

**PEMBUATAN KOMPOSIT POLIMER
PP/TALK/MASTERBATCH HITAM UNTUK APLIKASI COVER
TAIL SEPEDA MOTOR**

DI POLITEKNIK STMI JAKARTA

(November 2019 - Juli 2020)

TUGAS AKHIR

Oleh
DHEANDRA AZANI MAGHFIRA
NIM: 1516025

DATA BUKU PERPUSTAKAAN	
Tgl Terima	07/10/22
No Induk Buku	882/TEP/SB/TA/22



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
JAKARTA
2020**

SUMBANGAN ALUMNI

**PEMBUATAN KOMPOSIT POLIMER
PP/TALK/MASTERBATCH HITAM UNTUK APLIKASI COVER
TAIL SEPEDA MOTOR**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Terapan Bidang Teknik dari Politeknik STMI Jakarta**

Oleh

DHEANDRA AZANI MAGHFIRA

NIM: 1516025



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
JAKARTA
2020**

ABSTRAK

PEMBUATAN KOMPOSIT POLIMER PP/TALK/ MASTERBATCH HITAM UNTUK APLIKASI COVER TAIL SEPEDA MOTOR

Oleh:

Dheandra Azani Maghfira

NIM: 1516025

(Politeknik STMI Jakarta)

Penggunaan plastik dalam kehidupan semakin meningkat dikarenakan plastik memiliki keunggulan, yaitu ringan, anti korosi, dan juga mudah dibentuk. Komponen-komponen penyusun sepeda motor juga tidak luput dari penggunaan plastik, khususnya komposit plastik untuk mengurangi biaya produksi, menghasilkan bobot motor yang ringan agar hemat bahan bakar, salah satunya adalah pada bagian *cover tail*. *Cover tail* terletak pada bagian ekor dari sepeda motor tepatnya di atas lampu belakang. Umumnya, bagian *cover tail* sepeda motor ini berbahan ABS. Tujuan penelitian ini adalah mencari alternatif pengganti bahan baku ABS. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan *cover tail* berbahan PP sebagai matriks, bahan pengisi berupa talk dengan komposisi (%): 0, 5, 10, 15 dan pewarna berupa *masterbatch* hitam dengan komposisi (%): 0, 4 menggunakan metode *injection molding* dengan suhu *nozzle* 250°C. *Cover tail* yang dihasilkan kemudian diuji sifat mekanisnya menggunakan alat UTM dengan hasil menunjukkan pengurangan kekuatan tarik hingga 38% pada penambahan talk 15% dan peningkatan kekakuan hingga 29% pada penambahan talk 10%. Selanjutnya pengujian gugus fungsi menggunakan alat FTIR dengan teknik ATR menunjukkan penambahan talk dan *masterbatch* hitam mempengaruhi spektrum inframerah dengan berkurangnya intensitas absorbansi bilangan gelombang PP dan muncul gugus C=C dan C-O-C dari penambahan *masterbatch* hitam serta gugus Mg-OH dan Si-O-Si dari penambahan talk.

Kata kunci: *cover tail*, PP, talk, *masterbatch* hitam, *injection molding*, sifat mekanis, gugus fungsi

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PEMBUATAN KOMPOSIT POLIMER PP/TALK/MASTERBATCH HITAM UNTUK APLIKASI COVER TAIL SEPEDA MOTOR

Dheandra Azani Maghfira
NIM: 1516025
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, Agustus 2020

Dosen Pembimbing I



Fitria Ika Aryanti, S. T., M. Eng
NIP.198505112014022001

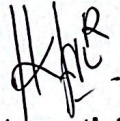
Dosen Pembimbing II



Andi Rusnaenah, S. T., M. T., M. Si
NIP.197407192011012001

Menyetujui

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Fitria Ika Aryanti, S. T., M. Eng
NIP.198505112014022001

**HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS
AKHIR**

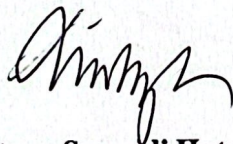
**PEMBUATAN KOMPOSIT POLIMER
PP/TALK/MASTERBATCH HITAM UNTUK APLIKASI COVER
TAIL SEPEDA MOTOR**

Dheandra Azani Maghfira
NIM: 1516025
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

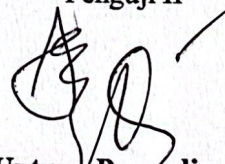
Jakarta, Agustus 2020

Penguji I



Dr. Ir. Lintong Sopandi Hutahaean, M. ChE
NIP.195803221986031002

Penguji II



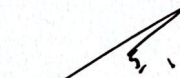
Ir. Untung Prayudie, MTA
NIP.196102081991031001

Dosen Pembimbing I



Fitria Ika Arvanti, S. T., M. Eng
NIP.198505112014022001

Dosen Pembimbing II



Andi Rusnaenah, S. T., M. T., M. Si
NIP.197407192011012001

**HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS
AKHIR**

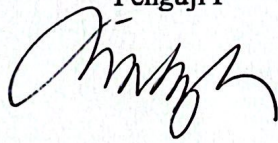
**PEMBUATAN KOMPOSIT POLIMER
PP/TALK/MASTERBATCH HITAM UNTUK APLIKASI COVER
TAIL SEPEDA MOTOR**

Dheandra Azani Maghfira
NIM: 1516025
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

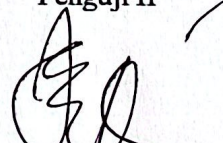
Jakarta, Agustus 2020

Penguji I



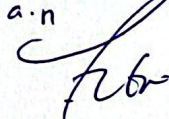
Dr. Ir. Lintong Sopandi Hutahaean, M. ChE
NIP.195803221986031002

Penguji II



Ir. Untung Prayudic, MTA
NIP. 196102081991031001

Penguji III



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

Dosen Pembimbing



Fitria Ika Aryanti, S. T., M. Eng
NIP.198505112014022001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

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

Nama : Dheandra Azani Maghfira
NIM : 1516025
Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa, tugas akhir yang saya buat dengan judul *Pembuatan Komposit Polimer PP/Talk/Masterbatch Hitam untuk Aplikasi Cover Tail Sepeda Motor*, maka:

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada 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 tugas akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang diatas, maka tugas akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, Agustus 2020



Dheandra Azani Maghfira

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyusun Laporan Tugas Akhir ini. Adapun maksud dan tujuan dari Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu syarat akademik Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta. Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis tidak lupa untuk mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu pada saat proses penyusunan laporan tugas akhir ini, terutama kepada:

1. Bapak Dr. Mustofa, S.T.,M.T, selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
2. Ibu Fitria Ika Aryanti, S.T.,M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer dan Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu serta memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Andi Rusnaenah, S.T.,M.T.,M.Si, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu Ida Nur Apriani, S.S.T.,M,Si, selaku Laboran Lab. Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
5. Bapak Said Afrimana, Bapak Samsudin, dan Bapak Dahrul selaku Laboran *Workshop* Polimer dan Laboratorium Polimer Teknik Kimia Polimer.
6. Kedua orang tua, adik-adik, serta orang-orang terdekat penulis yang selalu memberikan dukungan baik berupa dukungan moril, materil, maupun do'a.
7. Teman-teman Teknik Kimia Polimer angkatan 2016.
8. Seluruh pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis juga menyadari masih banyak kekurangan dalam Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, semua kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan laporan ini akan penulis terima dengan senang hati. Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua yang membutuhkan.

Jakarta, Juli 2020

Dheandra Azani Maghfira

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS AKHIR.....	v
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS AKHIR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xiv
BAB I Pendahuluan.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Batasan Masalah.....	3
I.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II Tinjauan Pustaka.....	5
II.1 Komposit.....	5
II.1.1 Komposit Matriks Polimer.....	5
II.1.2 Teknik Pembuatan Komposit.....	6
II.2 Polipropilena.....	9
II.2.1 Jenis-jenis Polipropilena.....	10
II.2.2 Taktisitas Polipropilena.....	11
II.3 Zat Aditif.....	12
II.3.1 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>).....	13
II.3.2 Pewarna.....	15
II.4 Komponen Sepeda Motor.....	16
II.5 <i>Injection Molding</i>	17
II.5.1 Bagian-bagian Mesin <i>Injection Molding</i>	18
II.5.2 Parameter Proses <i>Injection Molding</i>	20
II.6 Pengujian Komposit Polimer.....	20
II.6.1 Pengujian Gugus Fungsi.....	20
II.6.2 Pengujian Sifat Mekanis Menggunakan UTM (<i>Universal Testing Machine</i>).....	26
BAB III Metode.....	29
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
III.2 Alat dan Bahan.....	29
III.2.1 Alat.....	29
III.2.2 Bahan.....	29
III.3 Variabel Penelitian.....	30
III.3.1 Variabel Tetap.....	30

III.3.2 Variabel Bebas	30
III.4 Prosedur Penelitian	31
III.4.1 Preparasi Alat dan Bahan	31
III.4.2 Pembuatan <i>Cover Tail</i> Sepeda Motor	32
III.4.3 Pembuatan Lembaran Komposit PP/Talk/MB <i>Black</i>	32
III.4.4 Pembuatan Spesimen	33
III.4.5 Pengujian Sampel	33
 BAB IV Hasil dan Pembahasan	 35
IV.1 Hasil Pengujian <i>Universal Testing Machine</i> (UTM)	35
IV.1.1 Kekuatan Tarik Komposit PP/Talk/MB Hitam	35
IV.1.2 Modulus Elastisitas Komposit PP/Talk/MB Hitam	37
IV.2 Hasil Pengujian <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	38
IV.2.1 Hasil Uji Gugus Fungsi <i>Cover Tail</i> PT Astra Honda Motor	39
IV.2.2 Hasil Uji Gugus Fungsi <i>Masterbatch</i> Hitam	41
IV.2.3 Hasil Uji Gugus Fungsi Tiap Variasi	42
 BAB V Penutup	 46
V.1 Kesimpulan	46
V.2 Saran	46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Laporan Hasil Pengujian FTIR di LIPI Biomaterial	53
Lampiran B	Lembar Bimbingan Tugas Akhir	55
Lampiran C	Lembar Surat Tugas Dosen Pembimbing	57
Lampiran D	Gambar Alat	59
Lampiran E	Gambar Bahan	60
Lampiran F	Produk	61
Lampiran G	Lembaran Komposit PP/Talk/MB Hitam	63
Lampiran H	Spesimen Komposit PP/Talk/MB Hitam	64
Lampiran I	Hasil Persiapan Bahan	65
Lampiran J	Hasil Variasi Tekanan Mesin <i>Injection Molding</i> untuk Penentuan Kondisi Awal	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Proses <i>Hand Lay-Up</i>	7
Gambar II.2	Proses <i>Vacuum Bag</i>	7
Gambar II.3	Proses <i>Spray-Up</i>	8
Gambar II.4	Proses <i>Compression Molding</i>	8
Gambar II.5	Proses <i>Injection Molding</i>	9
Gambar II.6	Rumus Struktur PP	10
Gambar II.7	Struktur Isotaktik.....	11
Gambar II.8	Struktur Sindiotaktik	12
Gambar II.9	Struktur Ataktik.....	12
Gambar II.10	Struktur Talk	13
Gambar II.11	Struktur <i>Carbon Black</i>	16
Gambar II.12	Komponen Sepeda Motor	17
Gambar II.13	<i>Cover Tail</i> PT Astra Honda Motor.....	17
Gambar II.14	Bagian-bagian Mesin <i>Injection Molding</i>	18
Gambar II.15	Komponen Dasar FTIR	21
Gambar II.16	Spektrum Transmitan (atas) dan Spektrum Absorban (bawah)	22
Gambar II.17	Spektrum Transmitan dari PP Murni.....	23
Gambar II.18	Bentuk Spesimen ASTM D638-14 Tipe IV	27
Gambar II.19	Tegangan-Regangan dan Deformasi Spesimen	26
Gambar III.1	Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar IV.1	Kuat Tarik Komposit PP/Talk/MB Hitam.....	36
Gambar IV.2	Modulus Elastisitas PP/Talk/MB Hitam.....	38
Gambar IV.3	Spektrum Inframerah ABS	39
Gambar IV.4	Spektrum Inframerah <i>Cover Tail</i> PT Astra Honda Motor.....	41
Gambar IV.5	Spektrum Inframerah LDPE/LLDPE	41
Gambar IV.6	Spektrum <i>Masterbatch</i> Hitam MC-9010	42
Gambar IV.7	Spektrum Inframerah PP Murni.....	43
Gambar IV.8	Spektrum Inframerah Variasi 1 sampai dengan Variasi 4	44

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Karakteristik Polipropilena Homopolimer	10
Tabel II.2	Perbandingan Sifat Fisik Talk dan CaCO_3	13
Tabel II.3	Kandungan Talk.....	14
Tabel II.4	Berbagai Radiasi Elektromagnetik	20
Tabel II.5	Jenis Vibrasi pada FTIR.....	24
Tabel II.6	Tabel Korelasi Inframerah.....	25
Tabel II.7	Keterangan Bagian Spesimen ASTM D638-14 Tipe IV.....	27
Tabel III.1	Variasi Komposisi Komposit PP/Talk/MB Hitam	30
Tabel IV.1	Sifat Mekanis <i>Cover Tail</i> dari PT Astra Honda Motor dan PP dari PT Chandra Asri Petrochemical.....	35
Tabel IV.2	Kekuatan Tarik Komposit PP/Talk/MB <i>Black</i> dan <i>Cover Tail</i> PT Astra Honda Motor	36
Tabel IV.3	Modulus Elastisitas Komposit PP/Talk/MB Hitam dan <i>Cover Tail</i> PT Astra Honda Motor	37
Tabel IV.4	Perbandingan Hasil FTIR ABS	40
Tabel IV.5	Perbandingan Spektrum Inframerah Variasi 1 sampai Variasi 4 dengan PP Murni	45

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
ABS	Akilonitril butadiena stirena	1
ASTM	<i>American Standard Testing and Material</i>	25
ATR	<i>Attenuated Total Reflectance</i>	23
DRIFT	<i>Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform</i>	23
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>	3
LDPE	<i>Low Density Polyethylene</i>	15
MB	<i>Masterbatch</i>	2
PAS	<i>Photo Acoustic Spectroscopy</i>	23
PE	Polietilena	6
PMMA	Poli (metil metakrilat)	6
PP	Polipropilena	1
PS	Polistirena	6
UTM	<i>Universal Testing Machine</i>	3

BAB I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Perkembangan industri plastik semakin meningkat dari tahun ke tahun dikarenakan tidak dapat dipungkiri bahwa manusia modern tidak bisa luput dari penggunaan plastik, mulai dari kemasan makanan, alat-alat rumah tangga, aksesoris, alat-alat elektronik, hingga komponen otomotif. Berdasarkan data Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis dari Badan Pusat Statistik, jumlah sepeda motor di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup drastis. Pada tahun 2016 tercatat jumlah sepeda motor di Indonesia mencapai 105.150.082 unit, pada tahun 2017 jumlah sepeda motor bertambah menjadi 111.988.683 unit, dan pada tahun 2018 jumlahnya bertambah menjadi 120.101.047 unit. Jumlah tersebut masih akan terus bertambah seiring dengan bertambahnya minat konsumen.

Komponen-komponen penyusun sepeda motor juga semakin banyak memanfaatkan plastik, khususnya komposit plastik untuk mengurangi biaya produksi dan menghasilkan bobot motor yang ringan sehingga dapat menghemat bahan bakar, salah satunya adalah pada bagian *cover tail*. *Cover tail* merupakan komponen sepeda motor yang terletak pada bagian ekor, tepatnya di atas lampu belakang (*tail light*), berfungsi untuk melindungi kabel-kabel dan memperindah *body* sepeda motor. Jenis plastik yang dapat digunakan untuk aplikasi tersebut adalah jenis plastik akrilonitril butadiena stirena $(C_3H_3 \cdot C_4H_6 \cdot C_3H_3N)_n$ dan polipropilena $(C_3H_6)_n$. PT Astra Honda Motor memanfaatkan plastik akrilonitril butadiena stirena (ABS) sebagai bahan dasar pembuatan *cover tail*. Namun, ABS memiliki kelemahan dalam sifat mekanis dan rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan (Olivera dkk, 2015).

Penelitian ini menggunakan polipropilena (PP) sebagai bahan alternatif pengganti ABS karena PP dianggap sebagai plastik yang paling ringan, serba guna, murah, serta memiliki ketahanan terhadap bahan kimia yang baik (Maddah, 2016).

Namun, PP memiliki berat molekul yang rendah dan hal ini yang menjadikan PP memiliki kekerasan dan suhu operasi yang rendah sehingga dapat mengurangi kekuatan mekanis dari PP (Bouakkaz dkk, 2017).

Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan mekanis dari PP adalah dengan menambahkan zat aditif berupa bahan pengisi. Bahan pengisi (*filler*) yang digunakan dalam PP umumnya adalah *natural filler* (bahan pengisi alami), contohnya adalah talk. Penggunaan talk sebagai *filler* sudah banyak digunakan dikarenakan jumlahnya yang melimpah di alam sehingga harganya relatif ekonomis. Pencampuran talk sangat meningkatkan stabilitas termal dari PP (Jha dkk, 2014). Penelitian Bouakkaz dkk. (2017) dengan penambahan partikel talk sebesar 30% dapat meningkatkan modulus elastisitas hingga 35% dari PP murni dan meningkatkan kuat tarik pada PP. Penggunaan talk sebagai bahan pengisi dapat memberikan banyak keuntungan untuk PP, seperti peningkatan kekakuan dan stabilitas dimensi dalam aplikasi otomotif (*dashboard*, *interior bumper* dan *trim eksterior*) serta aplikasi rumah seperti peralatan rumah (Bouakkaz dkk, 2017). Adanya talk di dalam PP tidak mempengaruhi spektrum PP namun munculnya gugus Mg-OH dan Si-O-Si yang mengindikasikan kandungan talk (Gokulakumar dkk, 2016).

Selain bahan pengisi, penambahan zat aditif berupa pewarna juga dapat mempengaruhi perbaikan sifat mekanis dari PP. Salah satu contoh dari pewarna yang digunakan pada PP adalah *masterbatch* (MB). MB, seperti yang digunakan dalam industri plastik merupakan resin yang mengandung pigmen dengan konsentrasi yang relatif tinggi yang dapat ditakar penggunaannya sesuai kebutuhan. Pada penelitian Ahmed dkk. (2006), menyimpulkan bahwa penambahan *masterbatch* ke dalam polipropilena dengan komposisi 4% dapat meningkatkan *elongation at break* dan modulus Young dari PP. Penelitian Shabrina & Aviadi (2018) menggunakan variasi komposisi MB *red* 0%, 2% dan 4% dengan kesimpulan bahwa penambahan MB *red* sebanyak 4% dapat meningkatkan modulus elastisitas dan *elongation at break* dari PP. Penambahan

MB ke dalam PP tidak mempengaruhi bentuk spektrum PP namun muncul gugus CH_2 yang menunjukkan kandungan MB (Jung dkk, 2017).

Pembuatan *cover tail* sepeda motor berbahan komposit PP/talk/MB hitam dilakukan melalui proses *injection molding*. *Injection molding* adalah proses pembentukan suatu produk berbahan termoplastik atau elastomer dengan bentuk dan ukuran tertentu yang mendapat perlakuan panas dan pemberian tekanan dengan cara diinjeksikan pada cetakan atau *mold* (Badri dkk, 2014). Pada penelitian Rohayani & Natasya (2018) didapatkan suhu optimal dalam pembuatan komposit PP/Talk/*masterbatch* yaitu sebesar 250°C .

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, dapat dilakukan pengujian gugus fungsi menggunakan alat FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dan pengujian sifat mekanis menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*) dari komposit PP/talk/MB hitam.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, permasalahan yang dapat dikaji pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana sifat mekanis yang dihasilkan dari penambahan talk dan *masterbatch* hitam pada *cover tail* berbahan PP yang dibuat melalui proses *injection molding*?
2. Bagaimana pengaruh penambahan talk dan *masterbatch* hitam terhadap gugus fungsi *cover tail* berbahan PP yang dibuat melalui proses *injection molding*?

I.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan komposit PP/talk/MB hitam menggunakan mesin *Injection Molding* Toshiba dengan temperatur zona 1 sebesar 190°C , zona 2 sebesar 210°C , zona 3 sebesar 230°C , dan zona 4 sebesar 250°C .
2. Komposisi *filler* yang ditambahkan adalah sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%.
3. Komposisi *masterbatch* hitam yang digunakan adalah sebesar 0% dan 4%.

4. Sifat mekanis yang diamati adalah kuat tarik (*tensile strength*) dan modulus elastisitas dari sampel.
5. Pengujian gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan alat FTIR (*Fourier Transform Infrared*) Perkin Elmer C106456 dan pengujian sifat mekanis dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) Ibertest EUROTTEST T-5 & T-5/E.

I.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui sifat mekanis yang dihasilkan dari penambahan talk dan *masterbatch* hitam pada *cover tail* berbahan PP yang dibuat melalui proses *injection molding*.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan talk dan *masterbatch* hitam terhadap gugus fungsi *cover tail* berbahan PP yang dibuat melalui proses *injection molding*.

I.5 Manfaat Penelitian

A. Manfaat bagi peneliti

Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai referensi untuk mempelajari lebih lanjut mengenai pembuatan *cover tail* menggunakan metode dan komposisi lainnya.

B. Manfaat bagi ilmu pengetahuan

Penelitian ini dapat memberikan wawasan baru yang mendukung perkembangan ilmu pengetahuan mengenai penambahan bahan pengisi dan pewarna terhadap sifat mekanis dan perubahan gugus fungsi dari *cover tail*.

C. Manfaat bagi industri

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai masukan pada pabrik komponen otomotif untuk membuat *cover tail* dengan harga pembuatan yang lebih ekonomis namun memiliki kualitas yang bersaing dengan pasaran.

BAB II Tinjauan Pustaka

II.1 Komposit

Komposit atau material komposit dapat didefinisikan sebagai gabungan dari dua atau lebih material yang memiliki karakteristik yang berbeda, baik dalam bentuk fisik dan struktur kimianya, yang kemudian menghasilkan bentuk baru yang memiliki karakteristik yang lebih baik. Komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer diperkuat dengan bahan pengisi, menggabungkan sifat-sifat mekanis dan fisik (Siregar, 2016).

Komposit umumnya tersusun dari bahan pengisi dan matriks. Adanya bahan-bahan tersebut menjadikan komposit sebagai material yang memiliki sifat mekanis dan fisik yang cukup tinggi sehingga penggunaan komposit semakin berkembang hingga saat ini. Komposit telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang industri, mulai dari industri medis, industri infrastruktur, hingga industri otomotif (Nayiroh, 2013).

Berdasarkan matriksnya, komposit dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok, yaitu komposit matriks polimer, komposit matriks logam, dan komposit matriks keramik. Komposit matriks polimer merupakan komposit yang menggunakan polimer sebagai matriksnya. Komposit jenis ini adalah yang paling banyak digunakan karena sifatnya yang tahan korosi, tahan karat dan memiliki bobot yang paling ringan dibandingkan komposit dengan matriks logam dan komposit dengan matriks keramik (Nayiroh, 2013).

II.1.1 Komposit Matriks Polimer

Secara luas, terdapat dua jenis polimer yang diketahui, yaitu polimer alami dan polimer sintesis. Polimer alami merupakan jenis polimer yang diambil langsung dari makhluk hidup (tumbuhan atau hewan), seperti karet, kayu, kapas, wol, dan kulit. Sedangkan polimer sintesis merupakan hasil buatan atau rekayasa manusia. Komposit matriks polimer umumnya menggunakan jenis polimer sintesis yang

selanjutnya digolongkan menjadi tiga berdasarkan jenis polimernya, yaitu termoplastik, termoset, dan elastomer (Yuliani, 2009).

1. Termoplastik

Termoplastik merupakan polimer dengan struktur molekul yang linear atau bercabang. Termoplastik memiliki ketahanan panas yang rendah sehingga mudah melunak pada saat dipanaskan. Namun, hal ini dapat dijadikan keunggulan dari termoplastik karena dapat memudahkan dalam proses pencetakan. Selain itu, termoplastik yang sudah dicetak dapat dipanaskan lagi untuk dibentuk menjadi produk lain (didaur ulang). Contoh dari polimer termoplastik adalah polietilena (PE), polipropilena (PP), polikarbonat, polistirena (PS), dan poli (metil metakrilat) (PMMA) (Yuliani, 2009).

2. Termoset

Termoset adalah polimer dengan ketahanan suhu tinggi yang baik sehingga lebih stabil. Penyebabnya adalah termoset memiliki struktur molekul ikatan silang (*crosslinked*) yang lebih rapat dan lebih banyak dibandingkan elastomer. Kekurangan dari termoset adalah termoset tidak dapat diproses kembali dengan pemanasan karena akan semakin mengeras dan hangus. Contoh dari polimer termoset adalah fenolik, urea-formaldehida, polyester tak jenuh, epoksi, dan melamin-formaldehida (Yuliani, 2009).

3. Elastomer

Elastomer memiliki struktur molekul ikatan silang (*crosslinked*) namun ikatan antar molekulnya lemah sehingga menyebabkan elastomer bersifat fleksibel dan elastis. Contoh dari polimer elastomer ini adalah karet alam seperti poliisoprena, serta karet sintetis seperti polibutadiena, polikloroprena dan karet silikon (Yuliani, 2009).

II.1.2 Teknik Pembuatan Komposit

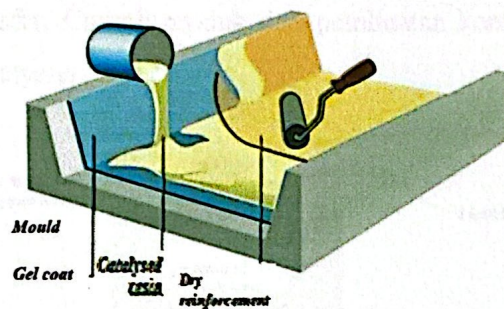
Pada umumnya metode pembuatan material komposit memiliki dua cara, yaitu (Rohayani & Natasya, 2018):

1. Proses cetakan terbuka

a. *Hand lay-up*

Cara ini merupakan cara yang paling sederhana dan cukup mudah untuk dilakukan. *Hand lay-up* dapat dilakukan pada suhu kamar dan pengeringannya

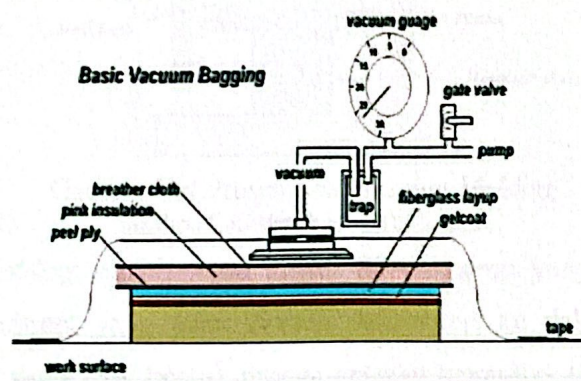
dapat dikontakkan langsung dengan udara. Adapun proses dari pembuatan komposit dengan cara ini yaitu melaminasi campuran resin dan *hardener* pada serat dengan menggunakan kuas atau *roller*, yang mana tingkat kerataan resin sangat tergantung pada cara melaminasi resin ke serat. Serat yang digunakan dapat berupa rajutan, ayaman, ataupun kain. Proses tersebut dilakukan secara berulang sampai ketebalan yang diinginkan terpenuhi. Pengaplikasian dalam proses pembuatan komposit dengan cara *hand lay-up* yaitu bumper mobil, bak mandi, dan interior mobil (Setyanto, 2012).



Gambar II.1 Proses *Hand Lay-Up*
Sumber: Setyanto, 2012

b. *Vacuum bag*

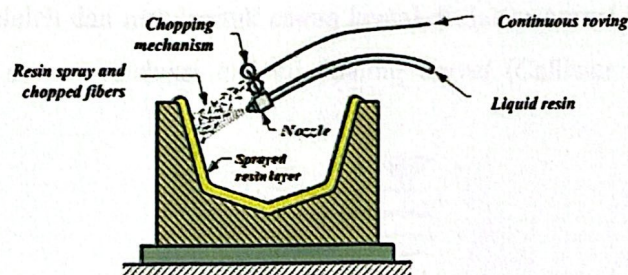
Vacuum bag merupakan penyempurnaan dari *hand lay-up* yang mana pada metode ini tidak hanya dilakukan laminasi saja tetapi dilakukan tahapan vakum terhadap laminasi menggunakan pompa dengan tekanan tertentu untuk menghilangkan resin yang berlebih dan menghilangkan udara yang terperangkap di dalam laminasi. Cara ini juga memiliki keunggulan yaitu memberikan perekatan yang lebih baik antara serat dengan matriks dibandingkan *hand lay-up*. Salah satu pengaplikasian *vacuum bag* terdapat dalam pembuatan kapal besar (Azissyukhron dkk, 2018).



Gambar II.2 Proses *Vacuum Bag*
Sumber: Azissyukhron dkk, 2018

c. *Spray-up*

Spray-up merupakan cara pembuatan komposit untuk menghasilkan bentuk yang lebih kompleks namun ekonomis dibandingkan dengan *hand lay-up*. Proses pembuatan komposit dengan cara ini adalah menyiapkan wadah pencetakan, setelah itu dilakukan menyemprotkan serat yang dialirkan melalui tempat pemotongan (*chopper*). Saat penyemprotan serat, dilakukan juga secara bersamaan proses penyemprotan resin yang telah dicampur katalis. Setelah selesai, maka selanjutnya menunggu sampai bahan-bahan tersebut mengeras pada suhu ruang dan tekanan atmosfer. Contoh produk dari pembuatan komposit dengan cara ini adalah *bath tub* (Setyanto, 2012).

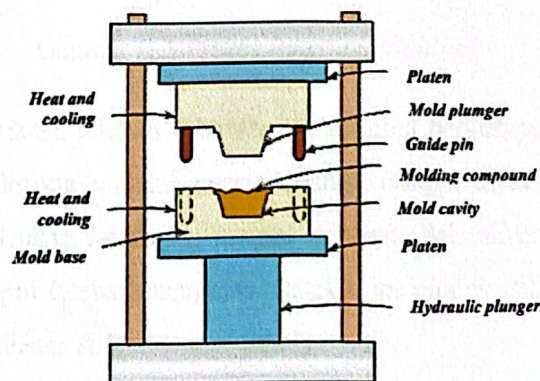


Gambar II.3 Proses *Spray-Up*

Sumber: Setyanto, 2012

2. Proses cetakan tertutup

a. *Compression molding*



Gambar II.4 Proses *Compression Molding*

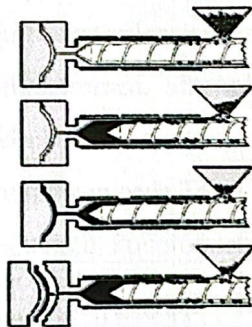
Sumber: Callister & Rethwisch, 2007

Compression molding adalah suatu proses dimana serat yang sudah dicampur dengan resin polimer yang akan dicetak dikompresi ke dalam cetakan yang dipanaskan dan memenuhi bentuk rongga cetakan kemudian terjadi pematangan karena panas dan tekanan yang diterapkan pada bahan. Metode ini digunakan

sebagian besar untuk mencetak resin termoset, tetapi beberapa bagian termoplastik juga dapat diproduksi oleh *compression molding*. Aplikasi dari proses *compression molding* ini adalah alat rumah, kontainer besar, alat listrik, kerangka sepeda dan jet ski (Setyanto, 2012).

b. *Injection molding*

Injection molding merupakan salah satu metode pembuatan plastik ataupun komposit plastik yang paling populer. Mesin digunakan untuk membawa, melelehkan, dan menekan bahan polimer beserta sejumlah zat aditif yang diperlukan yang diumpankan ke dalam mesin melalui *hopper* dalam bentuk granula atau pelet. Bahan-bahan tersebut kemudian didorong masuk ke dalam *barrel* dan meleleh dan membentuk cairan kental di dalam *barrel* karena adanya kontak panas secara konduksi melalui dinding *barrel* (Callister & Rethwisch, 2007).



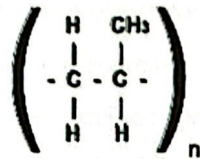
Gambar II.5 Proses *Injection Molding*
Sumber: Liu, 2012

Selama proses plastikasi, lelehan bahan-bahan tersebut berkumpul di ujung *screw* yang kemudian didorong melalui *nozzle* menuju rongga cetakan (*mold cavity*) tertutup dan diinjeksikan ke dalam rongga cetakan. Selama proses pencetakan tekanan dijaga sampai lelehan mengeras. Setelah itu produk dikeluarkan dengan bantuan ejektor (Callister & Rethwisch, 2007).

II.2 Polipropilena

Polipropilena adalah polimer yang tersusun dari monomer-monomer senyawa propilena dengan struktur ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$). Polipropilena terbentuk dari proses polimerisasi adisi. Polipropilena memiliki ketahanan kimia yang sangat baik dan

dapat diproses melalui berbagai metode konversi seperti *injection molding* dan ekstrusi (Maddah, 2016). Struktur dari PP ditunjukkan pada Gambar II.6.



Gambar II.6 Rumus Struktur PP
Sumber: Calhoun, 2009

Polipropilena memiliki densitas yang rendah, yaitu sekitar 0,90-0,92 g/cm³, titik leleh yang tinggi, yaitu 157°C-170°C, konduktivitas panas yang rendah, yaitu 0,12 W/m.K, dan kekakuan yang tinggi. Hal lain yang menjadikan polipropilena populer adalah karena harganya yang murah, biaya pembuatan produk berbahan polipropilena rendah namun menghasilkan produk yang tahan lama, mudah dibentuk dalam berbagai desain, merupakan isolator yang baik, dan tahan air. Ketahanan kimia yang dimiliki polipropilena seperti ketahanan yang sangat baik terhadap asam encer dan terkonsentrasi, alkohol, basa, ketahanan yang baik terhadap aldehida, ester, hidrokarbon alifatik, dan keton (Maddah, 2016). Karakteristik polipropilena ditunjukkan pada Tabel II.1.

Tabel II.1 Karakteristik Polipropilena Homopolimer

Sifat Fisika	Nilai
Laju alir lelehan (g/10 menit)	10
Tensile strength (MPa)	34
Temperatur mold (°C)	20-40

Sumber: PT Chandra Asri Petrochemical

II.2.1 Jenis-jenis Polipropilena

Polipropilena diproduksi secara komersial dalam berbagai jenis sesuai dengan sifat yang diinginkan.

1. Homopolimer Polipropilena (HPP)

HPP adalah PP yang tersusun dari monomer propilena di dalam rantai polimernya. HPP merupakan jenis PP yang paling banyak digunakan untuk aplikasi interior mobil, jaring, geotekstil, kain medis, tas, dan lain-lain. HPP terdiri dari struktur kristalin dan non-kristalin. Struktur non-kristalin atau amorf terdiri dari PP isotaktik dan PP ataktik. Adanya struktur isotaktik dan ataktik tersebut membuat HPP memiliki keunggulan dalam kekakuan dan ketangguhan (Karian, 2003).

2. *Random Copolymer (RCP)*

RCP merupakan polimer yang terdiri atas satu atau lebih jenis monomer yang berbeda di dalam rantai polimernya. PP *copolymer* mengandung PP dengan penambahan etilena (umumnya 7% atau kurang). Penambahan etilena pada RCP ini memberikan perubahan pada sifat PP, yaitu ketahanan benturan yang sedikit lebih baik, lebih jernih, dan berkurangnya titik leleh. RCP diaplikasikan sebagai laminasi ekstrusi dan film (Karian, 2003).

3. *Impact Copolymer* atau *Block Copolymer (ICP)*

ICP dibentuk dengan penambahan karet etilen-propilena (EPR), *ethylene propylene diene monomer* (EPDM), polietilena atau plastomer ke dalam homopolimer atau kopolimer acak. Kadar kopolimer dalam ICP berkisar antara 5–25%. Adanya kandungan karet di dalam ICP memberikan pengaruh berupa peningkatan ketahanan impact pada temperatur yang rendah. Aplikasi dari ICP ini adalah komponen otomotif, alat-alat rumah tangga dan lain-lain (Karian, 2003).

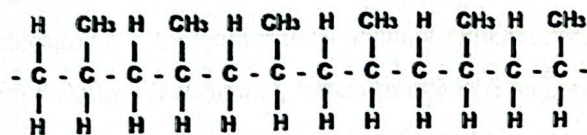
II.2.2 Taktisitas Polipropilena

Polipropilena memiliki struktur taktis yang dapat dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan letak gugus metil terhadap rantai utamanya, yaitu isotaktik, sindiotaktik, dan ataktik. Polipropilena komersial umumnya terdiri dari 95-97% isotaktik dan 3-5% ataktik, dimana kandungan tersebut diperlukan untuk meningkatkan kekuatan impact (Calhoun, 2009).

1. Isotaktik

Semua gugus metil terletak pada satu sisi rantai polimer yang sama. Hal ini yang menyebabkan PP isotaktik bersifat kristalin. Kristalinitas yang dimiliki PP isotaktik berkisar antara 40%-70%. Hal ini yang menyebabkan PP isotaktik memiliki titik leleh yang lebih tinggi (160-180)^oC dan densitas yang lebih tinggi.

Struktur isotaktik polimer ditunjukkan pada Gambar II.7.

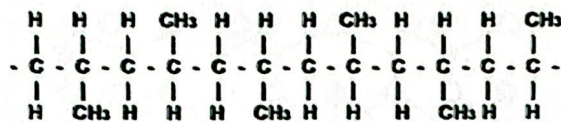


Gambar II.7 Struktur Isotaktik

Sumber: Calhoun, 2009

2. Sindiotaktik

PP sindiotaktik memiliki titik leleh yang lebih rendah (138°C) dan densitas yang lebih rendah ($0,89 \text{ g/cm}^3$). Gugus metil terletak secara berselang-seling di dalam sisi rantai polimer. Polimer jenis ini jarang ditemukan karena pembuatannya yang sulit, yaitu membutuhkan temperatur operasi -78°C . PP sindiotaktik memiliki struktur kristal yang kompleks dikarenakan PP sindiotaktik membentuk struktur kristal dengan sangat lambat. Struktur sindiotaktik polimer ditunjukkan pada Gambar II.8.

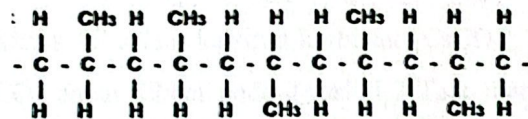


Gambar II.8 Struktur Sindiotaktik

Sumber: Calhoun, 2009

3. Ataktik

PP ataktik merupakan jenis PP yang pertama kali diproduksi. Gugus metil yang terletak secara tidak beraturan (acak) terhadap sisi rantai polimer menyebabkan PP ataktik memiliki kristalinitas yang rendah. PP ataktik umumnya diaplikasikan dalam pembuatan atap dan bahan perekat. Struktur ataktik polimer ditunjukkan pada Gambar II.9.



Gambar II.9 Struktur Ataktik

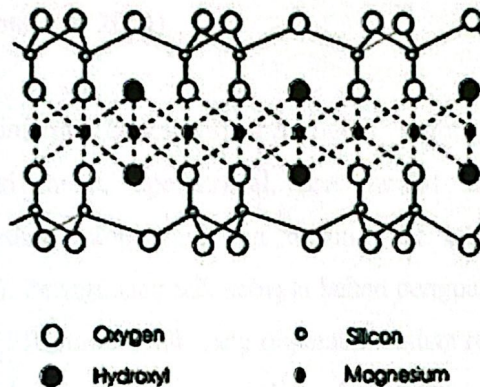
Sumber: Calhoun, 2009

II.3 Zat Aditif

Penggunaan zat aditif yang ditambahkan ke dalam komposit polimer bertujuan untuk menghasilkan produk dengan sifat yang lebih baik, memudahkan jalannya proses pembuatan produk, ataupun mengurangi bahkan menghilangkan sifat yang tidak diinginkan. Zat aditif ditambahkan ke dalam komposit polimer pada saat proses *compounding* agar homogen dengan bentuk zat aditif yang digunakan dapat berupa padatan (granula atau bubuk), cairan, dan gas. Berdasarkan fungsinya, zat aditif dapat dikelompokkan menjadi bahan pelunak (*plasticizer*), bahan penstabil (*stabilizer*), bahan pelumas (*lubricant*), bahan pengisi (*filler*), pewarna, *antistatic agent*, *blowing agent*, *flame retardant* dan sebagainya (Mujiarto, 2005).

II.3.1 Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi yang digunakan dalam komposit berfungsi untuk meningkatkan daya hantar panas serta meningkatkan kekuatan dan kekakuan dari matriks yang digunakan. *Filler* merupakan bahan penguat (*reinforcement*) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Penguat tidak selalu berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanis komposit dan memberikan efek penguatan, tetapi juga digunakan untuk mengubah sifat-sifat fisik seperti perubahan koefisien friksi, viskositas, atau konduktivitas listrik.



Gambar II.10 Struktur Talk
Sumber: Ossman dkk, 2014

Talk merupakan salah satu mineral yang paling umum digunakan sebagai bahan pengisi dengan matriks PP selain kalsium karbonat (CaCO_3). Perbandingan sifat fisik talk dan CaCO_3 dapat dilihat pada Tabel II.2 Talk memiliki rumus kimia $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ dengan titik lebur 1500°C dan tidak dapat larut dalam air, asam lemah, dan alkali (Buoakkaz dkk, 2017). Talk merupakan polimer anorganik karena tersusun dari silika tetrahedral dan magnesia oktahedral. Kandungan dari talk ditunjukkan pada Tabel II.3. Talk memiliki luas permukaan yang besar, bersifat inert, struktur bubuk yang sangat halus, serta hidrofobik. Bahan pengisi yang berbentuk partikel dapat mempengaruhi kemampuan kontak permukaan serbuk dengan matriks komposit (Sudirman dkk, 2004).

Tabel II.2 Perbandingan Sifat Fisik Talk dan CaCO_3

Karakteristik	Talk	CaCO_3
Ukuran partikel rata-rata (μm)	0,82	7,3
Densitas (g/cm^3)	2,5	2,7
Hardness (<i>Moh's scale</i>)	1	3

Sumber: Vincent dkk, 2014

Ukuran partikel *filler* memiliki peran yang cukup penting dalam reaksi adhesi (pelekatan) antara *filler* dengan matriks. *Filler* dengan ukuran partikel lebih kecil memiliki luas permukaan yang lebih besar sehingga akan meningkatkan kontak permukaan antara pengisi dan matriks yang dapat meningkatkan sifat mekanis komposit. Namun, ukuran partikel *filler* yang sangat halus dapat menyebabkan terbentuknya aglomerasi yang dapat mengurangi sifat mekanis dari komposit. Pengeringan menggunakan *oven* dan *surface treatment* merupakan cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi kecenderungan *filler* berbentuk partikel untuk menggumpal (Vincent dkk, 2014).

Talk dapat menginisiasi kristalisasi heterogen, sehingga dapat mengubah morfologi, orientasi rantai, tipe kristal, dan derajat kristalinitas PP, serta memberikan perubahan yang signifikan dalam sifat mekanis dari komposit (Castillo dkk, 2012). Penggunaan talk sebagai bahan penguat dapat meningkatkan kekakuan dari resin PP. Jumlah talk yang digunakan dalam resin PP memiliki efek langsung pada tingkat kekakuan yang diperoleh. Selain itu, talk juga dapat meningkatkan sifat pemrosesan, seperti mengurangi penyusutan cetakan selain bertindak sebagai zat nukleasi heterogen dalam matriks PP. Hal ini yang membuat talk dapat meningkatkan kestabilan dimensi dari matriks PP (Ossman dkk, 2014).

Tabel II.3 Kandungan Talk

Komponen	Kadar (%)
SiO ₂	63,26
MgO	26,71
Al ₂ O ₃	1,47
Fe ₂ O ₃	0,54
CaO	0,75
K ₂ O	0,31
Na ₂ O	0,13

Sumber: Ossman dkk, 2014

Sifat-sifat dari talk yang telah disebutkan sebelumnya membuat talk banyak dimanfaatkan dalam industri, seperti industri kosmetik, plastik, karet, hingga industri makanan (Eurotal, 2011). Talk memberikan bermacam manfaat untuk PP, seperti meningkatkan kekakuan dan stabilitas dimensi dalam komponen otomotif (contohnya kap mesin mobil, *bumper*, dan *dashboard* (Eurotal, 2011). Partikel talk yang ditambahkan ke dalam matriks PP dalam jumlah tertentu dapat

meningkatkan modulus elastisitas. Modulus elastisitas dan kekuatan luluh (*yield strength*) maksimal dapat diperoleh dengan menambahkan partikel talk sebanyak 15% ke dalam resin PP (Shelesh-Nezhad & Taghizadeh, 2007).

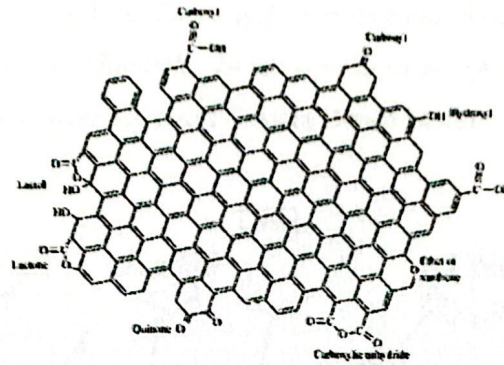
II.3.2 Pewarna

Plastik dapat memiliki berbagai macam warna guna meningkatkan daya tarik kostumer serta meningkatkan sifat-sifat tertentu pada plastik. Saat membuat produk berwarna, pewarna kering, pewarna cair, atau konsentrat warna dapat digunakan. Pewarna cair adalah pewarna dalam bentuk cair, dan konsentrat warna yaitu pewarna yang memiliki warna pekat (Mujiarto, 2005).

Masterbatch merupakan bahan aditif berupa padatan (*granula*) yang digunakan untuk memberikan warna pada polimer yang terdiri dari resin termoplastik (misalnya polietilena, polipropilena, polivinil klorida atau campuran polimer lainnya) dan pigmen (karbon hitam, titanium dioksida atau materi pigmen yang lainnya) dengan konsentrasi yang sangat tinggi (Ambrogi dkk, 2017).

Selain memberikan warna, *masterbatch* dapat digunakan baik dalam *injection molding* dan ekstrusi untuk penyerap ultraviolet pada resin film dan mono filamen, karet butil atau elastomer lainnya untuk meningkatkan kekuatan tumbukan dari resin, dan serat kaca untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan panas. *Masterbatch* juga digunakan untuk meminimalkan risiko abrasi ekstruder (Ahmed dkk, 2006).

Masterbatch umumnya berbahan dasar plastik *low density polyethylene* (LDPE). Banyaknya bahan aditif pada *masterbatch* bervariasi dapat berkisar 2% hingga 60%. *Masterbatch* yang berbasis resin mengandung 20% bahan aditif dan disebut sebagai *masterbatch* encer. Sedangkan *masterbatch* yang terkonsentrasi mengandung 60% bahan aditif lebih banyak daripada resin yang digunakan. Konsentrasi *masterbatch* yang umum digunakan dalam industri adalah sekitar 1-5% (Ahmed dkk, 2006).



Gambar II.11 Struktur *Carbon Black*
 Sumber: Wang dkk, 2003

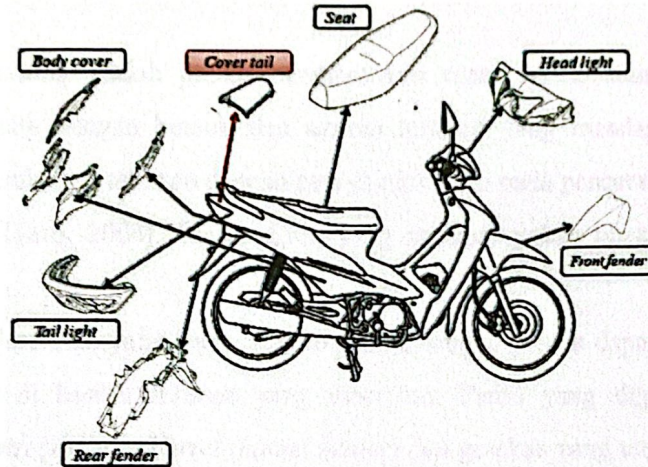
Masterbatch hitam menggunakan pigmen *carbon black* untuk memberikan warna hitam. *Carbon black* terbentuk dari pembakaran tidak sempurna pada gas alam (*channel black*) atau reduksi hidrokarbon cair pada ruang refraktori (*furnace black*). *Carbon black* tersusun atas gugus fungsi yang berbeda-beda, seperti karboksilat, fenol, lakton, laktol, eter, hidroksil, dan lain-lain yang dapat menghasilkan perbedaan ukuran dan kemampuan untuk terdispersi. Ukuran partikel *carbon black* yang lebih halus akan menghasilkan warna yang lebih jelas (Wang dkk, 2003).

II.4 Komponen Sepeda Motor

Sepeda motor merupakan alat transportasi yang paling banyak diminati untuk membantu memudahkan kegiatan sehari-hari. Sepeda motor yang saat ini diproduksi memiliki bobot yang lebih ringan dengan desain aerodinamis. Hal ini dilakukan untuk memenuhi permintaan konsumen yang menginginkan sepeda motor yang irit bahan bakar dengan harga yang masih dapat dijangkau. Komponen sepeda motor saat ini sudah banyak memanfaatkan plastik dan komposit plastik untuk mengatasi hal tersebut. Gambar II.12 menunjukkan komponen dari sepeda motor.

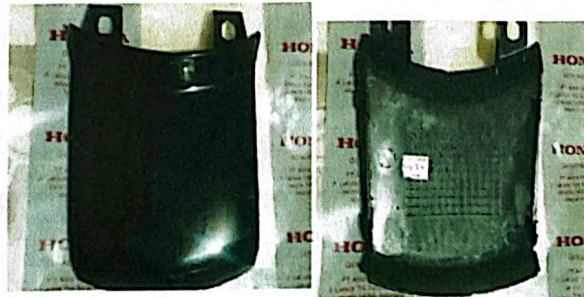
Dari Gambar II.12 dapat dilihat bagian *cover tail* berada pada bagian belakang (ekor) sepeda motor, tepatnya di atas *tail light* (lampu belakang). *Cover tail* berfungsi untuk menutupi kabel-kabel yang menghantarkan arus listrik dari akumulator ke bagian lampu belakang utama dan lampu sein belakang, memperindah bodi sepeda motor, serta melindungi dari air hujan, lumpur, dan

debu yang dibawa oleh udara. *Cover tail* yang diproduksi oleh PT Astra Honda Motor terbuat dari *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS). Gambar II.13 menunjukkan gambar *cover tail* dari PT Astra Honda Motor.



Gambar II.12 Komponen Sepeda Motor
Sumber: Astra Honda Motor, 2008

ABS merupakan kopolimer yang memiliki ketahanan terhadap bahan kimia yang baik dan memiliki kestabilan dimensi yang baik. ABS memiliki titik leleh yang cukup tinggi yaitu 200°C - 280°C dengan densitas $1,03\text{ g/cm}^3$ - $1,07\text{ g/cm}^3$ (Singh & Singh, 2017). ABS memiliki temperatur proses sebesar 240°C dan *tensile strenght* sebesar $42,5$ - $44,8\text{ MPa}$ (Olivera dkk, 2015).



Gambar II.13 *Cover Tail* PT Astra Honda Motor
Sumber: PT Astra Honda Motor, 2008

II.5 Injection Molding

Injection molding merupakan mesin yang paling banyak digunakan dalam pembuatan barang-barang plastik jenis termoplastik dan termoset yang memiliki kegunaan yang berbeda-beda, seperti barang-barang elektronik, alat olahraga,

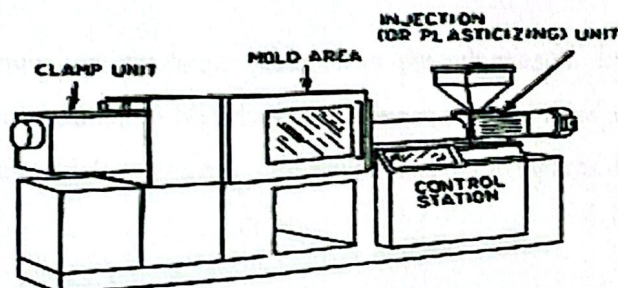
kemasan makanan, hingga komponen otomotif. *Injection molding* secara garis besar dapat didefinisikan sebagai suatu proses pembuatan produk dalam berbagai bentuk dan ukuran yang berbahan plastik yang dilelehkan dan kemudian diinjeksikan ke dalam cetakan (*mold*).

Injection molding adalah proses pembentukan suatu benda atau produk dari material plastik dengan bentuk dan ukuran tertentu yang mendapat perlakuan panas dan pemberian tekanan dengan cara diinjeksikan pada pencetakan atau *mold* (Firdaus & Tjitro, 2004). Proses dasar yang terdapat dalam *injection molding*, yaitu:

1. Proses plastikasi, yaitu memanaskan plastik hingga plastik dapat meleleh dan mengalir di bawah tekanan yang diberikan. Panas yang digunakan yaitu berasal dari pemanas *barrel (barrel heater)* dan gesekan yang terjadi pada saat *screw* menggiling lelehan plastik menuju *nozzle*.
2. Proses penginjeksian lelehan plastik ke dalam rongga cetakan hingga plastik memenuhi seluruh permukaan cetakan.
3. Proses pendinginan lelehan plastik di dalam *mold* oleh air yang berasal dari MTC hingga lelehan plastik mengeras.
4. Proses pembukaan cetakan untuk mengeluarkan produk plastik dan mendapatkan produk plastik sesuai dengan yang diinginkan.

II.5.1 Bagian-bagian Mesin *Injection Molding*

Mesin *injection molding* tersusun dari bagian-bagian yang penting untuk jalannya proses pencetakan barang-barang plastik (Rosato, 2000). Bagian-bagian tersebut adalah *clamping unit*, *injection unit*, dan *mold unit* yang ditunjukkan pada Gambar II.14.



Gambar II.14 Bagian-bagian Mesin *Injection Molding*
Sumber: Rosato, 2000

1. *Clamping Unit*

Clamping unit berfungsi untuk mengatur gerakan *mold* pada saat proses pencetakan dan *ejector* pada saat proses pengeluaran produk dengan memberikan tekanan pada penahan. Pada dasarnya, *clamping unit* menghasilkan gaya yang dibutuhkan untuk menahan cetakan selama proses injeksi hingga dihasilkan produk jadi.

2. *Injection Unit*

Pada *injection unit* terjadi proses pelelehan pelet plastik dan lelehan tersebut diinjeksikan ke cetakan. Komponen-komponen yang terdapat dalam *injection unit* adalah sebagai berikut:

- a. *Hopper*, merupakan tempat untuk menampung dan mengumpukan pelet plastik ke dalam *barrel* dengan bantuan *screw* yang terdapat di *hopper* (Yanto, 2016).
- b. *Barrel*, merupakan tempat dimana terjadinya proses pelelehan pelet plastik. Di dalam *barrel* terdapat *screw* yang berfungsi untuk memanaskan dan mencampur lelehan pelet plastik dengan zat aditif hingga homogen serta mendorong lelehan tersebut untuk diinjeksikan ke rongga cetakan. *Setting* temperatur *barrel* idealnya naik bertahap dari rendah di belakang menjadi semakin tinggi di depan terutama di *nozzel*. Putaran *screw* akan menyebabkan bahan akan terkumpul di ujung *screw* sebelum diinjeksikan. *Screw* akan mundur selama beberapa saat, kemudian akan maju mendorong bahan yang telah dicairkan di dalam *barrel* menuju *nozzle* (Yanto, 2016).
- c. *Nozzle*, berfungsi sebagai penghubung antara *mold* dengan unit injeksi dan penahan kebocoran pada saat lelehan bahan diinjeksikan (Rohayani & Natasya, 2018).

3. *Mold Unit*

Mold unit berperan penting dalam pencetakan produk plastik. Lelehan plastik yang berasal dari *nozzle* akan dialirkan oleh *runner* menuju *mold cavity* (rongga cetakan). Kemudian lelehan tersebut didinginkan hingga mengeras dan dilepaskan oleh ejektor.

II.5.2 Parameter Proses *Injection Molding*

Parameter yang terdapat dalam proses *injection molding* dapat mempengaruhi hasil injeksi, sehingga perlu diatur untuk menghasilkan produk dengan hasil yang optimal. Adapun parameter-parameter yang berpengaruh terhadap proses produksi plastik melalui proses *injection molding* adalah (Firdaus & Tjitro, 2004):

- a. Temperatur leleh (*melt temperature*), merupakan batas temperatur saat pelet plastik mulai meleleh karena adanya energi panas.
- b. Batas tekanan (*pressure limit*), adalah besarnya tekanan udara yang perlu diberikan untuk menggerakkan piston yang terdapat dalam *clamping unit* guna menekan pelet plastik yang telah dilelehkan agar menghasilkan produk sesuai dengan yang diinginkan dengan bahan baku yang efisien.
- c. Waktu tahan (*holding time*), adalah waktu yang diukur dari saat temperatur telah mencapai temperatur *setting* hingga seluruh pelet plastik yang ada dalam *barrel* telah meleleh.
- d. Waktu penekanan (*pressure time*), merupakan waktu yang diperlukan untuk memberikan tekanan pada saat proses penginjeksian lelehan plastik ke dalam cetakan.
- e. Temperatur cetakan (*mold temperature*), merupakan temperatur pemanasan awal cetakan sebelum diinjeksikan lelehan plastik.
- f. Kecepatan injeksi (*injection rate*), yaitu kecepatan laju lelehan plastik keluar dari *nozzle* untuk mengisi rongga cetakan (*mold cavity*).

II.6 Pengujian Komposit Polimer

II.6.1 Pengujian Gugus Fungsi

Spektroskopi adalah teknik non-destruktif yang menggunakan efek interaksi radiasi elektromagnetik untuk menentukan struktur atom atau molekul dan tingkat energi dari suatu material. Terdapat berbagai jenis radiasi elektromagnetik yang disebut sebagai spektrum elektromagnetik. Berbagai radiasi elektromagnetik tersebut dapat dilihat pada Tabel II.4.

Tabel II.4 Berbagai Radiasi Elektromagnetik

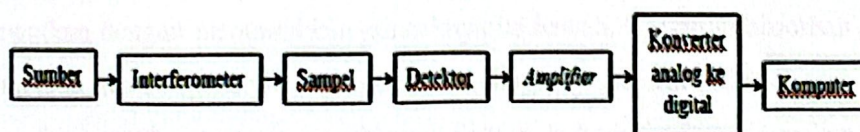
Panjang Gelombang (cm^{-1})	Jenis Radiasi
>14.000	Sinar tampak dan ultraviolet (UV)
14.000-4.000	Inframerah-dekat

Panjang Gelombang (cm ⁻¹)	Jenis Radiasi
4.000-400	Inframerah-menengah
400-4	Inframerah-jauh
<4	Gelombang mikro (<i>microwave</i>)

Sumber: Smith, 2011

Pengukuran pada spektrum inframerah dilakukan pada daerah cahaya inframerah menengah (*mid-infrared*) yaitu pada panjang gelombang 2,5 - 50 μm atau bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} . Spektroskopi inframerah dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengukur spektrum inframerah dari banyak jenis sampel, seperti padatan, cairan, gas, semi-padatan, serbuk, polimer, bahan organik dan anorganik, zat murni, dan campuran (Smith, 2011). Analisis spektrum inframerah sangat berguna untuk mengidentifikasi gugus fungsi dengan menggunakan sinar inframerah yang diserap oleh material (Munajab dkk, 2018).

Fourier Transform Infrared (FTIR) menggunakan radiasi inframerah untuk menganalisis komposisi kimia yang terdapat dalam suatu material. Komponen dasar dari spektroskopi FTIR adalah sumber yang menghasilkan radiasi dilewatkan melalui interferometer ke sampel. Sebagian radiasi inframerah diserap oleh sampel dan yang lainnya ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga radiasi inframerah lolos ke detektor. Setelah dari detektor, radiasi inframerah masuk ke *amplifier* yang berguna sebagai penguat sinyal. Setelahnya data dikonversi ke bentuk digital oleh konverter analog ke digital dan ditransfer ke komputer untuk transformasi oleh *fourier* (Stuart, 2004). Komponen dasar dari FTIR dapat dilihat pada Gambar II.15.

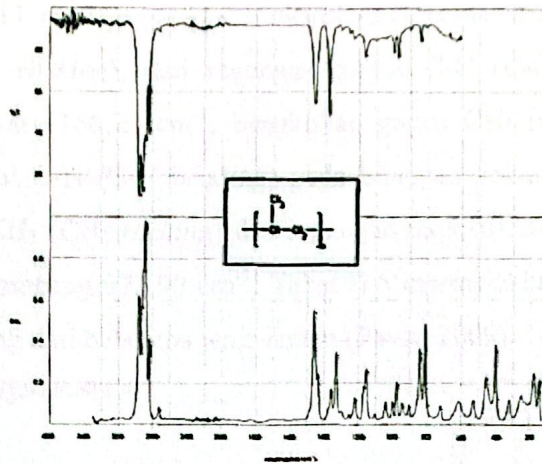


Gambar II.15 Komponen Dasar FTIR

Sumber: Stuart, 2004

Radiasi inframerah yang melewati sampel akan menghasilkan spektrum inframerah untuk menentukan energi vibrasi yang diserap oleh sampel. Energi yang dihasilkan oleh radiasi ini akan menyebabkan vibrasi atau getaran pada molekul. Besarnya energi yang diserap senyawa akan mempengaruhi kondisi molekul senyawa tersebut. Hasil dari penyerapan radiasi inframerah adalah bentuk puncak yang ditampilkan pada komputer yang menandakan frekuensi getaran

yang dimiliki oleh molekul sampel (Stuart, 2004). Jenis vibrasi pada FTIR ditunjukkan pada Tabel II.5.



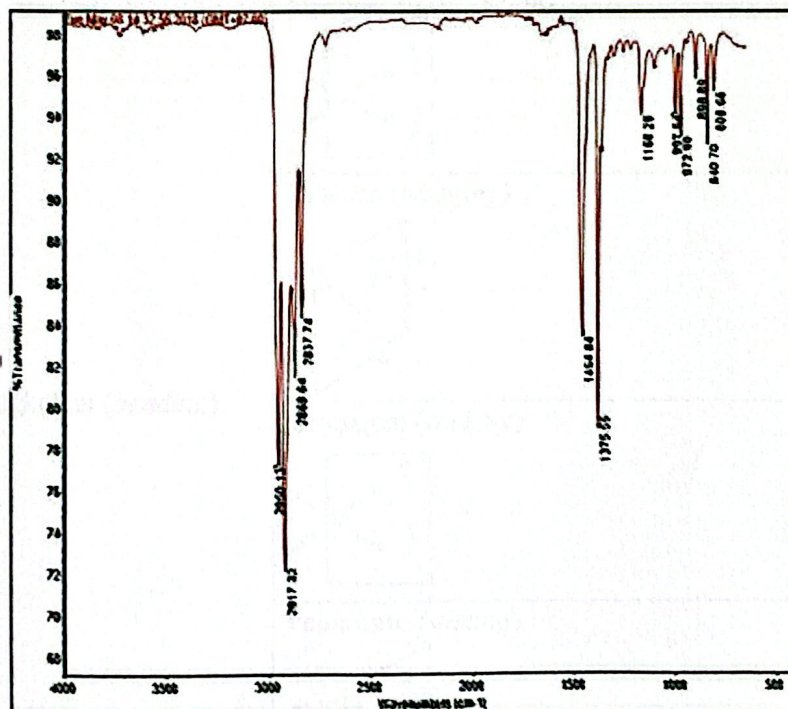
Gambar II.16 Spektrum Transmitan (atas) dan Spektrum Absorban (bawah)
Sumber: Kupstov & Zhizhin, 1998.

Spektrum yang dihasilkan dari analisa FTIR berupa grafik yang menunjukkan hasil serapan radiasi inframerah yang bervariasi pada setiap frekuensi. Persentase transmitan menunjukkan banyaknya frekuensi yang tidak diserap oleh sampel. Daerah sidik jari yang berada di sebelah kanan grafik (dari $1500-500\text{ cm}^{-1}$) biasanya mengandung bentuk absorban yang sangat kompleks yang disebabkan karena banyaknya jenis vibrasi *bending* molekul yang menyerap pada daerah ini (Smith, 2011).

Spektrum absorban adalah spektrum cahaya yang diserap dengan menunjukkan puncaknya ke atas sedangkan spektrum transmitan adalah spektrum cahaya yang dilewatkan dengan menunjukkan puncaknya ke bawah. Spektrum absorban dapat digunakan untuk pekerjaan kuantitatif sedangkan spektrum transmitan dapat digunakan untuk interpretasi spektrum. Satuan frekuensi yang digunakan pada garis horizontal (aksis) dinyatakan dalam bilangan gelombang, yang didefinisikan sebagai banyaknya gelombang dalam tiap satuan panjang (Stuart, 2004). Gambar II.16 menunjukkan contoh spektrum absorban dan spektrum transmitan.

Pada Gambar II.17 menunjukkan adanya regangan molekul C-H (*C-H stretching*) pada bilangan gelombang $2950,13\text{ cm}^{-1}$, $2917,32\text{ cm}^{-1}$, $2868,64\text{ cm}^{-1}$, dan $2837,74\text{ cm}^{-1}$. Sedangkan pada daerah sidik jari (pada bilangan gelombang $1500-500\text{ cm}^{-1}$)

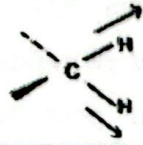
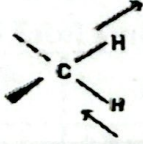
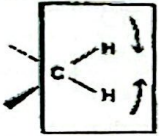
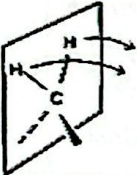
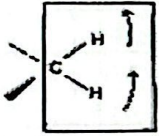
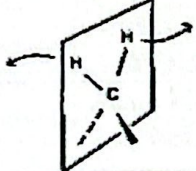
menunjukkan adanya bengkokan gugus CH₂ (CH₂ *bending*) pada bilangan gelombang 1454,84 cm⁻¹, bengkokan gugus CH₃ (CH₃ *bending*) pada bilangan gelombang 1375,55 cm⁻¹, regangan molekul C-H (C-H *stretching*), goyangan gugus CH₃ (CH₃ *rocking*), dan regangan gugus C-C (C-C *stretching*) pada bilangan gelombang 1166,25 cm⁻¹, bengkokan gugus CH₃ (CH₃ *bending*), dan bengkokan molekul C-H (C-H *bending*) pada bilangan gelombang 997,54 cm⁻¹, goyangan gugus CH₃ (CH₃ *rocking*) dan regangan molekul C-C (C-C *stretching*) pada bilangan gelombang 972,90 cm⁻¹. Tabel II.5 menunjukkan tipe getaran dan bilangan gelombang dari beberapa jenis ikatan (Pavia, 2009).



Gambar II.17 Spektrum Transmitan dari PP Murni
 Sumber: Shabrina & Aviadi, 2018

Terdapat 3 jenis teknik pengujian dalam FTIR, yaitu ATR (*Attenuated Total Reflectance*), PAS (*Photo Acoustic Spectroscopy*), dan DRIFT (*Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform*). ATR didasarkan pada fenomena refleksi internal total. Ketika sampel ditempatkan dalam kontak dengan kristal ATR, gelombang IR yang dihasilkan dilemahkan karena sampel menyerap energi. Radiasi yang dilemahkan tersebut diukur dan diplot sebagai fungsi panjang gelombang oleh spektrometer dan menimbulkan karakteristik spektrum serapan sampel. ATR dapat digunakan untuk sampel cair dan padat (Stuart, 2004).

Tabel II.5 Jenis Vibrasi pada FTIR

Jenis Vibrasi	Bentuk Vibrasi
Regangan (<i>stretching</i>)	Regangan simetris (<i>symmetric stretch</i>) 
	Regangan asimetris (<i>asymmetric stretch</i>) 
Bengkokan (<i>bending</i>)	Guntingan (<i>scissoring</i>) 
	Kibasan (<i>wagging</i>) 
	Goyangan (<i>rocking</i>) 
	Pelintiran (<i>twisting</i>) 

Sumber: Pavia dkk, 2009

PAS dapat digunakan untuk mengukur sampel gas, cair atau padat dan teknik ini sangat berguna untuk sampel yang sangat mudah menyerap energi. Efek fotoakustik terjadi ketika cahaya diserap oleh permukaan sampel yang terletak di ruang terisolasi yang tidak memiliki amplifikasi listrik yang diisi dengan gas inert. Spektrum diperoleh dengan mengukur panas yang dihasilkan dari sampel karena proses penyerapan kembali (Stuart, 2004).

DRIFT merupakan metode reflektansi eksternal dimana energi yang menembus satu atau lebih partikel direfleksikan ke berbagai arah. Metode ini menggunakan sampel dalam bentuk bubuk (*powder*) dan serat yang dicampur dengan serbuk KBr. Sel DRIFT memantulkan radiasi ke bubuk dan mengumpulkan energi yang dipantulkan kembali ke sudut yang besar. Cahaya yang tersebar dapat dikumpulkan secara langsung dari material dalam wadah sampel (Stuart, 2004).

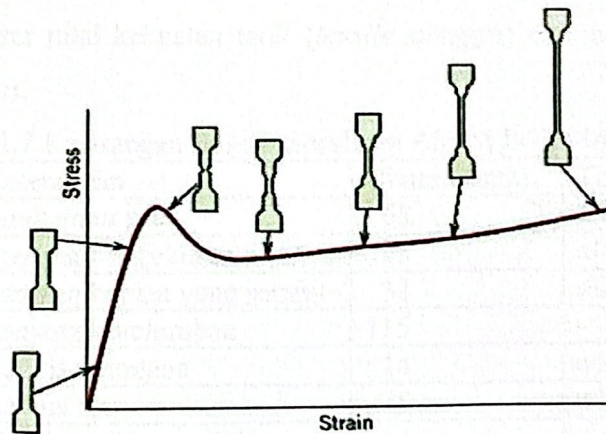
Tabel II.6 Tabel Korelasi Inframerah

Jenis Ikatan	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Tipe Getaran	Intensitas Getaran
C-H	3000-2850	Alkana (regangan)	Kuat
	1450 dan 1375	-CH ₃ (bengkokan)	Menengah
	1465	-CH ₂ - (bengkokan)	Menengah
	3100-3000	Alkena (regangan)	Menengah
	1000-650	Alkena (pelintiran, kibasan)	Kuat
	3150-3050	Aromatik (regangan)	Kuat
	900-690	Aromatik (pelintiran, kibasan)	Kuat
	3300	Alkuna (regangan)	Kuat
	2900-2800	Aldehid	Lemah
	2800-2700		Lemah
C=C	1680-1600	Alkena	Menengah-lemah
	1600 dan 1475	Aromatik	Menengah-lemah
C≡C	2250-2100	Alkuna	Menengah-lemah
C=O	1740-1720	Aldehid	Kuat
	1725-1705	Keton	Kuat
	1725-1700	Asam karboksilat	Kuat
	1750-1730	Ester	Kuat
	1680-1630	Amida	Kuat
	1810 dan 1760	Anhidrida	Kuat
	1800	Asam klorida	Kuat
C-O	1300-1000	Alkohol, eter, ester, asam karboksilat, anhidrida	Kuat
O-H	3650-3600	Alkohol, fenol	Menengah
	3400-2400	Asam karboksilat	Menengah
N-H	3500-3100	Amina dan amida (regangan)	Menengah
	1640-1550	Amina dan amida (bengkokan)	Menengah-kuat
C-N	1350-1000	Amina	Menengah-kuat
C≡N	2260-2240	Nitril	Menengah
S-H	2550	Merkaptan	Lemah

Sumber: Pavia, 2009

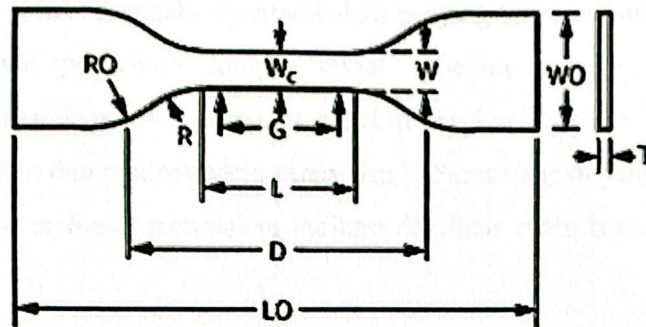
II.6.2 Pengujian Sifat Mekanis Menggunakan UTM (*Universal Testing Machine*)

Universal Testing Machine digunakan untuk mengetahui sifat mekanis dari bahan yang diuji. Penelitian ini menggunakan UTM untuk mengetahui kekuatan tarik dan modulus elastisitas (kekakuan) dari komposit. Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan tarik dari suatu material. Kekuatan tarik suatu material menunjukkan seberapa besar beban atau gaya yang dapat ditahan hingga material tersebut patah. Apabila suatu bahan ditarik sampai putus, maka akan diperoleh kurva. Kurva tersebut menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang (Callister & Rethwisch, 2007). Gambar II.18 menampilkan kurva tegangan-regangan dan proses bentuk deformasi spesimen.



Gambar II.18 Tegangan-Regangan dan Deformasi Spesimen
Sumber: Callister & Rethwisch, 2007

Hasil pengujian tarik dapat dipengaruhi oleh variabel-variabel tertentu, oleh karena itu digunakan ASTM (*American Standard Testing and Material*) sebagai acuan dalam pengujian sifat mekanis material. Pada penelitian ini digunakan ASTM D638-14 untuk plastik diperkuat dan plastik tak diperkuat (*unreinforced and reinforced plastics*). Spesimen uji yang digunakan pada ASTM D638-14 berbentuk *dumbbell* dan diuji dalam kondisi sudah dilakukan *conditioning* selama 40 jam sesuai dengan ASTM D618-13. Bentuk spesimen tipe IV digunakan untuk plastik tidak kaku (*nonrigid plastic*) dengan ketebalan spesimen ≤ 4 mm. Gambar II.19 menunjukkan bentuk spesimen *dumbbell* dari ASTM D638-14 tipe IV dan penjelasan mengenai Gambar II.19 dijelaskan pada Tabel II.7.



Gambar II.19 Bentuk Spesimen ASTM D638-14 Tipe IV
 Sumber: ASTM International D638-14, 2014

Jumlah spesimen yang harus digunakan untuk pengujian berbeda-beda. Pada ASTM D638-14 jumlah spesimen pengujian yang dianjurkan adalah 5 spesimen. Spesimen uji dijepit oleh grip kemudian diberikan tegangan hingga spesimen patah. Kurva tegangan-regangan (*stress-strain*) yang dihasilkan berguna untuk menentukan besar nilai kekuatan tarik (*tensile strength*) dan modulus elastisitas (*elastic modulus*).

Tabel II.7 Keterangan Bagian Spesimen ASTM D638-14 Tipe IV

Simbol	Keterangan	Ukuran (mm)	Toleransi (mm)
D	Jarak antar grip	65	± 5
G	Panjang pengukuran	25	$\pm 0,13$
L	Panjang bagian yang sempit	33	$\pm 0,5$
LO	Panjang keseluruhan	115	-
R	Radius potongan	14	± 1
RO	Radius luar	25	± 1
T	Tebal	4	-
W/W _c	Lebar bagian yang sempit	6	$\pm 0,5$
WO	Lebar	19	+6,4

Sumber: ASTM International D638-14, 2014

Modulus elastisitas (disebut juga sebagai modulus *Young*) adalah kemiringan (*slope*) dari kurva tegangan regangan. Angka yang dihasilkan digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material pada saat mengalami deformasi elastis akibat adanya gaya atau beban yang diberikan dengan satuan *pound per square inch* (psi) atau *Pascals* (Pa). Modulus Young menunjukkan ketahanan dari suatu material atau bahan terhadap perubahan bentuk elastis di bawah beban. Semakin tinggi nilai modulus elastisitas maka material tersebut semakin kaku (Askeland & Fulay, 2009).

Elongation at break merupakan pertambahan panjang suatu spesimen uji setelah diberikan beban penarikan sampai sesaat sebelum spesimen uji tersebut mengalami perpatahan. *Elongation at break* mengukur seberapa besar material menahan tekukan dan pembentukan tanpa patah. Pemanjangan yang terukur pada nilai *elongation at break* merupakan indikasi daktilitas suatu bahan (Shabrina & Aviadi, 2018).

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di *Workshop* Polimer dan Laboratorium Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta dan Pusat Penelitian Biomaterial LIPI Cibinong mulai dari November 2019 sampai dengan Juli 2020.

III.2 Alat dan Bahan

III.2.1 Alat

Gambar dari alat yang digunakan dapat dilihat pada lampiran D.

1. Neraca digital Kenko dengan kapasitas 2 kg
2. *Oven* dengan temperatur maksimal 300°C
3. *Tray* dengan ukuran 26 cm × 25,7 cm × 0,2 cm
4. Kain majun
5. Gelas kimia 600 mL
6. Mesin *Injection Molding* Toshiba Machine EC100SX II
7. Granulator Kawata Model A300-10SP
8. *Manual Forming Machine* (MFM) Comotech QC-601A
9. Pelat logam untuk membuat pelat plastik ukuran 20 cm × 20 cm × 0,2 cm
10. Jangka sorong
11. *Pneumatic Specimen Punch* Comotech QC-603C
12. Pisau cetakan spesimen ASTM D-638 tipe IV bentuk *dumbbell*
13. *Universal Testing Machine* (UTM) Ibertest EUROTTEST T-5 & T-5/E
14. *Fourier Transform Infrared* (FTIR) Perkin Elmer C106456

III.2.2 Bahan

Gambar bahan yang digunakan dapat dilihat pada lampiran E.

1. Pelet PP HI10HO tidak berwarna yang berasal dari PT Chandra Asri Petrochemical. Memiliki densitas 0,903 g/cm³ dengan kondisi proses yang direkomendasikan yaitu, temperatur *injection* 220°C-250°C dan temperatur *mold* 20-40°C.

2. Talk (Liaoning *talc powder*) yang berasal dari PT Justus Kimiaraya dengan ukuran 325 mesh dan memiliki kandungan SiO₂ sebanyak 33%, MgO sebanyak 35%, Fe₂O₃ sebanyak 1%, dan CaO sebanyak 1%.
3. *Masterbatch* hitam MC-9010 mengandung *carbon black* sebanyak 40,0%±3% dan sisanya merupakan resin LLDPE dan LDPE. Memiliki temperatur leleh sebesar 125°C. MB *black* ini ditambahkan dalam persentase 0% dan 4%.
4. *Cover tail* 83510-KEV-900FME warna hitam dari PT Astra Honda Motor sebagai standar pembuatan *cover tail* berbahan PP/talk/MB *black*.

III.3 Variabel Penelitian

III.3.1 Variabel Tetap

Variable tetap merupakan variabel yang tidak berubah pada saat penelitian sedang berlangsung. Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Temperatur *nozzle* yang digunakan pada *injection molding* adalah 250°C.
2. Spesimen pengujian tarik yang digunakan sebanyak 5 buah.
3. Kecepatan mesin granulator adalah 1420 rpm.
4. Waktu pemanasan pada mesin *manual forming* adalah 20 menit.

III.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang dibuat dalam beberapa variasi dengan tujuan untuk mendapatkan hasil terbaik dari komposit PP/talk/MB *black*. Variabel bebas yang divariasikan dalam penelitian ini adalah persentase talk yang ditambahkan ke dalam komposit PP/talk/MB hitam. Variasi komposisi dari pembuatan komposit ini terdapat dalam Tabel III.1.

Tabel III.1 Variasi Komposisi Komposit PP/Talk/MB Hitam

Variasi	Komponen						Total	
	Pelet PP		Talk		MB Hitam		Persentase (%)	Massa (g)
	Persentase (%)	Massa (g)	Persentase (%)	Massa (g)	Persentase (%)	Massa (g)		
1	100	750	0	0	0	0	100	750
2	91	682,5	5	37,5	4	30	100	750
3	86	645	10	75	4	30	100	750
4	81	607,5	15	112,5	4	30	100	750
Total		2685		225		90		3000

III.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mula-mula menimbang pelet PP, talk dan *masterbatch* hitam. Talk terlebih dahulu dikeringkan untuk menghilangkan kadar airnya menggunakan *oven* pada suhu 105°C selama 15 menit dan diulangi hingga mencapai massa talk yang konstan. Kemudian, semua bahan dicampur menggunakan mesin *injection molding* sampai menghasilkan produk berupa *cover tail* sepeda motor. Setelah itu, produk dicacah menggunakan alat granulator hingga menjadi granula. Selain produk *cover tail* yang dibuat, dilakukan juga pencacahan *cover tail* dari PT Astra Honda Motor. Granula-granula tersebut dijadikan lembaran komposit menggunakan *Manual Forming Machine* selama 20 menit dengan suhu 180°C untuk produk *cover tail* PP/talk/MB hitam dan 240°C untuk produk *cover tail* PT Astra Honda Motor. Tekanan mesin *manual forming* yang digunakan adalah 200 kg/cm². Lembaran komposit yang telah dihasilkan selanjutnya dibentuk spesimen dengan menggunakan mesin *pneumatic specimen punch* dan pisau cetakan spesimen berbentuk *dumbell*. Spesimen yang telah dihasilkan kemudian diuji menggunakan alat UTM dengan standar ASTM D638-14 untuk mengetahui sifat mekanis, sedangkan untuk mengetahui gugus fungsinya dilakukan pengujian menggunakan alat FTIR Perkin Elmer C106456 yang dilakukan di Pusat Penelitian Biomaterial LIPI menggunakan standar dari Pusat Penelitian Biomaterial LIPI. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar III.1.

III.4.1 Preparasi Alat dan Bahan

Pelet PP yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu menggunakan neraca digital hingga mencapai massa 1 kg kemudian dimasukkan ke kantong plastik 2 kg. Setelah itu, timbang talk sebanyak 255 gram. Talk tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam *tray* untuk dikeringkan dengan *oven* pada suhu 105°C selama 15 menit. Setelah 15 menit, keluarkan *tray* berisi talk tersebut menggunakan kain majun dan didiamkan selama 10-15 menit pada suhu ruang hingga suhu talk turun dan *tray* tidak panas. Kemudian, timbang talk tersebut dan catat massa yang ditunjukkan oleh neraca digital. Lakukan langkah tersebut hingga diperoleh massa talk yang konstan. Selama melakukan proses pengeringan

talk dengan oven, timbang *masterbatch* hitam sebanyak 90 gram kemudian masukkan ke dalam kantong plastik 2 kg.

Selain melakukan pengeringan talk, dilakukan juga penentuan kondisi awal dengan cara variasi tekanan untuk mendapatkan tekanan optimal dalam pembuatan *cover tail* berbahan PP/talk/MB hitam. Tekanan yang digunakan dalam variasi tekanan adalah 25 MPa, 35 MPa, 45 MPa, 55 MPa, dan 65 MPa. Hasil dari penentuan kondisi awal dapat dilihat dalam lampiran J.

III.4.2 Pembuatan Cover Tail Sepeda Motor

Hal pertama yang harus dilakukan dalam tahap ini adalah memasukkan semua bahan baku yang dibutuhkan, yaitu pelet PP, talk, dan MB hitam ke dalam *hopper* dengan komposisi yang terdapat pada Tabel III.1. Selanjutnya menyalakan mesin dan mengatur suhu *nozzle* sebesar 250°C dengan *holding pressure* sebesar 45 MPa yang didapatkan dari hasil percobaan pendahuluan. Apabila suhu telah mencapai 250°C kemudian tekan tombol untuk memasukkan bahan-bahan dari *hopper* yang didorong oleh *screw* menuju ke dalam *barrel*. Terjadi proses pelelehan dan homogenisasi di dalam *barrel* oleh *screw* yang kemudian lelehan tersebut didorong oleh piston yang terdapat dalam *clamping unit* untuk diinjeksikan ke cetakan yang berbentuk *cover tail* sepeda motor. Rata-rata waktu pematangan komposit adalah 28 detik. Setelah matang, produk dilepaskan dari cetakan dengan bantuan ejektor.

III.4.3 Pembuatan Lembaran Komposit PP/Talk/ MB hitam

Produk hasil *injection molding* yang berupa *cover tail* sepeda motor dicacah menggunakan granulator hingga menghasilkan bentuk granula. Setelah itu granula-granula ini akan diproses menggunakan *Manual Forming Machine* Cometech QC-601A untuk menghasilkan lembaran komposit. Mula-mula, nyalakan *Manual Forming Machine* dan atur suhu sebesar 180°C dengan waktu pembuatan lembaran komposit ini selama 20 menit. Siapkan palet yang berbentuk persegi berukuran (20×20×0,2)cm kemudian masukkan cacahan komposit tersebut di tengah palet dan ditutup. Apabila *Manual Forming Machine* telah mencapai suhu *setting*, masukkan palet yang berisi cacahan komposit tersebut dan dorong palet hingga mengenai *upper plate* dan proses pemanasan berlangsung hingga

cacahan komposit meleleh dan memenuhi palet. Setelah pemanasan selesai, maka lelehan tersebut didinginkan dengan menurunkan suhu *Manual Forming Machine* hingga 70°C dengan cara menyalakan keran air pendingin, kemudian palet dikeluarkan dari *Manual Forming Machine* dan lembaran komposit dilepaskan dari palet. Pembuatan lembaran komposit untuk *cover tail* dari PT Astra Honda Motor dilakukan dengan cara yang sama namun menggunakan suhu pemanasan 240°C.

III.4.4 Pembuatan Spesimen

Alat yang digunakan untuk membuat spesimen dalam penelitian ini adalah *Pneumatic Specimen Punch* Cometech QC-603C. Pastikan bahwa lembaran komposit yang telah dibuat sudah mengeras dan cukup kaku agar dapat memudahkan proses pembentukan spesimen. Kemudian letakkan cetakan bermata pisau sesuai dengan ASTM D638-14 tipe IV di atas lembaran komposit dan dimasukkan ke dalam mesin untuk diberi tekanan sehingga menghasilkan spesimen berbentuk *dumbbell*.

III.4.5 Pengujian Sampel

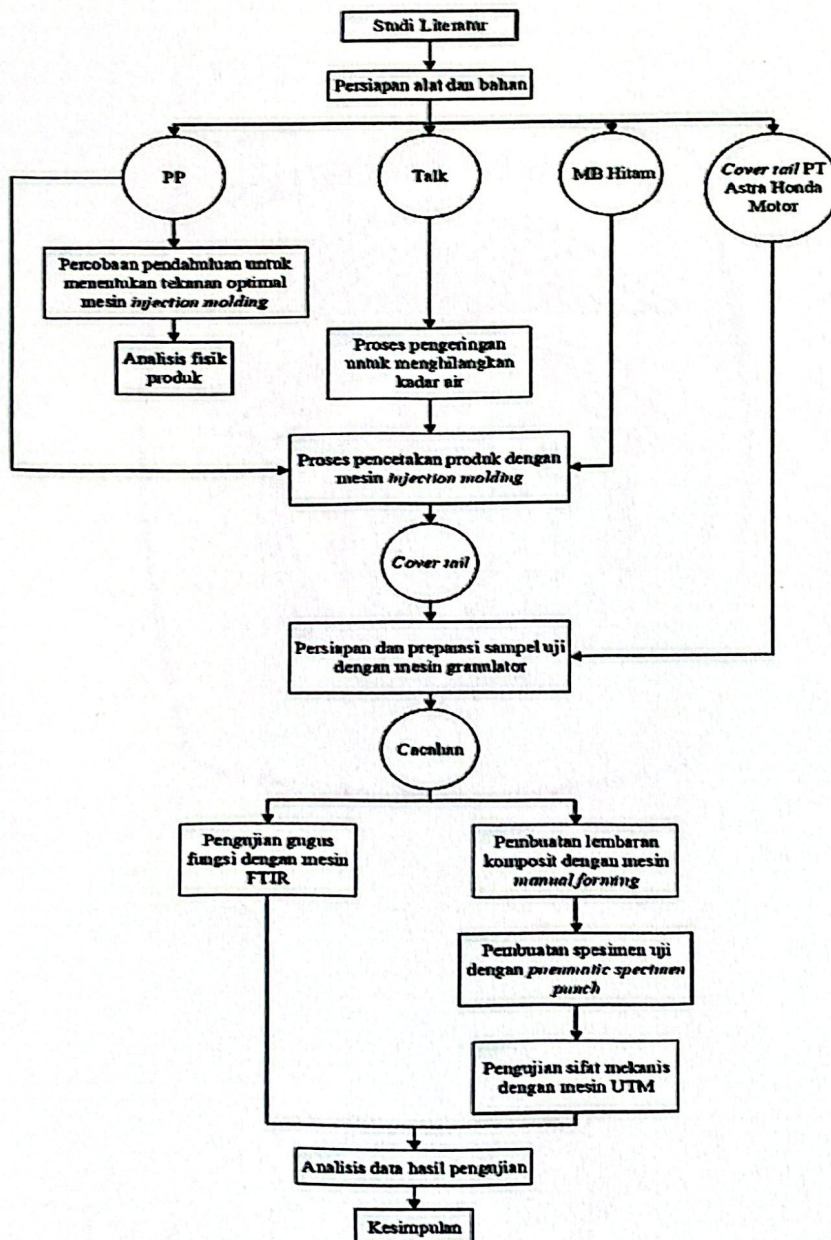
III.4.5.1 Pengujian Sifat Mekanis

Sampel yang digunakan dalam pengujian ini adalah berupa spesimen dari lembaran komposit yang telah dibuat dengan alat *Pneumatic Specimen Punch*. Pengujian sifat mekanis dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dan modulus elastisitas (kekakuan) dari sampel. Sampel yang diuji merupakan spesimen *dumbbell* komposit PP/talk/ MB hitam dan produk *cover tail* dari PT Astra Honda Motor. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*) yang mengacu pada standar ASTM D638-14 dengan tekanan pengujian sebesar 5 bar dan jarak antar grip sebelum pengujian berlangsung diatur sebesar 65 mm.

III.4.5.2 Pengujian Gugus Fungsi

Sampel yang digunakan dalam pengujian ini adalah hasil cacahan granulator. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung di dalam *cover tail* berbahan komposit PP/talk/MB hitam dan *cover tail* dari PT Astra Honda Motor. Pengujian ini dilakukan di Pusat Penelitian Biomaterial LIPI

dengan menggunakan alat FTIR (*Fourier Transform Infrared*) Perkin Elmer C106456. Standar yang dilakukan untuk melakukan uji gugus fungsi ini adalah standar dari Pusat Penelitian Biomaterial LIPI. Pengujian gugus fungsi juga dapat menggunakan standar ASTM E1421-99 tentang *Standard Practice for Describing and Measuring Performance of Fourier Transform Mid-Infrared (FT-MIR) Spectrometers*. Sesuai dengan judulnya, standar ASTM E1421-99 hanya dapat digunakan untuk analisis spektrum inframerah menengah, yaitu pada bilangan gelombang $(4000-400)\text{cm}^{-1}$.



Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Komposit yang dihasilkan pada penelitian ini diuji dengan dua jenis pengujian untuk mengetahui pengaruh penambahan talk dan MB *black* ke dalam matriks PP, yaitu uji sifat mekanis dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dan uji gugus fungsi dengan menggunakan mesin *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

IV.1 Hasil Pengujian *Universal Testing Machine* (UTM)

UTM digunakan untuk mengetahui nilai kuat tarik dan modulus elastisitas dari komposit PP/Talk/MB hitam. Penambahan zat aditif dapat mempengaruhi sifat-sifat dari polimer. Sebagai acuan, Tabel IV.1 menunjukkan perbandingan nilai kuat tarik dan modulus elastisitas (modulus *Young*) dari *cover tail* PT Astra Honda Motor dengan PP dari PT Chandra Asri Petrochemical. Nilai kuat tarik dan modulus *Young* yang dihasilkan merupakan rata-rata dari 5 spesimen yang diuji.

Tabel IV.1 Sifat Mekanis *Cover Tail* dari PT Astra Honda Motor dan PP dari PT Chandra Asri Petrochemical

Sampel	Kekuatan Tarik (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)
<i>Cover tail</i> dari PT Astra Honda Motor	25,08	2279,35
PP dari PT Chandra Asri Petrochemical	34	1280

IV.1.1 Kekuatan Tarik Komposit PP/Talk/MB Hitam

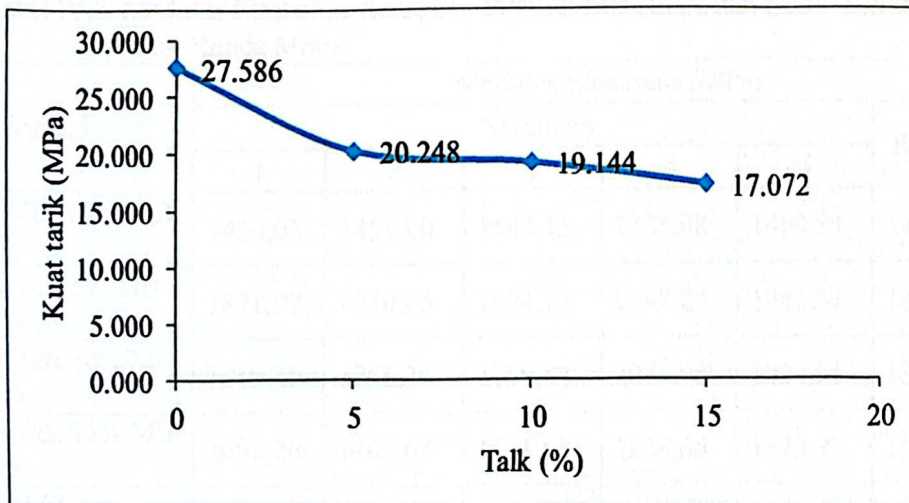
Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kapasitas maksimum beban yang dapat diterima oleh spesimen. Tabel IV.2 menampilkan hasil uji tarik dari komposit PP/Talk/MB hitam dan *cover tail* PT Astra Honda Motor.

Berdasarkan Tabel IV.2 dapat dilihat bahwa penambahan talk ke dalam matriks PP memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap sifat mekanis PP. Nilai kuat tarik terbesar terdapat pada variasi 1 yaitu dengan kandungan PP 100% dengan tidak adanya penambahan talk dan MB hitam dan nilai kuat tarik semakin berkurang seiring dengan meningkatkan persentase talk yang ditambahkan.

Tabel IV.2 Kekuatan Tarik Komposit PP/Talk/MB Hitam dan *Cover Tail* PT Astra Honda Motor

Sampel	Kuat Tarik (MPa)					Rata-rata
	Spesimen					
	1	2	3	4	5	
PP 100%/Talk 0%/MB hitam 0%	28,234	28,162	29,541	27,127	24,866	27,586
PP 91%/Talk 5%/MB hitam 4%	22,723	21,098	16,334	20,355	20,732	20,248
PP 86%/Talk 10%/MB hitam 4%	15,433	21,466	21,185	17,253	20,381	19,144
PP 81%/Talk 15%/MB hitam 4%	13,137	17,619	16,837	17,796	19,970	17,072
<i>Cover tail</i> PT Astra Honda Motor	26,028	25,020	24,894	23,729	25,724	25,079

Menurut Buoakkaz dkk. (2017), pengurangan nilai kuat tarik tersebut disebabkan karena talk memiliki sifat yang sangat kaku dan partikel talk tidak terdistribusi secara merata di dalam matriks PP. Partikel talk tidak terdistribusi secara merata di dalam matriks PP dapat disebabkan karena kurangnya pelekatan antarmuka (*interfacial adhesion*) antara matriks polimer (PP) dengan *filler* anorganik (talk). Hal ini dikarenakan partikel talk memiliki energi permukaan yang tinggi ($35-40 \text{ J/cm}^2$) sedangkan PP memiliki energi permukaan yang rendah ($3 \times 10^{-6} \text{ J/cm}^2$) sehingga dapat terjadinya adhesi yang lemah antara talk dengan PP yang dapat menimbulkan aglomerasi (Castillo dkk, 2012).



Gambar IV.1 Kuat Tarik Komposit PP/Talk/MB Hitam

Terlihat secara jelas pada produk di lampiran F bahwa semakin banyak penambahan talk maka semakin banyak juga aglomerasi yang ditandai dengan

bercak putih pada produk *cover tail*. Keadaan ini yang menyebabkan *cover tail* yang dibuat tidak dapat menerima beban dengan optimal sehingga *cover tail* mudah patah.

Penurunan nilai kuat tarik dari komposit juga dapat dipengaruhi oleh penambahan MB hitam. MB hitam MC-9010 yang ditambahkan sebanyak 4% mengandung resin LLDPE/LDPE dengan campuran *carbon black* sebanyak 40%±3% sebagai pigmen. Berdasarkan penelitian Ahmed dkk. (2006), penambahan *masterbatch* berpigmen dapat mengurangi kuat tarik dari PP. Gambar IV.1 menunjukkan rata-rata kuat tarik dari tiap variasi. Nilai rata-rata kuat tarik variasi 2 hingga variasi 4 berada di bawah *cover tail* PT Astra Honda Motor sehingga belum dapat memungkinkan digunakan untuk menggantikan penggunaan ABS sebagai bahan dasarnya.

IV.1.2 Modulus Elastisitas Komposit PP/Talk/MB Hitam

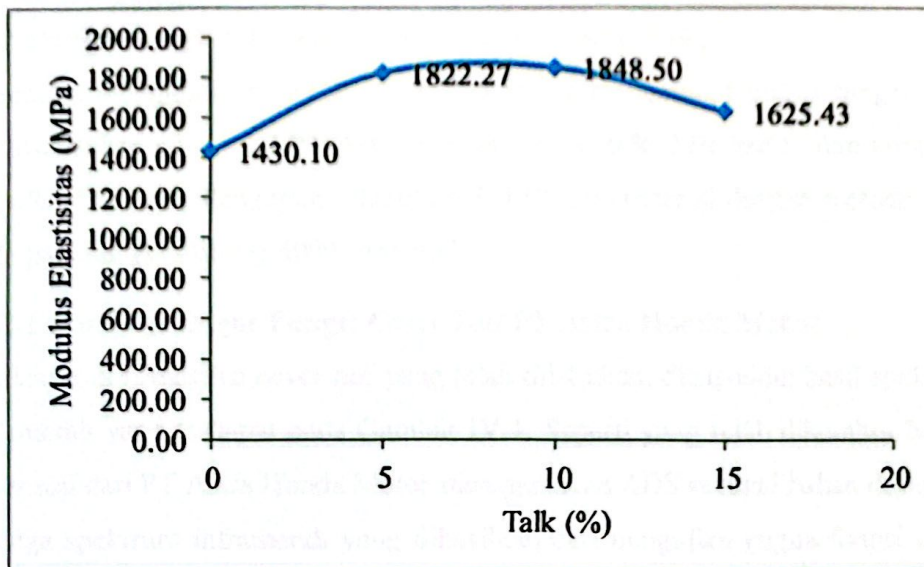
Nilai modulus elastisitas yang dihasilkan menunjukkan seberapa kaku komposit tersebut. Komposit yang memiliki nilai modulus yang tinggi akan lebih stabil apabila diberikan tegangan yang relatif kecil dan hanya mengalami deformasi elastis (Askeland & Fulay, 2009). Nilai modulus elastisitas dari komposit PP/talk/MB *black* ditunjukkan dalam Tabel IV.3.

Tabel IV.3 Modulus Elastisitas Komposit PP/Talk/MB Hitam dan *Cover Tail* PT Astra Honda Motor

Sampel	Modulus Elastisitas (MPa)					Rata-rata
	Spesimen					
	1	2	3	4	5	
PP 100%/Talk 0%/MB hitam 0%	1450,02	1451,00	1504,15	1335,98	1409,34	1430,10
PP 91%/Talk 5%/MB hitam 4%	1871,97	1820,86	1694,75	1742,20	1981,57	1822,27
PP 86%/Talk 10%/MB hitam 4%	1819,40	1766,31	1759,84	2071,98	1824,96	1848,50
PP 81%/Talk 15%/MB hitam 4%	1698,26	1409,63	1516,63	1828,66	1673,97	1625,43
<i>Cover tail</i> PT Astra Honda Motor	2408,30	2206,78	2236,26	2193,16	2352,23	2279,35

Dapat diketahui dari Tabel IV.3 bahwa peningkatan persentase penambahan partikel talk sebanyak 10% menghasilkan modulus elastisitas tertinggi. Hal ini

dikarenakan penambahan partikel talk sebagai bahan pengisi (*filler*) dapat meningkatkan kekakuan dan kekerasan dari PP (Maiti & Sharma, 1992). Gambar IV.2 menampilkan nilai modulus elastisitas komposit PP/talk/MB hitam.



Gambar IV.2 Modulus Elastisitas PP/Talk/MB Hitam

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Buoakkaz dkk. (2017), yaitu kekakuan (modulus elastisitas) PP meningkat dengan adanya partikel talk. Nilai modulus elastisitas dari variasi 1 hingga variasi 4 memiliki nilai yang jauh di bawah modulus elastisitas *cover tail* PT Astra Honda Motor yang berbahan ABS, artinya komposit PP/Talk/MB hitam memiliki sifat yang lebih lunak dan lebih elastis dibandingkan dengan *cover tail* PT Astra Honda Motor.

Peningkatan modulus elastisitas terjadi dengan cukup signifikan pada penambahan talk 5% dan terjadi secara konstan hingga penambahan talk 10%. Hal ini kemungkinan menandakan terjadinya proses nukleasi yang baik antara partikel talk dengan matriks PP sehingga meningkatkan derajat kristalinitas dari PP. Namun, peningkatan modulus elastisitas hanya mengalami sedikit perubahan pada penambahan talk 15% yang mana tidak sesuai dengan penelitian Shelesh-Nezhad & Tagizadeh (2007) yaitu modulus elastisitas maksimal dapat diperoleh dengan penambahan partikel talk 15% ke dalam matriks PP. Terjadinya hal tersebut kemungkinan dikarenakan partikel talk tidak terdispersi dengan baik di dalam

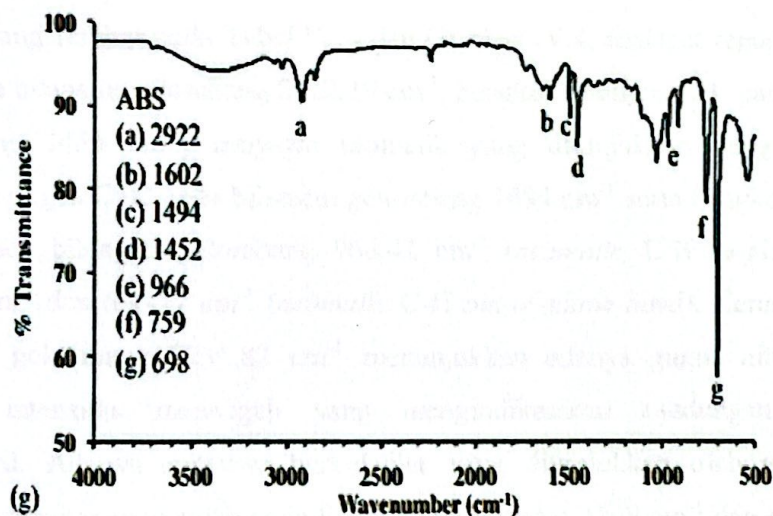
matriks PP sehingga menimbulkan aglomerasi pada produk *cover tail* yang dihasilkan.

IV.2 Hasil Pengujian *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Pengujian menggunakan FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam *cover tail* PT Astra Honda Motor, talk, MB hitam, dan komposit PP/talk/MB *black*. Pengujian dilakukan di LIPI Biomaterial dengan metode ATR pada panjang gelombang 4000-400 cm^{-1} .

IV.2.1 Hasil Uji Gugus Fungsi *Cover Tail* PT Astra Honda Motor

Berdasarkan pengujian *cover tail* yang telah dilakukan, didapatkan hasil spektrum inframerah yang terdapat pada Gambar IV.4. Seperti yang telah diketahui bahwa *cover tail* dari PT Astra Honda Motor menggunakan ABS sebagai bahan dasarnya, sehingga spektrum inframerah yang dihasilkan dari pengujian gugus fungsi *cover tail* menunjukkan kemiripan dengan spektrum inframerah dari ABS pada penelitian Jung dkk. (2017) yang dapat dilihat pada Gambar IV.3.



Gambar IV. 3 Spektrum Inframerah ABS
Sumber: Jung dkk, 2017

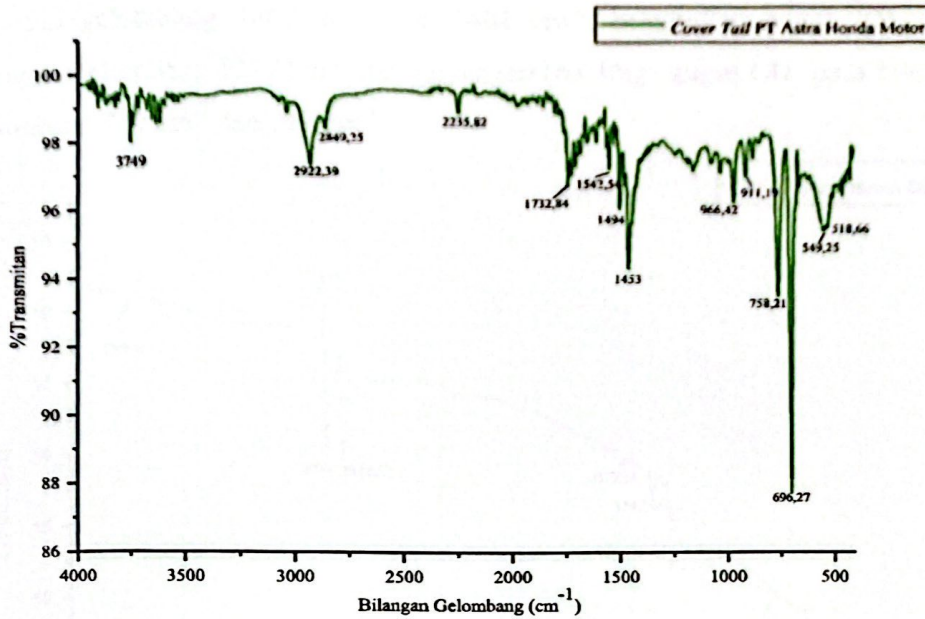
Pada spektrum inframerah *cover tail* terlihat bilangan-bilangan gelombang yang tidak jauh berbeda dengan bilangan gelombang ABS pada penelitian Jung dkk. (2017), untuk penelitian yang dilakukan Jung dkk. (2017) terdapat bilangan gelombang 2922 cm^{-1} yang menunjukkan regangan gugus C-H, bengkokan gugus CH_2 pada bilangan gelombang 1452 cm^{-1} , serta regangan gugus C=C pada

bilangan gelombang 1602 cm^{-1} dan 1494 cm^{-1} , bengkokan gugus =C-H pada bilangan gelombang 966 cm^{-1} dan 759 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya senyawa aromatik stirena. Tabel IV.4 menunjukkan perbandingan bilangan gelombang yang terdapat dalam penelitian Jung dkk (2017) dan penelitian ini.

Tabel IV.4 Perbandingan Hasil FTIR ABS

Jenis gugus fungsi	Bilangan gelombang penelitian Jung dkk. (2017) (cm^{-1})	Bilangan gelombang <i>cover tail</i> PT Astra Honda Motor (cm^{-1})
C-H stretch	2922	2922,39
Aromatic ring stretch	1602	Tidak terlihat
Aromatic ring stretch	1494	1494
CH ₂ bend	1452	1453
=C-H bend	966	966,42
Aromatic CH out-of-plane bend, =CH bend	759	758,21
Aromatic ring out-of-plane bend	698	696,27

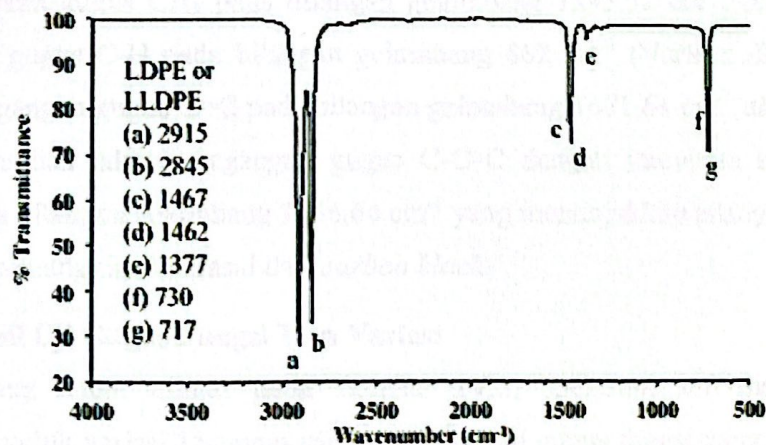
Seperti yang terlihat pada Tabel IV.4 dan Gambar IV.4, terdapat regangan gugus C-H pada bilangan gelombang 2922,39 cm^{-1} , bengkokan gugus CH₂ pada bilangan gelombang 1453 cm^{-1} , senyawa aromatik yang ditunjukkan dengan adanya regangan gugus C=C pada bilangan gelombang 1494 cm^{-1} serta bengkokan gugus =C-H pada bilangan gelombang 966,42 cm^{-1} (*aromatic C-H in-plane bend*), 758,21 cm^{-1} dan 696,27 cm^{-1} (*aromatic C-H out-of-plane bend*). Kemudian pada bilangan gelombang 2235,82 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus nitril (-C≡N) dengan intensitas menengah yang mengindikasikan kandungan senyawa akrilonitril. Adanya senyawa karboksilat yang ditunjukkan oleh gugus O-H dengan intensitas menengah pada bilangan gelombang 3749 cm^{-1} dan gugus C=O dengan intensitas menengah pada panjang gelombang 1732,84 cm^{-1} . Hal ini dapat terjadi karena kemungkinan adanya proses oksidasi selama pembuatan *cover tail*. Selanjutnya, pada bilangan gelombang 549,25 cm^{-1} dan 518,66 cm^{-1} menunjukkan adanya bengkokan gugus CF₂ dan C-C-F yang kemungkinan *cover tail* ini mengandung bahan aditif berupa *flame retardant* berbasis halogen (Ambrogi dkk, 2017).



Gambar IV. 4 Spektrum Inframerah *Cover Tail* PT Astra Honda Motor

IV.2.2 Hasil Uji Gugus Fungsi *Masterbatch* Hitam

Hasil pengujian gugus fungsi dari *masterbatch black* terdapat pada Gambar IV.6. Berdasarkan *Analysis Certificate Masterbatch* Hitam MC-9010 dan penelitian Groves & Whitehouse (1993), *masterbatch* terdiri dari resin termoplastik berupa LDPE/LLDPE, sehingga spektrum dari *masterbatch* hitam akan dibandingkan dengan spektrum LDPE/LLDPE pada penelitian Jung dkk. (2017) yang terdapat pada Gambar IV.5.

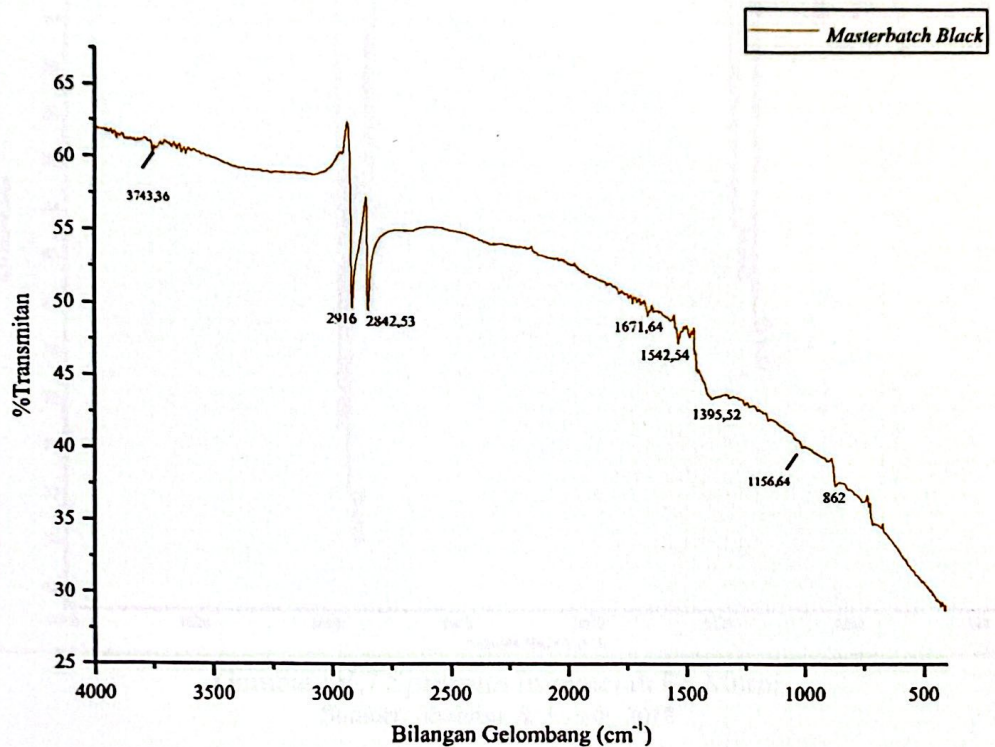


Gambar IV.5 Spektrum Inframerah LDPE/LLDPE

Sumber: Jung dkk, 2017

Pada spektrum penelitian Jung dkk. (2017) terlihat regangan gugus C-H pada bilangan gelombang 2915 cm^{-1} dan 2845 cm^{-1} , bengkokan gugus CH_2 pada

bilangan gelombang 1467 cm^{-1} dan 1462 cm^{-1} , bengkakan gugus CH_3 pada bilangan gelombang 1377 cm^{-1} , dan goyangan (*rocking*) gugus CH_2 pada bilangan gelombang 730 cm^{-1} dan 717 cm^{-1} .

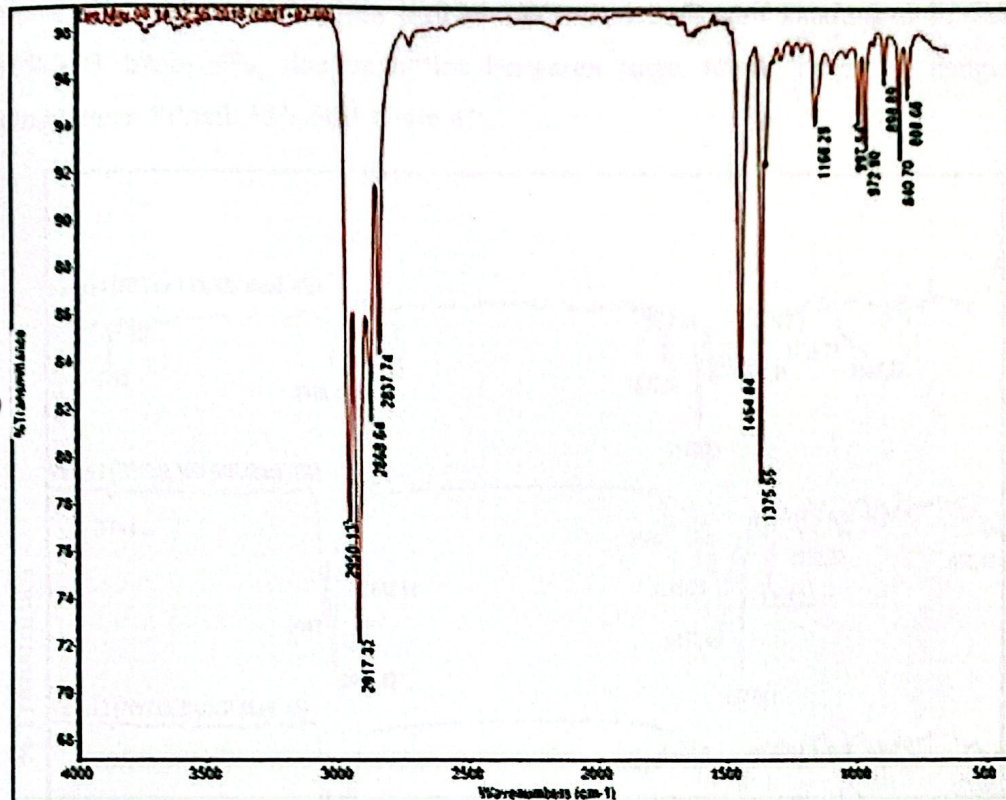


Gambar IV.6 Spektrum *Masterbatch* Hitam MC-9010

Pada penelitian ini didapatkan hasil spektrum MB hitam dengan bilangan gelombang 2916 cm^{-1} dan 2842,53 cm^{-1} yang menunjukkan bengkakan gugus C-H, bengkakan gugus CH_3 pada bilangan gelombang 1395,52 cm^{-1} , dan kibasan (*wagging*) gugus C-H pada bilangan gelombang 862 cm^{-1} (Varleye dkk, 2001). Adanya regangan gugus C=C pada bilangan gelombang 1671,64 cm^{-1} dan 1542,54 cm^{-1} . Kemudian adanya regangan gugus C-O-C dengan intensitas menengah-lemah pada bilangan gelombang 1156,64 cm^{-1} yang menunjukkan adanya senyawa eter yang kemungkinan berasal dari *carbon black*.

IV.2.3 Hasil Uji Gugus Fungsi Tiap Variasi

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar IV.8, spektrum inframerah yang dihasilkan untuk variasi 1 sampai variasi 4 memiliki gugus fungsi yang tidak jauh berbeda dengan gugus fungsi PP murni pada penelitian Shabrina & Aviadi (2018) yang ditampilkan pada Gambar IV.7.



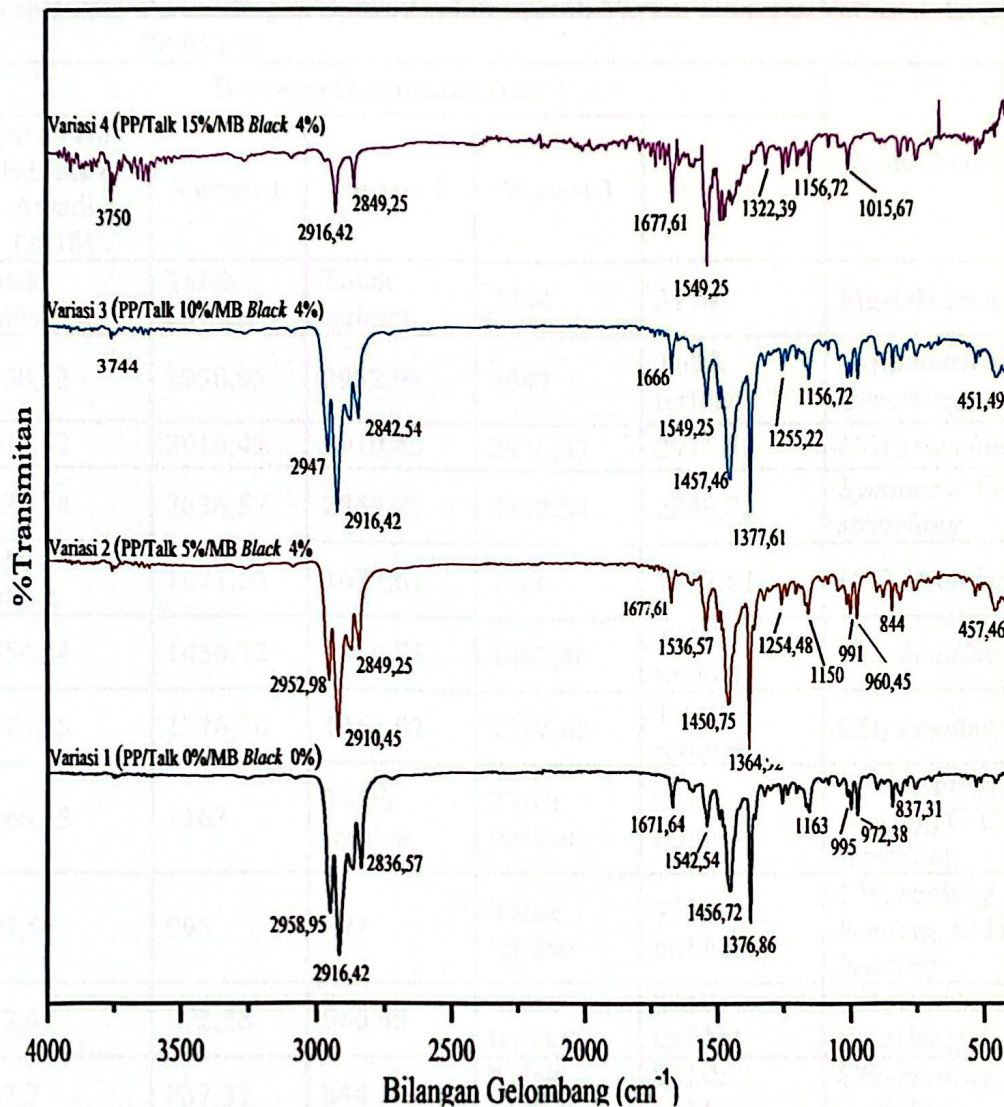
Gambar IV.7 Spektrum Inframerah PP Murni

Sumber: Shabrina & Aviadi, 2018

Gambar IV.7 menunjukkan adanya regangan molekul C-H pada bilangan gelombang 2950,13 cm^{-1} , 2917,32 cm^{-1} , 2868,64 cm^{-1} , dan 2837,74 cm^{-1} . Kemudian terdapat bengkokan gugus CH_2 pada bilangan gelombang 1454,84 cm^{-1} dan bengkokan gugus CH_3 pada panjang gelombang 1375,55 cm^{-1} . Terdapat bengkokan molekul C-H, goyangan (*rocking*) gugus CH_3 , dan regangan gugus C-C pada bilangan gelombang 1166,25 cm^{-1} . Bengkokan gugus CH_3 , bengkokan molekul C-H, goyangan (*rocking*) gugus CH_3 pada bilangan gelombang 997,54 cm^{-1} serta adanya goyangan gugus CH_3 dan regangan gugus C-C pada bilangan gelombang 972,90 cm^{-1} . Banyaknya pita absorpsi yang dihasilkan menunjukkan bahwa PP yang digunakan memiliki bentuk rantai isotaktik.

Pada penelitian ini, Gambar IV.8 menunjukkan 4 spektrum inframerah yang dihasilkan dari pengujian gugus fungsi variasi 1 sampai variasi 4 dengan spektrum berwarna hitam untuk variasi 1 dengan kandungan PP/talk 0%/MB hitam 0%, spektrum berwarna merah untuk variasi 2 dengan kandungan PP/talk 5%/MB

hitam 4%, spektrum berwarna biru untuk variasi 3 dengan kandungan PP/talk 10%/MB hitam 4%, dan spektrum berwarna ungu untuk variasi 4 dengan kandungan PP/talk 15%/MB hitam 4%.



Gambar IV.8 Spektrum Inframerah Variasi 1 sampai dengan Variasi 4

Berdasarkan Tabel IV.5 dan Gambar IV.8, variasi 1 memiliki bilangan gelombang yang mirip dengan PP murni pada penelitian Shabrina & Aviadi (2018), artinya variasi 1 merupakan PP murni. Terdapat regangan gugus Mg-OH pada variasi 3 dan variasi 4 dengan penambahan talk sebanyak 10% dan 15%. Perubahan bentuk spektrum terjadi pada variasi 4 dengan munculnya regangan asimetris gugus Si-O-Si pada bilangan gelombang 1015,67 cm⁻¹ yang mengindikasikan kandungan talk. Terlihat absorbansi inframerah dengan bilangan gelombang 1150 cm⁻¹ pada variasi

2, 1156,72 cm^{-1} pada variasi 3, dan 1156,72 cm^{-1} pada variasi 4 dengan intensitas menengah yang menunjukkan regangan gugus C-O-C yang mengindikasikan adanya senyawa eter dari penambahan MB hitam.

Tabel IV.5 Perbandingan Spektrum Inframerah Variasi 1 sampai Variasi 4 dengan PP Murni

PP murni Shabrina & Aviadi (2018)	Bilangan Gelombang (cm^{-1})				Jenis Gugus Fungsi
	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4	
Tidak terlihat	Tidak terlihat	Tidak terlihat	3744	3750	Mg-OH <i>stretching</i>
2950,13	2958,95	2952,98	2947	Tidak terlihat	<i>Asymmetric C-H stretching</i>
2917,32	2916,42	2910,45	2916,42	2916,42	<i>C-H stretching</i>
2837,74	2836,57	2849,25	2842,54	2849,25	<i>Symmetric C-H stretching</i>
Tidak terlihat	1671,64	1677,61	1666	1677,61	<i>C=C stretching</i>
1454,84	1456,72	1450,75	1457,46	Tidak terlihat	<i>CH₂ bending</i>
1375,55	1376,86	1364,92	1377,61	Tidak terlihat	<i>CH₃ bending</i>
1166,25	1163	Tidak terlihat	Tidak terlihat	Tidak terlihat	<i>CH bending, CH₃ rocking, C-C stretching</i>
997,54	995	991	Tidak terlihat	Tidak terlihat	<i>CH₃ rocking, CH₃ bending, C-H bending</i>
972,9	972,38	960,45	Tidak terlihat	Tidak terlihat	<i>CH₃ rocking, C-C stretching</i>
843,7	837,31	844	Tidak terlihat	Tidak terlihat	<i>CH₂ rocking, C-CH₃ stretching</i>

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan talk dan MB hitam terhadap sifat mekanis komposit yaitu semakin banyak talk yang ditambahkan akan mengurangi kekuatan tarik hingga 38% dari komposit pada penambahan talk 15% namun meningkatkan kekakuan (modulus elastisitas) hingga 29% dari komposit pada penambahan talk 10%.
2. Pengaruh penambahan talk dan MB hitam terhadap gugus fungsi komposit mengakibatkan terjadinya perubahan spektrum inframerah dengan munculnya gugus Mg-OH dan Si-O-Si dari penambahan talk serta gugus C=C dan C-O-C dari penambahan MB *black*.

V.2 Saran

Saran untuk menghasilkan penelitian yang lebih baik adalah dapat dilakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan *surface modification* atau *surface treatment* pada talk untuk menghasilkan interaksi antarmuka antara talk dengan matriks PP sehingga pendistribusian partikel talk di dalam matriks PP lebih merata.
2. Perlu dilakukan uji dampak (*impact testing*) untuk mengetahui kekuatan dampak dari komposit PP/Talk/MB hitam.
3. Perlu dilakukan pengujian menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) agar terlihat distribusi penyebaran talk di dalam matriks PP.

- Ahmed, S. I., Shamey, R., dan Christie, M. R., Mather, R. R. (2006): Comparison of the performance of selected powder and masterbatch pigments on mechanical properties of mass coloured polypropylene filaments, *Journal Compilation Society of Dyers and Colourist*, **122**, 282 – 288.
- Ambrogi, V., Carfagna, C., Cerruti P., dan Marturano, V. (2017): Additives in polymers, 95 – 103 dalam Ebnesajjad, S., ed., *Modification on polymer properties*, 215 hal., Elsevier Inc.
- Askeland, D. R. dan Fulay, P. P. (2009): *Essentials of Materials Science and Engineering 2nd Edition*, Toronto, Canada, 518 – 520.
- ASTM D618-13. (2013): Standard practice for conditioning plastics for testing, *ASTM International*, West Conshohocken, United States, 2 – 5.
- ASTM D638-14. (2014): Standard test methods for tensile properties of plastics, *ASTM International*, West Conshohocken, United States, 2 – 7.
- Bouakkaz, A. O., Albedah, A., Bouiadjra, B. B., Khan, S. M. A., Benyahia, F., dan Elmeguenni, M. (2017): Effect of temperature on the mechanical properties of polypropylene-talc composites, *Journal of Thermoplastic Composite*, 1 – 8.
- Calhoun, A. (2009): Polypropylene, 31 – 34 dalam Wagner, J. R. Jr., ed., *Multilayer flexible packaging*, 258 hal., Elsevier, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, UK.
- Callister, W. D., dan Rethwisch, D. G. (2007): *Material Science and Engineering*, John Wiley & Sons, Inc., US.
- Castillo, L. A., Barbosa, S. E., dan Capiati, N. J. (2012): Influence of talc genesis and particle surface on the crystallization kinetics of polypropylene/talc composites, *Wiley Online Library*, 1 – 4.
- Castillo, Luciana A., Barbosa, S. E., dan Capiati, N. J. (2013): Influence of talc morphology on the mechanical properties of talc filled polypropylene, *Springer Science+Business Media Dordrecht*, **152**, 1 - 9.

- Eurotalc – Scientific Association of The European Talc Industry. (2011): Talc, Rue des Deux Eglises 26, box 2, B-1000 Brussels, Belgium, 1 – 2.
- Firdaus. dan Tjitro, S. (2004): Studi Eksperimental Pengaruh Paramater Proses Pencetakan Bahan Plastik Terhadap Cacat Penyusutan (*Shrinkage*) Pada Benda Cetak Pneumatics Holder, *Jurnal Teknik Mesin*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, 5, 75 – 77.
- Gokulakumar, B., Nedunchezian, G., Vijayaraj, C., dan Balamurugan, A. (2016): Fourier transform infrared spectroscopy studies on talcum powders, *International Journal of Recent Scientific Research*, 7, 1 – 3.
- Groves, I. F. dan Whitehouse, R. S. (1993): Characterisation of polymer masterbatches by modern thermal methods of analysis, *Journal of Thermal Analysis*, United Kingdom, 40, 1 – 2.
- Jha, Nitish S., Rathod, P., Wagh, S. M., dan Pande, S. A. (2014): Investigation on the mechanical, thermal properties of polyamide 6/PP blends with natural talc as a filler, *AIP Conference Proceeding*, 1 – 2.
- Jung, Melisa R., Horgen F. D., Orski, S. V., Rodriguez, V., Beers, K. L., Balazs, G. H., Jones, T. T., Work, T. M., Brignac, K. C., Royer, S., Hyrenbach, K. D., Jensen, B. A., dan Lynch, J. M. (2017): Validation of ATR-FTIR to identify polymers of plastic marine debris, including those ingested by marine organism, *Elsevier Marine Pollution Bulletin*, United States, 127, 707 – 709.
- Karian, H. G. (2003): *Handbook of polypropylene and polypropylene composites 2nd Edition*, Marcel Dekker Inc., New York, 11 – 16.
- Kupstov, A. H. dan Zhizhin, G. N. (1998): *Handbook of fourier transfer raman and infrared spectra of polymers*, Elsevier, 6.
- Lindani, A. (2016): *Perbandingan pengukuran kadar air metode moisture analyzer dengan metode oven pada produk biskuit sandwich cookies di PT Mondelez Indonesia Manufacturing*, Skripsi, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Bogor, 10.
- Liu, S. J. (2012): Injection molding in polymer matrix composites, 15 –16 dalam Advani, S. G. dan Hsiao, K., ed., *Manufacturing techniques for polymer matrix composites (PMCs)*, 496 hal., Woodhead Publishing Limited.

- Maddah, Hisyam H. (2016): Polypropylene as a promising plastics: A review, *American Journal of Polymer Science*, **6**, 1 – 10.
- Maiti, S. N. dan Sharma, K.K. (1992): Studies on polypropylene composites filled with talc particles, Centre for Material Science and Technology, Indian Institute of Technology, India, **27**, 1 – 5.
- Munajab, A., Subroto, C., dan Suwarno. (2018): Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy analysis of transformer paper in mineral oil-paper composite insulation under accelerated thermal aging, *Journal Energies*, **11**, 2 – 3.
- Olivera, S., Muralidhara, H. B., Venkatesh, K., Gopalakrishna, K., dan Vivek, C. S. (2015): Plating on acrylonitrile–butadiene–styrene (ABS) plastic: a review, *Springer Science+Business Media New York*, 1 – 3.
- Ossman, M. E., Mansour, M. S., Fattah, M. A., Taha, N., dan Kiros, Y. (2014): Peanut shells and talc powder for removal of hexavalent chromium from aqueous solutions, *Bulgarian Chemical Communications*, **3**, 631 – 632.
- Parts Catalogue Edisi 1. (2008): *Supra fit series*, PT Astra Honda Motor.
- Pavia, Donald.L., Lampman, Gary M., Kriz, George S., Vyvyan, dan James R. (2009): *Introduction to Spectroscopy 4th Edition*, Washington: Cengage Learning.
- Rohayani, M. dan Natasya E. N. (2016): *Optimasi operasi injection molding terhadap kekuatan lentur (flexural strength) kompon polipropilena di atas 2000 MPa*, Skripsi, Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta, Jakarta.
- Setyanto, R. H. (2012): Review: Teknik manufaktur komposit hijau dan aplikasinya, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, **11**, 11 – 13.
- Shabrina, A. N. dan Aviadi, F. F. (2018): *Karakteristik termal, mekanik, dan komposisi kimia pada kompon polipropilena dengan penambahan masterbatch red 418 C*, Skripsi, Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta, Jakarta.
- Shelesh-Nezhad, K. dan Taghizadeh, A. (2007): Shrinkage behavior and mechanical performances of injection molded polypropylene/talc composites, University of Tabriz, Iran, 1 – 5.

- Singh, N. dan Singh, R. (2017): *Conducting polymer solution and gel processing*, Elsevier, Guru Nanak Dev Engineering College, Ludhiana, India.
- Siregar, C., Martono, S., dan Rohman, A. (2018): Application of fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy coupled with multivariate calibration for quantitative analysis of curcuminoid in tablet dosage form, *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, **12**, 261 – 262.
- Smith, Brian C. (2011): *Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy*, Taylor & Francis Group.
- Stuart, Barbara. (2004): *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Application*, John Wiley & Sons, Ltd.
- Sudirman, Karo-karo A., Ari H., Sugeng B., Rukihati, dan Mashuri. (2004): Analisis sifat kekuatan tarik, derajat kristalinitas dan struktur mikro komposit polimer polipropilena-pasir, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **6**, 19 – 20.
- Suyatmo, R. I. D. dan Melyna, E. (2018): *Modul Praktikum Operasi Teknik Kimia 1*, Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta, Jakarta.
- Varleye, G. A. L., Roeges, N. P. G., dan De Moor, M. O. (2001): *Easy identification of plastics and rubbers*, Rapra Technology, Ltd, United Kingdom.
- Vincent, S. R., Jaafar, M., dan Palaniandy, S. (2014): Properties of calcium carbonate/mica and calcium carbonate/talc filled polypropylene composites, *Journal of Engineering Science, Malaysia*, **10**, 41 – 42.
- Wang, M. J., Gray, C. A., Reznick, S. R., Mahmud, K., dan Kutsovsky, Y. (2003): *Carbon black*, Encyclopedia of Polymer Science and Technology, John Wiley & Sons, Ltd.
- Yanto, H., Saputra I., dan Satoto, S. W. (2016): Analisa pengaruh temperatur dan tekanan injeksi moulding terhadap cacat produk, *Jurnal Integrasi*, Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam, **10**, 1 – 4.
- Yuliani, G. (2009): Gambaran umum tentang polimer, *Modul I Kimia Polimer*, Universitas Pendidikan Indonesia, 4 - 12.

Daftar Pustaka dari Situs Internet:

Data Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, data diperoleh dari situs internet: <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>.
Diunduh pada tanggal 23 Januari 2020.

Teknologi material komposit, data diperoleh melalui situs internet: <http://blog.uinmalang.ac.id/nurun/files/2013/03/Material-Komposit.pdf>.
Diunduh pada 5 Januari 2020.

Lampiran A Laporan Hasil Pengujian FTIR di LIPI Blomaterial



LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
(INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCES)
PUSAT PENELITIAN BIOMATERIAL
(RESEARCH CENTER FOR BIOMATERIALS)

Il. Raya Jakarta Bogor KM 46 Cibinong 16911, Jawa Barat, Indonesia
Telp. (+6221) 87914509, Email: sekretariat@biomaterial.lipi.go.id
Website: www.biomaterial.lipi.go.id

LAPORAN HASIL PENGUJIAN No.: B-636/TPH.4/KS.02.02/VI/2020

Tanggal diterima : 2 Juli 2020
Tanggal pengujian : 3 Juli 2020
Jenis sampel : Pelet Polimer
Jumlah/Deskripsi : 8/ Sampel variasi 1 : PP • Sampel variasi 2 : PP/Tak 5%/MB Black 4% • Sampel variasi 3 : PP/Tak 10%/MB Black 4% • Sampel variasi 4 : PP/Tak 15%/MB Black 4% • Sampel AHM : ABS • Masterbatch Black
Jenis pengujian : Pengujian FTIR
Nama/Institusi : Dheandra Azani Maghfira/Politeknik STMI Jakarta
Alamat : DKI Jakarta, Indonesia
Operator : R. Permata Budi Laksana

HASIL PENGUJIAN FTIR

Nama sampel	Kode sampel	Hasil uji	Keberangan
Variasi 1	807-4911-1	- Grafik 1. Spektrogram variasi 1 - Tabel 1. Identifikasi puncak transmittance variasi 1	- Grafik Terlampir - Tabel terlampir
Variasi 2	807-4911-2	- Grafik 2. Spektrogram variasi 2 - Tabel 2. Identifikasi puncak transmittance variasi 2	- Grafik Terlampir - Tabel terlampir
Variasi 3	807-4911-3	- Grafik 3. Spektrogram variasi 3 - Tabel 3. Identifikasi puncak transmittance variasi 3	- Grafik Terlampir - Tabel terlampir
Variasi 4	807-4911-4	- Grafik 4. Spektrogram variasi 4 - Tabel 4. Identifikasi puncak transmittance variasi 4	- Grafik Terlampir - Tabel terlampir
MB Black	807-4911-5	- Grafik 5. Spektrogram MB Black - Tabel 5. Identifikasi puncak transmittance MB Black	- Grafik Terlampir - Tabel terlampir
AHM	807-4911-6	- Grafik 6. Spektrogram AHM - Tabel 6. Identifikasi puncak transmittance AHM	- Grafik Terlampir - Tabel terlampir

Terima kasih sudah melakukan pengujian/ penyewaan alat/ proses riset dengan fasilitas yang tersedia di Laboratorium Bioproduk Terintegrasi LIPI. Jika dikemudian hari, hasil pengujian atau analisis ini akan dipublikasikan, mohon kiranya bisa menambahkan dalam

Ucapan Terima Kasih atau Acknowledgement di dalam publikasi Anda, seperti dalam contoh formal berikut

Dalam bahasa Indonesia :

"Penelitian ini didukung oleh fasilitas riset, dan dukungan ilmiah serta teknis dari Laboratorium Bioproduct Teintegrasi di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia".

Dalam bahasa Inggris :

"The authors acknowledge the facilities, and the scientific and technical assistance of the Integrated Laboratory of Bioproducts at the Indonesian Institute of Science".

Cibirang, 09 Juli 2020

Pelaksana

R. Permiana Budi Laksana, A.Md

Manajer iLaB

Dr. Riksturni A Ermawati, M. Bio(PB)

Mengetahui

Kepala Pusat Penelitian Biomaterial LIPI

TT ELEKTRONIK

Dr. Inan Hidayat



Dibuat di Indonesia
untuk memenuhi
kebutuhan pasar
domestik yang
bertumbuh
dengan pesat
dan
meningkatkan
nilai ekspor

Lampiran B Lembar Bimbingan Tugas Akhir

Nama : Dheandra Azani Maghfira
NIM : 1516025
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Komposit Polimer PP/Talk/*Masterbatch Black* untuk Aplikasi Cover Tail Sepeda Motor
Pembimbing I : Fitria Ika Aryanti, S. T., M. T
Pembimbing II : Andi Rusnaenah, S.T., M. T., M. Si

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
01/10/2019	-	Mengajukan topik penelitian	
09/10/2019	-	Mendisuksikan topik penelitian	
22/10/2019	-	Berdiskusi mengenai penelitian di Balai Penelitian Karet Bogor dan STP Serpong	
04/12/2019	-	Mengajukan penelitian di Politeknik STMI Jakarta dan membahas jurnal-jurnal yang digunakan sebagai literatur penelitian.	
16/12/2019	-	Mengganti judul penelitian dari "Pembuatan Produk Otomotif <i>Cover Tail</i> Sepeda Motor Menggunakan <i>Injection Molding</i> " menjadi "Pembuatan Komponen Otomotif Sepeda Motor Menggunakan Mesin <i>Injection Molding</i> "	
16/01/2020	I, II, III	Revisi latar belakang, tinjauan pustaka mengenai PP, talk, dan <i>masterbatch</i> , membahas variable-variabel penelitian.	
24/01/2020	I & II	Revisi latar belakang dan rumusan masalah, revisi tinjauan pustaka mengenai talk.	
28/01/2020	-	Pengesahan proposal dan berdiskusi untuk memulai penelitian.	
28/02/2020	-	Membahas variaabel-variabel penelitian	

		serta menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.	
22/04/2020	-	Mengganti judul penelitian dari “Pembuatan Komponen Otomotif Sepeda Motor Menggunakan Mesin <i>Injection Molding</i> ” menjadi “Pembuatan Komposit Polimer PP/Talk/ <i>Masterbatch Black</i> untuk Aplikasi Komponen Otomotif Sepeda Motor”.	
24/04/2020	II	Revisi BAB II dan membuat PPT Seminar Tugas Akhir.	
27/04/2020	-	Latihan presentasi seminar tugas akhir.	
17/05/2020	-	Mengirimkan perbaikan Laporan Tugas Akhir dan PPT Tugas Akhir melalui <i>e-mail</i> .	

Nomor : 103/BPSDMI/STMI/PP/II/2020
Lampiran : 1 (satu)
Hal : Penugasan Proses Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2019/2020

Jakarta, 12 Februari 2020

Yth. Ibu Fitria Ika Aryanti, S.T., M. Eng
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 01/BPSDMI/STMI/PP/KEP/II/2020 tanggal 02 Januari 2020 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Asisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2019/2020, maka dengan ini kami mengharap bantuan Ibu untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : Dheandra Azani Maghfira
No. Induk : 1516025

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

" Pembuatan Komponen Otomotif Sepeda Motor Menggunakan Mesin Injection Molding. "

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



Tembusan:
1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;



Nomor : 103 /BPSDMI/STMI/II/2020
Lampiran : 1 (satu)
Perihal : Asistensi Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2019/2020

Jakarta, 12 Februari 2020

Yth. Ibu Andi Rusnaenah, ST, MT, M.Si
Di Jakarta

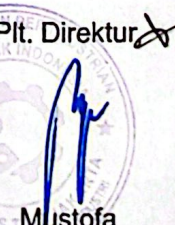

Berdasarkan Surat Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta No: 01/BPSDMI/STMI/PP/KEP/II/2020 tanggal 02 Januari 2020 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Asisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta, Tahun Akademik 2019/2020, maka dengan ini kami mengharap bantuan Ibu untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : Dheandra Azani Maghfira
No. Induk : 1516025

Adapun judul Tugas Akhir mahasiswa tersebut adalah:

" Pembuatan Komponen Otomotif Sepeda Motor Menggunakan Mesin Injection Molding. "

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

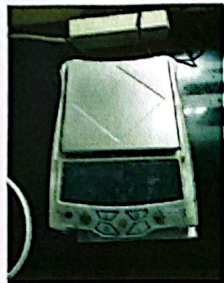
Pt. Direktur 

Mustofa

Tembusan:

1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Dosen Pembimbing;
4. Mahasiswa yang bersangkutan;



Lampiran D Gambar Alat



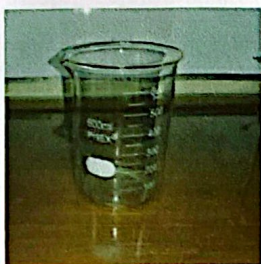
Neraca digital



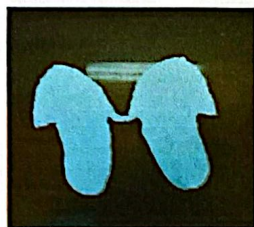
Oven



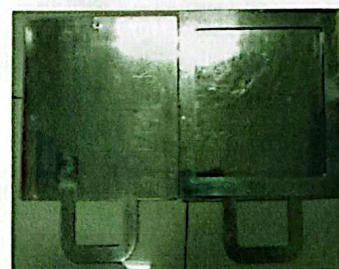
Tray



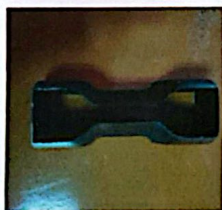
Gelas kimia



Kain majun



Pelat logam



Pisau cetakan specimen



Jangka sorong



Mesin injection molding



FTIR



Granulator



Mesin Manual Forming

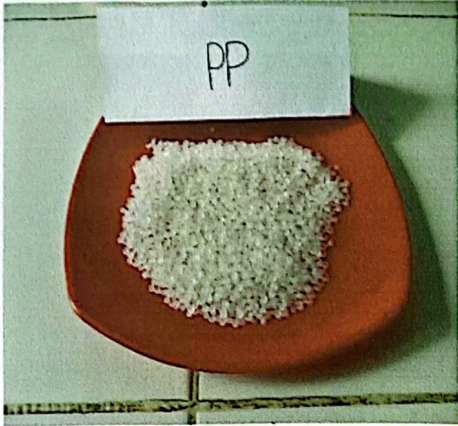


Pneumatic Specimen Punch



UTM

Lampiran E Gambar Bahan



Pelet PP



Talk



MB hitam

Lampiran F Produk

1. Produk *cover tail* berbahan komposit PP/Talk/MB hitam



Variasi 1 (PP/Talk 0%/MB hitam 0%)



Variasi 2 (PP/Talk 5%/MB hitam 4%)



Variasi 3 (PP/Talk 10%/MB hitam 4%)



Variasi 4 (PP/Talk 15%/MB hitam 4%)

2. Hasil cacahan dari mesin granulator



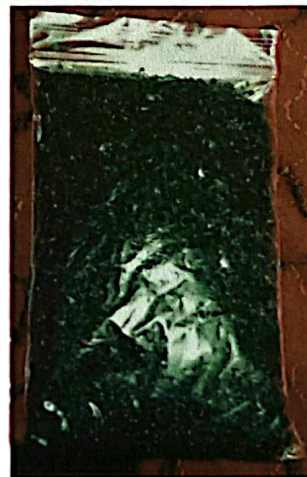
Variasi 1 (PP/Talk 0%/MB hitam 0%)



Variasi 2 (PP/Talk 5%/MB hitam 4%)

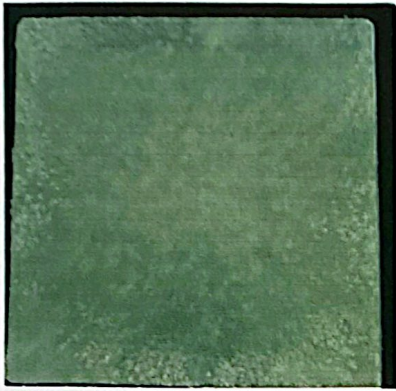


Variasi 3 (PP/Talk 10%/MB hitam 4%)



Variasi 4 (PP/Talk 15%/MB hitam 4%)

Lampiran G Lembaran Komposit PP/Talk/MB Hitam



Variasi 1 (PP/Talk 0%/MB hitam 0%)



Variasi 2 (PP/Talk 5%/MB hitam 4%)

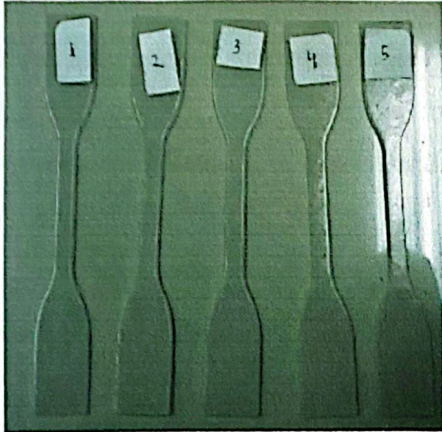


Variasi 3 (PP/Talk 10%/MB hitam 4%)

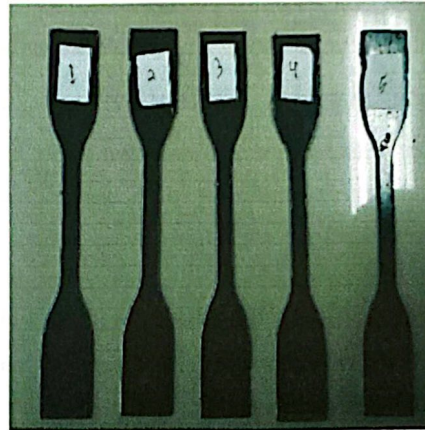


Variasi 4 (PP/Talk 15%/MB hitam 4%)

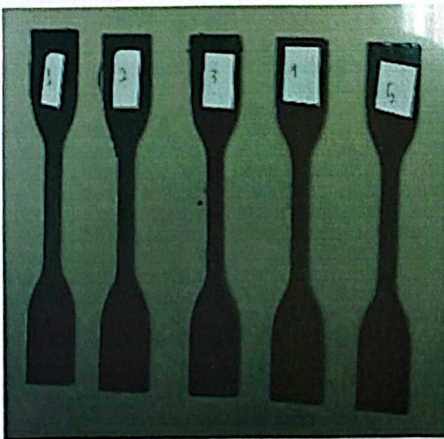
Lampiran H Spesimen Komposit PP/Talk/MB Hitam



Variasi 1 (PP/Talk 0%/MB hitam 0%)



Variasi 2 (PP/Talk 5%/MB hitam 4%)



Variasi 3 (PP/Talk 10%/MB hitam 4%)



Variasi 4 (PP/Talk 15%/MB hitam 4%)

Lampiran I Hasil Persiapan Bahan

Talk yang digunakan sebagai bahan pengisi terlebih dahulu dikeringkan menggunakan *oven* dengan suhu 105°C untuk menghilangkan kandungan air yang ada di dalam talk. Kandungan air yang berlebih di dalam talk dapat menyebabkan talk menggumpal saat proses di dalam *injection molding* sehingga dapat menghasilkan produk yang cacat karena talk tidak tersebar dan tercampur secara merata di dalam matriks PP.

Proses pengeringan dilakukan secara *batch* dengan lama waktu pengeringan adalah 15 menit. Pengeringan dihentikan saat didapatkan massa talk sudah konstan. Pengeringan dilakukan dalam 2 tahap dengan total massa talk yang dikeringkan sebanyak 1001,89 gram. Pengeringan tahap I menggunakan *tray* dengan massa 158,92 gram dan talk yang dikeringkan sebanyak 501,76 gram. Hasil pengeringan tahap I ditampilkan pada Tabel IV.1. Perubahan massa sampel yang telah dikeringkan dapat dihitung dengan rumus berikut (Suyatmo & Melyna, 2018):

$$W_{S_n} - W_{S_{(n+0,25)}} \quad (1)$$

Keterangan:

W_s = massa sampel setelah dikeringkan

n = waktu pengeringan ke- n jam

$n+0,25$ = waktu pengeringan ke- $n+0,25$ jam

Persentase kadar air yang hilang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Lindani, 2016):

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W - (W_1 - W_2)}{W} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

W = massa sampel sebelum dikeringkan

W_1 = massa wadah+sampel setelah dikeringkan

W_2 = massa wadah kosong

Perhitungan persentase kadar air dapat dilihat pada lampiran F.

Tabel 1

Waktu (jam), n	Talk + tray (g), W_1	Talk (g), W_s	$W_{S_n} - W_{S_{n+0,25}}$ (g)	Kadar air (%)
0,00	660,68	501,76		
0,25	660,16	501,24	0,52	10,36%
0,50	660,12	501,20	0,04	11,16%
0,75	660,11	501,19	0,01	11,36%
1,00	660,08	501,16	0,03	11,96%
1,25	660,08	501,16	0,00	11,96%

Kemudian untuk pengeringan talk tahap II digunakan *tray* dengan massa 158,79 gram dan talk yang ingin dikeringkan sebanyak 500,13 gram. Hasil pengeringan talk tahap II dapat dilihat pada Tabel 2. Perhitungan perubahan massa sampel dapat dilihat pada lampiran F.






Tabel 2

Waktu (jam), n	Talk + tray (g), W_1	Talk (g), W_s	$W_{S_n} - W_{S_{n+0,25}}$ (g)	Kadar air (%)
0,00	658,92	500,13		
0,25	658,18	499,39	0,74	14,80%
0,50	658,31	499,52	0,13	12,20%
0,75	658,31	499,52	0,00	12,20%

Lampiran J Hasil Variasi Tekanan Mesin *Injection Molding* untuk Penentuan Kondisi Awal

Pembuatan produk *cover tail* diawali dengan melakukan pengoptimalan tekanan dengan menggunakan variasi tekanan 25 MPa, 35 MPa, 45 MPa, 55 MPa, dan 65 MPa. Hasil variasi tekanan terdapat dalam Tabel 3. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil *cover tail* terbaik dengan penggunaan bahan baku yang efisien. Dari table 3 dapat disimpulkan bahwa tekanan optimal untuk proses pembuatan produk *cover tail* dengan suhu 190°C untuk zona 1, 210°C untuk zona 2, 230°C untuk zona 3, dan 250°C untuk zona 4 (*nozzle*) adalah 45 MPa.

Tabel 3 Hasil Variasi Tekanan

Tekanan (Mpa)	Massa produk (g)	Wujud produk
25	18,90	 setengah dari permukaan <i> mold</i>
35	32,61	 tidak memenuhi seluruh permukaan <i> mold</i>
45	32,72	 memenuhi seluruh permukaan <i> mold</i>
55	33,46	 melebihi permukaan <i> mold</i>
65	39,60	 melebihi permukaan <i> mold</i>

Lampiran F Perhitungan

1. Menghitung perubahan massa sampel setelah dikeringkan.

- Menghitung perubahan massa talk setelah dikeringkan tahap 1.

a. $W_{S0,00} - W_{S0,25} = (501,76 - 501,24) \text{ g} = 0,52 \text{ g}$

b. $W_{S0,25} - W_{S0,50} = (501,24 - 501,20) \text{ g} = 0,04 \text{ g}$

c. $W_{S0,50} - W_{S0,75} = (501,20 - 501,19) \text{ g} = 0,01 \text{ g}$

d. $W_{S0,75} - W_{S1,00} = (501,19 - 501,16) \text{ g} = 0,03 \text{ g}$

e. $W_{S1,00} - W_{S1,25} = (501,16 - 501,16) \text{ g} = 0,00 \text{ g}$

- Menghitung perubahan massa talk setelah dikeringkan tahap 2.

a. $W_{S0,00} - W_{S0,25} = (501,13 - 499,39) \text{ g} = 0,74 \text{ g}$

b. $W_{S0,25} - W_{S0,50} = (499,39 - 499,52) \text{ g} = 0,13 \text{ g}$

c. $W_{S0,50} - W_{S0,75} = (499,52 - 499,52) \text{ g} = 0,00 \text{ g}$

2. Menghitung persentase kadar air yang hilang saat pengeringan.

- Menghitung persentase kadar air yang hilang pada pengeringan talk tahap

1.

a. $\text{Kadar air} = \frac{501,76 - (660,16 - 158,92)}{501,76} \times 100\% = 10,36\%$

b. $\text{Kadar air} = \frac{501,76 - (660,12 - 158,92)}{501,76} \times 100\% = 11,16\%$

c. $\text{Kadar air} = \frac{501,76 - (660,11 - 158,92)}{501,76} \times 100\% = 11,36\%$

d. $\text{Kadar air} = \frac{501,76 - (660,08 - 158,92)}{501,76} \times 100\% = 10,96\%$

e. $\text{Kadar air} = \frac{501,76 - (660,08 - 158,92)}{501,76} \times 100\% = 10,96\%$

- Menghitung persentase kadar air yang hilang pada pengeringan talk tahap

2.

a. $\text{Kadar air (\%)} = \frac{500,13 - (658,18 - 158,79)}{500,13} \times 100\% = 14,80\%$

b. $\text{Kadar air (\%)} = \frac{500,13 - (658,31 - 158,79)}{500,13} \times 100\% = 12,0\%$

c. $\text{Kadar air (\%)} = \frac{500,13 - (658,31 - 158,79)}{500,13} \times 100\% = 12,20$