

**PENGARUH FRAKSI VOLUME TERHADAP KEKUATAN TARIK
KOMPOSIT DENGAN PENGUAT BENANG KATUN DAN MatriK
LIMBAH *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE)**

Laporan Tugas Akhir

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Teknik Mesin



Diajukan oleh:

NAMA : Ilham Fakhruhin

NIM : 163010024

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG

2020



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS WAHID HASYIM

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH FRAKSI VOLUME TERHADAP KEKUATAN TARIK
KOMPOSIT DENGAN PENGUAT BENANG KATUN DAN Matrik
LIMBAH *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE)**

Telah disetujui dan diperiksa oleh dosen pembimbing Tugas Akhir untuk
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim
Semarang.

Pada :
Hari : Senin
Tanggal : 10 Februari 2020

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. S.M. Bondan Respati, S.T., M.T

NIDN: 0613017702

Dr. H. Helmy Purwanto, S.T., M.T.

NIDN: 0610047501



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS WAHID HASYIM

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN / REVISI

Nama : Ilham Fakhruhin

Nim : 163010024

Judul TA : **Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Dengan Penguat Benang Katun Dan Matrik Limbah *High Density Polyethylene* (HDPE)**

Telah dipertahankan dan direvisi di depan Dewan Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.

1. Penguji 1

Nama : **Dr. S.M. Bondan Respati, S.T., M.T**

Tanggal Pengesahan : **26-2-2020**

Tanda Tangan

2. Penguji 2

Nama : **Imam Syafa'at, S.T., M.T.**

Tanggal Pengesahan : **27/2/2020**

Tanda Tangan

3. Penguji 3

Nama : **Muhammad Dzulfikar, S.T., M.T.**

Tanggal Pengesahan : **28/2/2020**

Tanda Tangan

Semarang,
Mengetahui
Ketua Program Studi



Dr. S.M. Bondan Respati, ST., MT
NPP 05.06.1.015

HALAMAN PERNYATAAN

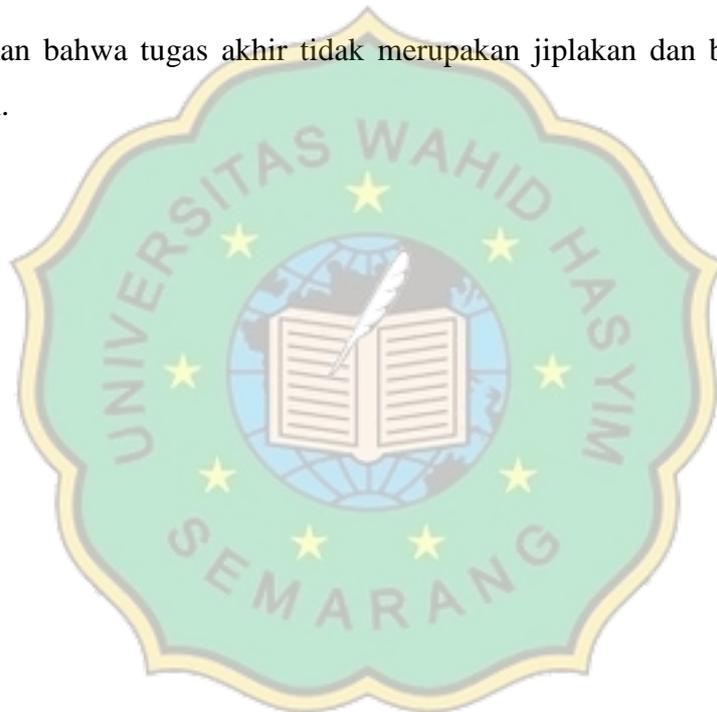
Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ilham Fakhruhin

NIM : 163010024

Program studi : Teknik Mesin

Menyatakan bahwa tugas akhir tidak merupakan jiplakan dan bukan dari karya orang lain.



Semarang, 28 Februari 2020

Yang menyatakan

(Ilham Fakhruhin)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Kunci untuk mendapatkan sebuah kesuksesan adalah bekerja keras dan juga bersikap baik pada orang lain. Mungkin hanya segelintir orang saja yang akan mempercayainya. Tetapi, percayalah bahwa sesuatu yang luar biasa akan menghampiri Anda.

PERSEMBAHAN

Semoga terselesainya Tugas Akhir ini menjadi satu langkah awal bagiku untuk meraih cita-cita besarku, maka dengan selesainya karya kecilku ini saya persembahkan untuk:

1. Bapak Muhamad Triyanto, Ibu Siti Ruchamah, Adik Ade Sukma Fajrina dan Adik Maylinda Safira yang telah memberikan kasih sayang serta doanya serta atas semua dukungan, motivasi, bimbingan dan materi yang telah diberikan kepada saya selama ini.
2. Keluarga besar UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG
3. Dosen program studi teknik mesin
4. Teman dekat saya Noor Sholichah yang terus memberi dukungan, motivasi dan semangat
5. Teman-teman mahasiswa program studi teknik mesin UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG
6. Teman-teman yang sering menanyakan “KAPAN WISUDA.??”

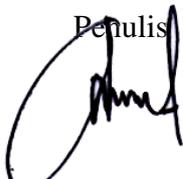
KATA PENGANTAR

Dalam penulisan Tugas Akhir ini banyak pihak yang telah membantu baik sebelum penyusunan, selama penyusunan maupun setelah penyusunan. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. H. Helmy Purwanto, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang dan sebagai Dosen pembimbing II.
2. Bapak Dr. S.M. Bondan Respati, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang dan sebagai Dosen pembimbing I.
3. Bapak Imam Syafa'at, S.T., M.T. selaku Dosen Wali.
4. Bapak Agung Nugroho, S.T., M.T. selaku koordinator Tugas Akhir
5. Bapak Kusdi, S.T. dan Bapak Nur Kholis, S.T. selaku Laboran Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang
6. Terima kasih pada Keluarga yang kebanggakan terutama kedua orang tua yang terus memberikan semangat padaku agar terselesainya Tugas Akhir ini
7. Teman-teman jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang.
8. Terima kasih pada teman-teman kos, Asif, Qori, Far'i, Bagus, Anwar, Yusuf, Dwi Andika, Munif, Ro'i Faizal membantu penyusunan laporan.
9. Terima kasih pada teman terbaik serta teman dekat Noor Sholichah yang terus memberi dukungan, motivasi dan semangat.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan dimasa yang akan datang.

Semarang, 28 Februari 2020

Penulis

Hham Fakhrudin

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN/ REVISI	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Batasan masalah	3
I.4 Tujuan penelitian.....	4
I.5 Manfaat penelitian	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
II.1 Landasan Teori.....	5
II.2 Pengertian Material Komposit	7
II.3. Pengertian Serat	8
II.4. Material Komposit Serat	8
II.5. Jenis-Jenis Serat	10
II.6. Karakteristik Serat.....	12
II.7. Tanaman Kapas.....	15
II.8. Matrik HDPE	17
II.9. Pengujian Tarik	19
II.10.Struktur Makro	22

BAB III METODE PENELITIAN

III.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
III.2. Alat dan Bahan	23
III.2.1. Alat Penelitian	23
III.2.2. Bahan Penelitian	29
III.3. Prosedur Penelitian	31
III.3.1. Proses Pengambilan Serat Kain Katun	31
III.3.2. Perhitungan Fraksi Volume	32
III.3.3. Proses Pembuatan Spesimen Komposit.....	32
III.3.4. Uji Tarik Komposit.....	33
III.3.5. Uji Foto Makro	34

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil Penelitian Serat Kain Katun dengan Matrik HDPE.....	35
IV.2. Volume Komposit Serat	35
IV.2.1. Fraksi Volume Serat	35
IV.2.2. Fraksi Volume Matrik	36
IV.2.3. Densitas Komposit	36
IV.3. Hasil Uji Tarik.....	37
IV.3.1 Hasil Uji Tarik Serat Tunggal	37
IV.3.2 Hasil Uji Tarik Komposit.....	37
IV.4. Hasil Uji Foto Makro.....	39
IV.5. Hasil Uji Densitas.....	42

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan	44
V.2. Saran	45

DAFTAR PUSTAKA	46
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	48
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

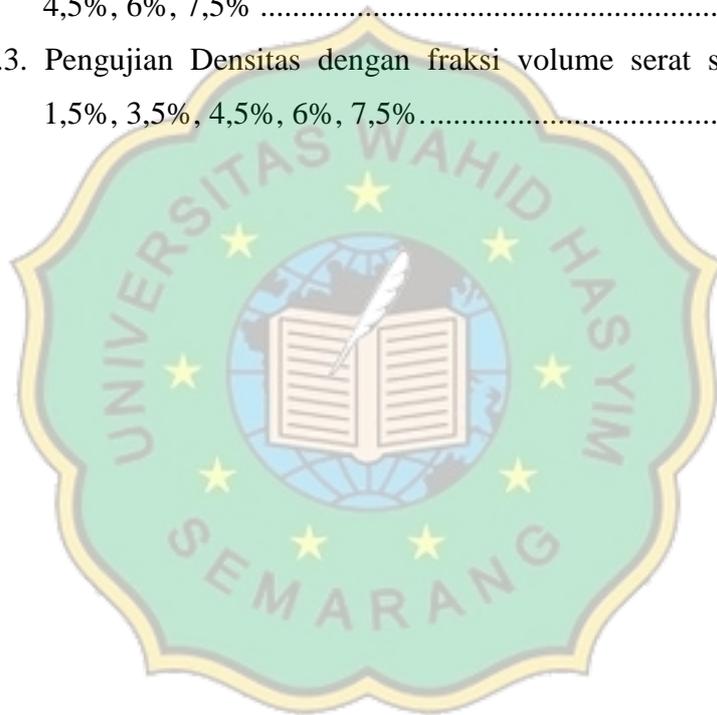
Gambar II.1. Tipe Komposit Serat	9
Gambar II.2. Tipe <i>Discontinuous fiber</i>	10
Gambar II.3. Tanaman Kapas	15
Gambar II.4. Kain Katun.....	16
Gambar II.5. Diagram Tegangan dan Regangan Uji Tarik.....	19
Gambar II.6. Kurva Tegangan dan Regangan.....	21
Gambar II.7. Spesimen Uji Tarik Komposit ASTM D638-04.....	22
Gambar II.8. Karakteristik Permukaan Biji Partikel karena perbedaan orientasi Kristolografi dan pengkristalan dari spesimen kuningan.....	22
Gambar III.1. Mesin Uji Tarik	24
Gambar III.2. Lensa Makro.....	24
Gambar III.3. Timbangan Digital.....	25
Gambar III.4. Jangka Sorong	25
Gambar III.5. Mesin Pencacah Plastik	26
Gambar III.6. Kompor Gas Kecil.....	26
Gambar III.7. Gelas Aluminium	27
Gambar III.8. Cetakan Komposit.....	27
Gambar III.9. Mesin <i>Frais</i>	28
Gambar III.10. Tabung Ukur	28
Gambar III.11 Alat uji tarik serat tunggal	29
Gambar III.12. Gambar celana dan benang katun.....	29
Gambar III.13. Limbah Plastik HDPE	30
Gambar III.14. <i>Flowchart</i>	31
Gambar IV.1. Spesimen komposit Uji Tarik	35
Gambar IV.2. Grafik Perbandingan Tegangan Tarik dan Tegangan Luluh.....	38
Gambar IV.8. Foto Makro Komposit Limbah Plastik HDPE tanpa serat.....	39
Gambar IV.3. Foto Makro komposit dengan Fraksi Volume 1,5%	40
Gambar IV.4. Foto Makro komposit dengan Fraksi Volume 3,5%	40
Gambar IV.5. Foto Makro komposit dengan Fraksi Volume 4,5%	41

Gambar IV.6. Foto Makro komposit dengan Fraksi Volume 6%..... 41
Gambar IV.7. Foto Makro komposit dengan Fraksi Volume 7,5%.....42
Gambar IV.9. Grafik Uji Densitas..... 42



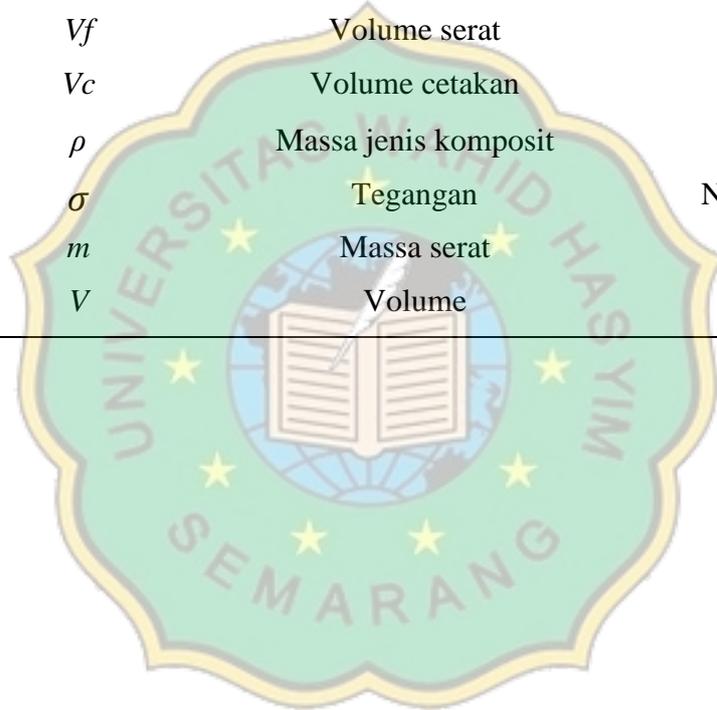
DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Karakteristik serat alam.....	13
Tabel II.2. Karakteristik berbagai jenis bahan serat penguat	14
Tabel II.3. Perbandingan berat jenis dari berbagai material plastik.....	18
Tabel II.4. Temperature leleh proses <i>thermoplastic</i>	18
Tabel IV.1. Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal.....	37
Tabel IV.2. Hasil rata-rata pengujian tarik dengan fraksi volume 1,5%, 3,5%, 4,5%, 6%, 7,5%	38
Tabel IV.3. Pengujian Densitas dengan fraksi volume serat sebesar 1,5%, 3,5%, 4,5%, 6%, 7,5%.....	41



DAFTAR NOTASI

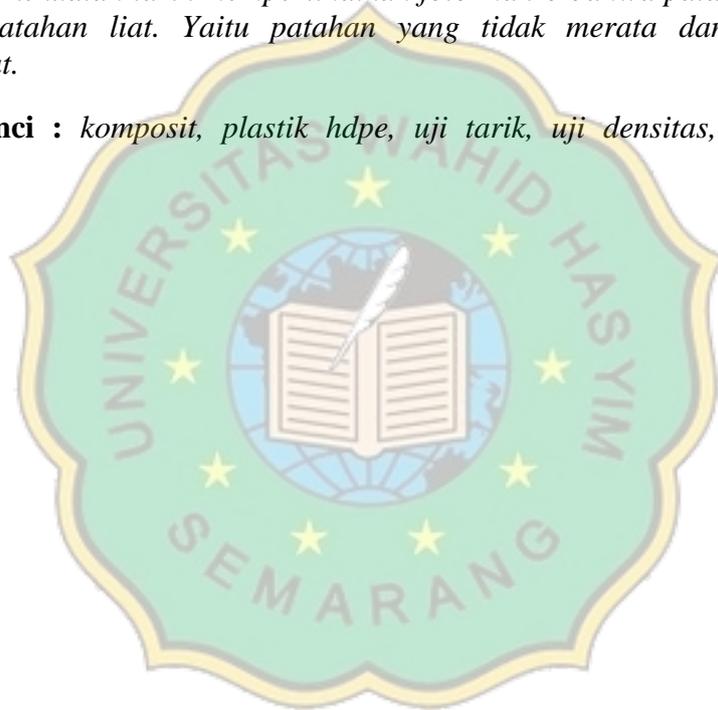
No	Lambang	Keterangan	Satuan
1.	F	Gaya	N
2.	A	Luas penampang	mm^2
3.	ϵ	Regangan	%
4.	ΔL	Pertambahan panjang	mm
5.	L	Panjang	mm
6.	V_f	Volume serat	m^3
7.	V_c	Volume cetakan	m^3
8.	ρ	Massa jenis komposit	g/cm^3
9.	σ	Tegangan	N/mm^2 atau MPa
10.	m	Massa serat	g
11.	V	Volume	m^3



ABSTRAK

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kebutuhan energi dan material meningkat pesat seperti material komposit yang sekarang banyak digunakan secara luas di dunia industri. Selama ini umumnya menggunakan bahan polimer termoset tetapi sifatnya yang tidak bisa terurai dengan alam dan tidak bisa di daur ulang maka dengan ini bahan polimer dialihkan memakai high density polyethylene (HDPE). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh fraksi volume serat kain katun 1,5%, 3,5%, 4,5%, 6%, dan 7,5% dengan susunan serat lurus terhadap kekuatan tarik. Hasil pengujian memperlihatkan uji tarik tertinggi sebesar 178,4 MPa dan 182,6 MPa dan nilai densitas tertinggi pada fraksi volume serat 1,5% sebesar 0,95 g/cm³. Dan pengujian kekuatan tarik memperlihatkan foto makro bahwa patahan yang terjadi adalah patahan liat. Yaitu patahan yang tidak merata dan serat nampak berserabut.

Kata kunci : *komposit, plastik hdpe, uji tarik, uji densitas, uji foto makro*



BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK), kebutuhan energi dan material meningkat pesat. Seperti material komposit yang sekarang banyak digunakan secara luas di dunia industri, misalnya dalam aplikasi seperti mobil, konstruksi, kedirgantaraan dan pengepakan. Oleh karena itu material biokomposit yang minimal salah satu komponennya bersifat alami, baik serat maupun matriknya, sangat diperlukan sebagai upaya pembuatan material yang ramah lingkungan.

Salah satu material yang ramah lingkungan adalah serat kapas, Serat kapas terbuat dari tanaman kapas, termasuk tanaman yang banyak ditemukan di Indonesia. Serat kapas juga disebut serat katun karena serat katun terbuat dari kapas, tetapi pemanfaatan yang dilakukan belum maksimal. Pemanfaatan benang katun sebagai penguat material komposit yang mempunyai arti sangat penting yaitu dari segi pemanfaatan limbah industri khususnya industri pembuatan pakaian di Indonesia. Limbah serat kain katun belum secara maksimal dimanfaatkan dalam pengelohannya.

Penggunaan serat alam sebagai pengganti serat sintetis merupakan salah satu langkah bijak dalam meningkatkan nilai ekonomis serat alam mengingat keterbatasan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Salah satu sumber serat alam yang dapat dimanfaatkan adalah serat kain katun yang selama ini hanya digunakan sebagai baju, selimut, dan tirai.

Selama ini umumnya menggunakan bahan *polimer thermoset* tetapi karena sifatnya yang tidak bisa terurai dengan alam dan tidak bisa di daur ulang, maka dengan ini bahan polimer dialihkan memakai *High density polyethylene* (HDPE) terutama yang dapat didaur ulang. *High density polyethylene* (HDPE) yang dipakai merupakan limbah plastik yang tersedia melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal, ini merupakan salah satu polimer terbesar yang diproduksi guna kebutuhan

rumah tangga maupun industri. Selain ringan, mudah dibentuk, cukup keras, tahan goresan dan dapat didaur ulang, tetapi pada proses pencetakannya memerlukan panas (Wiyono dkk, 2016).

Ketersediaan sampah plastik masih berlimpah namun penggunaan masih terbatas, sehingga menjadi permasalahan utama dalam penelitian ini. Pemanfaatan limbah plastik *High Density Polyethylene (HDPE)* daur ulang untuk di jadikan serbuk dengan penguat serat *fiberglass*, di harapkan menjadi solusi produk bahan bangunan (penutup lantai).

Salah satu penanganan limbah sampah yaitu dibuat menjadi komposit. Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda. Dikarenakan karakteristik pembentuknya berbeda-beda, maka akan dihasilkan material baru yaitu komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material-material pembentuknya (Jonathan, 2013).

Material komposit yang digunakan serbuk HDPE sebagai matrik dan benang katun sebagai penguat. Pemanfaatan serat sebagai bahan baku tekstil maupun penguat komposit belum banyak diteliti, Hasil penelitian ini sangat diharapkan adanya inovasi baru dalam pengembangan teknologi material komposit berpenguat serat non-sintetis di Indonesia. Selama ini industri masih menggunakan serat sintetis yang umumnya berupa serat gelas (*fiberglass*) sebagai bahan baku yang berfungsi sebagai serat penguat material komposit *Fiberglass Reinforced Plastic*.

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, bahwa perendaman dengan HDPE dapat di variasi. Oleh karena itu, untuk mendapatkan kekuatan tarik yang maksimal dari serat kain katun perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu dan perlu di cari penyusunan serat lurus yang tepat agar mendapatkan kekutan tarik yang maksimal, maka yang menjadi rumussen masalah pada penelitian ini adalah

1. Bagaimana pengaruh fraksi volume benang katun 1,5%, 3,5%, 4,5%, 6% dan 7,5% dengan susunan serat lurus menggunakan matrik limbah plastik HDPE terhadap kekuatan tarik ?
2. Bagaimana pengaruh fraksi volume benang katun 1,5%, 3,5%, 4,5%, 6% dan 7,5% dengan susunan serat lurus terhadap foto makro ?
3. Bagaimana pengaruh fraksi volume benang katun 1,5%, 3,5%, 4,5%, 6% dan 7,5% dengan susunan serat lurus terhadap uji densitas ?

Dari permasalahan yang timbul, perlu dilakukan penelitian terhadap komposit serat kain katun yang disusun searah dan divariasikan fraksi volume dengan cara melakukan pengujian tarik.

I.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih sistematis, maka lingkup permasalahan perlu dipersempit yaitu dengan memberikan batasan-batasan permasalahan, adapun pembatasan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan adalah benang dari celana brand Emba
2. Jenis komposit berserat alam berupa benang katun.
3. Benang yang digunakan adalah benang katun 100%.
4. Usia celana berkisar 4 tahun
5. Temperature HDPE pada saat dituangkan pada cetakan yaitu 150⁰C.
6. Waktu untuk melelehkan plastik HDPE 10 menit.
7. Pengujian ini hanya menguji kekuatan Tarik serat dan makro strukturnya saja tanpa menguji komposisi kimia.
8. Benang dianggap penampang bulat/silinder.

I.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan :

1. Untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh fraksi volume benang katun 1,5%, 3,5%, 4,5%, 6%, dan 7,5% dengan susunan benang lurus terhadap kekutan tarik.
2. Untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh fraksi volume benang katun 1,5%, 3,5%, 4,5%, 6%, dan 7,5% dengan susunan benang lurus terhadap foto makro.
3. Untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh fraksi volume benang katun 1,5%, 3,5%, 4,5%, 6%, dan 7,5% dengan susunan benang lurus terhadap densitas.

I.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat :

1. Memberikan masukan berupa hasil penelitian dalam bidang material khususnya material komposit yang memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbarui.
2. Sebagai bahan acuan untuk memahami proses pembuatan komposit serta untuk pengembangan tahap selanjutnya.
3. Meningkatkan kemampuan rancang bangun dan manufaktur material komposit berbasis bahan serat alam untuk menunjang pembangunan industri khususnya dalam penguasaan teknologi material.
4. Menambah pengetahuan tentang komposit serat alam.
5. Agar mendapatkan bahan yang memiliki sifat mekanik (uji tarik) yang lebih baik.
6. Peningkatan nilai ekonomis serat kain katun dengan memanfaatkannya sebagai bahan baru yang berkualitas.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

II.1. Landasan Teori

Perkembangan teknologi ternyata menyebabkan masalah baru yaitu masalah lingkungan yang dapat mengganggu kehidupan manusia. Salah satu masalah lingkungan yang mulai terasa adalah rusaknya lingkungan yang disebabkan oleh banyaknya material yang tidak dapat dihancurkan oleh alam, oleh karena itu diperlukan material pengganti yang lebih ramah lingkungan. Material serat alam termasuk material yang ramah lingkungan, material ini dapat diuraikan oleh alam, serat memiliki kecenderungan untuk menghisap air, serat dapat diurai oleh alam dalam kondisi tertentu oleh bakteri/jamur. Disamping ramah lingkungan material serat alam mempunyai berbagai keunggulan yaitu harga murah.

Menurut Haryanto (2009), tujuan penelitian komposit yang diperkuat dengan serat kenaf dan komposit yang diperkuat dengan serat rayon yang disusun dengan matrik poliester, untuk mengetahui sifat mekanik komposit terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impact dengan variasi fraksi volume serat 10%,15%, dan 20%. Metode yang dilakukan dengan menyusun serat kenaf lurus (kontinyu) / serat rayon lurus(kontinyu) dengan matriks poliester tipe 2504 dengan variasi fraksi volume serat 10%,15%, dan 20%. Hardener yang digunakan adalah MEKPO dengan konsentrasi 1%. Komposit dibuat dengan metode cetak tekan (press mold). Komposit tersusun terdiri dari serat kenaf / rayon dengan matriks poliester tipe 2504 dengan hardener MEKPO. Variabel utama penelitian yaitu variasi fraksi volume serat 10%,15%, dan 20%. Spesimen dan prosedur pengujian tarik dan impact izod mengacu pada standart ASTM D 638 – 03 dan ASTM D 256 - 03. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan fraksi volume serat 10%,15%, dan 20%. mampu meningkatkan kekuatan tarik dan kekuatan impact. Kekuatan tarik tertinggi pada komposit serat rayon sebesar 51.23 MPa lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan tarik komposit serat kenaf sebesar 28,35 MPa pada $V_f = 15\%$. Sedangkan kekuatan impact tertinggi pada

komposit serat rayon sebesar 0.031 J/mm² lebih tinggi dibandingkan dengan komposit serat kenaf sebesar 0.014 J/mm² pada $V_f = 20\%$.

Penelitian mengenai komposit limbah HDPE dengan serat alam pernah juga dilakukan Nurhidayat (2013), pengaruh fraksi volume pada pembuatan komposit HDPE limbah-*Cantula* dan berbagai jenis perekat dalam pembuatan *laminat*. Hasil penelitian Komposit HDPE limbah-*cantula* menunjukkan semakin tinggi fraksi volume serat cantula akan menurunkan densitas komposit. Fraksi volume HDPE limbah 10%-90% akan menurunkan densitas komposit rata-rata 10,86%. Densitas tertinggi ditemukan pada fraksi volume 10% sebesar 457,50 kg/m³ dan yang terendah pada fraksi volume serat 90% sebesar 167,42 kg/m³. Tegangan *bending* dan kekuatan impact mengalami peningkatan pada fraksi volume HDPE limbah 10% sampai dengan 40% dan kekuatan menurun pada fraksi volume 50% sampai dengan 90%. Tegangan dan kekuatan impact tertinggi dimiliki fraksi volume serat cantula pada 40% masing-masing sebesar 31,02 Mpa dan 4,996 J/m². Tegangan geser *laminat* paling tinggi dimiliki oleh perekat jenis epoksi sebesar 4,09 Mpa.

Dalam penelitian komposit menggunakan serat alam Mueller dan Krobjilowski, (2003) serat alam mempunyai kekuatan berkisar antara 220 MPa (serat buah kelapa) sampai dengan 1500 MPa (serat flax) dan modulus young antara 6 GPa (serat buah kelapa) sampai dengan 80 GPa (flax), serta massa jenisnya berkisar 1,25 gram/cm³ sampai dengan 1,5 gram/cm³. Serat gelas tipe E mempunyai kekuatan 2200 MPa dan modulus Young 73 GPa, serta massa jenis 2,55 gram/cm³, sehingga untuk beberapa serat alam seperti flax, hemp, rami dan sisal mempunyai modulus spesifik yang kompetitif dengan serat gelas.

II.2. Pengertian Material Komposit

Kata komposit berasal dari kata kerja “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung. Didalam dunia industri kata komposit dalam pengertian material komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau

dicampur menjadi satu. Jadi secara sederhana material komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan.

Material komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu material pengisi (filler) dan material pengikat yang disebut matrik. Didalam komposit unsur utamanya adalah material pengisi sedangkan material pengikatnya menggunakan suatu material yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi. Fungsi dari material pengisi adalah untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada material komposit, matrik sendiri mempunyai fungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi.

Salah satu keunggulan dari material komposit bila dibandingkan dengan material lainnya adalah penggabungan unsur-unsur yang unggul dari masing-masing unsur pembentuknya tersebut. Sehingga hasil penggabungan ini diharapkan dapat saling melengkapi kelemahan-kelemahan yang ada pada masing-masing material penyusunnya. Sifat-sifat yang mungkin dapat diperbarui contohnya, kekuatan, kekakuan, ketahanan korosi, ketahanan gesek, densitas, ketahanan lelah, konduktivitas panas dan lain-lain. Secara alami kemampuan tersebut diatas tidak ada semua pada waktu yang bersamaan (Jones, 1975).

Secara prinsip, komposit dapat tersusun dari berbagai kombinasi atau lebih material, baik material logam, material organik, maupun material non organik. Namun demikian bentuk dari unsur-unsur pokok material komposit adalah *fibers*, *particles*, *leminae*, *flakes*, dan *matrik*. Secara garis besar komposit diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu, material komposit serat (*Fibers composites*), material komposit partikel (*Particulate composite*), dan material komposit lapis (*Laminates composites*). Dalam penelitian ini jenis komposit yang dibuat yaitu material komposit serat dengan matrik HDPE.

II.3. Pengertian Serat

Pengertian serat secara umum adalah suatu jenis bahan yang merupakan potongan-potongan dari komponen dan mempunyai jaringan memanjang ataupun

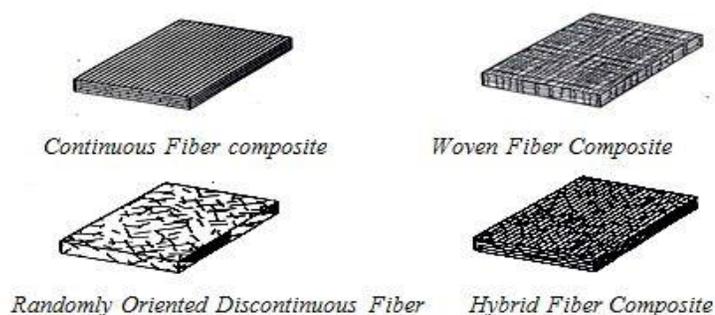
potongan. Bahan serat ini dikenal oleh manusia sejak ribuan tahun yang lalu sebelum masehi, peradaban manusia pertama yang mengolah bahan serat alam adalah peradaban tiongkok atau sekarang di kenal dengan negara Cina yang sejak dahulu sudah menghasilkan serat sutera, negara Cina sangat tertatik dengan sutera yang dihasilkan oleh ulat yang mana bahan ini dapat digunakan untuk kebutuhan produksi tekstil.

II.4. Material Komposit Serat

Komposit serat dalam dunia industri mulai dikembangkan dari pada menggunakan partikel. Dalam perkembangan teknologi pengolahan penggunaan serat sekarang makin diunggulkan dibanding material matrik yang digunakan. Serat yang digunakan bias berupa *fibers glass*, *carbon fibers*, *aramid fibers (poly aramide)*, *natural fibers* dan sebagainya.

Material komposit serat tersusun atas serat-serat yang diikat oleh matrik yang saling berhubungan. Penggunaan material komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya yang searah serat, sebaliknya lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat (Hadi, 2000).

Untuk mendapatkan suatu material komposit yang kuat penempatan serat sangat berpengaruh. Oleh karena itu ada beberapa tipe penempatan serat untuk membuat material komposit serat yang baik. . Seperti yang ditunjukkan pada Gambar II.1.



Gambar II.1. Tipe Komposit Serat

Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit yaitu :

1. *Continuous Fiber Composite*

Mempunyai susunan serat panjang dan lurus membentuk lamina diantara metriknya tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan.

2. *Woven Fiber Composite (bi-directional)*

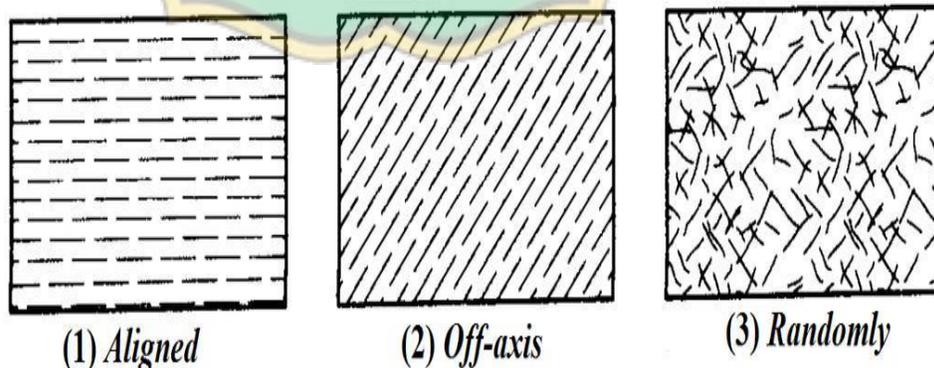
Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karna susunan seratnya juga meningkat antar lapisan, tipe ini mempunyai kelemahan kekuatan dan kekakuan hal tersebut diakibatkan oleh serat yang tidak begitu lurus.

3. *Discontinuous Fiber Composite*

Komposit ini adalah tipe serat pendek. Tipe ini dibedakan menjadi 3 (Gibson,1994) :

- a. *Aligned discontinuous fiber*
- b. *Off-axis aligned discontinuous fiber*
- c. *Randomly oriented discontinuous fiber*

Tipe acak sering digunakan pada produksi dengan volume besar karena factor biaya manufakturnya yang lebih murah. Kekurangan dari jenis serat acak adalah sifat mekanik yang dibawah dari penguatan dengan serat lurus pada jenis serat yang sama. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar II.2.



Gambar II.2. Tipe *discontinuous fiber*

4. *Hybrid Fiber Composite*

Merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak tipe ini digunakan supaya mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.

II.5. Jenis-jenis Serat

Jenis-jenis serat yang banyak tersedia untuk digunakan komposit terbagi menjadi 2 yaitu serat sintetis dan serat alam.

1. Serat sintetis atau serat buatan

Serat yang dibuat/dikembangkan oleh manusia dan berasal dari bahan petrokimia ada juga dibuat oleh selulosa alam (Rayon) contoh serat sintetis adalah serat mineral atau serat glass yang dibuat dari kuarsa, serat polimer yang dibuat dengan proses kimiayang berasal dari bahan PV, PVOH, Polymida nylon, dll

2. Serat alam

Menurut Thi Thu Loan, (2006) serat alam adalah serat yang banyak diperoleh di alam sekitar, yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti serat pelepah pisang, bambu, rosella, nanas, kelapa, dan ijuk. Serat alam meliputi hasil dari perkembangan tumbuhan, hewan dan proses geologis, dalam beberapa penelitian serat alam mempunyai keunggulan yaitu mampu terurai oleh kondisi atau *biodegradable* selain itu serat mempunyai berat yang ringan dibanding dengan serat sintetis.

Keunggulan utama penggunaan serat alam dibandingkan dengan serat sintetis yaitu serat alam dapat terurai oleh kondisi lingkungan (*biodegradable*). Berdasarkan sumber bahan bakunya, serat alam dapat dibagi menjadi 3 kelompok yaitu:

1. Serat alam yang berasal dari hewan, seperti bulu domba, dan sutera.
2. Serat alam yang berasal dari bahan mineral, seperti asbestos.
3. Serat alam yang berasal dari tanaman, yaitu dari bahan kayu, yang terdiri dari kayu keras dan kayu lunak seperti rami, kenaf, daun sisal, abaka, pisang, nanas, buah kelapa (sabut kelapa), biji kapas, widuri, jerami padi, jagung, gandum,

rumput bambu, rotan, rumput gajah, dan tebu. Dari berbagai jenis serat alam di ini, sudah banyak diaplikasikan dalam bidang teknik, seperti sutera, kenaf, sisal, widuri, lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) dan lain-lain.

Ada juga dibidang arsitek seperti serat dari batang kayu, bambu, rotan, asbestos dan lain-lain. Pengembangan material komposit selanjutnya memacu para peneliti dibidang rekayasa material dengan mengembangkan pemanfaatan serat alam dari tanaman sebagai material pengganti. Sehingga berbagai penelitianpun terus dilakukan dengan berbagai variabelnya.

Terdapat perbedaan antara serat alam dan serat sintetis, antara lain:

1. Kemohogenan

Serat sintetis memiliki sifat yang lebih homogen dibandingkan dengan serat alam, karena serat sintetis ini memang sengaja dibuat dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya, sedangkan serat alam memang serat yang sudah tersedia di alam, maka yang didapat adalah yang sesuai dengan yang tersedia di alam.

2. Kekuatan

Pada umumnya serat sintetis memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan serat alam, karena serat sintetis ini memang telah direncanakan akan memiliki kekuatan tertentu setelah dilakukan proses produksi, sedangkan serat alam kekuatannya hanya tergantung dari yang tersedia di alam, sehingga kita yang harus menyesuaikan untuk menggunakannya pada kepentingan tertentu.

3. Kemampuan untuk diproses

Serat sintetis memiliki kemampuan untuk diproses yang lebih tinggi dibandingkan serat alam, karena serat sintetis ini memang dibuat di pabrik sehingga dirancang agar dapat diproses lagi untuk keperluan pembuatan material tertentu.

4. Pengaruh terhadap lingkungan

Serat alam lebih bersifat ramah lingkungan dibandingkan serat sintetis, karena serat ini berasal dari alam, sehingga dapat dengan mudah terurai di alam. Serat

sintetis bisaanya lebih banyak digunakan orang karena serat sintetis ini memang telah memiliki ukuran kekuatan tertentu dan lebih homogen sehingga lebih mudah untuk diaplikasikan untuk suatu material.

5. Harga

Jika tidak mempertimbangkan kesulitan dalam mengambil serat alam, maka serat sintetis memiliki harga yang lebih mahal, karena serat sintetis ini harus melewati proses produksi yang memerlukan biaya, berbeda dengan serat alam yang sudah tersedia di alam (Rusman dkk, 2015).

II.6. Karakteristik serat

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).

Karakteristik sangat penting dalam suatu material, semakin kecil diameter serat maka jauh lebih kuat dari pada material yang curah, salah satu faktor yang menyebabkan menurunnya kekuatan spesimen adalah adanya cacat permukaan kritis. Banyaknya atau volume serat maka semakin menguatkan material selain itu menggunakan serat dapat meningkatnya kekuatan tarik yang tinggi, berdasarkan diameter dan karakter, serat dikelompokkan menjadi tiga klasifikasi yang berbeda yaitu *whisker*, serat dan kabel.

Serat-serat alam cukup baik untuk menguatkan polimer (thermoset dan juga termoplastik karena memiliki kekuatan dan kekakuan yang relative tinggi dengan densitas yang rendah dan serat alam mempunyai karakteristik. Seperti diperlihatkan pada Tabel II.1.

Tabel II.1 Karakteristik serat alam (Suryanto et al, 2014)

Fibre	Density (g/cm ³)	Elongation (%)	Tensile strength (MPa)	Young's modulus (GPa)
Cotton	1.5–1.6	7.0–8.0	287–597	5.5–12.6
Jute	1.3	1.5–1.8	393–773	26.5
Flax	1.5	2.7–3.2	345–1035	27.6
Hemp	—	1.6	690	—
Ramie	—	3.6–3.8	400–938	61.4–128
Sisal	1.5	2.0–2.5	511–635	9.4–22.0
Coir	1.2	30.0	175	4.0–6.0
Viscose (cord)	—	11.4	593	11.0
Soft wood kraft	1.5	—	1000	40.0
E-glass	2.5	2.5	2000–3500	70.0
S-glass	2.5	2.8	4570	86.0
Aramide (normal)	1.4	3.3–3.7	3000–3150	63.0–67.0
Carbon (standard)	1.4	1.4–1.8	4000	230.0–240.0

Whisker adalah kristal tunggal yang sangat tipis, dari ukurannya yang kecil, mereka memiliki tingkat kesempurnaan kristal yang tinggi dan hampir bebas dari cacat, dengan kekuatan yang sangat tinggi adalah *whisker* salah satu bahan yang paling dikenal. Terlepas dari kekuatan yang tinggi ini, *whisker* tidak digunakan secara luas sebagai media penguat karena mereka sangat mahal. Selain itu, sulit dan sering tidak praktis untuk memasukkan *whisker* ke dalam matriks. Bahan *whisker* termasuk grafit, silikon karbida, silikon nitrida, dan aluminium oksida. Bahan yang diklasifikasikan sebagai serat adalah *polikristalin* atau *amorf* dan memiliki diameter kecil; bahan berserat umumnya baik polimer atau keramik (misalnya, *aramid polimer*, kaca, karbon, boron, aluminium oksida, dan silikon karbida), bahan tersebut dapat di lihat pada Tabel II.2 dan menyajikan beberapa data tentang bahan yang digunakan dalam serat. Kawat halus memiliki diameter yang relatif besar; bahan khas termasuk baja, *molibdenum*, dan tungsten. Kawat digunakan sebagai penguat baja radial di ban mobil dan di *ritsleting* (Callister, 2007).

Tabel II.2. Karakteristik berbagai jenis bahan serat penguat (Calister, 2007)

<i>Material</i>	<i>Specific Gravity</i>	<i>Tensile Strength [GPa (10⁶ psi)]</i>	<i>Specific Strength (GPa)</i>	<i>Modulus of Elasticity [GPa (10⁶ psi)]</i>	<i>Specific Modulus (GPa)</i>
<i>Whiskers</i>					
Graphite	2.2	20 (3)	9.1	700 (100)	318
Silicon nitride	3.2	5-7 (0.75-1.0)	1.56-2.2	350-380 (50-55)	109-118
Aluminum oxide	4.0	10-20 (1-3)	2.5-5.0	700-1500 (100-220)	175-375
Silicon carbide	3.2	20 (3)	6.25	480 (70)	150
<i>Fibers</i>					
Aluminum oxide	3.95	1.38 (0.2)	0.35	379 (55)	96
Aramid (Kevlar 49™)	1.44	3.6-4.1 (0.525-0.600)	2.5-2.85	131 (19)	91
Carbon*	1.78-2.15	1.5-4.8 (0.22-0.70)	0.70-2.70	228-724 (32-100)	106-407
E-glass	2.58	3.45 (0.5)	1.34	72.5 (10.5)	28.1
Boron	2.57	3.6 (0.52)	1.40	400 (60)	156
Silicon carbide	3.0	3.9 (0.57)	1.30	400 (60)	133
UHMWPE (Spectra 900™)	0.97	2.6 (0.38)	2.68	117 (17)	121
<i>Metallic Wires</i>					
High-strength steel	7.9	2.39 (0.35)	0.30	210 (30)	26.6
Molybdenum	10.2	2.2 (0.32)	0.22	324 (47)	31.8
Tungsten	19.3	2.89 (0.42)	0.15	407 (59)	21.1

Karakteristik kekuatan dari komposit yang diperkuat serat berkelanjutan dan selaras yang dimuat dalam arah longitudinal dipertimbangkan. Dalam keadaan ini biasanya kekuatan diambil sebagai tekanan maksimum pada kurva tegangan-regangan, sering kali titik ini berhubungan dengan fraktur fiber, dan menandai kegagalan komposit. Tabel II.2 mencantumkan nilai kekuatan tarik longitudinal untuk tiga komposit berserat umum. Kegagalan dari jenis material komposit ini adalah proses yang relatif rumit, dan beberapa mode kegagalan yang berbeda adalah mungkin. Mode yang beroperasi untuk komposit tertentu akan bergantung pada sifat-sifat serat dan matrik, dan sifat dan kekuatan dari ikatan antarmuka *fiber-matrix*. Jika diasumsikan bahwa yang merupakan kasus biasa, maka serat akan gagal sebelum matriks. Setelah serat mengalami fraktur, sebagian besar beban yang ditanggung oleh serat sekarang dipindahkan ke matrik. Kasusnya adalah mungkin untuk menyesuaikan ekspresi untuk kekuatan tarik pada jenis komposit. (Sabarudin dan Respati, 2019).

II.7. Tanaman kapas

Bahan baku utama dalam proses pembuatan kain katun adalah serat kapas yang berasal dari Tanaman kapas, Tanaman kapas adalah tumbuh - tumbuhan yang memiliki bentuk semak, dalam keadaan yang baik dapat tumbuh beberapa meter tingginya. Tetapi kesemuanya tergantung dari jenis dan keseburan iklimnya. Seperti diperlihatkan pada Gambar II.3



Gambar II.3. Tanaman kapas

<https://pixabay.com/id/photos/tanaman-kapas-pohon-kapas-tanaman-265312/>

Tanaman kapas juga mempunyai serat kapas yang disebut serat halus yang meyelubungi biji tanaman kapas dan serat kapas menjadi bahan penting dalam industri tekstil, serat itu dapat dipintal menjadi benang dan ditenun menjadi kain, produk tekstil dari serat kapas bisa disebut juga serat katun (benang maupun kainnya). Seperti diperlihatkan pada Gambar II.4.



Gambar II.4. kain katun

<https://insidonesia.com/kain-katun/>

Katun merupakan suatu bahan yang tidak tetap, sehingga sulit untuk diketahui sifat penampilannya. Kain katun adalah yang paling murah dari bahan serat lainnya. Dahulu ada ada suatu pemikiran pabrik-pabrik tekstil untuk mencampur bahan katun dengan poliester, hal itu akan memberikan suatu bahan yang memiliki tampilan serupa katun dengan dengan perbaikan daya lentingnya (Poespo, 2005).

Kain katun memiliki sifat-sifat yang menguntungkan adalah :

1. Sifat yang kuat dalam keadaan basah bertambah 25%
2. Dapat menyerap air
3. Tahan panas setrika tinggi

Kain katun juga memiliki sifat kurang menguntungkan adalah :

1. Katun tidak tahan terhadap asam mineral dan asam organik (walaupun asam organik sering digunakan untuk memperindah tenunan).
2. Katun kurang kenyal yang menyebabkan mudah kusut
3. Katun dapat susut saat dicuci, kain katun harus disimpan dalam keadaan kering atau ditempat yang tidak lembab. (Ernawati dkk, 2008).

II.8. Matrik HDPE

Polietilena berdensitas tinggi (HDPE) adalah *polietilena* termoplastik yang terbuat dari minyak bumi dan membutuhkan 1.75 kg minyak bumi sebagai energi dan bahan baku untuk membuat 1 kg HDPE. HDPE dapat di daur ulang dan memiliki kode nomor 2 pada simbol segitiga daur ulang. Pada tahun 2007 volume produksi HDPE mencapai 30 ton di Indonesia.

HDPE memiliki percabangan yang sangat sedikit, hal ini dikarenakan pemilihan jenis katalis dalam produksinya (katalis ziegler-natta) dan kondisi reaksi karena percabangan yang sedikit, HDPE memiliki kekuatan tensil dan gaya antar molekul yang tinggi, HDPE juga lebih keras dan bisa bertahan pada temperatur tinggi yaitu 120°C.

Limbah *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polipropilena* (PP) dan limbah kertas untuk membuat panel, mereka menunjukkan bahwa komposit panel dari limbah *High Density Polyethylene* (HDPE) lebih baik dari pada komposit dari *Polipropilena* (PP). Pemakaian *coupling agent* untuk meningkatkan ikatan serat dan matrik mampu meningkatkan sifat mekanik (kekuatan tarik, *bending* dan *impact*) komposit kedua jenis matrik tersebut (Ashori dan Nourbkhsh, 2009).

Menurut Billmeyer (1971), *Polypropylene* (PE) dapat dibagi menurut massa jenisnya menjadi dua jenis yaitu : *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan *High Density Polyethylene* (HDPE). LDPE mempunyai mempunyai massa jenis antara 0,91-0,94 g/ml. Sedangkan HDPE bermassa jenis lebih besar yaitu 0,95-0,97 g/ml.

Dalam penelitian evaluasi mekanik *High Density Polyethylene* (HDPE) yang diisi serat batang pisang dan partikel zeloit alam yang dilakukan Hardiman (2018). Hasil rata-rata pengujian tarik spesimen dengan standart ASTM D 638-02 HDPE murni diperoleh *tensile strength* 22,63 N/mm².

Contoh tabel perbandingan massa jenis plastik ditunjukkan pada Tabel II.3 dan Tabel II.4 menunjukkan temperatur leleh plastik.

Tabel 11.3 Perbandingan massa jenis dari berbagai material plastik

Resin	Specific Gravity
PP	0,85-0,90
LDPE	0,91-0,93
HDPE	0,93-0,96
Polistirena	1,05-1,08
ABS	0,99-1,10
PVC	1,15-1,65
Asetil Selulosa	1,23-1,34
Nylon	1,09-1,14
Poli karbonat	1,20
Poli Asetat	1,38

Tabel II.4 Temperatur leleh proses thermoplastic

Material	Processing Temperature Rate	
	C	F
ABS	180 - 240	356 - 464
Acetal	185 - 225	365 - 437
Acrylic	180 - 250	356 - 482
Nylon	260 - 290	500 - 554
Poly carbonat	280 - 310	536 - 590
LDPE	160 - 240	320 - 464
HDPE	200 - 280	392 - 536
PP	200 - 300	392 - 572
PS	180 - 260	356 - 500
PVC	160 - 180	320 - 365

HDPE sangat tahan terhadap bahan kimia sehingga pengaplikasiannya sangat luas :

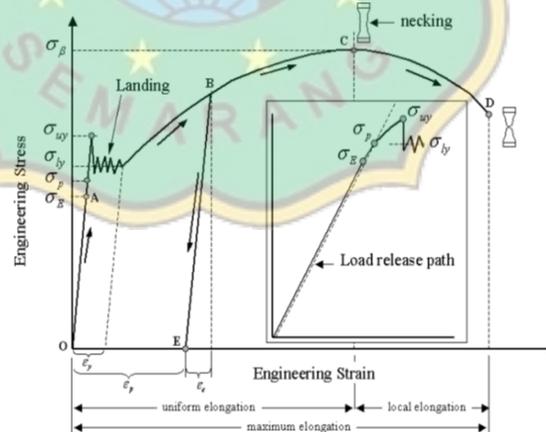
1. Kemasan detergen.
2. Kemasan susu.
3. Tanki bahan bakar.
4. Kayu plastik.
5. Meja lipat.
6. Kursi lipat.
7. Kantong plastik.
8. Wadah pengangkut beberapa jenis bahan kimia.

9. Sistem perpipaan transfer panas bumi.
10. Sistem perpipaan gas alam.
11. Pipa air.
12. Pembungkus kabel.
13. papan luncur salju.

II.9. Pengujian Tarik

Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan (Dieter, 1987). Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu (Askeland, 1985). Pada uji tarik, benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji (Davis dkk, 1955).

Diagram tegangan regangan pada Gambar II.5 rekayasa diperoleh dari perpanjangan benda uji.



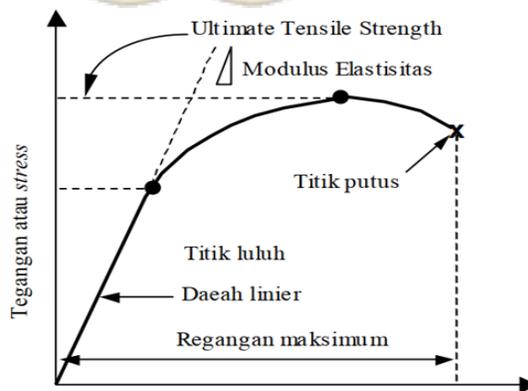
Gambar II.5. Diagram Tegangan Regangan uji tarik (Davis dkk, 1955)

Batas elastis σ_e (*elastic limit*) dinyatakan dengan titik A. Bila sebuah bahan diberi beban sampai pada titik A, kemudian bebannya dihilangkan, maka bahan tersebut

akan kembali ke kondisi semula (tepatnya hampir kembali ke kondisi semula) yaitu regangan “nol” pada titik O.

Pengujian tarik yang biasa menjadi pusat penelitian yaitu kemampuan maksimum bahan dalam menahan beban *Ultimate Tensile Strength* (UTS) atau dalam bahasa Indonesia disebut tegangan tarik maksimum.

Hukum Hooke (*Hooke's Law*) untuk hampir semua logam, pada tahap sangat awal dari uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah linier atau linear zone. Di daerah ini, kurva pertambahan panjang vs beban mengikuti aturan Hooke yaitu rasio tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) adalah konstan stress adalah beban dibagi luas penampang bahan dan strain adalah pertambahan panjang dibagi panjang awal bahan. Hubungan antara *stress* dan *strain* dirumuskan dengan hukum Hooke: $e = \sigma / \varepsilon$ untuk memudahkan pembahasan, kita modifikasi sedikit dari hubungan antara gaya tarikan dan pertambahan panjang menjadi hubungan antara tegangan dan regangan (*stress vs strain*). Selanjutnya kita dapatkan, yang merupakan kurva standar ketika melakukan eksperimen uji tarik. E adalah *gradien* kurva dalam daerah linier, di mana perbandingan tegangan (σ) dan regangan (ε) selalu tetap. E diberi nama "Modulus Elastisitas" atau "Young Modulus". Pada Gambar II.6. Merupakan kurva yang menyatakan hubungan antara *strain* dan *stress* seperti ini sering disingkat kurva SS (*SS curve*).



Gambar II.6. Kurva tegangan dan regangan. (Davis dkk, 1955)

Tegangan tarik adalah tegangan yang diakibatkan beban tarik atau beban yang arahnya tegak lurus meninggalkan luasan permukaan.

Kekuatan tarik dihitung berdasarkan persamaan:

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \dots\dots\dots (II.1)$$

Dimana:

σ = Tegangan (kgf/mm²)

P = Beban (kgf)

A_0 = Luas penampang (mm²)

Regangan dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots (II.2)$$

Dimana:

ε = Regangan (%)

ΔL = Pertambahan panjang (mm)

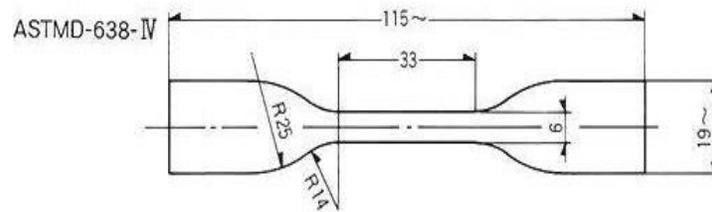
L_0 = Panjang awal (mm)

Modulus elastisitas serat tunggal dapat dihitung dengan persamaan:

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

Kekuatan tarik didapat dari pengujian tarik yang biasa dilakukan untuk mengetahui karakteristik kekuatan dari suatu material, dalam pengujian kekuatan tarik mengacu pada standar ASTM D638.

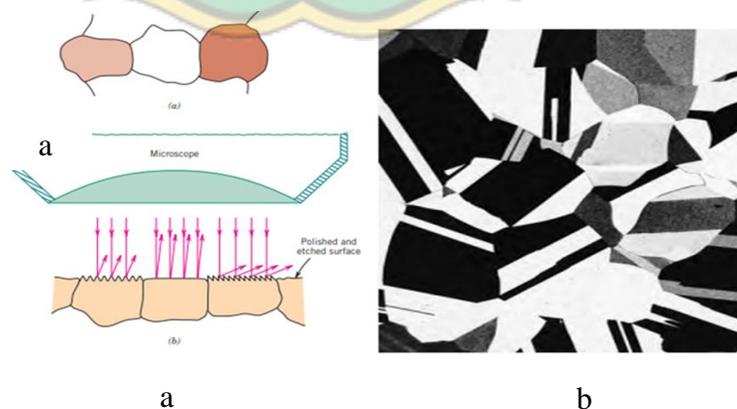
Ukuran spesimen uji tarik dibuat berdasarkan standar ASTM D638-04. Spesimen uji tarik serat dapat dilihat pada Gambar II.7.



Gambar II.4 Spesimen uji tarik komposit ASTM D638-04

II.10. Struktur Makro

Analisa makro adalah suatu analisa mengenai struktur bahan melalui pembesaran dengan menggunakan lensa makro. Proses Pengujian makro sendiri menggunakan mata terbuka dengan tujuan dapat memeriksa celah dan lubang dalam permukaan bahan. Angka kevalidan pengujian makro berkisar antara 0,5 sampai 50 kali. Pengujian cara demikian biasanya digunakan untuk bahan-bahan yang memiliki struktur kristal yang tergolong besar atau kasar. Pengujian cara demikian biasanya digunakan untuk bahan-bahan yang memiliki struktur kristal yang tergolong besar atau kasar. Misalnya, logam hasil coran (tuangan) dan bahan yang termasuk *non-metal* (bukan logam). Skematik pengamatan mikro sehingga terlihat struktur logam seperti terlihat pada Gambar II.8



Gambar II.8 a). Karakteristik tekstur permukaan biji partikel karena perbedaan orientasi kristalografi.

b). Foto pengkristalan dari spesimen kuningan. (callister, 2007).



HALAMAN INI TIDAK TERSEDIA

BAB III DAN BAB IV

DAPAT DIAKSES MELALUI

UPT PERPUSTAKAAN UNWAHAS

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

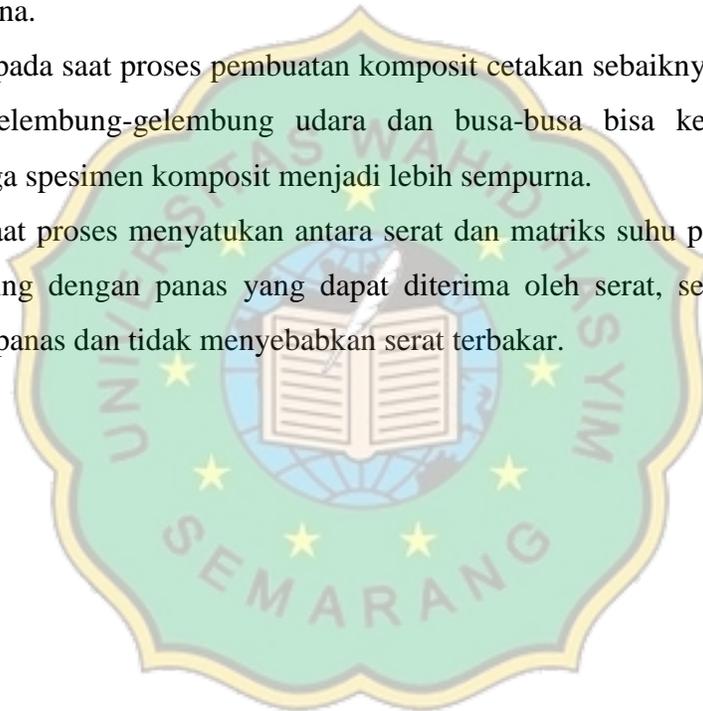
Hasil dari penelitian komposit benang katun dengan menggunakan matriks limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) ini dilakukan dengan melakukan pengujian kekuatan tarik material komposit, perhitungan densitas material komposit serta pengujian secara makro pada struktur komposit dengan fraksi volume sebesar 1,5%, 3,5%, 4,5%, 6% dan 7,5% dengan penyusunan arah benang secara lurus dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian kekuatan tarik komposit nilai tertinggi kekuatan tarik terdapat pada komposit fraksi volume 7,5% yaitu sebesar 178,4 MPa sedangkan untuk nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada komposit dengan fraksi volume 1,5% sebesar 161,869 MPa dengan demikian dapat disimpulkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada komposit fraksi volume 7,5% hal ini membuktikan bahwa serat mempengaruhi tegangan tarik pada material komposit.
2. Dari hasil analisis foto makro pada patahan komposit benang katun dengan susunan secara lurus terlihat bahwa semakin banyak benang maka yang terjadi adalah patahan liat. Yaitu mempunyai patahan yang tidak merata, benang nampak keluar atau berserabut yang menjadikan nilai uji tarik tinggi.
3. Dari hasil perhitungan densitas semakin besar penambahan serat kain katun maka semakin kecil nilai densitasnya. Nilai densitas yang diperoleh tertinggi yaitu pada fraksi volume 1,5% sebesar $0,95 \text{ g/cm}^3$.

V.2 Saran

Pada penelitian komposit benang katun dengan matrik limbah plastik *high density polyethylene* (HDPE) ini masih sangat banyak kekurangan-kekurangan yang perlu diperbaiki dan di kaji ulang untuk menyempurnakan penelitian selanjutnya, oleh karena itu penulis menyampaikan saran antara lain :

1. Sebelum melakukan penelitian perbanyak maembaca jurnal tentang komposit agar pada saat melakukan penelitian banyak referensi sehingga penelitian bisa sempurna.
2. Untuk pada saat proses pembuatan komposit cetakan sebaiknya diberikan lubang agar gelembung-gelembung udara dan busa-busa bisa keluar dari cetakan sehingga spesimen komposit menjadi lebih sempurna.
3. Pada saat proses menyatukan antara serat dan matriks suhu panas matriks harus sebanding dengan panas yang dapat diterima oleh serat, sehingga serat tidak terlalu panas dan tidak menyebabkan serat terbakar.



DAFTAR PUSTAKA

- Ashori, A., and Nourbkhsh, A., 2009. *Characteristics of wood-fiber plastic composites made of recycled materials*, Waste Management 29, p.1291-1295.
- Askeland., D. R., 1985. “*The Science and Engineering of Material* “. Alternate Edition, PWS Engineering, Boston.
- Annual Books of ASTM Standards, 2002. D638. *Standard Test Methods For Tensile Properties*, USA
- Billmeyer, Fred W.1971. *Textbook of polymer sciene*. Troy, New York
- Callister, William D.2007. “*Material Science and engineering An Introduction*”. NewYork: John Wiley and Sons, Inc.
- Davis, Troxell dan Wiskocil, 1955. *The Testing and Inspection of EngineeringMaterials*, McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
- Dieter, G., terjemahan oleh Sriati Djaprie, 1987. *Metalurgi Mekanik*, Jilid 1, edisi ketiga, Erlangga,Jakarta.
- Ermawati, Izwerni, dan Weni Nelmira, 2008. *Tata Busana Jilid 1,2, dan 3* . Jakarta.
- Gibson, 1994. *Principles Of Composite Material Mechanis*, International Edition, McGraw-Hill Inc, New york
- Hadi, 2000, *Teknologi Bahan*. Penerbit CV. Andi Offset, Yogyakarta.
- Haryanto Agus, 2009. *Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Kenaf Dan Serat Rayon Bermatrik Polyester Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak*. Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- Hardiman nurcahyanto, 2018. *Evaluasi Sifat Mekanik High Density Polyethylene Yang Diisi Serat Batang Pisang Dan Partikel Zeloit Alam*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Jonathan, 2003. *Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dengan Menggunakan Seart Sabut kelapa*. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Jones, M.R.,1975. *Mechine of Composite Material*, Mc Graww Hill Kogakusha, Ltd.

- Krobjilowski A, 2003. *New discovery in the properties of composites reinforced with natural fibers. Journal of Industrial Textiles*, Vol. 33, No. 22-October-2003, pp. 111-130, 2003.
- Nurhidayat Achmad dan Wijoyo, 2013. *Pengaruh Fraksi Volume Pada Pembuatan Komposit HDPE Limbah-Cantula Dan Berbagai Jenis Perekat Dalam Pembuatan Laminate*. Tesis, Teknik Mesin FT UNS, Surakarta.
- Poespo Goet, 2005. *Pemilihan Bahan tekstil*, Yogyakarta: PT. Kanisius.
- Rusman, Respati, S. M. B. dan Purwanto, H. , 2015. *Pengaruh Waktu Perendaman Larutan Bawang Putih Pada Serat Tanaman Lidah Mertua (Sansevieria Trifasciata) Terhadap Kekuatan Tarik Serat*. Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim, Semarang, Indonesia.
- Sabarudin, Respati, S. M. B., (2018). *Analisis Variasi Fraksi Volume Dan Arah Serat Pada Cane Fiber Reinforced Polymer Composites Dengan Perendaman Naoh 5%*. Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim, Semarang, Indonesia.
- Schwartz, M.M, 1984. Composite Material Handbook, Mc Graw Hill, Singapore.**
- Suryanto, H., Marsyahyo, E., Irawan, Y.S., Soenoko, R., 2014b. *Morphology, Structure, and Mechanical Properties of Natural Cellulose Fiber from Mendong Grass (Fimbristylis globulosa)*. *J. Nat. Fibers* 11. 333-351
- Thi Thu Loan., 2006. *Investigation Of Jute Fibers And Their Composites Based On Polypropylene And Epoxy Matrices*. Desertasi. Vietnam : Fakultas Maschinen Wesen Der.
- Wiyono Teguh, Sunaryo dan Burhan Ibnu Muhtadi, 2016, *Pengaruh Siklus Panas Pada Komposit Limbah Plastik HDPE- Serat Cantula Sebagai Bahan Material Alternatif Melalui Uji Mekanik*

<https://pixabay.com/id/photos/tanaman-kapas-pohon-kapas-tanaman-265312/>

<https://insidonesia.com/kain-katun/>