



universitas
MALIKUSSALEH

SKRIPSI

**PEMANFAATAN LIMBAH HDPE SEBAGAI MATRIK PADA
KOMPOSIT DIPERKUAT SERAT IJUK UNTUK PRODUK OTOMOTIF**

Disusun Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Material Universitas Malikussaleh

Oleh,

RIZKI RINALDI
190190007

PROGRAM STUDI TEKNIK MATERIAL
JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH

2024

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama Rizki Rinaldi

Nim : 190190007

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat bagian atau satu kesatuan yang utuh dari Tugas Akhir, buku atau bentuk lain yang saya kutip dari karya orang lain tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan penjiplakan. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat reproduksi karta atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah-olah karya asli saya sendiri.

Apabila ternyata terdapat dalam Tugas Akhir saya bagian-bagian yang memenuhi standar penjiplakan maka saya menyatakan kesediaan untuk dibatalkan sebahagian atau seluruh hak gelar kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Lhokseumawe, 21 Juni 2024

Saya yang membuat pernyataan



Rizki Rinaldi

NIM. 190190007

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah Hdpe Sebagai Matrik Pada Komposit Diperkuat Serat Ijuk Untuk Produk Otomotif
Nama Mahasiswa : Rizki Rinaldi
NIM : 190190007
Program Studi : Teknik Material
Jurusan : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Malikussaleh
Pembimbing Utama : Reza Putra, S.T., M.Eng
Pembimbing Pendamping : Agam Muarif, S.Si., M.Si.
Penguji Utama : Deassy Siska, S.Si., M.Sc
Penguji Pendamping : Rizka Nurlaila, S.Si., M.Si.

Lhokseumawe, 13 Juni 2024

Penulis,

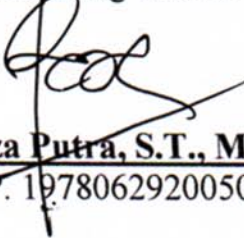


Rizki Rinaldi

NIM. 190190007

Menyetujui:

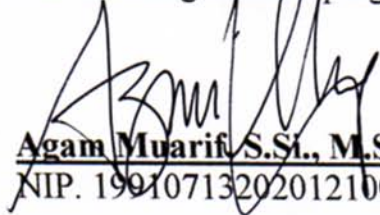
Pembimbing Utama



Reza Putra, S.T., M.Eng.

NIP. 197806292005011004

Pembimbing Pendamping

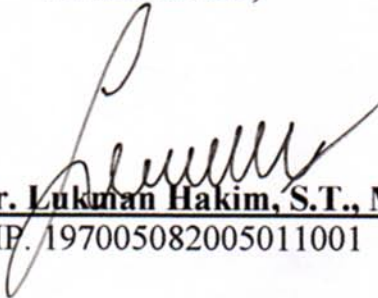


Agam Muarif, S.Si., M.Si.

NIP. 199107132020121007

Mengetahui:

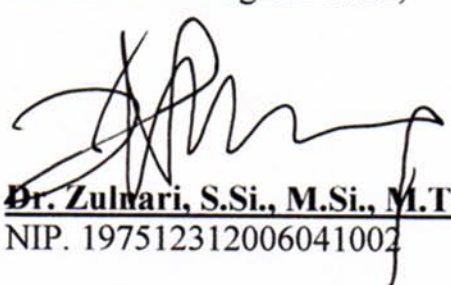
Ketua Jurusan,



Dr. Lukman Hakim, S.T., M.Eng.

NIP. 197005082005011001

Koordinator Program Studi,



Dr. Zulfari, S.Si., M.Si., M.T.

NIP. 197512312006041002

KATA PENGANTAR

Bissmillahirrahmanirrahim.

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada nabi Muhammad Salallahu Alaihi Wasallam yang kita nantikan syafaatnya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir ini sesuai dengan yang direncanakan yang berjudul “Pemanfaatan Limbah HDPE Sebagai Matrik Pada Komposit Diperkuat Serat Ijuk Untuk Produk Otomotif”

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa isi Tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan, dengan demikian saran dan kritik dari semua pihak sangat diharapkan demi memperbaiki laporan ini agar bermanfaat bagi penulis sendiri dan orang lain.

Adapun penyusunan Tugas akhir ini selesai dikarenakan berkat bimbingan, arahan dan dukungan dari berbagai pihak, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besar kepada orang tua penulis yang telah mendidik dan merawat dari kecil sampai saat ini, serta penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir . H. Herman Fithra, S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng, selaku Rektor Universitas Malikussaleh.
2. Bapak Bapak Dr. Muhammad Daud, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Bapak Dr. Lukman Hakim, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
4. Bapak Dr. Zulnazri, S.Si., M.T Selaku Ketua Program Studi Teknik Material Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
5. Bapak Reza Putra, S.T., M.Eng selaku dosen Pembimbing Utama dalam penelitian ini.
6. Bapak Agam Muarif, S.Si., M.Si selaku selaku dosen Pembimbing Pendamping dalam penelitian ini.
7. Seluruh rekan-rekan yang telah membantu penulis hingga saat ini. Saya menyadari banyak kekurang pada skripsi ini, baik dalam penelitian dan juga

penyajianya, mengingat masih kurangnya pengetahuan dan pengalaman saya, oleh karena itu, saya mengharapkan saran serta bimbingannya. Akhir kata saya mengucapkan Terimakasih.

Lhokseumawe, 2024

Rizki Rinaldi
NIM. 190190007

PEMANFAATAN LIMBAH HDPE SEBAGAI MATRIK PADA KOMPOSIT DIPERKUAT SERAT IJUK UNTUK PRODUK OTOMOTIF

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh variasi fraksi volume pada komposit *hybrid* terhadap sifat mekanik komposit. Komposit *hybrid* merupakan komposit yang tersusun dari beberapa matrik dan serat, yang mana tipe seratnya ada serat vertikal dan serat acak. Bahan yang digunakan untuk pembuatan komposit *hybrid* adalah limbah HDPE dan serat ijuk. Dengan variasi fraksi volume serat dan serbuk 70% : 30% 60% : 40% dan 50% : 50%, dengan arah serat yang berbeda yaitu vertikal dan acak pembuatan spesimen dan prosedur pengujian yang mengacu pada ASTM D 638 untuk uji tarik dan ASTM D256-03 untuk uji *impact*. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji tarik dan uji *impact*. Hasil dari pengujian pengujian tarik nilai tertinggi yaitu 16,588 MPa untuk variasi fraksi volume HDPE 70% serat 30% arah serat vertikal dan nilai terendahnya yaitu 8,2762 MPa pada variasi fraksi volume HDPE 60% serat 40% dengan arah serat acak. Sedangkan untuk uji *impact* nilai yang tertinggi adalah 8,53 joule dengan variasi fraksi volume HDPE 60% serat 40% arah serat vertikal dan nilai terendahnya yaitu 4,53 joule dengan variasi fraksi volume 60% serat 40% dengan arah serat acak. Disimpulkan bahwa jika menggunakan arah serat yang searah (*vertical*) untuk membuat spesimen maka akan memiliki nilai kekuatan dan ketangguhan yang lebih baik.

Kata kunci : *Komposit, HDPE, serat ijuk, uji tarik dan uji impak*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Komposit	5
2.1.2 Matrik	7
2.2 Serat Alam Untuk Penguat Komposit.....	7
2.2.1 Ijuk/Aren.....	9
2.3 Ekspor dan Impor Serat Alam.....	9
2.4 Potensi Produksi dan Penggunaan Serat Alam	9
2.5 Kelayakan Usaha Serat Alam	10
2.6 Plastik	10
2.6.3 <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene (Abs)</i>	12
2.6.8 <i>HDPE (High-density polyethylene)</i>	16
2.7 Uji Tarik.....	16
2.8 Uji Impak.....	18
2.9 Penelitian Terdahulu	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2 Alat dan Bahan	24
3.2.1 Alat	24
3.2.2 Bahan	24

3.3 Variabel Penelitian.....	24
3.3.1 Variabel Tetap	25
3.3.2 Variabel Bebas	25
3.3.3 Variabel Terikat	25
3.4 Prosedur Kerja	25
3.4.1 Pembuatan Komposit.....	25
3.5 Metode Penelitian	26
3.6 Tahap Pengujian Komposit.....	26
3.6.1 Uji Tarik.....	26
3.6.2 Uji Impact	26
3.7 Rancangan Penelitian	26
3.8 Diagram Alir Penelitian	27
3.9 Jadwal Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
BAB V PENUTUP.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN A DATA PENGAMATAN	A-1
LAMPIRAN B DATA PERHITUNGAN.....	B-5
LAMPIRAN C GAMBAR DAN DOKUMENTASI	C-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Serat Alam.....	8
Gambar 2.2 Ijuk Aren	9
Gambar 2.3 Biji Plastik HDPE.....	16
Gambar 2.4 Spesimen ASTM D 638	17
Gambar 2.5 Mesin Uji Tarik	17
Gambar 2.6 Spesimen Uji Impak	19
Gambar 3.1 Standar ASTM D-638 Tipe IV	25
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 4.1 Diagram Batang Perbandingan Kekuatan Tarik dari Hasil Uji Tarik	33
Gambar 4.2 Diagram Batang Perbandingan Regangan dari Hasil Uji Tarik	34
Gambar 4.3 Diagram Batang Perbandingan Modulus Elastisitas	35
Gambar 4.4 Diagram Batang Perbandingan Energi Impact dari Hasil Uji Impak.	37
Gambar 4.5 Diagram Batang Perbandingan Harga Impact dari Hasil Uji Tarik ...	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian.....	27
Tabel 3.2 Jadwal Penelitian.....	29
Tabel 4.1 Hasil Uji Tarik Pada Komposit.....	31
Tabel 4.2 Hasil Uji Impact Pada Komposit	32

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di tengah kemajuan teknologi komposit, komposit alam atau komposit alam (NACO) telah muncul sebagai hasil dari kemajuan ini, karena sifatnya yang dapat didaur ulang dan terbarukan. Komposit polimer dengan serat alam memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan komposit sintetis. Karena sifat mekaniknya yang luar biasa, sifat isolasi panas dan suara, tahan korosi, dan penghambat listrik yang baik, komposit polimer telah menjadi bahan yang sangat dicari sebagai pengganti logam dan karbon. Selain itu, komposit polimer juga ramah lingkungan. (Sirait, 2010)

Plastik merupakan material yang sangat akrab dalam kehidupan manusia dan sudah dianggap sebagai bahan pokok kebutuhan rumah tangga ataupun domestik sehingga keberadaan sampah plastik semakin meningkat. Pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak merupakan salah satu pengembangan dari ilmu pengetahuan yang memberikan manfaat positif untuk mengatasi masalah lingkungan. Plastik juga merupakan bahan anorganik buatan yang tersusun dari bahan-bahan kimia yang cukup berbahaya bagi lingkungan. Sampah plastik sangatlah sulit untuk diuraikan secara alami, untuk menguraikan sampah plastik membutuhkan kurang lebih 80 tahun agar dapat terdegradasi secara sempurna. (Eddy Kurniawan, 2014)

Serat alam sebagai filler komposit polimer mulai banyak digunakan dalam bidang rekayasa material. Alasan penggunaan serat alam sebagai bahan penguat material komposit karena serat alam mudah didapat, harganya murah, macammacam jenis dan banyak variasinya. Salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai penguat komposit adalah serat sisal. Serat jenis ini adalah serat alam yang berasal dari kelopak daun tanaman sisal setelah melewati proses pemisahan serat. (Zulmiardi, 2022). Kini, penggunaan material gabungan dalam kehidupan sehari-hari sangat beragam, misalnya untuk pembuatan peralatan

rumah tangga, komponen mesin seperti pelindung kapal, mobil, dan sepeda motor yang terbuat dari bahan komposit polimer. Penggunaan bahan gabungan polimer alami dalam industri otomotif saat ini juga mengalami pertumbuhan yang cepat dan berusaha menggantikan penggunaan bahan gabungan polimer buatan yang umum digunakan sebagai penguat dalam bahan gabungan seperti E-Glass, Carbon, dan *Silicone Carbide*. Penggunaan bahan gabungan polimer dalam produksi komponen mobil telah terbukti mampu menyeimbangkan fungsi mobil seperti mengurangi berat dan menjaga keselamatan penumpang. (Ezekweb. 2016).

Selain itu, pemanfaatan serat alami sebagai bahan baku produk telah banyak dilakukan berbagai penelitian dalam mendapatkan informasi tentang sifat mekanis dari produk untuk memenuhi standar keamanan dan standar ekonomis produk tersebut. Oleh karena itu, penelitian tentang potensi pengembangan material komposit polimer dengan serat alami pada produk otomotif sangat penting agar dapat memberikan referensi pengembangan material yang lebih terukur. Selain itu, hal ini juga bertujuan untuk menciptakan produk yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Hasil penelitian ini tidak dimaksudkan untuk menjadi data yang lengkap, karena fokus penelitian ini adalah pada penggunaan komposit polimer serat alami untuk produk otomotif dari segi ketersediaan serat dan kekuatan tarik dari komposit polimer tersebut.

Berdasarkan pemaparan yang sudah dijelaskan, terdapat permasalahan utama yang menginspirasi penulis untuk membuat penelitian dalam bentuk skripsi dengan judul “Pemanfaatan Limbah HDPE Sebagai Matrik Pada Komposit Diperkuat Serat Ijuk Untuk Produk Otomotif”.

1.2 Rumusan Masalah

Pemanfaatan limbah serat ijuk masih belum optimal atau pemanfaatannya masih terbatas, oleh karena itu serat ijuk aren dapat dijadikan alternatif bahan baku pembuatan komposit, yang diharapkan dapat menjadi solusi dalam penanggulangan limbah. Dari uraian diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah.

1. Bagaimana pengaruh penambahan fraksi volume serat ijuk aren pada komposit

terhadap kekuatan impact dan kekuatan tarik ?

2. Bagaimana nilai kekuatan impact, kekuatan tarik dan ketangguhan komposit serat ijuk aren berdasarkan variasi fraksi volume ?
3. Bagaimana sifat karakteristik dari komposit berpenguat serat ijuk aren??

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk memanfaatkan limbah ijuk aren yang awalnya tidak bermanfaat menjadi komposit.
2. Menentukan pengaruh penambahan fraksi volume serat ijuk aren pada komposit terhadap kekuatan impact dan kekuatan tarik
3. Menentukan sifat karakteristik dari komposit berpenguat serat ijuk aren berdasarkan uji mekanis.
4. Untuk Mengetahui sifat karakteristik dari komposit berpenguat serat .

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:.

1. Dapat memberikan manfaat, inspirasi dan referensi untuk penelitian berikutnya, khususnya terkait dengan material komposit yang diperkuat serat alam, dimana bahannya dapat dengan mudah kita dapatkan dan dapat diperbaharui kembali.
2. Bagi mahasiswa Universitas Malikussaleh diharapkan hasil penelitian ini dapat menambah wahana ilmu pengetahuan di bidang industri dan di bidang pengetahuan bahan khususnya di Prodi Teknik Material Malikussaleh.
3. Meningkatkan nilai ekonomis serat ijuk sebagai bahan baru yang berkualitas.

1.5 Batasan Penelitian

Banyak hal yang dapat diteliti serta hal yang dapat mempengaruhi karakteristik dari komposit serat ijuk aren, maka penulis memiliki batasan penelitian pada hal-hal sebagai berikut :

1. Serat yang digunakan adalah serat ijuk aren.
2. Jenis resin yang digunakan sebagai matrik komposit adalah Biji Plastik HDPE.
3. Pengujian mekanik yang dilakukan pada komposit adalah pengujian tarik dan pengujian impak.
4. Sifat mekanik yang diuji pada penelitian ini adalah tegangan, regangan, elastisitas, keuletan dan kegetasan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Komposit

Komposit adalah salah satu jenis material yang ada saat ini disamping material lainnya seperti logam, polimer dan keramik. Material komposit adalah material multi fase yaitu suatu material campuran yang terbuat dari dua atau lebih jenis material, dengan pencampurannya tidak terjadi reaksi secara kimia. Sifat material komposit merupakan paduan dari sifat-sifat material penyusunnya, yaitu matrik dan penguat (reinforcement) atau pengisi (filler) dimana keduanya memiliki sifat yang berbeda. Ketentuan untuk material penguat, harus dapat menunjang/memperbaiki sifat-sifat matriks dalam membentuk material komposit. (Tjahjanti, 2018).

Sifat material komposit secara umum adalah memiliki ikatan yang bervariasi dengan struktur mikro berupa matriks dan penguat. Keunggulan material ini adalah kuat, kaku, dan beratnya ringan, namun 'kelemahannya' pada harga mahal dan mengalami delamination. Perkembangan sekarang pada abad milenial ini, material komposit telah banyak diaplikasikan pada peralatan transportasi (darat, udara, laut), permesinan, elektronik, dan bangunan. (Tjahjanti, 2018).

Komposit berpenguat serat banyak diaplikasikan pada alat-alat yang membutuhkan perpaduan dua sifat dasar yaitu kuat namun juga ringan. Bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat jenisnya rendah kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi dan memiliki biaya perakitan yang lebih murah. Unsur utama penyusun komposit yaitu pengisi (filler) yang berupa serat sebagai kerangka dan unsur pendukung lainnya yaitu matrik. Pengisi (filler) dan matrik merupakan dua unsur yang diperlukan dalam pembentukan material komposit.

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 sifat istimewa yang komposit yaitu ringan, kuat, tidak terpengaruh korosi, dan

mampu bersaing dengan logam, dengan tidak kehilangan karakteristik dan kekuatan mekanisnya. Dalam system komposit diperlukan 2 macam material yang digunakan sebagai penyusun yaitu material penguat (*reinforcement*) dan material pengikat (*matrik*).

2.1.1 Penguat (*Reinforcement*) atau Filler atau Fiber

Reinforcement (penguat) adalah salah satu bagian utama dari komposit yang berperan untuk menahan beban yang diterima oleh material komposit sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari penguat yang digunakan. Fiber adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk. Bahan penguat biasanya kaku dan tangguh. Bahan penguat yang umum digunakan adalah jenis partikel, serat serat alam, serat karbon, serat gelas dan keramik. Berdasarkan bentuk material penguatnya maka secara umum dikenal tiga kelompok komposit yaitu :

1. Kelompok Berpenguat Partikel Pada komposit ini jenis material penguat yang dipergunakan adalah bentuk partikel. Partikel mempunyai bermacam-macam pengaruh pada KML (*Komposit Matrik Logam*). Tergantung pada sifat kedua komponen. Partikel bersifat ulet ditambahkan pada matrik yang rapuh sehingga ketangguhannya meningkat, serta keretakan yang terjadi dapat dihilangkan dengan adanya partikel tersebut. Partikel yang memiliki modulus elastisitas tinggi ditambahkan pada matrik yang bersifat ulet untuk meningkatkan kekakuan dan ketangguhan. Sebagaimana yang diharapkan partikel yang bersifat keras umumnya mengurangi keretakan pada matrik yang lunak sehingga keterbatasan penggunaannya dapat ditingkatkan. Jika partikel yang bersifat keras dalam sebuah matrik, sangat kecil serta jumlahnya terbatas maka reduksi kekuatannya rendah. Dalam komposit matrik resin peningkatan kekuatan dapat dilakukan dengan proses sintering (jika bentuk matriknya juga partikel).
2. Komposit Berpenguat Whisker pada komposit ini jenis material penguat yang dipergunakan adalah bentuk whisker atau *discontinuous fiber* (serat-serat pendek). Whisker serabut-serabut pendek terbuat dari bahan semisal oksida logam karbida, dan nitrida. Whisker yang bersifat kuat dan kaku bila ditambahkan pada matrik yang ulet akan dapat menghasilkan material komposit

yang kuat, kaku dan kenyal. Terjadinya adhesi antar whisker dengan material pengikat (matrik).

3. Komposit Berpenguat Serat Continuous Pada komposit jenis ini material pengikat yang dipergunakan adalah berbentuk filamen serat panjang. Komposit yang diperkuat continuous berada dalam keadaan ideal mengikuti kaidah campuran berdasarkan kesesuaian pada teknik fabrikasinya antara perkiraan kaidah campuran dan sifat-sifatnya.

2.1.2 Matrik

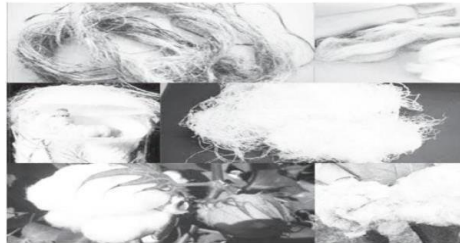
Matrik dalam struktur komposit berasal dari bahan polimer atau logam. Syarat pokok matrik yang digunakan dalam komposit adalah harus bisa meneruskan beban, sehingga serat bisa melekat pada matrik dan kompatibel antara serat dan matrik. Matrik dalam susunan komposit bertugas melindungi dan mengikat serat agar bekerja dengan baik. Matrik juga bergungsi sebagai pelapis serat. Umumnya matrik terbuat dari bahan-bahan lunak dan liat. Pemilihan bahan matrik dan serat memainkan peranan penting dalam menentukan sifat mekanik dan sifat komposit. Gabungan matrik dan serat menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi (Gibson, 1994). Matrik adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar. Matrik mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Mentransfer tegangan ke serat secara merata.
2. Melindungi serat dari gesekan mekanik.
3. Memegang dan mempertahankan serat pada posisinya.
4. Melindungi dari lingkungan yang merugikan.
5. Tetap stabil setelah proses manufaktur .

2.2 Serat Alam Untuk Penguat Komposit

Alam kelimpahannya memberi kita banyak bahan yang bisa disebut berserat. Serat tanaman diperoleh dari berbagai bagian tanaman, seperti biji (kapas, kapuk, milkweed), batang (jute, flax, rami, kenaf, jelatang, bambu), dan daun (sisal, manila, abaca), buah (sabut) dan serat rumput lainnya. Serat dari tanaman ini dapat dianggap benar-benar terbarukan dan dapat terurai secara hayati. Serat tanaman,

yang memiliki sejarah panjang dalam peradaban manusia, telah memperoleh nilai ekonomis dan sekarang dibudidayakan dalam skala besar secara global (Henry Wardhana et al, 2016)



Gambar 2.1 Serat Alam (Sumber : Henry Wardhana et al, 2016)

Berbagai jenis serat alam telah dieksplorasi untuk menghasilkan material komposit yang bernilai jual dan telah diproduksi. Jenis-jenis serat alam seperti misalnya ; Sisal , Flex, Hemp, Jute, Rami, Kelapa, mulai digunakan sebagai bahan penguat untuk komposit polimer. Keuntungan penggunaan komposit antara lain ringan, tahan korosi, tahan air, performance-nya menarik, dan tanpa proses pemesinan. Harga produk komponen yang dibuat dari komposit glass fibre reinforced plastic (GFRP) dapat turun hingga 60%, dibanding produk logam. Berbagai industri komposit di Indonesia masih menggunakan serat gelas sebagai penguat produk bahan komposit, seperti PT. INKA. Penggunaan komposit di industri mampu mereduksi penggunaan bahan logam import yang lebih mahal dan mudah terkorosi (Henry Wardhana et al, 2016).

Matrik berfungsi sebagai penahan serat agar menyatu, mendistribusikan beban dan juga berfungsi sebagai pembungkus. Penggunaan Matrik polimer mudah, karena suhu operasinya rendah dan matrik polimer ini dapat dibedakan menjadi dua yaitu, termoset dan termoplast. Serat berfungsi sebagai penguat dan menyebabkan meningkatnya kekuatan tarik dan kekakuan. Pemilihan kriteria untuk memilih penguat fiber yang cocok adalah sebagai berikut: pemanjangan, panas (stabilitas) adhesi serat dan matriks, perilaku dinamis, perilaku jangka panjang, serta harga dan biaya pemrosesan, (Riedel, U., Nickel, J, 2005)

2.2.1 Ijuk/Aren

Komposit polimer dengan serat alam seperti serat ijuk memiliki keunggulan bila dibandingkan dengan serat sintetis, komposit serat ijuk lebih murah dari segi harga dibandingkan serat sintetis. Serat ijuk juga memiliki keunggulan dibandingkan dengan serat alam yang lain. Serat yang dihasilkan dari pohon aren memiliki keistimewaan seperti: memperlambat pelapukan kayu, tahan terhadap asam dan garam air laut, serta mencegah serangan rayap tanah (Munandar,2012).



Gambar 2.2 Ijuk Aren (Sumber : Munandar, 2012)

2.3 Ekspor dan Impor Serat Alam

Indonesia mengekspor serat alam rata-rata sebesar \$ 0,841 miliar per tahun dengan rata-rata trend ekspor sebesar -0,11% per tahun, sedangkan impor yang lebih tinggi, yakni \$ 2,448 miliar per tahun dengan rata-rata trend impor sebesar -0,53 per tahun dalam lima tahun terakhir (2014-2018) (ITC, 2019). Indonesia mengimpor serat alam sekitar 3 kali lipat nilai ekspornya, sehingga nilai impor lebih besar sekitar US\$ 1,608 miliar dibandingkan dengan nilai ekspor (Tabel 2). Ekspor serat alam Indonesia didominasi oleh kapas (52) sebesar 98,4% dari jumlah nilai ekspor serat alam dengan negara tujuan China, Japan, Bangladesh, Republic of Korea, USA, Philippine, Viet Nam, Malaysia, Thailand, Germany, dan lainnya. Ekspor kapas cenderung menurun rata-rata sebesar -0,14% per tahun dalam lima tahun terakhir (Gambar 2). Ekspor serat nabati lainnya (53) sebesar 1,3% yang cenderung meningkat rata-rata sebesar 13,16% per tahun dalam lima tahun terakhir dengan negara tujuan China, Japan, Republic of Korea, Singapore, Philippine, Slovenia, Italy, Malaysia, Netherlands, Germany, dan lainnya (ITC, 2019).

2.4 Potensi Produksi dan Penggunaan Serat Alam

Serat alam merupakan sumber bahan baku yang dapat diperbaharui, memiliki sifat fisik dan mekanik yang baik, dan ramah lingkungan karena mudah

terdegradasi serta mampu menyerap CO₂ cukup besar. Keunggulan serat non kayu dibandingkan dengan serat kayu adalah (1) dapat diturunkan dari tanaman tahunan, yang dapat ditumbuhkan sebagai bagian dari sistem ladang yang sudah ada serta luas tanam dapat disesuaikan dengan mudah terhadap perubahan permintaan, (2) kadar lignin rendah, (3) penggunaan bahan kimia dan buangan limbah berkurang, dan (4) penggunaan sumber daya hutan berkurang karena serat diekstraksi dari limbah pertanian, emisi karbon monoksida dan karbon dioksida dari pembakaran limbah pertanian berkurang. Selain memiliki berbagai keunggulan tersebut, serat alam juga memiliki beberapa kelemahan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

2.5 Kelayakan Usaha Serat Alam

Kelayakan Usaha Serat Alam Kajian kelayakan usaha budidaya serat alam dan penggunaan serat alam sebagai bahan baku industri di Indonesia sudah banyak dilakukan. Beberapa diantaranya adalah (1) usaha tani agave (sisal) di Indonesia cukup menjanjikan dengan B/C ratio 1,29, (2) usaha tani rami menguntungkan dengan RC ratio 1,34 (Subandi, 2007), dan (3) komposit polimer serat alam layak untuk interior mobil (Sulaiman dan Rahmat, 2018).

2.6 Plastik

Plastik adalah suatu polimer yang mempunyai sifat-sifat unik dan luar biasa. Polimer adalah suatu bahan yang terdiri dari unit molekul yang disebut monomer. Jika monomernya sejenis disebut homopolimer, dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan kopolimer. Polimer alam yang telah kita kenal antara lain : selulosa, protein, karet alam dan sejenisnya. Pada mulanya manusia menggunakan polimer alam hanya untuk membuat perkakas dan senjata, tetapi keadaan ini hanya bertahan hingga akhir abad 19 dan selanjutnya manusia mulai memodifikasi polimer menjadi plastik. (Iman, 2023)

Plastik yang pertama kali dibuat secara komersial adalah nitroselulosa. Material plastik telah berkembang pesat dan sekarang mempunyai peranan yang sangat penting dibidang elektronika, pertanian, tekstil, transportasi, furniture, konstruksi, kemasan kosmetik, mainan anak – anak dan produk – produk industri lainnya. Secara garis besar, plastik dapat dikelompokkan menjadi dua golongan,

yaitu : plastik thermoplast dan plastik thermoset. Plastik thermoplast adalah plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya panas. Yang termasuk plastik thermoplast antara lain : PE, PP, PS, ABS, SAN, nylon, PET, BPT, Polyacetal (POM), PC dll. Sedangkan plastik thermoset adalah plastik yang apabila telah mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali karena bangun polimernya berbentuk jaringan tiga dimensi. Yang termasuk plastic thermoset adalah : PU (*Poly Urethane*), UF (*Urea Formaldehyde*), MF (*Melamine Formaldehyde*), polyester, epoksi dll.

2.6.1 Polypropylene (Pp)

Polypropylene merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Propilena mempunyai specific gravity rendah dibandingkan dengan jenis plastik lain Polypropylene mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190 – 200°C), sedangkan titik kristalisasinya antara 130 – 135°C. Polypropylene mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (*hemical Resistance*) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (*impact strength*) nya rendah.

2.6.2 Polystirene (Ps)

Polistirene adalah hasil polimerisasi dari monomer-monomer stirena, dimana monomer stirena-nya didapat dari hasil proses dehidrogenisasi dari etil benzene (dengan bantuan katalis), sedangkan etil benzene-nya sendiri merupakan hasil reaksi antara etilena dengan benzene (dengan bantuan katalis). Sifat-sifat umum dari poli stirena :

1. Sifat mekanis Sifat-sifat mekanis yang menonjol dari bahan ini adalah kaku, keras, mempunyai bunyi seperti metallic bila dijatuhkan.
2. Ketahanan terhadap bahan kimia Ketahanan PS terhadap bahan-bahan kimia umumnya tidak sebaik ketahanan yang dipunyai oleh PP atau PE. PS larut dalam eter, hidrokarbon aromatic dan chlorinated hydrocarbon. PS juga mempunyai daya serap air yang rendah, dibawah 0,25 %.
3. Abrasion resistance PS mempunyai kekuatan permukaan relative lebih keras dibandingkan dengan jenis termoplastik yang lain. Meskipun demikian, bahan ini mudah tergores.

4. Transparansi Sifat optis dari PS adalah mempunyai derajat transparansi yang tinggi, dapat melalui semua panjang gelombang cahaya (A 90%). Disamping itu dapat memberikan kilauan yang baik yang tidak dipunyai oleh jenis plastik lain, dimana bahan ini mempunyai indeks refraksi 1,592.
5. Sifat elektrik Karena mempunyai sifat daya serap air yang rendah maka PS digunakan untuk keperluan alat-alat listrik. PS foil digunakan untuk *spacers*, *slot liners* dan *covering* dari kapasitor, koil dan keperluan radar.
6. Ketahanan panas PS mempunyai softening point rendah (90°C) sehingga PS tidak digunakan untuk pemakaian pada suhu tinggi, atau misalnya pada makanan yang panas. Suhu maksimum yang boleh dikenakan dalam pemakaian adalah 75°C . Disamping itu, PS mempunyai sifat konduktifitas panas yang rendah.

PS dibuat dalam berbagai grade yang dapat digunakan untuk membuat produk jadi. Pemilihan grade sangat penting dan disesuaikan dengan produk jadinya. Grade-grade PS yang umum dipakai adalah: *general purpose*, *light stabilized*, *heat resistance*, *Impact grade*. Polistirena dapat diproses dengan cara pengolahan yang umum digunakan untuk PP atau PE, yaitu: cetak injeksi, *extrusion*, *thermoforming*.

2.6.3 *Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)*

Acrylonitrile butadiene styrene (akrilonitril butadiene stirena, ABS) termasuk kelompok engineering thermoplastic yang berisi 3 monomer pembentuk. Akrilonitril bersifat tahan terhadap bahan kimia dan stabil terhadap panas. Butadiene memberi perbaikan terhadap sifat ketahanan pukul dan sifat liat (*toughness*). Sedangkan stirena menjamin kekakuan (*rigidity*) dan mudah diproses. Beberapa grade ABS ada juga yang mempunyai karakteristik yang bervariasi, dari kilap tinggi sampai rendah dan dari yang mempunyai *impact resistance* tinggi sampai rendah

ABS mempunyai sifat-sifat :

1. Tahan bahan kimia
2. Biaya proses rendah
3. Liat, keras, kaku

4. Dapat direkatkan
5. Tahan korosi
6. Dapat dielektroplating
7. Dapat didesain menjadi berbagai bentuk.
8. Memberi kilap permukaan yang baik

ABS dapat diproses dengan tehnik cetak injeksi, ekstrusi, *thermoforming*, cetak tiup, *roto moulding* dan cetak kompresi. ABS bersifat higroskopis, oleh karena itu harus dikeringkan dulu sebelum proses pelelehan.

2.6.4 Polyvinyl Chloride (PVC)

Polyvinyl chloride (polivinil klorida) merupakan hasil polimerisasi monomer vinil klorida dengan bantuan katalis. Pemilihan katalis tergantung pada jenis proses polimerisasi yang digunakan. Untuk mendapatkan produk-produk dari PVC digunakan beberapa proses pengolahan yaitu :

1. Calendering Produk akhir : *sheet, film, leather cloth* dan *floor covering*.
2. Ekstrusi Merupakan cara pengolahan PVC yang banyak digunakan karena dengan proses ini dapat dihasilkan bermacam-macam produk. 'Extruder head' dapat diganti dengan bermacam bentuk untuk menghasilkan : · *pipa, tube, building profile, sheet, floor covering dan monofilament*. · Isolasi kabel listrik dan telepon. Barang berongga dan blown film.
3. Cetak injeksi Produk yang diperoleh adalah : · sol sepatu, sepatu, sepatu boot *container, sleeve* (penguat leher baju), *valve. Fitting, electrical and engineering parts*.

2.6.5 Polyacetal Atau Polyoxymethylene (Pom)

Polyacetal (poliasetal) merupakan salah satu engineering plastic yang penting yang banyak digunakan di bidang teletronik, bangunan dan sector alat-alat tehnik. Ada 2 tipe poliasetal yaitu homopolimer dan kopolimer. Asetal homopolimer merupakan polimer kristalin yang dibuat dari formaldehida Resin ini secara tehnik disebut polioksi metilena (POM). Asetal homopolimer dapat dicampur daengan aditif seperti : antioksidan, lubrikan, filler, pewarna, UV stabilizer, dll.

Resin ini aslinya berwarna putih buram. Sifat-sifat umum resin asetat adalah:

1. *Strength* Tanpa adanya modifikasi, resin ini mempunyai kekuatan tarik, kekuatan kompresi dan ketahanan gesek yang tinggi. Resin ini halus dan deformasinya rendah jika diberi beban. Resin ini mempunyai batas lelah bengkakan (*flexural fatigue*) yang tinggi sehingga baik digunakan sebagai bahan baku pegas.
2. *Toughness* Resin ini umumnya liat, tahan pukul meskipun pada suhu rendah, kemulurannya pada suhu kamar mencapai 12% dan pada suhu yang lebih tinggi mencapai 18%.
3. *Thermal* Titik leleh homopolimer asetal lebih rendah dari pada engineering thermoplastic lainnya.
4. *Elektrikal* Sifat elektrikalnya dipengaruhi oleh kandungan uap air. Konstanta dielektrikalnya bervariasi dari frekwensi 10² -10⁶ Hz, dan *dielectric strength* nyatinggi.
5. *Chemical* Tahan terhadap bermacam-macam pelarut, eter, minyak pelumas, minyak, bensin, bahan baker dari methanol, dll.
6. *Friksi/umur pakai* Sifat pakai dan friksi baik karena permukaannya lebih keras dan koefisien gesekannya rendah.
7. *Flameability* Resin asetal homopolimer ini merupakan material yang terbakar pelan-pelan dan berasap sedikit.
8. *Stabilants* dimensi Karena asetal menyerap sangat sedikit uap air, maka perubahan dimensinya pun sangat kecil.

2.6.6 Polycarbonate (Pc)

Polycarbonate (polikarbonat) merupakan engineering plastic yang dibuat dari reaksi kondensasi *bisphenol A* dengan fosgen (*phosgene*) dalam media alkali. Polikarbonat mempunyai sifat-sifat : jernih seperti air, impact strengthnya sangat bagus, ketahanan terhadap pengaruh cuaca bagus, suhu penggunaannya tinggi, mudah diproses, flameabilitasnya rendah. Untuk menghasilkan produk – produknya melalui proses dengan tehnik pengolahan thermoplastic pada umumnya, yaitu: cetak injeksi, ekstruksi, cetak tiup, dan structural foam moulding. Sheet

polikarbonat dapat diproses dengan tehnik thermoforming menggunakan tekanan maupun vakum. Pc juga dapat dikenai proses finishing meliputi pelarut dan *adhesive bonding*, pengecatan, printing, hot-stamping, ultrasonic welding, dll. Penggunaan Pc di berbagai sector sangat luas, antara lain:

1. Sektor otomotif. Pc memberi performance tinggi pada lensa lampu depan/belakang. Pc 'opaque grade' digunakan untuk rumah lampu dan komponen elektrik. '*Glass reinforced grade*' digunakan untuk grill.
2. Sektor makanan, Pc digunakan untuk tempat minuman, mangkuk pengolah makanan, alat makan/minum, alat masak microwave, dll, khususnya yang memerlukan produk yang jernih.
3. Bidang medis : filter housing, tubing connector, peralatan operasi yang harus disterilisasai.
4. Industri elektrik. Pc digunakan untuk membuat konektor, pemutus arus, tutup baterai, '*light concentrating panels*' untuk display kristal cair, dll
5. Alat/mesin bisnis. Pc dapat digunakan untuk membuat : rumah dan komponen bagian dalam dari printer, mesin fotokopi, konektor telepon, dll.

2.6.7 Poliamida (Nylon)

Nylon merupakan istilah yang digunakan terhadap poliamida yang mempunyai sifat-sifat dapat dibentuk serat, film dan plastic. Struktur nylon ditunjukkan oleh gugus amida yang berkaitan dengan unit hidrokarbon ulangan yang panjangnya berbeda-beda dalam suatu polimer.

Sifat-sifat nylon adalah :

1. Secara umum nylon bersifat keras, berwarna cream, sedikit tembus cahaya.
2. Berat molekul nylon bervariasi dari 11.000-34.000
3. Nylon merupakan polimer semi kristalin dengan titik leleh 350-570° F. titik leleh erat kaitannya dengan jumlah atom karbon. Jumlah atom karbon makin besar, konsentrasi amida makin kecil, titik lelehnyapun menurun.
4. Sedikit higroskopis : oleh karena itu perlu dikeringkan sebelum dipakai, karena sifat mekanis maupun elektriknya dipengaruhi juga oleh kelembaban relative dari admosfir.

5. Tahan terhadap *solvent organic* seperti *alcohol, eter, aseton, petroleum eter, benzene, CCl₄* maupun *xylene*.
6. Dapat bereaksi dengan phenol, formaldehida, alcohol, benzene panas dan nitrobenzene panas.

2.6.8 HDPE (*High-density polyethylene*)

HDPE (*High Density Polyethylene*) HDPE merupakan polietilena dengan jumlah rantai cabang yang lebih sedikit dibandingkan dengan PE (*Polyethylene*). Rantai cabang yang lebih sedikit ini membuat plastik HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Ikatan hidrogen antar molekul yang berada pada plastik ini juga berperan dalam menentukan titik leleh plastik (Muhammad Ikhwan, 2022). HDPE memiliki titik leleh yang cukup tinggi, oleh karena sifatnya ini HDPE sering digunakan pada kemasan untuk botol susu, *tupperware*, galon air minum, kursi lipat, kemasan deterjen, dan kemasan susu. Biji Plastik HDPE dapat dilihat pada Gambar 2.3

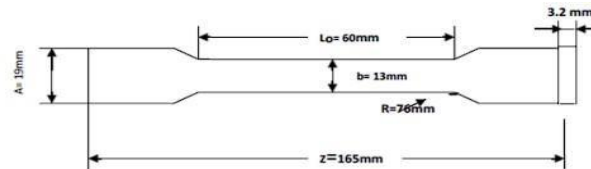


Gambar 2.3 Biji Plastik HDPE (Sumber : Muhammad Ikhwan, 2022)

2.7 Uji Tarik

Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material (Salindeho, 2018). Dari pengujian ini dapat diketahui sifat mekanik material yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa. Kekuatan tarik (*tensile strength*) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh material benda uji sebelum patah atau rusak, besarnya beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji. Adapun pengujian tarik diambil berdasarkan spesimen yang mengalami kerusakan dengan kondisi pengujian statis dan hasil yang didapat berupa kekuatan tarik. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari bahan

komposit. Pengujian dilakukan dengan mesin uji “Universal Testing Machine”. Spesimen pengujian tarik dibentuk menurut standar ASTM D 638 yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.4 Spesimen ASTM D 638

Secara umum prinsip kerja pengujian tarik adalah menarik sebuah spesimen dengan alat penarik yang dilengkapi alat pencatat data, sampai spesimen tersebut putus. Pencatatan data dilakukan mulai spesimen ditarik sampai spesimen tersebut putus.



Gambar 2.5 Mesin Uji Tarik Sumber : PT. Geotek Saintifik Indonesia

Uji tarik digunakan untuk menguji kekuatan bahan komposit dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Dari pengujian tarik ini kita dapat mengetahui beberapa sifat mekanik material yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa. Persamaan yang linear hubungan antara tegangan dan regangan dapat dilihat pada persamaan dibawah ini:

1. Rumus tegangan :

$$\sigma = F/A \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Rumus regangan :

$$\varepsilon = \Delta L/L_0 \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

3. Rumus modulus elastisitas :

$$E = \sigma/\varepsilon \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

σ : Tegangan (MPa)

F : Gaya (N)

A : Luas Permukaan (mm²)

ε : Regangan (mm)

ΔL : Pertambahan Panjang (mm)

L_0 : Panjang Awal (mm)

E : Modulus Elastisitas (MPa)

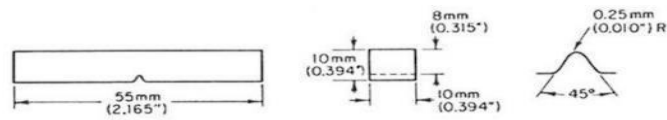
2.8 Uji *Impact*

Ketangguhan komposit dapat diketahui dengan menggunakan uji impa (*impact test*). Uji ini bertujuan untuk mengukur ketangguhan atau kemampuan suatu bahan dalam menyerap energi sebelum patah (*toughness*). Pengujian impak dilakukan terhadap spesimen batang uji yang standart. Bahan yang akan diuji mulamulanya dibuat menjadi batang uji dengan bentuk sesuai standart tertentu. Pada bagian tengah batang uji merupakan bagian yang menerima tegangan.

Uji *impact* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, serta keuletan material. Oleh karena itu uji *impact* banyak digunakan dalam bidang menguji sifat mekanik yang dimiliki oleh suatu material tersebut (Wardani, 2017).

Uji *impact* memiliki metode pengujian yaitu *impact charpy*. Prinsip uji *impact charpy* bertujuan untuk mengetahui tingkat ketahanan atau keuletan

suatu bahan dan pengujian yang dilakukan pada mesin menurut ASTM D 256 - 03. Dapat dilihat pada Gambar 2.7 dibawah ini :



Gambar 2.7 Spesimen Uji *Impact* Sumber : (Sutrisno & Azmal, 2020)

Tenaga pematahnya yaitu pendulum yang diangkat dengan sudut kurang dari 150°C , sehingga terdapat energi potensial. Untuk menghitung energi yang diserap material dapat dihitung dengan persamaan energi potensial sebagai berikut:

1. Tenaga patah dapat dicari dengan rumus :

$$(W) = m \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha) \dots \dots \dots (2.4)$$

2. Harga Impak :

$$W/A = \dots \dots \dots 2.6)$$

Keterangan : W : Tenaga patah (J)

α : Sudut saat palu akan dilepaskan tanpa benda uji

β : Sudut dibentuk palu setelah benda uji patah

G : Berat palu (kg)

R : Jarak titik putar sampai titik berat palu (m)

A : Luas patahan benda uji (mm^2)

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu bertujuan untuk mendapatkan bahan perbandingan dan acuan. Selain itu juga untuk menghindari anggapan kesamaan dengan penelitian ini. Maka dalam landasan teori ini penenliti mencantumkan hasil – hasil penelitian terdahulu sebagai berikut

1. (Achmad Kusairi Samlawi, Yulian Firmana Arifin, Pandu Yuda Permana 2017)

Judul penelitian ini adalah “Pembuatan Dan Karakterisasi Material

Komposit Serat Ijuk (Arenga Pinnata) Sebagai Bahan Baku *Cover Body* Sepeda Motor” Adapun variabel pada penelitian ini adalah komposisi fraksi massa serat ijuk dan resin polyester adalah 30%;70%, 40%:60% dan 50%:50%. Hasil penelitian sebagai berikut :

- a. Hasil pengujian *Impact* menunjukkan semua komposisi fraksi massa mempunyai nilai Energi *impact* diatas nilai Energi *impact Cover Body* Sepeda Motor Merk X yang digunakan sebagai material pembanding.
- b. Pengujian Tarik menunjukkan semua komposisi fraksi massa mempunyai prosentase pertambahan panjang diatas prosentase material pembanding, komposisi fraksi massa 50%:50% menghasilkan nilai energi *impact* tertinggi sebesar 198,75 Joule/cm² merupakan nilai kekuatan tarik yang paling mendekati nilai kekuatan tarik material pembanding sebesar 30,24 MPa, serta menghasilkan nilai elongasi tertinggi sebesar 4,02%.
- c. Material komposit serat ijuk (arenga pinnata) dengan komposisi fraksi massa 50%:50% layak untuk dijadikan bahan alternatif *Cover Body* Sepeda Motor.

2. (Ilham, Bakri, Ramang Magga 2019)

Judul penelitian ini adalah “Sifat Kuat Tarik Material Komposit *Hybrid* Berpenguat Serat Ijuk Dan Sabut Kelapa Dengan Orientasi Serat Acak” Adapun variable pada penelitian ini adalah Bahan penyusun komposit yang digunakan adalah serat sabut kelapa yang mengalami perendaman NaOH 5% selama 24 jam dan serat ijuk tanpa perlakuan. Dengan fraksi volume serat ijuk dan serat sabut kelapa 30%:0%, 10%:20%, 15%:15%, 20%:10% dan 0%:30%. Komposit hibrid yang telah dicetak kemudian dibentuk menjadi spesimen uji tarik dengan standar ASTM D 638-02. Hasil dari penelitian ini sebagai berikut:

Hasil pengujian kekuatan tarik tertinggi pada fraksi volume serat ijuk dan serat sabut kelapa 15%:15%, yaitu 23,48 MPa. Kemudian kekuatan tarik terendah 0%:30% yaitu 17,19 MPa. Regangan tarik tertinggi pada fraksi volume serat ijuk dan serat sabut kelapa 15%:15%, yaitu 23,48 MPa. Kemudian kekuatan tarik terendah 0%:30% yaitu 17,19 MPa. Regangan tarik

tertinggi pada fraksi volume 20%:10% yaitu 31,49%. Kemudian regangan tarik terendah 30%:0% yaitu 27,38%. Modulus elastisitas tertinggi pada fraksi volume 30%:0% yaitu 76,14 MPa. Kemudian modulus elastisitas terendah 0%:30% yaitu 55,33 MPa. Hasil foto makro disetiap variasi serat ijuk dan serat sabut kelapa cenderung menunjukkan pada patah getas atau *brittle* serta mengalami *fiber pull out*.

3. (Benny Sinaga, Charles S.P Manurung, Richard A.M Napitupulu, Miduk Tampubolon, Suriady Sihombing 2022)

Analisa Kekuatan Tarik dan Kekerasan Komposit Resin Polyester yang Diperkuat dengan Serat Pohon Aren (Ijuk) dengan Variasi Acak, Lurus dan Terputus-Putus Pendek. Variable pada penelitian ini adalah ukuran seratnya yaitu sebagai berikut

- a. Acak 15 mm²
- b. Memanjang 200 mm²
- c. Pendek - pendek 20 mm²

Adapun hasil dari penelitian tersebut adalah : Dari hasil pengujian uji tarik dan uji keras, didapatkan kekuatan uji tarik dan kekerasan yang paling tinggi adalah dari komposit dengan susunan acak yaitu (P) = 251,721 Kg, (= 241.886,6mm, (= 1.723,8 Kg/mm², (= 3.447 Kg/mm, (= 3.149.1 dan angka kekerasan 7,462745 kg/m m².

4. (Achmad Kusairi Samlawi, Yulian Firmana Arifin, Pandu Yuda Permana 2017).

Pembuatan Dan Karakterisasi Material Komposit Serat Ijuk (Arenga Pinnata) Sebagai Bahan Baku *Cover Body* Sepeda Motor. Variabel pada penelitian ini adalah fraksi massa serat ijuk dan resin polyester adalah 30%;70%, 40%:60% dan 50%:50% dengan orientasi sudut serat : 0;0;0;0.

Hasil pengujian *Impact* menunjukkan semua komposisi fraksi massa mempunyai nilai Energi *impact* diatas, nilai Energi *impact Cover Body* Sepeda Motor Merk X yang digunakan sebagai material pembanding.

Pengujian Tarik menunjukkan semua komposisi fraksi massa mempunyai persentase pertambahan panjang diatas persentase material

pembandingan, komposisi fraksi massa 50%:50% menghasilkan nilai energi *impact* tertinggi sebesar 198,75 Joule/cm² merupakan nilai kekuatan tarik yang paling mendekati nilai kekuatan tarik material pembandingan sebesar 30,24 MPa, serta menghasilkan nilai elongasi tertinggi sebesar 4,02%. Material komposit serat ijuk (arengapinnata) dengan komposisi fraksi massa 50%:50% layak untuk dijadikan bahan alternatif *Cover Body* Sepeda Motor.

5. Bambang Margono, Haikal, Lujeng Widodo (2020).

Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Plastik HDPE Berpenguat Serat Ampas Tebu Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Bending. Variabel pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. HDPE : Serat = 60% : 40%
- b. HDPE : Serat = 50% : 50%
- c. HDPE : Serat = 40% : 60%

Nilai kekuatan tarik rata-rata yang paling optimal dari komposit plastik HDPE berpenguat serat ampas tebu didapat pada variasi fraksi volume HDPE 60% dan serat ampas tebu 40% sebesar 15.5 MPa. Sedangkan kekuatan bending rata-rata yang paling optimal juga didapat pada variasi fraksi volume HDPE 60% dan serat ampas tebu 40% sebesar 16.8 MPa.

Peningkatan persentase dari serat ampas tebu sebagai *reinforced* dari komposit berdampak terhadap penurunan kualitas sifat mekanik. Kerusakan berupa *pullout* terjadi pada variasi fraksi volume HDPE dengan serat ampas tebu dengan perbandingan 50% : 50% dan 40% : 60%.

6. (Rahmat Doni Widodo 2021).

Kekuatan Tarik Dan Bending komposit Berpenguat Serat, Arengga Pinnata, bermatriks epoksi berbasis Fraksi Volume dan Orientasi Serat. Variasi fraksi volume yang digunakan antara resin epoksi : serat ijuk aren adalah 70% : 30% (varian 1) dan 60% : 40% (varian 2).

Kekuatan tarik dari material komposit berpenguat serat ijuk dan bermatriks epoksi sangat dipengaruhi oleh penambahan komposisi serat ijuk berdasarkan fraksi volume dan orientasi serat ijuk, dimana didapatkan hasil bahwa nilai tertinggi tegangan tariknya sebesar 56.99 MPa dan modulus elastisitas

tariknya sebesar 1.914 GPa pada spesimen varian 2 dengan orientasi serat ijuk 0° .

Nilai Kekuatan bending juga dipengaruhi oleh penambahan komposisi serat ijuk berdasarkan fraksi volume dan orientasi serat ijuk dalam sistem material komposit bermatriks epoksi, dimana pada spesimen varian 2 dengan orientasi serat ijuk 0° menghasilkan nilai tegangan dan modulus bending tertinggi yakni secara berturut-turut sebesar 85 MPa dan 3.89 GPa.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Material dan Laboratorium Teknik Mesin Universitas Malikussaleh. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan dimulai dari persiapan alat dan bahan, persiapan pengujian pada sampel serta pengambilan data pada pengujian. Dari keseluruhan penelitian ini dilaksanakan mulai November 2023 sampai Januari 2024.

3.2 Alat dan Bahan

Berikut alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Cetakan 15 x 17 x 0,2 cm.
2. Mesin pres panas (*hydraulic test press*)
3. Timbangan Digital
4. Kuas
5. Mesin uji tarik
6. Mesin uji impact
7. Alat bantu lainnya yaitu sarung tangan, pinset, penggaris, cutter, gunting, dan pengaduk

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Biji plastik HDPE
2. Serat ijuk
3. wax

3.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara beberapa pengujian, dengan membuat komposit untuk pengujian. variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah :

3.3.1 Variabel Tetap

1. Biji Plastik HDPE
2. Serat Ijuk Aren
3. Cetakan (15 x 17x 0,2) cm
4. Waktu pengepresan 10 menit
5. Suhu press 160°C
6. Tekanan press 1 Psi

3.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan pada penelitian adalah perbandingan fraksi volume serat ijuk aren dan biji plastik HDPE dengan variasi yang terdapat pada tabel 3.1.

3.3.3 Variabel Terikat

Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Uji Tarik
2. *Uji Impact*

3.4 Prosedur Kerja

Adapun prosedur kerja pada penelitian ini terbagi menjadi beberapa proses yaitu:

3.4.1 Pembuatan Komposit

Berikut adalah proses pengolahan komposit

1. Penjemuran serat ijuk selama 3 hari
2. Peleburan HDPE menggunakan mesin *extrud*
3. Selanjutnya bahan disusun ke dalam cetakan dengan metode *sandwich* (HDPE, serat ijuk, HDPE)
4. Kemudian di press menggunakan alat mesin *press* panas dengan suhu 160°C dan tekanan 1 Psi selama 10 menit.
5. Setelah itu keluarkan cetakan dari mesin press kemudian tunggu sampai cetakan sampai sesuai suhu ruang.

3.5 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni dan bersifat laboratories yang mengarah pada studi sifat mekanik dan morfologi komposit berbahan dasar plastik HDPE dan serta ijuk aren. Penelitian yang mengambil data dan menentukan variabel serta diukur dengan untuk menganalisa. Metode pembuatan komposit menggunakan mesin press yang merupakan pembuatan komposit dengan metode lapisan dimana lapisan tersebut berisi matriks dan filler

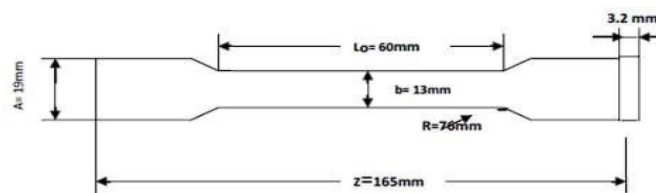
3.6 Tahap Pengujian Komposit

Tahap-tahap pengujian komposit yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah:

3.6.1 Uji Tarik

Bagian spesimen komposit yang telah dicetak sesuai dengan ASTM D-638 tipe IV dipasangkan pada alat uji tarik Setelah spesimen ditarik maka akan didapatkan angka kuat tarik pada monitor alat uji tersebut, masukkan ke dalam rumus (persamaan 6) untuk mendapatkan nilai kuat tarik dan (persamaan 7) untuk mendapatkan nilai kerenggangan.

Cetakan spesimen uji tarik menggunakan ASTM D-638 tipe IV yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Standar ASTM D-638 Tipe IV

3.6.2 Uji Impact

Prinsip dasar pengujian impact adalah ayunan beban yang dikenakan pada benda uji atau spesimen. Energi yang diperlukan untuk mematahkan benda uji atau spesimen dihitung langsung dari perbedaan energi potensial pendulum pada awal dijatuhkan dan akhir setelah menabrak benda uji atau spesimen. Untuk memastikan bagian spesimen yang patah, perlu dibuat takikan pada spesimen. Pengukuran benda uji atau spesimen menggunakan metode impact *charpy*.

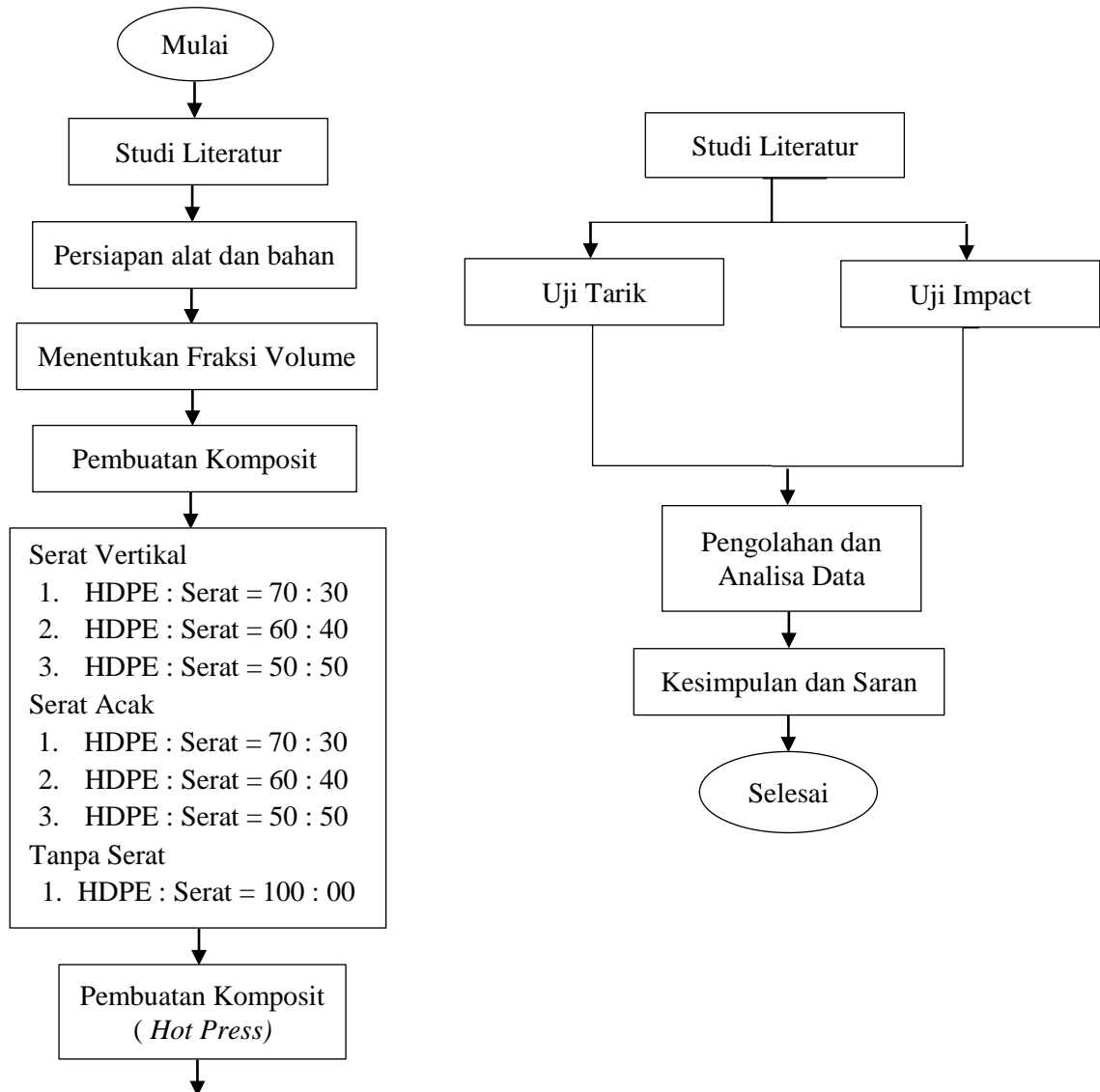
3.7 Rancangan Penelitian

Adapun data gram (gr) dalam pembuatan spesimen dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

No	Arah Serat	Limbah HDPE : Serat Ijuk	Pengujian	
			Uji Tarik	Uji Impak
1	Vertikal	70 : 30		
2		60 : 40		
3		50 : 50		
5	Acak	70 : 30		
6		60 : 40		
7		50 : 50		
9	Tanpa Serat	100 : 0		

3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.9 Jadwal Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan setelah mendapat persetujuan pembimbing, dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan Ke				
		1	2	3	4	5
1	Studi Literatur					
2	Pembuatan Proposal					
3	Seminar Proposal					
4	Pembuatan Komposit					
5	Pengujian Dan Pengambilan Data					
6	Pembuatan Laporan Hasil					
7	Seminar Hasil					
8	Sidang Skripsi					

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Sifat mekanik merupakan salah satu sifat yang menyatakan kemampuan untuk menerima beban, gaya atau energi. Sifat mekanik bahan merefleksikan hubungan antara beban, energi dan yang diterima suatu material dengan reaksi yang diberikan atau deformasi yang akan terjadi. Sifat mekanik bahan terbagi atas beberapa sifat diantaranya yaitu kekuatan (*strength*), kekakuan (*stiffness*), kekenyalan (*elasticity*), kekerasan (*hardness*), kelelahan (*fatigue*), ketangguhan (*toughness*), plastisitas (*plasticity*) dan keretakan-merangkak (*creep-crack*).

Penelitian ini dilakukan beberapa pengujian diantaranya adalah pengujian benturan (*impact*) dan pengujian tarik (*tensile strength*) Komposit yang digunakan adalah komposit yang terbuat dari limbah *High Density Polyethylene* (HDPE) dan serat ijuk, perbandingan masing-masing serat *vertical* (HDPE : serat, 70 : 30, 60 : 40 dan 50 : 50), serat acak (HDPE : serat, 70 : 30, 60 : 40 dan 50 : 50) dan tanpa serat (HDPE : serat, 100 : 0)

4.1.1 Uji Tarik

Uji kekuatan tarik (*tensile strength*) merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat mekanis material komposit sebagai material uji pada penelitian ini. Dengan menarik suatu material, kita akan mengetahui bagaimana material tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan sejauh mana material itu bertambah panjang. Salah satu sifat mekanik yang sangat penting dan dominan dalam suatu perancangan konstruksi dan proses manufaktur adalah kekuatan tarik.

Kuat tarik juga merupakan salah satu sifat yang penting untuk menggambarkan kinerja mekanik suatu material. Berdasarkan pengujian kekuatan tarik, akan didapatkan besarnya nilai kekuatan tarik, elastisitas dan ketangguhan material.

Hasil yang diperoleh dari pengujian uji tarik pada penelitian yang telah dilakukan pada material komposit *hybrid* campuran limbah *High Density Polyethylene* (HDPE) dan serat ijuk yaitu terdapat pada tabel pada di bawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Uji Tarik Pada Komposit

Fraksi Volume (%)	Posisi Serat	Tegangan Tarik (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
HDPE : Serat 70 : 30	Vertikal	16,588	0,02292	723,73
HDPE : Serat 60 : 40		13,917	0,01262	1.102,77
HDPE : Serat 50 : 50		11,947	0,014623	817,000
HDPE : Serat 70 : 30	Acak	11,853	0,022598	524,515
HDPE : Serat 60 : 40		8,2762	0,012626	655,488
HDPE : Serat 50 : 50		11,63	0,01329	875,094
HDPE : Serat 100 : 0	Tanpa Serat	11,481	0,05217	220,069

4.1.2 Uji Kekuatan *Impact*

Pengujian *impact* merupakan salah satu sifat penting untuk menggambarkan kinerja mekanik dari suatu material komposit. Prinsip pada pengujian ini adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi atau patah. Dengan menggunakan pengujian *impact* akan didapatkan besarnya kekuatan, kekerasan serta keuletan yang dialami sebuah material.

Metode yang digunakan dalam pengujian ini yaitu metode *charpy*. Metode ini menunjukkan untuk mempelajari pola patahan spesimen komposit sehingga

diketahui spesimen tersebut memiliki patah getas (*brittle fracture*) atau patah ulet (*ductile fracture*) atau kombinasi dari keduanya. *Granular fracture* atau *cleavage fracture* yaitu permukaan patah getas berkilat dan berbutir sedangkan patah ulet tampak lebih buram dan berserabut atau disebut juga *fibrous fracture* atau *shear fracture*.

Hasil yang diperoleh dari pengujian impact pada penelitian yang telah dilakukan pada material komposit campuran limbah *High Density Polyethylene* (HDPE) dan serat ijuk dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.2 Hasil Uji Impact Pada Komposit

Fraksi Volume (%)	Posisi Serat	Degree		Tenaga Patah (joule)	Harga Keuletan (joule/mm ²)
		α	β		
HDPE : Serat 70 : 30	Vertikal	160	150	6,86	0,07
HDPE : Serat 60 : 40		160	148	8,53	0,09
HDPE : Serat 50 : 50		160	149	7,68	0,08
HDPE : Serat 70 : 30	Acak	160	152	5,28	0,05
HDPE : Serat 60 : 40		160	153	4,53	0,05
HDPE : Serat 50 : 50		160	150	6,86	0,07
HDPE : Serat 100 : 0	Tanpa Serat	160	151	6,06	0,06

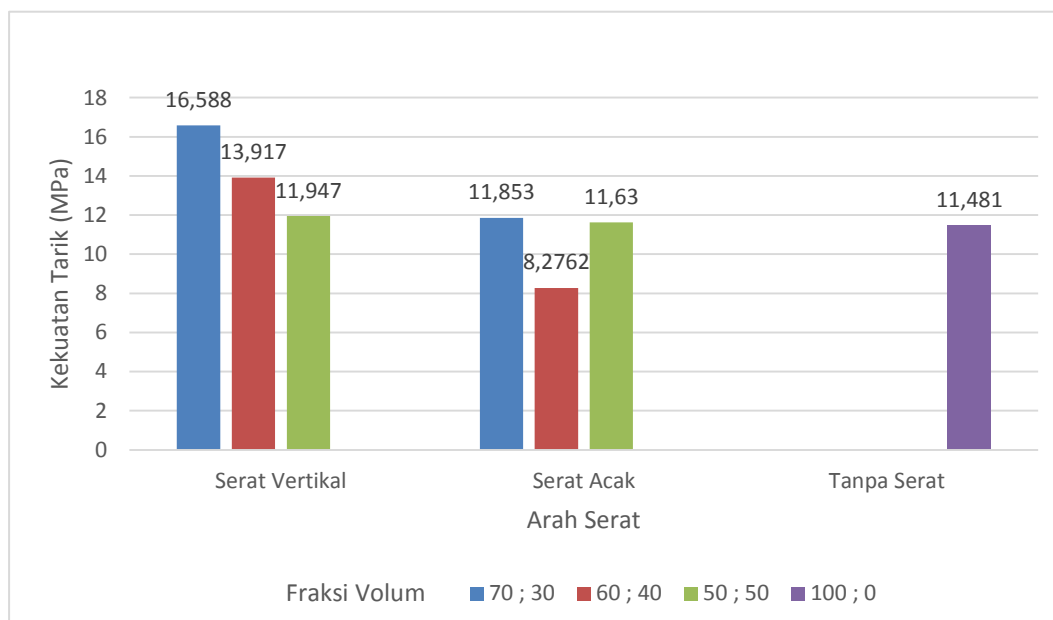
4.2 Pembahasan

4.2.1 Hasil Uji Tarik

Data yang tercantum pada Tabel 4.1 dapat divisualisasikan dalam bentuk diagram batang. Hal ini dilakukan agar perbandingan perbedaan parameter kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas dari hasil uji tarik dari 7 sampel penelitian yang diuji dapat diamati dengan mudah.

1. Kekuatan Tarik

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai kuat tarik yang diperoleh berkisar antara 8,27 MPa sampai dengan 16,58 MPa. Diagram batang untuk perbandingan kekuatan tarik dapat dilihat pada Gambar 4.1.



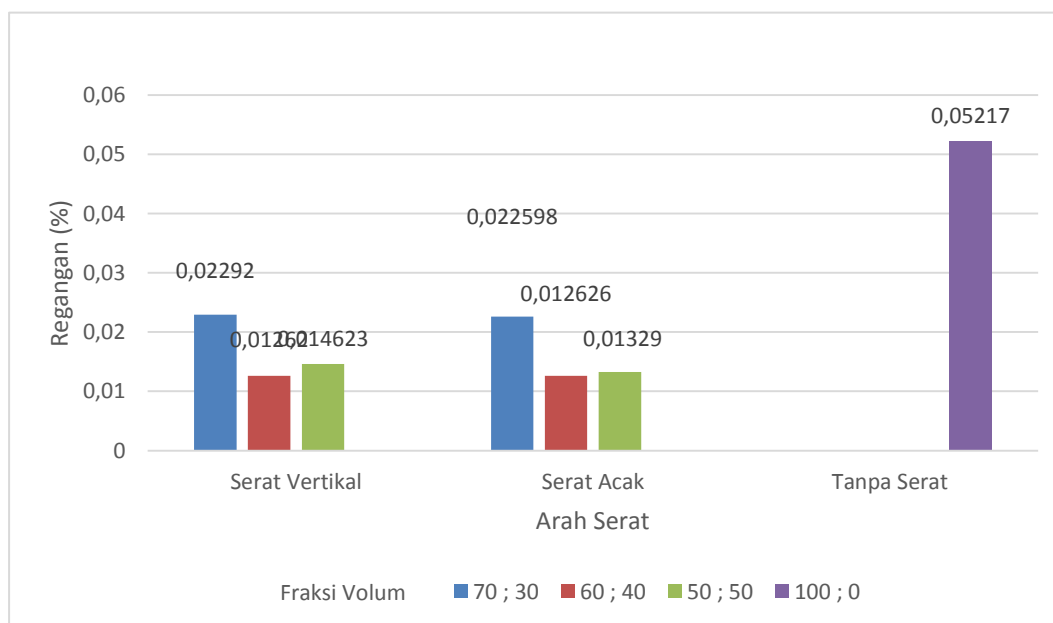
Gambar 4.1 Diagram Batang Perbandingan Kekuatan Tarik dari Hasil Uji Tarik

Menunjukkan nilai terendah kekuatan tarik pada sampel dengan arah serat acak dengan komposisi HDPE : serat, 60 : 40 sebesar 8,2762 MPa, sedangkan nilai kekuatan Tarik tertinggi terdapat pada sampel dengan arah serat vertikal dengan komposisi HDPE : serat, 70 : 30 sebesar 16,588 MPa. Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai kekuatan Tarik dipengaruhi oleh serat terutama pada arahnya sampel dengan arah serat vertikal memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan sampel dengan arah serat acak dan tanpa serat, karena penyusunan searah kekuatan tariknya akan maksimal karena seratnya lebih

panjang (Agus Sabarudin 2019).

2. Regangan

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai regangan/ elongasi yang diperoleh berkisar antara 0,01262 % sampai dengan 0,05217 %. Diagram batang untuk perbandingan regangan/ elongasi dapat dilihat pada Gambar 4.2.



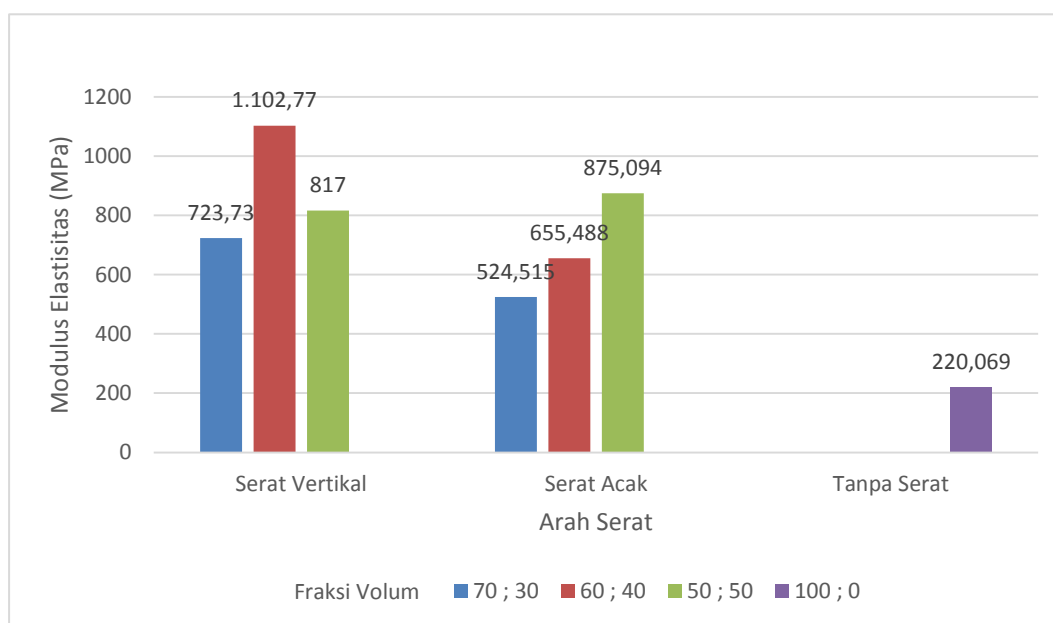
Gambar 4.2 Diagram Batang Perbandingan Regangan dari Hasil Uji Tarik

Menunjukkan nilai terendah regangan pada sampel dengan arah serat acak dengan komposisi HDPE : serat, 60 : 40 sebesar 0,01262% dan arah serat vertikal dengan komposisi HDPE : serat, 60 : 40 sebesar 0,01262%, sedangkan nilai kekuatan Tarik tertinggi terdapat pada sampel yang tanpa serat dengan komposisi HDPE : serat, 100 : 0 sebesar 0,05217%. Serat sangat memengaruhi pada nilai regangan dengan seiring bertambahnya serat akan terjadinya kekauan pada komposit. Pertambahan kekuatan tarik seiring bertambahnya fraksi volume serat disebabkan karena serat merupakan unsur yang berfungsi sebagai penahan beban sehingga semakin banyak kandungan serat dalam komposit akan berpotensi memberikan dukungan yang lebih pada komposit untuk menahan beban. Semakin meningkatnya kekuatan tarik ini, karena didukung oleh adanya ikatan yang baik antara serat dan matrik. Pada saat pembebanan berlangsung, beban terdistribusi

secara merata pada seluruh permukaan serat sehingga setiap serat menanggung beban yang sama. Semakin tinggi fraksi volume serat maka tegangan tarik dan regangan tarik material komposit semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Wicaksono et al., 2021)

3. Modulus elastis

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai modulus elastis yang diperoleh berkisar antara 220,069 MPa sampai dengan 1.102,77 MPa. Diagram batang untuk perbandingan modulus elastis dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Diagram Batang Perbandingan Modulus Elastisitas dari Hasil Uji Tarik

Menunjukkan nilai terendah modulus elastisitas pada sampel tanpa serat dengan komposisi HDPE : serat, 100 : 0 sebesar 220,069 MPa, sedangkan nilai kekuatan Tarik tertinggi terdapat pada sampel dengan arah serat vertikal dengan komposisi HDPE : serat, 60 : 40 sebesar 1.102,77 MPa

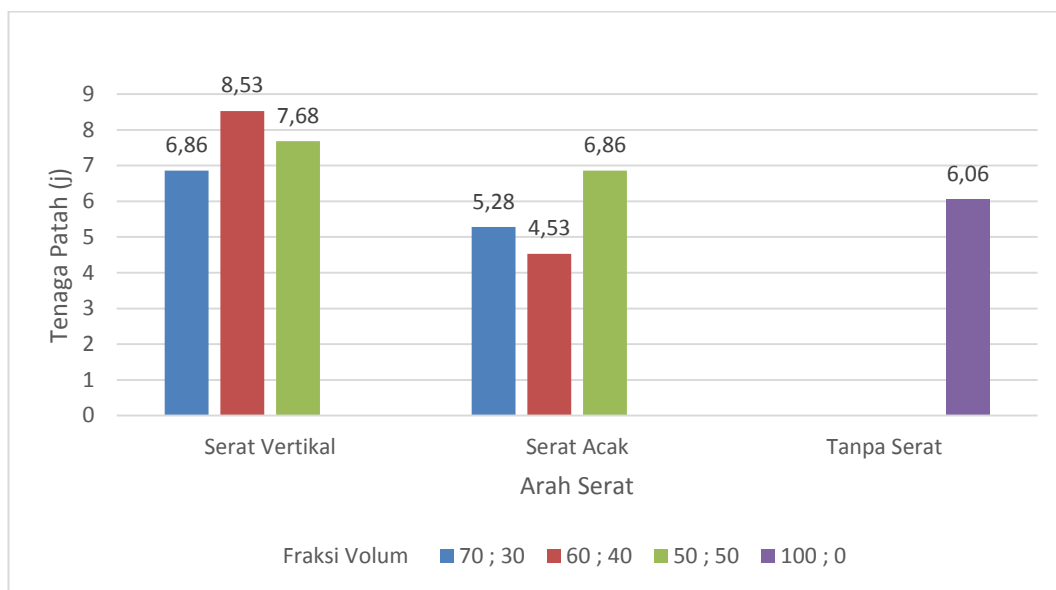
Pada dasarnya, modulus elastisitas berbanding lurus dengan kekuatan tarik, namun berbanding terbalik dengan regangan. Semakin tinggi nilai modulus elastisitasnya, semakin tinggi pula kekuatan tariknya dan semakin rendah nilai regangannya. Sebaliknya, semakin rendah modulus elastisitas, semakin rendah

pula kekuatan tariknya dan semakin tinggi nilai regangannya. Material dengan nilai modulus elastisitas yang tinggi bersifat kaku dan mudah patah, sedangkan material dengan nilai modulus elastisitas yang rendah bersifat lentur dan tidak mudah patah. Akan tetapi, kondisi dapat berubah disebabkan modulus elastisitas dipengaruhi oleh proses ekstrusi dan fraksi volume.

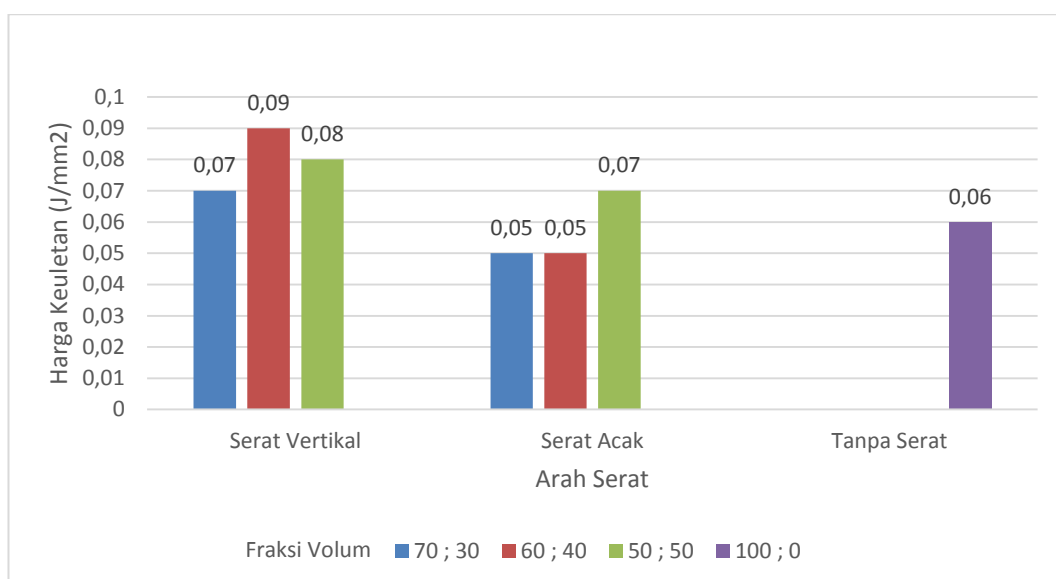
Peningkatan nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas disebabkan oleh banyaknya ikatan antara matrik dengan filler, yang terbentuk ikatan tersebut menunjukkan kekuatan tarik yang lebih besar. Hal ini disebabkan karena serat sabut kelapa memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan resin polyester. Sehingga akan memperbaiki sifat mekanik komposit yang terbentuk. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (I. Astika et al., 2013) yang membuat tentang sifat mekanik komposit polyester dengan penguat serat sabut kelapa, bahwa peningkatan kekuatan tarik ini disebabkan karena dengan jumlah serat yang semakin banyak maka penguat dalam komposit tersebut akan semakin besar sehingga akan dapat menerima beban tarik yang semakin besar pula. Pada deskripsi diatas menunjukkan bahwa semakin banyak fiber akan meningkatkan nilai sifat mekanik.

4.2.2 Hasil Uji *Impact*

Ketangguhan suatu komposit dapat diketahui dengan menggunakan uji *impact*, yaitu dengan cara mengukur ketangguhan atau kemampuan suatu material komposit dalam menyerap energi sebelum patah (*toughness*). Visualisasi perbandingan nilai tenaga patah dari hasil uji impak pada 7 sampel disajikan pada Gambar 4.4, sedangkan perbandingan nilai harga keuletan dari hasil uji *impact* disajikan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Diagram Batang Perbandingan Energi Impact dari Hasil Uji *Impact*



Gambar 4.5 Diagram Batang Perbandingan Harga Impact dari Hasil Uji *Impact*

Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 memperlihatkan bahwa nilai tenaga patah tertinggi sebesar 8,53 J dengan harga *impact* sebesar 0,09 J/mm² dimiliki oleh sampel dengan arah serat vertikal dan komposisi HDPE : serat, 60 : 40. Pada dasarnya, semakin besar volume *filler* yang digunakan dalam pembuatan komposit, semakin kecil pula volume matriks yang digunakan dalam pembuatan

komposit Hal ini berdampak kepada kekuatan *impact* komposit yang akan semakin berkurang karena adanya celah udara. Akan tetapi, hal tersebut bisa diatasi dengan memberikan penambahan volume filler pada komposit untuk menutupi kekurangan volume matriks dengan syarat ikatan antara filler dan matriks juga harus baik, sehingga akan menghasilkan kekuatan *impact* yang baik pula.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan perhitungan data yang diperoleh dari hasil uji yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan uji tarik pada komposit campuran limbah HDPE dengan serat ijuk didapat nilai tegangan tarik sebesar 8,2762 - 16,588 MPa, regangan 0,012626 - 0,05217% dan nilai elastisitas 220,069 – 1.102,77 MPa.
2. Setelah dilakukan uji *impact* pada komposit campuran limbah HDPE dengan serat ijuk didapat nilai tenaga patah sebesar 4,53 - 8,53Joule dan nilai harga keuletan 0,05 - 0,09.
3. Setelah dilakukan pengujian uji Tarik dan uji *impact* Komposit serat ijuk dan HDPE dengan arah serat vertikal memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan komposit yang menggunakan arah serat acak dan tanpa serat. Hal ini disebabkan oleh arah serat yang searah.

5.2 Saran

Hal-hal yang perlu diperhatikan saat penelitian adalah sebagai berikut :

1. Diharapkan pada saat pembuatan komposit perlu diperhatikan proses pencampuran bahan agar bahan dapat tercampur merata secara keseluruhan sehingga mendapatkan hasil komposit yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus sabarudin, SMB Respati. (2019). Pengaruh Arah Serat Pada Serat Ampas Tebu Polymer Composites. Universitas Wahid Hasyim. Semarang.
- Astika, I. M., & Komang Dwijana, I. G. (2014). Karakteristik Sifat Tarik Dan Mode Patahan Komposit Polyester Berpenguat Serat Tapis Kelapa. *Dinamika Teknik Mesin*, 4(2), 27–28. <https://doi.org/10.29303/d.v4i2.55>
- Bambang Margono, Haikal, Lujeng Widodo (2020). Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Plastik Hdpe Berpenguat Serat Ampas Tebu Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Bending. Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta.
- Eddy Kurniawan, Nasrun. (2014). Karakterisasi Bahan Bakar Dari Sampah Plastik Jenis High Density Polyethelene (HDPE) Dan Low Density Polyethelene (LDPE). *Jurnal Teknoloi Kimia Unimal*.
- Gibson, Ronald F. (1994) *Principle of Composite Materials Mechanics*. McGraw-Hill.
- Henry, W., Ninis, H. H (2016). *Serat Alam: Potensi & Pemanfaatannya*. Universitas Lambung Mangkurat. Lambung Mangkurat University Press.
- Iman M. 2023. *Sifat Dan Karakteristik Material Plastik Dan Bahan Aditif*. Universitas Maritim Amni Semarang.
- ITC (International Trade Centre) (2019). *Trade Statistics for International Business Development*. <https://www.trademap.org/Index.aspx>.
- Matasina, M., Boimau, K., & Jasron, J. U. (2014). Pengaruh Perendaman Terhadap Sifat Mekanik Komposit Polyester Berpenguat Serat Buah Lontar. *Teknik Mesin Undana*.
- Muhammad I. (2022). Pengolahan Limbah Jerigen menjadi Biji Plastik Daur Ulang untuk Bahan Baku Produksi di Workshop Plastik Politeknik ATK Yogyakarta. ISSN : 1411-7703 e-ISSN : 2746-2625
- Mulyo, H yudoyono. (2018). Analisis Kekuatan Impact pada Komposit Serat Daun Nanas Untuk Bahan Dasar Pembuatan Helm SNI
- Munandar, I. (2012). Sifat Mekanik Dan Sifat Fisis Pada Serat Ijuk (Arenga Pinnata Merr). Universitas Lampung. Bandar Lampung. Santoso B. 2009. Peluang pengembangan agave sebagai sumber serat alam. *Perpektif*. 8(2): 84- 95.
- Rahmat Doni Widodo (2021). Kekuatan Tarik Dan Bendingkomposit Berpenguat

Serat Arengga Pinnatabermatriksepoksiberbasis Fraksi Volumedan Orientasi Serat. Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang

- Riedel, U., Nickel, J., (2005) Applications of natural composites for constructive parts in aerospace, automobiles, and other areas, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Salindeho, R. D., Soukota, J., & Poeng, R. (2018). Pemodelan pengujian tarik untuk menganalisis sifat mekanik material. Jurnal J-Ensitec.
- Sirait, D.H. (2010). Material Komposit. Erlangga. Jakarta. Ezekwem, D. Composite Materials Literature review for Car bumper. 13140/RG.2.1.1817.3683.
- Subandi M. (2007). Prospek dan analisis ekonomi pembudidayaan tanaman rami terpadu produk sampingan dan peternakan domba di Jawa Barat. Istek. 1(2): 215-230.
- Sulaiman M dan Rahmat MH. (2018). Kajian potensi pengembangan material komposit polimer dengan serat alam untuk produk otomotif. Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin. UNEJ, Jember.
- Sutrisno, S., & Azmal, A. (2020). Analisa Sifat Mekanik Pengaruh Variasi Perendaman Dan Penekanan Pada Komposit Berbahan Serat Bundung. Elkha.
- Tjahjanti, P. H. (2018). Buku Ajar Teori Dan Aplikasi Material Komposit Dan Polimer.
- Wardani, C. U., Samantha, Y., Budiman, H., Teknik, F., & Majalengka, U. (2017). Analisis Pengujian Impak Metoda Izod dan Charpy Menggunakan Benda Uji Alumunium dan Baja ST37. Universitas Majalengka.
- Wicaksono, M. R., Cahyo, B. D., Regia, A., Teknik, J., Udara, P., Penerbangan, F. T., & Surabaya, P. P. (2021). Jpengaruh Alkalisasi Komposit Serat Nanas. Bqtn 157, 1–9.
- Zulmiardi1, Abubakar, Meriatna, Yudistira. (2022). Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Bending Pada Komposit Berpenguat Serat Daun Sisal Menggunakan Resin Bqtn 157 -Ex. Jurnal Teknologi Kimia Unimal.

LAMPIRAN A
DATA PENGAMATAN

A.1 Data Penelitian Uji Tarik

Fraksi Volume (%)	Posisi Serat	<i>Sectional area</i>	<i>Max point load (MPa)</i>	<i>Max point stress (MPa)</i>	Elongasi (%)	Modulus Elastisitas (Mpa)
HDPE : Serat 70 : 30		39	646,95	16,588	1,38	723,73
HDPE : Serat 60 : 40	Vertikal	39	542,77	13,917	0,76	1.102,77
HDPE : Serat 50 : 50		39	465,93	11,947	0,88	817,000
HDPE : Serat 70 : 30		39	462,29	11,853	1,36	524,515
HDPE : Serat 60 : 40	Acak	39	322,77	8,2762	0,76	655,488
HDPE : Serat 50 : 50		39	453,57	11,63	0,80	875,094
HDPE : Serat 100 : 0	Tanpa Serat	39	447,75	11,481	3,13	220,069

A.2 Data Penelitian Uji *Impact*

Fraksi Volume (%)	Arah Serat	Besar Sudut		Tenaga Patah (joule)	Harga Keuletan (j/mm ²)	Massa Palu (kg)
		Sudut awal (α)	Sudut Akhir (β)			
HDPE : Serat 70 : 30		160	150	6,86	0,07	25
HDPE : Serat 60 : 40	Vertikal	160	148	8,53	0,09	25
HDPE : Serat 50 : 50		160	149	7,68	0,08	25
HDPE : Serat 70 : 30		160	152	5,28	0,05	25
HDPE : Serat 60 : 40	Acak	160	153	4,53	0,05	25
HDPE : Serat 50 : 50		160	150	6,86	0,07	25
HDPE : Serat 100 : 0	Tanpa Serat	160	151	6,06	0,06	25

LAMPIRAN B

DATA PERHITUNGAN

B.1 Fraksi Volume Komposit

B.1.1 Volume Cetakan Uj Tarik

$$V_c = P \times L \times T \text{ (cm}^3\text{)}$$

Dimana :

$$P = 17$$

$$L = 15$$

$$T = 0,2 \text{ cm}$$

Maka :

$$V_c = 17 \times 15 \times 0,2$$

$$V_c = 51 \text{ cm}^3$$

Volume komposit tanpa serat

$$V_m = V_c \times P_m$$

$$= 51 \text{ cm}$$

$$M_m = V_c \times P_m$$

$$= 51 \text{ gr/cm}^3 \times 0,941 \text{ cm}$$

$$= 47,991 \text{ gr/cm}^3$$

$$M_s = V_c \times P_m$$

$$= 1.136 \text{ gr/cm}^3 \times 51 \text{ cm}$$

$$= 57,936 \text{ gr/cm}^3$$

B.1.2 Serat Vertikal

1. 70% matriks = HDPE

30% filler = Serat ijuk

$$= (\% \text{ matriks} \times M_m) + (\% \text{ Filler} \times M_s)$$

$$= \frac{70}{100} \times 47,991 + \frac{30}{100} \times 57,936$$

$$= 33,5937 \text{ gr} \quad = 17,3808 \text{ gr}$$

2. 60% matriks = HDPE

$$\begin{aligned}
40\% \text{ filler} &= \text{Serat ijuk} \\
&= (\% \text{ matriks} \times M_m) + (\% \text{ Filler} \times M_s) \\
&= \frac{60}{100} \times 47,991 + \frac{40}{100} \times 57,936 \\
&= 28,7946 \text{ gr} = 23,1744 \text{ gr}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
3. \quad 50\% \text{ matriks} &= \text{HDPE} \\
50\% \text{ filler} &= \text{Serat ijuk} \\
&= (\% \text{ matriks} \times M_m) + (\% \text{ Filler} \times M_s) \\
&= \frac{50}{100} \times 47,991 + \frac{50}{100} \times 57,936 \\
&= 23,9955 \text{ gr} = 28,968 \text{ gr}
\end{aligned}$$

B.1.3 Serat Acak

$$\begin{aligned}
1. \quad 70\% \text{ matriks} &= \text{HDPE} \\
30\% \text{ filler} &= \text{Serat ijuk} \\
&= (\% \text{ matriks} \times M_m) + (\% \text{ Filler} \times M_s) \\
&= \frac{70}{100} \times 47,991 + \frac{30}{100} \times 57,936 \\
&= 33,5937 \text{ gr} = 17,3808 \text{ gr}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
2. \quad 60\% \text{ matriks} &= \text{HDPE} \\
40\% \text{ filler} &= \text{Serat ijuk} \\
&= (\% \text{ matriks} \times M_m) + (\% \text{ Filler} \times M_s) \\
&= \frac{60}{100} \times 47,991 + \frac{40}{100} \times 57,936 \\
&= 28,7946 \text{ gr} = 23,1744 \text{ gr}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
3. \quad 50\% \text{ matriks} &= \text{HDPE} \\
50\% \text{ filler} &= \text{Serat ijuk} \\
&= (\% \text{ matriks} \times M_m) + (\% \text{ Filler} \times M_s) \\
&= \frac{50}{100} \times 47,991 + \frac{50}{100} \times 57,936 \\
&= 23,9955 \text{ gr} = 28,968 \text{ gr}
\end{aligned}$$

4. Tanpa Serat

$$\begin{aligned} 1. \quad & 100\% \text{ matriks} = \text{HDPE} \\ & 0\% \text{ filler} = \text{Serat ijuk} \\ & = (\% \text{ matriks} \times M_m) + (\% \text{ Filler} \times M_s) \\ & = \frac{100}{100} \times 47,991 + \frac{0}{100} \times 57,936 \\ & = 47,991 \text{ gr} = 0 \text{ gr} \end{aligned}$$

B.2 Perhitungan Kuat Tarik

B.2.1 Perhitungan Kekuatan Tarik

Nilai tegangan tarik dapat dilakukan dengan cara menggunakan persamaan

2.5 :

1. Serat Vertikal

a. HDPE : Serat, 70 : 30

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{646,95}{39} = 16,588 \text{ MPa}$$

b. HDPE : Serat, 60 : 40

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{542,77}{39} = 13,917 \text{ MPa}$$

c. HDPE : Serat, 50 : 50

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{465,93}{39} = 11,947 \text{ MPa}$$

2. Serat Acak

a. HDPE : Serat, 70 : 30

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{462,29}{39} = 11,853 \text{ MPa}$$

b. HDPE : Serat, 60 : 40

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{322,77}{39} = 8,2762 \text{ MPa}$$

c. HDPE : Serat, 50 : 50

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{453,57}{39} = 11,63 \text{ MPa}$$

3. Tanpa Serat

a. HDPE : Serat, 100 : 0

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{447,75}{39} = 11,481 \text{ MPa}$$

B.2.2 Perhitungan Regangan

Nilai regangan dapat dilakukan dengan cara menggunakan persamaan 2.6 :

1. Serat Vertikal

a. HDPE : Serat, 70 : 30

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{1,3752}{60} \times 100\% = 0,02292\%$$

b. HDPE : Serat, 60 : 40

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{0,75736}{60} \times 100\% = 0,01262\%$$

c. HDPE : Serat, 50 : 50

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{0,87738}{60} \times 100\% = 0,14623\%$$

2. Serat Acak

a. HDPE : Serat, 70 : 30

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{1,3559}{60} \times 100\% = 0,022598\%$$

b. HDPE : Serat, 60 : 40

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{0,75756}{60} \times 100\% = 0,012626\%$$

c. HDPE : Serat, 50 : 50

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{0,79742}{60} \times 100\% = 0,01329\%$$

3. Tanpa Serat

a. HDPE : Serat, 100 : 0

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{3,13036}{60} \times 100\% = 0,05217\%$$

B.2.3 Perhitungan Modulus Elastisitas

Nilai modulus elastisitas dapat dilakukan dengan cara menggunakan

persamaan 2.7 :

1. Serat Vertikal

a. HDPE : Serat, 70 : 30

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{16,588}{0,02292} = 723,73 \text{ MPa}$$

b. HDPE : Serat, 60 : 40

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{13,917}{0,01262} = 1.102,77 \text{ MPa}$$

c. HDPE : Serat, 50 : 50

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{11,947}{0,14623} = 817,000 \text{ MPa}$$

2. Serat Acak

a. HDPE : Serat, 70 : 30

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{11,853}{0,022598} = 524,515 \text{ MPa}$$

b. HDPE : Serat, 60 : 40

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{8,2762}{0,012626} = 655,488 \text{ MPa}$$

c. HDPE : Serat, 50 : 50

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{11,63}{0,01329} = 875,094 \text{ MPa}$$

3. Tanpa serat

a. HDPE : Serat, 100 : 0

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{11,48}{0,05217} = 220,069 \text{ MPa}$$

B.3 Perhitungan Uji *Impact*

B.3.1 Perhitungan Energi *Impact*

Persamaan untuk mencari harga tenaga patah dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.8 :

1. Serat Vertikal

a. HDPE : Serat, 70 : 30

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos a)$$

$$E = 25 \times 9,8 \times 0,38 ((-0,87) - (-0,94)) = 6,86 \text{ joule}$$

b. HDPE : Serat, 60 : 40

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos a)$$

$$E = 25 \times 9,8 \times 0,38 (-0,85) - (-0,94) = 8,53 \text{ joule}$$

c. HDPE : Serat, 50 : 50

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos a)$$

$$E = 25 \times 9,8 \times 0,38 (-0,86) - (-0,94) = 7,68 \text{ joule}$$

2. Serat Acak

a. HDPE : Serat, 70 : 30

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos a)$$

$$E = 25 \times 9,8 \times 0,38 (-0,88) - (-0,94) = 5,28 \text{ joule}$$

b. HDPE : Serat, 60 : 40

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos a)$$

$$E = 25 \times 9,8 \times 0,38 (-0,89) - (-0,94) = 4,53 \text{ joule}$$

c. HDPE : Serat, 50 : 50

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos a)$$

$$E = 25 \times 9,8 \times 0,38 (-0,87) - (-0,94) = 6,86 \text{ joule}$$

3. Tanda Serat

a. HDPE : Serat, 100 : 0

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos a)$$

$$E = 25 \times 9,8 \times 0,38 (-0,87) - (-0,94) = 6,06 \text{ joule}$$

B.3.2 Perhitungan Harga Keuletan

Persamaan untuk mencari harga tenaga patah dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.9 :

1. Serat Vertikal

a. HDPE : Serat, 70 : 30

$$HI = \frac{E}{A} = \frac{6,86}{100} = 0,07 \text{ joule/cm}^2$$

b. HDPE : Serat, 60 : 40

$$HI = \frac{E}{A} = \frac{8,53}{100} = 0,09 \text{ joule/cm}^2$$

c. HDPE : Serat, 50 : 50

$$HI = \frac{E}{A} = \frac{7,68}{100} = 0,08 \text{ joule/cm}^2$$

2. Serat Acak

a. HDPE : Serat, 70 : 30

$$HI = \frac{E}{A} = \frac{5,28}{100} = 0,05 \text{ joule/cm}^2$$

b. HDPE : Serat, 60 : 40

$$HI = \frac{E}{A} = \frac{4,53}{100} = 0,05 \text{ joule/cm}^2$$

c. HDPE : Serat, 50 : 50

$$HI = \frac{E}{A} = \frac{6,85}{100} = 0,07 \text{ joule/cm}^2$$

3. Tanpa Serat

a. HDPE : Serat, 100 : 0

$$HI = \frac{E}{A} = \frac{6,06}{100} = 0,06 \text{ joule/cm}^2$$

LAMPIRAN C

GAMBAR DAN DOKUMENTASI

C.1 Alat - alat Pembuatan Komposit



Timbangan digital



Extruder



Aluminium foil



Hot press



Gerinda

C.2 Bahan Pembuatan Komposit



Limbah HDPE



Serat Ijuk

C.3 Proses Pembuatan Komposit



Pengumpulan HDPE



Extrud HDPE



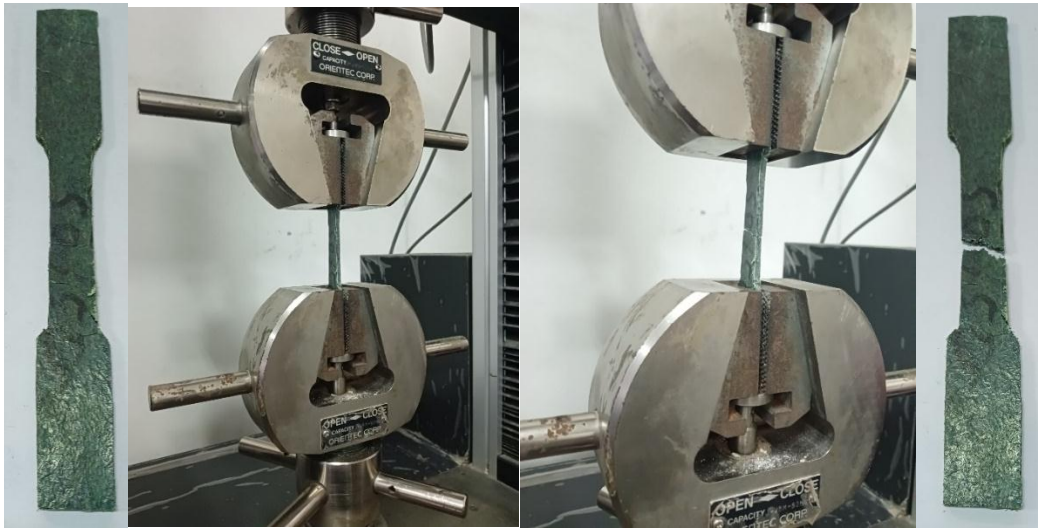
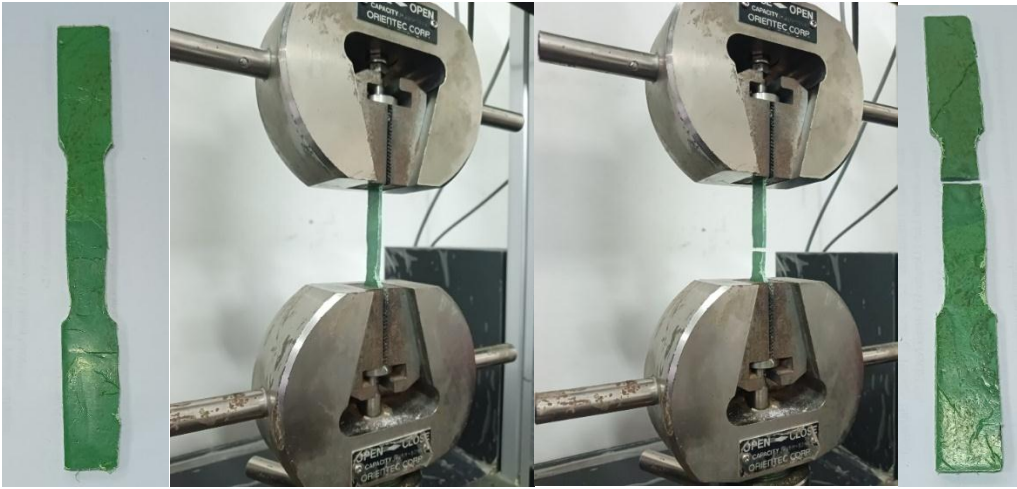
Proses Hotpress komposit

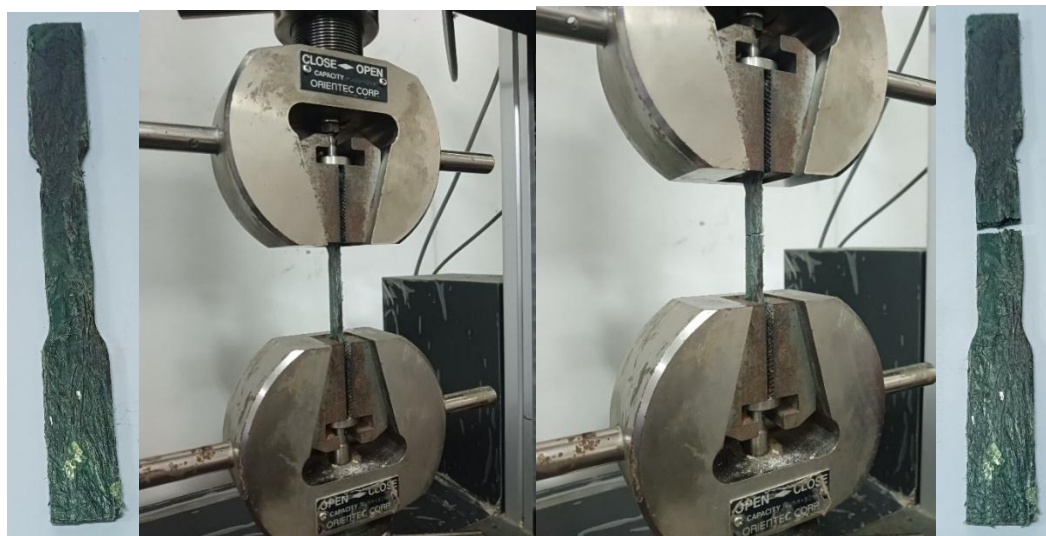
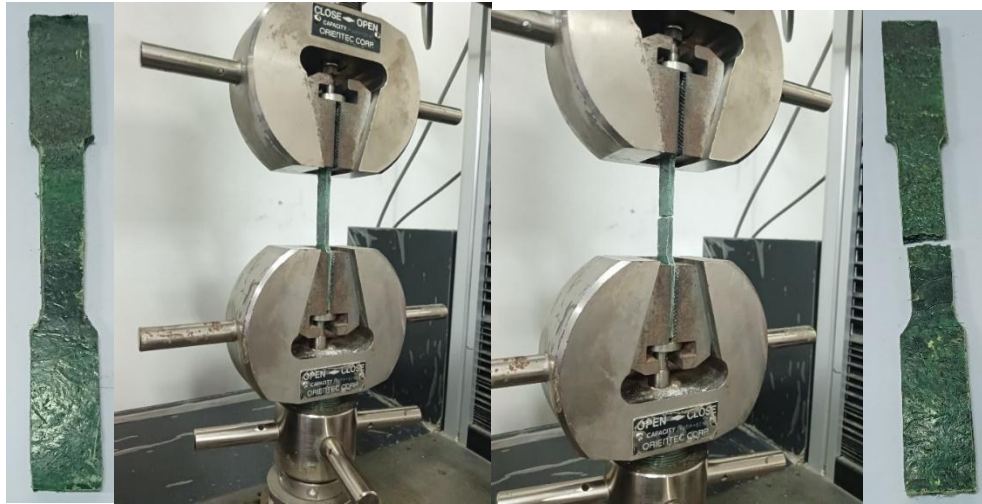


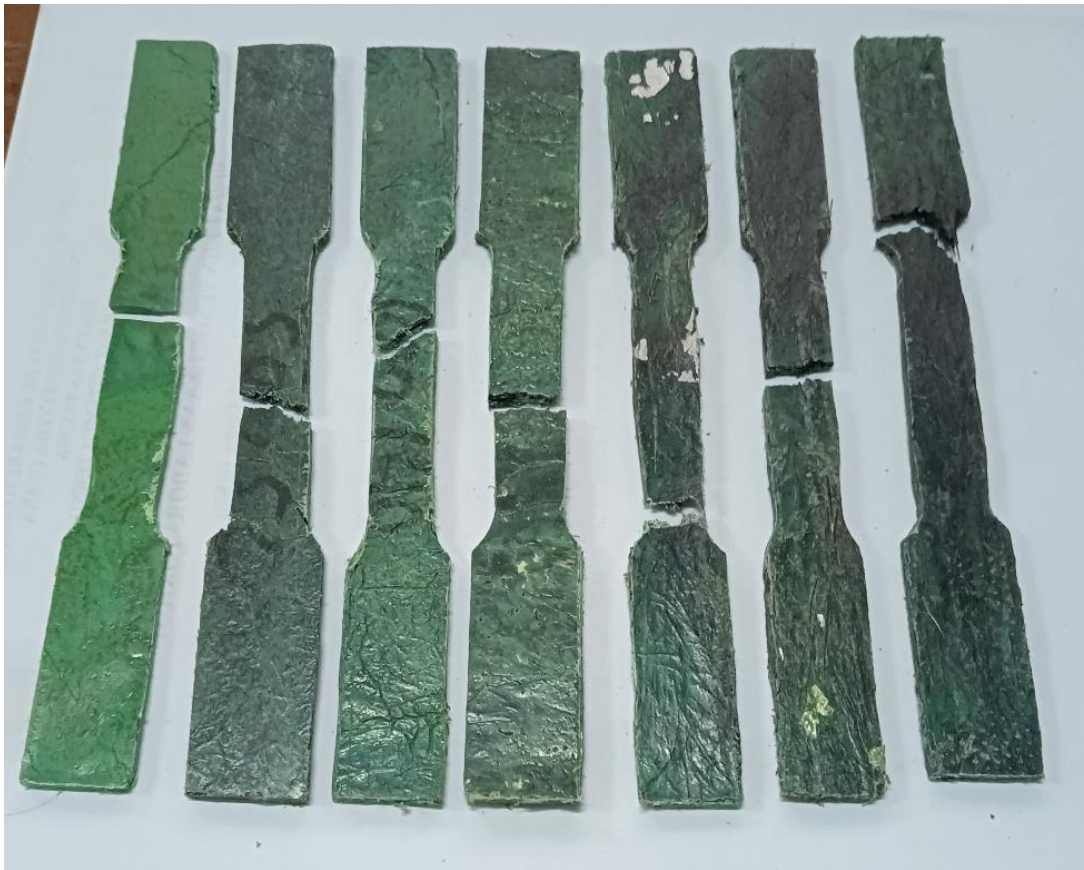
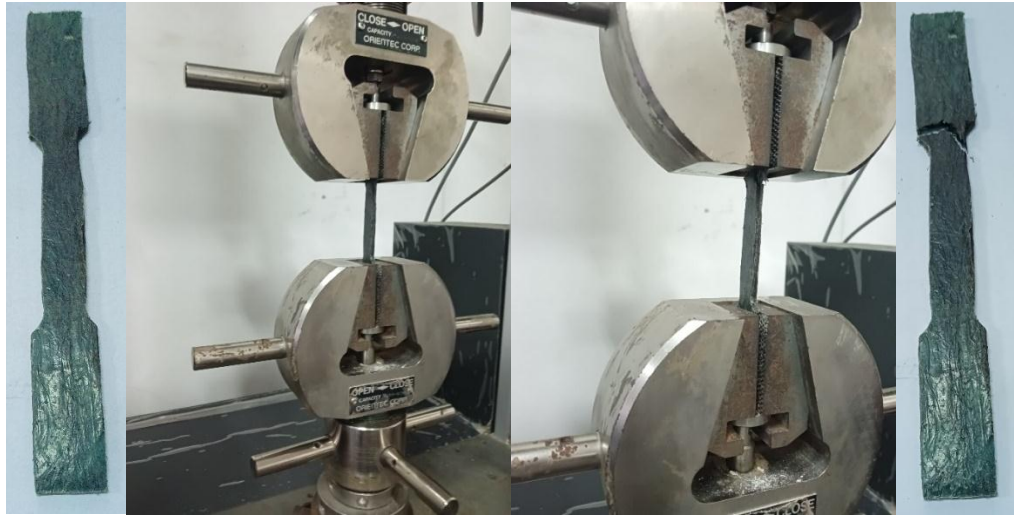
Proses pelelehan komposit

C.4 Proses Pengujian Komposit

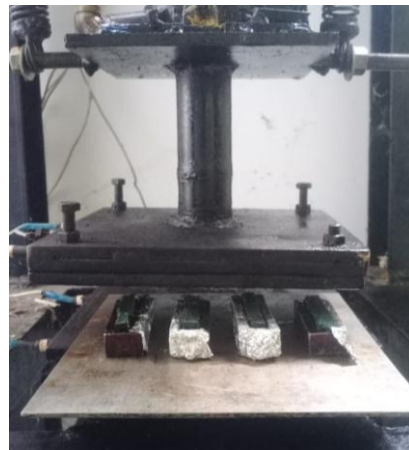
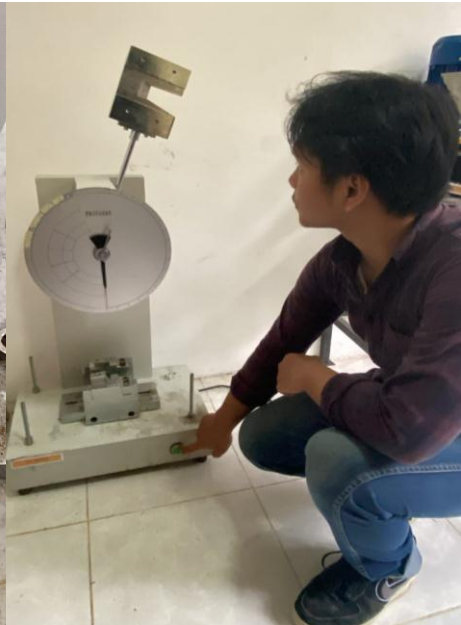








Uji Tarik



Uji impact