

**ANALISIS PENGARUH VARIASI ARAH SUSUNAN SERAT
SABUT KELAPA TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT
SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI PENGANTI BAHAN
PLASTIK**

ANDI FAKHMI ASRIADY

D21115711



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2022**

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH VARIASI ARAH SUSUNAN SERAT SABUT
KELAPA TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT SABUT
KELAPA SEBAGAI PENGGANTI BAHAN PLASTIK**

DISUSUN OLEH :

ANDI FAKHMI ASRIADY

D21115711

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH VARIASI ARAH SUSUNAN SERAT SABUT KELAPA
TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI
PENGANTI BAHAN PLASTIK**

Disusun dan diajukan oleh

ANDI FAKHMI ASRIADY

D211 15 711

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 09 Agustus 2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Nasruddin Aziz, M. Si
NIP. 19611017 198503 1 004

Dosen Pembimbing II



Ir. Mukhtar Rahman, MT
NIP. 19571013 198703 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Jalaluddin, S.T., M.T.
NIP. 19720825 200003 1 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda-tangan dibawah ini :

Nama : Andi Fakhmi Asriady

NIM : D211 15 711

Program Studi : Teknik Mesin

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

**“ANALISIS PENGARUH VARIASI ARAH SUSUNAN SERAT SABUT
KEALAPA TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT SABUT
KELAPA SEBAGAI PENGGANTI BAHAN PLASTIK”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan pengambilan alihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Gowa, 09 Agustus 2022

Yang Membuat Pernyataan



Andi Fakhmi Asriady

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Andi Fakhmi Asriady

Tempat, Tanggal lahir : Makassar, 23 Oktober 1993

Alamat : Komp. Taman Makassar Indah Blok A2/17,
Antang

Jenis kelamin : Laki-laki

Agama : Islam

Telepon : 085 255 851 575

E-mail : ammie.asrii@gmail.com

Riwayat Pendidikan : Politeknik Negeri Ujung Pandang (2011-2014)
SMA Negeri 13 Makassar (2009-2011)
SMPN 19 Makassar (2006-2008)
SD Inpres Bangkala 3 (2000-2006)
TK Lima Oktober (1989-1999)

Riwayat Organisasi : Anggota Organisasi PERSMA PNUP (2012-2013)

Pengalaman Kerja : PT. Telkom Akses (2015-2020)

ABSTRAK

Andi Fakhmi Asriady (D21115711). Analisis Pengaruh Variasi Arah Susunan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Sebagai Pengganti Bahan Plastik. (Dibimbing oleh Dr. Ir. Nasruddin Azis, M. Si, dan Ir. Mukhtar Rahman, MT)

Serat sabut kelapa merupakan salah satu material serat alami atau biokomposit yang bersifat organik yang memiliki banyak kegunaan dan sangat mudah di dapatkan di Indonesia. Pemanfaatan serat alami tersebut dilakukan dengan pembuatan komposit melalui pencampuran antara resin polyester Yukalac® 157 BQTN-EX, serat sabut kelapa, dan katalis MEKPO (*methyl ethyl peroxide*). Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh arah penyusunan serat terhadap sifat mekanik (kuat tarik, kuat lentur, dan kuat impak) komposit serat sabut kelapa. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit jenis lamina dengan melihat variasi arah serat sabut kelapa horizontal-vertikal dan komposit arah diagonal-diagonal kemudian diuji tarik sesuai standar ASTM D 638-03, diuji lentur ASTM D 790-0, dan uji impak sesuai standar ASTM d 5942-96 sebanyak tiga kali pengujian setiap variasi arah serat. Adapun hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan nilai rata-rata tegangan uji tarik komposit serat sabut kelapa yang optimal ialah arah diagonal-diagonal sebesar $19,50 \text{ N/mm}^2$, untuk tegangan uji lentur ialah arah horizontal-vertikal sebesar $27,26 \text{ N/mm}^2$, untuk kekuatan impak ialah arah horizontal-vertikal dengan nilai $7,09 \text{ J/mm}^2$.

Kata Kunci: Komposit, Serat, Plastik

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat, rahmat, dan hidayah-Nya dan sholawat serta salam kepada baginda kita Rasulullah SAW yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “**Analisis Pengaruh Variasi Arah Susunan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Sebagai Pengganti Bahan Plastik**” guna memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa proses awal hingga selesainya Tugas Akhir ini, banyak sekali pihak yang terlibat dan berperan untuk mewujudkan selesainya Tugas Akhir ini, karena itu penulis ini menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada mereka yang secara moril maupun materil yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan tugas laporan tugas akhir ini hingga selesai. Perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, Tuhan yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, serta inspirasi kepada saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orangtua saya tercinta, juga kepada saudara-saudara saya yang telah memberikan banyak bantuan berupa dorongan moril, bantuan materil, serta takhenti-hentinya memberikan doa yang tulus kepada kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dr. Ir. Nasruddin Azis, M. Si sebagai pembimbing 1, atas segala ketulusan hati membimbing dan memberikan motivasi, nasehat dan arahan bagi penulis sehingga penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan.
4. Ir. Mukhtar Rahman, MT sebagai pembimbing II, atas segala ketulusan hati membimbing dan memberikan arahan bagi penulis sehingga penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan.
5. Seluruh tim dosen Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin yang telah membimbing penulis selama perkuliahan memberikan ilmu dan pengalaman yang sangat berarti bagi penulis sehingga tugas akhir ini diselesaikan.
6. Laboran, staff dan pegawai program studi Teknik Mesin Universitas Hasanuddin.
7. Teman-teman Program Studi Teknik Mesin Angkatan 2015 yang telah menjadi saudara dan banyak membantu penulis selama di bangku perkuliahan.

8. Buat semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu yang secara tidak langsung berjasa dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Sebagai manusia biasa, penulis menyadari telah banyak mengalami hambatan dan kesulitan serta masih memerlukan perbaikan secara menyeluruh, hal ini tidak lain disebabkan karena keterbatasan ilmu dan kemampuan yang dimiliki oleh penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, karenanya sebagai masukan dan saran yang sifatnya membangun sangatlah diharapkan demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis memohon kepada Allah SWT semoga apa yang telah penulis lakukan bernilai ibadah disisi-Nya. Amiiinnn...

Wassalamu Alaikum Wr. Wb

Makassar, 21 Mei 2022

Penulis

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Serat Alam.....	4
2.2 Karakteristik Serat Sabut Kelapa.....	5
2.3 Komposit Serat Sabut Kelapa.....	7
2.4 Resin Unsaturated Polyester (UP)	12
2.5 Katalis metyl etyl keton peroksida (MEKPO)	13
2.6 Sifat Mekanik Komposit	13
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.3 Diagram Alir Penelitian	21
3.4 Prosedur Penelitian	22
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	27

4.1	Hasil Data Pengujian	27
4.2	Analisa dan Pembahasan Hasil Pengujian	29
BAB 5 PENUTUP		41
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran	41
DAFTAR PUSTAKA		43
LAMPIRAN		45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan antara serat alami dan serat plastik	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.2. Komposisi Serat Sabut Kelapa	7
Tabel.2.3 Spesifikasi <i>Unssaturated Polyester Resin</i> seri <i>Yucalac 157®</i> BQTN-EX	12
Tabel 4.1. Data hasil pengujian tarik	27
Tabel 4.2. Data hasil pengujian Lentur	28
Tabel 4.3. Data hasil pengujian impak	29
Tabel 4.4. perhitungan data uji tarik	31
Tabel 4.5. perhitungan data uji Lentur	35
Tabel 4.6. Perhitungan data uji Impak	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Karakteristik serat alam	5
Gambar 2.2. Produk turunan pengolahan sabut kelapa (Zainal dan Yulius, 2005)	6
Gambar 2.3. Ilustrasi material penyusun komposit	8
Gambar 2.4. Mikrostruktur lamina (Courtney, 1999 dalam (Suryati,2012))	9
Gambar 2.5. (a) Tipe <i>aligned discontinuous fibre</i> , (b) <i>off-axis aligned discontinuous fibre</i> , (c) <i>randomly oriented discontinuous fibre</i>	12
Gambar 2.6. Spesimen uji tarik ASTM D 638-03.....	14
Gambar 2.7. Grafik hubungan tegangan-regangan dari serat alami (Misriadi,2010)	14
Gambar 2.8. Spesimen uji lentur ASTM D 790-03	16
Gambar 2.9. Mekanisme spesimen uji lentur.....	16
Gambar 2.10. Spesimen uji impak charpy ASTM D 5942-96.....	18
Gambar 2.11. Mekanisme pengujian impak charpy (Gagas Ikhsan, 2011).....	19
Gambar 3.1. <i>Universal Testing Machine</i>	21
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian	22
Gambar 3.3. Serat sabut kelapa.....	23
Gambar 3.4. (a) Cetakan uji tarik, dan lentur. (b) Cetakan uji impak	23
Gambar 4.1. Spesimen Uji Tarik.....	27
Gambar 4.2. Spesimen Uji Lentur.....	28
Gambar 4.3. Spesimen Uji Impak	29
Gambar 4.4. Grafik data tegangan uji tarik	32
Gambar 4.5. Grafik data regangan uji tarik	33
Gambar 4.6. Grafik data modulus elastisitas uji tarik	33
Gambar 4.7. Grafik data tegangan uji Lentur	36
Gambar 4.8. Grafik data regangan uji Lentur	37
Gambar 4.9. Grafik data modulus elastisitas uji Lentur	37
Gambar 4.10. Grafik data kekuatan uji impak	39

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara kepulauan dan berada di daerah tropis dengan kondisi agroklimat yang mendukung, Indonesia merupakan negara penghasil kelapa yang utama di dunia. Pada tahun 2000, luas area tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3,76 juta Ha, dengan total produksi diperkirakan sebanyak 14 milyar butir kelapa, yang sebagian besar (95%) merupakan perkebunan rakyat. Kelapa mempunyai nilai dan peran yang penting baik ditinjau dari aspek ekonomi maupun sosial budaya. (Bank Indonesia, 2004)

Pohon kelapa memiliki banyak manfaat yang mana setiap komponen dari pohon kelapa bisa dimanfaatkan. Dari bagian-bagian yang dapat dimanfaatkan terdapat serat sabut kelapa yang merupakan hasil samping dan merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa, yaitu sekitar 30% dari bobot buah kelapa. Serat sabut kelapa merupakan produk hasil pengolahan sabut kelapa. Secara tradisional serat sabut kelapa hanya dimanfaatkan untuk bahan pembuat sapu, keset, tali dan alat-alat rumah tangga lain. Semakin pesatnya perkembangan teknologi, ilmu-ilmu yang mempelajari tentang serat, dan kesadaran konsumen untuk menggunakan kembali bahan-bahan dari alam sehingga perusahaan mobil ternama Ford sedang meneliti pemanfaatan penggunaan serabut kelapa sebagai penguat bahan komposit untuk dashboard.

Komposit adalah suatu material yang tersusun atas campuran dua atau lebih material dengan sifat kimia dan fisika berbeda, dan menghasilkan sebuah material baru yang memiliki sifat-sifat berbeda dengan material-material penyusunnya. Material komposit tersusun atas dua tipe material penyusun yakni matriks dan fiber (*reinforcement*). Keduanya memiliki fungsi berbeda, fiber berfungsi sebagai material rangka yang menyusun komposit, sedangkan matriks berfungsi untuk merekatkan serat dan menjaganya agar tidak berubah posisi. Campuran dari keduanya akan menghasilkan material yang keras, kuat, dan ringan (Onny, 2015).

Keunggulan bahan komposit dibandingkan dengan bahan logam, yaitu; (1) dapat dirancang dengan kekuatan dan kekakuan cukup tinggi, (2) sifat fatigue dan toughness yang cukup baik, (3) dapat digunakan sebagai pengganti logam yang mudah terkorosi, (4) memiliki daya redam bunyi yang baik, (5) bahan komposit dapat memberikan penampilan dan kehalusan permukaan yang baik, (6) memiliki bobot yang ringan dibandingkan logam, (7) dapat dirancang dengan keelastisan yang tinggi.

Dalam kehidupan rumah tangga, barang dengan material plastik telah banyak digunakan. Beberapa aplikasinya ialah peralatan dapur yaitu piring, gelas, dan sendok. Selain itu barang peralatan rumah tangga juga banyak diaplikasikan seperti tempat sampah, ember, dan gayung. Hingga barang-barang di kendaraan bus, mobil atau motor juga banyak menggunakan plastik. Beberapa kerugian yang dipicu akibat penggunaan barang plastik ialah mencemari lingkungan ketika menjadi limbah. Selain itu jika digunakan untuk peralatan dapur maka bisa berpotensi mengganggu kesehatan manusia akibat komposisi bahan plastik tersebut.

Oleh karena itu kami melakukan penelitian dengan judul **Analisa Pengaruh Variasi Arah Susunan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Sebagai Pengganti Bahan Plastik.**

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini ialah:

1. Bagaimana pengaruh arah penyusunan serat terhadap sifat mekanik (kuat tarik, kuat lentur, dan kuat impact) komposit serat sabut kelapa.
2. Bagaimana peluang serat sabut kelapa sebagai bahan pengisi komposit digunakan untuk mengganti bahan plastik.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai berdasarkan rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh arah penyusunan serat terhadap sifat mekanik (kuat tarik, kuat lentur, dan kuat impak) komposit serat sabut kelapa.
2. Untuk mengetahui kemungkinan serat sabut kelapa sebagai bahan pengisi komposit digunakan untuk pengganti bahan plastik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tentang komposit ini adalah:

1. Untuk memberikan sumbangan terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang teknologi non logam khususnya komposit serat sabut kelapa.
2. Ditemukannya material baru sebagai bahan utama pembuatan bahan plastik.
3. Membantu masyarakat dalam menangani limbah khususnya sabut kelapa.
4. Ikut andil untuk membantu pemerintah mendukung program *go green*
5. Bagi penulis, dapat meningkatkan pengetahuan tentang komposit, terutama komposit serat sabut kelapa.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Serat Alam

Pemanfaatan komposit alami diyakini akan mengalami kenaikan signifikan sehubungan dengan tuntutan pelestarian lingkungan yang semakin tinggi. Hal ini juga didukung oleh kebijakan pemerintah kearah penggunaan barang-barang yang berasal dari sumber daya terbarukan dan *biodegradable* (Febrianto Amri Ristadi, 2011).

Penggunaan material serat alami atau biokomposit yang bersifat organik memiliki berbagai keuntungan. Hal inilah yang mendorong semakin optimisnya penggunaan fiber berpenguat serat alami, diantaranya menurut Misriadi (2010) ialah bobot ringan, mempunyai kekuatan dan kekakuan yang baik, biaya produksi murah, merupakan bahan organik yang dapat terurai, tahan korosi, dan tersedia oleh alam secara berlimpah.

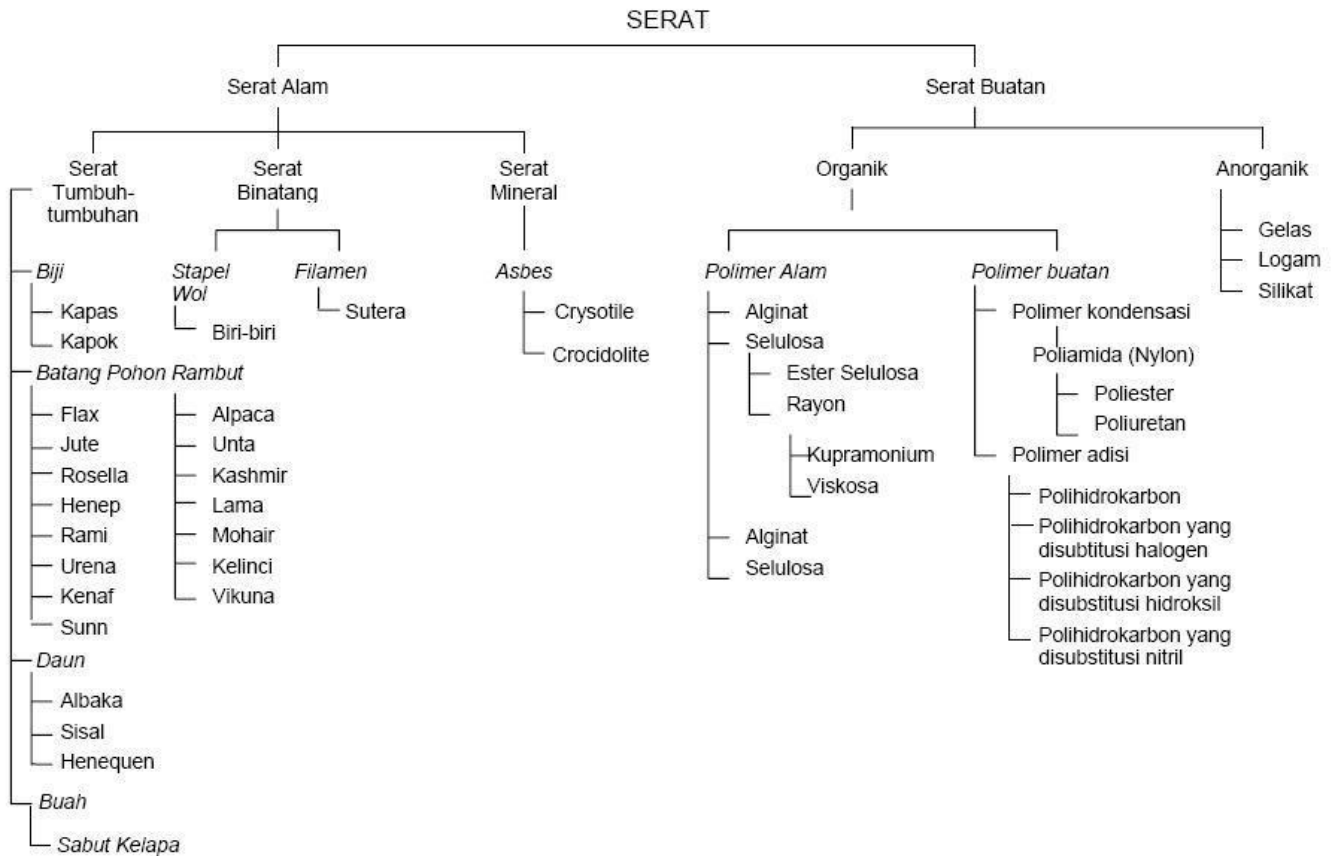
Untuk menghindari semakin merosotnya kualitas lingkungan akibat penggunaan material berbahan dasar minyak bumi, sekarang ini banyak dikembangkan komposit alami di mana beberapa jenis serat alami seperti rami, hemp, jute, sisal, bamboo, pisang, kelapa sawit, dan lain-lain (Febrianto Amri Ristadi, 2011).

Tabel 2.1. Perbandingan antara serat alami dan serat plastik

	Serat alami	Serat plastik
Massa jenis	Rendah	2x serat alami
Biaya	Rendah	Rendah, lebih tinggi dari SA
Terbarukan	Ya	Tidak
Kemampuan didaur ulang	Ya	Tidak
Konsumsi Energi	Rendah	Tinggi
Distribusi	Luas	Luas
Menetralkan CO2	Ya	Tidak
Menyebabkan abrasi	Tidak	Ya
Resiko Kesehatan	Tidak	Ya
Limbah	Biodegradable	Tidak Biodegradable

Sumber : Febrianto Amri Ristadi, 2011

Serat terbagi menjadi dua bagian ialah serat alam dan serat buatan. Serat sabut kelapa masuk kategori serat alam dimana turunannya ialah serat tumbuh-tumbuhan. Adapun serat tanaman terbagi menjadi tiga bagian yaitu biji, batang pohon rambut, daun, dan buah. Untuk serat sabut kelapa masuk kategori buah.



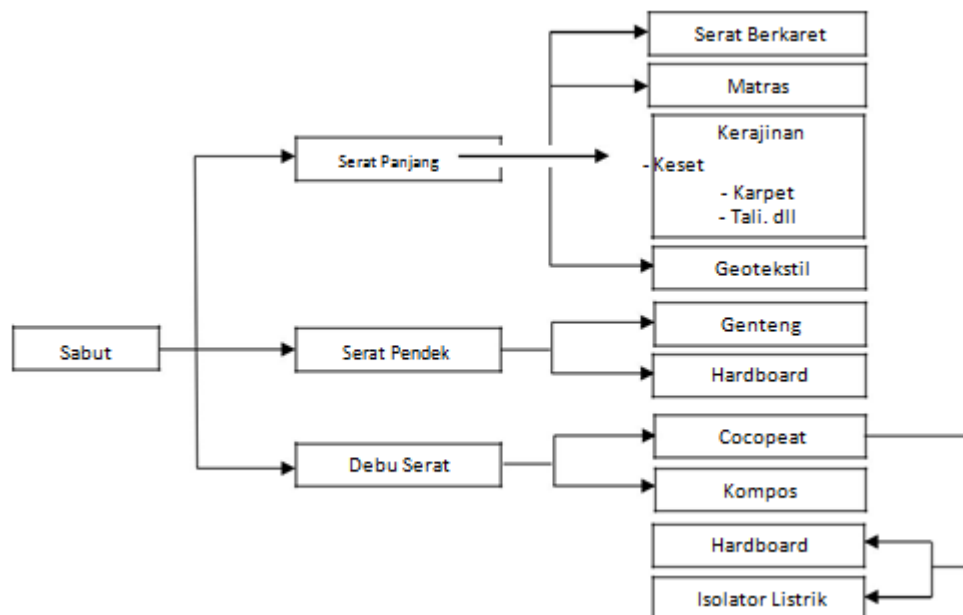
Gambar 2.1. Karakteristik serat alam

2.2 Karakteristik Serat Sabut Kelapa

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 (Jonathan Oroh, 2013).

Sabut kelapa merupakan bahan yang mengandung *lignoselulosa* yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif bahan baku sabut kelapa, kulit

kelapa yang terdiri dari serat-serat yang terdapat diantara kulit dalam yang keras (batok), tersusun kira-kira 35 % dari berat total buah kelapa yang dewasa. Untuk varitas kelapa yang berbeda tentunya persentase diatas akan berbeda pula (Jonathan Oroh, 2013). Dengan demikian rata-rata produksi buah kelapa per tahun ialah sebesar 5,6 juta ton, berarti terdapat sekitar 1,7 juta ton sabut kelapa yang dihasilkan. Potensi produksi sabut kelapa yang sedemikian besar belum dimanfaatkan sepenuhnya untuk kegiatan produktif yang dapat meningkatkan nilai tambahnya.



Gambar 2.2. Produk turunan pengolahan sabut kelapa (Zainal dan Yulius, 2005)

Menurut Balai Penelitian Tanaman kelapa dan Palma (2009) Komposisi sabut terhadap buah kelapa beragam, tergantung umur pohon kelapa dan berat buah. Keragaman tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Umur pohon kelapa kurang dari 25 tahun : berat buah 1.64 kg; sabut 25.1%; daging 28.1%; air 32.7%; tempurung 14.1%
2. Umur pohon kelapa 25 - 50 tahun : berat buah 1.11 kg; sabut 30%; daging 29.4%; air 24.1%; tempurung 15.7%

3. Umur pohon kelapa lebih dari 50 tahun : berat buah 0.70 kg; sabut 23%, daging 37.2%; air 22.2%; tempurung 17.5%.

Hasil uji komposisi serat sabut kelapa berdasarkan SNI yang dilakukan Sarana Riset dan Standarisasi dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 2.2. Komposisi Serat Sabut Kelapa

Parameter	Hasil Uji Komposisi (%)	Metode Uji
Kadar Abu	2.02	SNI 14-1031-1989
Kadar Lignin (Metode Klason)	31.48	SNI 14-0492-1990
Kadar Sari	3.41	SNI 14-1032-1989
Kadar Alfa Selulosa	32.64	SNI 14-0444-1989
Kadar Total Selulosa	55.34	Metoda Internal BBPK
Kadar Pentosa sebagai Hemiselulosa	22.70	SNI 01-1561-1989
Kelarutan dalam NaOH 1%	20.48	SNI 19-1938-1990

Sumber : Sunaryo (2008)

2.2 Komposit Serat Sabut Kelapa

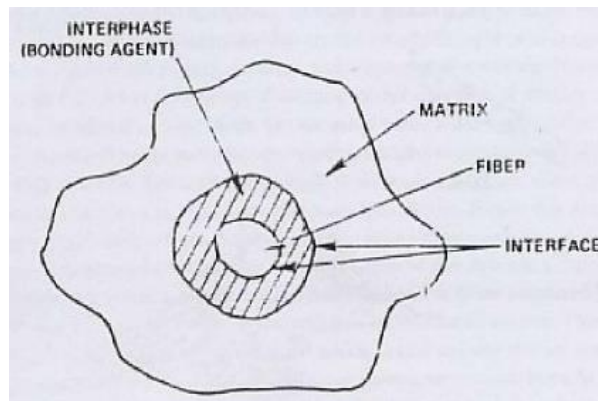
1. Defenisi Komposit

Komposit adalah kombinasi dari dua material atau lebih dalam skala makro yang secara fisik dan secara mekanik dapat dipisahkan antara satu dengan yang lainnya. Dalam kombinasi tersebut, material penyusun komposit tetap mempertahankan identitas masing-masing, hal ini disebabkan material-material tersebut tidak saling melarutkan atau bercampur secara sempurna. Kombinasi dari material-material penyusunannya tersebut menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik (Amar Bramantyo, 2008).

Material komposit dalam definisi modern, adalah material yang dibuat dengan cara mengkombinasikan beberapa material sehingga terbentuk material yang memiliki fasa yang berbeda secara sengaja, tidak secara alami, serta tidak saling melarutkan dan memiliki mekanisme

antarmuka (*interface*). Hal inilah yang menyebabkan sebagian besar dari paduan logam dan material keramik tidak termasuk dalam definisi ini, karena beragam fasa yang dimilikinya terbentuk secara alami (Amar Bramantyo, 2008).

Dengan adanya perbedaan sifat material penyusun dimana antar material harus terjadi ikatan yang kuat maka *wetting agent* perlu ditambahkan. Penyusun komposit terdiri dari matrik (penyusun dengan fraksi volume terbesar), fiber sebagai penguat (penahan beban utama), interfasa (pelekat antar dua penyusun) dan *interphase* (permukaan fasa yang berbatasan dengan fasa yang lain), (Rimbun Turnip, 2010).



Gambar 2.3. Ilustrasi material penyusun komposit

2. Klasifikasi Komposit

Berdasarkan bahan penguat, material komposit dapat diklasifikasikan menjadi komposit serat, komposit laminat, komposit partikel dan komposit serpihan.

a. Komposit serat (*fiber composite*)

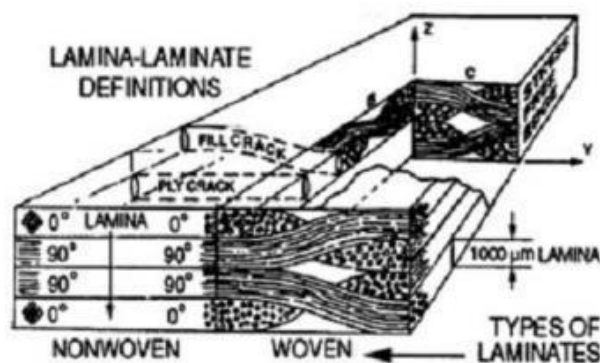
Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat. Serat yang digunakan biasanya berupa serat gelas, serat karbon, serat aramid, serat alam, dan sebagainya. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman (Suryati, 2012).

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 dari pada matrik penyusun komposit (Vlack L. H., 1985)

b. Komposit Laminat (*laminated composite*)

Komposit laminat merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik khusus. Komposit laminat ini terdiri dari empat jenis yaitu komposit serat kontinu, komposit serat anyam, komposit serat acak dan komposit serat *hybrid* (Suryati, 2012).

Komposit yang terdiri dari lapisan yang diperkuat oleh matrik sebagai contoh ialah polywood yang sering digunakan bahan bangunan dan kelengkapannya. Pada umumnya manipulasi makroskopis yang dilakukan yang tahan terhadap korosi, kuat dan tahan terhadap temperature (Asrima Herbi Tamba, 2011)



Gambar 2.4. Mikrostruktur lamina (Courtney, 1999 dalam (Suryati,2012))

Komposit ini terdiri dari bermacam-macam lapisan material dalam satu matriks. Bentuk nyata dari komposit lamina ialah: (Ludi Hartanto, 2009 dalam (Jones, 1999))

1. Bimetal

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

2. Pelapisan logam

Pelapisan logam yang satu dengan yang lain dilakukan 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 digunakan untuk panel sayap pesawat dan badan pesawat.

c. Komposit Partikel (*particulated composite*)

Komposit partikel merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriks. Komposit yang terdiri dari partikel dan matriks yang butiran (batu, pasir) yang diperkuat semen yang kita jumpai sebagai beton, senyawa kompleks ke dalam senyawa kompleks. Komposit partikel merupakan produk yang dihasilkan dengan menempatkan partikel-partikel dan sekaligus mengikatnya dengan suatu matriks bersama-sama dengan satu atau lebih unsur-unsur perlakuan seperti panas, lenturan, kelembaban, katalisator dan lain-lain. Komposit partikel ini berbeda dengan jenis serat acak sehingga bersifat isotropis. Kekuatan komposit serat dipengaruhi oleh tegangan koheren diantara fase partikel dan matriks yang menunjukkan sambungan yang baik (Suryati, 2012).

d. Komposit serpihan (*flake composite*)

Komposit serpihan terdiri atas serpihan-serpihan yang saling menahan dengan mengikat permukaan atau dimasukkan ke dalam matriks. Pengertian dari serpihan adalah partikel kecil yang telah ditentukan sebelumnya yang dihasilkan dalam peralatan yang khusus dengan orientasi serat sejajar permukaannya. Sifat-sifat khusus yang dapat diperoleh dari serpihan adalah bentuknya besar dan datar sehingga dapat disusun dengan rapat untuk menghasilkan suatu bahan penguat yang tinggi untuk luas penampang lintang tertentu. Pada umumnya serpihan-serpihan saling tumpang tindih pada suatu komposit sehingga dapat membentuk lintasan fluida ataupun uap yang dapat mengurangi kerusakan mekanis karena penetrasi atau perembesan (Suryati, 2012).

3. Tipe Komposit Serat

Menurut Nurmaulita (2010) Berdasarkan posisi penempatan serat terdapat beberapa tipe komposit, yaitu :

a. *Continuous Fibre Composite*

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

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

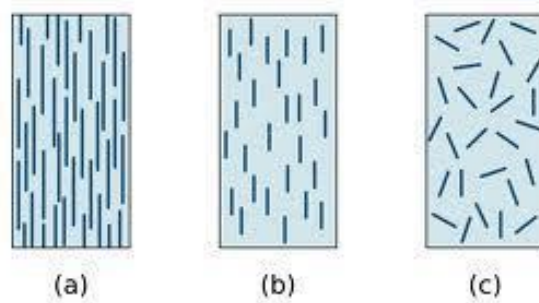
Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya mengikat antar lapisan. Susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan melemah.

c. *Discontinuous Fibre Composite*

Discontinuous fibre composite ialah tipe komposit dengan serat pendek. Tipe ini dibedakan lagi menjadi 3 yaitu :

1) *Aligned discontinuous fibre*

- 2) *Off-axis aligned discontinuous fibre*
- 3) *Randomly oriented discontinuous fibre*



Gambar 2.5. (a) *Tipe aligned discontinuous fibre*, (b) *off-axis aligned discontinuous fibre*, (c) *randomly oriented discontinuous fibre*

d. *Hybrid Fibre Composite*

Hybrid fibre composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.

2.3 Resin *Unsaturated Polyester (UP)*

Tabel.2.3 Spesifikasi *Unsaturated Polyester Resin* seri *Yucalac 157® BQTN-EX*

Item	Satuan	Nilai Tipikal	Catatan
Berat jenis	-	1,215	25°C
Kekerasan	-	40	Barcol/GYZJ 934-1
Suhu distorsi panas	°C	70	
Penyerapan air	%	0,188	24 jam
Suhu ruang	%	0,466	7 hari
Kekuatan Fleksual	Kg/mm ²	9,4	-
Modulus Fleksual	Kg/mm ²	300	-
Daya rentang	Kg/mm ²	5,5	-
Modulus rentang	Kg/mm ²	300	-
Elongasi	%	2,1	-

(Sumber: Justus, 2001 dalam Nurmalia, 2010)

Resin yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin *Unsaturated Polyester (UP)* seri *Yucalac 157® BQTN-EX*. Pemberian bahan tambahan katalis jenis *metyl etyl keton peroxide (MEKPO)* pada

resin UP berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin (*curing*). Penambahan katalis dalam jumlah banyak akan menimbulkan panas yang berlebihan pada saat proses *curing* (Bilmeyer, 1984 dalam Nurmaulita, 2010). Pada tabel 2.3 kita dapat melihat spesifikasi resin *Unsaturated Polyester Yucalac 157® BQTN-EX*.

2.4 Katalis metyl etyl keton peroksida (MEKPO)

MEKPO ialah *metyl etyl keton peroksida* (MEKPO) dengan bentuk cair, berwarna bening. Fungsi dari katalis adalah mempercepat proses pengeringan (*curing*) pada bahan matrik suatu komposit. Semakin banyak katalis yang dicampurkan pada cairan matriks akan mempercepat proses laju pengeringan. Tetapi bila katalis yang dicampurkan terlalu banyak maka akan menyebabkan komposit menjadi getas (Saito, 1985 dan Gagas Ikhsan Putradi, 2011).

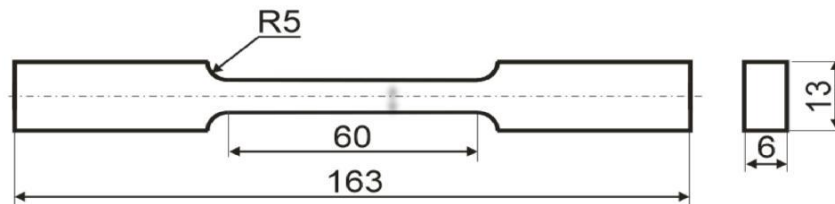
Penggunaan katalis sebaiknya diatur berdasarkan kebutuhan. Pada saat mencampurkan katalis kedalam matriks maka akan timbul reaksi panas (60-90°C). proses pengerasan resin diberi bahan tambahan berupa katalis jenis *metyl etyl keton peroksida* (MEKPO). Katalis ini digunakan untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin pada suhu yang lebih tinggi. Pemakaian katalis dibatasi sampai 1% dari volume resin (P.T. Justus Sakti Raya, 2001).

2.5 Sifat Mekanik Komposit

1. Kekuatan Tarik

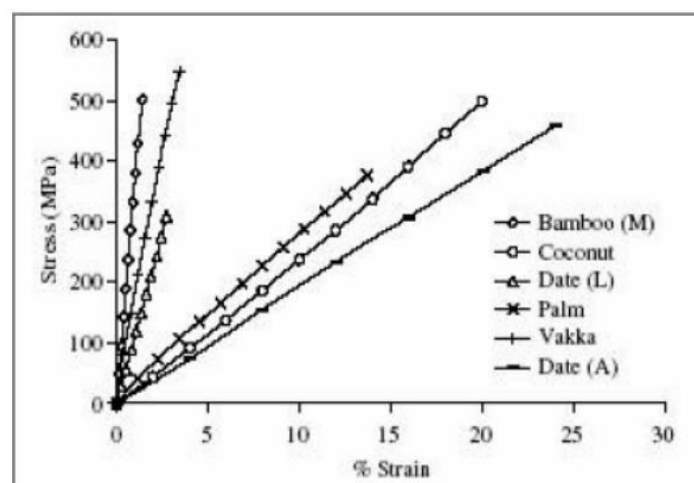
Uji tarik adalah salah satu uji *stress-strain* mekanik yang bertujuan mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dengan melakukan uji tarik kita mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material bertambah panjang. Bila kita terus menarik suatu bahan sampai putus, kita akan mendapatkan profil tarikan yang lengkap berupa kurva. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang (Nurmaulita, 2010).

Pengujian dilakukan sampai sampel uji patah, maka pada saat yang sama diamati pertambahan panjang yang dialami sampel uji. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin menurut standar ASTM D 638-03.



Gambar 2.6. Spesimen uji tarik ASTM D 638-03

Jika suatu benda ditarik maka akan mulur (*extension*), terdapat hubungan antara pertambahan panjang dengan gaya yang diberikan. Jika gaya persatuan luasan disebut tegangan dan pertambahan panjang disebut regangan maka hubungan ini dinyatakan dengan grafik tegangan dan regangan (*stress-strain graph*) (Muhib Zainuri, 2008).



Gambar 2.7. Grafik hubungan tegangan-regangan dari serat alami (Misriadi,2010)

Sifat mekanis yang diperoleh dari hasil pengujian tarik akan dihitung dengan menggunakan persamaan sesuai standar ASTM D 638-03, yaitu: Tegangan tarik ialah perbandingan antara gaya tarik yang bekerja terhadap luas penampang benda.

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_0} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

σ : tegangan ($\frac{N}{mm^2}$)

F_{maks} : Beban yang diberikan arah tegak lurus terhadap penampang spesimen (N)

A_0 : Luas penampang mula-mula spesimen sebelum diberikan pembebanan (mm^2)

Regangan tarik ialah perbandingan antara pertambahan panjang (Δl) terhadap panjang mula-mula (l_0)

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

ε : Regangan (%)

l_0 : panjang mula-mula spesimen sebelum pembebanan (mm)

Δl : pertambahan panjang (m)

Modulus Elastisitas ialah perbandingan antara tegangan tarik terhadap regangan tarik benda uji.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots (3)$$

E : Modulus elastisitas (N/mm^2)

σ : Tegangan (N/mm^2)

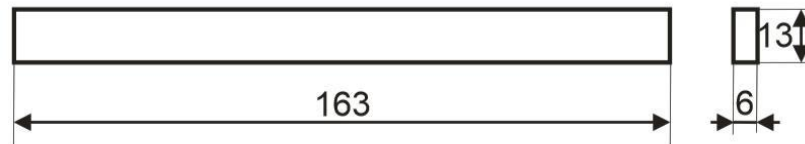
ε : Regangan (%)

2. Kekuatan Lentur

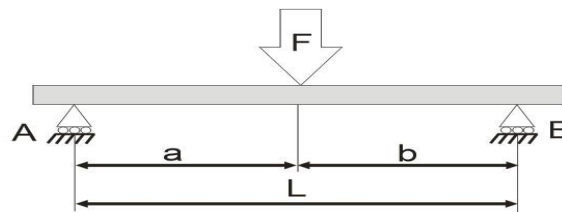
Kekuatan lentur atau kekuatan *bending* adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi besar. Pengujian kuat lentur dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu bahan terhadap pembebanan pada titik lentur dan juga untuk mengetahui keelastisitasan suatu bahan (Nurmaulita, 2010).

Cara pengujian kuat lentur ini dengan memberikan pembebanan tegak lurus terhadap sampel dengan tiga titik lentur dan titik-titik sebagai penahan

berjarak tertentu. Titik pembebanan diletakkan pada pertengahan panjang sampel. Pada pengujian ini terjadi pelengkungan pada titik tengah sampel dan besarnya pelengkungan ini dinamakan *defleksi*. kemudian dicatat beban maksimum dan regangan saat specimen patah (Nurmaulita, 2010). Pengujian lentur dilakukan dengan mesin menurut standar ASTM D 790-03.



Gambar 2.8. Spesimen uji lentur ASTM D 790-03



Gambar 2.9. Mekanisme spesimen uji lentur

Sifat mekanis yang diperoleh dari hasil pengujian lentur akan dihitung dengan menggunakan persamaan sesuai standar ASTM D 790-03, yaitu :

- Tegangan lentur

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2wt^2} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

- σ_b : Tegangan lentur maksimum (N/mm^2)
- P : Beban maksimum (N)
- w : Lebar dari benda uji (mm)
- t : Tebal benda uji (mm)
- L : Jarak antar penyangga (mm)

- Regangan lentur ialah

$$\varepsilon = \frac{6\delta t}{L^2} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

- ε : regangan bending (%)

- L : Panjang benda uji (mm)
- δ : defleksi maksimum (mm)
- t : tebal benda uji (mm)

- Modulus elastisitas ialah

$$E_f = \frac{L^3 m}{4bh^3} \dots\dots\dots (6)$$

- E_f : Modulus elastisitas lentur ($\frac{N}{mm^2}$)
- L : Panjang bend uji (mm)
- b : lebar benda uji (mm)
- h : tebal benda uji (mm)
- m : slope tangent pada kurva beban defleksi ($\frac{N}{mm}$)

3. Kekuatan Impak

Kekuatan impak bertujuan untuk mengukur berapa energi yang dapat diserap suatu material sampai material tersebut patah. Pengujian impak merupakan respon terhadap beban kejut atau beban tiba-tiba (beban impak). Dalam pengujian impak terdiri dari dua teknik pengujian standar yaitu Charpy dan Izod. (Gagas Ikhsan, 2011)

Specimen impak charpy berbentuk batang dengan penampang lintang bujur sangkar. Beban didapatkan dari tumbukan oleh palu pendulum yang dilepas dari posisi ketinggian h. specimen diposisikan pada dasar. Ketika dilepas, ujung pisau pada palu pendulum akan menabrak dan mematahkan specimen pada titik konsentrasitegangan untuk pukulan impak kecepatan tinggi. Palu pendulum akan melanjutkan ayunan untuk mencapai ketinggian maksimum h' yang lebih rendah dari h. (Gagas Ikhsan,2011)

Energy yang diserap dihitung dari perbedaan h' dan h ($mgh - mgh'$), adalah ukuran dari energy impak posisi simpangan lengan pendulum terhadap garis vertical sebelum dibenturkan adalah α dan posisi lengan pendulum terhadap garis vertical setelah membentur specimen adalah β . Panjang lengan

ayunnya adalah R. dengan mengetahui besarnya energy potensial yang diserap oleh material maka ketangguhan impak benda uji adalah (Gagas Ikhsan, 2011)

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

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

Dimana:

E_{serap} : energi serap (j)

m : massa pendulum (kg)

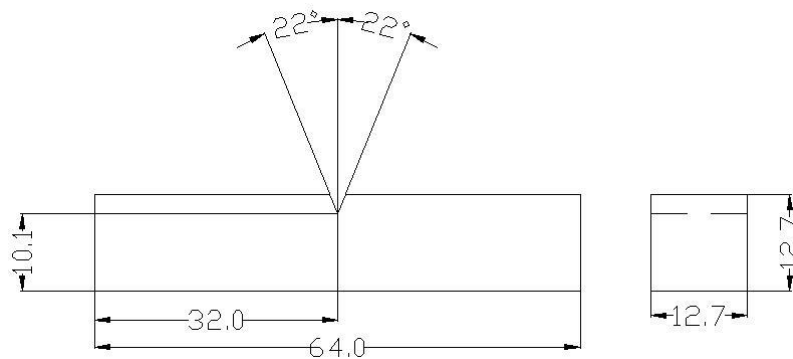
g : percepatan gravitasi (m/s^2)

R : panjang lengan (m)

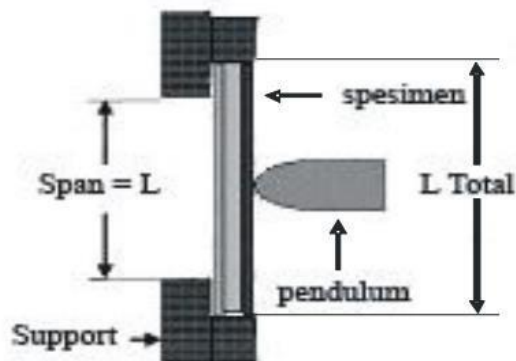
α : sudu ayunan pendulum tanpa spesimen ($^{\circ}$)

β : sudut ayunan pendulum setelah mematahkan spesimen ($^{\circ}$)

Pengujian impak dilakukan dengan mesin menurut standar ASTM D 5942-96.



Gambar 2.10. Spesimen uji impak charpy ASTM D 5942-96



Gambar 2.11. Mekanisme pengujian impact charpy (Gagas Ikhsan, 2011)

Pada perhitungan untuk menentukan kekuatan impact, digunakan persamaan sesuai standar ASTM D 5942-96, yaitu :

$$\alpha_{eU} = \frac{E_{serap}}{h \times b} \dots\dots\dots(4)$$

α_{eU} : harga impact charpy tanpa takikan ($\frac{J}{mm^2}$)

b : lebar spesimen (mm)

h : tebal spesimen (mm)

E_{serap} : energi yang diserap (j)