

PENGARUH KADAR ZAT PENGGABUNG PP-g-MA  
TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT  
POLIPROPILENA BERPENGISI 10% BERAT SERBUK  
KAYU KARET

SKRIPSI

Oleh

RAHMAT SETIAWAN MOHAR

04 04 04 059 3



SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN  
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK

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

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

### **PENGARUH KADAR ZAT PENGGABUNG PP-g-MA TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT POLIPROPILENA BERPENGISI SERBUK KAYU KARET**

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, 17 Juli 2008

Rahmat Setiawan Mohar

NPM 04 04 04 059 3

## **PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul :

### **PENGARUH KADAR ZAT PENGGABUNG PP-g-MA TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT POLIPROPILENA BERPENGISI 10% BERAT SERBUK KAYU KARET**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material 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, 17 Juli 2008

Dosen Pembimbing,

Prof. Dr.Ir. Anne Zulfia, M.Phil.Eng

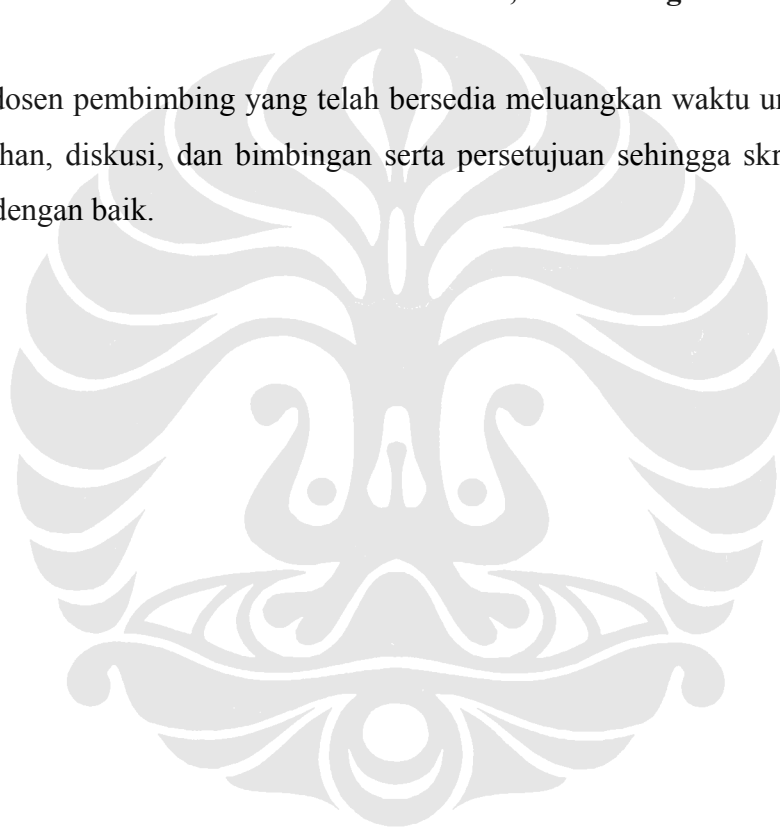
NIP 131 644 678

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

**Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia, M.Phil.Eng**

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 JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSRTACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiv
DAFTAR SIMBOL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.3 RUANG LINGKUP PENELITIAN.....	2
1.4 SISTEMATIKA PENULISAN .....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
II.1 KOMPOSIT.....	4
II.1.1 Umum.....	4
II.1.2 Komposit Kayu – Plastik ( <i>Wood Plastic – Composite</i> , WPC) .....	5
II.1.3 <i>Interface</i> (Antarmuka) dan <i>Interphase</i> (Antarfasa) pada Komposit.....	6
II.1.3.1 Antarmuka.....	6
II.1.3.2 Antarfasa .....	6

II.2 TEORI ADHESI DAN IKATAN.....	7
II.2.1 Umum.....	7
II.2.2 Mampu Basah .....	8
II.3 POLIMER .....	10
II.3.1 Umum.....	10
II.3.2 Temperatur Transisi pada Polimer Termoplastik.....	10
II.3.3 Temperatur Kristalisasi dan Kristalinitas pada Polimer Semikristalin .....	12
II.3.4 Degradasi pada Polimer .....	15
II.4 POLIPROPILENA .....	17
II.5 KAYU KARET .....	18
II.5.1 Komposisi Kimia Kayu Karet.....	19
II.5.1.1 Holoselulosa .....	20
II.5.1.2 Lignin .....	21
II.6 PROMOTOR ADHESI .....	22
II.6.1 Kopolimer Cangkok Propilena-Anhidrida Maleat sebagai Promotor Adhesi .....	23
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	 25
III.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN .....	25
III.2 PENGKODEAN SAMPEL.....	26
III.3 PERALATAN YANG DIGUNAKAN .....	26
III.4 SPESIFIKASI BAHAN .....	27
III.4.1 Resin PP Trilene F8.0CM .....	27
III.4.2 Serbuk Kayu Karet.....	27
III.4.3 Zat penggabung Licocene PPMA 6452 TP.....	27
III.4.4 Antioksidan CN-CAT B-215. ....	28
III.4.5 Kalsium Stearat .....	29
III.5 PROSEDUR PENELITIAN.....	30
III.5.1 Prosedur Persiapan Sampel .....	30
III.5.1.1 Pengayakan dan Pengeringan Serbuk Kayu.....	30
III.5.1.2 Penimbangan.....	30

III.5.1.3 <i>Dry Blending</i> .....	31
III.5.1.4 Ekstrusi dan Pelletasi .....	31
III.5.1.5 Pencetakan Injeksi ( <i>Injection Molding</i> ) .....	33
III.5.1.6 <i>Hot Pressing</i> .....	34
III.5.2 Prosedur Pengujian.....	34
III.5.2.1 Pengujian Kecepatan Alir Leleh ( <i>Melt Flow Rate, MFR</i> ) .....	34
III.5.2.2 Analisis Termal <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC) .....	35
III.5.2.3 Pengujian Tarik.....	36
III.5.2.3 Pengujian Fleksural.....	36
III.5.2.3 Pengujian Impak Izod .....	37
III.5.2.4 Pengujian Kekerasan.....	38
III.5.2.4 Pengamatan SEM pada Permukaan Patahan.....	38
 BAB IV HASIL PENELITIAN .....	 39
IV.1 PENGAMATAN VISUAL .....	39
IV.1.1 Sampel Pellet .....	39
IV.1.2 Sampel Hasil Pencetakan Injeksi.....	39
IV.2 PENGUJIAN MFR.....	41
IV.3 PENGUJIAN DSC.....	41
IV.2 PENGUJIAN KUAT TARIK.....	41
IV.3 PENGUJIAN FLEKSURAL .....	42
IV.2 PENGUJIAN IMPAK IZOD .....	42
IV.3 PENGUJIAN KEKERASAN .....	43
 BAB V PEMBAHASAN .....	 44
V.1 PENGARUH PENAMBAHAN PP-g-MA TERHADAP LAJU ALIR LELEH (MFR).....	44
V.2 PENGARUH PENAMBAHAN PP-g-MA TERHADAP TEMPERATUR LELEH DAN TEMPERATUR KRISTALISASI.....	45

V.3	PENGARUH PENAMBAHAN PP-g-MA TERHADAP KUAT TARIK, ELONGASI, DAN MODULUS ELASTISITAS .....	46
V.3.1	Pengaruh Penambahan PP-g-MA Terhadap Kuat Tarik ...	46
V.3.2	Pengaruh Penambahan PP-g-MA Terhadap Modulus Elastisitas .....	48
V.3.3	Pengaruh Penambahan PP-g-MA Terhadap Elongasi.....	49
V.4	PENGARUH PENAMBAHAN PP-g-MA TERHADAP MODULUS FLEKSURAL .....	52
V.5	PENGARUH PENAMBAHAN PP-g-MA TERHADAP KETAHANAN IMPAK IZOD .....	53
V.6	PENGARUH PENAMBAHAN PP-g-MA TERHADAP KEKERASAN .....	54
V.7	TINJAUAN ULANG PENGARUH PP-g-MA PADA KESELURUHAN KARAKTERISTIK WPPC .....	56
V.8	PENGAMATAN SEM PERMUKAAN PATAHAN SAMPEL ..	57
BAB VI KESIMPULAN .....		60
DAFTAR ACUAN .....		61
DAFTAR PUSTAKA .....		65
LAMPIRAN .....		66



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Klasifikasi komposit berdasarkan bentuk penguat.....	4
<b>Gambar 2.2</b>	Skematis dari antarfasa matriks - serat dan beberapa faktor yang berpengaruh.....	7
<b>Gambar 2.3</b>	Ikatan antarmuka yang terbentuk.....	8
<b>Gambar 2.4</b>	Sudut kontak $\theta$ , dan energi permukaan $\gamma_{sl}$ , $\gamma_{sv}$ , dan $\gamma_{lv}$ tetes cairan pada permukaan padat.....	9
<b>Gambar 2.5</b>	Kemampuan pembasahan berdasarkan besarnya sudut kontak $\theta$ .	10
<b>Gambar 2.6</b>	Grafik berat molekul - temperatur.....	11
<b>Gambar 2.7</b>	Model <i>fringed micelle</i> dari distribusi acak bagian kristalin dan bagian amorfus pada polimer semikristalin.....	12
<b>Gambar 2.8</b>	Lamela dengan susunan molekul polimer <i>folded-chain</i> .....	13
<b>Gambar 2.9</b>	Pertumbuhan lamela dengan arah tumbuh yang beragam membentuk <i>spherulite</i> .....	13
<b>Gambar 2.10</b>	Struktur <i>spherulite</i> di bawah mikroskop.....	14
<b>Gambar 2.11</b>	Representatif skematik dari perubahan volumespesifik dari polimer terhadap temperatur.....	15
<b>Gambar 2.12</b>	Hubungan sifat mekanik, hubungan ketahanan deformasi terhadap temperatur.....	15
<b>Gambar 2.13</b>	Siklus degradasi polimer dan reaksi-reaksi yang terjadi pada saat terjadinya degradasi.....	16
<b>Gambar 2.14</b>	Taktisitas PP.....	17
<b>Gambar 2.15</b>	Struktur dinding sel kayu yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan pektin, dengan pengikat lignin.....	19
<b>Gambar 2.16</b>	Rantai molekul selulosa.....	20
<b>Gambar 2.17</b>	Struktur molekul xylan, suatu jenis hemiselulosa yang merupakan polimer dari unit-unit $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4)-D-xylopiranosil.....	21
<b>Gambar 2.18</b>	Struktur kimia dari prekursor lignin.....	21
<b>Gambar 2.19</b>	Struktur kimia salah satu jenis molekul PP-g-MA, yang molekul-anhidrida-maleat-nya tercangkok pada ujung rantai PP-nya.....	23

<b>Gambar 2.20</b>	Reaksi antara gugus anhidrida pada PP-g-MA dengan gugus hidroksil pada permukaan kayu .....	24
<b>Gambar 2.21</b>	Penjeratan segmen PP dari PP-g-MA dengan matriks PP .....	24
<b>Gambar 3.1</b>	Serbuk kayu karet hasil pengayakan 18# .....	30
<b>Gambar 3.2</b>	Skematik pembagian zona pada <i>chamber</i> mesin <i>extruder</i> .....	32
<b>Gambar 3.3</b>	Skematik proses ekstrusi pelletasi.....	33
<b>Gambar 3.4</b>	Skematik pembagian zona pada <i>chamber</i> pada mesin cetak injeksi .....	33
<b>Gambar 3.5</b>	Sampel pengujian tarik.....	36
<b>Gambar 3.6</b>	Skematis pengujian fleksural .....	37
<b>Gambar 3.7</b>	Sampel pengujian fleksural.....	37
<b>Gambar 3.8</b>	Sampel pengujian impak izod.....	37
<b>Gambar 4.1</b>	Sampel pellet hasil ekstrusi kelima kode sampel.....	39
<b>Gambar 4.2</b>	Sampel hasil pencetakan injeksi.....	40
<b>Gambar 5.1</b>	Grafik hubungan komposisi sampel terhadap MFR.....	44
<b>Gambar 5.2</b>	Grafik hubungan komposisi sampel terhadap $T_{m1}$ , $T_{m2}$ , $T_c$ .....	45
<b>Gambar 5.3</b>	Grafik hubungan komposisi sampel terhadap kuat tarik.....	47
<b>Gambar 5.4</b>	Grafik hubungan komposisi sampel terhadap modulus elastisitas .....	48
<b>Gambar 5.5</b>	Grafik hubungan komposisi sampel terhadap elongasi.....	49
<b>Gambar 5.6</b>	Gambaran skematik dari sebuah <i>craze</i> .....	50
<b>Gambar 5.7</b>	Tahap-tahap deformasi pada polimer.....	51
<b>Gambar 5.8</b>	Grafik hubungan komposisi sampel terhadap modulus fleksural.....	52
<b>Gambar 5.9</b>	Grafik hubungan komposisi sampel terhadap ketahanan impak izod.....	53
<b>Gambar 5.10</b>	Grafik hubungan komposisi sampel terhadap kekerasan.....	54
<b>Gambar 5.11</b>	Permukaan patahan WPPC tanpa PP-g-MA .....	57
<b>Gambar 5.12</b>	Permukaan patahan WPPC dengan 10% berat PP-g-MA .....	58
<b>Gambar 5.13</b>	Permukaan patahan WPPC dengan 15% berat PP-g-MA .....	58

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Sifat-sifat PP yang dijual secara komersial.....	18
<b>Tabel 2.2</b>	Taksonomi pohon karet.....	19
<b>Tabel 3.1</b>	Komposisi bahan pada setiap kode sampel serta ukuran serbuk kayu.....	26
<b>Tabel 3.2</b>	Sifat-sifat <i>Licocene</i> <sup>®</sup> PPMA 6452 TP.....	27
<b>Tabel 3.3</b>	Sifat-sifat CN-CAT <sup>®</sup> A-1010.....	28
<b>Tabel 3.4</b>	Sifat-sifat CN-CAT <sup>®</sup> A-168.....	28
<b>Tabel 3.5</b>	Sifat-sifat CN-CAT <sup>®</sup> B-215.....	29
<b>Tabel 3.6</b>	Sifat-sifat Palmstar <i>Calcium Stearate</i> .....	29
<b>Tabel 3.7</b>	Temperatur pada tiap zona pada mesin <i>extruder</i> .....	32
<b>Tabel 4.1</b>	Hasil pengujian MFR.....	41
<b>Tabel 4.2</b>	Hasil pengujian DSC.....	41
<b>Tabel 4.3</b>	Hasil pengujian tarik untuk data kuat tarik.....	41
<b>Tabel 4.4</b>	Hasil pengujian tarik untuk data elongasi.....	42
<b>Tabel 4.5</b>	Hasil pengujian tarik untuk data modulus elastisitas.....	42
<b>Tabel 4.6</b>	Hasil pengujian fleksural.....	42
<b>Tabel 4.7</b>	Hasil pengujian impak izod.....	43
<b>Tabel 4.8</b>	Hasil pengujian kekerasan.....	43
<b>Tabel 5.1</b>	Tinjauan ulang dari keseluruhan parameter uji.....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN I</b>	SPESIFIKASI ALAT.....	67
<b>LAMPIRAN II</b>	DATA HASIL PENGUJIAN TARIK, FLEKSURAL, DAN IMPAK IZOD.....	72



## DAFTAR SINGKATAN

AOx	Antioksidan
DSC	<i>Differential Scanning Calorimeter</i> (alat uji) atau <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (metode)
DP	Derajat Polimerisasi
MA	<i>Maleic Anhydride</i> (anhidrida maleat)
MAPP	<i>Maleic Grafted Polypropylene</i> (sama dengan PP-g-MA)
MFR	<i>Melt Flow Rate</i> (kecepatan aliran leleh)
PP	Polipropilena
PP-g-MA	<i>Polypropylene - graft - Maleic Anhydride</i> (polipropilena cangkok anhidrida maleat <b>atau</b> kopolimer cangkok propilena - anhidrida maleat)
SE	<i>Secondary Electron</i> (elektron skunder)
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i> (alat uji) atau <i>Scanning Electron Microscopy</i> (metode)
WPC	<i>Wood - Polymer Composite</i> (komposit kayu - polimer)
WPPC	<i>Wood - Polypropylene Composite</i> (komposit kayu- polipropilena)
XRD	<i>X-ray Diffraction</i> (difraksi sinar-X)

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
ak-C	Ketahanan impak izod	J/m
$\gamma$	Energi permukaan	dyne
$\gamma_{lv}$	Energi permukaan cair-gas	dyne
$\gamma_{sl}$	Energi permukaan padat-cair	dyne
$\gamma_{sv}$	Energi permukaan padat-gas	dyne
E	Modulus elastisitas	MPa
$E_f$	Modulus fleksural	MPa
$\varepsilon$	Elongasi	%
HRR	Kekerasan skala Rockwell	HRR
MFR	Laju alir leleh	g/10menit
SC	Koefisien pembasahan	dyne
$\sigma$	Kuat tarik	MPa
$T_c$	Temperatur kristalisasi	°C
$T_{m1}$	Temperatur leleh sebelum penghilangan sejarah termal	°C
$T_{m2}$	Temperatur leleh setelah penghilangan sejarah termal	°C
$\theta$	Sudut kontak	