Hybrid, E-Glass, Baggase, Sifat Mekanik, *ASTM-D638*, *Scanning Electron Microscope*

ABSTRACT

PROPERTIES OF HYBRID RANDOM FIBER COMPOSITE BAGGASE/GLASS/POLYESTER

By

ANGGA AMIRAJ NURPRATAMA

The development of composite technology was increasingly advanced. But in general this is dominated by the development of synthetic composites compared to natural composites. This is because natural composite have lower mechanical properties, therefore there is a need to improve the quality of natural composites. Therefore, this study aims to improve the mechanical strength of natural composites by combining baggase and glass fibers in one composite mixture to produce better mechanical properties than non hybrid composites.

This research was conducted in Composite Laboratory University of Lampung. Hands lay up method was used to fabricated the composite. The first variation with a composition of 70% polyester, 15% baggase particle, 15% glass fiber, the second variation with 80% polyester matrix, 10% baggase particle, 10% glass fiber and the final variation consists of 90% polyester matrix, 5% baggase particle, 5% glass fiber. The tensile test was carried out according to ASTM-D638 standard.

The best result can be found in variations of 70:15:15 with a value of $\sigma_u = 74.266$ MPa, $\epsilon = 0.016$ and $E = 3.601$ GPa. The modulus elastic and tensile strength of hybrid composite were increase with fiberglass and baggase particle volume fraction. Based on observations using the scanning electron microscope method, the bonding of baggase fiber to matrix is better than glass fiber.

Keywords: Hybrid composite, Fiberglass, Baggase fiber, Mechanical properties, ASTM-D638, *Scanning Electron Microscope*

**SIFAT TARIK KOMPOSIT SERAT ACAK
HYBRIDTEBU/KACA/POLYESTER**

Oleh

Angga Amiraj Nurpratama

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lampung



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2019

Judul Skripsi : **SIFAT TARIK KOMPOSIT SERAT ACAK
HYBRID BAGGASE/KACA/POLYESTER**

Nama Mahasiswa : **Angga Amiraj Nurpratama**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1315021007

Program Studi : Teknik Mesin

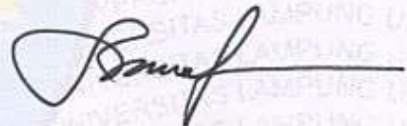
Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

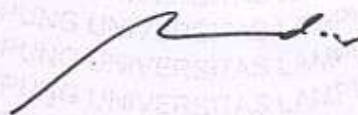


Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.Met.
NIP 19740202 199910 2 001



Dr. Sugiyanto, M.T.
NIP 19570411 198610 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ahmad Su'udi, S.T., M.T.
NIP 19740816 200012 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.Met.**



Anggota Penguji : **Dr. Sugiyanto, M.T.**



Penguji Utama : **Harnowo Supriadi, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D.

NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **26 Juni 2019**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilalrukan oleh orang lain, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri. Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Juli 2019


METERAI
TEMPEL
B 1315021007
6000
ENAM RIBURUPIAH

Angga Amiraj Nurpratama
1315021007

RIWAYAT HIDUP



Angga Amiraj Nurpratama, lahir di Serang pada tanggal 27 Desember 1994 yang merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Puji Laksono dan Ibu Izza Fahriah. Penulis memulai pendidikan formalnya dari SD Al-Azhar 10 Serang dan lulus pada tahun 2007, selanjutnya di SMP Al-Azhar 11 Serang dan telah diselesaikannya pada tahun 2010. Serta 2 Kota Serang yang diselesaikannya pada tahun 2013. Selanjutnya penulis terdaftar menjadi mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung pada tahun 2013 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN Undangan). Selama menjadi mahasiswa, penulis terdaftar dan aktif sebagai anggota divisi Minat dan Bakat mahasiswa pada tahun 2014- 2015, HIMATEM sebagai anggota bidang Otomotif pada tahun 2015-2016. Pada bulan September 2016, pada tahun 2016 penulis menjadi salah satu pelopor terbentuknya Komunitas Kreatifitas Universitas Lampung yang fokus pada riset dan pengembangan teknologi, penulis melaksanakan Kerja Praktek (KP) di PT. KHI Pipe Industries Cilegon dengan mengambil judul **“Proses Produksi Pipa Spiral Menggunakan Mesin SPM 2000 di PT. KHI Pipe Industries Cilegon Banten”**. Pada tahun 2016 penulis melakukan riset yang dibiayai DIKTI dalam program kreatifitas mahasiswa (PKM)

dengan judul riset “**Analisis pirolisis Sampah kota Bandar Lampung menjadi Bahan Bakar Minyak**”. Kemudian pada tahun tersebut penulis membentuk sebuah team untuk mengembangkan kendaraan hemat bahan bakar yang akan digunakan pada perlombaan Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) yang diselenggarakan oleh DIKTI, Dan kemudian penulis melakukan penelitian Tugas Akhir di Laboratorium Material Universitas Lampung serta melakukan pengujian spesimen di Laboratorium Material Teknik mesin Universitas Lampung Hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan pendidikan sarjananya pada tanggal 26 Juli 2019 dengan skripsi yang berjudul “**SIFAT TARIK KOMPOSIT SERAT ACAK HYBRID BAGGASE/KACA/POLYESTER**”.

PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah S.W.T

Dengan segala cinta dan kasih sayangku persembahkan karya ini untuk orang-orang yang berharga di dalam hidupku

Bapak dan Ibuku tercinta: Puji laksono dan Izza Fahriah tidak lupa untuk Bunda ku Winda serta adiku tercinta Ajeng Tiara Damiarsih, yang bekerjakeras memberikan kasih sayang, mendidik, selalu memberikan do'a, semangat, dan dukungan sehingga anak mu ini yakin bahwa tuhan selalu memberikan yang terbaik untuk Umat-Nya

Calon pendamping hidupku Adita Pratiwi Pribadi yang selalu mendukung dan tidak pernah lelah menyemangatiku

Para Pendidik yang telah mengajar dengan penuh kesabaran

Teman seperjuanganku Teknik Mesin Angkatan 2013

Almamaterku tercinta Universitas Lampung

MOTTO

Berjuanglah Sungguh-Sungguh
Untuk Semua Yang Akan Kau Capai
Dan
Kuatkan Hati dalam Menajalaninya

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang senantiasa mencurahkan nikmat, rahmat, dan hidayah-Nya. Salawat serta salam senantiasa penulis panjatkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW, beserta keluarga dan para sahabatnya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Hal yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana Jurusan Teknik Mesin di Universitas Lampung, untuk membentuk sarjana yang mampu menerapkan pengetahuan dan keterampilan di bidang keteknikan khususnya teknik mesin serta diabdikan di masyarakat. Juga merupakan keinginan penulis yang sangat besar terhadap dunia industri yang sesungguhnya dan memadukan antara teori yang diperoleh di bangku perkuliahan dengan yang terjadi di dunia kerja yang sesungguhnya.

Dalam proses proses pengerjaan tugas akhir ini, penulis banyak mempelajari hal-hal baru, selain menambah wawasan dalam bidang keteknikan yang akan menunjang dalam hal akademis serta pengalaman, penulis juga mendapatkan informasi tentang dunia kerja, kedisiplinan, serta bagaimana menciptakan pribadi sarjana teknik yang bersikap profesional dalam segala hal. Serta pentingnya bimbingan Allah SWT dalam menjalankan segala hal.

Selama melaksanakan tugas akhir ini banyak menerima bantuan, baik berupa moril maupun materil dan bimbingan dari semua pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tuaku ayah (Puji Laksono) dan ibu (alm.Izza Fahriah), Adik saya Ajeng Tiara Damiarsih, yang telah memberikan dukungan semangat, moril maupun materil serta selalu mendoakan yang terbaik.
2. Calon pendamping hidupku Adita Pratiwi Pribadi yang memberiku semangat dan motivasi yang takan pernah pudar
3. Bapak Ahmad Su'udi, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung.
4. Ibu DR. Shirley Savetlana, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing 1 yang telah membimbing dan memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak DR. Sugiyanto. M.T. selaku dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir, yang telah memberikan masukan dan sarannya.
6. Bapak Harnowo S. S.T. M.T. selaku pembahas tugas akhir yang senantiasa memberikan saran dan masukan dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
7. Sahabat - sahabatku (Danu Wigunarto, Khoirul Imam, Bintoro Niko, I putu Dharma, Tata Kurniawan, Kadek Sukanadi, Anggi Antonious Dan semua teman yang tak bisa terucap satu persatu) yang telah memberikan dukungan dan bantuan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Rekan – rekan Teknik Mesin khususnya angkatan 2013 Yogie Bayu (komti), Riki A (wakom), dan lain-lain yang tidak bisa saya tuliskan satu persatu, terima kasihtelah memberikan dukungan dan semangatnya (Solidarity Forever).

Penulis menyadari bahwa masih banya kekurangan dalam penulisan Tugas akhir tugas akhir oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca.

Semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung, 2 Juli 2019

Penulis

Angga Amiraj Nurpratama

1315021007

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
LEMBAR PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	ix
SANWACANA	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABLE	xix
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	4
C. Batasan Masalah	5
D. Sistematika Penulisan	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Komposit.....	7
B. Tebu.....	16
C. Serat Kaca.....	18
D. Poliester	19
E. Fraksi Volume.....	21
F. Rule of Mixturre	22
G. Alkalisasi.....	23
H. Metode Pembuatan Komposit	23
I. Uji Tarik	27

BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Tempat Penelitian	29
B. Bahan yang Digunakan.....	29
C. Alat yang Digunakan	30
D. Perbandingan Fraksi Volume.....	30
E. Prosedur Penelitian.....	31
F. Diagram Alir Penelitian.....	39
.	
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	
A. Simpulan.....	60
B. Saran	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Jenis-jenis serat sintetis.....	10
Gambar 2.2 Komposit serat.....	11
Gambar 2.3 Komposit Sepih.....	11
Gambar 2.4 Komposit butir.....	12
Gambar 2.5 Komposit lapisan.....	12
Gambar 2.6 Komposit Filler.....	13
Gambar 2.7 Sandwich core composite.....	15
Gambar 2.8 Ampas tebu.....	16
Gambar 2.9 Grafik perbandingan sifat matrik poliester dan matrik lainnya....	20
Gambar 2.10 Proses hands lay-up.....	24
Gambar 2.11 Proses vacuum bag.....	24
Gambar 2.12 Proses pressure bag.....	25
Gambar 2.13 Proses Fillament winding.....	25
Gambar 2.14 Proses Continious pultrusion.....	26
Gambar 3.1. Proses Alkalisasi serat tebu dengan NaOH 5%.....	32
Gambar 3.2. Serbuk partikel tebu bermesh 200.....	32
Gambar 3.3. Proses <i>Curing</i> pada Temperatur 70 °C.....	34
Gambar 3.4. Spesimen ASTM D 638.....	34
Gambar 3.5 Geometri spesimen uji tarik (ASTM D-638-01).....	35
Gambar 4.1. Spesimen hasil uji tarik.....	42
Gambar 4.2 Kurva Tegangan-Regangan FV 70:15:15.....	43
Gambar 4.3 Kurva Tegangan-Regangan FV 80:10:10.....	45
Gambar 4.4 Kurva Tegangan-Regangan FV 90:5:5.....	47

Gambar 4.5. Diagram Perbandingan Tegangan Komposit <i>Hybrid</i> serat kaca/tebu/ poliester.....	49
Gambar 4.6. Diagram Perbandingan Regangan Komposit <i>Hybrid</i>	50
Gambar 4.7. Diagram Perbandingan Modulus Elastisitas Komposit <i>Hybrid</i>	51
Gambar 4.8 Diagram perbandingan nilai modulus elastisitas hasil Pengujian dengan perhitungan <i>rule of mixture</i>	53
Gambar 4.9 Morfologi patahan permukaan komposit hybrid baggase FV 70:15:15.....	55
Gambar 4.10.Morfologi mikro serat baggase komposit hybrid baggase FV 70:15:15.....	56
Gambar 4.11. Morfologi mikro serat kaca komposit hybrid baggase FV 70:15:15.....	57
Gambar 4.12. Diagram Perbandingan Kekuatan Tarik dengan Penelitian Lainnya.....	58

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Komponen zat penyusun serat alam	17
Tabel 2.2 sifat mekanis serat alam.....	17
Tabel 2.3 perbandingan karakter serat E-glass dan S-glass	18
Tabel 2.4 Spesifikasi resin polyester yukalac BQTN-157.....	20
Tabel 3.1 Hasil perhitungan massa serat dan matriks.....	36
Tabel 3.2 Jumlah spesimen pengujian.....	37
Tabel 3.3 Pengambilan data uji tarik.....	37
Tabel 3.4 Jadwal Rencana Penelitian.....	40
Tabel 4.1 komposisi komposit hybrid serat kaca/tebu/poliester.....	41
Tabel 4.2 Perbandingan Sifat Tarik Komposit hybrid serat kaca/tebu/Poliester.....	42
Tabel 4.3. Nilai Rata-rata Sifat Tarik Komposit.....	49
Tabel. 4.4 Data hasil perhitungan <i>Rule of Mixture</i>	52

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi bahan pengganti logam semakin meningkat. Salah satunya yaitu komposit yang merupakan gabungan dua atau lebih material dengan karakter yang berbeda. Banyak keuntungan yang didapat dari penggunaan komposit sebagai pengganti logam, seperti bobot yang ringan, tahan korosi proses pembuatan yang mudah dan harganya terjangkau. Komposit banyak digunakan sebagai bahan pembuatan pipa, komponen kendaraan bermotor dan lain-lain.

Komposit adalah gabungan sifat antara matrik dan serat, dimana serat berperan sebagai penguat serta menentukan sifat bahan komposit seperti kekuatan tarik, bending, kekakuan dan lain-lain sedangkan matrik berperan mengikat, meneruskan pembebanan ke serat dan melindungi serat dari lingkungan. Serat terbagi atas serat sintetis dan serat alam. Sedangkan matrik dapat berupa matrik keramik, logam dan polimer.

Pada umumnya matrik yang sering digunakan adalah polimer, salah satunya yaitu resin poliester (*Unsaturated Polyester*). Resin poliester merupakan jenis resin *thermoset* yang mengeras pada fasa cair ke fasa padat dengan perlakuan tertentu. Poliester merupakan jenis resin yang paling sering digunakan. Hal ini dikarenakan poliester memiliki ketahanan terhadap cuaca yang sangat baik, baik itu kelembaban maupun paparan sinar UV (*ultraviolet*), kekuatan yang cukup baik, dan harga yang murah.

Sedangkan serat yang paling sering digunakan dalam pembuatan komposit adalah serat sintetis karena memiliki kekuatan yang tinggi serta keseragaman dimensinya disepanjang bidang. Tetapi dalam produksi serat sintetis terdapat banyak kendala, salah satunya yaitu biaya produksi yang tinggi. Hal ini menjadi tantangan bagi para peneliti mempelajari lebih lanjut penggunaan serat alam sebagai alternatif pengganti serat sintetis. Serat ampas tebu menjadi salah satu pilihan yang menarik untuk dikembangkan hal ini dikarenakan Indonesia merupakan salah satu negara agraris di kawasan tropis dan salah satu negara penghasil tebu terbesar. Menurut BPS (Badan Pusat Statistik) tahun 2015 tebu yang dapat dihasilkan mencapai 1.162.000 ton dan dari proses pengelolaan tebu menjadi gula dihasilkan ampas tebu mencapai 90%. Selama ini pemanfaatan ampas tebu yang dihasilkan masih terbatas terhadap pengelolaan menjadi pakan ternak, pupuk, dan bahan bakar boiler pabrik gula tersebut. Oleh karena itu perlu adanya teknologi yang dapat memberikan nilai tambah baik secara teknologinya maupun ekonominya, salah satunya yaitu dengan mengelolanya menjadi komposit serat alam.

Rahman dkk, membuat komposit yang diperkuat *unidirectional* serat tebu dengan matrik poliester. Harga kekuatan tarik tertingginya 25,86 MPa pada spesimen dengan fraksi volume 20%, harga regangan tertingginya 6,79 % pada spesimen dengan fraksi volume 10%.

Cleyrina dkk, melakukan penelitian komposit sebagai alternatif bahan baku industri menggantikan tiang penyangga (*scantlings*) pada struktur kayu (*timber structure*) dengan spesimen diperkuat oleh serat ampas tebu dengan matrik resin *Polyester* Yukalac 157 BTQN-EX dan 1% katalis *Metyl Etyl Keton Peroksida* (MEKPO). Harga kekuatan tarik tertingginya yaitu 28,83 MPa pada spesimen dengan fraksi volume 7,5% pada ukuran partikel 200 mesh. Harga kekuatan impak tertinggi 0,00271 J/mm² pada spesimen dengan fraksi volume 2,5% pada ukuran partikel 200 mesh.

Dari penelitian diatas komposit dengan serat ampas tebu partikel memiliki kekuatan yang lebih baik dibandingkan *unidirectional* serat ampas tebu hal ini dikarenakan komposit serat partikel merupakan *isotropickomposit* material yang sifatnya merata disemua arahbidang(Callister.2007).dari penelitian tersebut masih didapat kekurangan berupa penggunaan matrik yang terlalu banyak sehingga biaya untuk produksinya cukup tinggi dan kekuatannya masih cukup rendah untuk diaplikasikan dibidang lain, oleh karena itu untuk menghemat penggunaan matrik dan menambah kekuatan komposit ampas tebu maka perlu adanya sedikit modifikasi dengan mengkombinasikannya dengan serat sintetis yang mengubahnya menjadi komposit *hybrid* terkait dengan hal

tersebut terdapat penelitian yang dilakukan oleh Satish dkk, dengan memodifikasi komposit serat sisal yang dikombinasikan dengan serat kaca dengan resin *epoxy* sebagai matriknya. Harga kekuatan tertingginya yaitu 53,5 MPa untuk spesimen komposit *hybrid* sisal pada rasio berat 70% epoxy, 15% serat sisal dan 15% serat kaca. Terjadi peningkatan nilai kekuatan tarik dibandingkan dengan spesimen komposit sisal yang memiliki nilai 25,97 MPa pada rasio berat 70% epoxy, 30% serat sisal.

Untuk itu, dilakukan penelitian terhadap komposit dengan memodifikasi partikel ampas tebu dengan mesh 200 yang dikombinasikan bersama serat kaca orientasi acak bermatrik poliester serta variasi fraksi *volume* serat komposit dan dilakukan pengujian kekuatan tarik berdasarkan penelitian di atas. Dari hal tersebut diharapkan dapat meningkatkan kekuatan komposit.

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah.

1. Memprediksi kekuatan komposit dengan perhitungan *rule of mixture*.
2. Membuat dan melihat pengaruh fraksi volume pada hibrid komposit terhadap kekuatan tarik.
3. Membandingkan hasil perhitungan *rule of mixture* dengan hasil pengujian tarik.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah.

1. Komposit yang dibuat dengan menggunakan serat ampas tebu yang dipadukan dengan serat kaca.
2. Ukuran partikel yang digunakan serat ampas tebu 200 mesh
3. Serat kaca yang digunakan berjenis *random mat*
4. Resin yang digunakan adalah Poliester Yukalac-157
5. Pengujian mekanik yaitu uji tarik

D. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini adalah:

I : PENDAHULUAN

Terdiri dari latar belakang, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan dari penelitian ini

II : TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisikan tentang teori yang berhubungan dan mendukung masalah yang diambil.

III : METODOLOGI PENELITIAN

Terdiri atas hal-hal yang berhubungan dengan pelaksanaan penelitian, yaitu tempat penelitian, bahan penelitian, peralatan penelitian, prosedur pembuatan dan diagram alir pelaksanaan penelitian.

IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan hasil penelitian dan pembahasan dari data-data yang diperoleh setelah pengujian.

V : SIMPULAN DAN SARAN

Berisikan hal-hal yang dapat disimpulkan dan saran-saran yang ingin disampaikan dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Memuat referensi yang dipergunakan penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir.

LAMPIRAN

Berisikan pelengkap laporan penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Komposit

Komposit dapat didefinisikan sebagai gabungan dalam skala makroskopik dari dua atau lebih material untuk menghasilkan material yang baru. Secara makroskopik yaitu dapat diidentifikasi secara kasat mata. Berbeda dengan material yang dikombinasikan dalam skala mikroskopik, hal tersebut biasa terdapat pada logam paduan. Pendapat lain mengatakan bahwa komposit adalah suatu sistem yang tersusun dari campuran atau kombinasi dua atau lebih unsur yang berbeda secara komposisi material dasarnya. Jones (2:1998).

Material yang dikombinasikan bertujuan untuk menemukan material baru yang mempunyai sifat yang tidak dapat ditemukan pada masing-masing material penyusunnya. Sifat material hasil dari kombinasi ini diharapkan dapat meningkatkan kekurangan material penyusunnya. Dari beberapa sifat yang dapat ditingkatkan antara lain yaitu : kekuatan, kelenturan, kekakuan, massa jenis, ketahanan termal dll. Jones (3:1998)

1. Material Penyusun Komposit

Bahan/material komposit terdiri dari dua unsur yaitu matrik sebagai bahan pengikat dan sebagai penguat disebut serat.

a. Matrik

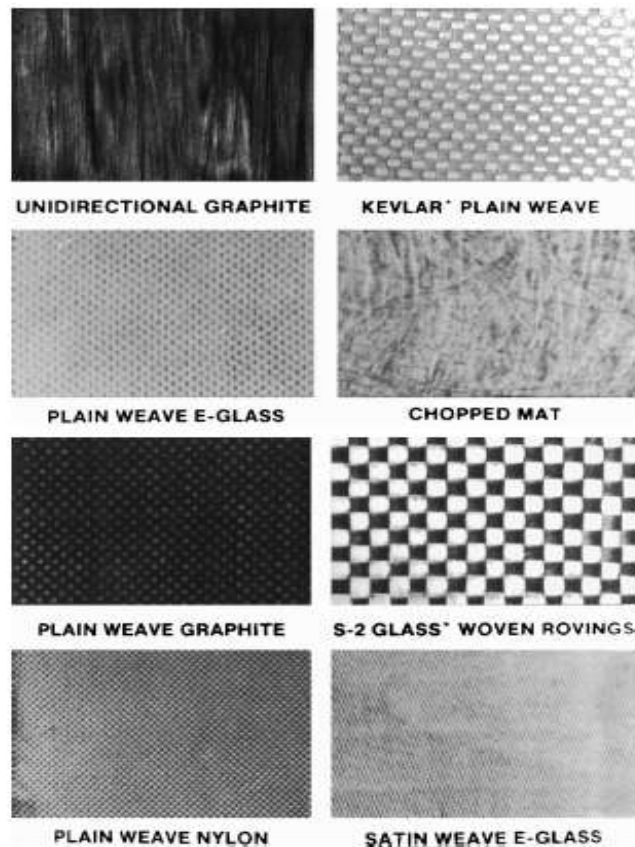
Dalam struktur komposit matrik tersusun dari bahan logam, keramik dan polimer. Matrik dalam komposit memiliki bagian paling dominan dimana fraksi volume matrik lebih besar dibanding dengan fiber. Untuk menjadi matrik tentulah suatu material harus memenuhi beberapa Syarat yaitu dapat meneruskan pembebanan serat mengikat serat. Dalam pengisi ruang komposit matrik memegang peran penting dalam meneruskan tegangan, melindungi serat dalam lingkungan dan menjaga sisi permukaan serat dari pengikisan matrik harus memiliki kompatibilitas yang baik dengan serat (Gibson,1994). Dalam komposit matrik memiliki peran penting dengan berbagai fungsi antara lain :

- 1) Menjadikan serat sebagai satu kesatuan struktur yang kuat dengan mengikatnya.
- 2) Melindungi serat dari kondisi lingkungan sekitar yang dapat menyebabkan kerusakan.
- 3) Melanjutkan pembebanan ke filler
- 4) Menyumbangkan beberapa sifat seperti : ketangguhan, kekakuan dll.

Bedasarkan bahan penyusunnya matrik dapat dibedakan menjadi organik dan anorganik. Matrik organik adalah matrik yang tersusun dari bahan organik, matrik ini banyak digunakan karena disisi ekonomi sangat terjangkau dan mudah dalam pembuatannya, contoh matrik organik adalah *polyester*. Dan matrik anorganik umumnya terbuat bahan logam yang memiliki kekuatan tinggi.

b. Serat

Serat merupakan penguat dari material dimana beban yang di terima komposit akan diterima matrik kemudian diteruskan kepada serat. Oleh karena itu serat umumnya memiliki kekuatan tarik dan elastisitas lebih tinggi dibanding matrik. Serat dapat dibedakan menjadi serat alam dan serat sintetis. Serat alam adalah serat yang dapat langsung diperoleh dari alam yaitu berupa serat yang dapat langsung diperoleh dari tumbuhan dan binatang. Jenis serat ini banyak digunakan diantaranya yaitu kapas, wol sutera, pelepah pisang, sabut kelapa, bambu dll. Keunggulan dari serat alam adalah dapat digunakan sebagai filler komposit dibandingkan dengan serat sintetis yang telah mendapat perlakuan khusus pada saat manufaktur. Keunggulan lainnya antara lain yaitu memiliki densitas yang rendah, harga lebih murah, ramah lingkungan dan tidak beracun. Serat alam memiliki kelemahan yaitu pada ukuran serat yang tidak seragam, dan kekuatannya dipengaruhi usia dari serat. Serat sintetis adalah serat yang terbuat dari bahan anorganik dengan komposisi kimia yang telah ditentukan oleh para ahli. Serat sintetis memiliki beberapa kelebihan yaitu memiliki ukuran yang relatif seragam, kemudian kekuatannya dapat seragam disepanjang serat. Schwartz (20:1984). Serat sintetis yang banyak digunakan yaitu antara lain. Serat kaca, serat karbon, kevlar, aramid yang dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Jenis-jenis serat sintetis

Sumber: Kaw (24:2007)

2. Jenis-Jenis Komposit

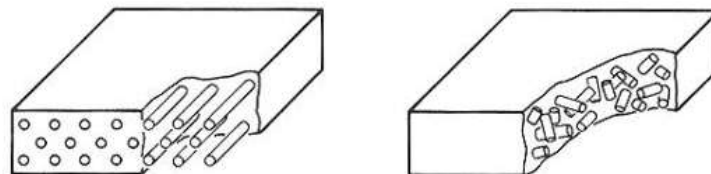
Jenis komposit dapat dibedakan berdasarkan dengan struktur penyusunnya, matriknya dan jenis strukturnya.

a. Berdasarkan penyusun strukturnya komposit dapat dibedakan menjadi 5 kelompok yaitu : Schwartz (21:1984)

1) Komposit serat

Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguatnya, dalam pembuatannya komposit serat dapat diajur memanjang (unidirectional composite) (Gambar 2.2a) atau dapat dipotong dan disusun secara acak (random composite)

(Gambar 2.2b) serta dapat dianyam (cross-ply laminate) komposit serat banyak digunakan dalam berbagai industri yaitu otomotif, pesawat dan lain-lain.



a. Unidirectional fiber composite

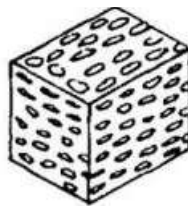
b. Random fiber composite

Gambar 2.2 Komposit serat

(Sumber: https://www.researchgate.net/figure/11-Different-types-of-fiber-orientation-in-composites-a-unidirectional-b-random-c_267779397)

2) Komposit Serpih

Komposit serpih (Gambar 2.3) merupakan komposit dengan penambahan material berupa serpihan kedalam matriknya yang dapat berupa kaca, dan logam. Schwartz (22:1984).



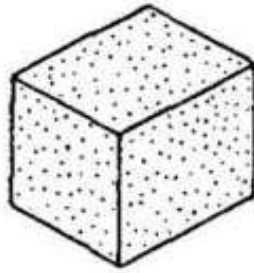
Gambar 2.3 Komposit Serpih

(Sumber : https://www.researchgate.net/figure/11-Different-types-of-fiber-orientation-in-composites-a-unidirectional-b-random-c_267779397)

3) Komposit butir

Komposit butir merupakan salah satu jenis komposit dimana di dalam matriknya ditambahkan material berupa butir perbedaannya

dengan serpih yaitu pada distribusi material penambahannya secara acak kurang terkontrol dari pada komposit serbuk, sebagai contoh adalah beton yang dapat dilihat pada gambar 2.4. Schwartz (22:1984)



Gambar 2.4 Komposit butir

(Sumber : https://www.researchgate.net/figure/11-Different-types-of-fiber-orientation-in-composites-a-unidirectional-b-random-c_267779397)

4) Komposit Lapisan

Komposit yang tersusun dari dua atau lebih lapisan dimana masing masing lapisan berbeda dalam hal material, bentuk dan sifat penguatannya. Schwartz (23:1984). Contoh dari komposit lapisan dapat digambar 2.5.

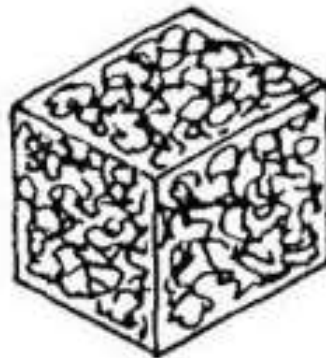


Gambar 2.5 Komposit lapisan

(sumber: <https://www.slideshare.net/Albairaq/composites-composites-idm8-school-wakra-material-pure-compound-object-structurewakra-steelast>)

5) Komposit Filler

Komposit filler yaitu penambahan material pada matrik komposit dengan struktur tiga dimensi dan biasanya filler juga dalam bentuk tiga dimensi Schwart (23:1984). Contoh dari komposit filler dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Komposit Filler

(Sumber : https://www.researchgate.net/figure/11-Different-types-of-fiber-orientation-in-composites-a-unidirectional-b-random-c_267779397)

b. Berdasarkan matriknya

Berdasarkan matriknya komposit dapat dibedakan sebagai berikut:

(Gibson,1994)

1) Komposit matrik logam logam (MMC-metal matrix composite)

Komposit logam merupakan salah satu jenis komposit dengan matrik logam. Komposit ini menggunakan suatu logam sebagai matriknya dan serat sebagai penguatnya, sebagai contoh aluminum

yang digunakan sebagai matrik dan silikon karbida sebagai seratnya. MMC mulai berkembang pada industri otomotif seperti pada komponen poros, piston dll.

2) Komposit matrik keramik

Komposit matrik keramik (CMC) ceramic matrix Composite adalah material yang mempunyai 2 fasa yaitu, fasa pertama memiliki fungsi sebagai penguat dan fasa yang kedua sebagai matrik, dimana matriknya terbuat dari keramik dan penguatnya adalah oksida, carbide dan nitrid pada umumnya. Salah satu proses pembuatan komposit keramik yaitu dengan proses DIMOX dimana proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik disekeliling daerah filler.

3) Komposit matrik polimer (PMC-polymer matrix composite)

Komposit ini merupakan komposit dengan matrik polimer baik itu jenis polimer termoseting maupun termoplastik. Thermosetting merupakan jenis polimer yang tidak dapat mengikuti perubahan. Artinya jika polimer mengalami pengerasan maka tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan yang tinggi tidak akan melunakkan polimer thermosetting melainkan akan membuatnya menjadi arang dan terurai. Karena sifatnya thermosetting polimer digunakan saat ini adalah epoxy, polyester tak jenuh. Polyester takjenuh merupakan matrik paling banyak digunakan dalam pembuatan komposit. Sedangkan polimer termoplastik merupakan jenis polimer yang

dapat digunakan berulang kali, polimer jenis ini dapat dilunakan dengan panas dan menjadi keras apa bila dingin. Polimer termoplastik yang lazim digunakan sebagai matrik misalnya polyolefin ,PVC, polycarbonate, polycetal dll.

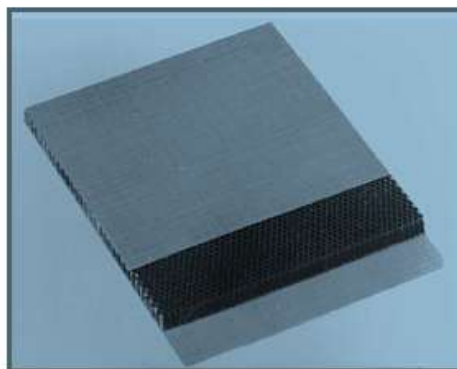
c. Berdasarkan strukturnya

1) Struktur laminate

Merupakan jenis komposit yang tersusun dari dua lapis atau lebih yang di gabung menjadi satu dengan sifat dan karakteristik yang berbeda.

2) Struktur sandwich

Komposit sandiwich merupakan gabungan dua lembar skin yang di susun pada dua sisi material ringan (core) serta adhesive. Fungsi utama skin adalah menahan beban aksial dan bending sedangkan core berfungsi mendistribusikan beban aksial menjadi beban geser kepada seluruh luasan akibat gaya dari luar. Gambar 2.7 merupakan contoh dari komposit sandwich.



Gambar 2.7 Sandwich core composite

(Sumber : Kaw,2007)

B. Tebu

Tebu (*saccharum officinarum*) adalah salah satu tanaman perkebunan semusim, yang mempunyai sifat tersendiri, tebu merupakan bahan pokok yang digunakan dalam industri gula, karena terdapat zat gula yang terkandung dalam batangnya. Tebu termasuk dalam keluarga rumput-rumputan. akar tanaman tebu adalah serabut dan tanaman ini termasuk kedalam kelas monocotyledone (Supriadi,1992).

Ampas tebu atau Bagase (gambar 2.8) adalah bahan sisa-sisa serat dari batang tebu yang telah mengalami diambil ekstrak niranya dan banyak terkandung zat parenkin yang membuatnya tidak tahan lama disimpan karena sangat mudah terserang jamur. Serat sisa dan ampas tebu biasanya digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi pengolahan gula. Serat tebu selain dimanfaatkan sebagai bahan bakar pabrik juga dapat digunakan sebagai pembuatan papan partikel, kertas, media budidaya jamur dan pupuk kompos (Slamet 2004).



Gambar 2.8 Ampas tebu

(Sumber : Acharya.dkk,2006)

Komponen zat penyusun serat tebu dan beberapa serat lainnya pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 Komponen zat penyusun serat alam

Serat	Lignin (%)	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)
Tandan sawit	19	65	
Meoscrap sawit	11	60	
Serat tebu	40-50	32-34	0,15-0,25
Pisang	5	63-64	19
Sisal	10-24	66-72	12
Daun nanas	12,7	81,5	

Sumber : (Sreekala.dkk,1997) dalam (Iswanto,2009)

Sifat mekanis tebu dan beberapa serat lainnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.2 sifat mekanis serat alam

serat	Kekuatan tarik (MPa)	Pemanjangan (%)	Kekerasan (MPa)
Tandan sawit	348	14	2000
Meoscrap sawit	80	17	500
Serat tebu	140	25	3200
Pisang	550	3	816
Sisal	580	4,3	1200
Daun nanas	640	2,4	970

Sumber : (Sreekala.dkk,1997) dalam (Iswanto,2009)

C. Serat kaca

Serat kaca merupakan salah satu serat sintetis yang sangat mudah dijumpai dipasaran karena memiliki nilai ekonomi yang terjangkau, disamping itu juga serat kaca memiliki sifat tidak mudah terbakar, isolator listrik yang baik, dapat

menahan korosi dengan baik, kekuatan tarik yang lumayan tinggi, walaupun memiliki regangan yang rendah.

Tabel 2.3 perbandingan karakter serat E-glass dan S-glass

Properti	satuan	E-glass	S-glass
Densitas	gr/cm ³	2.54	2.49
Modulus Young's	GPa	72.4	85.5
Ultimate tensile strength	MPa	350	458.5
Koefisien termal ekspansi	µm /m/°C	5.04	5.58

(Sumber : Kaw,2007)

Serat kaca memiliki beberapa jenis lainnya yaitu: (Yosep,2016)

1. Serat kaca tipe A (A-Glass)

Serat kaca tipe A (A-Glass) memiliki kandungan alkali yang tinggi. Serat ini tidak banyak digunakan dalam proses produksi sebagai reinforcement agent. Komposisi yang terkandung dalam serat ini adalah SiO₂, CaO, Na₂O dan Al₂O₃+Fe₂O₃.

2. Serat kaca tipe E (E-Glass)

Serat kaca tipe E (E-Glass) memiliki kandungan zat kalsium, aluminum hidoksida, borosilikat serat memiliki kandungan alkali, serat kaca tipe E merupakan serat yang paling umum digunakan dikarenakan memiliki harga yang murah, isolator yang baik dan getas.

3. Serat tipe D (D-Glass)

Serat tipe D (D-Glass) mempunyai sifat dielektrikal yang baik, karena sifatnya itu serat ini paling sering digunakan dalam pembuatan komponen peralatan elektronika.

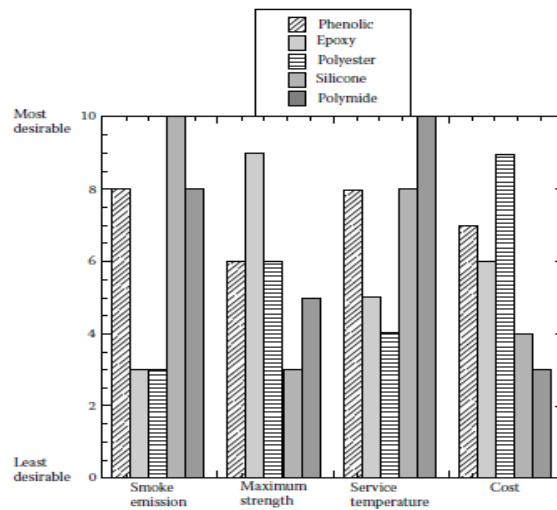
4. Serat kaca tipe S (S-Glass)

Serat tipe S (S-Glass) digunakan sebagai penguat dan memiliki kemampuan yang tinggi dan biasa digunakan dalam pembuatan komponen pesawat.

D. Polyester

Polyester merupakan salah satu jenis resin termoset yang paling sering digunakan. Polyester berupa jenis resi berfasa cair dengan viskositas yang relatif rendah dan mengeras pada temperatur ruangan dengan penambahan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengaturan seperti resin lainnya.

Mengenai sifat termalnya karena banyak terkandung monomer stiren maka temperatur defomasi termalnya lebih rendah dari pada resin termoset lainnya dan ketahanan panas jangka panjangnya berikisar pada temperatur 110-1400°C. Sifat listriknya lebih baik dibandingkan dengan resin termoset lainnya. Mengenai terhadap ketahanan kimianya pada umumnya kuat terhadap asam, terkecuali asam pengoksid, tetapi lemah terhadap alkali. Kemampuan terhadap cuaca sangat baik, tahan dengan kelembabpan dan sinar ultraviolet. Berikut adalah grafik perbandingan sifat matrik yang dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Grafik perbandingan sifat matrik poliester dan matrik lainnya

Sumber: Kaw (27:2007)

Penggunaan resin jenis ini dapat dilakukan dengan metode hand lay-up sampai dengan proses kompleks yaitu proses mekanik. Resin ini banyak digunakan dalam berbagai industri dengan mempertimbangkan faktor harga yang relatif terjangkau, curing yang cepat, warna jernih, memiliki kestabilan dalam dimensional dan mudah dalam penanganan.

Tabel 2.4 Spesifikasi resin polyester yukalac BQTN-157

Item	Satuan	Nilai	Catatan
Densitas	gr/cm ³	1,215	
Kekerasan		40	Barcol GYZJ 934-1
Suhu distorsi panas	°C	70	
Penyerapan air (suhu ruangan)	%	0,188	1 hari
Kekuatan flexural	Kg/mm ²	9,4	

Modulus flexural	Kg/mm ²	300	
Daya rentang	Kg/mm ²	5,5	
Kekuatan tarik	MPa	12,07	
Modulus Elastisitas	MPa	1180	
Elongasi	%	1,6	

Sumber : (Justus Kimia Raya, 1996)

E. Fraksi Volume

Fraksi volume adalah jumlah perbandingan yang biasa digunakan dalam pembuatan komposit hal ini dikarenakan matrik biasa dihitung dalam satuan volume(Rianto,2011).

$$\text{Fraksi Volume serat} = \frac{V_{\text{serat}}}{V_{\text{komposit}}} \times 100\% = \frac{\frac{m_f}{\rho_f}}{\frac{m_f}{\rho_f} + \frac{M_m}{\rho_m}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\text{Fraksi Volume matrik} = \frac{V_{\text{matrik}}}{V_{\text{komposit}}} \times 100\% = \frac{\frac{m_m}{\rho_m}}{\frac{m_f}{\rho_f} + \frac{M_m}{\rho_m}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

mm = massa matrik (gr)

mf = massa serat (gr)

ρm = massa jenis matrik (gr/cm³)

ρf = massa jenis serat (gr/cm³)

F. Rule of Mixture

Dalam ilmu material aturan pencampuran atau rule of mixture digunakan pada bidang komposit. Rule of mixture berfungsi untuk memprediksi hasil pengujian tarik, yang nantinya menjadi acuan agar hasil pengujian tarik yang dilakukan tidak menyimpang dari rule of mixture (Diharjo,2006). Adapun rumus Rule of mixture untuk beban tegak lurus terhadap serat adalah sebagai berikut :

$$E_c = \frac{E_f \cdot E_m}{E_m \cdot V_f + E_f \cdot V_m} \dots\dots\dots(2.3)$$

Adapun rumus *rule of mixture* untuk beban sejajar arah serat sebagai berikut :

$$E_c = E_f V_f + E_m V_m \dots\dots\dots(2.4)$$

Adapun rumus rule of mixture untuk komposit hybrid untuk beban sejajar arah serat (Phillips,1981) sebagai berikut :

$$E_h = E_{f1} V_{f1} + E_{f2} V_{f2} \dots\dots\dots(2.5)$$

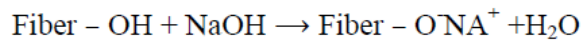
$$E_c = E_h V_h + E_m V_m \dots\dots\dots(2.6)$$

Sedangkan rumus rule of mixture untuk komposit partikel sebagai berikut :

$$E_c(U) = E_f V_f + E_m V_m \dots\dots\dots(2.7)$$

G. Alkalisasi

Alkalisasi merupakan suatu jenis perlakuan dengan melibatkan zat (KOH, LiOH dan NaOH) terhadap serat untuk memisahkan liginin yang terkandung didalam serat. Sehingga di dapat serat yang bersih. Dibawah ini adalah reaksi perlakuan alkali pada fiber



Beberapa penelitian mengenai efek modifikasi kimia terhadap serat menyebutkan bahwa perlakuan alkali dapat meningkatkan kekuatan rekat serat dengan matrik. Kekuatan tarik meningkat sebesar 5%. Hal ini di karenakan Na^+ memiliki diameter yang sangat kecil sehingga dapat masuk kedalam pori terkecil serat melepaskan minyak dan kontaminan.

H. Metode Pembuatan Komposit

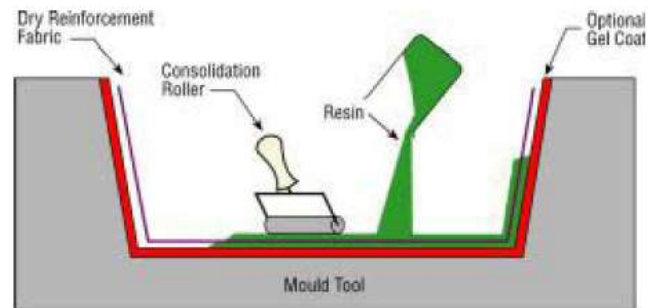
Secara garis besar pembuatan komposit terbagi atas dua cara yaitu proses cetakan terbuka dan proses cetakan tertutup (Setyanto,2012).

1. Proses cetakan terbuka

a. Hands Lay Up

Hands lay-up merupakan salah satu metode cetakan terbuka yang paling sering digunakan dalam pembuatan komposit dikarenakan mudah dan sederhana. Proses ini dilakukan dengan cara menuangkan resin langsung kedalam serat, kemudian meratakannya menggunakan rol atau kuas (Gambar 2.10). Proses ini dilakukan pada temperatur kamar dan langsung berkontak dengan udara. Kelebihan dari proses ini

yaitu mudah dilakukan, cocok digunakan pada komponen yang besar dan volumenya rendah.

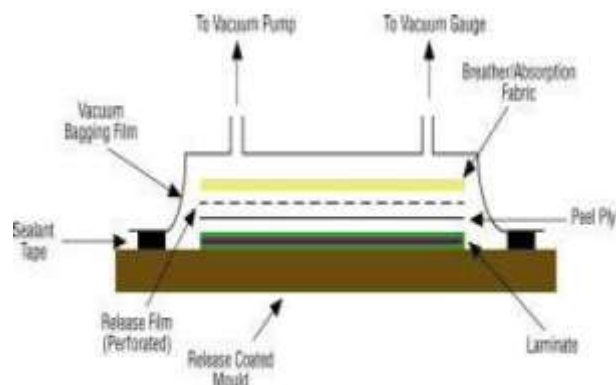


Gambar 2.10 Proses hands lay-up

(Sumber : Setyanto,2012)

b. Vacuum bag

Proses vacuum bag merupakan penyempurnaan dari proses hands lay-up dimana vakum berfungsi untuk menghilangkan udara yang terjebak dalam resin dan menyerap kelebihan resin (Gambar 2.11). Dibandingkan dengan proses Hands Lay-up proses ini memberikan penguatan konsentrasi yang tinggi, adhesi yang lebih baik antara lapisan dan kontrol terhadap rasio volumetrik komposit.

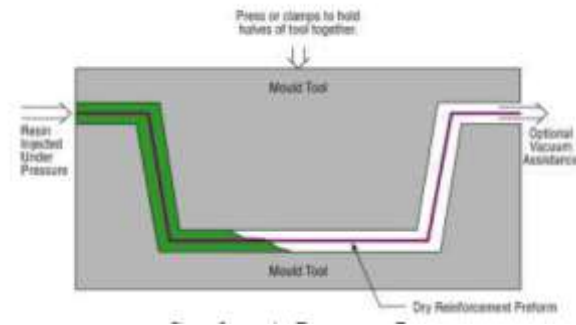


Gambar 2.11 Proses vacuum bag

(Sumber : Setyanto,2012)

c. Pressure bag

Proses pressure bag (Gambar 2.12) memiliki kesamaan dengan proses vacuum bag namun proses ini tidak menggunakan vakum tetapi menggunakan udara bertekanan yang di masukan dalam wadah elastic.

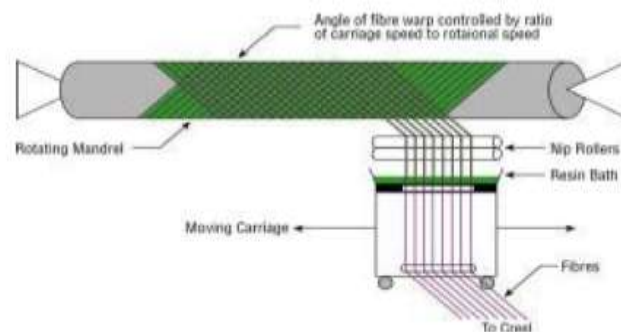


Gambar 2.12 Proses pressure bag

(Sumber : Setyanto,2012)

d. Fillament winding

Proses Fillament winding (Gambar 2.13) dilakukan dengan melewati serat bertipe roving melalui wadah yang berisi resin, kemudian serat diputar disekeliling manrel yang bergerak dua arah arah radial dan arah tangensial. Proses ini dilakukan berulang hingga ketebalan lapisan yang diinginkan.



Gambar 2.13 Proses Fillament winding

(Sumber : Setyanto,2012)

2. Proses cetakan tertutup

a. Compression molding

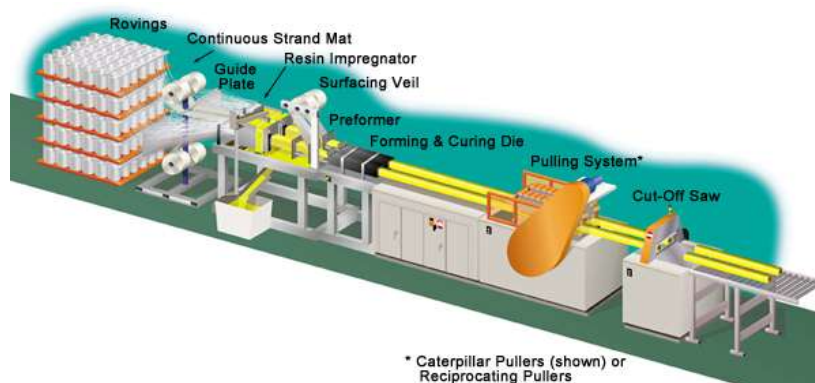
Proses compression molding menggunakan hydraulic sebagai penekan. Serat yang telah tercampur resin dimasukkan kedalam rongga cetakan kemudian dilakukan penekanan dan pemanasan.

b. Injection Molding

Proses injection molding dikenal sebagai reaksi pencetakan cairan atau pelapisan bertekanan tinggi. Serat dan resin dimasukkan kerongga bagian atas cetakan, kondisi temperatur dijaga agar tetap dapat mencairkan resin. resin cair beserta serat mengalir ke bagian bawah, kemudian injeksi dilakukan oleh madrel kearah nozzle menuju cetakan.

c. Continious pultrusion

Metode Continious pultrusion adalah metode yang digunakan dengan melewati serat melalui wadah berisi resin, kemudian secara terus menerus dituangkan ke cetakan pra cetak dan diawetkan (cure), kemudian dilakukan pengerolan sesuai dengan dimensi yang diinginkan(Gambar 2.11).



Gambar 2.14 Proses Continious pultrusion

(Sumber : Setyanto,2012)

I. Uji Tarik

Uji tarik adalah salah satu jenis pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan suatu material berdasarkan katahananya dalam menerima beban tarik. Analisis kekuatan komposit pada umumnya dilakukan dengan mengasumsikan ikatan filler dan matriks secara sempurna. Pergeseran filler matriks dan filler dianggap tidak ada dan deformasi yang terjadi pada filler sama dengan yang terjadi pada matriks.

Pengujian tarik (tensile test) merupakan pengujian mekanik secara statis dengan cara sampel ditarik dengan pembebanan pada kedua ujungnya dimana gaya tarik yang diberikan sebesar P (newton). Tujuannya untuk mengetahui sifat mekanik tarik dari material yang di uji. Pertambahan panjang yang terjadi akibat gaya tarikan yang diberikan pada sampel uji disebut deformasi. Regangan merupakan ukuran untuk kelenturan suatu material yang harganya biasanya dinyatakan dalam persen (Zemansky,2002).

Kekuatan tarik adalah suatu sifat dari dasar material. Hubungan tegangan-regangan pada tarik memberikan nilai yang cukup merubah tergantung pada laju tegangan, temperatur, kelembaman dan seterusnya. Kekuatan tarik dapat di ukur dengan menarik sampel yang dimensinya seragam. Tegangan tarik (σ) adalah gaya aplikasi (F) dibagi dengan luas penampang A yaitu :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

F = Beban yang diberikan (N)

A = Luas penampang (m²)

σ = Tegangan (N/m²)

Sedangkan perpanjangan tarik (ϵ) adalah perubahan panjang (Δl) sampel dibagi dengan dengan panjang awal (l_0) :

$$\epsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l} \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan :

ϵ = regangan

l_0 = panjang awal spesimen (m)

Δl = selisih panjang akhir dengan panjang awal (m)

Perbandingan tegangan (σ) terhadap regangan (ϵ) disebut dengan modulus elastis (E).

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots \dots \dots (2.10)$$

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat Penelitian

Pembuatan spesimen komposithibriddilakukan di Laboratorium Komposit Teknik, Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung, Untuk pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Material Teknik, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung.

B. Bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Resin Polyester Yukalac-157 berfungsi sebagai matrik
2. Katalis Metyl Etyl Keton Peroksida (MEKPO)
3. Serat ampas tebu dengan mesh 200 yang berfungsi sebagai bahan penguat komposit
4. Serat kaca random mat dengan massa jenis yang berfungsi sebagai bahan penguat komposit
5. Wax yang berfungsi sebagai pelapis antara cetakan, sehingga mudah dalam melepaskan spesimen dari cetakan.
6. PVA (*polivinil Asetat*) berfungsi sebagai pelapis kedua setelah wax, sehingga speimen mudah dilepaskan dari cetakan.

7. Larutan alkali 5% NaOH, berfungsi melepaskan zat berupa lilin seperti lignin dan kotoran lainnya yang melekat pada serat.
8. *Aquades* untuk menetralkan kadar NaOH yang masih terkandung dalam serat.

C. Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Cetakan yang dibuat sesuai dengan geometri spesimen uji
2. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gr dan maksimum *load* 5 kg yang digunakan untuk menimbang massa serat dan resin
3. Jangka sorong 300 mm yang digunakan untuk mengukur dimensi spesimen
4. Saringan *mesh* 200 untuk menyaring partikel ampas tebu
5. Mesin uji tarik untuk melakukan pengujian kekuatan tarik spesimen

D. Perbandingan Fraksi volume

Perbandingan fraksi volume spesimen yang diuji adalah

1. Spesimen dengan perbandingan volume resin polyester : partikel ampas tebu : serat kaca = 90% : 5% : 5%
2. Spesimen dengan perbandingan volume resin polyester : partikel ampas tebu : serat kaca = 80% : 10% : 10%
3. Spesimen dengan perbandingan volume resin polyester : partikel ampas tebu : serat kaca = 70% : 15% : 15%

E. Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian yang dilakukan adalah

1. *Study* literatur
2. Persiapan serat ampas tebu dan serat kaca
3. Proses Pencetakan komposit
4. Pengujian dan pengelolaan data

1. *Study* literatur

Penelitian ini diawali dengan melakukan pengumpulan data sebagai literatur. Hal ini bertujuan untuk mengenal masalah yang dihadapi, serta merancang rencana kerja yang akan dilakukan, pada proses awal dilakukan langkah-langkah *survey* dari berbagai sumber terpercaya yang berhubungan dengan penelitian, serta mengambil data- data yang tberkait dengan penelitian sebagai acuan pembanding terhadap hasil pengujian yang akan dianalisis

2. Proses Pengerjaan Spesimen Komposit

Dalam pembuatan komposit pada penelitian ini digunakan teknik *hands lay up* pada proses pembuatannya. Hal ini dikarenakan penggunaan teknik ini cukup mudah dilakukan dalam penerapannya, khususnya apabila digunakan dalam produksi skala kecil. Namun teknik ini memiliki beberapa kendala diantaranya adalah tingkat kesempurnaan hasil dipengaruhi pengerjaan operator dan alat. Selain itu teknik ini tidak ekonomis apabila digunakan dalam produksi skala besar jika dibandingkan dengan teknik pembuatan komposit yang lain seperti vakum *infusion*.

Pada awal proses pengerjaan spesimen komposit, hal yang pertama dilakukan adalah menyiapkan serat tebu yang akan digunakan dalam kombinasi sebagai penguat komposit, kemudian serat tebu dicuci dengan menggunakan *aquades* selama 2 jam untuk membersihkan kotoran yang menempel pada serat, kemudian serat dikeringkan selama 12 jam dengan menggunakan panas matahari sehingga kadar air pada serat berkurang 80%. Tahap berikutnya yaitu mengalkalisasikan serat tebu yang telah kering dengan NaOH 5% selama 3 jam hal ini perlu dilakukan untuk menghilangkan zat lignin dan kotoran yang masih terkandung dalam serat lalu setelah itu serat dikeringkan selama 12 jam dengan panas matahari.



Gambar 3.1. Proses Alkalisasi serat tebu dengan NaOH 5%

Berikutnya serat tebu yang telah teralkalisasi di hancurkan dengan blender untuk menghasilkan serat yang berbentuk serbuk, kemudian serbuk serat disaring dengan saringan bermesh 200.



Gambar 3.2. Serbuk partikel tebu bermesh 200

Tahapan berikutnya dalam penelitian ini adalah menyiapkan serat kaca(*glass*) dengan densitas 2,5 gr/cm³ kemudian serat kaca dipotong dan disesuaikan dengan ukuran cetakan yang akan digunakan. Pada penelitian ini digunakan cetakan dengan dimensi panjang 20 cm, lebar 15 cm dan ketebalan 5 mm. Hal ini dipertimbangkan sesuai kebutuhan jumlah produk spesimen. Dan untuk matrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah poliester BTQN -157 dengan densitas 1,215 gr/cm³.

Setelah semua bahan dan alat telah siap, tahapan berikutnya adalah proses pencetakan komposit, langkah awal yang dilakukan dalam proses ini yaitu menimbang massa masing-masing komponen pembentuk material komposit, untuk FV 70:15:15, massa poliester yang dibutuhkan sebesar 127,6 gr, massa partikel ampas tebu sebesar 17,55 gr dan massa serat kaca sebesar 56,25 gr. Untuk spesimen FV 80:10:10, massa poliester yang dibutuhkan sebesar 144 gr, massa partikel ampas tebu sebesar 12 gr dan massa serat kaca sebesar 37,5 gr. Kemudian untuk FV 90:5:5 massa poliester yang dibutuhkan sebesar 162 gr, massa partikel ampas tebu sebesar 5,99 gr dan massa serat kaca sebesar 18,72 gr.

Tahap berikutnya pada proses ini yaitu melapisi cetakan dengan wax agar mudah melepaskan spesimen dari cetakan, langkah berikutnya yaitu mencampurkan poliester dengan katalis MEKPO sebanyak 1% dari jumlah matrik, kemudian mengaduknya selama 2 menit, setelah itu memasukan serat ampas tebu pada poliester yang telah tercampur katalis dan diaduk

selama 2 menit. Proses selanjutnya mengoleskan polimer yang telah tercampur serat tebu kedalam cetakan secara merata diseluruh permukaan cetakan menggunakan kuas, lalu memasukan serat kaca lapis demi lapis dioleskan dengan campuran poliester dan serat tebu sampai lapisan terakhir serat kaca. Kemudian diamkan hasil pencetakan selama 10 menit, kemudian proses curing dilakukan dengan memasukan kedalam inkubator dengan temperatur 70° C selama 3 jam.



Gambar 3.3. Proses *Curing* pada Temperatur 70 °C

Setelah proses curing dilakukan diamkan spesimen selama 12 jam pada temperatur ruangan. Selanjutnya melepaskan spesimen dari cetakan dan melakukan proses pembentukan spesimen dengan metode *grinding* sesuai dengan standar ASTM D638 hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 3.4. Spesimen ASTM D 638

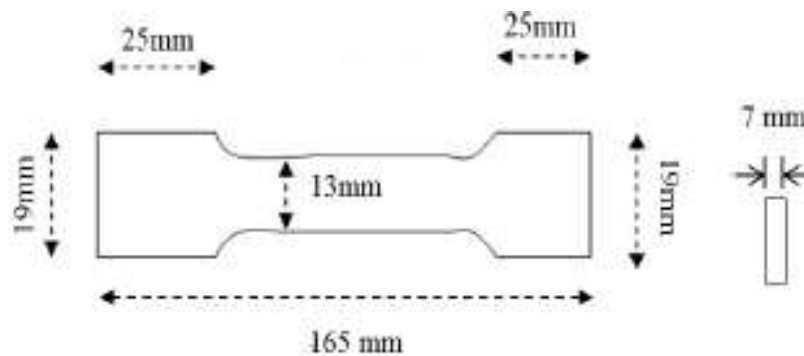
4. Proses Pembuatan Spesimen SEM

Pembuatan spesimen ini dilakukan setelah spesimen di uji tarik, cara pembuatan spesimen sebagai berikut:

- a. Spesimen diukur dengan jangka sorong, dengan ukuran 5 x 5 mm.
- b. Gerinda spesimen tersebut.
- c. Ukuran yang dibuat sesuai dengan bentuk kubus dengan panjang tiap sisinya sebesar 5 mm.
- d. Potong spesimen tersebut dengan menggunakan gergaji besi.
- e. Spesimen untuk pengamatan SEM siap untuk di ambil sampel.

Geometri Spesimen Uji Tarik ASTM D-638-03

Bedasarkan ASTM D-638, bentuk spesimen uji tarik untuk orientasi serat acak dapat menggunakan spesimen tanpa menggunakan tab. Gemoetri spesimen menurut ASTM D-638-03 ”standart Test Method for Tensile propertie of Polymer Matrix Composite Materials”. Ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.5 Geometri spesimen uji tarik (ASTM D-638-01)

Berdasarkan ASTM D-638-03, kekuatan tarik maksimum (σ) dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{p^{max}}{A} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

- σ = kekuatan tarik maksimum (MPa).
- p_{max} = beban maksimum sebelum putus (N).
- A = lebar spesimen (w) x tebal spesimen (h) (mm²).

Perhitungan fraksi massa berdasarkan volume spesimen uji tarik

Diketahui :

Massa jenis resin Yukalac-157 = 1,215 gr/cm³ (Eqitha.Dkk,2013)

Massa jenis serat kaca (E-glass) = 2,5 gr/cm³ (Kaw,2007)

Massa jenis ampas tebu = 0,78 gr/cm³ (Eqitha.Dkk,2013)

Volume cetakan Spesimen = 150 cm³

Tabel 3.1 Hasil perhitungan massa serat dan matriks.

Variasi fraksi matrik : serat ampas tebu : serat kaca (%)	Volume matrik <i>polyester</i> (cm ³)	Volume partikel ampas tebu (cm ³)	Volume serat kaca (E-glass) (cm ³)
70 : 15: 15	105	22.5	22.5
80 : 10 : 10	120	15	15
90 : 5 : 5	135	7.5	7.5

Tabel 3.2 Jumlah spesimen pengujian

Pengujian	Variasi fraksi matrik : partikel ampas tebu : serat kaca (%)			Jumlah
	70 : 15 : 15	80 : 10 : 10	90 : 5 : 5	
Uji Tarik	5	5	5	15

3. Pengujian dan Pengelolaan Data

Setelah spesimen penelitian selesai dibuat, dilakukan pengujian sebagai berikut :

a. Uji tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik yang dimiliki oleh spesimen komposit, dan untuk mengetahui fenomena kegagalan mikro yang terjadi pada spesimen komposit yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan mesin uji "Universal Testing Machine (UTM)".

Tabel 3.3 Pengambilan data uji tarik

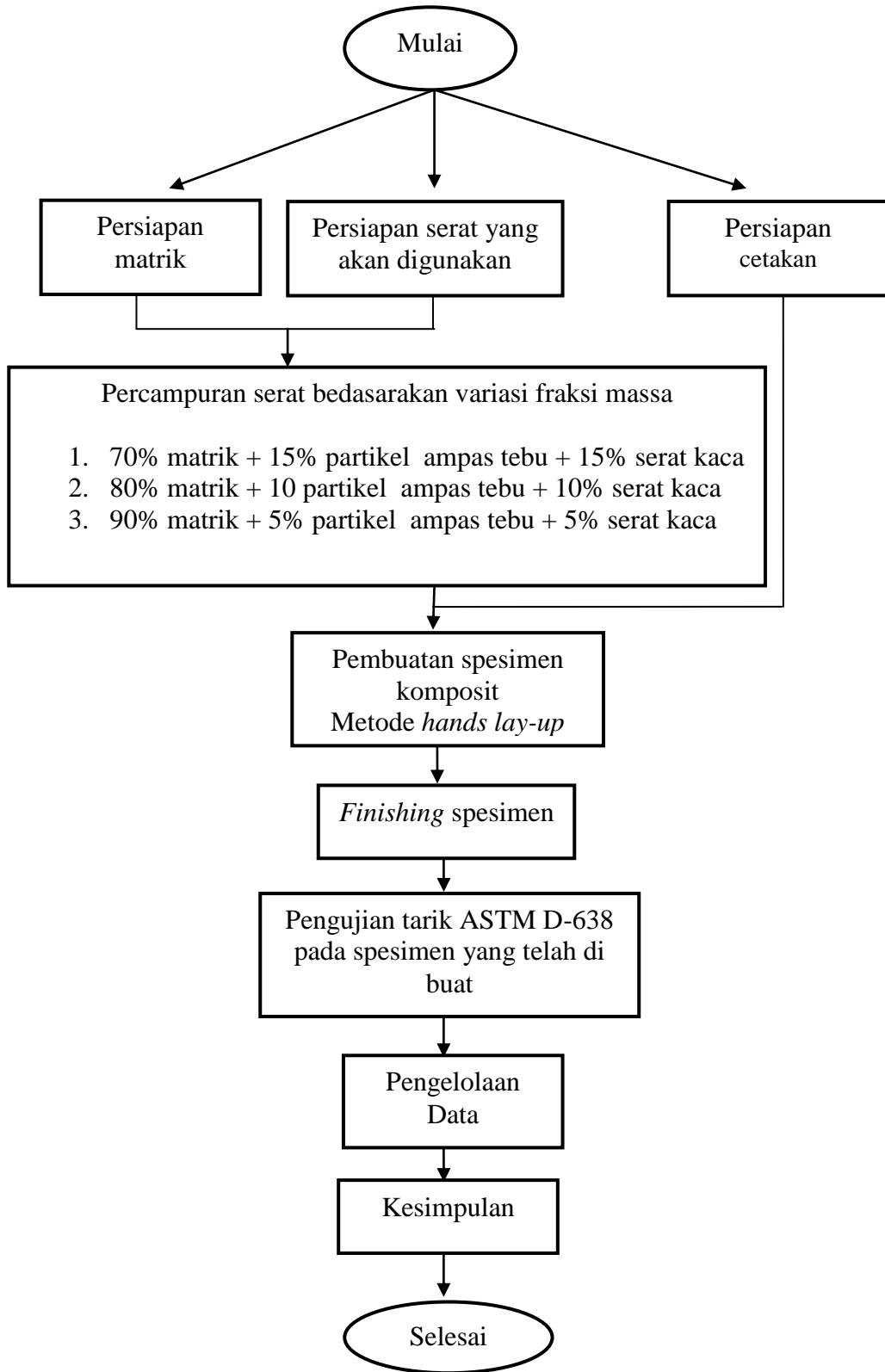
No.	Δl (mm)	A (mm ²)	P (N)	$\sigma = P/A$	$\varepsilon = \Delta l/l$	$E = \sigma/\varepsilon$
Spesimen 1						
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
Spesimen 2						
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

Spesimen 3						
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

b. Pengelolaan data

Hasil pengujian tarik yang didapat dari mesin UTM dibandingkan dengan nilai prediksi yang didapat dari perhitungan dengan rumus *rule of mixture* kemudian melakukan analisis untuk melihat fenomena yang terjadi pada spesimen.

F. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.6 Alur proses pengujian

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Bersumber dari hasil yang diperoleh penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut ;

1. Berdasarkan hasil pengujian tarik pada penelitian ini didapatkan nilai modulus elastisitas pada FV 90:5:5 sebesar 2.278 GPa, pada FV 80:10:10 sebesar 3.158 GPa dan Pada FV 70:15:15 sebesar 3.601 GPa. Hal ini berbanding lurus dengan peningkatan tegangan komposit.
2. Nilai tegangan maksimum yang didapat pada penelitian ini secara berurutan yaitu 74.266 MPa pada fraksi volume 70:15:15, 52.487 MPa pada fraksi volume 80:10:10 dan 38.093 MPa pada fraksi volume 90:5:5. Hal ini berbanding lurus dengan peningkatan jumlah serat yang digunakan.
3. Nilai regangan yang didapat pada penelitian ini secara berurutan yaitu 0.016 pada Fraksi volume 70:15:15, kemudian 0.015 pada Fraksi Volume 90:5:5 dan 0.014 pada fraksi volume 80:10:10. Terdapat fluktuasi nilai yang terjadi akibat distribusi yang tidak merata pada serat pada komposit.
4. Pengamatan SEM menunjukkan fenomena aglomerasi yang terjadi pada serat kaca pada komposit hybrid. kemudian interfacial adhesion yang terjadi pada serat kaca memiliki beberapa celah sehingga dapat

mengurangi kekuatan mekanik. Sedangkan interfacial adhesion yang dimiliki partikel tebu memiliki ikatan yang lebih baik.

5. Berdasarkan komparasi yang dilakukan antara eksperimen ini dengan penelitian lainnya, hasil yang didapat pada eksperimen ini lebih unggul dalam kekuatan mekanik hal ini membuktikan adanya fungsi penggabungan dua unsur serat sehingga meningkatkan nilai kekuatan mekanik dari komposit.

B. Saran

Saran yang dapat diberikandari hasil penelitian komposit *hybrid* Poliester/Kaca/Baggase Tebu adalah sebagaiberikut;

1. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan memvariasikan fraksi volume partikel baggase tebu untuk mengetahui lebih lanjut pengaruh keadaan partikel tebu dalam komposit *hybrid*.
2. Pada penelitian berikutnya perlu adanya pengamatan untuk melihat dampak yang dihasilkan dengan mengurangi komposisi serat kaca.
3. Perlu adanya pengamatan visual lebih lanjut terhadap ikatan yang terjadi antara matrik dengan masing-masing serat.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. 2006. *Standards and Literature References for Composite Materials*,
“American Society for Testing and Materials”. Philadelphia, PA.
- BPS. 2015. *Statistik Indonesia 2015*. Biro Pusat Statistik, Jakarta
- Callister. William D. 2007. *Materials Science and Engineering An Introduction
Seventh Edition*. United States of America. John Willey & Sons. Inc.
- Cleyrina,Dkk.2017. *Pembuatan dan Karakteristik Komposit Polimer Berpenguat
Bagasse*. Surabaya. Jurusan Teknik Fisika. Fakultas Teknologi Industri.
Institut teknologi Sepuluh Nopember(ITS).
- Diharjo, Kuncoro.2006.*Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Tarik Bahan
Komposit Serat Rami-Polyester*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret.
- El Tayeb, N.S.M., A. *Studyon the Potentialof Sugarcane Fibers/Polyester
Compositefor Tribological Applications*. Faculty ofEngineering and
Technology, FET,Multimedia University, MMU, Melaka,Malaysia. 2007.
- Ferriawan,Dkk.2016.*Karakterisasi Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Lamina
Serat Anyam Sisal Dan Gelas Diperkuat Polyester*. Yogyakarta. Program
Studi Teknik Mesin, Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.
- Gibson, R.F. 1994. *Principles of Composites Material Mechanics*. Singapore: Mc.
Graw Hill.

- Heri Iswanto. 2009. *Papan Partikel Dari Ampas tebu (Saccarum Officinarum)*.
Sumatera: Skripsi. Universitas Sumatera Utara
- Jones, R.M. 1998. *Mechanics of Composite Materials second edition* .
Washington DC: Scripta Book Company.
- Kaw, A.K. 2007. *Mechanics of Composites Material*. Boca Raton: CRC Press
- Phillips. M.G. 1981. *Composition Paramater for Hybrid Composite Materials*.
England. University of Bath
- Rahman. M Budi Nur. 2011. *Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester*. Program Studi Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Satish Dkk. 2014. *Tensile and Impact of Natural Hybrid Composite Materials*.
Department of Mechanical Engingeering, Sri Krishna College of Enginereering and Technology, Tamilanadu, Coimbatore-641008, India
- Setyanto R. Hari. 2012. *Review : Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya*. Surakarta. Jurusan Teknik Industri. Universitas Sebelas Maret
- Schwartz, M.M. 1984. *Composite Material Handbook*. New York: Mc. Graw Hill
- Slamet. 2002. *Tebu (Saccarum Officinarum)*. Diakses pada tanggal 2 Februari 2018 dari <http://warintek.progresio.or.id/tebu/perkebun/warintek/merintisbisnis/progresio.html>.
- Supriadi, A. 1992. *Rendemen Tebu : Liku-Liku Permasalahannya*. Jogjakarta: Kanisius
- Yanu Rianto. 2011. *Pengaruh Komposisi Campuran Filler terhadap Kekuatan Bending Komposit Ampas Tebu -Serbuk Kayu dalam Matrik Polyester*.

Surakarta: Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas
Sebelas Maret.

Yosep D.N. 2016. *Karakteristik Komposit Serat Glass dengan Variasi Jumlah
Lapisan Serat*. Yogyakarta: Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Sains
Dan Teknologi. Universitas Sanata Dharma.

.Zemansky, Sears. 2002. *Fisika Universitas* Edisi 10. Jakarta: Erlangga.