

**TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR**

**ANALISA UJI IMPACT PADA MATERIAL KOMPOSIT
BERBENTUK HURUF H YANG DIPERKUAT SERAT
SAWIT DENGAN KETEBALAN YANG
BERBEDA-BEDA**

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

BAHARI RAMADHAN
1307230123



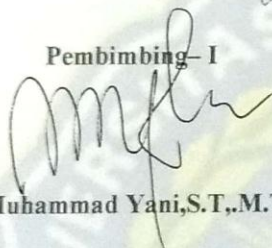
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

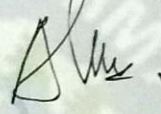
LEMBAR PENGESAHAN I
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR

**ANALISA UJI IMPACT PADA MATERIAL KOMPOSIT
BERBENTUK HURUF H YANG DIPERKUAT
SERAT SAWIT DENGAN KETEBALAN
YANG BERBEDA-BEDA**

Disusun Oleh :
BAHARI RAMADHAN
1307230123

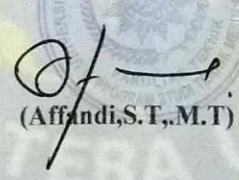
Disetujui Oleh :

Pembimbing - I

(Muhammad Yani,S.T.,M.T)

Pembimbing - II

(Sudirman Lubis,S.T.,M.T)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin


(Affandi,S.T.,M.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN II
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR

**ANALISA UJI IMPACT PADA MATERIAL KOMPOSIT
BERBENTUK HURUF H YANG DIPERKUAT
SERAT SAWIT DENGAN KETEBALAN
YANG BERBEDA-BEDA**

Disusun Oleh :
BAHARI RAMADHAN
1307230123

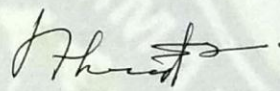
Disetujui Oleh :

Pembanding – I



(H.Muharnif,M,S.T.,M,Sc)

Pembanding – II



(Ahmad.Marabdi Siregar,S.T.,M.T)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin


(Afandi,S.T.,M.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

menjawab surat ini agar disebutkan
horisontalnya

DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA

Nama Mahasiswa : Bahari Ramadhan
NPM : 1307230123
Semester : X (sepuluh)
SPESIFIKASI :

ANALISA UJI IMPAK PADA MATERIAL KOMPOSIT BERBENTUK
HURUF H YANG DIPERKUAT SERAT SAWIT DENGAN KETEBALAN
YANG BERBEDA-BEDA

Diberikan Tanggal : 17 Oktober 2017
Selesai Tanggal : 16 April 2018
Asistensi : 2 minggu Sekali
Tempat Asistensi : Fakultas Teknik UMSU

Diketahui Oleh :
Ka.Program Studi Teknik Mesin

Medan, 16 April 2018
Dosen Pembimbing – I

(Affandi, S.T., M.T)

(Muhammad Yani, S.T., M.T)



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

menjawab surat ini agar disebutkan
mordantanggalnya

**DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA**

NAMA : Bahari Ramadhan PEMBIMBING – I : Muhammad Yani, S.T.,M.T
NPM : 1307230123 PEMBIMBING – II : Sudirman Lubis, S.T.,M.T

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1	17-10-2017	Perbaiki Skripsi	Sh
2	24-10-2017	Perbaiki jesssi busir per busir	Sh
3	31-10-2017	Pemberian tugas spesifikasi T.A	my
	7-11-2017	Perbaiki Bab I, latar belakang, rumusan masalah & tujuan penelitian	my
	14-11-2017	Perbaiki Bab II, Tinjauan pustaka	my
	21-11-2017	Perbaiki Bab III, Flowchart &	my
	28-11-2017	Perbaiki Bab III, Flowchart &	my
	5-12-2017	set up alat uji	my
	12-12-2017	Perbaiki analisa hasil (pembahasan hasil pengujian)	my
	19-12-2017	Perbaiki kesimpulan	my
	26-12-2017	Perbaiki kesimpulan	my
	23-1-2018	Perbaiki kesimpulan	my
	13-2-2018	Jec gambar	my



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Perjawababurabini agar disebutkan
ordantanggalnya





DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA

NAMA : Bahari Ramadhan PEMBIMBING – I : Muhammad Yani, S.T.,M.T
NPM : 1307230123 PEMBIMBING – II : Sudirman Lubis, S.T.,M.T

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
	27-2-2018	Perbaiki gambar	Al.
	6-2-2018	Perbaiki span	Al.
	27-3-2018	Gunakan APD saat pengujian	Al.
	16-4-2018	Aec Seminar	Al.

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar
 Nama : Bahari Ramadhan
 NPM : 1307230123
 Judul Tugas Akhir : Analisa Perbedaan Uji Impact Pada Material Komposit Berbentuk Huruf “ H “ Yang Diperkuat Serat Sawit Dengan Ketebalan Yang Berbeda-Beda.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T	: 
Pembimbing – II : Sudirman Lubis.S.T.M.T	: 
Pemanding – I : H.Muharnif.S.T.M.Sc	: 
Pemanding – II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1207230052	ASWARUDIN	
2	1407230205	IPANU KHOLID S.	
3	1207230005	MUBHLAS	
4	1307230176	DIHANY FAJAR LEBIMANG	
5	1207230059	RUBI HASTOMIO	
6	1307230109	DREKI DARMAWAN	
7			
8			
9			
10			

Medan, 29 Dzulkaedah 1439 H
 11 Agustus 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin


 Affandi.S.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Bahari Ramadhan
NPM : 1307230123
Judul T.Akhir : Analisa perbedaan Uji Impact Pada Material Komposit Breben-
Tuk Huruf " H " Yang Diperkuat Serat sawit Dengan Ketebalan
Yang Berbeda-Beda.

Dosen Pembimbing – I : M.yani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : Sudirman Lubis .S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : H.Muharnif.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

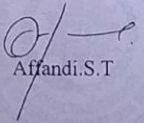
.....
Lihat buku snipr.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :


.....
.....
.....

Medan 29 Dzulkaedah 1439H
11 Agustus 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T

Dosen Pembanding- I


H.Muharnif.S.T.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Bahari Ramadhan
NPM : 1307230123
Judul T.Akhir : Analisa perbedaan Uji Impact Pada Material Komposit Breben-
Tuk Huruf " H " Yang Diperkuat Serat sawit Dengan Ketebalan
Yang Berbeda-Beda.

Dosen Pembimbing - I : M.yani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Sudirman Lubis .S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : H.Muharnif.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Lihat Buku tugas Akhir
perbaikan

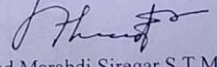
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 29 Dzulkaedah 1439H
11 Agustus 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Afandi.S.T

Dosen Pemanding- II


Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : BAHARI RAMADHAN
Tempat / Tgl Lahir : Bangun, 17 Febuari 1996
NPM : 1307230123
Bidang Keahlian : Kontruksi Dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir (skripsi) saya ini yang berjudul :

ANALISA UJI IMPACT PADA MATERIAL KOMPOSIT BERBENTUK HURUF H YANG DIPERKUAT SERAT SAWIT DENGAN KETEBALAN YANG BERBEDA-BEDA

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 30,Agustus 2018

Saya yang menyatakan,



BAHARI RAMADHAN
1307230123

ABSTRAK

Keprihatinan terhadap pemanfaatan akan limbah serat dapat diwujudkan dengan membuat komposit. Namun, serat alam memiliki beberapa keterbatasan tertentu. Bahan-bahan serat alam merupakan kandidat sebagai bahan penguat untuk dapat menghasilkan bahan komposit yang ringan, kuat, keras, tahan korosi, harga yang murah, ramah lingkungan, serta ekonomis. Jenis-jenis serat alam misalnya : serat tebu, serat kelapa sawit, sabut kelapa, serat nanas, serbuk kayu, serat kayu, serat daun pisang, serat enceng gondok, rami, , dan lain-lain. Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah komposit yang diperkuat serat sawit. Spesimen yang diuji ada dua belas dan di setiap tiga spesimen memiliki variasi ketebalan yang berbeda. Setelah dilakukan pengujian Impak Charpy, spesimen dengan ketebalan 10 mm memiliki hasil yaitu 0,15138 joule/mm², spesimen dengan ketebalan 15 mm memiliki hasil yaitu 0,14457 joule/mm², spesimen dengan ketebalan 20 mm memiliki hasil terbesar yaitu 0,09274 joule/mm². dan spesimen dengan ketebalan 20 mm memiliki hasil terbesar yaitu 32,339 joule/mm², Dari data pengujian, didapat hasil bahwa komposit serat alam memiliki kekuatan yang tidak stabil, kekuatan bentur yang di berikan pada saat pengujian Impak Charpy tidak menjamin memiliki hasil yang besar juga.

Kata Kunci : *Komoposit, Spesimen Serat Sawit, Pengujian Impak Charpy.*

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan lancar. Tugas sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya.

Untuk memenuhi syarat tersebut penulis dengan bimbingan dari pada dosen pembimbing merencanakan sebuah

“ ANALISA PERBEDAAN UJI IMPACT PADA MATERIAL KOMPOSIT BERBENTUK HURUF H YANG DIPERKUAT SERAT SAWIT DENGAN KETEBALAN YANG BERBEDA-BEDA “

Dalam menyelesaikan tugas ini penulis banyak mengalami hambatan dan rintangan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang terus-menerus hadir dan atas kerja keras penulis, dan atas banyaknya bimbingan dari pada dosen pembimbing, serta bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana.

Untuk itu penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta penulis yaitu Ayahanda Wahid dan Ibunda Nurhabibah telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta senantiasa memberikan kasih sayang, do'a yang tulus, dan dukungan moril maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Muhammad Yani, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak Sudiman Lubis, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak H.Muharnif.M,S.T.,M,Sc. Selaku Dosen Pembanding I
5. Bapak Ahmad Marabdi Siregar,S.T.,M.T. Selaku Dosen Pembanding II
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Ade Paisal,S.T,M,Sc,Ph.D Selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T. Selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Bapak Affandi, S.T. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Bapak Chandra A Siregar, S.T. selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

11. Keluarga besar LAB TEKNIK MESIN UMSU yang telah memberikan dukungan, semangat dan do'a yang tulus baik secara moril maupun materil kepada penulis.
12. Seluruh teman-teman seperjuangan KONCO stambuk 2013 Dino Bryansah,S.T (Sutres yang punya banyak ikan ayam) , Imam Maulana Nasution,S.T. (Ucok , yang punya banyak istri) , Fahrozy Rauh,S.T. (Bisman , yang punya banyak gajah) , Khairil Imran,S.T. (Yatno , yang punya banyak balok) , Verry Irawan (Rambo,mbotel yang punya banyak pungo) , Khairil Prayandi (Mulyadi yang punya banyak ikan mas) , Wahyono Aji (Sarbi,Tambi yang punya banyak cakar) , Angghari Effendi (Mariono,Mario yang punya banyak peliharaan) yang telah banyak memberikan bantuan, motivasi dan do'a yang tulus kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas ini masih jauh dari sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan tugas sarjana ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin Ya Rabbal Alamin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan,Agustus,2018

Penulis

BAHARI RAMADHAN
1307230123

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN I	
LEMBAR PENGESAHAN II	
DAFTAR SPESIFIKASI	
ABSTRAK	<i>i</i>
KATA PENGANTAR	<i>ii</i>
DAFTAR ISI	<i>iv</i>
DAFTAR GAMBAR	<i>vi</i>
DAFTAR TABEL	<i>vii</i>
DAFTAR SIMBOL	<i>viii</i>
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 penulisan	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Pengertian Bahan Komposit	7
2.2. Klasifikasi Bahan Komposit	8
2.2.1 Komposit Serat (<i>Fibrous Composites Materials</i>)	8
2.2.2 Komposit Lapis (<i>Laminated Composite Materials</i>)	10
2.2.3 Komposit Partikel (<i>Particulate Composites Materials</i>)	12
2.3. Tipe Komposit Serat	15
2.4. Sifat dan Karakteristik dari Komposit	18
2.5. Faktor yang Mempengaruhi Sifat-Sifat Mekanik Komposit	19
2.5.1 Faktor Serat	19
2.5.2 Faktor Matriks	20
2.5.3 Katalis	20
2.6. Kelebihan dan Kekurangan Material Komposit	21
2.7. Teknik pembuatan Material Komposit	22
2.8. Serat	23
2.9. Tandan kosong kelapa sawit(TKKS)	25
2.10. Pulping	27
2.11. Delignifikasi pulp	30
2.12. Hidrogen peroksida (H ₂ O ₂) dalam media alam asetat	31
2.13. Selulosa	32
2.14. Hemiselulosa	33
2.15. Lignin	35
2.16. Pengujian kekuatan bentur (<i>Impact Strength</i>)	35
BAB 3 METODE PENELITIAN	39
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	39
3.1.1. Tempat	39
3.1.2. Waktu Penelitian	39

3.2.	Diagram Alir Penelitian	40
3.3.	Bahan Dan Alat	41
3.3.1.	Bahan	41
3.4.	Pembuatan Spesimen Komposit Uji <i>Impak Charpy</i>	47
3.5.	Prosedur Pengujian	50
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Pengujian menggunakan <i>Impak Charpy</i>	51
4.2.	Analisa Data	53
4.2.1.	Pengujian spesimen 1 dengan ketebalan 10 mm	53
4.2.2.	Pengujian spesimen 2 dengan ketebalan 15 mm	54.
4.2.3.	Pengujian spesimen 3 dengan ketebalan 20mm	56
4.2.4.	Pengujian spesimen 4 dengan ketebalan 20mm	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		59
5.1.	Kesimpulan	59
5.2.	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Komposit serat	8
Gambar 2.2. Laminated composites	11
Gambar 2.3. Komposit partikel	13
Gambar 2.4. Continous fiber composite	15
Gambar 2.5. <i>Woven fibre composite(Bi-Rectional)</i>	16
Gambar 2.6. Tipe discontinuous fibre composite	17
Gambar 2.7. Tipe hybrid fibre continous	17
Gambar 2.8. Skema klasifikasi jenis serat alam	24
Gambar 2.9. Tandan kosong kelapa sawit	25
Gambar 2.10. Struktur selulosa	32
Gambar 2.11. Struktur hemiselulosa	34
Gambar 2.12. Peralatan uji bentur	37
Gambar 3.1. Diagram Alir	40
Gambar 3.2. Skema benda uji	41`
Gambar 3.3. Serat kelapa sawit	42
Gambar 3.4. Resin	42
Gambar 3.5. Katalis	43
Gambar 3.6. Paste wax	43
Gambar 3.7. Cetakan spesimen	44
Gambar 3.8. Kuas	44
Gambar 3.9. Sekrap	45
Gambar 3.10.Masker	45
Gambar 3.11.Sarung tangan	46
Gambar 3.12. <i>Mesin uji Impak charpy</i>	46
Gambar 3.13. Serat kelapa sawit	47
Gambar 3.14. Mempersiapkan cetakan	47
Gambar 3.15. Menambah ukuran cetakan	48
Gambar 3.16. Menekan cetakan	48
Gambar 3.17. Penuangan resin dan letakan serat kelapa sawit	49
Gambar 4.1. Spesimen profil H dengan ketebalan 10 mm	52
Gambar 4.2. Spesimen profil H dengan ketebalan 15 mm	53
Gambar 4.3. Spesimen profil H dengan ketebalan 20 mm	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi serat/serat tekstil	22
Tabel 2.2. Sifat fisik dan mekanik serat kelapa sawit	25
Tabel 2.3. Komposisi tandan kosong kelapa sawit	27
Tabel 3.1. Tempat dan waktu penelitian	39
Tabel 4.1. data hasil uji impak	52

DAFTAR NOTASI

E	Energi yang di serap	(joule)
W	Berat pendulum	(m.g=N)
L	Panjang lengan bandul	(m)
$\cos \beta$	Sudut akhir lengan bandul	($^{\circ}$)
$\cos \alpha$	Sudut awal lengan bandul	($^{\circ}$)
Is	Kekuatan <i>Impak (Impak Strength)</i>	(joule/ mm^2 .)
A	Luas penampang	(mm^2)
b	Lebar benda uji	(mm)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perubahan zaman dan perkembangan teknologi yang sudah sangat maju, maka akan diperlukan suatu material yang mempunyai kriteria spesifik seperti ringan, kuat, keras, tahan aus dan harga yang murah. Dalam usaha pencarian peningkatan performa material tersebut maka para ilmuwan terutama berkaitan dengan ilmu bahan, insinyur, dan peneliti selalu melakukan usaha untuk menghasilkan suatu material yang baru yang berbasis material yang sudah ada. Salah satu contoh dari pengembangan atau penelitian tersebut adalah bahan komposit.

Pada umumnya bahan komposit adalah kombinasi antara dua atau lebih dari tiga bahan yang memiliki sejumlah sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh masing-masing komponennya, yang akan menghasilkan sifat material yang mempunyai sifat lebih baik dari material-material sebelumnya. Komposit merupakan gabungan atau kombinasi dari dua atau lebih material yang berbeda menjadi bentuk struktur unit makroskopik yang akan menghasilkan sifat material yang mempunyai sifat lebih baik dari material-material penyusunnya. Kombinasi biasanya didapat dengan bahan polimer, logam dan keramik.

Penggunaan material sampai saat ini masih didominasi oleh material logam dan keramik, karena untuk material logam mempunyai kekuatan dan ketangguhannya besar dan untuk material dari keramik mempunyai kekuatan yang besar tetapi ketangguhannya kecil. Untuk mengatasi masalah keuletan yang kecil

tersebut maka dalam beberapa tahun terakhir ini, perkembangan komposit yang sangat cepat adalah dalam produksi komposit yaitu dalam berbagai macam variasi plastik (polimer) yang kemudian akan memiliki kekuatan, kekerasan dan ketahanan aus yang besar serta diprediksikan bahwa permintaan komposit tersebut akan terus meningkat dan akan menjadi material yang banyak diminati daripada material logam dan keramik karena pembuatan yang mudah dan harganya lebih murah khususnya material komposit dalam penelitian ini dibandingkan dengan material yang terbuat dari logam dan keramik.

Keunggulan komposit adalah beratnya yang ringan dan dapat divariasikan dengan bahan lain untuk mendapatkan kekuatan yang diinginkan. Komposit banyak dikembangkan karena mempunyai sifat sesuai keinginan yang tidak didapat dari material lain apabila berdiri sendiri. Komposit umumnya tersusun dari material pengikat (*matriks*) dan material penguat (*reinforcement*). Logam, keramik, dan polymer, dapat digunakan sebagai material matriks pada pembuatan komposit, tergantung dari sifat yang diinginkan, namun polymer merupakan material yang paling luas digunakan sebagai matriks dalam komposit modern yang lebih dikenal dengan *reinforced plastic*.

Komposit banyak dikembangkan karena mempunyai sifat sesuai keinginan yang tidak didapat dari material lain apabila berdiri sendiri. Salah satu faktor yang membuat plastik menarik untuk aplikasi permesinan adalah memungkinkannya peningkatan kekuatan plastik dengan penguat serat maupun dengan serbuk sesuai dengan tujuan yang diinginkan, disamping itu pula plastik juga memiliki sifat ketahanan kimia (*chemical resistant*) yang baik.

Komposit dari bahan serat, terus diteliti dan dikembangkan guna menjadi bahan alternatif pengganti bahan logam, hal ini disebabkan sifat dari komposit serat yang kuat dan mempunyai berat lebih ringan dibandingkan dengan logam. Komposit merupakan perpaduan dari dua material atau lebih yang memiliki fasa yang berbeda menjadi suatu material baru yang memiliki propertis lebih baik dari keduanya. Penggunaan serat merupakan salah satu alternatif dalam pembuatan komposit secara ilmiah. Serat (fiber) adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alami dan serat sintetis (serat buatan manusia).

Serat sintetis dapat diproduksi secara murah dalam jumlah yang besar. Namun demikian, serat alami memiliki berbagai kelebihan khususnya dalam hal kenyamanan. Serat alam mudah ditemukan di sekitar kita, contohnya serat tebu, kelapa sawit, sabut kelapa, nanas, serbuk kayu, serat kayu, serat daun pisang, enceng gondok, dan lain-lain.

Dalam penelitian ini menggunakan serat alam, serat yang digunakan adalah serat kayu. Dengan latar belakang ini maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian sebagai tugas sarjana dengan judul

:ANALISA UJI IMPACT PADA MATERIAL KOMPOSIT BERBENTUK HURUF "H" DIPERKUAT SERAT SAWIT DENGAN KETEBALAN BERBEDA-BEDA

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka di dalam penelitian ini penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat bahan komposit dari serat kelapa sawit?
2. Bagaimana pengujian impact bahan komposit serat kelapa sawit?
3. Bagaimana menganalisa komposit berbahan serat kelapa sawit ?

1.3 Batasan Masalah

Karena luasnya jangkauan permasalahan dalam pengujian material komposit menggunakan serat kelapa sawit, dengan pengujian impact maka perlu pembatasan masalah antara lain :

1. Kekuatan impact pada spesimen komposit dengan menggunakan serat kelapa sawit dengan diameter ketebalan 10mm,15mm, dan 20mm.
2. Pengaruh perendaman NaOH pada spesimen komposit dengan waktu 2 jam
3. Perbandingan terhadap kekuatan spesimen komposit yang diperkuat dengan serat kelapa sawit dengan diameter ketebalan 10mm,15mm,dan 20mm.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan umum dari penelitian ini adalah :

1.4.1 Tujuan Umum

1. Untuk mengetahui perbandingan spesimen serat kelapa sawit dengan diameter ketebalan 10mm,15mm,dan20mm terhadap kekuatan impact.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Untuk menyiapkan spesimen uji dari bahan komposit serat kelapa sawit.
2. Untuk menguji kekuatan impact spesimen komposit.
3. Untuk menganalisa hasil uji terhadap variasi ketebalan.
4. Untuk mengevaluasi pengaruh kekuatan serat kelapa sawit terhadap kekuatan impact material komposit.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui faktor konsentrasi tegangan pada spesimen komposit yang diperkuat dengan serat kelapa sawit.
2. Untuk mengetahui pengaruh perendaman NaOH terhadap kekuatan spesimen komposit yang diperkuat dengan serat kelapa sawit.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan ini dibagi menjadi lima bab.

BAB 1 PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan mengenai tinjauan pustaka yang berisi mengenai teori singkat dari penelitian.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Menjelaskan mengenai metode penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan mengenai data dan analisa pada penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Bahan Komposit

Komposit berasal dari kata kerja “to compose” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Komposit merupakan rangkaian dua atau lebih bahan yang digabung menjadi satu bahan secara mikroskopis dimana bahan pembentuknya masih terlihat seperti aslinya dan memiliki hubungan kerja diantaranya sehingga mampu menampilkan sifat-sifat yang diinginkan. Definisi yang lain yaitu, komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Jadi komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat.

Pada definisi yang lebih mendalam khususnya dalam istilah *engineering* komposit didefinisikan berdasarkan tingkat dari definisinya. Pada elemental atau tingkat dasar, dimana molekul dan sel kristal masih tunggal, semua material tercampur dari dua atau lebih atom yang berbeda dapat dianggap sebagai

komposit. Pada definisi ini komposit terdiri dari campuran, baik itu logam campuran, polimer ataupun campuran keduanya.

Salah satu keuntungan material komposit adalah kemampuan material tersebut untuk diarahkan sehingga kekuatannya dapat diatur hanya pada arah tertentu yang kita kehendaki, hal ini dinamakan “*tailoring properties*” dan ini adalah salah satu sifat istimewa komposit yaitu ringan, kuat, tidak terpengaruh korosi, dan mampu bersaing dengan logam, dengan tidak kehilangan karakteristik dan kekuatan mekanisnya. Manfaat utama dari penggunaan komposit adalah mendapatkan kombinasi sifat kekuatan serta kekakuan tinggi dan berat jenis yang ringan. Dengan memilih kombinasi material penguat dan matriks yang tepat, kita dapat membuat suatu material komposit dengan sifat yang tepat sama dengan kebutuhan sifat untuk suatu struktur tertentu dan tujuan tertentu pula.

2.2 Klasifikasi Bahan Komposit

Sesuai dengan definisinya, maka bahan material komposit terdiri dari unsur-unsur penyusun. Komponen ini dapat berupa unsur organik, anorganik ataupun metalik dalam bentuk serat, serpihan, partikel dan lapisan.

Jika ditinjau dari unsur pokok penyusun atau jenis penguat suatu bahan komposit, maka komposit dapat dibedakan atas beberapa bagian antara lain :

2.2.1 Komposit Serat (*Fibrous Composites Materials*)

Komposit serat, yaitu komposit yang terdiri dari serat dan matriks (bahan dasar) yang diproduksi secara fabrikasi, misalnya serat ditambahkan resin sebagai bahan perekat.



Gambar 2.1. Komposit Serat

Komposit serat Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau lapisan yang menggunakan penguat berupa serat (*fiber*). *Fiber* yang digunakan bisa berupa *glass fiber*, *carbon fibers*, *armid fibers (poly Aramide)*, dan sebagainya. *Fiber* ini bisa disusun secara acak (*chopped strand mat*) maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Bila peningkatan kekuatan menjadi tujuan utama, komponen penguat harus mempunyai rasio aspek yang besar, yaitu rasio panjang terhadap diameter harus tinggi, agar beban ditransfer melewati titik dimana mungkin terjadi perpatahan.

Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit.

Komposit jenis ini hanya terdiri dari satu lapisan. Serat yang digunakan dapat berupa serat sintesis (asbes, kaca, boron) atau serat organik (selulosa, polipropilena, polietilena bermodulus tinggi, serbuk kayu, sabut kelapa, ijuk, tandan kosong sawit, dan lain-lain). Berdasarkan ukuran seratnya, komposit serat

dapat dibedakan menjadi komposit berserat panjang dan diameternya sebesar <100 mm, serat pendek ini dapat diorientasikan atau didistribusikan secara acak. Komposit serat panjang lebih mudah diorientasikan dibanding serat pendek, akan tetapi komposit serat pendek lebih memiliki rancang desain lebih banyak.

Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit. Komposit yang diperkuat dengan serat dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu :

a. Komposit serat pendek (*short fiber composite*)

Berdasarkan arah orientasi material komposit yang diperkuat dengan serat pendek dapat dibagi lagi menjadi dua bagian yaitu serat acak (*inplane random orientasi*) dan serat satu arah. Tipe serat acak sering digunakan pada produksi dengan volume besar karena faktor biaya manufakturnya yang lebih murah. Kekurangan dari jenis serat acak adalah sifat mekanik yang masih dibawah dari penguatan dengan serat lurus pada jenis serat yang sama.

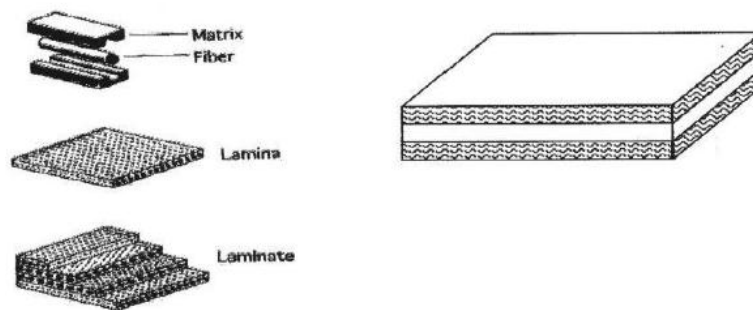
b. Komposit serat panjang (*long fiber composite*)

Keistimewaan komposit serat panjang adalah lebih mudah diorientasikan, jika dibandingkan dengan serat pendek. Secara teoritis serat panjang dapat menyalurkan pembebanan atau tegangan dari suatu titik pemakaiannya.

Perbedaan serat panjang dan serat pendek yaitu serat pendek dibebani secara tidak langsung atau kelemahan matriks akan menentukan sifat dari produk komposit tersebut yakni jauh lebih kecil dibandingkan dengan besaran yang terdapat pada serat panjang.

2.2.2 Komposit Lapis (*Laminated Composite Materials*)

Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat sendiri. Contohnya : *polywood*, *laminated glass* yang sering digunakan sebagai bahan bangunan dan kelengkapannya.



Gambar 2.2. Laminated Composites

Komposit yang terdiri dari lapisan serat dan matriks, yaitu lapisan yang diperkuat oleh resin sebagai contoh *polywood*, *laminated glass* yang sering digunakan untuk bahan bangunan dan kelengkapannya.

Pada umumnya manipulasi makroskopis yang dilakukan terhadap ketahanan korosi, kuat dan tahan terhadap temperatur. Komposit ini terdiri dari bermacam-macam lapisan material dalam satu matriks. Bentuk nyata dari komposit lamina adalah :

- 1) Bimetal

Adalah lapis dari dua buah logam yang mempunyai koefisien ekspansi termal yang berbeda. Bimetal akan melengkung dengan seiring berubahnya suhu sesuai dengan perancangan, sehingga jenis ini sangat cocok dengan alat ukur suhu.

2) Pelapisan Logam

Adalah pelapisan yang dilakukan antara logam yang satu dengan yang lainnya dengan tujuan untuk mendapatkan sifat terbaik dari keduanya.

3) Kaca Yang Dilapisi

Konsep ini sama dengan pelapisan logam, kaca yang dilapisi akan lebih tahan terhadap cuaca.

4) Komposit Lapis Serat

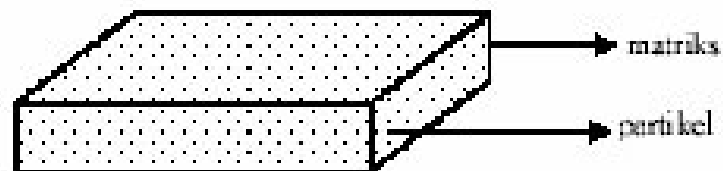
Dalam hal ini lapisan dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat. Komposit jenis ini biasa dipakai pada panel sayap pesawat dan badan pesawat.

2.2.3 Komposit Partikel (*Particulate Composites Materials*)

Merupakan jenis komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya. Komposit yang terdiri dari partikel dan matriks seperti butiran (batu dan pasir) yang diperkuat dengan semen yang sering kita jumpai sebagai beton.

Komposit ini biasanya mempunyai bahan penguat yang dimensinya kurang lebih sama, seperti bulat serpih, balok, serat bentuk-bentuk lainnya yang memiliki sumbu hampir sama yang disebut partikel, dan bisa terbuat dari satu atau lebih material yang ditenamkan dalam suatu matriks dengan material yang

berbeda. Partikelnya bisa logam atau non logam seperti halnya matriks. Selain itu adapula polimer yang mengandung partikel yang hanya dimaksudkan untuk memperbesar volume material dan bukan untuk kepentingan sebagai bahan penguat.



Gambar 2.3. Komposit Partikel

Berdasarkan matriksnya, komposit dibagi dalam tiga kelompok adalah :

(a) Komposit Matrik Polimer (*Polymer Matrix composite – PMC*) bahan ini merupakan bahan komposit yang sering digunakan yang biasa disebut dengan Polimer Berpenguat Serat (*FRP – Fiber Reinforced Polymers or Plastics*), bahan ini menggunakan suatu polimer berdasar resin sebagai matriknya, seperti kaca, karbon dan aramid (Kevlar) yang digunakan sebagai penguatnya. Komposit ini bersifat :

- 1) Biaya pembuatan lebih rendah
- 2) Dapat dibuat dengan produksi massal
- 3) Ketangguhan baik
- 4) Tahan simpan
- 5) Siklus pabrikan dapat dipersingkat
- 6) Kemampuan mengikuti bentuk
- 7) Lebih ringan

(b) Komposit Matrik Logam (*Metal Matrix Composite* – MMC) ditemukan berkembang pada industri otomotif, bahan ini menggunakan suatu logam seperti aluminium sebagai matrik dan penguatnya dengan serat seperti silikon karbida.

(c) Komposit Matrik Keramik (*Ceramic Matrix Composite* – CMC) digunakan pada lingkungan bertemperatur sangat tinggi, bahan ini menggunakan keramik sebagai matrik dan diperkuat dengan serat pendek, atau serabut-serabut (*Whiskers*) dimana terbuat dari silikon karbida.

Klasifikasi bahan komposit dapat dibentuk dari sifat dan strukturnya. Bahan komposit dapat diklasifikasikan kedalam beberapa jenis. Secara umum klasifikasi komposit yang sering digunakan antara lain seperti :

1. Klasifikasi menurut kombinasi material utama, seperti *metal-organic* atau *metal-anorganic*.
2. Klasifikasi menurut karakteristik *built-from*, seperti sistem matrik atau laminate.
3. Klasifikasi menurut distribusi unsur pokok, seperti *continous* dan *discontinous*.
4. Klasifikasi menurut fungsinya, seperti elektrik atau struktural

Sedangkan klasifikasi menurut komposit serat (*fiber-matrik composites*) dibedakan menjadi beberapa macam antara lain :

1. *Fiber composite* (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik.
2. *Filled composite* adalah gabungan matrik *continous skeletal* dengan matrik yang kedua.
3. *Flake composite* adalah gabungan serpih rata dengan matrik.
4. *Particulate composite* adalah gabungan partikel dengan matrik.

5. *Laminate composite* adalah gabungan lapisan atau unsur pokok lamina

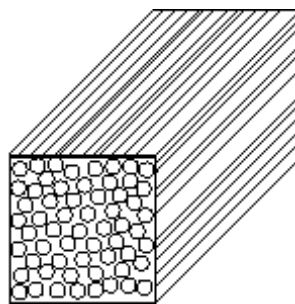
Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel–partikel yang diikat oleh matrik. Bentuk partikel ini dapat bermacam–macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan berbentuk yang tidak beraturan secara acak. Sedangkan bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik. Bentuknya ada dua macam yaitu serat panjang dan serat pendek.

2.3 Tipe Komposit Serat

Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa jenis serat pada komposit, yaitu :

a. *Continuous Fibre Composite*

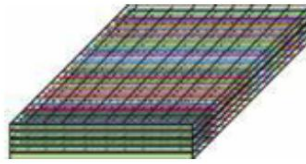
Tipe ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriksnya. Tipe ini mempunyai kelemahan pemisahan antar lapisan.



Gambar 2.4. *Continuous Fiber Composite*

b. *Woven Fibre Composite (Bi-Rectional)*

Komposit jenis ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya mengikat antar lapisan. Susunan seratnya memanjang yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan melemah.



Gambar 2.5. *Woven Fibre Composite (Bi-Rectional)*

c. Discontinuous Fibre Composite

Discontinuous fibre composite adalah tipe serat pendek. Komposit yang diperkuat oleh serat pendek pada umumnya menggunakan resin sebagai matriksnya. Dalam pembuatan komposit serat pendek ini dipotong-potong pendek 20-100 mm panjangnya. Tipe ini dibagi menjadi tiga macam yaitu :

1. *Aligned Discontinuous Fibre,*

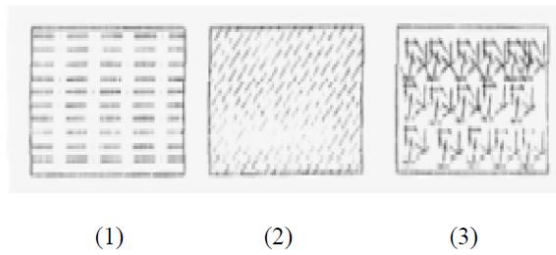
Yaitu untuk mendapatkan komposit jenis ini digunakan teknik yang berbeda dengan terorientasi acak, yaitu *lay up*. Metode ini khusus digunakan cetak suntik (*injection moulding*) dan proses ekstruksi.

2. *Off-Axis Aligned Continuous Fibre,*

Yaitu untuk mendapatkan komposit jenis ini digunakan teknik yang berbeda dengan terorientasi acak, yaitu *lay up*. Metode ini khusus digunakan cetak suntik (*injection moulding*) dan proses ekstruksi. Perbedaannya dengan *aligned discontinuous fibre* adalah hanya penempatan posisi serat dalam cetakan.

3. *Randomly Oriented Continuous Fibre,*

Yaitu pembuatan komposit jenis ini dilakukan dengan teknik *hand lay up*. Ukuran serat dapat dipilih untuk mendapatkan perbedaan jumlah penyebaran serat selama pencetakan.



Gambar 2.6. Tipe *Discontinuous Fibre Composite*

4. *Hybrid Fibre Continuous*

Hybrid fibre continous merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dan serat acak. Tipe ini digunakan untuk supaya dapat mengganti dari kekurangan sifat kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihanannya.



Gambar 2.7. Tipe *Hybrid Fibre Continuous*

2.4 Sifat dan karakteristik dari komposit

Komposit dikenal sebagai bahan teknologi karena diperoleh dari hasil teknologi pemrosesan bahan. Kemajuan teknologi pemrosesan bahan, dewasa ini telah menghasilkan bahan teknik yang dikenal sebagai bahan komposit.

Karakteristik komposit ditentukan berdasarkan karekeristik material penyusun dan dapat ditentukan secara teoritis dengan pendekatan metode *rule of mixture (ROM)*, sehingga akan berbanding secara proporsional. Bentuk (dimensi)

dan struktur (ikatan) penyusun komposit juga akan mempengaruhi karakteristik komposit, begitu pula bila terjadi interaksi antar penyusun akan meningkatkan sifat dari komposit.

Sifat bahan komposit sangat dipengaruhi oleh sifat dan distribusi unsur penyusun, serta interaksi antara keduanya. Parameter penting lain yang mungkin mempengaruhi sifat bahan komposit adalah bentuk, ukuran, orientasi dan distribusi dari penguat (filler) dan berbagai ciri-ciri dari matriks. Sifat mekanik merupakan salah satu sifat bahan komposit yang sangat penting untuk dipelajari. Untuk aplikasi struktur, sifat mekanik ditentukan oleh pemilihan bahan. Sifat mekanik bahan komposit bergantung pada sifat bahan penyusunnya.

Ada tiga faktor yang menentukan sifat-sifat dari material komposit, yaitu :

1. Material pembentuk. Sifat-sifat intrinsik material pembentuk memegang peranan yang sangat penting terhadap pengaruh sifat kompositnya.
2. Susunan struktural komponen. Dimana bentuk serta orientasi dan ukuran tiap-tiap komponen penyusun struktur dan distribusinya merupakan faktor penting yang memberi kontribusi dalam penampilan komposit secara keseluruhan.
3. Interaksi antar komponen. Karena komposit merupakan campuran atau kombinasi komponen-komponen yang berbeda baik dalam hal bahannya maupun bentuknya. Maka, sifat kombinasi yang diperoleh pasti akan berbeda.

2.5 Faktor yang Mempengaruhi Sifat-Sifat Mekanik Komposit

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi performa komposit, baik dari faktor serat penyusunnya, maupun faktor matriksnya, yaitu :

2.5.1 Faktor Serat

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

a. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit, tata letak dan arah serat dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut.

Menurut tata letak dan arah, serat diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu :

- a) *One Dimensional Reinforcement*, mempunyai kekuatan pada arah axis serat.
- b) *Two Dimensional Reinforcement (planar)*, mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- c) *Three Dimensional Reinforcement*, mempunyai sifat *isotropic*, kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya.

Pada pencampuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (*random*) maka sifat mekanik pada satu arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar ke segala arah maka kekuatan akan meningkat.

b. Panjang Serat

Serat panjang lebih kuat dibandingkan dengan serat pendek. Oleh karena itu panjang dan diameter sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit. Serat panjang (*continous fibre*) lebih efisien dalam peletakannya daripada serat pendek.

c. Bentuk Serat

Bentuk serat tidak mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Semakin kecil diameter serat, maka akan menghasilkan kekuatan komposit yang tinggi.

2.5.2 Faktor Matriks

Matriks sangat berpengaruh dalam mempengaruhi performa komposit. Tergantung dari matriks jenis apa yang dipakainya, dan untuk tujuan apa dalam pemakaian matriks tersebut.

2.5.3 Katalis

Katalis digunakan untuk membantu proses pengeringan (*curing*) pada bahan matriks suatu komposit. Penggunaan katalis yang berlebihan akan semakin mempercepat proses laju pengeringan, tetapi akan menyebabkan bahan komposit yang dihasilkan semakin getas.

2.6 Kelebihan dan Kekurangan Material Komposit

Material komposit mempunyai beberapa kelebihan berbanding dengan bahan konvensional seperti logam. Kelebihan tersebut pada umumnya dapat

dilihat dari beberapa sudut yang penting seperti sifat-sifat mekanik, fisik dan biaya. Seperti yang diuraikan dibawah ini :

a. Sifat Mekanik dan Fisik

Pada umumnya pemilihan bahan matriks dan serat memainkan peranan penting dalam menentukan sifat-sifat mekanik dan sifat komposit. Gabungan matriks dan serat dapat menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi dari bahan konvensional, seperti besi baja.

b. Biaya

Faktor biaya juga memainkan peranan yang sangat penting dalam membantu perkembangan industri komposit. Biaya yang berkaitan erat dengan penghasilan suatu produk yang seharusnya memperhitungkan beberapa aspek seperti biaya bahan mentah, proses pembuatan, upah tenaga kerja, dan sebagainya.

Selain kelebihan yang dimiliki, komposit juga memiliki beberapa kekurangan, antara lain :

1. Tidak tahan terhadap beban *shock* (kejut) dan *crash* (tabrak) jika dibandingkan dengan metal.
2. Kurang elastis.
3. Lebih sulit dibentuk secara plastis.

2.7 Teknik Pembuatan Material Komposit

Pembuatan material komposit pada umumnya tidak melibatkan penggunaan suhu dan tekanan yang tinggi.

Penggabungan material matriks dan penguat dilakukan dengan proses pengadukan. Proses pengadukan ini dilakukan dengan selang waktu tertentu sebelum terjadi pengerasan material komposit.

Ada beberapa metode pembuatan material komposit diantaranya adalah :

1. Metode penuangan secara langsung

Pada metode penuangan secara langsung dilakukan dengan cara melekatkan atau menyentuhkan material-material penyusun pada cetakan terbuka dan dengan perlahan-lahan diratakan dengan menggunakan roda perata atau dengan pemberian tekanan dari luar. metode ini cocok untuk jenis serat kontiniu.

2. Metode pemampatan atau tekanan

Pada metode pemampatan atau dengan menggunakan tekanan ini menggunakan prinsip ekstrusi dengan pemberian tekanan pada material bakunya yang dialirkan kedalam cetakan tertutup. Metode ini umumnya berupa injeksi, mampatan atau semprotan. Material yang cocok untuk jenis ini adalah penguat partikel.

3. Metode pemberian tekanan dan panas

Metode selanjutnya adalah metode pemberian panas dan tekanan, dimana metode ini menggunakan tekanan dengan pemberian panas awal yang bertujuan untuk memudahkan material komposit mengisi pada bagian-bagian yang sulit terjangkau atau ukuran yang sangat kecil.

2.8 Serat

Serat atau fiber dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat

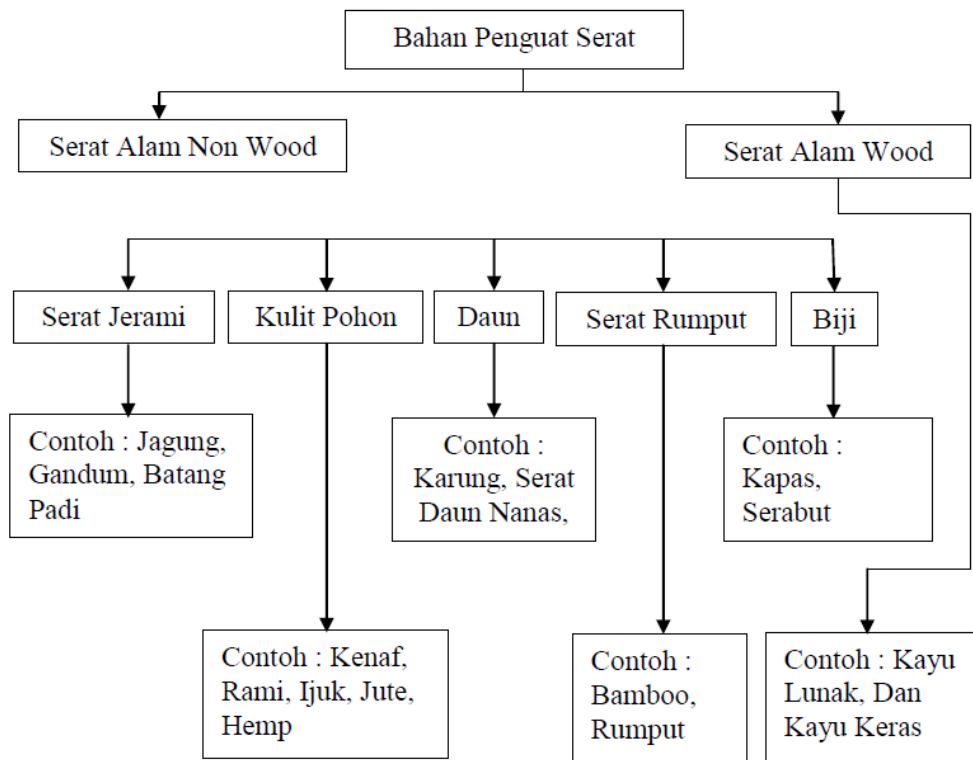
tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material.

Serat alam dan sintesis banyak jenis klasifikasinya. Serat alam yang sering digunakan adalah serat pisang, kapas, wol, serat nanas, serat rami, dan serat sabut kelapa, sedangkan serat sintesis diantaranya nilon, akril, dan rayon. Serat alam adalah serat yang banyak diperoleh di alam sekitar, yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti serat pelepah pisang, bambu, rosella, nanas, kelapa, ijuk, dan lain-lain.

Tabel 2.1. Klasifikasi Serat/Serat Tekstil

NO	Serat	Jenis
1.	Serat kimia atau serat buatan	Serat regenerasi
		Serat sintesis
		Serat anorganik
2.	Serat alam	Serat tumbuhan
		Serat binatang
		Serat galian atau asbes

Saat ini, serat alam mulai mendapatkan perhatian serius dari para ahli material komposit karena, (a) Serat alam memiliki kekuatan spesifik yang tinggi karena serat alam memiliki masa jenis yang rendah. (b) Serat alam mudah diperoleh dan merupakan sumber daya alam yang dapat diolah kembali, harganya relatif murah, dan tidak beracun. Serat alam seperti ijuk, sabut kelapa, sisal, jerami, nanas dan lain-lain merupakan hasil alam yang banyak tumbuh di Indonesia. Berikut ini adalah skema klasifikasi jenis serat alam.



Gambar 2.8. Skema Klasifikasi Jenis Serat Alam

Tabel 2.1. Menunjukkan sifat fisik dan mekanik serat kelapa sawit. Diameter serat kelapa sawit berkisar antara 150 – 500 μm .

Kekuatan impak serat kelapa sawit cukup tinggi, yaitu mencapai 400 Mpa dan 9 Gpa, sehingga cocok untuk dijadikan bahan penguat pada komposit.

Tabel.2.1. Sifat Fisik dan Mekanik Serat Kelapa Sawit

Sifat	Nilai
Diameter (μm)	150 – 500
Microfibrillar angle ($^{\circ}$)	46
Density (gr/cm^3)	0.7 – 1.55
Tensile strength (MPa)	50 – 400
Young's modulus (GPa)	0.57 – 9

Elongation at break (%)	4 – 18
Tensile strain (%)	13.71
Length-weighted fiber length (mm)	0.99
Cell-wall thickness (µm)	3.38
Fiber coarseness (mg/m)	1.37
Rigidity index (T/D)	3 x 10 ⁻⁴ 55.43

2.9 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)



Gambar 2.2 Tandan Kelapa Sawit

Indonesia adalah negara dengan luas areal kelapa sawit terbesar di dunia, yaitu sebesar 34,18% dari luas areal kelapa sawit dunia. Pencapaian produksi rata-rata Indonesia tahun 2004-2008 sebesar 40,26% dari total produksi kelapa sawit dunia. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan salah satu jenis limbah padat yang paling banyak dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit, dari satu ton tandan buah segar (TBS) yang diolah akan dihasilkan minyak sawit kasar (CPO) sebanyak 0,21 ton (21%) serta minyak inti sawit (PKO) sebanyak 0,05 ton (5%). Sisanya merupakan limbah dalam bentuk tandan buah kosong, serat dan cangkang biji yang jumlahnya masing-masing sekitar 23%, 13,5% dan 5,5% dari tandan buah segar.

Tandan kosong kelapa sawit yang merupakan 23 persen dari tandan buah segar, mengandung bahan lignoselulosa sebesar 55-60 persen berat kering. Dengan produksi puncak kelapa sawit per hektar sebesar 20-24 ton tandan buah segar per tahun berarti akan menghasilkan 2,5-3,3 ton bahan lignoselulosa. TKKS termasuk biomassa lignoselulosa, yang kandungan utamanya adalah selulosa 38,76%, hemiselulosa 26,69% dan lignin 22,23%. Kandungan selulosa yang cukup tinggi pada TKKS dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pulp untuk kertas. Komposisi dari TKKS dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Komposisi tandan kosong kelapa sawit

No	Parameter	Kandungan(%)
1	Lignin	22,23
2	Selulosa	38,76
3	Holoselulosa	65,45
4	Pentosan	26,69
5	Kadar Abu	6,59

2.10. Pulping

Bahan baku utama yang digunakan dalam industri pembuatan pulp adalah serat yang berasal dari tanaman dengan kandungan utama berupa selulosa. Pulp sendiri merupakan bahan baku dalam industri pembuatan kertas. Pulp dihasilkan dari proses pulping yaitu suatu proses pemisahan serat dari bahan berlignoselulosa seperti kayu, bambu, kapas, atau sisa bahan hasil pertanian (tandan kosong kelapa

sawit, ampas tebu, jerami dan serat nenas). Ada beberapa macam proses pulping yaitu proses pembuatan pulp konvensional (proses mekanik, kimia, dan semikimia) dan proses pembuatan pulp non-konvensional (pulp organosolve).

Proses pembuatan pulp secara mekanik yaitu proses pemisahan serat tanpa memakai bahan-bahan kimia. Prinsip pembuatan pulp secara mekanis yakni dengan pengikisan dengan menggunakan alat seperti gerinda. Pada proses ini batu gerinda digunakan untuk memisahkan serat-serat penyusun kayu atau serat-serat penyusun tumbuhan lain yang akan dibuat pulp.

Pembuatan pulp secara mekanik menghasilkan kertas bermutu rendah karena kandungan ligninnya masih tinggi sehingga mengakibatkan kertas menjadi kaku dengan permukaan lembaran yang kasar dan tebal. Proses pembuatan pulp secara kimia yaitu dengan menggunakan bahan kimia untuk memisahkan serat dan lignin. Pada pembuatan pulp kimia, dua hal dilakukan sekaligus yaitu pemisahan serat dan penghilangan lignin melibatkan penggunaan bahan kimia dengan bantuan energi panas. Berdasarkan bahan kimia yang digunakan, membagi proses kimia atas proses sulfit, sulfat (kraft), dan soda. Proses sulfit menggunakan larutan bisulfit sebagai larutan pemasaknya. Proses sulfat (kraft) menggunakan larutan natrium hidroksida dan natrium sulfida, sedangkan proses soda menggunakan larutan kaustik soda.

Proses semi kimia merupakan kombinasi antara mekanis dan kimia, yang termasuk ke dalam proses ini di antaranya CTMP (*Chemi Thermo Mechanical Pulping*) dengan memanfaatkan suhu untuk mendegradasi lignin sehingga diperoleh pulp yang memiliki rendemen yang lebih rendah dengan kualitas yang lebih baik daripada pulp dengan proses mekanis. Selain itu, proses semikimia

dalam pembuatan pulp menghasilkan rendemen sekitar 60-75%, sifat kekuatan, kestabilan warna, kemudahan untuk diputihkan terletak antara sifat pulp kimia dan pulp mekanik.

Proses pembuatan pulp secara konvensional terutama pulp kimia memiliki permasalahan utama yaitu pencemaran lingkungan. Pencemaran tersebut dikarenakan keberadaan sisa larutan pemasak dan limbah cair sisapemutihan. Salah satu solusi untuk mengatasi pencemaran tersebut dengan mengembangkan proses pengolahan pulp non-konvensional atau yang lebih dikenal dengan pulp *organosolve*. Pulp *organosolve* merupakan suatu proses pulping yang menggunakan pelarut organik seperti etanol, metanol, aseton, asam asetat, kelompok amina dengan atom C rendah dan lain-lainnya sebagai larutan pemasak.

Pembuatan pulp *organosolve* dapat digunakan sebagai alternatif pembuatan pulp sebab investasi yang dibutuhkan relatif rendah, tidak mencemari lingkungan, dan mempunyai keuntungan dengan memperoleh hemiselulosa dan lignin dengan mudah dan sebagian besar tidak berubah untuk penggunaan lebih lanjut yang bernilai lebih tinggi.

Ada beberapa teknik pemasakan dengan menggunakan pelarut organik, yaitu dengan menggunakan proses *alcell* (etanol), proses *acetocell* (asam asetat), proses *organocell* (metanol). Selain itu terdapat teknik pemasakan pulp *organosolve* dengan menggunakan proses *formacell*. Proses *formacell* merupakan proses pulp yang dihasilkan oleh campuran asam asetat, asam formiat, dan air dengan suhu tertentu. Asam formiat merupakan salah satu pelarut organik yang sering digunakan sebagai larutan pemasak dalam pembuatan pulp.

Keunggulan utama asam formiat dibanding dengan pelarut lain adalah proses pembuatan pulp dapat dilakukan pada suhu dan tekanan lebih rendah. Proses pembuatan pulp secara *formacell* memiliki keunggulan yaitu rendemen pulp tinggi, pendaauran lindi hitam dapat dilakukan dengan mudah, juga diperoleh hasil samping (*by product*) berupa lignin dan furfural dengan kemurnian yang relatif tinggi.

2.11 Delignifikasi Pulp

Proses delignifikasi ialah penghilangan lignin dan zat-zat warna untuk memperoleh pulp putih. Penghilangan lignin dan zat warna ini biasanya dilakukan dengan cara oksidasi, yaitu mereaksikan pulp yang belum diputihkan dengan zat kimia sebagai zat pemutih. Pada proses pulping tujuan dari proses delignifikasi pulp yaitu untuk menghilangkan lignin dari bahan berselulosa agar pulp yang dihasilkan lebih cerah sehingga meningkatkan mutu pulp yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan dalam proses pulping keberadaan lignin tidak dapat sepenuhnya dihilangkan sehingga pulp yang dihasilkan masih terdapat sisa lignin yang berwarna coklat atau gelap dimana pada masing-masing metode pulping berbeda derajatnya. Selain lignin terdapat juga zat non selulosa lain seperti zat ekstraktif, tanin dan resin yang melekat kuat pada selulosa.

Batubara menjelaskan bahwa pada proses delignifikasi terdapat 2 macam bahan kimia yang digunakan, yaitu oksidator kuat (klor, peroksida, hipoklorit, dan lain-lain) dan alkali (biasanya NaOH). Faktor – faktor yang mempengaruhi proses delignifikasi pulp diantaranya konsentrasi bahan pemutih yang digunakan, waktu reaksi, suhu pemutihan dan pH. Zat pemutih yang bersifat oksidator pada

umumnya digunakan untuk serat-serat selulosa dan beberapa di antaranya bisa digunakan untuk serat binatang dan serat sintetis. Ditinjau dari dampak terhadap lingkungan, zat pemutih oksidator bisa digolongkan menjadi dua golongan yaitu yang mengandung khlor dan yang tidak mengandung khlor. Saat ini proses delignifikasi dengan menggunakan senyawa yang mengandung khlor paling banyak digunakan, terutama di industri tekstil dan kertas. Oksidasi dengan senyawa yang mengandung khlor bisa membentuk campuran yang berbahaya seperti khloroform, haloacetic acid haloacetonitriles dan chloronitrometan. Hasil halogenasi ini banyak yang mengandung racun dan sulit terdegradasi di lingkungan berair.

2.12. Hidrogen Peroksida (H₂O₂) dalam Media Asam Asetat

Proses delignifikasi menggunakan senyawa yang ramah lingkungan untuk menggantikan proses pemutihan menggunakan klor telah banyak dilakukan. Salah satu senyawa yang ramah lingkungan sebagai bahan pemutih pada proses delignifikasi pulp yaitu H₂O₂ dalam media asam asetat. Reaksi yang terjadi pada H₂O₂ dalam media asam asetat sebagai berikut :

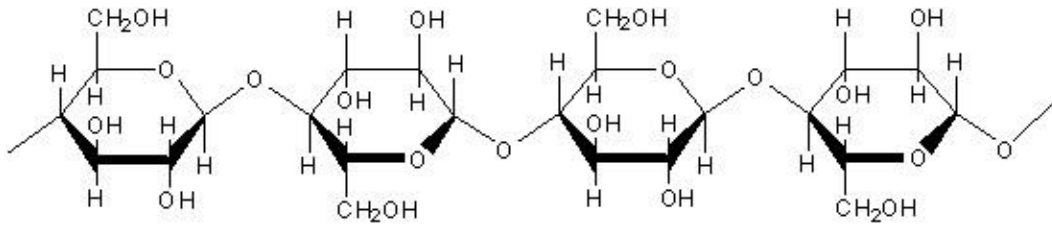
$$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOOH} + \text{H}_2\text{O}$$
 Hidrogen peroksida (H₂O₂) dalam media asam asetat termasuk dalam peroksida organik dan merupakan oksidator kuat. Bila dibandingkan dengan oksidasi dari hidrogen peroksida, H₂O₂ dalam media asam asetat mempunyai bilangan oksidasi yang tinggi dan kuat pada deretan asam peroksikarbon dan juga asam asetat. Dengan digunakannya H₂O₂ dalam media asam asetat diharapkan akan meningkatkan tingkat keputihan dan kualitas pulp. Menurut Muladi proses delignifikasi dengan menggunakan H₂O₂

dalam media asam asetat dengan konsentrasi 1-5% dengan waktu pemutihan 3 jam dan suhu reaksi 85oC memberikan derajat putih yang tinggi dengan bilangan kappa rendah.

Dari hasil penelitian yang dilakukan diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi H₂O₂ dalam media asam asetat akan menurunkan hemiselulosa, lignin, dan rendemen. Hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi asam perasetat 9% dengan selulosa 69,35%, hemiselulosa 4,21%, lignin 32,43% dan rendemen 12,49%. Pada penelitian yang dilakukan terhadap delignifikasi pulp dari ampas tebu dan bambu betung menyatakan penggunaan konsentrasi 17% H₂O₂ konsentrasi 50% dalam media asam asetat menghasilkan lignin sebesar 1,665% dan nilai organoleptik warna pulp sebesar 5,138%.

2.13 Selulosa

Selulosa merupakan serat-serat panjang yang bersama-sama hemiselulosa, pektin, dan protein membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman. Struktur kimia selulosa terdiri dari unsur C, O, H yang membentuk rumus molekul (C₆H₁₀O₅)_n, n merupakan derajat polimerisasi yang jumlahnya antara 1.200-10.000 dan panjang molekulnya lebih kurang 5.000 nm. Selulosa memiliki kekuatan tarik yang tinggi dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut. Hal ini berkaitan dengan struktur serat dan kuatnya ikatan hydrogen. Berikut struktur selulosa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2.3. Struktur selulosa

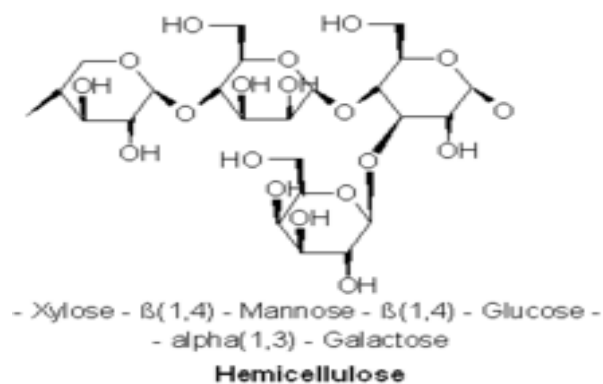
Sifat-sifat selulosa terhadap berbagai pelarut berbeda-beda. Selulosa tidak larut dalam air dingin atau panas, pelarut organik seperti benzena, alkohol benzena, eter dan lain-lain. Selulosa hampir tidak larut dalam larutan asam mineral atau alkali encer, namun larut dalam asam klorida 45%, asam fosfat 85%, cupri amonium hidroksida, asam sulfat 72-75%, dan cupri etilen diamin. Asam asetat yang bereaksi dengan selulosa akan melarutkan gamma-selulosa. Pada pengolahan pulp dan kertas, bahan baku yang mengandung kadar selulosa yang tinggi lebih disukai sebab dapat menghasilkan rendemen yang tinggi serta memiliki fungsi membentuk jalinan antar serat dengan ikatan H antara gugus hidroksil pada selulosa.

Tingginya kadar selulosa dalam bahan akan menguntungkan dalam pembuatan pulp antara lain akan membentuk serat yang kuat, daya serap air yang tinggi, secara alami berwarna putih, tidak larut dalam air dan pelarut organik netral, relatif tahan dengan beberapa jenis bahan kimia dalam pemisahan dan pemurniannya. Oleh sebab itu, menurut Simanjuntak degradasi terhadap selulosa pada saat proses pulping diusahakan seminimal mungkin.

2.14 Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan senyawa prekursor (pembentuk) selulosa. Monomer penyusun hemiselulosa biasanya adalah rantai D-glukosa, ditambah dengan berbagai bentuk monosakarida yang terikat pada rantai, baik sebagai cabang atau mata rantai, seperti D-mannosa, D-galaktosa, D-fruktosa, dan pentosa-pentosa seperti D-xilosa dan L-arabinosa. Hemiselulosa merupakan polisakarida yang mengisi ruang antara serat-serat selulosa dalam dinding sel tumbuhan.

Hemiselulosa bersifat non-kristalin dan tidak bersifat serat, mudah mengembang karena itu hemiselulosa sangat berpengaruh terhadap bentuknya jalinan antara serat pada saat pembentukan lembaran, lebih mudah larut dalam pelarut alkali dan lebih mudah dihidrolisis dengan asam. Kandungan hemiselulosa yang tinggi memberikan kontribusi pada ikatan antar serat, karena hemiselulosa bertindak sebagai perekat dalam setiap serat tunggal. Secara biokimiawi, hemiselulosa adalah semua polisakarida yang dapat diekstraksi adalah larutan basa (alkalis). Struktur hemiselulosa dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Struktur hemiselulosa

Libby menjelaskan hemiselulosa memberikan kontribusi yang besar terhadap ketahanan tarik, ketahanan retak, dan ketahanan lipat kertas. Rendahnya kadar hemiselulosa menjadikan penggilingan membutuhkan waktu dan energi yang lebih banyak serta menurunkan kecerahan lembaran. Namun demikian, kadar hemiselulosa yang terlampau tinggi menjadikan hidratisasi terlalu cepat sehingga menghasilkan kertas yang memiliki kekuatan rendah, atau pengerutan pada permukaan dan opasitas yang rendah. Hemiselulosa juga dapat mempengaruhi tingkat keputihan kertas.

2.15 Lignin

Lignin merupakan senyawa turunan alkohol kompleks yang menyebabkan dinding sel tanaman menjadi keras. Lignin bersifat termoplastik, dapat melunak pada suhu tinggi (120°C). Lignin merupakan bahan adesif yang sangat efektif dan ekonomis, yang berperan sebagai bahan pengikat. Lignin juga dikenal sebagai bahan baku yang mampu mengikat ion logam, serta mencegah logam untuk bereaksi dengan komponen lain dan menjadikannya tidak larut dalam air. Menurut Fengel dan Wegener lignin dibangun oleh tiga komponen utama yaitu p-kumarilalkohol, koniferil alkohol, dan sinapil alkohol.

Proses pemasakan pulp yang masih menyisakan lignin memberi pengaruh yang kurang baik terhadap warna maupun sifat fisik pulp. Keberadaan lignin menyebabkan pulp menjadi kaku, berwarna kuning dan memiliki mutu yang rendah. Hal ini disebabkan terhambatnya aktivitas selulosa dan hemiselulosa dalam pembentukan ikatan antar serat. Oleh karena itu hilangnya lignin dalam

proses pembuatan pulp sangat diharapkan karena menyebabkan mutu pulp rendah terutama terhadap tingkat kecerahan dari pulp yang dihasilkan. Keberadaan lignin juga akan mempertinggi konsumsi bahan kimia pemasak yang digunakan sehingga kurang efisien dan menyulitkan dalam proses penggilingan dan memberikan sifat kaku pada pulp.

2.16 Pengujian Kekuatan Bentur (*Impact Strength*)

Pengujian impak dilakukan untuk mengetahui karakteristik patah dari bahan. Pengujian ini biasanya mengikuti dua metode yaitu metode Charpy dan Izod yang dapat digunakan untuk mengukur kekuatan impak, yang kadang juga disebut sebagai ketangguhan ketok (*notch toughness*). Untuk metode Charpy dan Izod, spesimen berupa dalam bentuk persegi dimana terdapat bentuk *V-notch*.

Spesimen Charpy berbentuk profil H dengan penampang lintang bujur sangkar oleh proses permesinan. Mesin pengujian *impact* diperlihatkan secara skematik dengan. Beban didapatkan dari tumbukan oleh palu pendulum yang dilepas dari posisi ketinggian h . Spesimen diposisikan pada dasar seperti pada tersebut. Ketika dilepas, ujung pisau pada palu pendulum akan menabrak dan mematahkan spesimen ditakikannya yang bekerja sebagai titik konsentrasi tegangan untuk pukulan *impact* kecepatan tinggi. Palu pendulum akan melanjutkan ayunan unstuck mencapai ketinggian maksimum h' yang lebih rendah dari h .

Energi yang diserap dihitung dari perbedaan h' dan h ($mgh - mgh'$), adalah ukuran dari energi *impact*. Posisi simpangan lengan pendulum terhadap garis

vertikal 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 .

$$E = W.L (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$A = a . b$$

$$I_s = \frac{E}{A}$$

Dimana:

E = Energi yang di serap (joule)

W = Berat pendulum (kg.m/det)

L = Panjang lengan bandul (m)

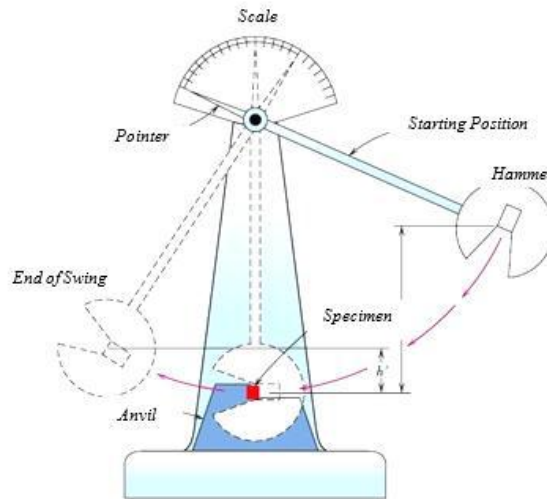
$\cos \beta$ = Sudut akhir lengan bandul ($^{\circ}$)

$\cos \alpha$ = Sudut awal lengan bandul ($^{\circ}$)

I_s = Kekuatan *Impak (Impak Strength)* (joule/mm².)

A = Luas penampang (mm².)

b = Lebar benda uji (mm)



Gambar 2.5 Peralatan Uji Bentur

Keretakan akibat uji bentur ada tiga bentuk, yaitu :

1. Patahan getas

Permukaan patahan terlihat rata dan mengkilap, kalau potongan-potongannya kita sambungkan lagi, ternyata keretakannya tidak disertai dengan deformasinya bahan. Patahan jenis ini mempunyai harga *impact* yang rendah.

2. Patahan liat

Permukaan patahan ini tidak rata, nampak seperti buram dan berserat, tipe ini mempunyai harga *impact* yang tinggi.

3. Patahan campuran

Patahan yang terjadi merupakan campuran dari patahan getas dan patahan liat. Patahan ini paling banyak terjadi. Semakin besar posisi sudut β akan semakin getas, demikian sebaliknya. Artinya pada material getas, energi untuk mematahkan material cenderung semakin kecil, demikian sebaliknya.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1. Tempat

Pada umumnya kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material, Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1.2. Waktu

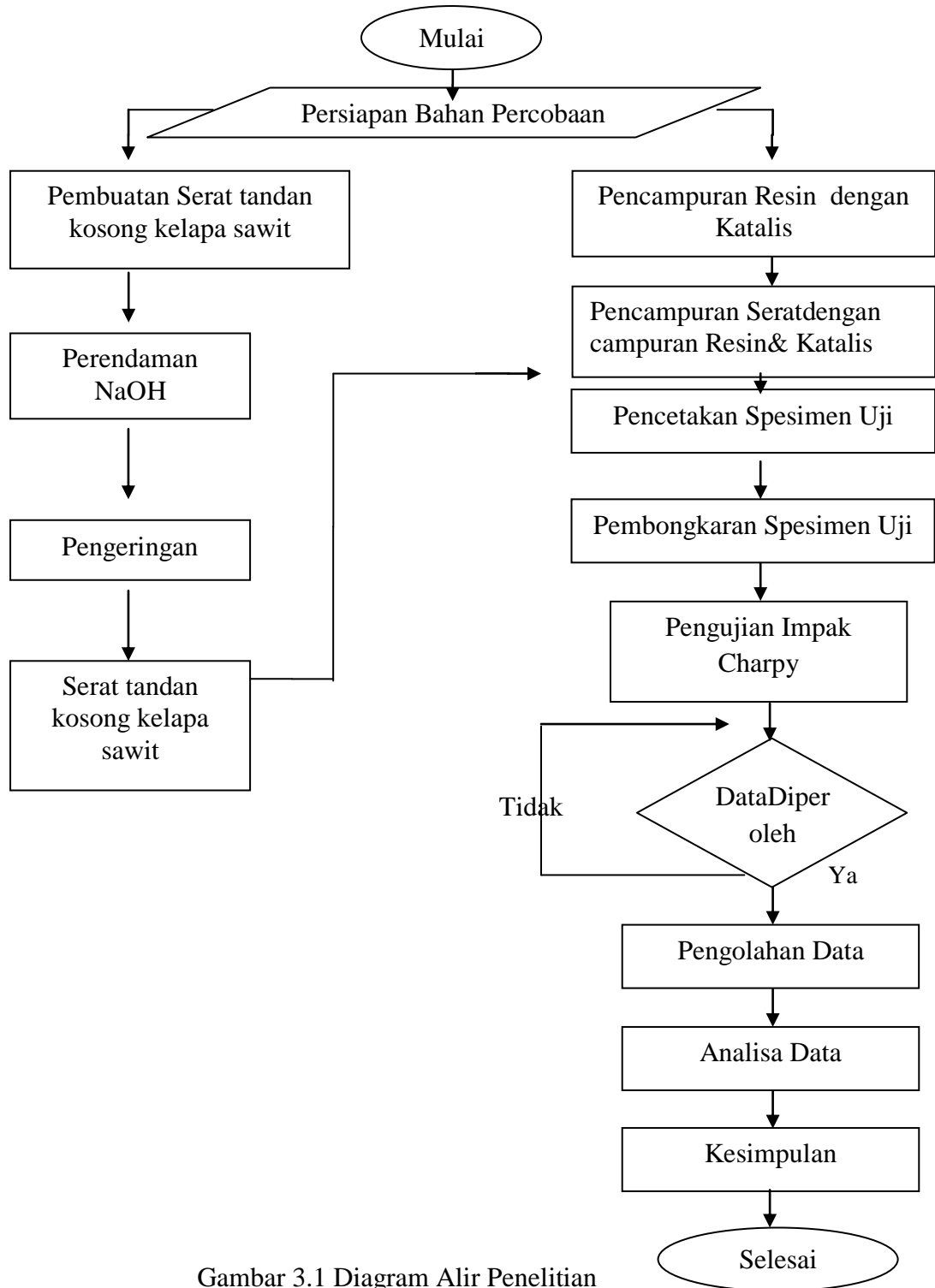
Waktu pelaksanaan dilakukan setelah mendapatkan persetujuan dari dosen pembimbing dan disahkan oleh ketua Program Studi Teknik Mesin UMSU sampai dinyatakan selesai.

Adapun kegiatan yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

No	Kegiatan	Lokasi Penelitian	Bulan							keterangan
			Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	April	
1.	Penyediaan Alat dan Bahan	Lab. MKM	■	■						
2.	Pengolahan Serat kayu	Lab. MKM			■	■				
3.	Pembuatan Spesimen	Lab. MKM					■	■		
4.	Pengujian	Lab. MKM							■	

3.2 Diagram Alir Penelitian

Adapun tahapan penelitian dilakukan secara bertahap seperti ditunjukkan pada diagram alir dibawah ini.

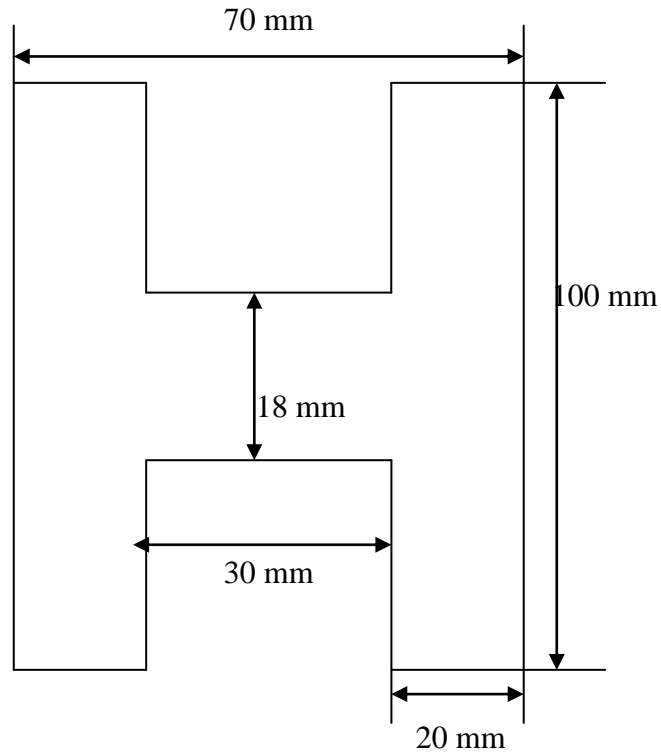


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Bahan Dan Alat

3.2.1 Bahan

Adapun bahan-bahan yang dipakai dalam pembuatan komposit ini serta bentuk skema benda uji ada pada gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3.2 Skema benda uji

1. Serat tandan kosong kelapa sawit

Bahan serat penguat komposit yang dipakai dalam pengujian ini adalah serat tandan kosong kelapa sawit ada pada gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar. 3.3 serat tandan kosong kelapa sawit

2. Resin 2250

Bahan perekat spesimen yang digunakan dalam pengujian ini yaitu resin 2250 yang berfungsi sebagai matrik berkekuatan tinggi ada pada gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3.4 Resin 2250.

3. Katalis

Dalam penelitian ini menggunakan katalis sebagai bahan perlengkapan dalam penelitian ini yang dimana katalis berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan dengan cara katalis dicampurkan kedalam resin yang telah disediakan sebanyak 1%. Jenis katalis yang digunakan adalah jenis MEKPO ada pada gambar 3.5 sebagai berikut.



Gambar 3.5 Katalis

4. PasteWax

Paste Wax berfungsi untuk melapisi cetakan sehingga setelah proses pembuatan komposit tidak melekat dan mudah dilepas dari cetakan ada pada gambar 3.6 sebagai berikut.



Gambar 3.6 Paste wax

3.2.2 Alat

1. Cetakan Spesimen

Alat yang digunakan untuk mencetak specimen komposit ada pada gambar 3.7 sebagai berikut.



Gambar 3.7 Cetakan specimen

2. Kuas

Alat yang digunakan untuk membersihkan cetakan spesiemen komposit dan untuk melapisin cetakan dengan *paste wasada* pada gambar 3.8 sebagai berikut.



Gambar 3.8 Kuas

3. Sekrap

Alat yang digunakan untuk membersihkan kerak-kerak dari sisa kotoran pembuatan spesimen ada pada gambar 3.9 sebagai berikut.



Gambar 3.9 Sekrap

4. Masker

Alat yang berfungsi untuk melindungi hidung saat proses pembuatan bahan komposit ada pada gambar 3.10 sebagai berikut.



Gambar 3.10 Masker

5. Sarung tangan

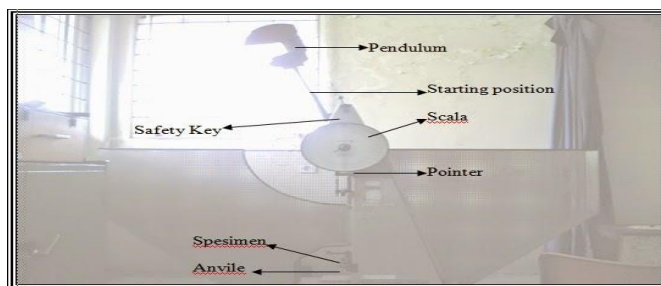
Sarung tangan digunakan untuk melindungi tangan disaat pengujian sedang berlangsung agar tidak terjadi kecelakaan dalam melakukan pengujian atau hal-hal yang tidak diinginkan ada pada gambar 3.11 sebagai berikut.



Gambar 3.11 Sarung Tangan

6. Mesin uji impak

Mesin uji impak adalah mesin uji untuk mengetahui harga impak suatu bahan yang diakibatkan oleh gaya kejut pada benda uji tersebut dengan ketebalan yang bervariasi. Mesin uji ada pada gambar 3.12 sebagai berikut.



Gambar 3.12 Mesin Uji Impak Charpy

Bagian-bagian dari mesin uji impak charpy adalah sebagai berikut:

- a) Pendulum
- b) Starting position
- c) Safety key
- d) Scala
- e) Pointer
- f) Spesimen
- g) Anvile

3.3 Pembuatan Spesimen Komposit Uji *Impak Charpy*

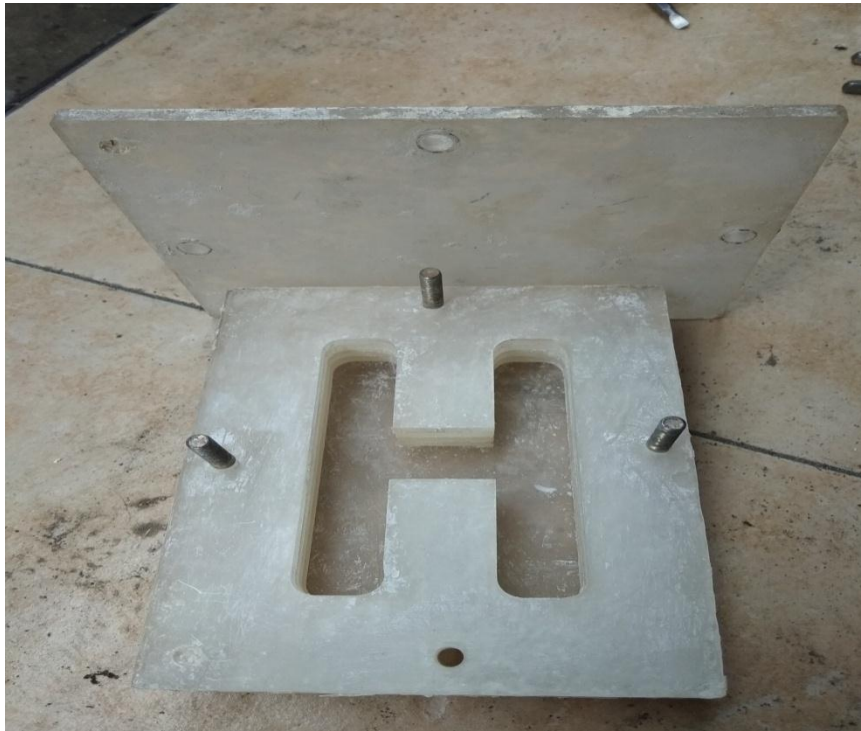
Langkah-langkah yang di lakukan dalam pembuatan specimen adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan serat tandan kosong kelapa sawit.



Gambar 3.13 Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

2. Mempersiapkan cetakan.



Gambar 3.14 Mempersiapkan Spesimen

3. Menambah ukuran cetakan pada setiap ukuran spesimen yang akan di buat.



Gambar 3.15 Menambah ukuran cetakan

4. Menekan cetakan agar resin tidak merembet ke celah cetakan



Gambar 3.16 Menekan cetakan

5. Menuangkan lapisan resin pertama kecetakan lalu letakan serat tandan kosong kelapa sawit di atasnya



Gambar 3.17 Penuangan resin , lalu letakan serat kelapa sawit

6. Mengatur jarak peletakan serat yang pertama dan yang kedua serta seterusnya sesuai ukuran dan melapisi serat tersebut dengan campuran resin dan katalis.
7. Membiarkan komposit mengeras seluruhnya, setelah komposit mengeras dan kering baru diangkat dari cetakannya.
8. Mengulangi langkah-langkah no 1 sampai dengan no 7 untuk pembuatan komposit selanjutnya.
9. Pengeringan komposit diluar cetakan selama ± 2 hari atau sampai benar-benar mengeras

3.4 Pengujian impak

a). Metode Charpy

Metode Charpy adalah pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi specimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal/mendatar. Pengujian impak Charpy banyak digunakan di Amerika dan pada pengujian kali ini dilakukan metode Charpy. Metode ini lebih umum dilakukan karena lebih mudah diterapkan, murah dan pengujiannya dapat dilakukan pada suhu di bawah suhu ruang.

3.4.1 Prosedur Pengujian

Pada pengujian dengan menggunakan mesin *impak Charpy* hingga specimen patah adapun langkah-langkah pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengukur spesiment (benda uji)

Spesimen : Panjang = 70 mm

Tinggi = 100 mm

Tebal = 10,15 dan, 20 mm

2. Meletakkan benda uji pada mesin impak. Penempatan benda uji harus benar-benar tepat di tengah-tengah dimana mata pisau pada pendulum berada tepat sejajar tengan benda uji yang akan di tumbuk.
3. Mengatur posisi jarum pada 0°
4. Mengangkat pendulum sejauh 130°
5. Melepaskan pendulum dengan menekan ruas pangkal pendulum, kemudian pendulum akan terjatuhberayun dan mengenai (menumbuk) benda uji, hingga benda uji patah.
6. Melihat dan mencatat hasil data benda uji yang ditunjukkan oleh jarum petunjuk pada busur derajat
7. Melakukan perhitungan dari data pengujian yang telah diperoleh.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Menggunakan *Impak Charpy*

Spesifikasi mesin *Impak Charpy*

Kapasitas mesin	:	85 joule
Berat pendulum	:	$W = m \cdot g = 58,86 \text{ N}$
Jarak titik ayunan dengan titik pukul	:	600 mm
Posisi awal pemukulan	:	130°
Sudut pisau pemukul	:	30°

Adapun rumus yang digunakan dalam Uji *Impak Charpy* ini adalah:

$$E = W \cdot L (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$A = a \cdot b$$

$$I_s = \frac{E}{A}$$

Dimana:

E = Energi yang di serap (joule)

W = Berat pendulum (kg.m/det)

L = Panjang lengan bandul (m)

$\cos \beta$ = Sudut akhir lengan bandul ($^{\circ}$)

$\cos \alpha$ = Sudut awal lengan bandul ($^{\circ}$)

Is = Kekuatan *Impak (Impak Strength)* (joule/mm².)

A = Luas penampang (mm².)

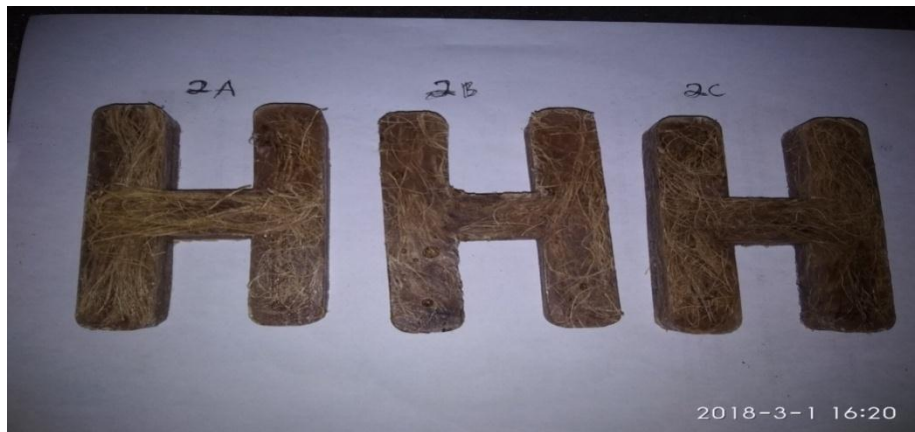
b = Lebar benda uji (mm)

Tabel 4.1. Data hasil uji impak

No	Bahan spesimen	Dimensi <i>spesiment</i>			Hasil pengamatan (posisi)		Is
		T(mm)	L(mm)	t(mm)	Awal	Akhir	
1	Serat kelapa sawit	100 mm	70 mm	10 mm	130 $^{\circ}$	90 $^{\circ}$	0,15138 joule/mm ²
2	Serat kelapa sawit	100 mm	70 mm	15 mm	130 $^{\circ}$	105 $^{\circ}$	0,14457 joule/mm ²
3	Serat kelapa sawit	100 mm	70 mm	20 mm	130 $^{\circ}$	108 $^{\circ}$	0,09274 joule/mm ²
4	Sert kelapa sawit	100 mm	70 mm	20 mm	130 $^{\circ}$	63 $^{\circ}$	32,339 joule/mm ²



Gambar 4.1 Spesimen profi H dengan ketebalan 10 mm



Gambar 4.2 Spesimen profil H dengan ketebalan 15 mm



Gambar 4.3 Spesimen profil H dengan ketebalan 20 mm

4.2.2 Analisa Data

1. Pengujian spesimen 1 dengan ketebalan 10 mm

$$W = m \cdot g = 58,86 \text{ N}$$

$$L = 600 \text{ mm}$$

$$\cos \beta = 130^\circ$$

$$\cos \alpha = \text{a) } 90^\circ$$

$$\text{b) } 105^\circ$$

$$\text{c) } 108^\circ$$

$$\Delta E = W \cdot (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$I_s = \frac{E}{A}$$

a) $\cos \alpha = 90^\circ$

$$\begin{aligned} E &= 58,86 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m} (\cos 90^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 35.316 \text{ N/m} \cdot (0 - (-0,6427876)) \\ &= 22,7006 \text{ joule} \end{aligned}$$

b) $\cos \alpha = 105^\circ$

$$\begin{aligned} E &= 58,86 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m} (\cos 105^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 35.316 \text{ N/m} \cdot (-0,24096 - (-0,6427876)) \\ &= 31,2104 \text{ joule} \end{aligned}$$

c) $\cos \alpha = 108^\circ$

$$\begin{aligned} E &= 58,86 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m} (\cos 108^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 35.316 \text{ N/m} \cdot (-0,1455 - (-0,6427876)) \\ &= 27,8391 \text{ joule} \end{aligned}$$

Nilai E rata-rata Spesimen 1:

E rata-rata =

$$\begin{aligned} E &= \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3} \\ &= \frac{22,7006 + 31,2104 + 27,8391}{3} \end{aligned}$$

$$= 27,2500 \text{ joule}$$

$$I_s = \frac{E}{A}$$

$$I_s = \frac{E}{A} = \frac{27,2500}{180} = 0,15138 \text{ joule/mm}^2$$

2. . Pengujian spesimen 2 dengan ketebalan 15 mm

$$W = m \cdot g = 58,86 \text{ N}$$

$$L = 600 \text{ mm}$$

$$\cos \beta = 130^\circ$$

$$\cos \alpha = \text{a) } 111^\circ$$

$$\text{b) } 112^\circ$$

$$\text{c) } 59^\circ$$

$$E = W \cdot (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$I_s = \frac{E}{A}$$

$$\text{a) } \cos \alpha = 111^\circ$$

$$\begin{aligned} E &= 58,86 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m} (\cos 111^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 35.316 \text{ N/m} \cdot (-0,50254 - (-0,6427876)) \\ &= 40,4483 \text{ joule} \end{aligned}$$

$$\text{b) } \cos \alpha = 112^\circ$$

$$\begin{aligned} E &= 58,86 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m} (\cos 112^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 35.316 \text{ N/m} \cdot (-0,3746 - (-0,6427876)) \\ &= 35,9300 \text{ joule} \end{aligned}$$

$$\text{c) } \cos \alpha = 59^\circ$$

$$\begin{aligned} E &= 58,86 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m} (\cos 59^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 35.316 \text{ N/m} (-0,51038 - (-0,6427876)) \\ &= 40,7252 \text{ joule} \end{aligned}$$

Nilai rata-rata Spesimen 2:

$$E \text{ rata-rata} =$$

$$E = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3}$$

$$= \frac{40,4483 + -35,9300 + 40,7252}{3}$$

$$= 39,0345 \text{ joule}$$

$$I_s = \frac{E}{A}$$

$$I_s = \frac{39,0345}{270} = 0,14457 \text{ joule/mm}^2$$

3. Pengujian spesimen 3 dengan ketebalan 20 mm

$$W = m \cdot g = 58,86 \text{ N}$$

$$L = 600 \text{ mm}$$

$$\cos \beta = 130^\circ$$

$$\cos \alpha = \text{a) } 90^\circ$$

$$\text{b) } 64^\circ$$

$$\text{c) } 62^\circ$$

$$E = W \cdot (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$I_s = \frac{E}{A}$$

a) $\cos \alpha = 90^\circ$

$$\begin{aligned} E &= 58,86 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m} (\cos 90^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 35,316 \text{ N/m} \cdot (0 - (-0,6427876)) \\ &= 22,7006 \text{ joule} \end{aligned}$$

b) $\cos \alpha = 64^\circ$

$$\begin{aligned} E &= 58,86 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m} (\cos 64^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 35,316 \text{ N/m} \cdot (-0,43837 - (-0,6427876)) \\ &= 38,1821 \text{ joule} \end{aligned}$$

c) $\cos \alpha = 62^\circ$

$$\begin{aligned} E &= 58,86 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m} (\cos 62^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 35,316 \text{ N/m} \cdot (-0,46947 - (-0,6427876)) \\ &= 39,2804 \text{ joule} \end{aligned}$$

Nilai rata-rata Spesimen 3:

E rata-rata =

$$E = \frac{E1+E2+E3}{3}$$
$$= \frac{22,7006+38,1821+39,2804}{3}$$

$$= 33,3877 \text{ joule}$$

$$I_s = \frac{E}{A}$$

$$I_s = \frac{33,3877}{360} = 0,09274 \text{ joule/mm}^2$$

4. Pengujian spesimen 4 dengan ketebalan 20 mm

$$W = m \cdot g = 58,86 \text{ N}$$

$$L = 600 \text{ mm}$$

$$\cos \beta = 130^\circ$$

$$\text{Cos } \alpha = \text{a) } 63^\circ$$

$$\text{b) } 32^\circ$$

$$\text{c) } 52^\circ$$

$$E = W \cdot (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$I_s = \frac{E}{A}$$

a) $\text{Cos } \alpha = 63^\circ$

$$E = 58,86 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m} (\cos 63^\circ - \cos 130^\circ)$$
$$= 35,316 \text{ N/m} (-0,45399 - (-0,6427876))$$
$$= 38,7337 \text{ joule}$$

b) $\text{Cos } \alpha = 32^\circ$

$$E = m \cdot g = 58,86 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m} (\cos 32^\circ - \cos 130^\circ)$$
$$= 35,316 \text{ N/m} (-0,8480 - (-0,6427876))$$
$$= 52,6486 \text{ joule}$$

$$c) \cos \alpha = 52^\circ$$

$$\begin{aligned} E &= m \cdot g = 58,86 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m} (\cos 52^\circ - \cos 130^\circ) \\ &= 35,316 \text{ N/m} (-0,61566 - (-0,6427876)) \\ &= 44,4433 \text{ joule} \end{aligned}$$

Nilai rata-rata Spesimen 4:

E rata-rata =

$$\begin{aligned} E &= \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3} \\ &= \frac{38,7337 + 52,6486 + 44,4433}{3} \\ &= 45,2752 \text{ joule} \end{aligned}$$

$$I_s = \frac{E}{A}$$

$$I_s = \frac{45,2752}{1.400} = 32,339 \text{ joule/mm}^2$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian, pengambilan data, dan analisis pengujian pada bahan komposit serat kelapa sawit dengan menggunakan *Impak Charpy*, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembuatan spesimen uji *Impak* dibuat dengan cara metode tuang.
2. Ketebalan 10 mm, 15 mm, 20 mm dari spesimen yang dilakukan pengujian menggunakan mesin uji *Impak Charpy* dengan hasil nilai :
 1. Nilai ketebalan 10 mm = 31,2104 joule
 2. Nilai ketebalan 15 mm = 40,7252 joule
 3. Nilai ketebalan 20 mm = 39,2804 joule
 4. Nilai ketebalan 20 mm = 52,6486 joule
3. Dari hasil pengujian Impak material komposit serat kelapa sawit:
 - Spesimen 1 dengan ketebalan 10 mm, didapat :
Hasil = 27,2500 joule
 - Spesimen 2 dengan ketebalan 15 mm, didapat :
Hasil = 39,0345 joule
 - Spesimen 3 dengan ketebalan 20 mm, didapat :
Hasil = 33,3877 joule
 - Spesimen 4 dengan ketebalan 20 mm, didapat :
Hasil = 45,2752 joule

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan mengenai pengujian material komposit serat kelapa sawit dengan menggunakan mesin *Charpy Impact machine* ada di laboratorium mekanika kekuatan material program studi teknik mesin fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatera utara adalah sebagai berikut :

1. Agar landasan untuk spesimen di tambahkan panjangnya sehingga kalau mahasiswa memakainya tidak menambahkan plat untuk landasan spesimen.
2. Untuk penahan pendulum harus diperbaiki agar tidak lelah untuk menahannya menggunakan tangan .
3. Hasil cetakan spesimen masih belum sempurna diharapkan bagi peneliti selanjutnya agar lebih baik dan teliti dalam melakukan studi eksperimen komposit serat alam ini.

DAFTAR PUSTAKA

- S. Shinoj, M. Kochubabu, R. Visvanathan, S. Panigrahi. 2011. *Oil palm fiber (OPF) and its composites: A review*. Industrial Crops and Products 33, 7-22
- L. A. Al-Rahman, Raja, R. I., Rahman, R. A., Ibrahim, Z. 2014. *Comparison of Acoustic Characteristics of Date Palm fibre and Oil Palm Fibre*. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology. 7(8): 1656-1661
- L. Ismail, Ghazali, M. I., Mahzan, S., and Zaidi, A. M. A. 2010. *Sound Absorption of Arenga Pinnata Natural Fiber*. World Academic of Science, Engineering and Technology. 4(7): 601-603
- G. Raju, Ratnam, C.T., Ibrahim, N.A., Rahman, M.Z.A., Yunus, W.M.Z.W., 2008. *Enhancement of PVC/ENR blend properties by poly(methyl acrylate) grafted oil palm empty fruit bunch fiber*. J. Appl. Polym. Sci. 110, 368–375
- M.S. Sreekala, Kumaran, M.G., Thomas, S., 1997. *Oil palm fibers: morphology, chemical composition, surface modification, and mechanical properties*. J. Appl. Polym. Sci. 66, 821–835
- C.A.S. Hill, Khalil, H.P.S.A., 2000b. *Effect of fiber treatments on mechanical properties of coir or oil palm fiber reinforced polyester composites*. J. Appl. Polym. Sci. 78, 1685–1697
- A.J. Svagan, Jensen, P., Berglund, L.A., Furó, I., and Dvinskikh, S.V. 2010. *Towards Tailored Hierarchical Structures in Starch-Based Cellulose Nanocomposites Prepared by Freeze Drying*. J. Mater. Chem. Vol. 20. Hal. 6646

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Bahari Ramadhan
Alamat : HUTA III NAGORI BANGUN KEC.GUNUNG
MALELA
Jenis kelamin : Laki – laki
Umur : 22 Tahun
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Tempat dan Tgl. Lahir : Bangun 17 Febuari 1996
Tinggi dan Berat Badan : 167 cm / 53 Kg
Kewarganegaraan : Indonesia
No.Telfon : 0823-6595-9944

ORANG TUA

Nama Ayah : Wahid
Agama : Islam
Nama Ibu : Nurhabibah
Agama : Islam
Alamat : HUTA III NAGORI BANGUN KEC.GUNUNG
MALELA

LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

2001-2007 : SD Negeri 095559 Bangun
2007-2010 : MTs Negeri Siantar
2010-2013 : SMK-2 Swasta Taman Siswa P.Siantar
2013-2018 : Tercatat Sebagai Mahasiswa Program Studi Teknik
Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Sumatra Utara (UMSU)