

LAPORAN TUGAS AKHIR
ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN GUGUS FUNGSI
KOMPOSIT POLIPROPILENA/SERAT KENAF/TALK
DI POLITEKNIK STMI JAKARTA
(Juni 2018 – April 2019)



DATA BUKU PERPUSTAKAAN	
Tgl Terima	07/08/22
No Induk Buku	548/TCP/SB/TA/22

OLEH

DIAN RESTI HANDAYANI (1515019)

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.
JAKARTA
2019

SUMBANGAN ALUMNI

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN GUGUS FUNGSI KOMPOSIT
POLIPROPILENA/SERAT KENAF/TALK

DISUSUN OLEH :
NAMA : DIAN RESTI HANDAYANI
NIM : 1515019
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

Jakarta, April 2019

Menyetujui

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmariharso, MBA.
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing



Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.
NIP.198210012014022001



Nomor : 021/BPSDMI/STM/III/2019 Jakarta, 20 Maret 2019
Lampiran : 1 (satu)
Perihal : Penugasan Proses Kepada
Bimbingan Tugas Akhir Yth. Ibu DR. Erfina Oktariani, S.T., M. T
Tahun Akademik 2018/2019 Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 01/SJ-IND 7.2/KEP/01 /2019 tanggal 02 Januari 2019 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Assisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2018/2019, maka dengan ini kami berharap bantuan Ibu untuk dapat membenarkan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : Dian Resti Handayani
No. Induk : 1515019

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

" Analisis Kekuatan Tank dan Gugus Fungsi Komposit Polipropilena Serat Kenaf-Talk "

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan Ibu kami ucapkan terima kasih.

Direktur,



Dr. Mustofa, ST, MT
NIP : 19700924 200312 1 001

Tembusan

1. Pudir 1,
2. Ka Prodi TKP,
3. Mahasiswa yang bersangkutan,
4. Peringgal

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Dian Resti Handayani
 NIM : 1515019
 Judul Tugas Akhir : Analisis Kekuatan Tarik dan Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk
 Pembimbing : Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
30 Juni 2018		Diskusi mengenai topik penelitian	A
7 Agustus 2018		Presentasi jurnal "Mechanical Properties of kenaf Fibre Reinforced Polymer Composite: A review"	A
15 Agustus 2018		Presentasi jurnal "The Study of Fibre/Matrix bond strength in Short hemp Polypropylene Composites from dynamic Mechanical Properties."	A
27 Oktober 2018		Diskusi mengenai variasi penelitian, prosedur penggunaan alat dan peminjaman alat di laboratorium Politeknik STMI Jabarta. Serta penentuan judul penelitian tugas akhir	A
12 Desember 2018		Diskusi mengenai pembuatan lembaran komposit dengan alat Manual Forming	A
14 Desember 2018		Diskusi pembuatan spesimen dengan alat Pneumatic Specimen Punch	A
21 Desember 2018		Diskusi mengenai pengujian kuat tarik dengan alat UTM	A
7 Januari 2019		Diskusi mengenai pengujian gugus fungsi dengan alat FTIR	A
13 Januari 2019		Perbaikan format penulisan laporan dan Judul Tugas Akhir	A
28 Februari 2019	1	Perbaikan latar belakang	A

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
20 Maret 2019	I	Perbaikan format penulisan, lembar pengesahan, daftar isi dan latar belakang	A
22 Maret 2019	II	Perbaikan Tinjauan Pustaka	A
25 Maret 2019	II & III	Perbaikan Tabel Perbaikan Metode Penelitian	A
2 April 2019	IV & V	Perbaikan tabel penelitian dan kesimpulan	A
5 April 2019		Konsultasi slide presentasi dalam bentuk PPT untuk persiapan seminar penelitian	A
10 April 2019		Konsultasi slide presentasi penelitian dalam bentuk PPT untuk persiapan Seminar penelitian	A

Mengetahui
Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer

Ir. Roosmariharso, MBA.
NIP. 195405231980031004

Pembimbing

Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.
NIP. 198210012014022001

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS
AKHIR

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN GUGUS FUNGSI KOMPOSIT
POLIPROPILENA/SERAT KENAF/TALK

DISUSUN OLEH :

NAMA : DIAN RESTI HANDAYANI

NIM : 1515019

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Seminar Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia
Polimer di Politeknik STMI Jakarta pada hari Kamis 25 April 2019

Jakarta, April 2019

Penguji



Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Penguji



Syaiful Ahsan, S.T., M.T.
NIP. 198407162014021001

Dosen Pembimbing



Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.
NIP. 198210012014022001

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS
AKHIR

JUDUL TUGAS AKHIR:

Analisis Kekuatan Tarik dan Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Serat
Kenaf/Talk

DISUSUN OLEH :
NAMA : DIAN RESTI HANDAYANI
NIM : 1515019
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia
Polimer di Politeknik STMI Jakarta pada hari Kamis, 13 Juni 2019.

Jakarta, Juni 2019

Ketua Tim Penguji



Ir. Roosmarharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Penguji II



Syaiful Ahsan, S.T., M.T.
NIP. 198407162014021001

Penguji I



Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.
NIP. 198210012014022001

Penguji III



Dr. Ir. Lintong Sopandi H, M. Che
NIP. 195803221986031002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia :

Nama : Dian Resti Handayani

NIM : 1515019

Proram Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul Analisis Kekuatan Tarik dan Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk :

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang diatas, maka karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, April 2019



Dian Resti Handayani

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala karunia, hidayah dan ridho-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan karya Tugas Akhir yang berjudul "Analisis Kekuatan Tarik dan Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk".

Penulisan laporan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan di Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta. Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penyusunan laporan ini, diantaranya kepada:

1. Bapak Dr. Mustofa, S.T, M.T, selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta
2. Bapak Ir. Roosmariharso, MBA, selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta
3. Ibu Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta
4. Ibu Dr. Erfina Oktariani, S.T, M.T, selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, masukan dan waktunya untuk membimbing saya
5. Bapak Syaiful Ahsan, S.T., M.T., selaku Kepala Laboratorium Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta yang telah mengizinkan saya melaksanakan preparasi dan uji laboratorium.
6. Bapak Dahrul Hidayah, A.Md., Bapak Samsudin, S.T., dan Ibu Ida Nur Apriani, S.ST., M.Si. selaku Operator Laboratorium yang telah membantu memudahkan saya saat melaksanakan preparasi dan uji laboratorium
7. Ayah dan Ibu serta keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan secara materil dan moral
8. Teman-teman yang telah membantu saya dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini
9. Semua pihak yang telah memberi dukungan dan bantuan dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.

Saya menyadari dalam penulisan laporan ini terdapat adanya kekurangan serta kekeliruan di dalam laporan ini. Sehingga saya akan sangat terbuka terhadap saran dan kritik yang bersifat membangun dari berbagai pihak. Akhir kata, semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala membalas semua kebaikan pihak yang telah membantu saya dan berharap agar laporan Tugas Akhir ini bermanfaat untuk memberikan informasi mengenai komposit polimer berpenguat serat alam.

Jakarta, April 2019

Penulis

ABSTRAK

Penggunaan komposit matriks polimer berpenguat serat alam telah banyak diminati oleh industri otomotif. Bahan penguat serat alam secara bertahap dapat menggantikan penguat serat sintetis. Serat kenaf memiliki sifat mekanik yang baik jika digunakan sebagai penguat komposit. Serat kenaf yang digunakan berukuran pendek (± 5 mm). Matriks yang digunakan adalah Polipropilena. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh persentase berat serat kenaf (10% dan 20%) dan pengaruh temperatur operasi di mesin *Manual Forming* terhadap kekuatan tarik serta mengetahui ikatan gugus fungsi yang mengikat komposit polipropilena/serat kenaf/talk. Metode pembuatan lembaran komposit menggunakan mesin *Manual Forming*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan peningkatan persentase berat serat kenaf menghasilkan kekuatan tarik menurun cukup signifikan. Peningkatan temperatur operasi di mesin *Manual Forming* juga menghasilkan turunnya kekuatan tarik yang tidak terlalu signifikan. Penelitian ini mendapatkan hasil kekuatan tarik tertinggi pada komposit dengan persentase serat kenaf 10% pada temperatur operasi *Manual Forming* 180°C sebesar 22,98 MPa. Dari hasil analisis FTIR terlihat gugus fungsi penyusun komposit polipropilena/serat kenaf/talk yang ditemukan yaitu adanya ikatan gugus fungsi $-OH$, $-CH$, $C=O$, dan $C-O$.

Kata kunci: komposit, polipropilena, serat kenaf, kekuatan tarik, gugus fungsi.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENUGASAN DOSEN PEMBIMBING	iv
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR.....	v
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS AKHIR.....	vii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR.....	viii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	ix
KATA PENGANTAR	x
ABSTRAK	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan-Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Komposit	6
2.2 Komposit Polimer	9
2.2.1 Bahan Penyusun Komposit Polimer.....	10
2.2.2 Aplikasi Komposit Polimer di Industri Otomotif.....	15
2.3 Polipropilena	17
2.4 Serat Kenaf.....	19
2.5 Talk.....	22
2.6 Proses Manufaktur Komposit.....	22
2.6.1 <i>Thermoplastic Tape Winding</i>	22

2.6.2 <i>Thermoplastic Pultrusion Process</i>	23
2.6.3 <i>Manual Forming</i>	23
2.6.4 <i>Injection Molding</i>	24
2.7 Kekuatan Tarik Komposit Polimer	24
2.8 Analisis Gugus Fungsi	28
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.2 Alat dan Bahan	31
3.2.1 Alat	31
3.2.2 Bahan.....	32
3.3 Variabel	32
3.3.1 Variabel Tetap	32
3.3.2 Variabel Berubah.....	32
3.4 Prosedur Penelitian.....	32
3.4.1 Persiapan Bahan	34
3.4.2 Pembuatan Lembaran Komposit dan Polipropilena.....	34
3.5 Tahap Pengujian atau Karakterisasi	34
3.5.1 Kekuatan Tarik.....	35
3.5.2 Karakteristisasi Gugus Fungsi dengan FTIR	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengujian Kuat Tarik Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk.....	36
4.1.1 Pengaruh Persentase Berat Serat Kenaf Terhadap Kuat Tarik..	37
4.1.2 Pengaruh Temperatur <i>Manual Forming</i> Terhadap Kuat Tarik..	38
4.2 Analisis Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk....	39
4.2.1 Komposit Polipropilena/Serat Kenaf 10%/Talk.....	39
4.2.2 Komposit Polipropilena/Serat Kenaf 20%/Talk.....	41
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN A	

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Sifat Mekanik Serat Alam	14
Tabel II.2 Aplikasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam di Otomotif.....	17
Tabel II.3 Temperatur Transisi Polipropilena.....	18
Tabel II.4 Ukuran Mikrofibril dan Kandungan Kimia Batang Kenaf.....	21
Tabel II.5 Sifat Mekanik Serat Kenaf Berdasarkan Densitasnya.....	21
Tabel III.1 Matriks Penelitian Pembuatan Lembaran Komposit Polipropilena/ Serat Kenaf/Talk	32
Tabel IV.1 Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tarik Komposit Polipropilena/ Serat Kenaf/Talk dengan Polipropilena	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Komposit Partikulat.....	8
Gambar II.2	Komposit Serpihan	8
Gambar II.3	Komposit Serat	8
Gambar II.4	Struktur Polipropilena	17
Gambar II.5	Serat Kenaf	20
Gambar II.6	Kurva Tegangan-Regangan	28
Gambar II.7	Tipe Kurva Tegangan-Regangan.....	28
Gambar II.8	Spesimen Uji Tarik ASTM D638 Tipe IV	28
Gambar II.9	Komponen Utama FTIR	29
Gambar III.1	Skema Pembuatan Lembaran Polipropilena dan Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk.....	33
Gambar IV.1	Pengaruh Persentase Berat Serat Kenaf Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk	38
Gambar IV.2	Spektrum FTIR Polipropilena dan Komposit Polipropilena/Serat Kenaf 10%/Talk	40
Gambar IV.3	Spektrum FTIR Polipropilena dan Komposit Polipropilena/Serat Kenaf 20%/Talk	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan komposit berpenguat serat alam telah banyak diminati oleh industri otomotif. Komposit serat alam secara bertahap dapat menggantikan komposit serat sintetis yang banyak digunakan sebagai material komponen otomotif. Karena komposit ini mempunyai kelebihan yaitu lebih ekofisien dan ringan [1]. Sehingga penggunaan komposit serat alam juga dapat berkontribusi untuk mengurangi permasalahan lingkungan.

Salah satu serat alam yang dapat dimanfaatkan sebagai penguat komposit adalah serat kenaf. Serat kenaf biasa digunakan untuk industri karung goni, interior mobil, *fiber drain*, *soil safer*, *geo textile*, dan *pulp* dan kertas. Serat kenaf memiliki sifat mekanik yang baik jika digunakan sebagai penguat komposit [2].

Penggunaan polipropilena sebagai matriks komposit polimer umum digunakan sebagai bahan penyusun komposit. Polipropilena dapat digunakan pada berbagai aplikasi karena memiliki kelebihan dibandingkan polimer jenis lainnya seperti harganya yang murah, densitasnya yang rendah dan ketahanan kimia yang sangat baik [3].

Bahan penyusun komposit tidak hanya menggunakan matriks dan penguat, tetapi juga mulai dikombinasikan dengan penambahan *filler*. Talk merupakan salah satu *filler* yang umum digunakan sebagai bahan penyusun komposit polimer. Tujuan penambahan talk ialah untuk mengurangi biaya produksi [3].

Pembuatan lembaran komposit polimer berpenguat serat alam dalam pemilihan matriksnya terdapat dua keterbatasan temperatur. Pertama, serat alam yang digunakan sebagai penguat komposit polimer mengalami degradasi ketika diproses melebihi 200°C [4]. Kedua, temperatur proses saat pencampuran matriks dengan serat harus lebih tinggi daripada titik leleh matriksnya agar matriks polimer tercampur merata dengan partikel serat [5].

Penerapan komposit serat alam untuk komponen otomotif telah diterapkan oleh Honda di lantai mobil *Sport Utility Vehicle* (SUV). Sedangkan BMW sedang mempertimbangkan untuk penerapan komposit serat alam di panel pintu mobil Saturn L 300S [1].

Komponen otomotif berukuran kecil masih menggunakan penguat serat sintetis. Penggunaan serat sintetis ini dikarenakan tidak sulit untuk dicetak dibandingkan dengan penguat serat alam. Pemakaian serat alam berukuran pendek (<1 cm) juga masih menjadi pertimbangan dalam pemilihan material penyusun komponen otomotif berukuran kecil karena dari segi kekuatannya yang rendah. Sehingga dari alasan tersebut penggunaan serat alam sebagai material penyusun komponen otomotif berukuran kecil masih belum banyak dijangkau oleh industri otomotif [1].

Oktariani dkk [6] pada penelitiannya mengenai komposit polipropilena berpenguat serat kenaf (± 5 cm) dengan pengaruh lapisan, temperatur, waktu tekanan dan tekanan dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 24 jam menggunakan mesin *Hot Press* dengan pengujian kuat tarik dan kuat lentur diperoleh nilai kuat tarik dan kuat lentur terbesar pada variasi 6 (3 lapisan, 210°C, waktu tekanan 5 menit, 50 bar) sebesar 61,958 MPa dan 64,342 MPa.

Oktariani dkk [1] telah mengembangkan penggunaan komposit polipropilena berpenguat serat kenaf pendek berukuran 5 mm. Pengembangan ini guna untuk memudahkan proses manufaktur industri otomotif dengan menggunakan serat kenaf berukuran pendek untuk aplikasi komponen-komponen otomotif berukuran kecil. Komposit polipropilena/serat kenaf pendek dengan pengaruh persentase berat serat kenaf 10%, 20% dan 30% serta keberadaan talk, yang dibuat menggunakan mesin *Hot Press* dengan 3 lapisan, temperatur 210°C, waktu tekanan 5 menit dan tekanan 50 bar menunjukkan dengan peningkatan kandungan serat kenaf hingga 30% mampu meningkatkan kekuatan tarik dan kekuatan lentur komposit polipropilena/serat kenaf. Nilai kekuatan tarik dan kekuatan lentur tertinggi diperoleh pada komposit polipropilena/serat kenaf dengan persentase berat serat kenaf 30% yang memiliki nilai kekuatan tarik sebesar 28,41 MPa dan nilai kekuatan lentur sebesar 63,91 MPa.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penelitian kali ini mengembangkan penelitian sebelumnya untuk mengetahui pengaruh berat serat kenaf berukuran pendek (± 5 mm) dan pengaruh temperatur operasi di mesin *Manual Forming* terhadap nilai kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf dengan penambahan talk 0,8%. Serta menganalisis ikatan gugus fungsi yang berada pada komposit polipropilena/serat kenaf/talk.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dibahas sebelumnya, dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti yaitu:

1. Bagaimana pengaruh persentase berat serat kenaf dan pengaruh temperatur operasi di *Manual Forming* terhadap kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf/talk?
2. Bagaimana komposisi terbaik untuk mendapatkan kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf/talk tertinggi?
3. Bagaimana ikatan gugus fungsi yang terdapat pada komposit polipropilena/serat kenaf/talk?

1.3 Batasan-Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang telah dibahas sebelumnya, maka dalam penelitian ini permasalahan yang dibahas akan dibatasi sebagai berikut:

1. Komposit berbentuk granula dari matriks polipropilena berpenguat serat kenaf dengan penambahan *filler* berupa talk sebesar 0,8%.
2. Variasi persentase berat serat kenaf yaitu 10% dan 20%.
3. Variasi temperatur operasi saat di *Manual Forming* yaitu 180°C dan 190°C.
4. Pembuatan lembaran komposit polipropilena/serat kenaf/talk menggunakan mesin *Manual Forming*.
5. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji kuat tarik dan kandungan gugus fungsi.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh persentase berat serat kenaf dan pengaruh temperatur operasi di *Manual Forming* terhadap kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf/talk.
2. Mengetahui komposisi terbaik untuk mendapatkan kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf/talk tertinggi.
3. Mengetahui ikatan gugus fungsi yang terdapat pada komposit polipropilena/serat kenaf/talk.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dalam penelitian ini adalah dapat memberikan informasi baru mengenai pengaruh persentase berat serat kenaf berukuran pendek dan pengaruh temperatur operasi di mesin *Manual Forming* terhadap kekuatan tarik serta mengetahui karakterisasi gugus fungsi komposit polipropilena/serat kenaf/talk.

1.6 Sistematika Penelitian

STUDI LITERATUR

Pembahasan ini mengenai diskusi jurnal tentang seputar topik penelitian komposit berpenguat serat kenaf yang akan dijadikan sebagai literatur saat penelitian dilakukan.

PENDAHULUAN

Pembahasan ini terdiri dari latar belakang dilakukannya penelitian, perumusan masalah dan batasan masalah dari penelitian yang akan dilakukan, tujuan dan manfaat penelitian dari penelitian ini.

TINJAUAN PUSTAKA

Pembahasan ini terdiri dari tinjauan umum mengenai komposit, klasifikasi komposit, komposit polimer, polipropilena, serat kenaf, talk, proses manufaktur komposit, kekuatan tarik komposit polimer dan analisis gugus fungsi.

METODE PENELITIAN

Pembahasan ini terdiri dari waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan saat penelitian, variasi penelitian serta prosedur pada saat penelitian dilakukan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pembahasan ini terdiri dari hasil pengujian dan analisa pembahasan hasil yang diperoleh dari hasil penelitian serta pembahasan dari hasil penelitian.

PENUTUP

Pembahasan ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil yang telah didapatkan pada bab sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit merupakan sebuah material yang terdiri dari dua bahan atau lebih yang dikombinasikan dan tidak terpisah satu sama lain. Salah satu bahan disebut sebagai bahan penguat (*reinforcement*) dan bahan dalam penguat disebut sebagai matriks. Bahan penguat bisa dalam bentuk serat, partikel atau serpihan. Selain terdiri dari bahan penguat dan matriks, terdapat juga bahan pengisi atau *filler* yang juga digunakan sebagai bahan penyusun komposit. Contoh komposit yaitu beton yang diperkuat dengan baja, epoksi yang dipekuat dengan serat grafit, dan lain-lain [7].

Komposit menjadi bagian yang penting dari material saat ini karena memiliki kelebihan seperti ringan, ketahanan terhadap korosi, kekuatan lelah yang tinggi dan pemrosesan yang lebih cepat. Pada saat ini komposit secara luas digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan struktur pesawat terbang, kemasan elektronik untuk peralatan medis dan juga pada bangunan rumah [7].

Komposit dapat diklasifikasikan menjadi dua pengelompokan, yaitu pengelompokan komposit berdasarkan matriks dan penguatnya. Berdasarkan matriksnya, komposit terbagi menjadi tiga jenis yaitu komposit matriks logam, komposit matriks keramik dan komposit matriks polimer. Sedangkan pengelompokan berdasarkan penguatnya terdiri dari tiga jenis yaitu komposit partikulat, komposit serpihan dan komposit serat [7]. Berikut penjelasan mengenai pengelompokan komposit berdasarkan jenis matriksnya, yaitu:

a. Komposit Matriks Logam

Komposit matriks logam memiliki matriks berupa logam. Contoh matriks dari komposit ini meliputi aluminium, magnesium, dan titanium. Pada umumnya penguat yang digunakan ialah karbon dan silikon karbida. Material logam utamanya diperkuat untuk menambah ataupun mengurangi sifat-sifatnya

agar sesuai dengan kebutuhan yang akan didesain. Sebagai contoh, kekakuan elastis dan kekuatan logam dapat ditingkatkan, serta koefisien ekspansi termal, konduktivitas termal dan listrik logam yang besar dapat dikurangi dengan penambahan serat seperti silikon karbida [7].

b. Komposit Matriks Keramik

Komposit matriks keramik memiliki matriks keramik seperti alumina kalsium alumino silikat yang diperkuat oleh serat. Material keramik itu sendiri memiliki sifat ketangguhan retak yang rendah. Dengan penambahan penguat seperti silikon karbida atau karbon dapat meningkatkan ketangguhan retaknya. Karena keretakan dapat menyebabkan kegagalan bertahap pada material. Selain itu komposit keramik ini tahan terhadap suhu tinggi hingga 1500°C yang dapat digunakan di area yang bersuhu tinggi, dimana komposit bermatriks logam dan polimer tidak dapat digunakan. Sehingga kombinasi antara matriks keramik dan penguat serat membuat komposit ini lebih diminati untuk aplikasi-aplikasi dimana dibutuhkan sifat mekanik yang tinggi dan area suhu yang ekstrim [7].

c. Komposit Matriks Polimer

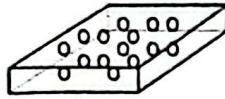
Komposit yang paling umum digunakan saat ini adalah komposit bermatriks polimer yang terdiri dari matriks polimer baik termoplastik, termoset ataupun elastomer. Komposit ini lebih umum dan banyak digunakan diberbagai industri. Alasan mengapa komposit ini paling umum digunakan adalah karena memiliki beberapa kelebihan seperti biaya produksi yang rendah, sifat kekuatan yang tinggi serta proses manufaktur yang tidak rumit. Penguat yang paling umum digunakan dalam komposit polimer adalah serat [7].

Klasifikasi komposit tidak hanya berdasarkan matriks, tetapi juga berdasarkan jenis penguatnya. Klasifikasi komposit berdasarkan penguat yakni:

a. Komposit Partikulat

Komposit partikulat terdiri dari penguat berbentuk partikel yang tertanam dalam matriks. Komposit ini biasanya isotropik karena partikel ditambahkan dengan orientasi secara acak. Komposit partikulat memiliki keunggulan seperti peningkatan pada sifat kekuatan, peningkatan suhu operasi, ketahanan oksidasi, dan lain-lain. Contoh-contoh umum yang termasuk dalam penggunaan komposit

partikulat yaitu partikel aluminium dalam karet, partikel silikon karbida dalam aluminium serta kerikil, pasir dan semen untuk membuat beton [7].

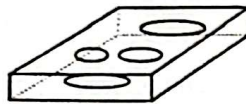


Gambar II.1 Komposit Partikulat

Sumber : Mechanics of Composite Materials (2nd ed), 2006

b. Komposit Serpihan

Komposit serpihan terdiri dari penguat berbentuk serpihan. Bahan serpihan yang umum digunakan adalah kaca, mika, aluminium, dan perak. Komposit ini memberikan keuntungan seperti modulus lentur yang tinggi, sifat kekuatan lebih tinggi dan biaya produksi yang rendah. Namun terdapat kelemahan dalam komposit ini yaitu serpihan tidak dapat diorientasikan dengan mudah dan ketersediaan bahan penguatnya yang terbatas [7].



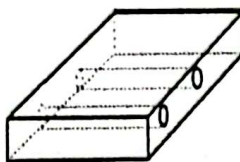
Gambar II.2 Komposit Serpihan

Sumber : Mechanics of Composite Materials (2nd ed), 2006

c. Komposit Serat

Komposit yang diperkuat serat terdiri dari bahan penguat serat yang tertanam di dalam atau terikat pada matriks. Serat yang digunakan dapat berupa serat pendek (*discontinuous*) ataupun serat panjang (*continuous*) [7].

Komposit berpenguat serat dapat dibagi lagi berdasarkan sumber seratnya yakni serat alam dan serat sintetis. Serat alam yang digunakan sebagai penguat disebut sebagai komposit serat alam. Matriks yang dapat digunakan pada komposit serat alam ini yakni dapat berupa matriks polimer sintetis ataupun polimer *biodegradable* [8].



Gambar II.3 Komposit Serat

Sumber : Mechanics of Composite Materials (2nd ed), 2006

2.2 Komposit Polimer

Komposit polimer menjadi komposit yang sangat populer dikalangan industri otomotif karena biaya produksinya murah, memiliki kekuatan tinggi, dan proses pembuatannya yang sederhana. Biasanya komposit polimer yang diproduksi secara komersial menggunakan bahan bermatriks polimer baik termoplastik, termoset ataupun elastomer. Polimer yang umum digunakan sebagai matriks yaitu poliester, vinil ester, epoksi, fenolik, polimida, poliamida, polipropilena, polieter keton, polietilena dan lain-lain. Sedangkan bahan penguat yang paling sering digunakan ialah serat namun bahan penguat yang berasal dari mineral juga umum digunakan [8].

Komposit polimer banyak diaplikasikan oleh industri untuk berbagai aplikasi seperti penggunaan pada pesawat terbang yang menggunakan komposit polimer sebagai *body* penutup mesin pesawat terbang untuk mengurangi beratnya. Komposit polimer juga banyak diaplikasikan di dalam komponen otomotif. Sekitar 8% dari bagian mobil terbuat dari komposit polimer, yakni pada *bumper*, panel bodi dan pintu [7].

Komposit polimer utamanya tersusun dari matriks polimer dan penguat. Bahan penguat mempunyai nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi daripada kekuatan tarik matriks. Sehingga bahan penguat memegang peran dalam memberikan nilai kekuatan tarik yang tinggi pada komposit polimer. Pada umumnya bahan penguat dan matriks polimer merupakan kedua bahan yang tidak homogen dan sulit untuk saling berikatan. Karena umumnya penguat bersifat polar sedangkan matriks polimer bersifat nonpolar. Karena perbedaan bahan tersebut, dapat terjadi ikatan yang lemah antara matriks dengan penguat. Dengan rendahnya ikatan tersebut maka akan mempengaruhi sifat mekanik komposit polimer. Untuk menghasilkan sifat mekanik yang baik maka penting adanya ikatan yang kuat antara matriks dan penguat yang tidak homogen. Ikatan yang kuat dapat dihasilkan dengan bantuan *compatibilizer*.

Compatibilizer berfungsi sebagai jembatan penghubung antara matriks dan penguat agar terikat dengan baik. Modifikasi kimia ini dengan mencangkokkan grup polar ke dalam rantai polimer nonpolar, dengan demikian dapat

meningkatkan daya rekat pada penguat. *Compatibilizer* dapat mengikat penguat ke dalam matriks polimer. *Compatibilizer* mempunyai cara kerja yang unik, dimana di satu sisi *compatibilizer* harus dapat berinteraksi dengan penguat yang sifatnya polar. Sedangkan disisi lain, *compatibilizer* juga harus kompatibel dengan rantai molekul polimer yang bersifat nonpolar [3].

Compatibilizer berperan untuk meningkatkan ikatan antara matriks dengan penguat. Dengan penambahan *compatibilizer* maka akan diperoleh kekuatan ikatan antarmuka antara penguat dan matriks. Sehingga dari ikatan yang kuat maka dapat meningkatkan sifat fisik, mekanik dan termal dari komposit. Salah satu contoh *compatibilizer* adalah *Maleic Anhydride Polypropylene* (MAPP) yang telah banyak digunakan sebagai *compatibilizer* [8].

Gugus *maleic anhydride* yang dicangkokkan pada polipropilena menimbulkan ikatan ion antara penguat dan zat penghubung polimer yang dapat meningkatkan interaksi fisik antara penguat dengan matriks [8].

2.2.1 Bahan Penyusun Komposit Polimer

2.2.1.1 Matriks Polimer

Matriks merupakan salah satu bahan penting pembentuk komposit. Matriks memiliki beberapa peran dalam komposit yang sebagian besar memiliki peran penting pada kinerja struktur komposit. Peran matriks polimer dalam komposit yang diperkuat serat meliputi [9]:

1. Menjaga serat untuk tetap berada pada tempatnya
2. Mentransfer tekanan antar serat
3. Menjaga serat agar terhindar dari gangguan lingkungan yang merugikan seperti bahan kimia dan kelembapan
4. Melindungi permukaan serat dari degradasi mekanis, misalnya dari abrasi

Penggunaan matriks polimer sebagai bahan penyusun komposit memiliki banyak keuntungan seperti biaya yang rendah, proses manufaktur yang mudah, ketahanan kimia yang baik dan juga ringan. Dalam komposit matriks polimer, matriks yang digunakan dapat berupa polimer termoplastik, termoset dan elastomer [8].

Polimer termoplastik merupakan polimer yang terdiri dari molekul rantai linier atau bercabang yang memiliki ikatan intramolekul yang kuat tetapi ikatan antar molekulnya lemah. Polimer termoplastik dapat dibentuk kembali jika dilakukan pemanasan. Contoh polimer termoplastik yaitu polietilena, polipropilena, polistirena, nilon, polikarbonat, poliasetal, polisulfon, dan sebagainya [8].

Polimer termoset merupakan polimer yang terdiri dari molekul-molekul yang secara kimiawi bergabung bersama oleh ikatan silang dan membentuk struktur jaringan tiga dimensi yang kaku. Setelah ikatan silang ini terbentuk selama reaksi polimerisasi (disebut juga reaksi *curing*), polimer termoset tidak dapat dilunakkan kembali dengan pemberian panas [9]. Contoh dari polimer termoset yaitu melamin, fenol, poliester tak jenuh, epoksi, dan sebagainya.

Elastomer merupakan polimer dengan sifat yang viskoelastis. Pada umumnya elastomer memiliki *modulus young* yang rendah dan memiliki tegangan yang tinggi dibandingkan dengan bahan lainnya. Pada elastomer masing-masing monomer yang terhubung untuk membentuk polimer biasanya terbuat dari karbon, hidrogen, oksigen, dan silikon. Pada suhu kamar, elastomer relatif lunak dan dapat dideformasi. Penggunaan utama dari elastomer adalah untuk *seal*, perekat dan komponen-komponen yang fleksibel. Contoh dari elastomer yaitu polibutadiena, kloroprena, karet silikon, karet EPDM, polisulfida, dan sebagainya [8].

Polipropilena merupakan polimer termoplastik yang paling umum digunakan sebagai matriks polimer termoplastik. Polipropilena merupakan polimer yang sangat serbaguna karena memiliki banyak sifat yang menguntungkan yang dapat menjadikannya sebagai pilihan untuk berbagai aplikasi. Sifat yang dimiliki oleh polipropilena yaitu ketahanan kimia yang sangat baik, sifat mekanik yang sangat baik, biayanya rendah serta densitasnya ringan dibandingkan dengan polimer jenis lainnya [3].

2.2.1.2 Reinforcement

Reinforcement atau penguat adalah bahan paling penting dari komposit. Peran dasar dari penguat adalah meningkatkan sifat mekanik dari matriks.

Reinforcement dapat berbentuk serat panjang, serat pendek, partikel, serpihan, serabut-serabut atau lembaran [7].

Penguat dari partikel memiliki dimensi yang kira-kira sama disemua arah. Bentuk partikel bisa berbentuk bulat, kubik, atau geometri beraturan ataupun tidak beraturan. Namun penguat partikel tidak memiliki arah yang disukai terutama jika digunakan untuk meningkatkan sifat komposit [9].

Bentuk *flake* atau serpihan juga digunakan sebagai penguat dalam komposit. Serpihan dengan ketipisan yang sangat tipis memiliki rasio aspek yang sangat tinggi dan jika sesuai dengan matriksnya mampu memberikan tingkat kekuatan yang tinggi. Contoh penguat yang umum digunakan adalah serpihan mika [8].

Penguat dari bahan serat merupakan penguat yang paling umum digunakan pada komposit matriks polimer. Berdasarkan panjang seratnya terdapat dua jenis serat yang digunakan sebagai penguat komposit polimer, yakni:

1. Serat Pendek

Serat pendek atau serat *discontinuous* memiliki ukuran kurang dari 7,5 mm [10]. Penggunaan serat pendek dalam industri otomotif telah banyak digunakan dalam berbagai matriks polimer. Serat pendek umumnya digunakan dalam matriks polimer termoplastik. Serat pendek biasanya berorientasi secara acak. Penguat serat pendek lebih disukai daripada serat panjang karena prosesnya lebih mudah dengan biaya produksi yang rendah. Namun serat pendek biasanya menghasilkan kekuatan, kekakuan dan ketangguhan patah yang lebih rendah daripada serat panjang [8].

2. Serat Panjang

Serat panjang atau serat *continuous* memiliki ukuran lebih dari 7,5 mm [10]. Serat panjang umumnya digunakan untuk matriks polimer termoset seperti resin poliester dan resin epoksi. Biasanya serat panjang memiliki orientasi yang searah atau sejajar. Aspek rasio dari serat panjang lebih tinggi dibandingkan dengan serat pendek [8]. Sehingga dari aspek rasionya yang tinggi menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi pula.

Penguat dari bahan serat dapat terbagi lagi berdasarkan sumber seratnya. Terdapat dua jenis serat yang digunakan sebagai penguat komposit polimer

berdasarkan sumbernya, yakni serat sintetis dan serat alam. Serat sintetis merupakan serat yang seluruhnya terbuat dari bahan sintetis kimia. Serat sintetis biasanya lebih kuat daripada serat alam. Serat sintetis yang sering digunakan sebagai penguat yakni serat karbon, serat kaca, serat kevlar, serat nilon dan sebagainya [8].

Penggunaan serat sintetis sebagai penguat komposit sudah lama digunakan dalam berbagai aplikasi karena mampu meningkatkan kekuatan tarik komposit. Perkembangan penggunaan serat terus dilakukan hingga penggunaan serat alam mampu dikembangkan sebagai penguat komposit. Serat alam memiliki keunggulan khusus dibandingkan dengan serat-serat sintetis karena serat alam banyak tersedia di alam, sumber daya yang terbarukan, dapat terurai dan tidak menimbulkan masalah lingkungan [8].

Serat alam dari tanaman seperti rami, bambu, sabut, sisal, dan nanas dikenal memiliki kekuatan yang sangat tinggi. Sehingga serat alam dapat digunakan untuk banyak aplikasi penahan beban. Aplikasi komposit serat alam telah banyak digunakan dalam industri otomotif. Industri mobil di Eropa telah mulai menggunakan komposit serat alam dengan skala besar pada eksterior dan interior bodi mobil karena persyaratan lingkungan yang ketat [8].

Komponen serat alam adalah selulosa yang tersebar di dalam matriks amorf lignin dan hemiselulosa. Kandungan komponen dari serat alam dapat berbeda-beda tergantung pada jenis serat alamnya. Kandungan selulosa berada dikisaran 60-80% dan kandungan lignin berada di kisaran 5-20%. Selain itu, kandungan air dalam serat alam dapat mencapai 20% [4].

Polimer yang diperkuat serat alam telah mendapatkan minat di industri otomotif. Aplikasi komposit serat alam saat ini digunakan pada panel pintu bagian dalam, kursi belakang, panel bagian dalam atap, dan sebagainya [9]. Pada Tabel II.1 dapat terlihat sifat mekanik dari beberapa jenis serat alam terhadap nilai elongasi, kekuatan tarik dan *modulus young*. Terlihat dari Tabel II.1 serat kenaf memiliki kekuatan tarik yang tinggi dibandingkan beberapa jenis serat alam lainnya seperti serat sisal dan serat abaka, yakni kekuatan tarik yang dimiliki serat kenaf sebesar 930 MPa.

Tabel II.1 Sifat Mekanik Serat Alam

Jenis Serat	Elongasi (%)	Kekuatan Tarik (MPa)	Modulus Young (GPa)
<i>Flax</i>	2,7 – 3,2	345 – 1500	27,6
<i>Hemp</i>	1,6	690	70
Yute	1,16 – 1,5	393 – 800	13 – 26,5
Kenaf	1,6	930	53
Rami	1,2 – 3,8	400 – 938	61,4 – 128
Sisal	3 – 7	468 – 700	9,4 – 22
<i>Coir</i>	15 – 40	131 – 200	4 – 6
Abaka	-	430 – 760	-
Kapas	7 – 8	287 – 800	5,5 – 12,6
<i>Heneguen</i>	1,6	413 – 1627	34,5 – 82,5
Kelapa sawit	25	248	3,2

Sumber: Akil dkk, 2011

Serat alam berbasis tumbuhan banyak dimanfaatkan sebagai penguat dalam komposit polimer. Sifat serat alam ini pada umumnya mengandung sejumlah besar gugus hidroksil yang membuatnya bersifat polar dan hidrofilik. Sedangkan matriks polimer pada umumnya bersifat hidrofobik. Penambahan serat alam yang bersifat hidrofilik untuk matriks polimer yang hidrofobik akan menghasilkan komposit dengan sifat mekanik yang buruk karena dispersi serat tidak seragam dalam matriks dan juga ikatan antarmuka pada serat-matriks yang rendah. Sifat serat alam yang hidrofilik juga menghasilkan kelembapan yang tinggi pada komposit berbasis serat alam, sehingga dapat menyebabkan pembengkakan serat dan kekosongan pada permukaan matriks-serat. Kelembapan pada serat akan semakin parah jika dilakukan pemanasan bersama matriks, yang akan menghasilkan komposit berpori atau terdapat kekosongan di dalam struktur komposit. Penyerapan kelembapan yang tinggi juga dapat menyebabkan kerusakan pada sifat mekaniknya [4].

2.2.1.3 Filler

Pembuatan komposit tidak dibatasi hanya dengan menggunakan matriks dan penguat, tetapi juga dikombinasikan dengan berbagai bahan pengisi seperti grafit, mika, karbon hitam, dan sebagainya. Pada umumnya, *filler* atau pengisi merupakan bahan penguat berbentuk partikel padat yang ditambahkan kedalam matriks polimer. *Filler* pada umumnya merupakan bahan anorganik. Pengisi yang paling umum digunakan adalah kalsium karbonat (CaCO_3) yang digunakan untuk

mengurangi biaya, membantu mendistribusikan serat selama pencetakan serta mencegah penyusutan cetakan. Contoh pengisi lainnya adalah tanah liat, mika, kaca, talk, dan lain-lain [9].

Filler dapat diklasifikasikan sesuai dengan pengaruhnya terhadap sifat mekanik yang dihasilkan dari suatu material [11]. Berikut klasifikasi *filler* berdasarkan pengaruhnya terhadap sifat mekanik, diantaranya:

1. *Inert Filler*

Penambahan pengisi yang tidak bereaksi (pengisi *inert*) dalam komposit biasanya ditambahkan guna untuk mengurangi biaya produksi. Meskipun tidak bereaksi, namun pengisi ini sebenarnya tetap dapat mempengaruhi sifat dari komposit, misalnya dapat meningkatkan densitas suatu material, mengurangi penyusutan, meningkatkan kekerasan, dan meningkatkan sifat termal suatu material yang ditambahkan pengisi *inert*. Biasanya penambahan *filler* ini sangat rendah, tidak lebih dari 3%. Sehingga pengaruh sifat komposit yang lebih terlihat hanya pada peningkatan kekakuan komposit [11].

2. *Reinforcing Filler*

Reinforcing filler merupakan pengisi yang digunakan sebagai penguat yang biasanya ditambahkan untuk meningkatkan sifat mekanik seperti modulus ataupun kekuatan tarik. Biasanya penggunaan *filler* sebagai penguat ini bisa mencapai persentase berat 30%. Penguat *filler* biasanya dapat meningkatkan kekuatan tarik, kekuatan tekan dan geser, meningkatkan titik leleh, mengurangi penyusutan dan meningkatkan modulus elastisitas pada komposit. Pada umumnya semakin kecil ukuran *filler*, maka akan semakin besar peningkatan sifat mekaniknya misalnya pada kekuatan tarik [11].

2.2.2 Aplikasi Komposit Polimer di Industri Otomotif

Bahan komposit polimer telah dianggap sebagai bahan pilihan dalam beberapa aplikasi industri otomotif. Karena bahan komposit ini memberikan hasil akhir yang berkualitas dan pemrosesan yang mudah. Saat ini, aplikasi panel bodi dari komposit polimer memiliki rekam jejak yang sukses mulai dari mobil *sport* hingga mobil penumpang dan mobil truk [12].

Aplikasi komposit polimer dari penguat serat sintetis dan serat alam telah banyak digunakan sebagai bahan pembuatan komponen otomotif. Komposit polimer yang diperkuat serat sintetis seperti serat karbon digunakan secara luas untuk komponen-komponen mobil balap. Meskipun harga serat karbon tinggi, namun serat karbon memberikan kekuatan yang baik dengan berat yang rendah. Telah banyak yang menggunakan serat karbon secara luas dalam pembuatan komponen mobil balap seperti untuk komponen *monocoque chassis* serta komponen lainnya [8].

Komposit polimer bepenguat serat kaca pertama kali digunakan dalam komponen otomotif pada bagian panel dan *fairing* untuk kendaraan. Sejak tahun 1970 *bumper* mobil mulai dibuat dengan komposit polimer diperkuat serat kaca. Komponen mobil seperti komponen pintu, panel *trim*, dan penutup bagasi terbuat dari bahan komposit tersebut [8].

Penggunaan komposit polimer dalam industri otomotif meningkat secara signifikan mengikuti tren mobil yang lebih ringan. Dalam pembuatan komponen interior dan eksterior kendaraan, pengurangan berat kendaraan adalah masalah yang utama. Material harus ringan namun kuat, misalnya material memiliki sifat dampak yang baik untuk menghindari kerusakan akibat penggunaannya [12].

Serat alam dari tanaman yang digunakan sebagai penguat untuk polimer saat ini merupakan jenis penguat yang perkembangannya paling cepat. Komposit polimer berpenguat serat alam dapat meningkatkan sifat mekanik, mengurangi berat material, menurunkan biaya produksi serta meningkatkan kemampuan biodegradasi. Penggunaan serat alam pada aplikasi otomotif bukanlah ide yang baru. Pada tahun 1930 dan 1940, Henry Ford sangat menganjurkan penggunaan serat alam seperti serat *hemp* sebagai penguat dalam pembuatan komponen eksterior panel bodi mobil. Selain itu Daimler-Benz telah mengeksplorasi ide untuk mengganti serat kaca dengan serat alam dalam komponen otomotif sejak tahun 1991. Mobil Mercedes telah menggunakan panel pintu berbasis serat yute di kendaraan E-class sejak tahun 1996 [8].

Sebagian besar produsen kendaraan memanfaatkan serat alam sebagai penguat komposit polimer dalam berbagai aplikasi seperti yang tercantum dalam Tabel II.2.

Tabel II.2 Aplikasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam di Otomotif

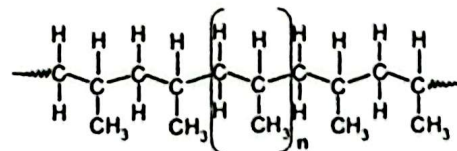
Produksi	Model	Komponen
Audi	A2, A3, A4, A4 Avant, A6, A8	Kursi belakang, panel pintu bagian samping dan belakang, <i>boot & spare tire lining, hat rack</i>
BMW	Series 3, 5, 7	Panel pintu, kursi belakang, panel peredam suara, panel <i>headliner, boot & molded foot well linings</i>
Peugot	406	<i>Front and rear door panels</i>
Toyota	Raum, Brevis, Harrier, Celsior	Panel pintu, kursi belakang, <i>floor mats, spare tire cover</i>
Mitsubishi	Space star, Colt	<i>Cargo area floor, panel pintu, panel instrumen</i>
Ford	Mondeo CD 162, Focus, Freestar	<i>Floor trays, panel pintu, boot liner</i>

Sumber: Salit dkk, 2015

2.3 Polipropilena

Polipropilena adalah polimer termoplastik yang diproduksi dari polimerisasi propilena, yang merupakan proses dari monomer menjadi rantai polimer yang sangat panjang. Polipropilena memiliki sifat fisika, mekanik, dan termal yang sangat baik dan juga diinginkan sesuai dengan kebutuhan produk ketika digunakan dalam suhu ruang. Polipropilena relatif kaku dan memiliki titik leleh yang tinggi, densitas yang rendah, dan relatif tahan terhadap benturan [3].

Polipropilena ditemukan pada tahun 1954 dan menjadi polimer yang banyak diminati karena memiliki densitas yang rendah diantara jenis polimer yang lainnya. Sehingga dapat menghasilkan produk dengan berat yang lebih ringan. Polipropilena memiliki ketahanan kimia yang sangat baik dan dapat diproses melalui banyak metode seperti *Injection Molding* dan Ekstrusi. Polipropilena merupakan termoplastik yang paling banyak digunakan selain karena densitasnya yang rendah, juga harganya sangat murah dan fleksibel untuk dicetak [12].



Gambar II.4 Struktur Polipropilena

Sumber : Maddah, 2016

Polipropilena memiliki struktur kristal dengan tingkat kekakuan yang tinggi dan titik leleh yang tinggi dibandingkan dengan termoplastik komersial lainnya. Polipropilena memiliki densitas $0,9 \text{ g/cm}^3$ yang membuatnya cocok dalam banyak aplikasi industri terutama di industri otomotif. Kekuatan tarik yang dimiliki polipropilena mencapai 34 MPa [3]. Pada Tabel II.3 disajikan temperatur transisi polipropilena. Pada tabel tersebut diketahui titik leleh polipropilena berkisar antara 160°C sampai 208°C . Temperatur transisi gelas polipropilena berada di -18°C yang membuatnya menjadi getas. Polipropilena mulai mengalami penguraian komposisi atau dekomposisi direntang suhu 336°C sampai 366°C .

Tabel II.3 Temperatur Transisi Polipropilena

Material	Temperatur Transisi Gelas T_g ($^\circ\text{C}$)	Titik leleh T_m ($^\circ\text{C}$)	Dekomposisi T_d ($^\circ\text{C}$)
Polipropilena	-18	160 – 208	336 – 366

Sumber: Maddah, 2016

Polipropilena merupakan bahan yang paling penting diantara poliolefin karena tiga alasan utama. Pertama, sifat polipropilena yang baik seperti densitas yang rendah, temperatur leleh tinggi dengan biaya yang rendah membuat polipropilena optimal untuk diaplikasikan pada jangka waktu yang lama. Kedua, polipropilena adalah bahan yang sangat serbaguna yang berarti keragaman dalam desain struktur dan sifat mekaniknya dapat dicapai. Ketiga, struktur morfologi polipropilena yang berbeda ketika menggunakan pengisi atau zat penguat dan pencampuran polipropilena dengan polimer lain dapat menghasilkan karakteristik yang lebih unggul [12].

Polipropilena terbagi menjadi tiga jenis berdasarkan monomernya, yaitu *Homopolymer Polypropylene*, *Random Copolymer Polypropylene*, dan *Impact Copolymer Polypropylene*. Berikut penjelasan mengenai ketiga jenis polipropilena, yaitu [3]:

1. *Homopolymer Polypropylene*

Homopolymer Polypropylene adalah polipropilena yang paling banyak digunakan dalam industri. Polipropilena jenis ini terdiri dari fase kristal dan fase nonkristal. Daerah nonkristal (amorf) terdapat polipropilena isotaktik dan ataktik. Polipropilena isotaktik didaerah amorf dapat dikristalisasi perlahan-lahan dari

waktu ke waktu. Dengan kata lain, *homopolymer polypropylene* hanya terdiri dari satu monomer propilena sepanjang rantai polimer dengan sebagian besar monomernya adalah propilena isotaktik yang memberikan struktur kristal ke polimer. Oleh karena itu, polipropilena ini menunjukkan tingkat kekakuan yang tinggi pada temperatur kamar dan juga titik leleh yang tinggi. Tetapi transparansi yang dimiliki rendah serta kekuatan benturannya kurang.

2. *Random Copolymer Polypropylene*

Random Copolymer Polypropylene merupakan polipropilena yang tersusun dari kopolimer etilena dan propilena yang diproduksi dengan kopolimerisasi propilena dan sejumlah kecil etilena (kandungan etilena biasanya 7% atau lebih rendah). Kandungan etilena dapat mempengaruhi struktur polipropilena dan menghasilkan pengurangan keseragaman kristal dalam polimer. Hubungan antara kandungan etilena dengan struktur kristal polipropilena berbanding terbalik. Hal ini berarti bahwa ketika kandungan etilena meningkat maka struktur kristal secara berangsur akan menurun dan menghasilkan titik leleh yang lebih rendah.

3. *Impact Copolymer Polypropylene*

Impact Copolymer Polypropylene merupakan polipropilena yang tersusun dari campuran fisik dari *homopolymer polypropylene* dan *random copolymer polypropylene*. Polipropilena jenis ini optimal pada temperatur rendah dengan ketahanan benturannya yang lebih tinggi. Bagian *random copolymer polypropylene* dari *impact copolymer polypropylene* dirancang untuk memiliki kandungan etilena dalam kisaran etilena 40-65% dan ini disebut sebagai fase karet. Penguatan seperti karet dapat meningkatkan kekuatan benturan terutama pada temperatur yang rendah (dibawah -20°C). Namun sifat kekakuan pada polipropilena juga perlu dipertahankan sehingga dapat menghasilkan keseimbangan antara sifat kekakuan dan kuat benturan yang baik.

2.4 Serat Kenaf

Tanaman kenaf (*Hibiscus cannabinus*) yang berasal dari famili *Malvacea* merupakan tanaman asli Afrika. Kenaf merupakan tanaman yang tumbuh liar dibagian subtropis dan tropis tepatnya di Afrika dan Asia. Tanaman kenaf mampu tumbuh diberbagai kondisi cuaca dan dapat tumbuh hingga ketinggian lebih dari

tiga meter dengan diameter dasar 3 sampai 5 cm. Kenaf merupakan tanaman yang keras, kuat dan tangguh dengan tangkai berserat, tahan terhadap gangguan serangga dan membutuhkan sedikit atau bahkan tidak membutuhkan pestisida sama sekali [2].

Tanaman kenaf sudah lama dibudidayakan di Indonesia dan pada tahun 1986 atau 1987 sudah mencapai luas 26.000 Ha yang tersebar diberbagai pulau seperti Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Kalimantan Selatan. Tanaman kenaf memiliki keunggulan yaitu mudah beradaptasi secara luas pada berbagai kondisi lahan dan memiliki ketahanan yang tinggi terhadap kondisi cekaman abiotik seperti genangan air, kekeringan, dan pH tanah yang rendah. Tanaman kenaf adalah tanaman yang dikembangkan dengan benih dan merupakan tanaman yang berusia pendek dengan jangka usia yang hanya berkisar 100 hari sampai dengan 140 hari [13].

Serat kenaf yang terdapat pada bagian batang tanaman kenaf merupakan salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai bahan penguat komposit polimer. Serat kenaf mampu menggantikan serat kaca sebagai bahan penguat komposit [2].



Gambar II. 5 Serat Kenaf
Sumber: Saba dkk, 2014

Rata-rata serat alam terdiri dari sekitar 30-80% selulosa, 2-45% lignin, 0-10% pektin, 0,15-31% hemiselulosa dan kelembapan hingga sekitar 20%. Kandungan selulosa memberikan nilai kekuatan dan kekakuan pada serat melalui ikatan hidrogen dan hubungan lainnya. Hemiselulosa memberikan peran pada biodegradasi, penyerapan air, dan degradasi termal dari serat. Disisi lain, lignin stabil secara termal namun berperan pada degradasi serat oleh sinar UV [4].

Ukuran mikrofibril dan kandungan kimia dari batang kenaf ditunjukkan pada Tabel II.4, dimana kandungan selulosa terbanyak berada di kulit batang kenaf sampai berkisar 69,2% dan memiliki sedikit kandungan lignin dan hemiselulosanya yang masing-masing hanya sekitar 2,8% dan 27,2%.

Tabel II.4 Ukuran Mikrofibril dan Kandungan Kimia Batang Kenaf

Ukuran dan Kandungan Kimia Batang Kenaf	Satuan	Kulit Batang Kenaf	Inti Batang Kenaf
Panjang Serat	(mm)	2,22	0,75
Lebar Serat	(μm)	17,34	19,23
Diameter Lumen	(μm)	7,50	32
Ketebalan Dinding Scl	(μm)	3,60	1,50
Selulosa	(%)	69,20	32,10
Lignin	(%)	2,80	25,21
Hemiselulosa	(%)	27,20	41

Sumber: Akil dkk, 2011

Hampir semua bagian tanaman kenaf dapat digunakan untuk bahan baku berbagai industri. Seperti daun kenaf terdiri dari protein 24% yang sangat baik untuk pakan ternak unggas. Biji kenaf terdiri dari lemak 20% yang baik untuk diolah menjadi minyak goreng, kayu kenaf sangat baik digunakan sebagai bahan baku industri *particle board* untuk berbagai keperluan seperti furnitur, pintu, jendela, kusen, pelapis dinding rumah, dan lain-lain. Serat kenaf juga banyak digunakan sebagai bahan baku berbagai industri seperti *fibre board*, *geo-textile*, *soil remediation*, *pulp* dan kertas, tekstil, karpet, kerajinan tangan, dan lain-lain. *Fibre board* dari serat kenaf saat ini digunakan sebagai bahan baku interior mobil seperti untuk langit-langit, pintu, *dashboard*, dan lain-lain [13]. Pada Tabel II.5 dapat terlihat sifat mekanik serat kenaf. Dimana kekuatan tarik tertinggi sebesar 930 MPa terdapat pada serat kenaf dengan densitas 1,45 g/cm³ dan kekuatan tarik terendah sebesar 295 MPa pada serat kenaf dengan densitas 1,2 g/cm³.

Tabel II.5 Sifat Mekanik Serat Kenaf Berdasarkan Densitasnya

Densitas Serat Kenaf (g/cm ³)	Kekuatan Tarik (MPa)	Tensile Modulus (GPa)	Elongasi (%)
1,450	930	53	1,6
1,400	284 – 800	21 – 60	1,6
1,500	350 – 600	40	2,5 – 3,5
1,200	295	-	3,0 – 10
0,750	400 – 550	-	-

Sumber: Saba dkk, 2014

2.5 Talk

Talk merupakan bahan mineral yang paling lunak dari bahan mineral lainnya yang memiliki kekerasan 1-1.5 Mohs. Talk merupakan magnesium silikat terhidrasi yang memiliki rumus kimia $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$. Komposisi kimia talk mengandung 31,7% MgO; 63,5% SiO₂; dan 4,8% H₂O. Jumlah talk yang digunakan dalam suatu material memiliki efek langsung pada tingkat kekakuan yang diperoleh. Selain digunakan pada industri polimer, talk juga digunakan pada industri keramik sebagai fluks, talk digunakan sebagai pengisi pada industri kertas, serta pada industri karet talk digunakan untuk meningkatkan kekakuan dan kemudahan proses [3].

Talk pertama kali digunakan untuk homopolimer polipropilena di sekitar tahun 1960 untuk diaplikasikan pada bagian bawah kap otomotif. Penggunaan utama talk pada polipropilena adalah untuk meningkatkan kekakuan material. Pada akhir tahun 1980, Jepang mulai menggunakan talk untuk meningkatkan kekakuan dari kopolimer propilena berdampak tinggi serta talk digunakan sebagai campuran termoplastik olefin untuk diaplikasikan pada *bumper*, *dashboard*, instrumen panel, dan komponen otomotif lainnya [3].

2.6 Proses Manufaktur Komposit

Proses pembuatan komposit merupakan hal yang penting untuk menghasilkan produk komposit. Ada beberapa metode pembuatan komposit yang umum digunakan untuk menghasilkan komposit dengan hasil akhir sesuai keinginan, contohnya seperti proses *Tape Winding*, *Pultrusion*, *Manual Forming*, *Injection Molding*, dan sebagainya.

2.6.1 Thermoplastic Tape Winding

Proses ini juga dikenal dengan sebutan *Thermoplastic Filament Winding*. Pada metode ini, panas dan tekanan diberikan ke *roller* dan *mandrel* untuk melelehkan termoplastik. Di dalam proses ini, pelelehan dan penggabungan material termoplastik diperoleh dengan satu langkah. Pada proses ini dapat digunakan untuk membuat komposit berbentuk pipa, contohnya seperti kerangka sepeda. Selain itu, pada proses ini juga berpotensi untuk membuat struktur

komposit yang tebal. Sehingga struktur komposit yang tebal dan besar dapat dibentuk tanpa mengganggu proses pembuatan kompositnya [14].

2.6.2 *Thermoplastic Pultrusion Process*

Pultrusion merupakan kombinasi dari dua kata yaitu “*pul*” (tarik) dan “*Ekstrusion*”. Prosesnya mirip seperti proses ekstrusi. Tetapi terdapat sedikit perbedaan pada pembuatannya, yakni dalam proses *pultrusion* produk dihasilkan dengan menarik material bukan dengan mendorong material melalui *die* seperti proses ekstrusi. Pembentukan *part* komposit pada *pultrusion* dilakukan dengan menarik komposit dari *die* yang dipanaskan. Komposit akan mengeras saat melewati bagian yang dingin dari cetakan, tepatnya pada bagian yang meruncing pada cetakan [14].

Pada proses ini serat dan matriks polimer termoplastik ditarik melalui cetakan untuk menghasilkan produk akhir. Pada proses penarikan ini apabila viskositas dari resin termoplastik terlalu tinggi atau kental maka proses penarikan akan menjadi sulit dan membutuhkan daya tarik yang lebih tinggi karena material tidak mengalir dengan mudah dan mengakibatkan produk yang dihasilkan kurang sempurna. Sehingga jika produk yang diinginkan mempunyai bentuk yang kompleks maka sulit untuk diproduksi [14].

2.6.3 *Manual Forming*

Proses pembuatan komposit dengan *manual forming* mirip dengan pembentukan lembaran metal. Pada proses ini pelet termoplastik dan serat ditumpukkan bersamaan di dalam cetakan yang akan diletakkan diantara dua pelat berpemanas. Pelat tersebut dipanaskan sesuai dengan temperatur yang diinginkan. Serat yang dapat diproses dalam proses ini adalah serat *discontinuous* atau serat pendek yang tidak searah. Penyebaran serat dilakukan secara manual diatas lembaran matriks yang akan ditutupi oleh lembaran matriks pula. Proses ini digunakan untuk membuat komposit dengan bentuk yang sederhana dengan ketebalan yang konstan [14].

Lembaran komposit laminat proses manufakturnya menggunakan metode ini. Cetakannya sangat sederhana karena didesain untuk produk dengan ketebalan yang seragam dan datar. Terdapat dua parameter untuk menghasilkan lembaran

komposit yang baik. Pertama, ikatan antar lapisan harus kuat dan kedua harus ada panas dan waktu yang cukup agar terjadi ikatan pada antarmuka. Untuk mendapatkan ikatan yang baik, uap yang dihasilkan selama proses pencetakan harus dikeluarkan. Karena jika terdapat uap yang terjebak dalam lapisan komposit akan mengakibatkan ikatan yang buruk antar serat-matriks. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan pemberian tekanan yang sesuai [14].

2.6.4 Injection Molding

Injection molding adalah salah satu dari proses manufaktur untuk memproduksi komponen plastik. *Injection molding* dapat juga digunakan untuk membuat produk komposit polimer dengan bentuk yang diinginkan. Tetapi serat yang dapat digunakan pada proses ini adalah serat pendek dengan bentuk partikel atau serbuk. Komposit yang dapat diproses dalam *injection molding* adalah dalam bentuk granula, sehingga perlu dilakukan persiapan bahan komposit terlebih dahulu menggunakan *twin screw extruder* untuk membuat komposit berbentuk granula. Selanjutnya granula komposit dimasukkan ke dalam mesin *injection molding* melalui *hopper* dan memasuki *barrel* pemanas. Akibat adanya gaya gesekan pada *screw* dan pemanasan di *barrel* menyebabkan komposit meleleh. Selanjutnya lelehan komposit disuntikkan ke dalam cetakan untuk membentuk komposit dan dikeluarkan dari cetakan [14].

2.7 Kekuatan Tarik Komposit Polimer

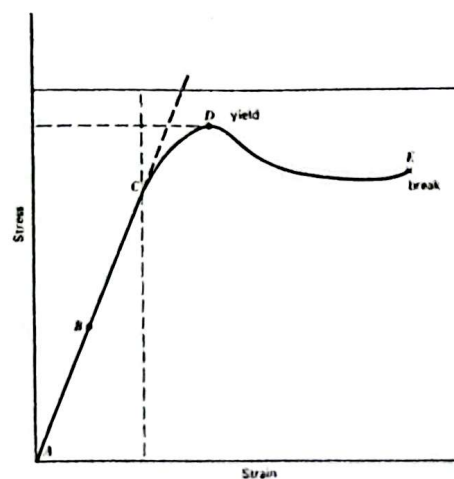
Kinerja suatu material dinilai oleh sifat dan perilakunya di bawah kondisi kuat tarik, tekan, geser dan kondisi pembebanan statis atau dinamis lainnya dalam suatu pengujian. Sifat material biasanya ditentukan dengan melakukan uji mekanis dan fisik di bawah kondisi laboratorium yang terkontrol. Hal ini sangat penting untuk memilih material yang tepat dalam aplikasi yang diberikan serta merancang struktur dengan material yang dipilih [9]. Maka untuk penggunaan material komposit perlu mengetahui sifat dan perilaku dari komposit agar sesuai dengan aplikasinya. Pengujian komposit yang umum digunakan ialah pengujian kekuatan tarik.

Sifat kekuatan tarik menunjukkan bagaimana material akan bereaksi terhadap gaya yang diterapkan dalam tegangan. Kekuatan tarik didefinisikan sebagai beban

maksimum yang dihasilkan selama uji tarik, dibagi dengan luas penampang benda uji. Uji tarik digunakan untuk menentukan modulus elastisitas, elongasi, kekuatan tarik, kekuatan luluh dan sebagainya. Sifat-sifat tarik komposit sangat tergantung pada serat dan orientasi serat, tetapi jenis serat juga memiliki pengaruh yang kuat pada sifat kuat tarik. Selain itu, peningkatan kuat tarik juga dipengaruhi oleh peningkatan ikatan adhesi antara serat dan matriks [7].

Kekuatan tarik maksimum dan *modulus young* adalah dua sifat utama yang pada umumnya dievaluasi selama pengujian kuat tarik. Kekuatan tarik umumnya berkurang dengan meningkatnya kadar serat hingga batasan tertentu. Saat beban serat meningkat maka area antarmukanya melemah. Hal ini dapat menyebabkan kekuatan tariknya menurun. Disisi lain, *modulus young* umumnya meningkat dengan penambahan serat. Semakin meningkatnya kandungan serat maka tingkat obstruksinya semakin meningkat pula yang mengakibatkan dapat meningkatkan kekakuan pada bahan komposit [15].

Pemilihan material komposit dalam berbagai aplikasi cukup sering didasarkan pada sifat kekuatan tarik, modulus dan elongasi. Ketiga sifat tersebut ditunjukkan dalam sebuah kurva *stress-strain* setelah pengujian kuat tarik. Maka untuk mengetahui ketiga sifat tersebut, perlu pemahaman dasar mengenai kurva tegangan-regangan [16]. Salah satu diagram *stress-strain* diilustrasikan pada Gambar II.6.



Gambar II.6 Kurva Tegangan-Regangan
Sumber: Shah, 2007

Untuk menginterpretasi kurva tegangan-regangan, ada beberapa istilah yang digunakan untuk memahami kurva tersebut, yakni [16]:

a. Tegangan (*stress*)

Merupakan gaya yang diterapkan untuk menghasilkan deformasi dalam area satuan spesimen uji. Tegangan merupakan rasio beban yang diterapkan dengan luas penampang asli.

b. Regangan (*strain*)

Merupakan rasio perpanjangan terhadap panjang spesimen uji, atau secara sederhananya dinyatakan perubahan panjang spesimen dari panjang aslinya.

c. Elongasi

Merupakan peningkatan panjang spesimen uji yang dihasilkan oleh beban tarik.

d. Titik luluh

Merupakan titik pertama pada kurva *stress-strain* dimana peningkatan regangan terjadi tanpa adanya peningkatan tegangan

e. Batas Proporsional

Merupakan tegangan terbesar yang mana material mampu menopang beban yang diterapkan tanpa ada penyimpangan dari batas proporsional tegangan ke regangan.

f. Modulus Elastisitas/*Modulus Young*

Merupakan rasio tegangan terhadap regangan yang sesuai dibawah batas proporsional suatu material. Modulus merupakan ukuran kekakuan material.

g. Kekuatan Maksimum

Merupakan nilai maksimum material yang dapat bertahan ketika mengalami beban yang diterapkan dalam tegangan ataupun geser.

Kurva *stress-strain* yang diilustrasikan pada Gambar II.6 adalah kurva yang diperoleh pada tegangan untuk laju pembebanan yang konstan. Bagian awal dari kurva *stress-strain* antara titik A dan C adalah kurva dengan garis lurus yang menyatakan bahwa bahan itu bersifat elastis. Pada titik C saat kurva mulai menyimpang dari garis lurus disebut sebagai batas proporsional, yang artinya hanya sampai titik ini tegangan sebanding dengan regangan. Perilaku material

Untuk menginterpretasi kurva tegangan-regangan, ada beberapa istilah yang digunakan untuk memahami kurva tersebut, yakni [16]:

a. Tegangan (*stress*)

Merupakan gaya yang diterapkan untuk menghasilkan deformasi dalam area satuan spesimen uji. Tegangan merupakan rasio beban yang diterapkan dengan luas penampang asli.

b. Regangan (*strain*)

Merupakan rasio perpanjangan terhadap panjang spesimen uji, atau secara sederhananya dinyatakan perubahan panjang spesimen dari panjang aslinya.

c. Elongasi

Merupakan peningkatan panjang spesimen uji yang dihasilkan oleh beban tarik.

d. Titik luluh

Merupakan titik pertama pada kurva *stress-strain* dimana peningkatan regangan terjadi tanpa adanya peningkatan tegangan

e. Batas Proporsional

Merupakan tegangan terbesar yang mana material mampu menopang beban yang diterapkan tanpa ada penyimpangan dari batas proporsional tegangan ke regangan.

f. Modulus Elastisitas/*Modulus Young*

Merupakan rasio tegangan terhadap regangan yang sesuai dibawah batas proporsional suatu material. Modulus merupakan ukuran kekakuan material.

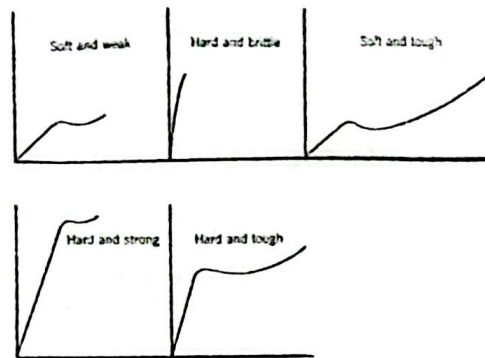
g. Kekuatan Maksimum

Merupakan nilai maksimum material yang dapat bertahan ketika mengalami beban yang diterapkan dalam tegangan ataupun geser.

Kurva *stress-strain* yang diilustrasikan pada Gambar II.6 adalah kurva yang diperoleh pada tegangan untuk laju pembebanan yang konstan. Bagian awal dari kurva *stress-strain* antara titik A dan C adalah kurva dengan garis lurus yang menyatakan bahwa bahan itu bersifat elastis. Pada titik C saat kurva mulai menyimpang dari garis lurus disebut sebagai batas proporsional, yang artinya hanya sampai titik ini tegangan sebanding dengan regangan. Perilaku material

yang berada di bawah batas proporsional ialah bersifat elastis dan oleh karena itu deformasinya masih dapat dipulihkan. Deformasi yang terjadi diluar titik C ini deformasinya tidak dapat dipulihkan. Karena molekul-molekul dari material tidak dapat kembali ke posisi semula sehingga terjadi deformasi permanen [16].

Bahan dari polimer dapat diklasifikasikan secara luas dalam hal kelunakan, kerapuhan, kekerasan dan ketangguhannya. Kurva *stress-strain* berfungsi sebagai hal dasar untuk mengklasifikasi hal tersebut. Luas area yang berada dibawah kurva *stress-strain* dianggap sebagai ketangguhan suatu bahan polimer. Pada Gambar II.7 mengilustrasikan kurva *stress-strain* untuk mengetahui sifat suatu material.

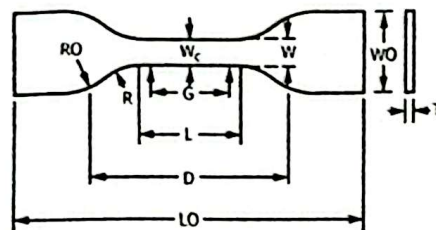


Gambar II.7 Tipe Kurva Tegangan-Regangan
Sumber: Shah, 2007

Ilustrasi dari Gambar II.7 mengenai tipe-tipe kurva *stress-strain* untuk beberapa jenis dari material polimer yaitu:

- Bahan yang lunak dan lemah memiliki modulus yang rendah, tegangan luluh rendah dan elongasi saat putusnya sedang.
- Bahan yang lunak dan tangguh memiliki modulus dan tegangan luluhnya yang rendah, tetapi elongasi dan tegangannya tinggi pada saat putus.
- Bahan yang keras dan rapuh memiliki modulus yang tinggi dan elongasi yang rendah.
- Bahan yang keras dan kuat memiliki modulus dan tegangan luluh yang tinggi, biasanya kekuatan tarik maksimumnya tinggi, serta elongasinya rendah.
- Bahan yang keras dan tangguh memiliki modulus, tegangan luluh, elongasi serta kekuatan tarik maksimum yang tinggi.

Uji tarik adalah pengujian yang paling umum dilakukan untuk menentukan kekuatan, kekakuan (*modulus young*) dan elongasi suatu material. Pengujian kuat tarik pada komposit polimer dapat dilakukan menggunakan alat *Universal Testing Machine* sesuai standar ASTM D638. Metode pengujian berdasarkan standar ASTM D638 ini mencakup penentuan sifat-sifat tarik untuk plastik yang diperkuat dan tidak diperkuat dalam bentuk spesimen uji berbentuk *dog bone* atau dayung sesuai standar ketika diuji di bawah kondisi yang ditentukan dari *pretreatment*, temperatur, kelembapan dan kecepatan mesin uji. Pada pengujian dengan metode ASTM D638 ini berlaku untuk sampel uji dengan ketebalan sampel hingga 14 mm [17].



Gambar II.8 Spesimen Uji Tarik ASTM D638 Tipe IV

Sumber: ASTM International D638-14, 2015

Keterangan:

- W : Lebar bagian yang sempit
- L : Panjang bagian yang sempit
- WO : Lebar keseluruhan
- LO : Panjang keseluruhan
- G : Panjang pengukuran
- D : Jarak antara *grip*
- R : Radius potongan
- RO : Radius luar
- T : Tebal

2.8 Analisis Gugus Fungsi

Analisis kimia untuk mengetahui kandungan gugus fungsi pembentuk suatu senyawa banyak digunakan oleh para peneliti. Untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam suatu senyawa digunakan alat Spektroskopi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) yang merupakan salah satu metode pengukuran untuk mendeteksi struktur molekul senyawa melalui identifikasi gugus fungsi penyusun senyawa. Pengujian dengan spektroskopi FTIR tidak memerlukan persiapan sampel yang rumit dan bisa digunakan dalam berbagai fase baik padat, cair maupun gas. Prinsip kerja FTIR adalah mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi

inframerah terhadap suatu senyawa. Salah satu kelebihan terbesar FTIR adalah bahwa hampir semua sampel dalam keadaan apapun dapat dianalisis [18].

Spektroskopi FTIR didasarkan pada interferensi radiasi antara dua sinar untuk menghasilkan interferogram. Sinar terakhir adalah sinyal yang dihasilkan sebagai fungsi dari perubahan panjang jalur antara dua sinar. Komponen dasar spektrofotometer FTIR ditunjukkan secara skematis pada Gambar II.7. Radiasi yang muncul dari sumber dilewatkan melalui interferometer ke sampel sebelum mencapai detektor. Setelah amplifikasi sinyal, dimana kontribusi frekuensi tinggi telah dihilangkan oleh filter, data dikonversi ke bentuk digital oleh *analog-to-digital converter* dan ditransfer ke komputer untuk mendapatkan hasil spektrum FTIR [18].



Gambar II.9 Komponen Utama FTIR

Sumber: *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*, 2004

Hasil spektrum dapat disajikan dalam persentase transmisi ataupun absorbansi terhadap bilangan gelombang (*wavenumber*) sebagai ukuran intensitas pita. Hasil spektrum pada umumnya menampilkan bilangan gelombang yang menurun.

Setelah hasil spektrum inframerah direkam, tahap selanjutnya adalah menginterpretasi dari spektrum tersebut. Puncak-puncak yang dihasilkan pada spektrum dapat diketahui dengan adanya pembagian kelompok frekuensi. Kelompok frekuensi dibagi menjadi tiga kelompok utama yaitu wilayah inframerah jauh (dengan bilangan gelombang $<400\text{ cm}^{-1}$), wilayah inframerah menengah (dengan bilangan gelombang $4000 - 400\text{ cm}^{-1}$) dan wilayah inframerah dekat (dengan bilangan gelombang $13.000 - 4.000\text{ cm}^{-1}$). Berikut ini pembahasan mengenai kelompok frekuensi [18]:

1. Wilayah Inframerah Menengah

Wilayah pada spektrum ini dapat dibagi menjadi empat wilayah yaitu:

- a. wilayah peregangan X–H dengan bilangan gelombang $4000 - 2500 \text{ cm}^{-1}$ dimana getaran mendasar pada daerah ini umumnya disebabkan oleh peregangan O–H, C–H dan N–H.
 - b. wilayah rangkap tiga dengan bilangan gelombang $2500 - 2000 \text{ cm}^{-1}$ dimana pada wilayah ini terdapat ikatan $\text{C}\equiv\text{C}$ menyerap diantara $2300 - 2050 \text{ cm}^{-1}$ dan ikatan $\text{C}\equiv\text{N}$ diantara $2300 - 2200 \text{ cm}^{-1}$. Dua kelompok ini dapat dibedakan berdasarkan intensitas puncaknya. Dimana untuk kelompok peregangan $\text{C}\equiv\text{C}$ biasanya intensitas puncaknya sangat lemah sementara kelompok peregangan $\text{C}\equiv\text{N}$ intensitas puncaknya sedang.
 - c. wilayah rangkap dua dengan bilangan gelombang $2500 - 1500 \text{ cm}^{-1}$. Wilayah ini disebabkan oleh peregangan $\text{C}=\text{C}$ dan $\text{C}=\text{O}$, tetapi peregangan $\text{C}=\text{N}$ dapat juga terjadi di wilayah ini.
 - d. wilayah sidik jari dengan bilangan gelombang $1500-600 \text{ cm}^{-1}$.
2. Wilayah Inframerah Dekat

Absorpsi yang diamati di wilayah inframerah dekat ($13000 - 4000 \text{ cm}^{-1}$) adalah kombinasi dari pita peregangan mendasar yang terjadi di wilayah $3000 - 1770 \text{ cm}^{-1}$. Pita yang terlibat biasanya karena peregangan C–H, N–H atau O–H. Pita-pita dalam inframerah dekat sering tumpang tindih, menjadikannya kurang berguna untuk analisis kualitatif dibandingkan dengan wilayah inframerah menengah.

3. Wilayah Inframerah Jauh

Wilayah inframerah jauh didefinisikan sebagai wilayah antara $400 - 100 \text{ cm}^{-1}$. Wilayah ini lebih terbatas daripada wilayah inframerah menengah. Di wilayah ini dapat membantu untuk mengkarakterisasi senyawa yang mengandung atom halogen, senyawa organologam dan senyawa anorganik.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan secara eksperimental pada Desember 2018 s.d. Maret 2019. Langkah pertama yang dilakukan ialah mempersiapkan bahan baku dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Heryes dan Ayu [19] di Politeknik STMI Jakarta, berupa komposit polipropilena/serat kenaf/talk berbentuk granula. Pembuatan lembaran, pembentukan spesimen *dog bone*, serta pengujian kuat tarik dari komposit dan polipropilena murni dilakukan pada rentang waktu Desember 2018 s.d. Maret 2019 di Laboratorium Polimer Politeknik STMI Jakarta. Pengujian kandungan gugus fungsi komposit polipropilena/serat kenaf/talk dilakukan pada 7 Januari 2019 di Laboratorium Instrumentasi Politeknik STMI Jakarta.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini (gambar alat terlampir pada Lampiran A) meliputi:

1. timbangan digital
2. jangka sorong
3. gunting
4. plastik *wrap*
5. sarung tangan kulit
6. sarung tangan rajut
7. pisau cetakan berbentuk *dog bone*
8. mesin *Manual Forming* Cometech model QC-601A
9. mesin *Pneumatic Specimen Punch* Cometech model QC-603C
10. *Universal Testing Machine* Ibertest kapasitas 5 kN
11. mesin *Fourier Transform Infrared* Nicole IS-10

3.2.2 Bahan

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yakni meliputi (gambar bahan terlampir pada Lampiran A):

1. Komposit polipropilena/serat kenaf/talk berbentuk granula dengan persentase berat serat kenaf 10% yang diperoleh dari penelitian Heryes dan Ayu [19].
2. Komposit polipropilena/serat kenaf/talk berbentuk granula dengan persentase berat serat kenaf 20% yang diperoleh dari penelitian Heryes dan Ayu [19].
3. Homopolimer polipropilena dengan *injection grade* MAS 5402 yang diperoleh dari PT. Polytama Propindo.

3.3 Variabel

Variabel pada penelitian komposit polipropilena/serat kenaf/talk terdiri dari variabel tetap dan variabel berubah.

3.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap adalah suatu variabel yang tidak berubah selama penelitian berlangsung. Variabel tetap pada penelitian ini yaitu waktu pemanasan saat di mesin *Manual Forming* selama 20 menit dan persentase berat talk sebesar 0,8%.

3.3.2 Variabel Berubah

Variabel berubah adalah suatu variabel yang berubah selama penelitian berlangsung. Bertujuan untuk mencari nilai terbaik pada sampel produk komposit. Variabel berubah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel III.1 mengenai matriks penelitian.

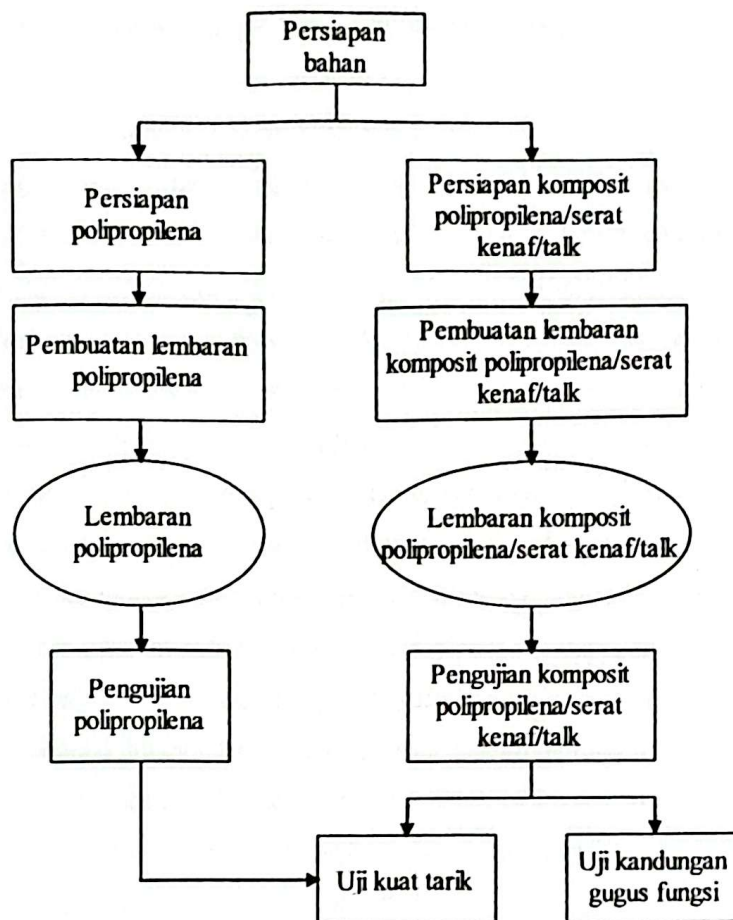
Tabel III.1 Matriks Penelitian Pembuatan Lembaran Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk

Sampel	Komposit dengan Formula Serat Kenaf (% berat)	Temperatur Operasi di <i>Manual Forming</i> (°C)
1	10	180
2	20	180
3	10	190
4	20	190

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dimulai dengan beberapa tahapan. Tahap pertama yang dilakukan adalah melakukan persiapan bahan komposit polipropilena/serat kenaf/talk berbentuk granula dan polipropilena mumi. Setelah itu dilakukan tahap

pembuatan lembaran komposit dan lembaran polipropilena dengan mesin *Manual Forming*. Selanjutnya dilakukan tahap pengujian yakni pengujian kuat tarik dengan alat *Universal Testing Machine* dan analisis kandungan gugus fungsi dengan alat *Fourier Transform Infrared*. Tahapan prosedur penelitian terangkum pada Gambar III.1.



Gambar III.1 Skema Pembuatan Lembaran Polipropilena dan Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk

3.4.1 Persiapan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah komposit polipropilena/serat kenaf/talk berbentuk granula dan polipropilena murni. Untuk menghasilkan satu lembaran komposit dan lembaran polipropilena dibutuhkan bahan sebanyak 75 gram. Maka bahan-bahan tersebut terlebih dahulu dilakukan

penimbangan masing-masing sebanyak 75 gram sebelum proses pembuatan lembaran menggunakan mesin *Manual Forming*.

3.4.2 Pembuatan Lembaran Komposit dan Polipropilena

Pembuatan lembaran komposit dan lembaran polipropilena di dalam penelitian ini menggunakan mesin *Manual Forming* sebagai metode pembuatannya. Mesin *Manual Forming* yang digunakan adalah merek Cometech model QC 601-A.

Proses pembuatan lembaran komposit menggunakan mesin *Manual Forming* ialah penyusunan komposit pada cetakan dilakukan secara manual ditengah-tengah cetakan berbahan logam yang memiliki penutup dengan ukuran cetakan 20 cm × 20 cm. Waktu pemanasan di mesin *Manual Forming* dilakukan selama 20 menit dengan temperatur operasi yang bervariasi sesuai dengan variasi pada penelitian ini. Pada awal proses pemanasan selama 15 menit, bahan komposit di dalam *Manual Forming* belum diberikan tekanan secara maksimal. Hal ini bertujuan untuk melepaskan uap hasil pemanasan selama pelelehan komposit agar tidak ada uap yang terjebak pada hasil lembarannya. Setelah pemanasan selama 15 menit, maka tekanan sudah dapat diberikan dengan waktu penekanan selama 5 menit dengan tekanan sebesar 300 kg/cm². Setelah tercapai keseluruhan waktu pemanasan selama 20 menit, selanjutnya dilakukan proses pendinginan dibawah tekanan operasi hingga temperatur operasi mesin *Manual Forming* menurun sampai 70°C. Proses pendinginan bertujuan untuk memadatkan lelehan komposit agar terbentuk hasil lembaran komposit. Hasil lembaran komposit dari mesin *Manual Forming* terlampir pada Lampiran B.

Proses pembuatan lembaran polipropilena sama seperti proses pembuatan lembaran komposit. Proses pemanasan dan pendinginan saat pembuatan lembaran Polipropilena ini mengikuti langkah-langkah pembuatan lembaran komposit. Hasil lembaran polipropilena dari mesin *Manual Forming* terlampir pada lampiran B.

3.5 Tahap Pengujian atau Karakterisasi

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian kuat tarik dan gugus fungsi.

3.5.1 Kekuatan Tarik

Pengujian kuat tarik bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari sampel komposit dan sampel polipropilena. Pengujian kuat tarik di dalam penelitian ini menggunakan alat uji UTM merek Ibertest dengan kapasitas 5 kN. Pengujian ini mengikuti standar ASTM D638-14.

Spesimen untuk pengujian kuat tarik dibentuk menurut standar ASTM D638-14 Tipe IV dengan bentuk *dog bone* yang memiliki panjang dimensi 75 mm dan lebar 6 mm. Spesimen dibuat menggunakan alat *Pneumatic Specimen Punch*. Gambar spesimen komposit dan polipropilena terlampir pada lampiran B.

Sebelum melakukan pengujian kuat tarik, setiap spesimen diukur lebar badan dan ketebalannya. Jarak antar *grip* pada alat UTM diatur hingga ketinggian 65 mm sesuai standar ASTM D638-14. Pengujian dilakukan dengan menjepit ujung sampel pada alat uji dan sampel ditarik dengan pembebanan tertentu sampai sampel patah. Hasil besar nilai kekuatan tarik dan perubahan panjang sampel saat putus dicatat.

3.5.2 Karakteristisasi Gugus Fungsi dengan FTIR

Untuk mengetahui kandungan gugus fungsi yang terdapat dalam komposit digunakan alat *Fourier Transform Infrared (FTIR)* merek Nicole IS-10 dengan mengikuti standar ASTM E1421. Sampel yang akan diuji dengan FTIR berbentuk lembaran komposit yang kemudian dilakukan pemindaian sinar inframerah dengan jangkauan bilangan gelombang pada kisaran $4000 - 500 \text{ cm}^{-1}$. Analisis FTIR yang digunakan untuk mengidentifikasi kandungan gugus fungsi yang terbentuk pada sampel dan dapat dilihat dalam bentuk spektrum serta keberadaan pita-pita serapan yang dinyatakan sebagai bilangan gelombang (*wavenumber*) dalam satuan cm^{-1} .

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposit yang dihasilkan dalam penelitian ini diuji dengan beberapa pengujian untuk mengetahui sifat atau karakterisasi komposit polipropilena/serat kenaf/talk. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tarik dan karakterisasi gugus fungsi.

4.1 Hasil Pengujian Kuat Tarik Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk

Pengujian kuat tarik menggunakan alat *Universal Testing Machine*. Pada Tabel IV.1 menunjukkan perbandingan kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf/talk dan kekuatan tarik polipropilena.

Tabel IV.1 Perbandingan Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk dengan Polipropilena

Sampel	Persentase Berat Serat Kenaf (%)	Temperatur Operasi di <i>Manual Forming</i> (°C)	Hasil Pengujian		Kekuatan Tarik Polipropilena (MPa)
			Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk (MPa)	Standar Deviasi	
1	10	180	22,984	1,27	29,918
2	20		19,485	2,36	
3	10	190	22,239	0,70	29,225
4	20		19,778	0,84	

Pada Tabel IV.1 menunjukkan kekuatan tarik komposit dari setiap sampel. Nilai kekuatan tarik yang dihasilkan adalah nilai rata-rata dari tiga spesimen yang diuji. Kemudian dari hasil pengujian dianalisis berdasarkan pengaruh dari persentase berat serat kenaf dan temperatur operasi di *Manual Forming* saat pembuatan lembaran komposit.

Berdasarkan data yang terlihat pada Tabel IV.1 menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf/talk masih berada di bawah nilai kekuatan tarik polipropilena murni. Seharusnya nilai kekuatan tarik komposit lebih besar dari kekuatan tarik matriksnya. Namun pada penelitian ini kekuatan tarik komposit menurun dengan penambahan serat kenaf. Hal ini disebabkan karena pemilihan serat berukuran pendek. Penggunaan serat berukuran pendek

menurunkan kekuatan tarik kompositnya karena pembebanan disepanjang serat tidak merata [20]. Selain itu juga terdapat faktor lain yang menyebabkan kekuatan tarik komposit rendah yakni orientasi serat yang tak searah atau acak tidak mampu secara optimum menahan gaya yang diberikan pada arah dimana gaya bekerja [21]. Faktor-faktor tersebut yang membuat kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf/talk berada di bawah kekuatan tarik polipropilena.

Meskipun kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf/talk masih berada dibawah kekuatan tarik matriks polipropilena, namun komposit dengan persentase berat serat kenaf 10% sudah memenuhi standar plastik yang digunakan sebagai bahan pembuat *dashboard* mobil. Standar kekuatan tarik dari *dashboard* mobil yang memiliki jenis bahan plastik ABS *High Impact* adalah sebesar 20 – 40 MPa [22]. Sampel komposit dengan persentase berat serat kenaf 10% pada temperatur operasi *Manual Forming* 180°C dan 190°C memiliki kekuatan tarik yakni masing-masing sebesar 22,984 MPa dan 22,239 MPa. Dari standar kekuatan tarik *dashbord* mobil tersebut maka komposit polipropilena dengan persentase berat serat kenaf 10% telah memenuhi standar dan mampu menggantikan bahan ABS *High Impact* sebagai bahan pembuat *dashboard* mobil.

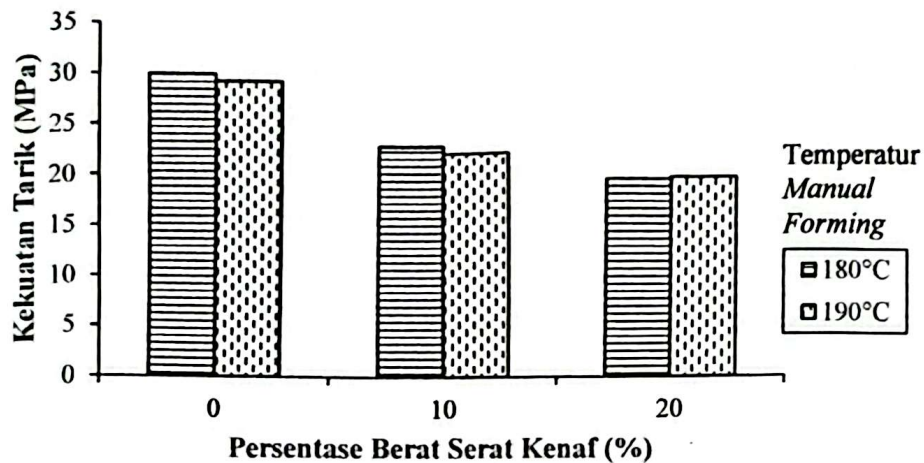
4.1.1 Pengaruh Persentase Berat Serat Kenaf Terhadap Kuat Tarik

Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik yang terlihat pada Tabel IV.1 dan Gambar IV.1 dapat disimpulkan bahwa dengan meningkatkan persentase berat serat kenaf berukuran pendek dapat memberikan pengaruh terhadap nilai kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf/talk.

Pengaruh dari peningkatan persentase berat serat kenaf terhadap kekuatan tarik yakni mengalami penurunan kekuatan tarik seiring dengan bertambahnya persentase berat serat kenaf.

Berdasarkan Gambar IV.1 secara keseluruhan untuk semua sampel menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan serat kenaf menghasilkan kekuatan tarik yang menurun. Kekuatan tarik tanpa kandungan serat kenaf (polipropilena murni) memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan adanya kandungan serat kenaf. Seharusnya dengan semakin bertambahnya kandungan serat dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik pada suatu komposit

karena nilai kekuatan tarik serat lebih besar daripada matriksnya [23]. Namun hasil yang didapat pada penelitian ini semakin bertambahnya kandungan serat kekuatan tariknya menurun



Gambar IV.1 Pengaruh Persentase Berat Serat Kenaf Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk

Penurunan kekuatan tarik pada komposit dapat terjadi karena ikatan antar muka yang tidak kuat antara serat dan matriks [20]. Sehingga semakin bertambah persentase serat kenaf pada komposit, ikatan antara serat dan matriksnya semakin melemah dan mengakibatkan kekuatan tarik komposit menurun.

Kekuatan tarik komposit tertinggi dimiliki oleh sampel 1 dengan persentase berat serat kenaf sebesar 10% pada temperatur *Manual Forming* 180°C yang memiliki nilai kekuatan tarik sebesar 22,984 MPa. Sedangkan kekuatan tarik komposit terendah dimiliki oleh sampel 2 dengan persentase serat kenaf 20% pada temperatur *Manual Forming* 180°C yang memiliki kekuatan tarik sebesar 19,485 MPa.

4.1.2 Pengaruh Temperatur *Manual Forming* Terhadap Kuat Tarik

Berdasarkan Gambar IV.1 dapat disimpulkan bahwa peningkatan temperatur operasi di *Manual Forming* saat pembuatan lembaran komposit terhadap nilai kekuatan tariknya mengalami penurunan dan kenaikan yang tidak terlalu signifikan. Pemilihan temperatur pada proses pencetakan lembaran komposit harus dipilih secara hati-hati agar proses pencampuran antara matriks

polipropilena dengan serat berjalan efektif tanpa merusak serat. Temperatur operasi saat pembentukan lembaran komposit di *Manual Forming* perlu dikontrol dengan hati-hati karena terdapat sedikit perbedaan antara temperatur operasi yang dapat diproses oleh matriks dengan temperatur degradasi serat. Penurunan kekuatan tarik seiring dengan meningkatnya temperatur dapat dimungkinkan karena proses pencetakan berlangsung pada temperatur tinggi yang memungkinkan serat mulai mengalami degradasi [4]. Sehingga komposit dengan serat kenaf 10% mengalami penurunan kekuatan tarik namun tidak signifikan yaitu sebesar 3%.

Namun pada komposit dengan serat kenaf 20% mengalami kenaikan kekuatan tarik yang tidak signifikan sebesar 1% seiring dengan meningkatnya temperatur operasi di mesin *Manual Forming*. Hal ini dikarenakan jika proses pencetakan lembaran komposit dilakukan pada temperatur rendah (180°C) dengan penambahan serat di komposit maka dapat memungkinkan tidak konsistennya pelelehan polipropilena yang dapat menyebabkan tidak seragamnya dispersi serat di komposit [24].

Kekuatan tarik komposit tertinggi dimiliki oleh sampel 1 dengan temperatur 180°C pada kandungan serat kenaf 10% yang memiliki nilai kekuatan tarik sebesar 22,984 MPa. Sedangkan kekuatan tarik komposit terendah dimiliki oleh sampel 2 dengan temperatur 180°C pada kandungan serat kenaf 20% yang memiliki kekuatan tarik sebesar 19,485 MPa.

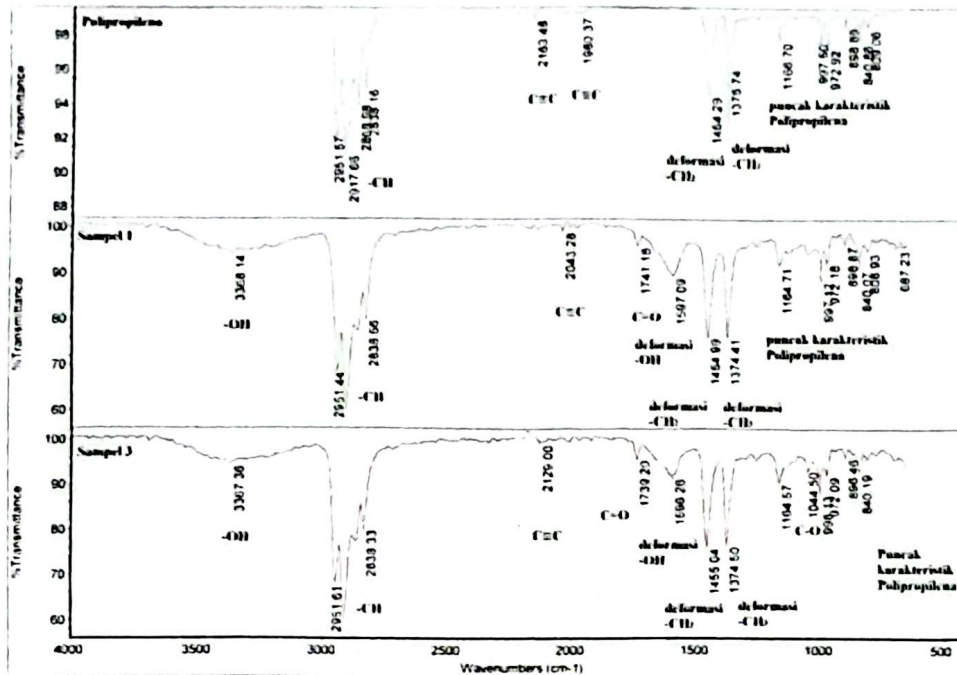
4.2 Analisis Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui ikatan gugus fungsi yang terkandung dalam sampel. Hasil pengujian FTIR ditunjukkan dalam grafik spektrum.

4.2.1 Komposit Polipropilena/Serat Kenaf 10%/Talk

Pada Gambar IV.2 terdapat tiga spektrum FTIR yakni spektrum dari polipropilena dan komposit polipropilena/serat kenaf/talk untuk sampel 1 (serat kenaf 10%; 180°C) dan sampel 3 (serat kenaf 10%; 190°C). Hasil spektrum polipropilena diperoleh dari *database* Laboratorium Instrumentasi Politeknik STMI Jakarta. Komposit polipropilena/serat kenaf/talk mengandung sejumlah

besar polipropilena dan serat kenaf. Serat kenaf mengandung selulosa dengan ikatan hidrogen yang kuat. Selulosa memiliki rumus kimia $(C_6H_{10}O_5)_n$.



Gambar IV.2 Spektrum FTIR Polipropilena dan Komposit Polipropilena/Serat Kenaf 10%/Talk

Pada spektrum polipropilena terdapat beberapa daerah puncak serapan. Spektrum FTIR polipropilena pada panjang gelombang sebesar $2868,98\text{ cm}^{-1}$ dan $2838,16\text{ cm}^{-1}$ menandakan sebagai gugus fungsi C-H. Bilangan $2951,57\text{ cm}^{-1}$ dan $2917,66\text{ cm}^{-1}$ sebagai gugus fungsi CH_3 . Serta mempunyai puncak vibrasi deformasi CH_2 pada $1454,29\text{ cm}^{-1}$, puncak deformasi vibrasi CH_3 pada $1375,74\text{ cm}^{-1}$, dan puncak karakteristik polipropilena ($1160,70\text{ cm}^{-1}$; $997,50\text{ cm}^{-1}$; $972,92\text{ cm}^{-1}$; $898,85\text{ cm}^{-1}$; dan $840,86\text{ cm}^{-1}$) [25]. Keberadaan puncak $2163,48\text{ cm}^{-1}$ dan $1980,37\text{ cm}^{-1}$ menandakan ikatan rangkap tiga $C\equiv C$ yang merupakan pengotor karena pada polipropilena tidak terdapat gugus penyusun tersebut.

Spektrum dari sampel 1 (serat kenaf 10%, $180^\circ C$) dan sampel 3 (serat kenaf 10%, $190^\circ C$) menunjukkan bahwa kandungan polipropilena dalam komposit terlihat oleh pita serapan FTIR. Puncak karakteristik polipropilena dalam komposit terlihat dari hasil spektrum dikedua sampel. Pada kedua sampel, pita serapan yang berada dibilangan $2951,44\text{ cm}^{-1}$ dan $2951,61\text{ cm}^{-1}$

mengidentifikasi adanya grup CH_3 , yang mana pita serapan ini menunjukkan keberadaan polipropilena di dalam komposit [5].

Keberadaan selulosa serat terdapat pada ikatan C-O yang terlihat pada sampel 3 yakni dibilangan gelombang 1044 cm^{-1} yang dapat diidentifikasi bahwa serat kenaf mengandung selulosa murni. Sementara itu pada spektrum FTIR juga menunjukkan serapan gugus fungsi hidroksil $-\text{OH}$ dari selulosa di kedua sampel pada bilangan gelombang masing-masing 3368 cm^{-1} dan 3367 cm^{-1} dengan puncak yang sedang [5]. Ikatan $-\text{OH}$ deformasi pada daerah serapan sekitar 1590 cm^{-1} pada kedua sampel menunjukkan adanya penyerapan air oleh selulosa. Munculnya deformasi $-\text{OH}$ menandakan terdapatnya penyerapan air di dalam serat [26].

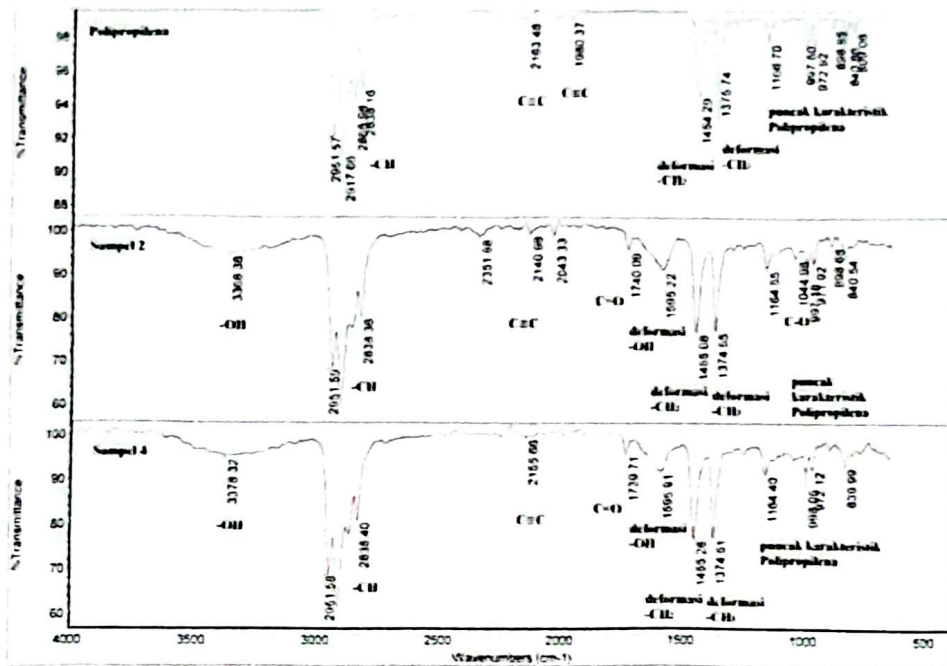
Selain terdapat kandungan selulosa, dari hasil FTIR juga menunjukkan adanya kandungan nonselulosa dengan keberadaan ikatan C=O di kedua sampel pada bilangan gelombang 1741 cm^{-1} dan 1739 cm^{-1} dengan puncak serapan yang lemah serta ikatan rangkap tiga $\text{C}\equiv\text{C}$ pada rentang bilangan $2000 \text{ cm}^{-1} - 2200 \text{ cm}^{-1}$. Ikatan C=O diidentifikasi sebagai kelompok aldehid yang terdapat dalam lignin dan kelompok asetil yang terdapat dalam hemiselulosa dengan jumlah yang sedikit di dalam serat kenaf [5]. Sehingga dari keberadaan kelompok aldehid dan kelompok asetil tersebut menandakan bahwa perlakuan alkali pada serat kenaf yang telah dilakukan, belum sepenuhnya dapat menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa yang terkandung dalam serat kenaf.

Dari hasil spektrum FTIR yang terlihat pada Gambar IV.2 tidak menunjukkan keberadaan gugus penyusun talk pada sampel 1 dan 3. Hal ini disebabkan karena kandungan talk hanya sebesar 0,8%. Sehingga gugus penyusun talk tersebut tidak terlihat pada hasil spektrum FTIR. Talk mempunyai gugus penyusun berupa $-\text{OH}$ pada bilangan gelombang 1670 cm^{-1} , Si-O-Si simetris dan asimetris pada bilangan gelombang masing-masing 672 cm^{-1} dan 1017 cm^{-1} [27].

4.2.2 Komposit Polipropilena/Serat Kenaf 20%/Talk

Hasil spektrum polipropilena murni dan komposit polipropilena/serat kenaf/talk pada sampel 2 (serat kenaf 20%; 180°C) dan sampel 4 (serat kenaf

20%; 190°C) ditunjukkan pada Gambar IV.3. Hasil spektrum polipropilena diperoleh dari *database* Laboratorium Instrumentasi Politeknik STMI Jakarta.



Gambar IV.3 Spektrum FTIR Polipropilena dan Komposit Polipropilena/Serat Kenaf 20%/Talk

Hasil spektrum polipropilena murni sama seperti yang terlihat pada Gambar IV.2. Hasil spektrum dari komposit polipropilena/serat kenaf/talk pada sampel 2 (serat kenaf 20%, 180°C) dan sampel 4 (serat kenaf 20%, 190°C) menunjukkan bahwa kandungan polipropilena di dalam komposit terlihat dari spektrum FTIR. Puncak karakteristik polipropilena pada komposit terlihat dari hasil spektrum di kedua sampel komposit. Pada kedua sampel, pita serapan yang berada dibilangan $2951,59 \text{ cm}^{-1}$ dan $2951,58 \text{ cm}^{-1}$ mengidentifikasi adanya grup CH_3 di dalam komposit polipropilena/serat kenaf/talk, yang mana pita serapan ini menunjukkan keberadaan polipropilena di dalam komposit [5].

Dari hasil FTIR terlihat adanya ikatan C–O yang terlihat hanya di sampel 2 pada bilangan gelombang $1044,98 \text{ cm}^{-1}$ yang diidentifikasi bahwa serat kenaf mengandung selulosa murni karena munculnya ikatan C–O. Pada daerah penyerapan di sampel 2 dan 4 juga menunjukkan serapan gugus fungsi hidroksil –OH dari selulosa di kedua sampel pada bilangan gelombang masing-masing

3368,36 cm^{-1} dan 3378,32 cm^{-1} [5]. Ikatan $-\text{OH}$ deformasi pada daerah serapan sekitar 1590 cm^{-1} pada kedua sampel menunjukkan penyerapan air oleh selulosa. Munculnya deformasi ikatan $-\text{OH}$ menandakan terdapatnya penyerapan air di dalam serat kenaf [26].

Pada spektrum di kedua sampel menunjukkan adanya kandungan nonselulosa dengan keberadaan ikatan $\text{C}=\text{O}$ di sampel 2 (1740,09 cm^{-1}) dan sampel 4 (1739,71 cm^{-1}) serta ikatan $\text{C}\equiv\text{C}$ pada rentang bilangan 2000 cm^{-1} – 2200 cm^{-1} . Ikatan $\text{C}=\text{O}$ menandakan adanya kelompok aldehid yang terdapat dalam lignin dan kelompok asetil yang terdapat dalam hemiselulosa [5]. Sehingga dari adanya ikatan tersebut mengidentifikasi bahwa perlakuan alkali pada serat kenaf yang telah dilakukan, belum sepenuhnya dapat menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa yang terkandung dalam serat kenaf.

Sama seperti sampel 1 dan 3, keberadaan talk di kedua sampel ini juga tidak terlihat di spektrum FTIR. Hal ini dikarenakan kandungan talk yang terkandung dalam komposit sangat sedikit yang hanya sebesar 0,8%. Sehingga keberadaan talk tidak terlihat pada hasil spektrum FTIR. Dan dapat disimpulkan bahwa pada semua sampel keberadaan talk tidak terdeteksi oleh spektrum FTIR. Talk mempunyai gugus penyusun berupa $-\text{OH}$ pada bilangan gelombang 1670 cm^{-1} , $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ simetris dan asimetris pada bilangan gelombang masing-masing 672 cm^{-1} dan 1017 cm^{-1} [27].

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengujian dan analisis data dapat disimpulkan bahwa:

1. Persentase berat serat kenaf dan peningkatan temperatur operasi di *Manual Forming* memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf/talk. Peningkatan persentase berat serat kenaf menghasilkan kekuatan tarik komposit menurun cukup signifikan. Sedangkan peningkatan temperatur operasi di mesin *Manual Forming* memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf/talk.
2. Komposisi komposit polipropilena/serat kenaf/talk yang memiliki kekuatan tarik tertinggi terdapat pada komposit dengan serat kenaf 10% pada temperatur operasi di *Manual Forming* 180°C dengan kekuatan tariknya sebesar 22,98 MPa.
3. Karakteristik gugus fungsi komposit polipropilena/serat kenaf/talk menunjukkan bahwa keberadaan polipropilena di dalam komposit terlihat pada spektrum FTIR. Keberadaan serat kenaf juga terlihat dengan adanya kelompok O-H, -CH, C=O dan C-O sebagai ikatan pembentuk serat kenaf. Namun keberadaan talk tidak terlihat pada hasil spektrum FTIR, karena kandungannya yang sedikit.

5.2 Saran

Dari pelaksanaan penelitian yang telah dilakukan, penulis akan menyarankan terkait pelaksanaan penelitian agar hasil penelitian kedepannya lebih baik lagi, diantaranya:

1. Hindari *void* akibat uap yang terjebak pada saat pembuatan lembaran komposit di *Manual Forming* dengan pemberian tekanan yang sesuai.
2. Penyimpanan granula komposit sebaiknya disimpan di tempat yang kering pada suhu 25°C.

3. Pengeluaran spesimen dari cetakan alat *pneumatic specimen punch* perlu dilakukan dengan hati-hati agar tidak terjadi deformasi dini pada leher spesimen komposit.

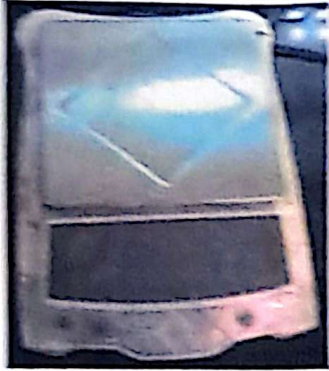
DAFTAR PUSTAKA

1. Oktariani, E., Rochmi W., Syaiful A., Recky P.A.P., Faisal A., Lidia J.H., Ayu W., "Sifat Mekanis Polipropilena Berpenguat Serat Kenaf Pendek: Pengaruh Fraksi Massa dan Talk". *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, Vol.15(2), hlm. 23-28, 2018.
2. Saba, N., M.T. Paridah & M. Jawaid., "Mechanical Properties of Kenaf Fibre Reinforced Polymer Composite: A review". *Construction and Building Materials*, Vol.75, hlm. 87-96, 2014.
3. Karian, H.G., "Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites", Marcel Dekker, Inc, 1999.
4. Akil, H.M., M.F. Omar, A.A.M. Mazuki, S. Safiee, Z.A.M. Ishak, A. Abu Bakar, "Kenaf Fiber Reinforced Composites: A review". *Material and Design*, Vol. 32, hlm. 4107-4121, 2011.
5. Akhtar, M, N., Abu B.S., Fadzly R., N.F Ismail, M.R. Raza, Norhamidi M., Muhammad A.K., "Influence of Alkaline Treatment and Fiber Loading on The Physical and Mechanical Properties of kenaf/Polypropylene Composites for Variety of Applications", *Progress in Natural Science: Materials International*, hlm. 1-8, 2016.
6. Oktariani, E., Rita I., Hendro S.S.T., Rafliansyah R., Yosea P., "Multi Response Optimization of Sheet Forming of Kenaf-Polypropylene Composites Using Grey Based Fuzzy Algorithm", *AIP Conference Proceedings*, 2018.
7. Kaw, A.K., "Mechanics of Composite Materials (2nd ed)", Taylor & Francis Group, 2006.
8. Thomas, S., Kuruvilla J., Sant K.M., Koichi G., & Meyyarappallil S.S., "Polymer Composites: Volume 1 (1st ed)", Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGa, 2012.
9. Mallick, P.K., "Fiber-Reinforced Composites: materials, manufacturing, and design (3rd ed)", Taylor & Francis Group, 2007.
10. Akay, M., "An Introduction to Polymer-Matrix Composites", bookboon.com, 2013.

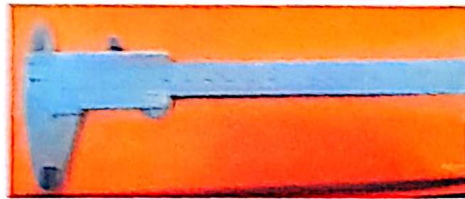
11. Harper, C.A., "Handbook of Plastics, Elastomers, & Composites (4th ed)", The McGraw-Hill Companies, 2004.
12. Maddah, H.A., "Polypropylene as a Promising Plastic: A review". American Journal of Polymer Science, Vol. 6(1), hlm. 1-11, 2016.
13. Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (BALITTAS). "Kenaf". Malang: Kementerian Pertanian, 2014.
14. Mazumdar, S.K., "Composites Manufacturing Materials, Product, and Process Engineering", Taylor & Francis Group, 2002.
15. Salit, M.S., Mohammad J.N., M. Enamul H. (Ed.), "Manufacturing of Natural Fibre Reinforced Polymer Composites", Springer International Publishing, 2015.
16. Shah, V., "Handbook of Plastics Testing and Failure Analysis: Third Edition", John Wiley & Sons, Inc., 2007
17. ASTM International "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics" ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States
18. Stuart, B., "Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications", John Wiley & Sons, Ltd, 2004.
19. Heryes, J & Ayu W., "Pembuatan Komposit Polipropilena-Serat Kenaf Pendek: Pengaruh Komposisi Serat Kenaf Pendek Terhadap Sifat Termal", Skripsi, tidak diterbitkan, Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta, 2018.
20. Amuthakkannan, P., V. Manikandan, J.T. Winowlin Jappes, M. Uthayakumar, "Effect of Fibre Length and Fibre Content on Mechanical Properties of Short Basalt Fibre Reinforced Polymer Matrix Composites", Material Physics and Mechanics, Vol. 16, hlm. 107-117, 2013.
21. Setyawan, P.D., Nasmi H.S., Dewa G.P.P., "Pengaruh Orientasi dan Fraksi Volume Serat Daun Nanas (*Ananas Comosus*) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit *Polyester* Tak Jenuh (UP)", Dinamika Teknik Mesin, Vol. 2, hlm. 28-32, 2012.

22. Herwandi & Robert N., "Pengaruh Peningkatan Kualitas Serat Resam Terhadap Kekuatan Tarik, *Flexure* dan *Impact* Pada Matriks Polyester Sebagai Bahan Pembuatan *Dashboard Mobil*", *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro*, Vol. 4(2), hlm. 67-71, 2015.
23. Etaati, A., Selvan P., Zhengping F., Hao W., "The Study of Fibre/matrix Bond Strength in Short Hemp Polypropylene Composites from Dynamic Mechanical Analysis", *Composites: Part B*, Vol.62, hlm. 19-28, 2014.
24. Salleh, F., M., Aziz H., Rosiyah Y., Ahmad D.A., "Effects of Extrusion Temperature on The Rheological, Dynamic Mechanical and Tensile Properties of Kenaf Fiber/HDPE Composites", *Composites: Part B*, Vol.58, hlm. 259-266, 2014.
25. Jung, M.R., F. David H., Sara V.O., Viviana R.C., Kathryn L.B., George H.B., T. Todd Jones, Thierry M.W., Kayla C.B., Sarah-Jeanne R., K. David, H., Brenda A.J., Jennifer M.L., "Validation of ATR FT-IR to Identify Polymers of Plastic Marine Debris, Including Those Ingested by Marine Organism", *Marine Pollution Bulletin*, Vol.127, hlm. 704-716, 2018.
26. Pradana, M.A., Hosta A., M. Farid, "Pemisahan Selulosa dari Lignin Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Alkalisasi untuk Penguat Bahan Komposit Penyerap Suara", *Jurnal Teknik ITS*, Vol.6, hlm. 413-416, 2017.
27. B, Gokulakumar, Nedunchezian G., Vijayaraj C., & Balamurugan A., "Fourier Transform Infrared Spectroscopy Studies on Talcum Powders", *International Journal of Recent Scientific Research*, Vol. 7, hlm. 14505-14507, 2016.

LAMPIRAN A
GAMBAR ALAT DAN BAHAN



Timbangan Digital



Jangka Sorong



Sarung Tangan Rajut



Sarung Tangan Kulit



Gunting



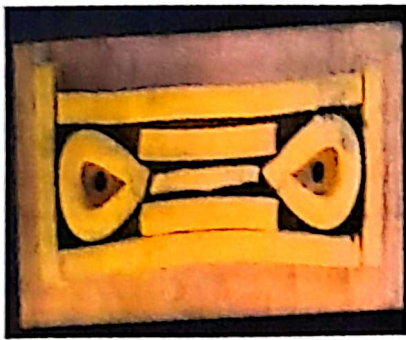
Plastik wrap



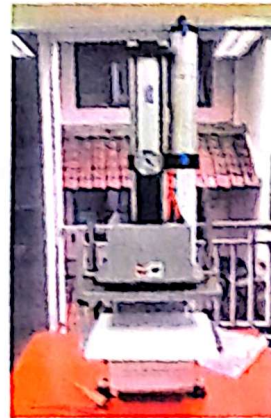
Manual Forming Machine



Cetakan Lembaran Komposit



Cetakan spesimen



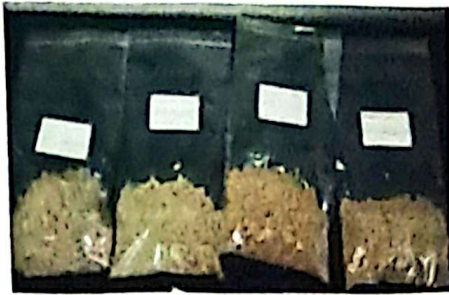
Pneumatic Specimen Punch



Universal Testing Machine



Fourier Transform Infrared



**Komposit polipropilena/serat kenaf
(10% dan 20%)/talk berbentuk
granula**



Pelet polipropilena

LAMPIRAN B

LEMBARAN DAN SPESIMEN DARI KOMPOSIT DAN POLIPROPILENA



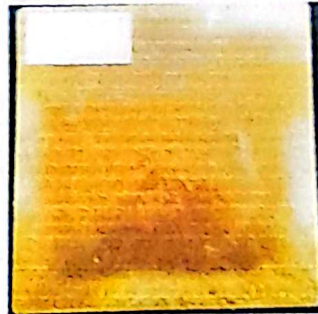
Lembaran Komposit serat kenaf 10%,
180°C



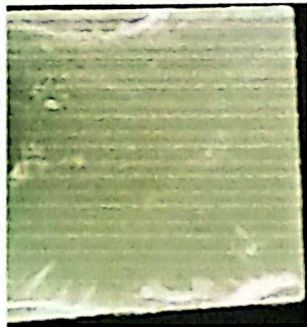
Lembaran Komposit serat kenaf 10%,
190°C



Lembaran komposit serat kenaf 20%,
180°C



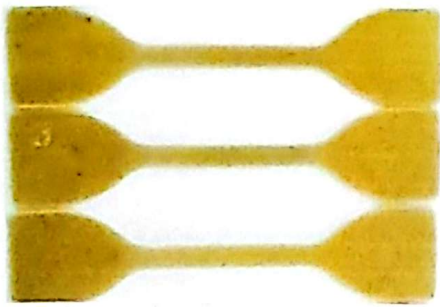
Lembaran komposit serat kenaf 20%,
190°C



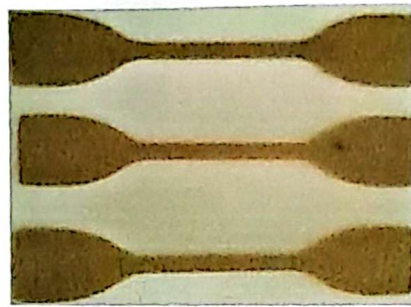
Lembaran polipropilena pada 180°C



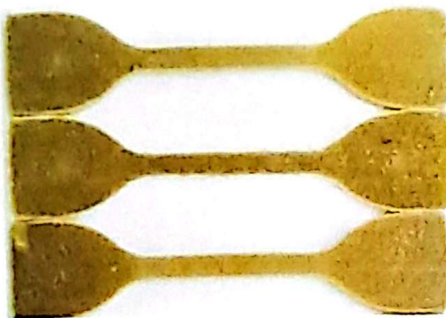
Lembaran polipropilena pada 190°C



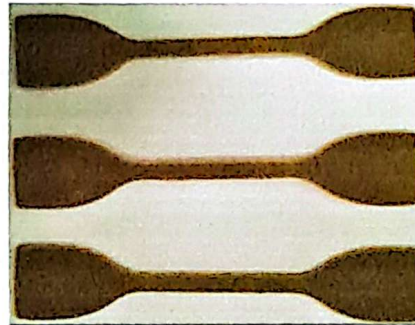
Spesimen uji tarik sampel 1 komposit serat kenaf 10%, 180°C



Spesimen uji tarik sampel 2 komposit serat kenaf 10%, 190°C



Spesimen uji tarik sampel 3 komposit serat kenaf 20%, 180°C



Spesimen uji tarik sampel 4 komposit serat kenaf 20%, 190°C



Spesimen uji tarik polipropilena pada 180°C



Spesimen uji tarik polipropilena pada 190°C