

ANALISIS PENGARUH UKURAN BAHAN PENGISI  
TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT POLIPROPILENA  
SERBUK KAYU

SKRIPSI

oleh

DENDY ARIF  
04 04 04 019 4



SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN  
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK

DEPARTEMEN TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/2008

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

### **ANALISIS PENGARUH UKURAN BAHAN PENGISI TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT POLIPROPILENA SERBUK KAYU**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 10 Juli 2008

Dendy Arif

04 04 04 019 4

# **PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul :

## **ANALISIS PENGARUH UKURAN BAHAN PENGISI TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT POLIPROPILENA SERBUK KAYU**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 9 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 10 Juli 2008

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia, M.Sc

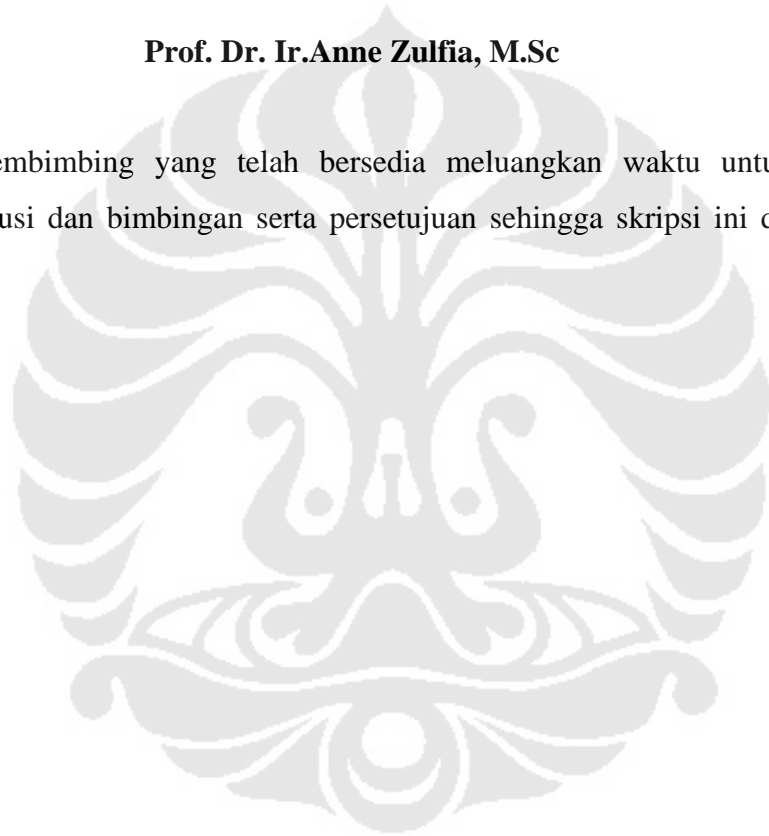
NIP 131 644 678

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

**Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia, M.Sc**

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



## DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	2
1.3 BATASAN MASALAH	2
1.4 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 KOMPOSIT	4
2.1.1 Pengertian Komposit	4
2.1.2 Klasifikasi Komposit	5
2.1.2.1 Klasifikasi berdasarkan bahan penguatnya	5
2.1.2.2 Klasifikasi berdasarkan bahan matriknya	6
2.1.3 Hukum Campuran Bahan Komposit	7
2.2 MATRIK	8
2.2.1 Polipropilena	8
2.2.1.1 Pengertian Polipropilena	8
2.2.1.2 Sifat-sifat Polipropilena	9
2.2.1.3 Klasifikasi Polipropilena	11
2.3 BAHAN PENGISI	15
2.3.1 Kayu Karet	15

2.3.2 Sifat-Sifat Kayu Karet	16
2.3.3 Holoselulosa	17
2.3.4 Lignin	17
2.4 ADITIF	18
2.4.1 Antioksidan	19
2.4.1.1 Mekanisme Degradasi Polimer	19
2.4.1.2 Jenis-Jenis Antioksidan	20
2.4.2 <i>Calcium Stearate ( Acid Scavenger)</i>	23
2.4.2.1 Pengertian <i>Acid Scavenger</i>	23
2.4.2.2 Mekanisme <i>Acid Scavenger</i>	23
2.4.3 <i>Coupling Agent</i>	24
2.4.3.1 Kemampuan Pembahasan ( <i>Wettability</i> )	24
2.4.3.2 Fungsi <i>Coupling Agent</i>	26
2.4.3.3 Polipropilena Anhidrida Maleat (PPMA)	26
2.4.3.4 Prinsip kerja PPMA	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 DIAGRAM ALIR FORMULASI	29
3.2 DIAGRAM ALIR PENGUJIAN	30
3.3 FORMULASI	31
3.4 SPESIFIKASI BAHAN	31
3.4.1 Resin Polipropilena	31
3.4.2 Serbuk Kayu Karet	32
3.4.3 Antioksidan	33
3.4.4 <i>Acid Scavenger (Calcium stearate)</i>	35
3.4.5 <i>Coupling Agent</i>	36
3.5 PEMBUATAN SPESIMEN	37
3.5.1 <i>Screening</i>	37
3.5.1.1 Alat dan Bahan	37
3.5.1.2 Kondisi Proses	37
3.5.1.3 Prosedur Pengayakan	37
3.5.2 Peng-oven-an	38
3.5.2.1 Alat dan Bahan	39

3.5.2.2 Kondisi Proses	38
3.5.2.3 Prosedur Peng-oven-an	39
3.5.3 Penimbangan	39
3.5.3.1 Alat dan Bahan	39
3.5.3.2 Kondisi Proses	39
3.5.3.3 Prosedur Penimbangan	39
3.5.4 <i>Compounding (Dry Blending)</i>	40
3.5.4.1 Alat dan Bahan	40
3.5.4.2 Kondisi Proses	40
3.5.4.3 Prosedur Penimbangan	40
3.5.5 <i>Pelletizing (Hot Blending)</i>	41
3.5.5.1 Alat dan Bahan	41
3.5.5.2 Kondisi Proses	41
3.5.5.3 Prosedur <i>Pelletizing (Hot Blending)</i>	42
3.5.6 <i>Injection Molding</i>	42
3.5.6.1 Alat dan Bahan	42
3.5.6.2 Kondisi Proses	42
3.5.6.3 Prosedur <i>Injection Molding</i>	43
3.5.7 <i>Hot Press dan Cold Press</i>	44
3.5.7.1 Alat dan Bahan	44
3.5.7.2 Kondisi Proses	44
3.5.7.3 Prosedur <i>Hot Press dan Cold Press</i>	44
3.6 PENGUJIAN	44
3.6.1 <i>Melt Flow Rate (MFR)</i>	44
3.6.1.1 Alat dan Bahan	44
3.6.1.2 Kondisi Pengujian	45
3.6.1.3 Prosedur Pengujian	45
3.6.2 <i>Differential Scanning Calorimeter (DSC)</i>	46
3.6.2.1 Alat dan Bahan	46
3.6.2.2 Kondisi Pengujian	46
3.6.2.3 Prosedur Pengujian	46
3.6.3 Pengujian Tarik ( <i>Tensile Strength</i> )	47

3.6.3.1	Alat dan Bahan	47
3.6.3.2	Kondisi Pengujian	47
3.6.3.3	Prosedur Pengujian	47
3.6.4	Pengujian Fleksural	48
3.6.4.1	Alat dan Bahan	48
3.6.4.2	Kondisi Pengujian	49
3.6.4.3	Prosedur Pengujian	49
3.6.5	Pengujian <i>Izod Impact Strength</i>	50
3.6.5.1	Alat dan Bahan	50
3.6.5.2	Kondisi Pengujian	50
3.6.5.3	Prosedur Pengujian	50
3.6.6	Pengujian Kekerasan	52
3.6.6.1	Alat dan Bahan	52
3.6.6.2	Kondisi Pengujian	52
3.6.6.3	Prosedur Pengujian	52
3.7.7	Pengujian SEM dan EDX	53
3.6.6.1	Alat dan Bahan	53
3.6.6.2	Kondisi Pengujian	53
3.6.6.3	Prosedur Pengujian	53
BAB IV HASIL PENELITIAN		54
4.1 HASIL PREPARASI SAMPEL		54
4.1.1	Hasil <i>Compounding (Dry Blending)</i>	54
4.1.2	Hasil <i>Pelletizing (Hot Blending)</i>	55
4.1.3	Hasil <i>Injection Molding</i>	56
4.2 PENGUJIAN MFR ( <i>MELT FLOW RATE</i> )		57
4.3 PENGUJIAN SIFAT TERMAL		58
4.3.1	Pengujian Temperatur Leleh	59
4.3.2	Pengujian Temperatur Kristalisasi	59
4.4 PENGUJIAN SIFAT MEKANIK		60
4.4.1	Pengujian kekuatan tarik <i>dan tensile at yield</i>	59
4.4.2	Pengujian fleksural	61
4.4.3	Pengujian <i>Izod Impact Strenght</i>	62



4.4.4 Pengujian kekerasan	62
4.5 HASIL PENGUJIAN EDX	63
BAB V PEMBAHASAN DAN DISKUSI	65
5.1 ANALISIS PREPARASI SAMPEL	66
5.1.1 Analisis Proses <i>Dry Blending</i>	66
5.1.2 Analisis Proses Pelletizing ( <i>Hot Blending</i> )	67
5.1.3 Analisis Proses <i>Injection Molding</i>	69
5.2. ANALISIS PENGARUH UKURAN BAHAN PENGISI TERHADAP MFR ( <i>MELT FLOW RATE</i> )	70
5.3 ANALISIS SIFAT TERMAL	71
5.3.1 Analisis Pengaruh Ukuran Bahan Pengisi Terhadap Temperatur Leleh	72
5.3.2. Analisis Pengaruh Ukuran Bahan Pengisi Terhadap Temperatur Kristalisasi	72
5.4 ANALISIS SIFAT MEKANIK	74
5.4.1 Analisis Pengaruh Ukuran Bahan Pengisi Terhadap Kekuatan Tarik dan <i>Tensile Strenght at Yield</i>	74
5.4.2 Analisis Pengaruh Ukuran Bahan Pengisi Terhadap Nilai fleksural	76
5.4.3 Analisis Pengaruh Ukuran Bahan Pengisi Terhadap <i>Izod</i> <i>Impact Strenght</i>	78
5.4.5 Analisis Pengaruh Ukuran Bahan Pengisi Terhadap Kekerasan	79
5.5 ANALISIS PENGUJIAN EDX	80
5.6 ANALISIS MODE PERPATAHAN KOMPOSIT	81
BAB VI KESIMPULAN	85
DAFTAR ACUAN	86
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	90

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1.</b> Komposit serat	5
<b>Gambar 2.2.</b> Komposit partikel (a) Serbuk, (b) Serpihan.	6
<b>Gambar 2.3.</b> (a) laminar composites , (b) sandwich panels	6
<b>Gambar 2.4.</b> Klasifikasi komposit	7
<b>Gambar 2.5.</b> Struktur molekul poliropilena	9
<b>Gambar 2.6</b> Struktur molekul isotaktik	13
<b>Gambar 2.7.</b> Struktur molekul sindiotaktik	14
<b>Gambar 2.8.</b> Struktur molekul ataktik	14
<b>Gambar 2.9.</b> Struktur molekul selulosa	17
<b>Gambar 2.10.</b> Struktur molekul lignin	18
<b>Gambar 2.11.</b> Degradasi polimer	20
<b>Gambar 2.11.</b> Ilustrasi Pendonor Hidrogen	21
<b>Gambar 2.12.</b> Ilustrasi Pendekposisi Peroksida	22
<b>Gambar 2.13.</b> Struktur molekul kalsium stearat	23
<b>Gambar 2.14.</b> Reaksi kalsium stearat dengan asam klorida	24
<b>Gambar 2.15.</b> Energi permukaan pada cairan di permukaan padat	25
<b>Gambar 2.16.</b> Kemampuan pembasahan berdasarkan besarnya sudut kontak	26
<b>Gambar 2.17.</b> Struktur kimia salah satu jenis molekul PPMA	28
<b>Gambar 2.18.</b> Reaksi antara gugus anhidrida gugus hidroksil	28
<b>Gambar 2.19.</b> Pengikatan bagian PP dari PPMA pada Matriks polipropilena	28
<b>Gambar 3.1.</b> Ilustrasi kondisi proses <i>Injection molding</i>	43
<b>Gambar 3.2.</b> Sampel uji tarik	47
<b>Gambar 3.3.</b> Sampel pengujian fleksural	48
<b>Gambar 3.4.</b> Sampel pengujian impak	50
<b>Gambar 3.5.</b> Spesimen uji kekerasan <i>Rockwell</i>	52
<b>Gambar 4.1.</b> Hasil <i>dry blending</i>	55
<b>Gambar 4.2.</b> Pellet hasil <i>hot blending</i>	56
<b>Gambar 4.3.</b> Sampel uji tarik hasil <i>injection molding</i>	56
<b>Gambar 4.4</b> Sampel uji fleksural hasil <i>injection molding</i>	57
<b>Gambar 4.5.</b> Sampel uji Impak hasil <i>injection molding</i>	57

<b>Gambar 4.6.</b> Grafik hasil pengujian DSC	58
<b>Gambar 4.7.</b> Hasil pengamatan struktur mikro menggunakan EDX produk WPCs dengan ukuran bahan pengisi sebesar 1410 $\mu\text{m}$ (F2)	63
<b>Gambar 4.8.</b> Hasil pengamatan struktur mikro menggunakan EDX produk WPCs dengan ukuran bahan pengisi sebesar 1000 $\mu\text{m}$ (F3)	64
<b>Gambar 4.9.</b> Hasil pengamatan struktur mikro menggunakan EDX produk WPCs dengan (ukuran bahan pengisi sebesar 250 $\mu\text{m}$ (F5)	64
<b>Gambar 5.1.</b> <i>Screw Co-rotating twin screw extruder</i>	68
<b>Gambar 5.2.</b> Grafik pengaruh ukuran bahan pengisi terhadap MFR	72
<b>Gambar 5.3.</b> Grafik pengaruh ukuran bahan pengisi terhadap temperatur leleh	73
<b>Gambar 5.4.</b> Grafik pengaruh ukuran bahan pengisi terhadap temperatur kristalisasi	74
<b>Gambar 5.5.</b> Grafik pengaruh ukuran bahan pengisi terhadap kekuatan tarik	76
<b>Gambar 5.6.</b> Grafik pengaruh ukuran bahan pengisi terhadap tensile <i>strenght at yield</i>	77
<b>Gambar 5.7.</b> Grafik pengaruh ukuran bahan pengisi terhadap fleksural	78
<b>Gambar 5.8.</b> Grafik pengaruh ukuran bahan pengisi terhadap <i>izod impact strength</i>	79
<b>Gambar 5.9.</b> Grafik pengaruh ukuran bahan pengisi terhadap kekerasan	80
<b>Gambar 5.10.</b> Hasil pengamatan model perpatahan menggunakan SEM sampel F2	83
<b>Gambar 5.11.</b> Hasil pengamatan model perpatahan menggunakan SEM sampel F3	83
<b>Gambar 5.12.</b> Hasil pengamatan model perpatahan menggunakan SEM sampel F5	84

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Sifat mekanik polipropilena	10
<b>Tabel 2.2</b> Sifat termal polipropilena	11
<b>Tabel 2.3</b> Susunan Monomer Pada Jenis-Jenis PP	12
<b>Tabel 2.4</b> Sifat Fisik Polipropilena Homopolimer dan Kopolimer	12
<b>Tabel 2.5</b> Sifat Mekanik Homopolimer dan Kopolimer	13
<b>Tabel 2.6</b> Perbedaan Sifat Fisik Polipropilena Isotaktik, Sindiotaktik Ataktik	14
<b>Tabel 2.7</b> Jenis-jenis bahan pengisi yang sering digunakan komposit polimer	15
<b>Tabel 3.1.</b> Tabel Formulasi	31
<b>Tabel 3.2.</b> Spesifikasi Pellet Polipropilena HF 8.0 CM	31
<b>Tabel 3.3.</b> Struktur Kimia CN-CAT <sup>®</sup> A-1010 dan CN-CAT <sup>®</sup> A-168	34
<b>Tabel 3.4.</b> Sifat-sifat CN-CAT <sup>®</sup> A-168	34
<b>Tabel 3.5.</b> Sifat-sifat CN-CAT <sup>®</sup> A-1010	34
<b>Tabel 3.6.</b> Sifat-sifat CN-CAT <sup>®</sup> B-215	35
<b>Tabel 3.7.</b> Sifat-sifat Palmstar CaSt	36
<b>Tabel 3.8.</b> Sifat-sifat Licocene PPMA 6452 TP	37
<b>Tabel 3.9.</b> Kondisi proses <i>pelletizing</i>	41
<b>Tabel 3.10.</b> Kondisi proses <i>injection molding</i>	42
<b>Tabel 4.1.</b> Hasil pengujian MFR	58
<b>Tabel 4.2.</b> Hasil pengujian temperatur leleh	58
<b>Tabel 4.3.</b> Hasil pengujian temperatur kristalisasi	60
<b>Tabel 4.4.</b> Hasil pengujian kekuatan tarik	60
<b>Tabel 4.5.</b> Hasil pengujian <i>tensile at yield</i>	60
<b>Tabel 4.6.</b> Hasil pengujian fleksural	61
<b>Tabel 4.7.</b> Hasil pengujian energi absorb dampak	62
<b>Tabel 4.8.</b> Hasil pengujian kekerasan	63
<b>Tabel 4.9</b> Hasil pengujian EDX sampel F2	65
<b>Tabel 4.10.</b> Hasil pengujian EDX sampel F3	65
<b>Tabel 4.11.</b> Hasil pengujian EDX sampel F5	65




## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Hasil Pengujian Sifat Mekanik	91
Lampiran 2. Hasil Pengujian Temperatur <i>Melting</i> dan Temperatur Kristalisasi	93
Lampiran 3. Data Hasil Pengujian MFR	94
Lampiran 4. Hasil Pengujian EDX	95
Lampiran 5. Grafik Hasil Pengujian Kekuatan Tarik dan Tensile at Yield	103
Lampiran 6. Grafik Hasil Pengujian Fleksural	106



## DAFTAR SINGKATAN



ACK	Acknowledgment
BHA	Butyl Hydroxyanisole
BHT	Butylated Hydroxytoluene
BSE	<i>Back Scatter Electron</i>
CMCs	<i>Ceramic Matrix Composites</i>
EDX	<i>Energy Dispersive X-ray</i>
F1	Formulasi Satu
F2	Formulasi Dua
F3	Formulasi Tiga
F4	Formulasi Empat
F5	Formulasi Lima
MFR	<i>Melt Flow Rate</i>
MMCs	<i>Metal Matrix Composites</i>
PMCs	<i>Polymer Matrix Composites</i>
PP	Polipropilena
PPMA	Polipropilena Maleat Anhidridate
PTFE	Acrylic Modified Polytetrafl Uoroethylene
SE	<i>Secondary Electron</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscopy</i>
T <sub>g</sub>	Temperatur <i>Glass</i>
T <sub>kris</sub>	Temperatur Kristalisasi
T <sub>m</sub>	Temperatur <i>Melting</i>
WPCs	<i>Wood Polymer Composites</i>