



**PENGARUH VARIASI JARAK ANYAMAN SERAT DENGAN
ORIENTASI 45° DAN 135° PADA MATERIAL KOMPOSIT
POLIESTER/SISAL (AGAVE SISALANA)
TERHADAP SIFAT MEKANIK**

SKRIPSI

Oleh

**Mochammad Tantowi
NIM 101910101083**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**PENGARUH VARIASI JARAK ANYAMAN SERAT DENGAN
ORIENTASI 45° DAN 135° PADA MATERIAL KOMPOSIT
POLIESTER/SISAL (AGAVE SISALANA)
TERHADAP SIFAT MEKANIK**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Mochammad Tantowi
NIM 101910101083**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa taala atas curahan rahmat, nikmat serta hidayatnya yang tiada henti sehingga karya tulis dalam bentuk skripsi yang sederhana ini dapat selesai. Dengan rasa bangga dan kerendahan hati skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kakekku Jailani Ali, Nenek Musrifa, Ibunda Siti Faridah, dan Ayahanda Sutaji. Terima kasih atas semua cinta, kasih sayang, pengorbanan, perhatian, doa, motivasi dan bimbingan serta didikan yang selalu tiada henti tercurahkan untuk ananda, serta mohon maaf atas segala kesalahan ananda;
2. Adikku Muhammad Jatmiko yang kusayangi dan kucintai. Mari kita raih yang terbaik dan tetap semangat wujudkan impian orang tua agar ayah dan ibu kita bahagia di dunia maupun di akhirat nanti;
3. Semua guru dari taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi. Tiada ilmu yang saya dapatkan tanpa perantara Bapak-Ibu, terima kasih banyak untuk semuanya;
4. Almamater yang kubanggakan;
5. Untuk pendamping hidupku kelak, semoga penantianmu tidak akan sia-sia;
6. Semua sahabat-sahabatku yang sudah memberikan motivasi maupun cinta dan kasih sayang kalian yang begitu berarti khususnya kepada sahabat-sahabat Mech-X, “*Tetep Solid Terus Yoo Reeekkkk*”.

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

(Terjemahan Surat Alam Nasyrah Ayat 6)

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(Terjemahan Surat Al-Mujadalah Ayat 11)

Menemukan seorang teman lebih berharga dari sebongkah emas

(Anonim)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Mochammad Tantowi**

NIM : **101910101083**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “*pengaruh variasi jarak anyaman serat dengan orientasi 45° dan 135° pada material komposit polyester/sisal (agave sisalana) terhadap sifat mekanik*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2014
Yang menyatakan,

Mochammad Tantowi
NIM. 101910101083

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI JARAK ANYAMAN SERAT DENGAN
ORIENTASI 45° DAN 135° PADA MATERIAL KOMPOSIT
POLYESTER/SISAL (AGAVE SISALANA)
TERHADAP SIFAT MEKANIK**

Oleh

Mochammad Tantowi

NIM 101910101083

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Yuni Hermawan, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. FX. Kristianta, M.Eng

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Jarak Anyaman Serat dengan Orientasi 45° dan 135° Pada Material Komposit Polyester/Sisal (Agave Sisalana) Terhadap Sifat Mekanik” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : 19 Juni 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Yuni Hermawan, S.T., M.T.
NIP. 19750615 200212 1 008

Ir. FX. Kristianta, M.Eng
NIP. 19650120 200112 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Sumarji, S.T., M.T.
NIP. 19680202 199702 1 001

Santoso Mulyadi, S.T., M.T.
NIP. 19700228 199702 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Pengaruh Variasi Jarak Anyaman Serat Dengan Orientasi 45° Dan 135° Pada Material Komposit Polyester/Sisal (Agave Sisalana) Terhadap Sifat Mekanik.

Mochammad Tantowi, 101910101083; 2014; 77 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Bumper merupakan salah satu bagian terpenting dari mobil, bukan hanya sebagai aksesoris mobil tapi juga berfungsi untuk menahan dan meredam benturan, tetapi kini *Bumper* juga dibuat agar mobil tampak lebih gaya. Jika didefinisikan, *Bumper* merupakan batang besi atau plastik yang melintang pada bagian muka dan belakang mobil untuk menahan benturan. Tetapi *Bumper* tidak hanya berada di depan dan belakang saja, namun juga ada pada bagian samping yang fungsinya sama-sama untuk melindungi mobil dari benturan.

Dengan semakin banyaknya peminat *Bumper* mobil untuk modifikasi, banyak produsen *Bumper* membuat bermacam-macam *Bumper* mobil dari plastik yang ringan dan mengesampingkan fungsi utama dari *Bumper* itu sendiri. Maka dari itu keselamatan dan fungsi utama dari *Bumper* tidak boleh dikesampingkan, caranya dengan membuat *Bumper* yang ringan, mudah dibentuk dan memiliki kekuatan yang tidak jauh berbeda dari *Bumper* besi, yaitu *Bumper* dari komposit. Komposit sendiri merupakan teknologi rekayasa yang banyak digunakan saat ini, karena material komposit mampu menggabungkan beberapa sifat material yang berbeda karakteristiknya menjadi satu sifat yang baru dan sesuai dengan desain yang diharapkan.

Pembuatan cetakan dan komposit dilakukan di Laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember. Untuk pengamatan struktur mikro dilakukan di Laboratorium Biomedik, Fakultas Farmasi Universitas Jember. Waktu pelaksanaan penelitian 10 Maret sampai dengan bulan 04 Mei 2014. Variabel yang digunakan variasi jarak anyaman serat 6mm, 8 mm dan 10

mm dengan sudut 45° dan 135° . Sedangkan parameter yang diamati adalah kekuatan tarik, kekuatan *Impact*, kekuatan tekan, dan kekuatan *Bending* dan struktur mikro patahan.

Dari hasil analisa berupa grafik pada penelitian ini diketahui bahwa, nilai rata-rata sifat mekanik optimal terjadi pada variasi jarak anyaman serat 6 mm dengan sudut 45° dan 135° , dimana kekuatan tariknya sebesar $11,8 \text{ N/mm}^2$, kekuatan *Impact* sebesar $0,41 \text{ Joule/mm}^2$ dan nilai kekuatan *Bending* paling tinggi sebesar 62 N/mm^2 , sedangkan untuk pada kekuatan tekannya merupakan kekuatan tekan terkecil, yaitu $38,2 \text{ N/mm}^2$. Sedangkan untuk variasi jarak anyaman serat 8 mm dan 10 mm dengan sudut 45° dan 135° nilai rata-rata kekuatan tariknya menurun yaitu $9,4 \text{ N/mm}^2$ dan $8,6 \text{ N/mm}^2$. Dan kekuatan *Impactnya* berturut-turut sebesar $0,35 \text{ Joule/mm}^2$ dan $0,27 \text{ Joule/mm}^2$, untuk nilai kekuatan *Bendingnya* berturut-turut sebesar 44 N/mm^2 dan 32 N/mm^2 . Sedangkan kekuatan tekan semakin tinggi, pada 8 mm sebesar $43,5 \text{ N/mm}^2$ dan puncaknya pada jarak anyaman 10 mm sebesar $50,3 \text{ N/mm}^2$.

Sedangkan untuk pengamatan struktur mikro pada patahan spesimen uji tarik, uji *Impact*, uji tekan dan uji *Bending* masih terdapat *Fiber pull out* yang mengakibatkan menurunnya kekuatan mekanik pada setiap pengujian.

SUMMARY

Effect of Variation Distance Woven Fiber With Orientation 45 ° and 135 ° At Composite Material Polyester / Sisal (Agave sisalana) The Mechanical Properties.
Mochammad Tantowi, 101910101083; 2014; 77 page; Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, Jember University.

Bumper is one of the most important parts of the car, not just as a car accessories but also serves to hold and absorb impact, but the bumper is now also made to the car look more stylish. If defined, Bumper an iron rod or a plastic cross on the front and rear of the car to withstand impact. But the bumper is not just being in front and behind it, but also on the side that works together to protect the car from the collision.

With the increasing number of car enthusiasts for modification Bumper, Bumper many manufacturers make a variety of bumper cars from lightweight plastic and override the main function of the bumper itself. Thus the main function of safety and should not be ruled out Bumper, Bumper how to make a light, easily shaped and has a strength that is not much different from the Bumper iron, the bumper of the composite. Is itself a composite engineering technology that is widely used today, because composite materials capable of incorporating some characteristic properties of different materials into a new nature and in accordance with the expected design.

Making molds and composites performed in the Laboratory of Materials Design and Test Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Jember University. For microstructure observation made in Biomedical Laboratory, Faculty of Pharmacy, Jember University. The timing of the study March 10 as of May 4, 2014. Variables which are used variation distance fiber woven 6mm, 8 mm and 10 mm at an angle of 45° and 135°. While the parameters measured were tensile strength, Impact strength, compressive strength, and bending strength and fracture microstructure.

From the analysis in the form of graphs in mind that this study, the average value of the optimal mechanical properties occur in the variation range of woven fibers 6 mm at an angle of 45° and 135°, where its strength of 11.8 N/mm², Impact strength of 0, 41 Joule/mm² and highest value Bending strength of 62 N/mm², while the compressive strength is the smallest compressive strength, which is 38.2 N/mm². As for the distance variations woven fibers 8 mm and 10 mm at an angle of 45° and 135° the average value decreased its strength is 9.4 N/mm² and 8.6 N/mm². And the strength of consecutive impactnya of 0.35 Joule/mm² and 0.27 Joule/mm² Joule/mm², for Bendingnya strength values, respectively for 44 N/mm² and 32 N/mm². Meanwhile, the higher the compressive strength, at 8 mm and a peak of 43.5 N/mm² at a distance of 10 mm webbing of 50.3 N/mm².

As for the observation of the microstructure on the fracture tensile test specimens, Impact test, compression test and bending test of fiber pull out, there are still resulting in decreasing the mechanical strength at each test.

PRAKATA

Segala puji dan syukur kehadirat ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pengaruh Variasi Jarak Anyaman Serat dengan Orientasi 45° dan 135° Pada Material Komposit Polyester/Sisal (Agave Sisalana) Terhadap Sifat Mekanik*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Yuni Hermawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I, dan Bapak Ir. FX. Kristianta, M.Eng selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Muh. Nurkoyim K, S.T., M.T. atas kesediaan dan kebaikannya yang telah meluangkan waktu membantu, membimbing.
3. Kakek, Nenek, Ibu, Bapak, Adek dan semua keluarga besar yang selalu aku rindu atas semangat, motivasi dan dukungannya.
4. Semua teman-teman teknik mesin 2010 (MECHANICAL – X), yaitu saudara Raka Taruma Perdana M, Nasiruddin, Farid, Aditya Wahyu Winadi A, Taufik Kurniawan, Bayu Nugraha Pratama, Rizal Septyanto N, Eko Widodo, Nurdin Akbar Alamsyah, Faizatul Islamiyah, Novi Arifiansyah, Rizki Andrias, Narulita Budi S, M Luki Yudha Akhsan, Mega Afridiana Prastiwi, Riyan Efendi, Prasetya Wahyu Hidayat, Aditya Wahyu Pradana, Sandi Virgiawan, Dani Eka Anggraita Sari, Wahadi, Permadi Yudha Winata, Danny Ekasurya S, Ferdy Arif Pamungkas, Gilang Hermawan, Yoghi Nanda Firmansah, Mukhamad Bagus S, Bagus Krida Pratama Mahardika, Arief Luqman Hakim, Rochmad Eko P U, Lukman Hakim, Mochammad Heru Siswanto, Bisatya Irsan Permana, Ikhwanudin, Alpian, Rezki Agus Setiawan, Mohammad Bagus

Eko Harianto, Hasby Rabullah, Sella Devianty, Muhammad Diaz Bastomi, Arya Ramadhanu, Ubaidillah, Hendrik Mustofa R, Dadang Yuli Kurniawan, Ach. Taufik Hidayat, Tedy Jatmiko Wahyu U, Yudha Arif Kusuma W, Miftahul Mujab, Deky Pradana, Achmad Irfan, Adi Purnomo, Galla Rezki Perdana, Erfina Ayu Wardhani, Arif Nur Fajri, Silvi Pratiwi, Ahmad Jukliv Pandu Y, Woro Sekar Sari, Dicky Anugrah Putra P, Gatut Sasmita Ferrry Laksono, Endra Pratama, Anjelius Ockta Frenico, Ahmad Khusairi, Indra Jaya L, Iwan Faisal Hidayat, Abd Ghofur, Dwi Yono Porniawan, Marta Bahtiar, Yuda Angga Trijatmiko, Achmad Sholihin, Didik Abdul Hadi, Dani Hari Tunggal P, Ega Devara Nurmaya P, Ibrahim Tri Statistianto, Agung Budi Prayoga, Arief Ginanjar Dirgantara, M. Fikri Ilhamsyah, Usman Aji Handoko, terimakasih karena telah menemani saya selama 4 tahun disini, *MECH-X CUK (Cerdas Ulet Creative) REKKKK*.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Komposit	5
2.1.1 Pengertian komposit.....	5
2.1.2 Jenis-jenis material komposit.....	8
2.2 Metode Pembuatan Komposit	9
2.2.1 Injection moulding.....	9
2.2.2 Spray lay up	9
2.2.3 Hand lay up.....	10

2.3 Komposit Matriks Polimer	10
2.4 Resin Poliester	12
2.5 Serat Alam	14
2.5.1 Pengertian serat alam	14
2.5.2 Serat sisal	14
2.6 Metode Pengujian	17
2.6.1 Uji tarik	17
2.6.2 Kurva tegangan regangan.....	19
2.6.3 Uji <i>Impact</i>	19
2.6.4 Uji tekan	21
2.6.5 Uji tending.....	22
2.7 Hipotesa	23
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	24
3.2.1 Alat.....	24
3.2.2 Bahan	24
3.3 Pelaksanaan Penelitian	25
3.3.1 Penetapa metode penelitian.....	25
3.3.2 Penetapan variabel bebas dan variabel terikat	25
3.4 Metode Penelitian	26
3.4.1 Preparasi serat	26
3.4.2 Pembuatan spesimen uji.....	26
3.5 Pengujian Komposit Serat Sisal	27
3.5.1 Uji tarik	27
3.5.2 Uji <i>Impact</i>	28
3.5.3 Uji tekan	29
3.5.4 Uji <i>Bending</i>	30
3.6 Metode Pengambilan Data	31

3.7 Diagram Alir Penelitian	32
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Data Percobaan	33
4.1.1 Data kekuatan tarik	33
4.1.2 Data kekuatan <i>Impact</i>	34
4.1.3 Data kekuatan tekan	35
4.1.4 Data kekuatan <i>Bending</i>	37
4.2 Pembahasan	38
4.2.1 Pembahasan kekuatan tarik	38
4.2.2 Pembahasan kekuatan <i>Impact</i>	41
4.2.3 Pembahasan kekuatan tekan	44
4.2.4 Pembahasan kekuatan <i>Bending</i>	47
4.3 Pembahasan Struktur Mikro	50
4.3.1 Struktur mikro uji tarik	50
4.3.2 Struktur mikro uji <i>Impact</i>	53
4.3.3 Struktur mikro uji tekan	54
4.3.4 Struktur mikro uji <i>Bending</i>	57
BAB 5. PENUTUP	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Sifat mekanik poliester.....	13
2.2 Beberapa sifat serat dari serat alam non kayu.....	17
3.1 Tabel pengambilan data	30
4.1 Hasil pengujian tarik	33
4.2 Hasil pengujian impak.....	35
4.3 Hasil pengujian tekan.....	36
4.4 Hasil pengujian bending.....	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Klasifikasi komposit dari penguat (<i>Reinforcement</i>).....	6
(a) Random fiber (<i>Short Fiber</i>) reinforcement composite	6
(b) Filler sebagai penguat (<i>Filler Composite</i>).....	6
(c) Partikel sebagai penguat (<i>Particulate Composite</i>)	6
(d) Serpihan sebagai penguat (<i>Flake Composite</i>)	6
(e) Continuous fiber (<i>Long Fiber</i>) reinforcement composites	6
2.2 Orientasi serat.....	7
2.3 Komposit Serat.....	8
2.4 Komposit Laminat.....	8
2.5 Komposit Partikel	9
2.6 Metode <i>Hand Lay Up</i>	10
2.7 Resin poliester	12
2.8 Struktur ideal dari <i>Polyester Isophthalic</i>	13
2.9 Tanaman sisal (<i>Agave Sisalana</i>)	15
2.10 Kurva tegangan regangan untuk material plastik.....	19
2.11 (a) Spesimen yang digunakan untuk pengujian <i>Impact</i>	21
(b) Skematik peralatan uji <i>Impact</i> . (Callister, 2007)	21
2.12 Alat uji tekan	22
3.1 Profil cetakan dan arah penataan serat	27
3.2 Profil spesimen uji tarik	28
3.3 Profil spesimen uji <i>Impact</i>	29
3.4 Profil spesimen uji tekan	30
3.5 Profil spesimen uji <i>Bending</i>	30
3.6 Diagram alir penelitian.....	32
4.1 Patahan spesimen uji tarik dengan jarak 6 mm.....	38

4.2 Patahan spesimen uji tarik dengan jarak 8 mm.....	39
4.3 Patahan spesimen uji tarik dengan jarak 10 mm.....	40
4.4 Grafik kekuatan tarik komposit matriks <i>Polyester</i> dengan variasi jarak anyaman serat sisal	41
4.5 Patahan spesimen uji <i>Impact</i> dengan jarak 6 mm	42
4.6 Patahan spesimen uji <i>Impact</i> dengan jarak 8 mm	42
4.7 Patahan spesimen uji <i>Impact</i> dengan jarak 10 mm	43
4.8 Grafik kekuatan <i>Impact</i> komposit matriks <i>Polyester</i> terhadap jarak anyaman serat sisal.	44
4.9 Patahan spesimen uji tekan dengan jarak 6 mm.....	45
4.10 Patahan spesimen uji tekan dengan jarak 8 mm	45
4.11 Patahan spesimen uji tekan dengan jarak 10 mm	46
4.12 Grafik kekuatan <i>Impact</i> komposit matriks <i>Polyester</i> terhadap jarak anyaman serat sisal.	47
4.13 Patahan spesimen uji <i>Bending</i> dengan jarak 6 mm.....	47
4.14 Patahan spesimen uji <i>Bending</i> dengan jarak 8 mm.....	48
4.15 Patahan spesimen uji <i>Bending</i> dengan jarak 10 mm.....	49
4.16 Grafik kekuatan <i>Bending</i> komposit matriks <i>Polyester</i> terhadap jarak anyaman serat sisal.	50
4.17 Struktur mikro patahan uji tarik variasi jarak 6 mm serat perbesaran 100x	51
4.18 Struktur mikro patahan uji tarik variasi jarak 8 mm serat perbesaran 100x	51
4.19 Struktur mikro patahan uji tarik variasi jarak 10 mm serat perbesaran 100x	52
4.20 Struktur mikro patahan uji <i>Impact</i> variasi jarak 6 mm serat perbesaran 100x.....	53
4.21 Struktur mikro patahan uji <i>Impact</i> variasi jarak 8 mm serat perbesaran 100x.....	54

4.22 Struktur mikro patahan uji <i>Impact</i> variasi jarak 10 mm serat perbesaran 100x.....	54
4.23 Struktur mikro patahan uji tekan variasi jarak 6 mm serat perbesaran 100x	55
4.24 Struktur mikro patahan uji tekan variasi jarak 8 mm serat perbesaran 100x	56
4.25 Struktur mikro patahan uji tekan variasi jarak 10 mm serat perbesaran 100x.....	56
4.26 Struktur mikro patahan uji <i>Bending</i> variasi jarak 6 mm serat perbesaran 100x.....	57
4.27 Struktur mikro patahan uji <i>Bending</i> variasi jarak 8 mm serat perbesaran 100x.....	58
4.28 Struktur mikro patahan uji <i>Bending</i> variasi jarak 10 mm serat perbesaran 100x.....	58

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bumper merupakan salah satu bagian terpenting dari mobil, bukan hanya sebagai aksesoris mobil tapi juga berfungsi untuk menahan dan meredam benturan, tetapi kini bumper juga dibuat agar mobil tampak lebih gaya. Jika didefinisikan, bumper merupakan batang besi atau plastik yang melintang pada bagian muka dan belakang mobil untuk menahan benturan. Tetapi bumper tidak hanya berada di depan dan belakang saja, namun juga ada pada bagian samping yang fungsinya sama-sama untuk melindungi mobil dari benturan. (<http://www.medanbisnisdaily.com>)

Dengan semakin banyaknya peminat bumper mobil untuk modifikasi, banyak produsen bumper membuat bermacam-macam bumper mobil dari plastik yang ringan dan mengesampingkan fungsi utama dari bumper itu sendiri. Maka dari itu keselamatan dan fungsi utama dari bumper tidak boleh dikesampingkan, caranya dengan membuat bumper yang ringan, mudah dibentuk dan memiliki kekuatan yang tidak jauh berbeda dari bumper besi, yaitu bumper dari komposit.

Komposit sendiri merupakan teknologi rekayasa yang banyak digunakan saat ini, karena material komposit mampu menggabungkan beberapa sifat material yang berbeda karakteristiknya menjadi satu sifat yang baru dan sesuai dengan desain yang diharapkan. (Junus.S 2011)

Ditinjau dari jenisnya komposit sudah sangat banyak berkembang dan bervariasi mulai dari susunan material, jenis penguat (*Reinforcement*), dan jenis pengikatnya (*Matrix*), salah satunya adalah penguat yang menggunakan serat alam, serat alam sendiri terbagi menjadi dua jenis serat alam, kayu dan serat alam non kayu. Serat alam non kayu terdiri dari:

1. Serat *Straw* seperti jerami padi.
2. Serat kulit batang (*Bast*) seperti kenaf, rami, jute, hemp.
3. Serat daun seperti sisal, nenas.
4. Serat dari biji atau buah seperti sabut kelapa.

5. Rumput-rumputan seperti bambu, rumput gajah.

Indonesia sendiri merupakan penghasil serat kapok, kapas, kenaf, abaka, rami dan sisal dengan jumlah produksi yang masih sedikit. Produksi utama adalah kapok sekitar 80 ribu ton/tahun, kapas 9 ribu ton/tahun, dan kenaf 6 ribu ton/tahun.

Sisal banyak terdapat di Jawa Timur termasuk Madura, dan Jawa Tengah dengan produksi sekitar 500 ton/tahun, sedangkan rami banyak dikembangkan di Wonosobo, Garut, Lampung, Jambi, Bengkulu dan Sumatera Utara dengan luas sekitar 805 ha dengan produksi 1.200 ton/tahun. Sekitar 400 ha abaka terdapat di Banyuwangi, ada beberapa permasalahan pengembangan tanaman serat alam antara lain adalah minimnya varietas unggul, area yang tidak memadai, terbatasnya modal petani, harga rendah, pasar terbatas, teknologi pascapanen kurang, dan kebijakan pemerintah yang kurang mendukung.

Serat alam juga merupakan sumber selulosa yaitu polimer alam penyusun serat tanaman, selain hemiselulosa dan lignin dan mempunyai kekuatan yang cukup tinggi. Selulosa merupakan bahan organik yang terbesar ketersediaannya di muka bumi. (<http://xa.yimg.com>)

Serat alam sendiri merupakan alternatif penguat (*Reinforcement*) komposit untuk berbagai komposit polimer karena keunggulannya dibanding serat sintetis. Serat alam mudah didapatkan dengan harga yang murah, mudah diproses, densitasnya rendah, ramah lingkungan, dan dapat diuraikan secara biologi. Akhir-akhir ini, pemanfaatan serat alam sebagai penguat (*Reinforcement*) komposit telah banyak diaplikasikan secara komersial diberbagai bidang. Dari berbagai jenis serat alam sisal (*Agave Sisalana*) merupakan salah satu tanaman yang sering digunakan dalam bidang komposit. (Kusumastuti, 2009)

Serat sisal termasuk serat keras yang dihasilkan dari proses ekstraksi dari daun tanaman sisal (*Agave Sisalana*), meskipun tanaman ini berasal dari amerika Utara dan Selatan, sisal dapat tumbuh dengan baik hingga di Afrika, Hindia Barat, dan Timur jauh. Tanaman ini dapat menghasilkan 200-250 daun, dimana masing-masing daun terdiri dari 1000-1200 bundel serat yang mengandung 4% serat, 0.75%

kutikula, 8% material kering, dan 87.25% air. Normalnya, selembar daun sisal mempunyai berat sekitar 600 gram yang dapat menghasilkan 3% berat serat atau 1000 helai serat. (Kusumastuti, 2009).

Pada penelitian Purwanto dkk (2011), mengenai proses pembuatan komposit menggunakan metode penekanan, dengan variasi jarak anyaman serat cantula yaitu 1 cm, 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm. Dalam penelitian terjadi peningkatan kekuatan tekan dan konduktivitas panas seiring dengan penambahan jarak anyaman. Kekuatan tekan tertinggi 69,03 MPa pada jarak anyaman 2,5 cm, dan konduktivitas panas tertinggi 0,253 W/m^oK pada jarak anyaman 2,5 cm.

Menurut penelitian Masruri (2011), hasil pengujian menunjukkan nilai densitas dan gaya tarik paku meningkat seiring dengan bertambahnya sudut anyaman serat cantula sampai dengan sudut anyaman 30^o/120^o, akan tetapi dari sudut 30^o/120^o ke sudut 45^o/135^o terjadi penurunan densitas dan gaya tarik paku. Nilai densitas dan gaya tarik paku tertinggi berturut-turut 1340 kg/m³ dan 241,8 N dicapai pada komposit dengan orientasi sudut anyaman 30^o/120^o, sedangkan nilai terendahnya berturut-turut 1295 kg/m³ dan 241,4 N terjadi pada komposit berorientasi sudut 0^o/90^o. Sedangkan untuk nilai kekuatan *bending* dan daya permesinan meningkat seiring meningkatnya anyaman serat *cantula*. Nilai kekuatan *bending* dan daya permesinan tertinggi berturut-turut 17,08 Mpa dan 1,698 kW dicapai pada komposit berorientasi sudut 45^o/135^o, sedangkan nilai terendahnya (15,76 Mpa dan 1,690 kW) terjadi pada orientasi sudut 0^o/90^o.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan bagaimana pengaruh variasi jarak anyaman serat dengan orientasi 45^o dan 135^o pada material komposit poliester/sisal (agave sisalana) terhadap sifat mekanik dengan jarak anyaman 6 mm, 8 mm, dan 10 mm.

1.3 Batasan masalah

Untuk mengetahui dan memberikan gambaran mengenai masalah-masalah apa saja yang akan dibahas pada penelitian kali ini, maka perlu diberikan batas pembahasan yang nantinya akan terfokus pada masalah, sebagai berikut:

1. *Matrix* yang digunakan adalah poliester.
2. Diameter serat sisal dianggap seragam.
3. Kadar air yang terkandung dalam serat tidak diperhitungkan.
4. Tidak membahas ikatan kimia.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang akan dibahas adalah mengetahui pengaruh variasi jarak anyaman serat dengan orientasi 45° dan 135° pada material komposit poliester/sisal (agave sisalana) terhadap sifat mekanik dengan jarak anyaman 6 mm, 8 mm, dan 10 mm.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Menambah ilmu pengetahuan tentang material komposit.
2. Memberikan pemilihan jarak anyaman serat yang paling baik pada orientasi 45° dan 135° .
3. Mengembangkan hasil pertanian, terutama pada tanaman sisal.
4. Memberikan alternatif lain dalam penggunaan komposit serat alam yang dapat digunakan dalam perkembangan teknologi otomotif.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

2.1.1 Pengertian Komposit

Material komposit didefinisikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang memiliki perberbedaan bentuk, komposisi kimia, dan tidak saling melarutkan, dimana material yang satu berperan sebagai penguat (*Reinforcement*) dan yang satu berperan sebagai pengikat (*Matrix*). (Junus,S 2011)

Bahan komposit mempunyai keunggulan dibandingkan dengan material lainnya, antara lain:

- a) Kekuatan material komposit jauh lebih besar dibandingkan material monolitik.
- b) Dapat dibuat sangat kuat, kerapatannya rendah (ringan) dibandingkan dengan material monolitik lainnya.
- c) Kekuatan *Impact* dan termalnya yang baik.
- d) Ketahanan oksidasi serta korosinya sangat baik.
- e) Muaiian termal rendah.
- f) Sifat produk dapat diatur terlebih dahulu, disesuaikan terapannya.

Pada umumnya sifat komposit ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

- a) Jenis bahan-bahan penyusun.
- b) Bentuk geometris dan struktur bahan penyusun.
- c) Rasio perbandingan bahan-bahan penyusun.
- d) Orientasi bahan penyusun.
- e) Proses pembuatan.

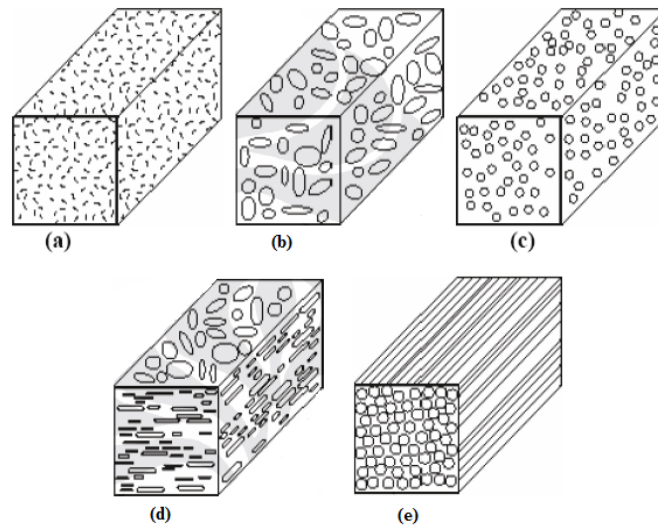
Berikut ini adalah tujuan dari dibentuknya komposit, antara lain :

- a) Memperbaiki sifat mekanik dan sifat spesifik tertentu.
- b) Mempermudah design yang sulit pada manufaktur.

- c) Keleluasaan dalam design yang dapat menghemat biaya menjadikan bahan lebih ringan.

Komposit berdasarkan penyusunnya, dapat kita pisahkan menjadi dua bagian yaitu pengikat (*Matrix*) dan penguat (*Reinforcement*), *Matrix* sebagai bagian terbesar dalam material komposit dapat terbuat dari tiga material dasar yaitu logam, polimer dan keramik. Oleh karena itu kemudian komposit dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis *Matrix* kompositnya seperti *Metal Matrix Composite* (MMC), *Ceramic Matrix Composite* (CMC), *Polymer Matrix Composite* (PMC).

Selain itu, komposit juga dapat diklasifikasikan menurut jenis bahan penguatnya, bahaan-bahan yang sering digunakan sebagai penguat adalah serat gelas, karbon, aramind dan belakangan ini serat alam juga mulai dikembangkan sebagai penguat. Selain dari jenis pengikat (*Matrix*) dan jenis penguatnya (*Reinforcement*), material komposit juga dapat kita bedakan berdasarkan bentuk seratnya, seperti yang dapat dilihat dalam Gambar 2.1 dibawah ini.

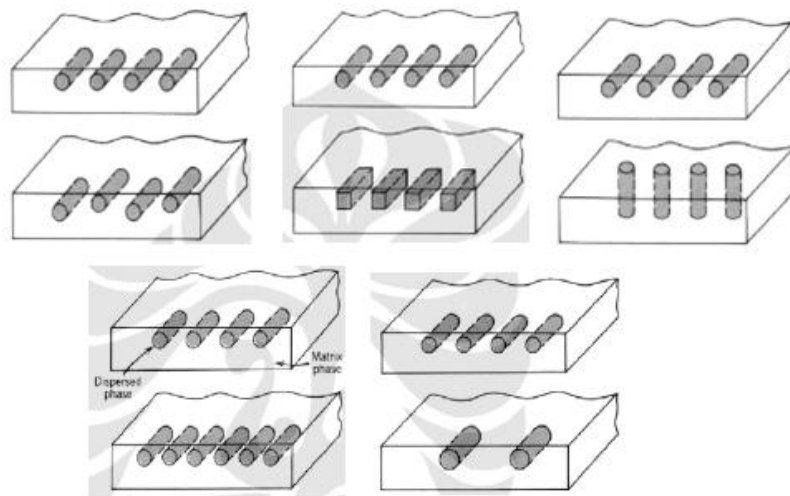


Gambar 2.1 Klasifikasi komposit dari penguat (*Reinforcement*), yaitu: (a) Random fiber (*Short Fiber*) reinforcement composites, (b) Filler sebagai penguat (*Filler Composite*), (c) Partikel sebagai penguat (*Particulate Composite*), (d) Serpihan sebagai penguat (*Flake Composite*), (e) Continuous fiber (*Long Fiber*) reinforcement composites. (<http://www.efunda.com>)

Kedua materi penyusun ini (matriks dan penguat) akan menentukan sifat akhir dari komposit. Contohnya pada sifat mekanik, ketika material komposit menerima beban, matriks memiliki fungsi utama untuk mentransfer beban yang diberikan ke penguat dan penguat memiliki tugas utama menahan beban tersebut.

Oleh karena itu, bisa dikatakan bahwa jenis matriks akan berpengaruh lebih besar terhadap sifat fisik seperti, ketahanan kimia, ketahanan thermal dan ketahanan terhadap radiasi ultraviolet, sedangkan penguat yang digunakan pada material komposit akan mempengaruhi sifat mekanik dari material komposit secara keseluruhan. Pada material komposit berpenguat serat gelas misalnya misalnya, kekuatan mekanik pada material yang menggunakan *Chopped Fiber/Short Fiber* akan berbeda dengan material yang menggunakan *Continuous Fiber*, demikian pula dengan ukuran serat, walaupun sama-sama menggunakan *Continuous Fiber*, namun apabila ukuran serat (diameter) yang digunakan berbeda maka sifat mekaniknya akan berbeda pula.

Selain bentuk dan ukuran serat, parameter lain yang dapat mempengaruhi sifat dari material komposit adalah distribusi serat, orientasi serat serta konsentrasi serat (lihat Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Orientasi serat (Zulfia,A 2007)

2.1.2 Jenis-jenis Material Komposit

Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakannya (Agustinus dkk, 2004), yaitu:

a. *Fibrous Composites* (Komposit Serat)

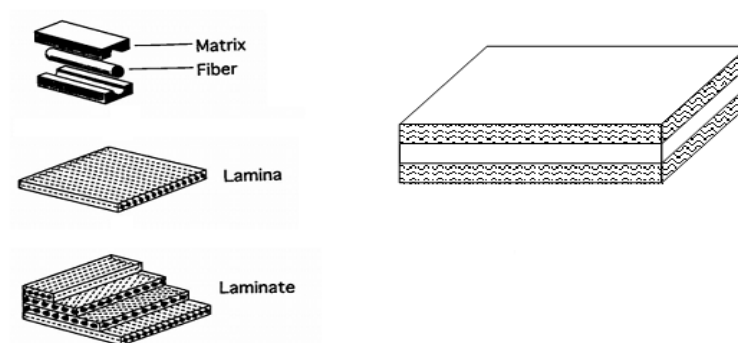
Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat/fiber. Fiber yang digunakan bisa berupa *Glass Fibers*, *Carbon Fibers*, *Aramid Fibers (Poly Aramide)*, dan sebagainya. Fiber ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.



Gambar 2.3 Komposit serat

b. *Laminated Composites* (Komposit Laminat)

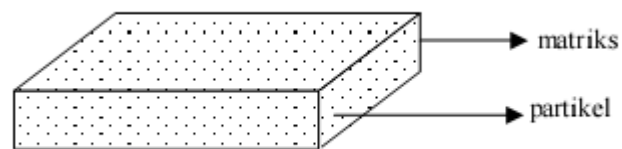
Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.



Gambar 2.4 Komposit laminat

c. *Particulate Composites* (Komposit Partikel)

Merupakan komposit yang menggunakan partikel/serat sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya. Sifat dari komposit dengan bahan pengisi partikel adalah seragam (*Isotropik*) dalam arah maupun karena distribusi partikel dalam matrik acak dan merata. Komposit berpenguat partikel dapat dilihat pada (Gambar 2.5).



Gambar 2.5 Komposit partikel

2.2 Metode Pembuatan Komposit

2.2.1 Injection Moulding

Proses injeksi dilakukan dengan memberikan tekanan injeksi pada bahan plastik yang telah meleleh, dengan memberikan energi panas untuk dimasukkan kedalam cetakan sehingga dapat dibentuk sesuai dengan yang diinginkan. Kelebihannya adalah tingkat produksi tinggi, tanpa proses pengerjaan akhir, kepresisian produk tinggi, dapat membuat produk ukuran kecil dengan biaya yang murah.

2.2.2 Spray Lay Up

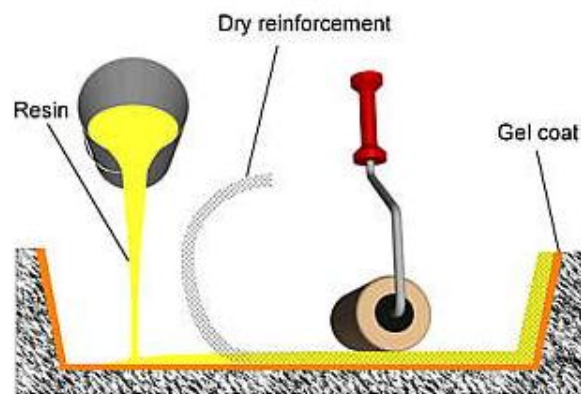
Dalam pembuatan komposit ini memerlukan tekanan untuk menyemprotkan resin polimer agar dapat menempel pada serat yang diletakkan diatas cetakan, dimana sebelumnya cetakan telah dibentuk sesuai dengan yang diinginkan.

2.2.3 Hand Lay Up

Hand Lay Up merupakan salah satu metode tertua dalam pembuatan komposit dan merupakan metode yang paling sederhana. Proses pembuatan komposit dengan metode ini dimulai dengan menuangkan resin kedalam cetakan diatas lapisan serat, kemudian memberi tekanan dan meratakan lapisan atas dengan kuas atau rol, proses tersebut dilakukan berulang-ulang hingga ketebalan yang diinginkan tercapai. Pada proses ini resin berkontak langsung dengan udara dan biasanya dilakukan pada temperatur kamar, kelebihan penggunaan metode ini adalah:

1. Mudah dilakukan
2. Cocok untuk komponen yang berukuran besar
3. Volumennya rendah

Aplikasi dari pembuatan produk komposit hand lay up ini biasanya digunakan pada material pembuatan kapal, bodi kendaraan, bilah turbin angin, bak mandi, perahu. Pada metode hand lay up ini resin yang paling banyak digunakan adalah polyester dan epoxies.



Gambar 2.6 Metode *Hand Lay Up*

2.3 Komposit Matriks Polimer

Menurut Kaw Autar K, 2006 komposit matriks polimer merupakan teknologi komposit yang paling dikenal dan sering digunakan. Terdiri dari polimer (*Epoxy*, *Polyester Urethane*) kemudian diperkuat dengan fiber yang berdiameter kecil (grafit, aramids, boron serta serat alam). Material komposit dengan matriks polimer memiliki

rasio berat berbanding kekuatan yang tinggi. Sebagai contoh, komposit epoksi dengan fiber grafit memiliki kekuatan lima kali lebih besar dibandingkan baja dengan berat yang sama. Ditambah dengan biaya yang rendah dan prinsip manufaktur yang tidak rumit maka tidaklah heran apabila material komposit dengan matriks polimer menjadi teknologi komposit yang paling sering digunakan.

Pada komposit dengan matriks polimer, matriks yang digunakan disebut juga dengan resin. Berdasarkan dari pengaruh panas terhadap sifatnya, resin dapat dibagi menjadi dua macam yaitu, material yang tidak tahan terhadap perlakuan pada temperatur tinggi disebut juga dengan resin termoplastik dan material yang memiliki ketahanan temperatur yang tinggi disebut dengan resin termoset.

Pada penggunaan resin termoplastik, kita harus merubah dahulu resin termoplastik dari fasa padat (berupa pelet) menjadi fasa cair dengan memanaskannya terlebih dahulu hingga mencapai temperatur leleh (*Melting*), baru kemudian fiber dicampurkan dan diaduk sehingga terdispersi secara merata, kemudian setelah itu material baru dibentuk. Resin termoplastik ini jika dipanaskan kembali sampai temperatur yang sesuai ia akan meleleh kembali dan dapat menjadi keras kembali jika didinginkan, proses ini dapat dilakukan secara berulang-ulang tanpa mempengaruhi secara signifikan sifat materialnya, contoh dari resin jenis ini adalah nilon, polipropilen dan ABS.

Sedangkan resin termoset merupakan resin dengan fasa cair, yang akan mengeras jika ditambahkan aktivator atau katalisator. Metode pencampuran yang digunakan pada resin termoset relatif lebih sederhana, resin cair dicampurkan dengan fiber dengan kadar yang kita inginkan, kemudian diaduk, setelah itu ditambahkan *Hardener* atau katalisator. Untuk beberapa jenis resin, seperti polyester cukup didiamkan pada temperatur ruang material akan mengeras. Berbeda dengan resin termoplastik sekali mengeras maka resin termoset tidak dapat mencair kembali jika dipanaskan, walaupun pada temperatur yang dikenal dengan *Glass Transition Temperature* (Tg) sifat mekaniknya akan berubah secara signifikan. Tg pada setiap material termoset tidaklah sama tergantung dari jenis resin yang digunakan. Tipe

Resin termoset yang sering digunakan dalam industri material komposit adalah *Epoksi*, *Vinil Ester* dan *Polyester*. (<http://www.AZoNetwork.com>)

2.4 Resin Poliester

Poliester adalah resin termoset yang berbentuk cair dengan viskositas yang relatif rendah dan paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, dengan penambahan katalis poliester akan mengeras pada suhu kamar. Resin poliester banyak mengandung monomer stiren sehingga suhu deformasi termal lebih rendah dari pada resin termoset lainnya dan ketahanan panas jangka panjang adalah 110°C-140°C dengan ketahanan dingin yang relatif baik.

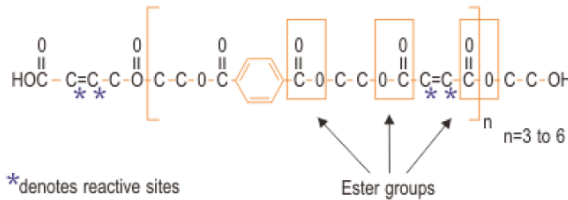
Jenis dari resin poliester yang digunakan sebagai matriks komposit adalah tipe yang tidak jenuh (*Unsaturated Polyester*) yang merupakan termoset yang dapat mengalami pengerasan (*Curing*) dari fasa cair menjadi fasa padat saat mendapat perlakuan yang tepat. Berbeda dengan tipe poliester jenuh (*Saturated Polyester*) seperti Terylene, yang tidak bisa mengalami curing dengan cara seperti ini. Oleh karena itu merupakan hal yang biasa untuk menyebut resin polyester tidak jenuh (*Unsaturated Polyester*) dengan hanya menyebutnya sebagai resin poliester.



Gambar 2.7 Resin poliester

Ada dua prinsip dari resin poliester yang digunakan sebagai laminasi dalam industri komposit. Yaitu resin *Polyester Orthophthalic*, merupakan resin standar yang

digunakan banyak orang, serta resin *Polyester Isophthalic* yang saat ini menjadi material pilihan pada dunia industri seperti industri perkapalan yang membutuhkan material dengan ketahanan terhadap air yang tinggi.



Gambar 2.8 Struktur ideal dari *Polyester Isophthalic* (<http://www.AZoNetwork.com>)

Posisi antara gugus ester yang berurutan dan berdekatan dengan bagian paling reaktif, menyebabkan material *Polyester Isophthalic* hampir jenuh dan sulit untuk menyerap air. Hal inilah yang menyebabkan material ini memiliki ketahanan yang luar biasa terhadap penyerapan air.

Tabel 2.1 Sifat mekanik poliester

Sifat mekanik	ASTM	Unit	Nilai
<i>Specific Gravity</i>	D 792	-	1,10-1,20
<i>Elongation</i>	D 638	%	1,5
<i>Tensile Strength</i>	D 638	Lb/in ²	8000
<i>Flexural Strength</i>	D 790	Lb/in ²	13,500
<i>Compressive Strength</i>	D 695	Lb/in ²	22,000
<i>Tensile Elastic Modulus (Young's Modulus)</i>	D 638	10 ⁵ Lb/in ²	5,12
<i>Flexural Modulus</i>	D 790	10 ⁵ Lb/in ²	6,0
<i>Pysical Barcol Hardness</i>	D 2583	Lb/in ²	47
<i>Heat-deflection Temperature</i>	D 648	0C (0F)	87 (189)

Sumber: Amar Bramantyo ,2008

2.5 Serat Alam

2.5.1 Pengertian Serat Alam

Selain serat-serat sintetis seperti serat gelas, serat karbon, serat aramid dan sebagainya, perkembangan material komposit saat ini juga mulai menggunakan serat alam sebagai penguat. Serat-serat alam, seperti serat sisal, serat rami, serat kelapa, serat bamboo dan serat nanas kita ketahui sangat melimpah disekitar kita, bahkan sampai disia-siakan, disisi lain kita mengerahkan segala potensi kita baik dana maupun tenaga untuk memproduksi serat sintetis untuk memenuhi kebutuhan terhadap aplikasi material komposit.

Dalam konteks ini, bagaimanapun sebagian besar serat sintetis yang biasa digunakan pada material komposit tidak tersedia pada negara-negara berkembang, walaupun tersedia biaya yang dibutuhkan sangat besar untuk sebagian besar orang. Hal ini telah menstimulasi penelitian yang luas mengenai desain komposit yang diperkuat dengan serat alam seperti bambu, kelapa, serat tebu, kayu, rami bahkan serat pisang. Usaha yang besar dikerahkan untuk mengganti fiber sintetis yang merusak dengan serat alam alternatif yang tersedia dari hasil pertanian dan perkebunan atau dari sampah industri yang memiliki sedikit sekali nilai ekonomi.

Selain memiliki keuntungan secara ekonomis dan pelestarian terhadap lingkungan, serat alam disisi lain juga memiliki potensi yang besar karena ternyata dari beberapa penelitian serat alam memiliki kekuatan yang bisa disejajarkan dengan serat sintetis. Bahkan untuk material tertentu serat alam dapat mengungguli serat sintetis. (Arsene, M A dkk, 2006)

2.5.2 Serat Sisal

Sisal (*Agave Sisalana Perrine*) merupakan tanaman penghasil serat dari daunnya setelah melalui proses penyeratan. Tanaman yang termasuk dalam keluarga *Agavaceae* ini berasal dari meksiko yang beriklim sedang dan terus berkembang hingga ke beberapa negara didaerah sub tropis maupun daerah daerah tropis, seiring dengan kemajuan kebutuhan untuk bahan baku tali temali dan industri lainnya.

Agave Sisalana (sisal) dibawa ke Indonesia pada tahun 1913, ciri-ciri tanaman sisal yakni warna daun hijau, ujung daun berduri dan tahan kering serta produksi serat tinggi.

Klasifikasi tanaman sisal, yakni:

- Kingdom : Plantae
- Clade : Angiosperm
- Clade : Monocots
- Order : Asparagales
- Family : Asparagaceae
- Subfamily : Agavoideae
- Genus : Agave
- Species : Agave Sisalana
- Binomial name : Agave Sisalana Perrine



Gambar 2.9 Tanaman sisal (*Agave Sisalana*)

Sisal merupakan tanaman penghasil serat alam yang banyak diminati oleh pengusaha untuk bahan baku industri, karena sisal mampu tumbuh baik pada lahan kering dan iklim kering. Tanaman sisal secara ekologi membutuhkan persyaratan untuk tumbuhnya, yakni kelembaban udara moderate (70%-80%), sinar matahari penuh, curah hujan 1.000-1.250 mm/tahun, suhu maksimum 27°C-28°C, tanah

lempung berpasir sangat disukai, pH tanah antara 5,5 – 7,5 dan pada tanah berdrainase baik serta kandungan Ca yang cukup dalam tanah akan memberikan hasil yang sangat baik terhadap perkembangan tanaman dan sisal tidak tahan genangan air. (<http://ditjenbun.deptan.go.id>)

Tanaman sisal sebagian besar dibudidayakan di lereng dan bukit berkapur yang beriklim kering. Di Indonesia, tanaman sisal dikembangkan di Malang Selatan, Jember dan Blitar Selatan. Para petani menanam tanaman sisal ditumpangsari dengan palawija seperti jagung, kacang tanah, atau kacang kedelai.

Salah satu pendukung utama keberhasilan pengembangan suatu komoditas secara teknis adalah ketersediaan varietas unggul adaptif di daerah pengembangan dan peran serta teknologi budidaya. Ada dua cara untuk meningkatkan produksi tanaman di suatu lahan pertanian, yakni perakitan varietas unggul dan perbaikan teknis budidaya. Keberhasilan perakitan varietas unggul pada program pemuliaan sangat ditentukan oleh ketersediaan plasma nutfah sebagai sumber keragaman dan sumber genetik karena tanpa adanya sumber genetik maka upaya untuk memperoleh kultivar yang lebih sesuai untuk kebutuhan manusia tidak akan berhasil. Semakin beragam sumber genetik maka semakin besar peluangnya untuk keberhasilan perakitan varietas unggul baru seperti yang diinginkan.

Mengingat pentingnya peranan dan fungsi plasma nutfah sebagai sumber genetik tanaman maka keberadaannya perlu dipertahankan dan dipelihara agar tidak terjadi kepunahan, sehingga kebutuhan umat manusia akan pangan, sandang dan papan akan terpenuhi. Selain itu juga perlu digali sebanyak mungkin informasi genetiknya melalui karakterisasi dan evaluasi plasma nutfah untuk kepentingan sebagai sumber genetik pada perakitan varietas baru pada program pemuliaan. Pembudidayaan tanaman ini melalui bulbil atau rhizoma tanaman dewasa yang umumnya disemaikan dulu dipersemaian selama 12-18 bulan, dimana pada awal musim hujan baru dipindah ke tempat yang lapang dengan jarak tanam 1 m x 2 m.

Komposisi kimia serat sisal telah dikaji oleh beberapa peneliti. Ansell, 1971 menemukan bahwa serat sisal mengandung 78% selulosa, 8% lignin, 10% hemi-

celluloses, 2% wax dan 1% ash, tetapi Rowell, 1992 menyatakan bahwa sisal mengandung 43-56% sellulosa, 7-9% lignin, 21-24% pentosan dan 0,6-1,1% ash. Menurut Joseph *et al* 1996, sisal mengandung 85-88% sellulosa, bervariasinya komposisi kimia serat sisal disebabkan oleh perbedaan asal dan umur serat serta metode pengukuran. Chand dan Hashmi, 1993 menunjukkan bahwa sellulosa dan lignin yang terdapat pada sisal bervariasi dari 49,62-60,95 dan 3,75-4,4% tergantung pada usia tanaman. (Kusumastuti, 2009)

Tabel 2.2 Beberapa sifat serat dari serat alam non kayu

Jenis Serat	Kerapatan (g/cm ³)	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)	Kekuatan Tarik (Mpa)
Kapok	0,03	43	32	13-15	-
Kapas	1,50-1,60	88-96	3-6	1-2	285-595
Kanaf	1,47	31-57	22-23	15-19	479-1600
Rami	1,51	68-91	5-17	0,6-0,7	220-938
Sisal	1,33-1,50	47-78	10-24	7-11	400-700
Abaka	1,35-1,50	56-68	15-20	5-9	980
Bambu	0,60-0,90	45-50	16-21	20-30	480

Sumber : <http://xa.yimg.com>

2.6 Metode Pengujian

2.6.1 Uji Tarik

Kuat tarik suatu bahan adalah stress maksimum yang dapat ditahan oleh material selama diberikan tegangan. Untuk melakukan uji tarik, spesimen yang akan diuji dijepit pada kedua sisinya. Salah satu sisi dibuat tetap dan diaplikasikan suatu beban yang naik sedikit ke ujung lainnya sampai sample tersebut patah.

Karena jepitan disertai dengan gaya tarik maka selalu mengakibatkan kerusakan pada spesimen. Dalam beberapa kasus kerusakan tersebut terjadi pada atau dekat ujung spesimen yang dijepit.

Untuk minimalisasi hal tersebut maka spesimen untuk uji tarik didesain sedemikian rupa sehingga pada bagian tengah lebih ramping daripada ujungnya yang biasa disebut spesimen *Dog Bone*. (www.machinist-materials.com)

Tegangan tarik (δ) dinyatakan dalam rumus:

$$\delta = \frac{P}{A}$$

Dimana: P = Gaya tarik (N)

A_0 = Penampang mula mula (mm)

Sedangkan regangan (*strain*) ε yang terjadi dinyatakan dalam rumu:

$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0}$$

Dimana : l = panjang spesimen setelah uji tarik (mm)

l_0 = panjang spesimen mula-mula (mm)

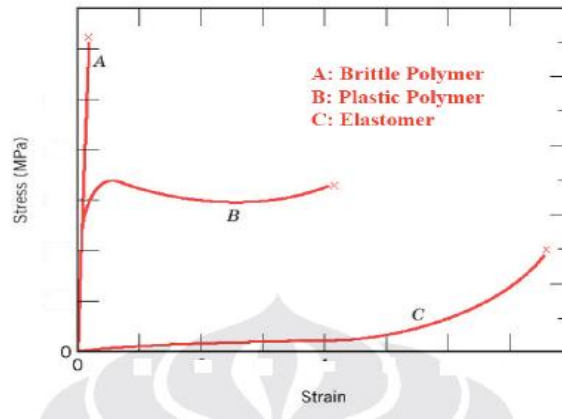
Stress merupakan gaya yang dikenakan pada luasan suatu material dengan satuan N/mm^2 , sedangkan strain adalah besarnya perubahan panjang atau lengkungan setelah dikenakan gaya dibandingkan dengan panjang awalnya.

Sebagaimana beban aksial yang bertambah bertahap, pertambahan panjang terhadap panjang gage diukur pada setiap pertambahan beban dan ini dilanjutkan sampai terjadi kerusakan (*Fracture*) pada spesimen. Dengan mengetahui luas penampang awal spesimen, maka tegangan normal yang dinyatakan dengan σ dapat diperoleh untuk setiap nilai beban aksial dengan menggunakan hubungan dimana P menyatakan beban aksial dalam Newton dan A menyatakan luas penampang awal (mm^2).

2.6.2 Kurva Tegangan Regangan

Sebagaimana beban aksial yang bertambah bertahap, pertambahan panjang terhadap panjang gage diukur pada setiap pertambahan beban dan ini dilanjutkan sampai terjadi kerusakan (*Fracture*) pada spesimen. Dengan mengetahui luas

penampang awal spesimen, maka tegangan normal, yang dinyatakan dengan σ , dapat diperoleh untuk setiap nilai beban aksial dengan menggunakan hubungan dimana P menyatakan beban aksial dalam Newton dan A menyatakan luas penampang awal (mm^2).



Gambar 2.10 Kurva tegangan regangan untuk material plastik

Pada spesimen mencapai beban maksimum (UTS), spesimen tersebut mulai terjadi neck, dimana regangan yang terjadi tidak lagi seragam. Perubahan penampang tidak terjadi pada sepanjang spesimen, tetapi terkonsentrasi pada neck. Selanjutnya setelah mencapai tegangan maksimum kekuatan dari suatu spesimen akan turun drastis hingga terjadi patah pada daerah neck.

2.6.3 Uji *Impact*

Pengujian *Impact* bertujuan untuk mengukur berapa energi yang dapat diserap suatu material sampai material tersebut patah. Pengujian *Impact* merupakan respon terhadap *Impact* atau beban tiba-tiba (beban *Impact*) (Calliester, 2007). Dalam pengujian *Impact* terdiri dari dua teknik pengujian standar yaitu *Charpy* dan *Izod*. Pada pengujian standar *Charpy* dan *Izod*, dirancang dan masih digunakan untuk mengukur energy *Impact* yang juga dikenal dengan ketangguhan takik (Calliester, 2007).

Spesimen *Charpy* berbentuk batang dengan penampang lintang bujur sangkar dengan takikan V oleh proses permesinan (Gambar 2.9.a). Mesin pengujian *Impact*

diperlihatkan secara skematik dengan (Gambar 2.9.b). Beban didapatkan dari tumbukan oleh palu pendulum yang dilepas dari posisi ketinggian h . Spesimen diposisikan pada dasar seperti pada (Gambar 2.9.b) tersebut. Ketika dilepas, ujung pisau pada palu pendulum akan menabrak dan mematahkan spesimen di takikannya yang bekerja sebagai titik konsentrasi tegangan untuk pukulan *Impact* kecepatan tinggi. Palu pendulum akan melanjutkan ayunan untuk mencapai ketinggian maksimum h' yang lebih rendah dari h . Energi yang diserap dihitung dari perbedaan h' dan h ($m.g.h - m.g.h'$), adalah ukuran dari energi *Impact*. Posisi simpangan lengan pendulum terhadap garis vertical sebelum dibenturkan adalah α dan posisi lengan pendulum terhadap garis vertikal setelah membentur spesimen adalah β . Dengan mengetahui besarnya energi potensial yang diserap oleh material maka kekuatan *Impact* benda uji dapat dihitung.

$$\begin{aligned} E_{\text{serap}} &= \text{energi awal} - \text{energi yang tersisa} \\ &= m.g.h - m.g.h' \\ &= m.g.(R \cos \alpha) - m.g.(R \cos \beta) \\ E_{\text{serap}} &= m.g.R.(\cos \alpha - \cos \beta) \end{aligned}$$

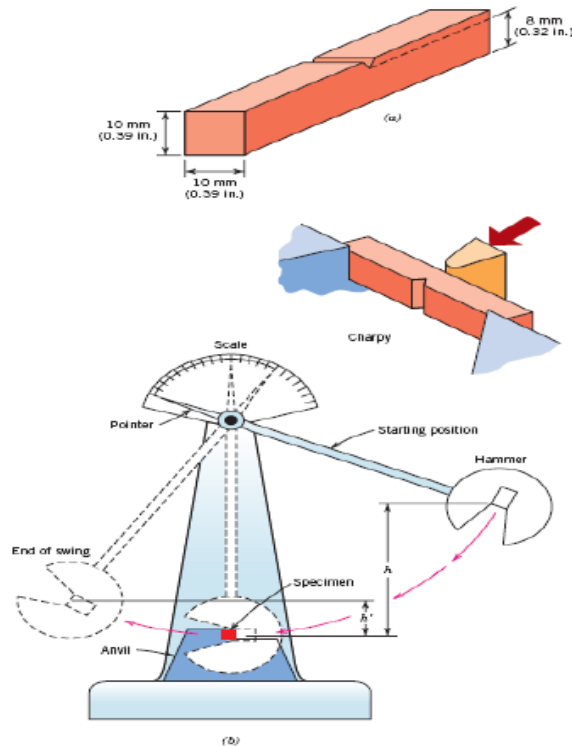
Dimana: E_{serap} : energi serap (J)
 m : berat pendulum (kg)
 g : percepatan gravitasi (m/s^2)
 R : panjang lengan (m)
 α : sudut pendulum sebelum diayunkan
 β : sudut ayunan pendulum setelah mematahkan spesimen

Harga *Impact* dapat dihitung dengan:

$$HI = \frac{E_{\text{serap}}}{A_0}$$

Dimana: HI : harga *Impact* (J/mm^2)
 E_{serap} : energi serap (J)

A_0 : luas penampang (mm^2)



Gambar 2.11 (a) Spesimen yang digunakan untuk pengujian *Impact*. (b) Skematik peralatan uji *Impact*. (Callister, 2007).

2.6.4 Uji Tekan

Tes ini dilakukan untuk mempelajari sifat mekanik dari material *Polymer Matrix Composite* saat diberikan tekanan pada regangan yang relatif kecil. Biasanya dilakukan pada material yang diaplikasikan pada struktur yang mengalami beban tekan, pada tes ini material diberikan beban tekan hingga mengalami patah.

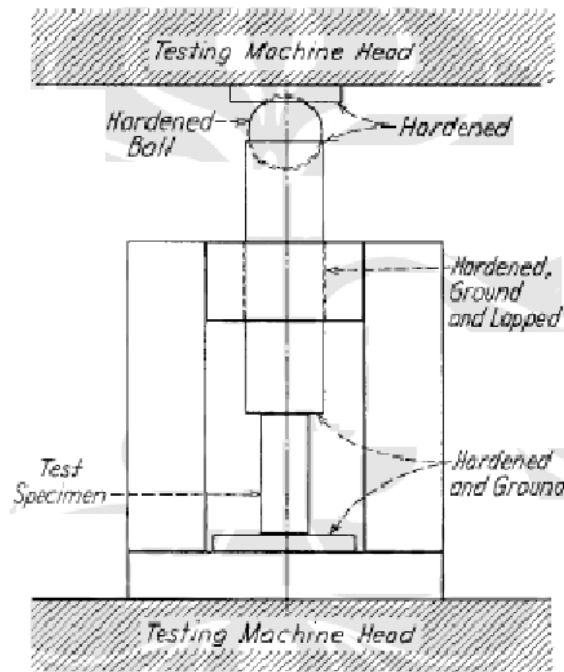
Hasil yang didapat dari pengujian ini adalah *Compressive Strength*, yang merupakan nilai kekuatan tekan maksimum yang dapat diterima oleh area penampang terkecil spesimen selama pengujian.

$$\sigma_C = \frac{F_C}{A}$$

σ_c = Compressive Strength (N/mm²)

F_c = Beban Tekan (N)

A = Luas penampang terkecil spesimen (mm²)



Gambar 2.12 Alat uji tekan (Bramantyo, 2008)

2.6.5 Uji *Bending*

Pengujian *Bending* adalah salah satu pengujian yang sudah lama dipakai karena dapat dilakukan pada bahan uji berbentuk standar dan tidak perlu menggunakan mesin uji khusus atau mesin uji seperti biasanya (Supardi, E, 1999).

Pengujian suatu bahan dimaksudkan untuk memperoleh kepastian mengenai sifat-sifat dan kekuatan bahan tersebut. Melalui pengujian yang teliti akan diketahui apakah bahan tersebut dapat digunakan untuk suatu konstruksi tertentu.

Pengujian *Bending* (tekuk) statik merupakan salah satu pengujian yang dipakai sejak lama karena dapat dilakukan terhadap batang uji berbentuk sederhana. Pengujian *Bending* (tekuk) dapat dilakukan terhadap bahan getas dan untuk bahan liat dimaksudkan agar dapat menentukan adanya cacat dan retakan pada permukaan

material. Pengujian bengkok pada bahan keras dan getas adalah cara terbaik untuk menentukan kekuatan dan kegetasan.

Pada pengujian *Bending*, bagian atas spesimen akan mengalami tegangan tekan dan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik.

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

Dimana:	σ_b	= Tegangan <i>Bending</i> Maksimum	(N/mm ²)
	P	= Beban Maksimum	(N)
	L	= Jarak Antar Penumpu	(mm)
	b	= Lebar Spesimen	(mm)
	d	= Tebal Spesimen	(mm)

2.7 Hipotesa

Hipotesa yang dibuat pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Variasi jarak anyaman serat sisal sangat berpengaruh terhadap kekuatan tekan pada komposit. Jadi semakin jauh jarak serat maka kekuatan tekan semakin tinggi, tetapi terjadi penurunan pada kekuatan tarik.
2. Pemilihan anyaman dengan orientasi serat 45° dan 135° dikarenakan pada orientasi ini sangat berpengaruh terhadap kekuatan *Impact* material komposit, dan memiliki kekuatan *Impact* paling tinggi.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Pembuatan cetakan dan komposit dilakukan di Laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember. Untuk pengamatan struktur mikro dilakukan di Laboratorium Biomedik, Fakultas Farmasi Universitas Jember. Penelitian ini dimulai dari bulan Maret sampai dengan bulan April 2014.

3.2 Bahan Dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan

1. Resin *Unsaturated Polyester* merek yukalak
2. Hardener menggunakan metil etil koton peroksida (MEKPO)
3. Serat Sisal
4. NaOH
5. Margarin
6. Plastik
7. Air Aquades

3.2.2 Alat

1. Bambu
2. Bor PCB
3. Aki 12 Volt
4. Jarum
5. Timbangan
6. Pisau
7. Gunting
8. Double tip
9. Bak plastik
10. Gergaji

11. Busur
12. Penggaris
13. Mikrometer
14. Gerinda
15. Mikroskop *Olympus BX 53*
16. *Universal Testing Machine* merk simadzu
17. *Charpy*

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Penetapan Metode Penelitian

Metode penelitian ”pengaruh variasi jarak anyaman serat dengan orientasi 45° dan 135° pada material komposit poliester/sisal (agave sisalana) terhadap kekuatan tarik, *Impact*, tekan dan *Bending*” yang dilaksanakan merupakan *Experimental*, tahapan penelitian ini dibagi dalam 3 bagian yaitu studi literatur, studi lapangan dan pembuatan serta pengujian spesimen komposit.

3.3.2 Penetapan Variabel Bebas dan Terikat

Terdapat banyak variabel proses atau faktor yang berpengaruh terhadap proses pembuatan komposit poliester serat daun sisal. Dalam hal ini terdapat dua jenis variabel yaitu meliputi:

1. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel prediktor, peneliti tidak dapat mengendalikan besar kecilnya variabel terikat. Dalam penelitian ini yang merupakan variabel terikat adalah kekuatan *Impact*, kekuatan tarik, kekuatan tekan, kekuatan *Bending*.

2. Variabel Bebas

Merupakan variabel yang besarnya dapat ditentukan dan dikendalikan berdasarkan pertimbangan tertentu dan tujuan dari penelitian itu sendiri. Terdapat beberapa variabel yang dapat dikendalikan dalam proses pembuatan komposit poliester dengan serat daun sisal. Faktor-faktor tersebut adalah jarak

anyaman serat, pemberian NaOH pada serat, dan matrik yang digunakan adalah poliester.

3.4 Metode Penelitian

3.4.1 Preparasi Serat

Serat sisal yang digunakan diambil dari daun tanaman sisal dengan panjang daun yang hampir seragam dan sudah tua, ciri-ciri daun yang sudah tua ditandai dengan warna hijau tua pada daun, dengan sudut daun pada batang kurang dari 45° . Kemudian lapisan kulit daun sisal digesek dengan pisau tajam untuk menghilangkan lapisan palisade tempat klorofil, epidermis, dan lapisan cuticula sampai terlihat daging daun dan serat yang belum terpisah dari daging daun yang berwarna putih kekuningan. Serat dipisahkan dari daging daun dengan menggunakan bambu bercelah secara berulang-ulang sampai diperoleh lembaran serat yang bersih seperti benang.

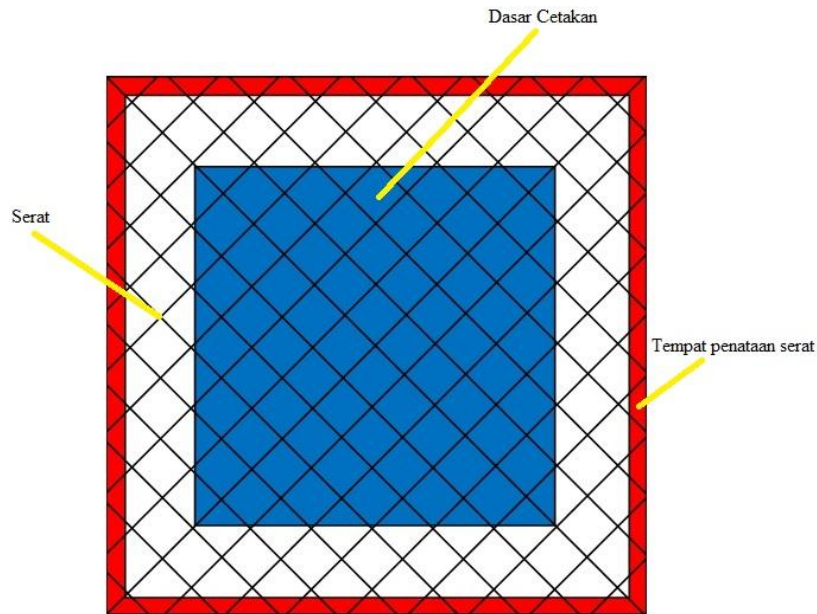
Serat kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama satu hari sampai kering, setelah itu serat sisal direndam di dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam di dalam bak plastik untuk meningkatkan kekuatan tarik serat. Serat kemudian dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan NaOH yang masih membasahi serat, setelah itu serat dikeringkan kembali di bawah sinar matahari. Susunan serat adalah searah dengan sudut 45° dan 135° pada jarak 6 mm, 8 mm, dan 10 mm dengan panjang yang disesuaikan dengan cetakan.

3.4.2 Pembuatan Spesimen Uji

Sampel dibuat dengan menggunakan metode hand lay up yaitu dengan cara membuat lapisan resin dan serat sisal secara manual.

Pertama menyusun serat sisal diatas tatakan yang telah terpasang jarum dan double tip sebagai penjepit serat, orientasi sudut anyaman 45° dan 135° dengan jarak anyaman yang divariasikan 6 mm, 8 mm, dan 10 mm. Kemudian menyiapkan dasar cetakan dengan memberi lapisan diatas cetakan dan dilapisi dengan margarin, selanjutnya menata cetakan dasar diatas double tip agar tidak bergeser. Setelah itu menata tatakan yang telah diberi anyaman serat, kemudian resin yang telah diberi

katalis dituangkan diatas cetakan dan diratakan, penataan serat dan penuangan resin dilakukan tiga kali dengan tebal resin disetiap lapisan 2 mm. Setelah sampel kering, sampel dipotong sesuai dengan pengujian yang akan dilakukan.



Gambar 3.1 Profil cetakan dan arah penataan serat

3.5 Pengujian Komposit Serat Sisal

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa pengujian terhadap spesimen yang dibuat untuk mengetahui sifat mekanik dari material komposit yang telah dibuat, pengujiannya antara lain:

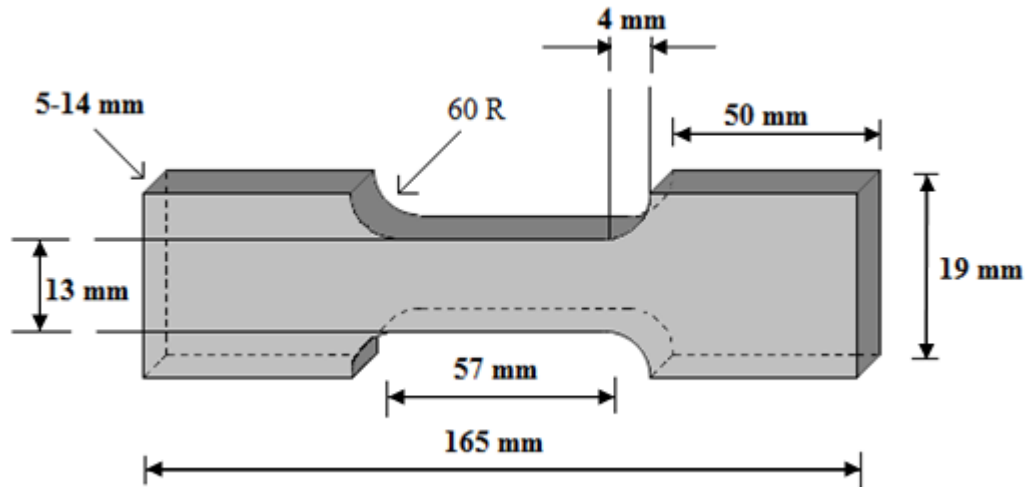
3.5.1 Uji Tarik

Pada uji tarik komposit serat sisal mengikuti standart uji ASTM D 638 yang disesuaikan dengan bahan pengujian. Pada uji tarik komposit serat sisal ini penarikan dilakukan dengan anyaman serat 45° dan 135° dengan jarak serat 6 mm, 8 mm, 10 mm, sehingga didapat perbedaan kekuatan pada komposit.

Kekuatan tarik ditentukan dari perbandingan kekuatan pada beban maksimum dengan luas area spesimen plastik (mm²). Kekuatan tarik tersebut dapat dirumuskan:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana: σ = Kekuatan tarik (N/mm^2)
 F = Gaya tarik (N)
 A = Luas area gaya bekerja (mm^2)



Gambar 3.2 Profil spesimen uji tarik

3.5.2 Uji *Impact*

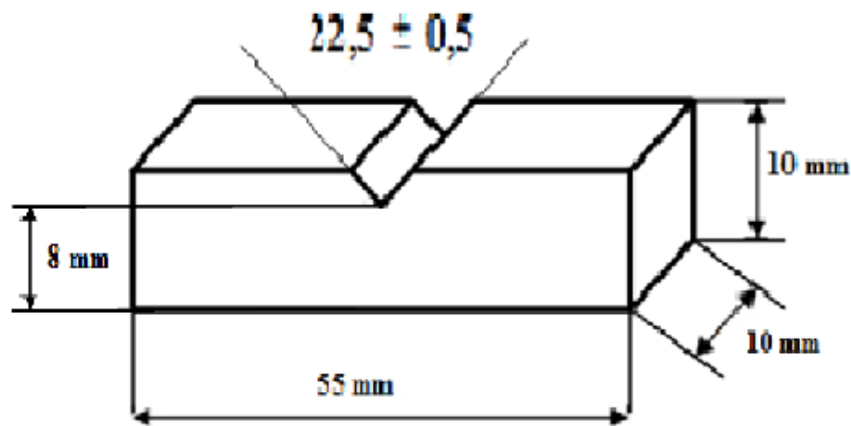
Uji *Impact* ditentukan dari perbandingan kekuatan pada beban maksimum dengan luas area spesimen dengan menggunakan ASTM D 265. Kekuatan *Impact* tersebut dapat dirumuskan dengan:

$$\begin{aligned} E_{\text{serap}} &= \text{energi awal} - \text{energi yang tersisa} \\ &= m.g.h - m.g.h' \\ &= m.g.(R \cos \alpha) - m.g.(R \cos \beta) \end{aligned}$$

$$E_{\text{serap}} = m.g.R.(\cos \alpha - \cos \beta)$$

$$HI = \frac{E_{\text{serap}}}{A_0}$$

Dimana: HI : harga *Impact* (J/mm^2)
 E_{serap} : energi serap (J)
 A_0 : luas penampang (mm^2)

Gambar 3.3 Profil spesimen uji *Impact*

3.5.3 Uji Tekan

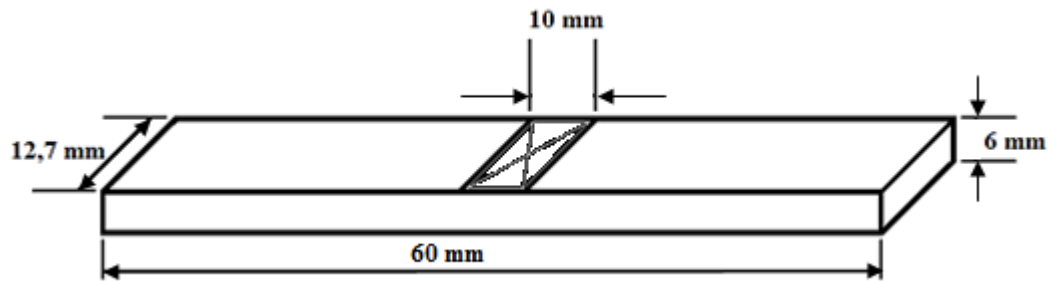
Untuk material komposit dengan matriks polyester ini menggunakan ASTM D 695, jenis sampel yang digunakan berbeda dengan *Unreinforced Plastic*, jika pada plastik murni sample yang digunakan adalah silinder dengan diameter 12,7 mm dan tinggi 25,4 mm atau balok dengan ukuran penampang 12,7 mm x 12,7 mm dan tinggi 25,4 mm. Namun pada *Reinforced Plastic* termasuk komposit, sample yang digunakan berdasarkan ketebalan material tersebut, untuk material dengan ketebalan 3,2 mm atau lebih seperti yang digunakan pada penelitian ini, maka panjang sample yang digunakan 1:11 hingga 1:16 dari ketebalan dengan lebar 12,7 mm.

$$\sigma_C = \frac{F_C}{A}$$

σ_C = Compressive Strength (N/mm²)

F_C = Beban Tekan (N)

A = Luas penampang terkecil spesimen (mm²)



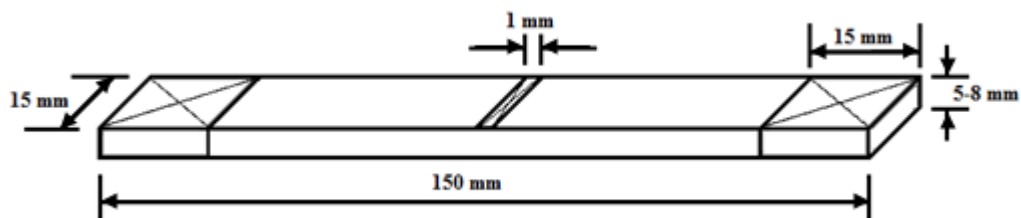
Gambar 3.4 Profil spesimen uji tekan

3.5.4 Uji *Bending*

Pada material komposit dengan matriks polyester yang akan dilakukan pengujian *Bending* menggunakan ASTM D 790, kekuatan tegangan *Bending* tersebut dapat dirumuskan:

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

- Dimana:
- σ_b = Tegangan *Bending* Maksimum (N/mm²)
 - P = Beban Maksimum (N)
 - L = Jarak Antar Penumpu (mm)
 - b = Lebar Spesimen (mm)
 - d = Tebal Spesimen (mm)



Gambar 3.5 Profil spesimen uji *Bending*

3.6 Metode Pengambilan Data

Untuk mendapatkan data yang akurat pada psetiap pengujian spesimen, maka setiap pengujian dilakukan sebanyak lima kali pengulangan. Dari lima kali

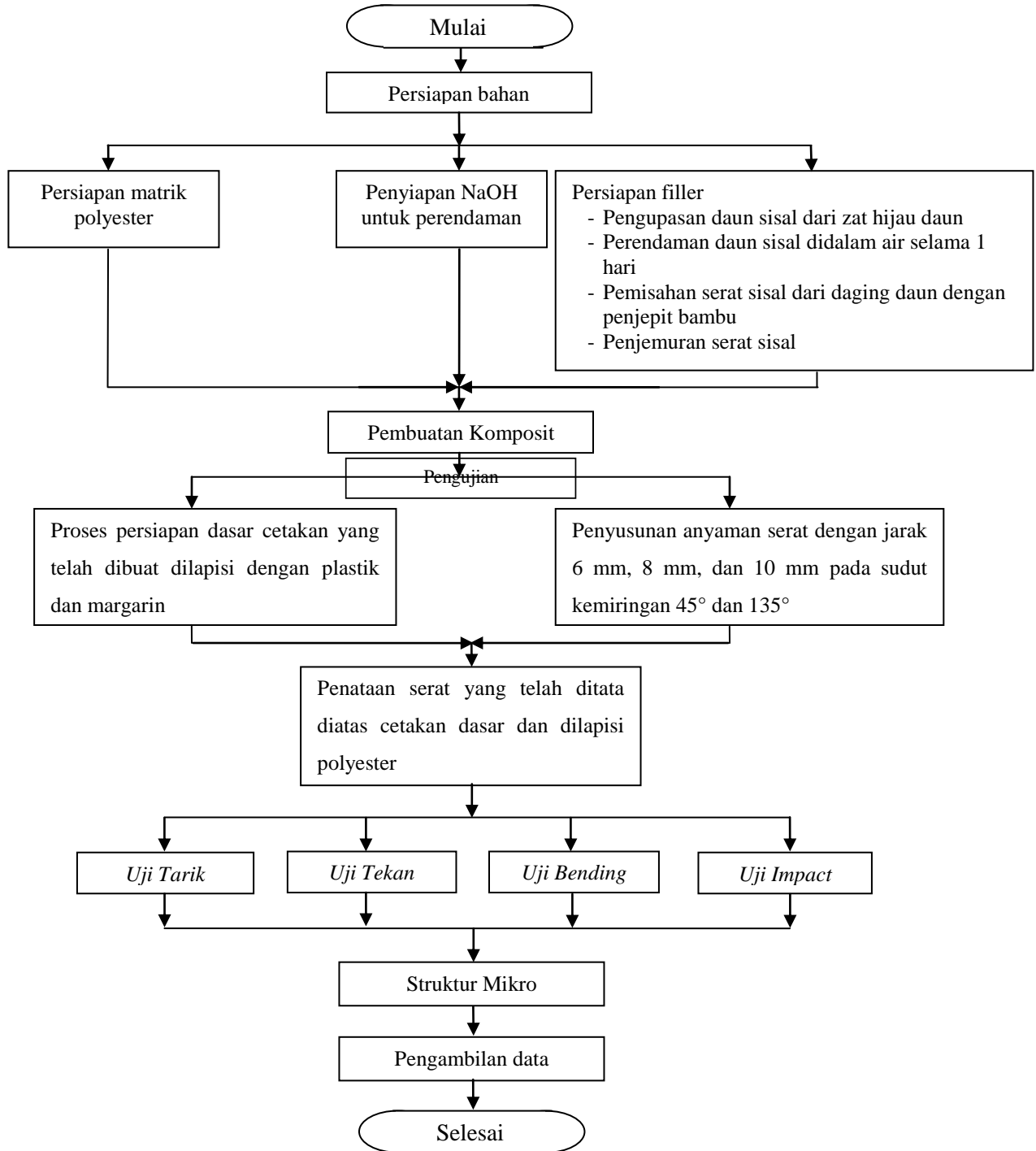
pengulangan tersebut nantinya dibuat tabel dan diagram untuk mempermudah pembacaan hasil dari setiap proses uji spesimen.

Tabel 3.1 Tabel pengambilan data

NO	Orientasi Serat Sisal 45° dan 135°	Kekuatan Tarik σ (N/mm²)	Kekuatan Impact HI (J/mm2)	Kekuatan Tekan σ_c (N/mm²)	Kekuatan Bending (N/mm²)
1	6 mm				
2					
3					
4	8 mm				
5					
6					
7	10 mm				
8					
9					

3.7 Diagram Alir Penelitian

Adapun urutan penelitian yang dilakukan sebagai berikut:



Gambar 3.6 Diagram alir penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada Variasi jarak anyaman serat sisal 6 mm dengan paduan matriks *Polyester* diperoleh sifat mekanik kekuatan tarik paling tinggi sebesar 11,8 N/mm², nilai kekuatan *Impact* paling tinggi sebesar 0,41 Joule/mm² dan nilai kekuatan *Bending* paling tinggi sebesar 62 N/mm².
2. Dari pengamatan struktur makro dan mikro dapat diketahui bahwa menurunnya kekuatan tekan pada variasi jarak anyaman serat 6 mm dikarenakan kekuatan komposit yang ulet dan banyak retakan pada daerah sekitar anyaman serat.

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat diberikan penambahan partikel-partikel kecil pada campuran *Polyester* sebelum dituangkan diatas anyaman serat, untuk memberikan nilai tambah dalam peningkatan kekuatan tekan.
2. Memperbaiki proses penataan serat saat pembuatan komposit, agar serat tidak mengalami pergeseran saat proses penuangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus, Soemadi, & Theresia Indrawati. 2004. *Diktat Kuliah Turunan Material Polimer*. Depok: Depart. Teknik Metalurgi dan Material FTUI. Hal 57-58
- Arsene, M A, Savastano Jr, H, dkk, cementitious composite reinforced with vegetable Fiber, Departement de Chimie-UFR SEN, Universite des Antilles et de la guyane, campus de Foillole, Guadeloupe, 2006
- Bramantyo, Amar. 2008. Pengaruh Konsentrasi Serat Rami Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Polyester-Serat Alam. *Jurnal Teknik Metalurgi dan Material*, Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Callister, W. D., 2007. *Material Science and Engineering, An Introduction 7ed*, Department of Metallurgical Engineering The University of Utah, John Willey and Sons, Inc.
- Efri Mahmuda , Shirley Savetlana dan Sugiyanto. 2013. *Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Matrik Epoxy*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Junus, S. 2011, *Komposit Proses, Fabrikasi dan Aplikasi*. Penerbit: Jember University Press. ISBN 979-8176-91-X. Hal 19
- Kaw Autr K, *Mechanics of Composite Materials 2nd Edition*, (london : Taylor & Francis Group, 2006) section 1.2.2 Polymer Matrix Composites, hal 19-45, 27-284
- Kusumatsuti. A. 2009 *Aplikasi Serat Sisal sebagai Komposit Polimer*, *Jurnal Kompetensi Teknik* Vol. 1, No. 1, Universitas Negeri Semarang
- Masruri, D. 2011. Pengaruh Orientasi Sudut Anyaman Serat *Cantula* Terhadap Sifat Mekanik (*Bending*, Tarik Paku, Daya Permesinan) Dan Densitas Pada Komposit Semen Serbuk Aren–*Cantula*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
- M. Ikhsan Taufik, Sugiyanto dan Zulhanif. 2013. Perilaku *Creep* Pada Komposit *Polyester* Dengan Serat Kulit Bambu Apus. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

Purwanto Eko, Wijang Wisnu Raharjo dan Dody Ariawan. 2011. Pengaruh Variasi Jarak Anyaman Serat *Cantula* Terhadap Kekuatan Tekan Dan Konduktivitas Panas Komposit Semen Serbuk Aren–*cantula*

Supardi E., 1999, *Pengujian Logam*, Angkasa Bandung. Bandung.

Zulfia. A. *Bahan Mata Kuliah Komposit*. Depok. 2007

Internet

<http://ditjenbun.deptan.go.id/tanhun/berita-201-prospek-budidaya-tanaman-sisal-agave-sisalana-perrine-.html> Diakses 12 Februari 2014

http://medanbisnisdaily.com/news/read/2013/10/06/54896/bumperantara_fungsi_dan_gaya/ Diakses 24 Januari 2014

<http://smk3ae.wordpress.com/2008/05/26/pencelupan-serat-poliester-dengan-zat-warna-dispersi-2/> Diakses 24 Januari 2014

<http://www.AZoNetwork.com/journalofmaterials/resinsystemsinfibrereinforcedcompositematerials.html> Diakses 1 Februari 2014

http://www.efunda.com/formulae/solid_mechanics/composites/comp_intro.cfm?Search_string=composite Diakses 1 Februari 2014

<http://www.machinist-materials.com/hardness.htm> Diakses 9 Februari 2014

<http://www.scribd.com/doc/33990923/Kajian-Kekuatan-Komposit-Sekam-Padi-Sebagai-Bahan-Pembuat-Bumper-Mobil-Teknik-Mesin-Undip> Diakses 23 Mei 2014

http://xa.yimg.com/kq/groups/21763088/1468816240/name/Buku+Bioresources+Bio_komposit.docx Diakses 10 Januari 2014

LAMPIRAN TABEL

1. Table Pengamatan Uji Tarik

NO	Orientasi Serat Sisal 45° dan 135°	Gaya UTS (kg)	Kekuatan Tarik σ (N/mm ²)
1	6 mm	94	12,1
2		92	11,8
3		90	11,5
Jumlah			35,4
Rata-Rata			11,8
4	8 mm	81	10,4
5		76	9,7
6		64	8,2
Jumlah			28,3
Rata-Rata			9,4
7	10 mm	75	9,6
8		65	8,3
9		63	8,1
Jumlah			26
Rata-Rata			8,6

2. Table Pengamatan Uji *Impact*

NO	Orientasi Serat Sisal 45° dan 135°	Sudut Akhir (°)	Energi Serap (Joule)	Kekuatan Impact HI (J/mm ²)
1	6 mm	10	28,93	0,36
2		12	35,74	0,43
3		12	35,74	0,43
Jumlah			100,41	1,22
Rata-Rata			33,47	0,41
4	8 mm	10	28,93	0,36
5		10	28,93	0,36
6		9	27,23	0,34
Jumlah			85,09	1,04
Rata-Rata			28,36	0,35

7	10 mm	8	23,82	0,3
8		7	20,42	0,26
9		7	20,42	0,26
Jumlah			64,66	0,83
Rata-Rata			21,55	0,27

3. Table Pengamatan Uji Tekan

NO	Orientasi Serat Sisal 45° dan 135°	Gaya Tekan (kg)	Kekuatan Tekan (N/mm ²)
1	6 mm	448	35,3
2		483	38
3		523	41,2
Jumlah			114,5
Rata-Rata			38,2
4	8 mm	534	42
5		560	44,1
6		565	44,5
Jumlah			130,6
Rata-Rata			43,5
7	10 mm	600	47,2
8		681	53,6
9		635	50
Jumlah			150,8
Rata-Rata			50,3

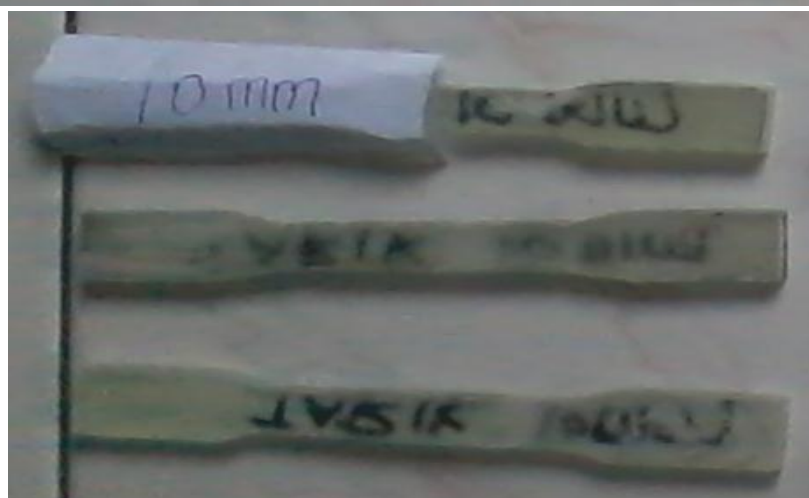
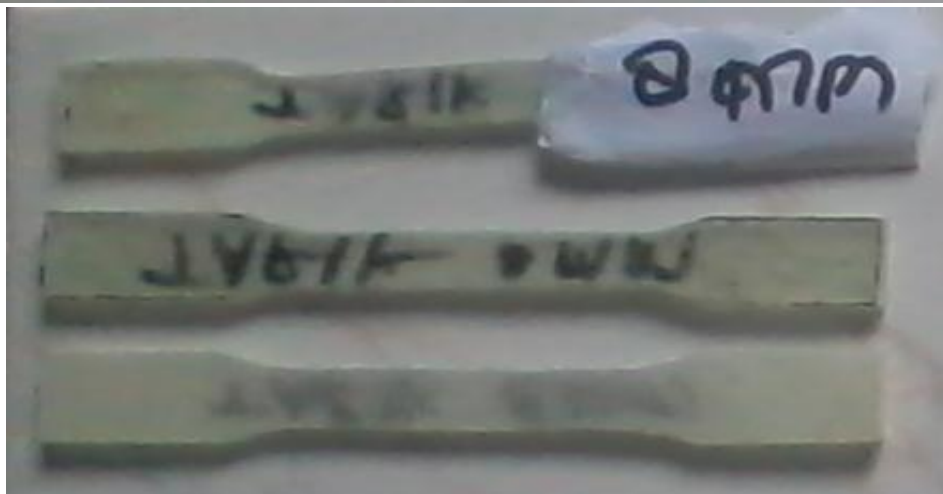
4. Table Pengamatan Uji *Bending*

NO	Orientasi Serat Sisal 45° dan 135°	Gaya Tekan (kg)	Kekuatan Bending (N/mm ²)
1	6 mm	10	60
2		9	54
3		12	72
Jumlah			186

Rata-Rata			62
4	8 mm	8	48
5		8	48
6		6	36
Jumlah			132
Rata-Rata			44
7	10 mm	6	36
8		5	30
9		5	30
Jumlah			96
Rata-Rata			32

LAMPIRAN FOTO

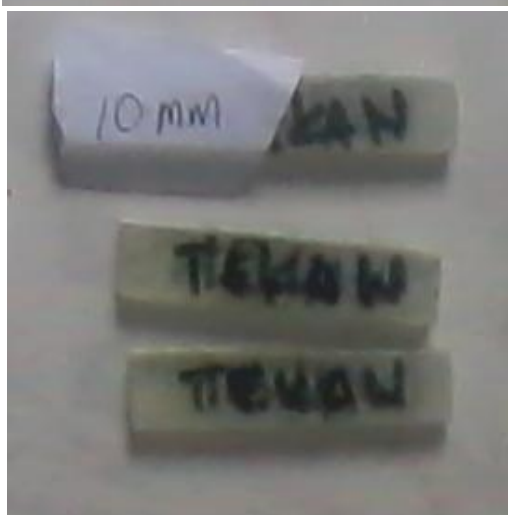
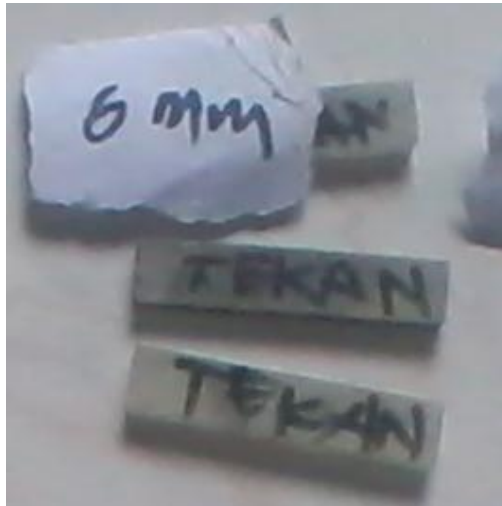
1. Spesimen Uji Tarik



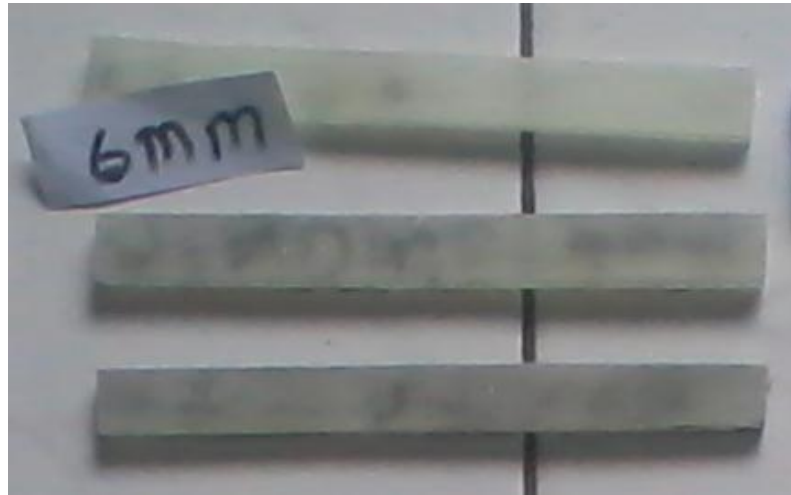
2. Spesimen Uji *Impact*



3. Spesimen Uji Tekan



4. Spesimen Uji *Bending*



5. Foto Resin Polyester



6. Foto NaOH



7. Foto Charpy



8. Foto Mikroskop

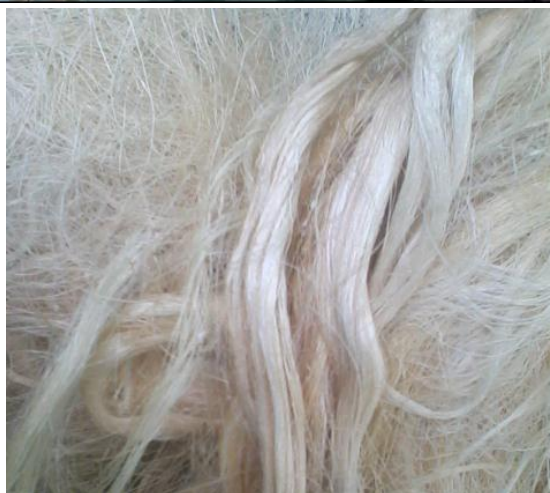


9. Foto *Universal Testinh Material*



10. Foto Penyerutan Serat





11. Foto perendaman serat didalam NaOH



12. Foto Proses Pembuatan Spesimen



