

**KOMPARASI SIFAT MEKANIS MATERIAL *POLYPROPYLENE*
DENGAN VARIASI PERSENTASE KANDUNGAN *FILLER* CaCO₃**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat

Strata – 1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

MUHAMMAD LUQMAN SAIFUL FIKRI

20130130015

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2017

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

KOMPARASI SIFAT MEKANIS MATERIAL *POLYPROPYLENE*
DENGAN VARIASI PERSENTASE KANDUNGAN *FILLER CaCO₃*

Disusun Oleh:

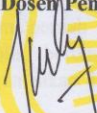
MUHAMMAD LUOMAN SAIFUL FIKRI
2013 013 0015

Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji
Pada Tanggal Juli 2017

Susunan Tim Penguji:

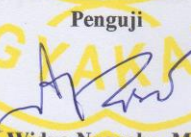
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Cahyo Budiyantoro, S.T., M.Sc.
NIK. 19711023201507 123 083


Harini Sosiati, Ph.D.
NIK. 19591220201510 123 088

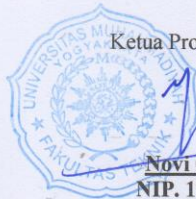
Penguji

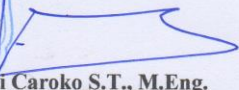

Ir. Aris Widvo Nugroho, M.T., Ph.D.
NIK. 19700301 199509 123022

Tugas Akhir Ini Telah Dinyatakan Sah Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Tanggal 1 Agustus 2017

Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Mesin




Novi Caroko S.T., M.Eng.
NIP. 19791113 200501 1 001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Muhammad Luqman Saiful Fikri**

NIM : **2013 013 0015**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: **KOMPARASI SIFAT MEKANIS MATERIAL *POLYPROPYLENE* DENGAN VARIASI PERSENTASE KANDUNGAN *FILLER* CaCO_3** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Penulis bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, Juli 2017

Muhammad Luqman Saiful Fikri

PERSEMBAHAN

Sujud syukur pada-Mu Allah SWT yang telah memberikan banyak nikmat kepada makhluknya, sholawat beriring salam kepada baginda nabi Muhammad SAW yana telah membawa umatnya menuju zaman teknologi. Sebuah karya sederhana, akan kupersembahkan kepada :

- ❖ Agamaku islam yang telah mengenalkan kepada Allah SWT serta Rosul-nya dan mengarahkan ke jalan kebenaran.
- ❖ Ibunda dan Ayahanda tercinta Hj Tri Karyani. S.E., Bapak H. Salim Fikri. S.Pd., M.Pd., keluarga kendal dan weleri terimakasih atas kasih sayang dan dukungan yang kalian berikan selama ini.
- ❖ Cahyo Budiyanoro, S.T.,M.Sc. dan Harini Sosiati, Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
- ❖ Seluruh teman-teman Teknik Mesin UMY terutama angkatan 2013 dan semua angkatan, yang selalu memberi dukungan satu sama lain.
- ❖ Terimakasih kepada jurusan teknik mesin dan Universitas Muhammadiyah yang telah memfasilitasi laboratorium selama penyelesaian tugas akhir ini.
- ❖ Terima kasih Kepada Keluarga besar Panti Asuhan dan Pesantren Abu Dzar Al-ghifari yang telah memberikan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir.

INTISARI

Penambahan *filler* CaCO₃ pada matriks *polypropylene* (PP) secara umum dilakukan dengan tujuan utama untuk menekan biaya produksi dan memperbaiki sifat mekanis produk. Penelitian dilakukan pada 3 spesimen yaitu komposit CaCO₃/PP dengan perbandingan kandungan *filler* 5, 15 dan 25%. *Multipurpose* spesimen mengacu pada standar ISO 294, difabrikasi dengan metode *injection molding* yang memiliki kapasitas *clamping* maksimal 70 ton, dioperasikan pada kondisi temperatur *barrel* 190°C, tekanan injeksi 11.5 Mpa dan *holding pressure* 9 Mpa dalam waktu siklus 43 detik. Sifat mekanis yang diamati adalah kuat tarik dan impak. Pengujian kuat tarik mengacu pada standar ISO 527-1a (*determination of tensile properties*) dan pengujian impak CaCO₃/PP mengacu pada standar ISO 179-1 metode *charpy* dengan berat pendulum 1 kg, radius pendulum 83 cm dan sudut α 157°. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tarik material *polypropylene* dengan kandungan *filler* 5, 15 dan 25% masing-masing sebesar 22,75 MPa, 24,59 MPa dan 22,61 MPa, nilai regangan masing-masing mencapai 1,411, 0,223 dan 0,118. Nilai modulus elastisitas masing-masing sebesar 27,248 MPa, 115,937 MPa dan 249,827 MPa. Hasil pengujian impak PP/ CaCO₃ dengan kandungan *filler* 5, 15, 25% tanpa takikan masing-masing sebesar 168,03 J/cm², 102,63 J/cm² dan 76,72 J/cm². Penurunan nilai regangan PP/CaCO₃ dikarenakan persentase CaCO₃ yang semakin bertambah. Pengujian impak tanpa takikan menghasilkan nilai *impact strength* yang semakin rendah. Hasil pengujian kuat tarik dan impak menunjukkan bahwa sifat material PP/ CaCO₃ menjadi getas dengan bertambahnya kandungan *filler* CaCO₃.

Kata kunci : *Polypropylene*, CaCO₃, kuat tarik, *impact strength*.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarokatuh.

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir dengan judul KOMPARASI SIFAT MEKANIS MATERIAL *POLYPROPYLENE* DENGAN VARIASI PERSENTASE KANDUNGAN *FILLER* CaCO_3 dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu tugas yang harus ditempuh sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi Strata-1 (S-1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyusun Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan tangan terbuka penulis menerima segala kritik dan saran dari pembaca agar kami dapat memperbaiki tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat maupun inspirasi terhadap pembaca.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarokatuh.

Yogyakarta, Juli 2017

Muhammad Luqman Saiful Fikri

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
INTISARI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
MOTTO HIDUP	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistem Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar Teori	6
2.2.1. Pengertian <i>Polymer</i>	6
2.2.2. <i>Polypropylene</i>	7
2.2.3. Keunggulan <i>polypropylene</i>	7
2.2.4. Aplikasi <i>polypropylene</i>	7
2.3 Kalsium karbonat	8
2.3.1 Pengertian dan aplikasi kalsium karbonat	8
2.4. Spesimen <i>multipurpose</i>	9
2.5. Pengenalan mesin <i>injection molding</i>	11
2.5.1 Bagian-bagian mesin <i>injection molding</i>	11
2.5.2 Fungsi bagian-bagian mesin <i>injection molding</i>	12
2.6. Pengujian kuat tarik	14
2.6.1 Tegangan tarik (σ)	14
2.6.2 Modulus elastisitas (E)	15
2.6.3 Regangan (ϵ)	15
2.6.4 Parameter kecepatan pengujian kuat tarik	16
2.7. Pengujian impak	17
2.7.1. Luas penampang	19
2.7.2. Sudut α dan β	20
2.7.3. Energi yang diserap spesimen	20

2.8 Pengujian Optik	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1. Diagram alir	22
3.2. Bahan dan alat Penelitian	23
3.2.1. Bahan	23
3.2.2. Mesin dan alat	26
3.2.2.1 Mesin <i>injection molding</i>	26
3.2.2.2 Alat uji kuat tarik	27
3.2.2.3 Alat uji impak	28
3.2.2.4 Mikroskop optik	29
3.2.2.5 Alat bantu lain	29
3.3. Proses pengayakan dan penimbangan kalsium karbonat	30
3.4. Proses penimbangan material PP/CaCO ₃	30
3.5. Proses persiapan mesin <i>injection molding</i>	32
3.6. Proses produksi spesimen <i>multipurpose</i> dengan <i>injection molding</i> ...	33
3.7. Siklus proses <i>injection molding</i>	38
3.8. Penomoran spesimen	39
3.9. Proses pengujian kuat tarik	40
3.10. Pengujian impak	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Hasil pembentukan spesimen <i>multipurpose</i>	43
4.2. Hasil pengujian uji kuat tarik	44

4.3 Analisa Patahan uji kuat tarik	48
4.4 Hasil pengujian impak	53
BAB V PENUTUP	56
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran	57
5.3 Ucapan terim kasih	58
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	63

MOTTO HIDUP

“Sesungguhnya dalam Bergerak selalu membawa Berkah.”

(KH. Abdullah Syukri Zarkasy)

“Lebih baik kita merangkak tapi JALAN KEDEPAN, dari pada kita berputar saja tapi DIAM DI TEMPAT.”

(KH. Hasan Abdullah sahal)

“Keberhasilan bukanlah milik orang yang pintar. Keberhasilan adalah milik mereka yang senantiasa berusaha”

(BJ. Habibie)

**“Ijhad wala taksal, wala taku ghofilan,
Fanadamatul uqba, liman yatakaasal.”**

(Mahfudzot)

“Keikhlasan, Kesederhanaan, berdikari, ukhuwah islamiyah, bebas merdeka.”

(Panca Jiwa Pondok Modern Darussalam Gontor)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Polymer</i>	6
Gambar 2.2 Ikatan kimia kalsium karbonat	8
Gambar 2.3 Bentuk dan ukuran spesimen <i>multipurpose</i>	9
Gambar 2.4 Diagram waktu proses pembuatan spesimen <i>multipurpose</i>	10
Gambar 2.5 Bagian-bagian mesin <i>injection molding</i>	11
Gambar 2.6 Skema alat uji impak dan prinsip kerjanya	18
Gambar 2.7 Bentuk spesimen uji impak dengan takikan (standart ISO 179)	18
Gambar 2.9 Bentuk dan ukuran takikan pengujian impak	19
Gambar 2.10 Mikroskop optik	21
Gambar 2.11 Bagian-bagian mikroskop optik	21
Gambar 3.1 Material <i>polypropylene</i> HI10HO	23
Gambar 3.2 Kalsium karbonat (CaCO_3)	25
Gambar 3.3 Metode <i>recarbonizing</i> untuk produksi kalsium karbonat	25
Gambar 3.4 Mesin <i>injection molding</i> meiki M-70 B.....	26
Gambar 3.5 Alat uji kuat tarik <i>zwick roell</i>	27
Gambar 3.6 Alat uji <i>impact</i> metode <i>charpy</i>	28
Gambar 3.7 Mikroskop optik	29
Gambar 3.8 Alat bantu	29
Gambar 3.9 Pengayakan dan penimbangan kalsium karbonat	30
Gambar 3.10 Persentase <i>polypropylene</i> dengan kalsium karbonat	31
Gambar 3.11 Menghidupkan saklar listrik	32
Gambar 3.12 Memastikan panel injeksi hidup	32
Gambar 3.13 Parameter <i>mold close</i>	33
Gambar 3.14 Parameter <i>mold open</i>	34
Gambar 3.15 Parameter <i>injection</i>	35

Gambar 3.16 Parameter <i>holding press</i>	36
Gambar 3.17 Parameter temperatur <i>barrel</i>	37
Gambar 3.18 Material PP/CaCO ₃ dimasukkan kedalam <i>hopper</i>	38
Gambar 3.19 Zona <i>barrel</i>	38
Gambar 3.20 Penomeran di spesimen	39
Gambar 3.21 Posisi spesimen uji impak	41
Gambar 4.1 Spesimen <i>multipurpose</i> sesuai standar pembuatan ISO 294.....	43
Gambar 4.2 Nilai kuat tarik	45
Gambar 4.3 Nilai regangan material <i>Polypropylene</i>	46
Gambar 4.4 Nilai Modulus elastisitas	47
Gambar 4.5 patahan uji kuat tarik	48
Gambar 4.6 Spesimen uji optik.....	49
Gambar 4.7 Foto optik kalsium karbonat	49
Gambar 4.8 Foto optik pada area patahan CaCO ₃ 15%.....	50
Gambar 4.9 Foto optik area yang jauh dari patahan CaCO ₃ 15%.....	51
Gambar 4.10 Foto optik area patahan CaCO ₃ 25%.....	52
Gambar 4.11 Spesimen setelah pengujian impak	53
Gambar 4.12 Grafik perbandingan nilai <i>impact strength</i> tanpa takikan	53
Gambar 4.13 Grafik perbandingan nilai energi yang diserap	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data <i>polypropylene</i>	7
Tabel 2.2 Data kalsium karbonat	8
Tabel 2.3 Kecepatan uji kuat tarik	16
Tabel 3.1 <i>Material data sheet polypropylene</i>	24
Tabel 3.2 Spesifikasi mesin <i>injection molding M70</i>	26
Tabel 3.3 Spesifikasi alat uji kuat tarik <i>Zwick roell</i>	27
Tabel 3.4 Spesifikasi alat uji impak metode <i>charpy</i>	28
Tabel 4.1 Hasil perhitungan nilai kuat tarik	44
Tabel 4.2 Hasil perhitungan nilai regangan.....	46
Tabel 4.3 Hasil perhitungan nilai modulus	47
Tabel 4.4 Hasil perhitungan nilai <i>impact strength</i>	54
Tabel 4.5 Hasil perhitungan nilai energi yang diserap.....	55

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- F = Beban tarik maksimum (N)
 A = Luas penampang (mm^2)
 σ = Tegangan atau stress (MPa)
 E = Modulus elastisitas (MPa)
 ΔF = Perubahan gaya (N)
 $\Delta \varepsilon$ = Perubahan panjang (mm)
 ΔL_1 = Perubahan panjang awal (mm)
 ΔL_2 = Perubahan panjang akhir (mm)
 ε = Regangan
 ΔL_0 = Perubahan panjang total (mm)
 L_0 = Panjang awal (mm)
 L = Lebar spesimen (mm)
 T = Tebal spesimen (mm)
 W = Berat bandul pemukul (N)
 H = Ketinggian bandul pemukul (m)
 R = Jari - jari bandul ayunan (m)
 α = Sudut bandul pada posisi awal ($^\circ$)
 β = Sudut bandul setelah mengenai spesimen uji ($^\circ$)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pada masa sekarang plastik banyak diminati, menggantikan peralatan–peralatan rumah tangga dan komponen di bidang otomotif, yang sebelumnya terbuat dari bahan logam, dikarenakan sifat elastisnya yang baik dan ringan. Plastik biasa dicampur dengan bahan aditif dan pengisi pada setiap produk plastik komposit (Osman, *et al.*, 2002). Saat ini, banyak penelitian yang sudah mencapai ke ranah nano teknologi, termasuk komposit (*polypropylene filler CaCO₃*) yang diaplikasikan ke bidang otomotif. Penggunaan komposit PP/CaCO₃ dapat mengurangi massa kendaraan, dengan begitu dapat berkontribusi dalam menekan konsumsi bahan bakar kendaraan (Perdana, *et al.*, 2016).

Bahan plastik yang diaplikasikan ke bidang otomotif sebagian dari bahan *polypropylene*. *Polypropylene* termasuk dalam jenis plastik semi kristalin yang menunjukkan sifat ulet dan tahan terhadap temperatur tinggi. Akan tetapi, dalam kondisi tertentu *polypropylene* mampu menjadi getas. Sesuai dengan *material data sheet*, *polypropylene* memiliki nilai kuat tarik mencapai 34.0 MPa, modulus elastisitas mencapai 1280 MPa (Iides, *et al.*, 2012). *Polypropylene* sangat mudah dimodifikasi dan dapat dikembangkan untuk berbagai aplikasi.

Polypropylene biasa dicampur dengan mineral pengisi, dari berbagai mineral pengisi yang banyak diketahui, kalsium karbonat (CaCO₃) adalah salah satu yang umum digunakan, karena mudah ditemukan dan harganya terjangkau (Firdaus, *et al.*, 2002). Kalsium karbonat ditambahkan ke material *polypropylene* untuk menjadi pengisi (*filler*) guna meningkatkan kekakuan dan kekuatannya.

Penelitian sifat mekanis komposit *polypropylene*/CaCO₃ dengan metode *injection molding* telah diteliti oleh (J. Z. Liang, *et al.*, 1998). Dengan parameter sifat mekanis yang diteliti yaitu kekerasan, kuat tarik dan ketahanan impact.

Mendapatkan hasil bahwa efek penambahan kalsium karbonat mempengaruhi sifat mekanis yaitu nilai modulus elastisitas sebesar 2.845 Gpa dengan kandungan 30% CaCO_3 dan kekerasan sebesar 70.50 (*Shore D*) dari komposit tersebut.

Selanjutnya, Adeosun, *et al.*, (2013) meneliti tentang sifat mekanis *polypropylene* dengan persentase kandungan *filler* CaCO_3 0%-40% menggunakan metode *hot press* mendapatkan hasil bahwa, adanya peningkatan nilai kuat tarik pada kandungan 20%- CaCO_3 mencapai 58% sebesar 4,75 Mpa dan pada kandungan 25%- CaCO_3 mengalami kenaikan nilai *Ultimate Tensile Stress* mencapai 84% sebesar 7,5 Mpa.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memverifikasi kedua penelitian yang telah dilakukan oleh J. Z. Liang (1998) dan adeosun (2013) serta menekan biaya produksi menjadi rendah dan waktu yang lebih singkat.

Nilai pengujian tarik dan impak dipengaruhi dari persentase PP/ CaCO_3 , peneliti telah melakukan pra penelitian dengan persentase kandungan *filler* CaCO_3 10% dan 20% mendapatkan nilai kuat tarik sebesar 28.00 MPa dan 29.22 MPa maka, penelitian ini mengambil variasi persentase kandungan *filler* CaCO_3 5, 15 dan 25% guna mengidentifikasi karakter patahan dan membandingkan hasil penelitian sebelumnya.

Pengujian tarik memberikan *output* keterangan nilai kuat tarik, regangan dan modulus elastisitas yang menentukan karakteristik bahan termasuk bersifat ulet atau getas. Pengujian impak memberikan keterangan kemampuan suatu bahan untuk menyerap energi dan kemampuan menahan beban kejut.

1.2 Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah dari latar belakang diatas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan persentase kandungan *filler* CaCO₃ terhadap sifat mekanis kuat tarik dan impak?

1.3 Batasan masalah

Pada penelitian ini diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya menggunakan material *polypropylene* dengan variasi persentase kandungan *filler* CaCO₃ 5, 15 dan 25%.
2. Melakukan analisa hasil pengujian kuat tarik dan impak.
3. Proses fabrikasi materil *polypropylene* dengan kandungan *filler* CaCO₃ menggunakan mesin *injection molding* M 70B.
4. Standar pengujian kuat tarik mengacu pada ISO 527-1a dan pengujian impak mengacu pada ISO 179-1.

1.4 Tujuan penelitian

Berdasarkan batasan masalah diatas tujuan penelitian ini adalah :

1. Melakukan fabrikasi material *polypropylene* dengan variasi kandungan *filler* CaCO₃ 5, 15 dan 25% menggunakan metode *injection molding*.
2. Pengujian kekuatan tarik dan impak material *polypropylene* dengan variasi kandungan *filler* CaCO₃ 5, 15 dan 25%
3. Mendapatkan nilai pengujian kuat tarik dan impak pada spesimen *multipurpose* material *polypropylene* dengan variasi kandungan *filler* CaCO₃ 5, 15 dan 25%.
4. Dapat mempelajari nilai sifat mekanis pengujian tarik dan impak dari material *polypropylene* dengan persentase kandungan *filler* yang berbeda-beda.

1.5 Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat mempelajari proses manufaktur mesin *injection molding*.
2. Dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya dan dapat terus dikembangkan dalam pembuatan material *polypropylene* dengan variasi kandungan *filler* CaCO₃ yang berbeda-beda.

1.6 Sistem Penulisan

Sintematika penulisan tugas akhir ini disusun dengan sistematis sebagai berikut:

1. BAB I, merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan manfaat penelitian.
2. BAB II, membahas mengenai tinjauan pustaka yang berisi penelitian – penelitian terdahulu terkait topik penelitian pada tugas akhir, dan berisi dasar teori yang mencangup materi pendukung penelitian.
3. BAB III, merupakan bab yang membahas metode penelitian mencangup alat dan bahan yang digunakan, skema penelitian, dan tahapan penelitian.
3. BAB IV, memuat hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan.
4. BAB V, bab yang berisi kesimpulan dari penelitian yang telah digunakan dan saran untuk mengembangkan.