

### Program Studi Teknik Mesin

### Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: **KARAKTERISASI SIFAT MEKANIS KOMPOSIT LIMBAH COATING / POLYPROPYLENE DENGAN VARIASI UKURAN MIKROPARTIKEL LIMBAH COATING**

Judul Naskah Publikasi: **KARAKTERISASI SIFAT MEKANIS KOMPOSIT LIMBAH COATING / POLYPROPYLENE DENGAN VARIASI UKURAN MIKROPARTIKEL LIMBAH COATING**

Nama Mahasiswa: **Nanda Panji Wibowo**

NIM: **20140130188**

Pembimbing 1: **Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.**

Pembimbing 2: **Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc.**

Hal yang dimintakan persetujuan \*:

<input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Indonesia	<input checked="" type="checkbox"/> Naskah Publikasi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Inggris	<input type="checkbox"/> Judul Naskah Publikasi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*beri tanda ✓ di kotak yang sesuai

Tanda Tangan  
Nama Mahasiswa

Tanggal 21-10-2019

### Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

Disetujui

Tanda Tangan  
Dosen Pembimbing

Tanggal 21-10-2019

Tanda Tangan  
Ketua/Sekretaris Program Studi

Berti P. Kamuel, Ph.D.

Tanggal 21-10-2019

Formulir persetujuan ini mohon diletakkan pada lampiran terakhir pada naskah TA.

# KARAKTERISASI SIFAT MEKANIS KOMPOSIT LIMBAH COATING/POLYPROPYLENE DENGAN VARIASI UKURAN MIKROPARTIKEL LIMBAH COATING

Nanda Panji Wibowo<sup>1</sup>, Harini Sosiati<sup>2</sup>, Cahyo Budiyanoro<sup>3</sup>  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Brawijaya, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183  
e-mail: nandapanji04@gmail.com

---

## INTISARI

Saat ini komposit plastik sudah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti peralatan rumah tangga, *furniture*, dan otomotif. Material komposit terdiri dari matrik dan *filler*. *Polypropylene* sebagai matrik sudah digunakan dalam industri otomotif karena harganya yang terjangkau dan sifat bahan yang elastis dan ringan. Ada banyak limbah coating yang belum digunakan secara optimal, oleh karena itu penelitian ini mencoba menggunakannya sebagai pengisi komposit interior kendaraan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel limbah *coating* terhadap sifat *bending* dan kekerasan komposit limbah *coating/polypropylene*.

Penelitian ini dilakukan dengan membuat spesimen multipurpose sesuai dengan standar ISO 294-1: 2012. Spesimen dari bahan komposit polypropylene diisi dengan 15% lapisan limbah coating dan ukuran partikel tanpa ayakan, 200 mesh, dan 400 mesh dibuat menggunakan metode injection molding. Tes mekanis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah bending dan kekerasan, masing-masing mengacu pada standar ISO 178 dan ASTM D2240.

Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat *bending* pada komposit dengan filler limbah coating *as- received*, 200 mesh, 400 mesh tidak mengalami kenaikan yang signifikan, akan tetapi modulus elastisitasnya mengalami kenaikan masing-masing sebesar 1,26 GPa, 1,37 GPa, 1,39 GPa, dan 1,48 GPa. Nilai kekerasan pada komposit *Polypropylene* dengan filler limbah coating *as- received*, 200 mesh 400 mesh masing-masing sebesar 59,36, 64,57, dan 65,93 shore D. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan filler limbah coating membuat modulus elastisitasnya spesimen meningkat sehingga menjadikannya lebih kaku.

Kata Kunci: *Polypropylene*, *injection molding*, *bending*, kekerasan.

## Abstract

Currently, plastic composites are widely used in daily life, such as household appliances, furniture, and automotive. The composite material consists of a matrix and a filler. Polypropylene as a matrix has been used in the automotive industry because of its affordable price and elastic and lightweight material properties. There is abundant coating waste powder that has not yet used optimally. Therefore, this research tried to use it a composite filler for vehicle interiors. This study aims to determine the effect of coating waste particle size on the bending properties and hardness of the composite waste coating/polypropylene.

This research was conducted by making multipurpose specimens according to ISO 294-1: 2012 standard. The specimens from polypropylene composite materials filled with 15% waste coating and particle sizes of as-received particles, 200 mesh, and 400 mesh were fabricated using injection molding method. Mechanical tests carried out in this research were bending and hardness refer to ISO 178 and ASTM D2240 standard, respectively.

The results showed that the bending strength value of composite as-received, 200 mesh, 400 mesh did not increase significantly, but the modulus of elasticity increased by 1.26 GPa, 1.37 GPa, 1.39 GPa and 1.48 GPa. The hardness value on Polypropylene composites with as-received waste coating filler, 200 mesh 400 mesh is 59.36, 64.57, and 65.93 shore D. , respectively. Based on those it can be concluded that the addition of a waste coating filler makes the modulus of elasticity of the specimen increase so that it makes it stiffer.

**Keywords:** Polypropylene, injection molding, bending, hardness.

## 1. PENDAHULUAN

Penggunaan bahan plastik untuk komponen kendaraan pada interior banyak digunakan oleh industri otomotif, karena keunggulan dari bahan plastik ialah harga yang terjangkau dan mudah didapat. Sifat bahan plastik yang elastis, tahan korosi dan ringan banyak digunakan sebagai interior yaitu *dashboard* daripada bahan logam dalam komponen kendaraan. Interior kendaraan juga bisa sebagai bantalan yang membantu mengurangi resiko cedera jika mengalami kecelakaan. *Polypropylene* merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan pada pembuatan komponen interior kendaraan. Penggunaan bahan plastik pada interior kendaraan dapat mengurangi beban dan menekan penggunaan bahan bakar yang berlebih pada kendaraan (Perdana dkk, 2016). Penelitian tentang *polypropylene* dengan penambahan *filler bentonite* dilakukan oleh Morales dkk (2015) untuk mencari sifat mekanis pengujian tarik. Dari hasil pengujian didapat nilai kuat tarik sebesar 50,48 MPa.

Fikri dkk (2017), sudah melakukan penelitian tentang komposit *polypropylene* dengan penambahan *filler* kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) 5%, 15%, dan 25% dengan metode *injection molding* untuk mencari sifat mekanis uji tarik dan *impact*. Pada pengujian tarik tertinggi pada *polypropylene/CaCO<sub>3</sub>* dengan penambahan *filler* 15% didapat kuat tarik sebesar 24,59 MPa dan *impact* 102,63 J/cm<sup>2</sup>.

Adeosun dkk (2013) melakukan penelitian tentang *polypropylene/CaCO<sub>3</sub>* dengan variasi kandungannya 0- 40 % menggunakan metode *hot press*, pada penelitian yang dilakukan nilai tegangan tarik dari kandungan 25%  $\text{CaCO}_3$  mengalami kenaikan nilai *Ultimate Tensile Stress* mencapai 84% sebesar 7,5 MPa, tetapi semakin banyak kandungan  $\text{CaCO}_3$  membuat penurunan pada ketahanan impaknya, pada 25%  $\text{CaCO}_3$  penurunan ketahanan impak mencapai 12%.

Budiyantoro, Cahyo dkk (2018) melakukan penelitian tentang komposit *polypropylene/CaCO<sub>3</sub>* dengan metode *injection molding* untuk mencari sifat mekanis uji tarik dan impak. Pada uji Tarik didapat hasil 24,9 MPa dan modulus elastisitas sebesar 0,968 GPa, uji impak didapat hasil 168 j/cm<sup>2</sup>.

Penelitian *polypropylene* dengan *filler*  $\text{CaCO}_3$  dilakukan oleh Bimantara, Alfian Kresna (2018) menggunakan metode *injection molding* untuk mencari sifat mekanis uji tarik, bending, dan kekerasan. Pada pengujian tarik didapat hasil tertinggi 34,62 MPa, bending didapat hasil tertinggi 48,08 MPa, dan kekerasan didapat hasil tertinggi 69,7.

Fu S.F. dkk (2007) melakukan penelitian tentang efek ukuran partikel dan penambahan volume partikel pada sifat mekanis komposit. Penelitian yang dilakukan yaitu komposit PP/ $\text{CaCO}_3$  dengan kandugan 10% dengan ukuran partikel 21 nm dan 39 nm dengan nilai modulus tertinggi sebesar 1,4 GPa.

Buasri A (2012) melakukan penelitian komposit *polypropylene/CaCO<sub>3</sub>* untuk mencari sifat mekanis uji tarik dan kekerasan. Pengujian tarik didapat hasil tertinggi 33,26 MPa dan modulus elastisitas 1,12 GPa, sedangkan kekerasannya didapat hasil tertinggi 70,3.

Penelitian pada komposit *polypropylene/CaCO<sub>3</sub>* dengan perbandingan 70 : 30 % menggunakan *injection molding* sudah dilakukan oleh Liang J. Z, dkk (1998) untuk mencari sifat mekanis komposit. Pengujian yang dilakukan yaitu kuat tarik, uji impak, dan kekerasan untuk mencari nilai kekakuan dan kekuatannya. Dari penelitian yang dilakukan dengan penambahan *filler*  $\text{CaCO}_3$  dengan perbandingan 70:30 % didapatkan nilai modulus elastisitas sebesar 2,845 GPa dan kekerasan sebesar 70,50.

Serbuk limbah *coating* yang ada dimanfaatkan secara maksimal, oleh karena itu serbuk limbah *coating* tersebut dimanfaatkan sebagai *filler* komposit *polypropylene*. Limbah *coating* didapat dari PT.ATMI, limbah tersebut dihasilkan dari sisa pelapisan benda logam. Adapun produk yang dihasilkan oleh PT.ATMI yaitu: tool cart, tool cupboard, dan locker series.

*Polypropylene* (PP) merupakan bahan plastik semi kristalin yang bersifat ulet dan tahan terhadap temperatur tinggi. Pada kasus tertentu *polypropylene* mampu bersifat getas dan mudah patah saat dicampur dengan *filler* (komposit). Material data *sheet polypropylene* menunjukkan nilai



kuat tarik sebesar 34,0 MPa, dan modulus elastisitas 1280 MPa (Lides dkk, 2012).

Pada penelitian ini peneliti menggunakan komposit *polypropylene* dengan penambahan *filler* 15% dan perbandingan variasi mikropartikel saringan 200 *mesh*, 400 *mesh*, dan *as received* limbah coating dengan metode *injection molding*. Sifat mekanis yang dilakukan yaitu: bending dan kekerasan untuk mencari nilai modulus elastisitas dan kekerasan untuk menentukan karakteristik bahan bersifat elastis atau tidak. Penggunaan *filler* 15% mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Bimantara (2018) tentang  $\text{CaCO}_3$ /*polypropylene* sebagai pembanding untuk mengetahui apakah hasil dari uji bending limbah *coating/polypropylene* lebih baik dari  $\text{CaCO}_3$ /*polypropylene*.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian tentang komposit *polypropylene* menggunakan *filler* limbah coating dengan variasi ukuran partikel perlu dilakukan agar komposit limbah *coating/polypropylene* yang akan digunakan dalam bidang otomotif memiliki banyak keunggulan. Dari hasil variasi ukuran partikel, dapat diketahui apakah limbah *coating* lebih baik dari *filler* lainnya. Pada penelitian ini bahan yang digunakan yaitu komposit limbah *coating/polypropylene* dengan pembanding karakteristik sifat mekanis komposit  $\text{CaCO}_3$ /*polypropylene*.

## 2. METODE

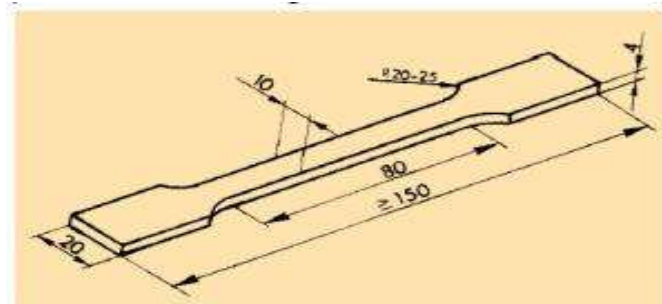
### 2.1 Material

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *polypropylene homopolymer* HI10HO yang memiliki *melt flow rate index* ( $230^{\circ}\text{C}/216\text{kg}$ ) 10g/10min dan densitas sebesar  $0,903\text{g}/\text{cm}^3$  sebagai material matriks. *Polypropylene* merupakan biji plastik yang berbentuk bulat dan berwarna bening, *polypropylene* merupakan biji plastik yang mudah diproses dan juga multifungsi. Pengaplikasian di industri juga sudah banyak dijumpai, contohnya pada komponen elektronik, komponen otomotif, dan wadah kemasan. Limbah coating sebagai pengisi yang didapat dari PT. Akademi Teknik Mesin Industri

### 2.2 Pembuatan Spesimen Multipurpose

Spesimen *multipurpose* dibuat dari *polypropylene* HI10HO dan limbah *coating* yang sudah dilakukan penimbangan dengan perbandingan *polypropylene* dan limbah *coating* 85% : 15%. Ada tiga variasi spesimen yang dibuat yaitu limbah *coating/polypropylene* dengan perlakuan pada limbah *coating as-received*, disaring menggunakan 200 *mesh* dan 400 *mesh*. Spesimen *multipurpose* difabrikasi dengan metode *injection molding type* Meiki 70B dengan kapasitas *clamping* maksimum 70 ton, dioperasikan pada kondisi temperatur *barrel*  $150\text{-}200^{\circ}\text{C}$  dalam waktu siklus 42 detik. Pembuatan spesimen *multipurpose* mengacu pada international standart (ISO) 294-1.

Bentuk dan ukuran spesimen multipurpose



Panjang bentang : 150 mm  
Lebar : 20 mm

Panjang gauge : 80 mm  
Tebal : 4 mm



**Gambar** Spesimen multipurpose polypropylene HI10HO

Keterangan :

*Polypropylene* murni

*Polypropylene* / limbah coating as-received

*Polypropylene* / limbah coating 200 mesh

*Polypropylene* / limbah coating 400 mesh

### 2.3 Uji mekanis dan karakterisasi

Pengujian mekanis dilakukan pada spesimen *multipurpose* yang telah difabrikasi. Pengujian *bending* dilakukan dengan mengacu pada standar ISO 178 menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM) di Akademi Teknik Mesin Industri dengan rate speed pengujian 10mm/min dengan panjang span 64 mm. Pengujian kekerasan menggunakan model Shore D dengan mengacu pada standar ASTM D2240 pada lima sampel dan diuji pada 3 titik

setiap spesimennya. Morfologi patahan hasil uji bending diamati menggunakan mikroskop optik makro.



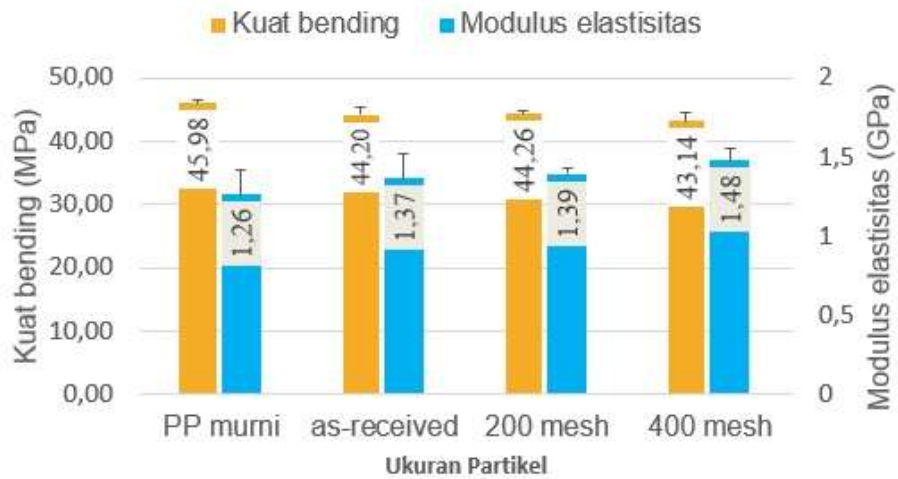
Gambar hasil uji bending

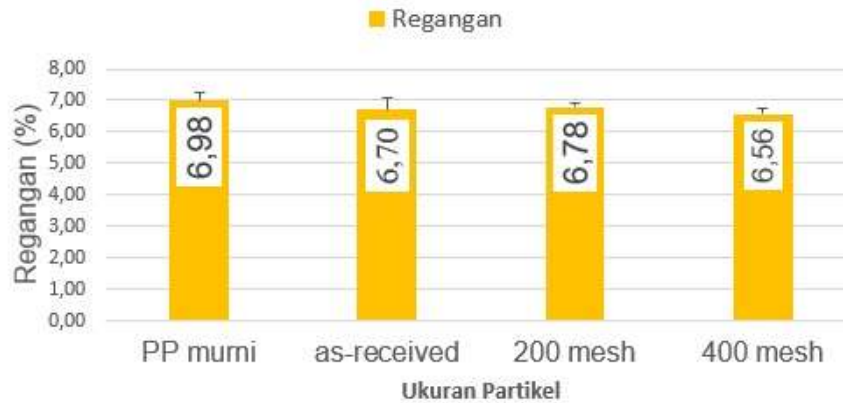


Gambar uji kekerasan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis Pengujian Mekanis Kuat Bending





**Gambar 3.1.** Grafik kekuatan, modulus elastisitas dan regangan *bending*

Pada gambar 3.1 dijelaskan hasil dari pengujian *bending polypropylene* murni dan limbah *coating/polypropylene* variasi *as- received*, *200 mesh*, *400 mesh* dapat dianalisa bahwa nilai kuat *bending* mengalami penurunan sejalan. Terlihat bahwa nilai tertinggi yaitu *polypropylene* murni dengan nilai 45,98 MPa, sedangkan komposit limbah *coating* bermatriks *polypropylene* nilai terendah yaitu limbah *coating/polypropylene* *400 mesh* dengan nilai 43,14 MPa. Dengan adanya itu dikarenakan partikel limbah *coating* menggumpal dan tidak merata ketika proses *injection molding* sehingga kurang merata menjadikan nilai kuat *bending*nya menurun. Adanya penggumpalan filler limbah *coating* dapat dilihat menggunakan foto optik makro yang terdapat pada gambar 3.2.

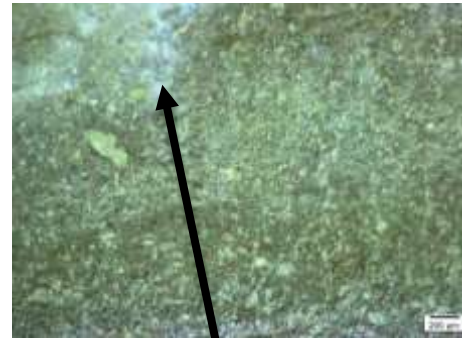
Nilai modulus elastisitas limbah *coating/polypropylene* mengalami kenaikan yang sejalan dengan nilai yang paling tinggi adalah komposit limbah *coating/polypropylene* variasi *400 mesh* dengan nilai 1,48 GPa dan nilai yang paling rendah adalah komposit *polypropylene* murni dengan nilai 1,26 GPa. Penambahan *filler* yang semakin banyak membuat modulus elastisitasnya meningkat yang berarti komposit menjadi lebih sulit untuk mengalami perubahan bentuk atau lengkung apabila dibandingkan dengan spesimen variasi yang lainnya dalam penelitian ini.

Nilai regangan mengalami penurunan yang sejalan., untuk *polypropylene* dengan penambahan limbah *coating* nilai regangannya menurun tetapi tidak signifikan karena spesimen yang dicampur limbah *coating* menjadi lebih padat dan kaku sehingga nilai regangannya semakin menurun. Ppenambahan *filler* limbah *coating* membuat material komposit menjadi lebih kuat dan kaku.

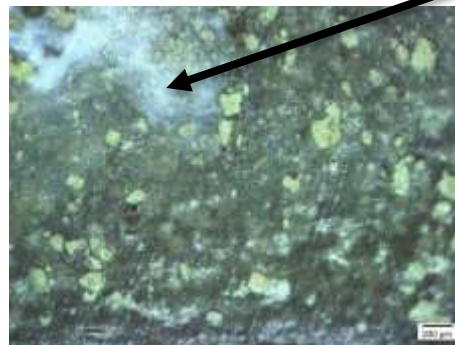


As received

200 mesh



400 mesh

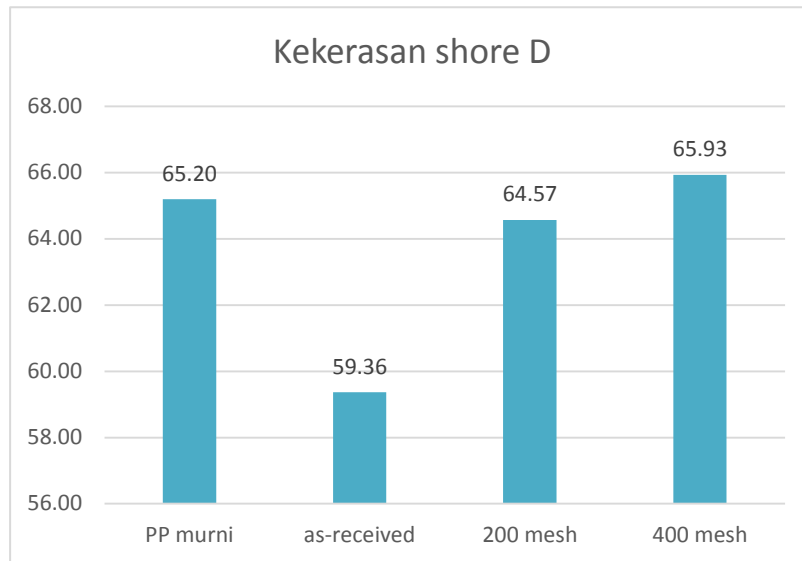


Polypropylene murni

Gambar 3.2 Foto makro limbah *coating/polypropylene* variasi as received, 200 mesh, dan 400 mesh

Gambar diatas merupakan hasil uji optik makro pada permukaan spesimen limbah *coating/polypropylene*. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa penyebaran limbah *coating* spesimen as received lebih merata dibandingkan dengan 200 mesh dan 400 mesh. Variasi 200 mesh terdapat gumpalan-gumpalan kecil limbah *coating* dan ada warna putih yang menunjukkan itu adalah *polypropylene* murni sehingga *filler* limbah *coating* tidak tersebar secara merata. Pada variasi 400 mesh banyak gumpalan-gumpalan besar yang menyebabkan nilai kuat bendungnya paling rendah dan penyebarannya pun tidak merata sehingga menyebabkan adanya *polypropylene* murni yang tidak tercampur.

### 3.2 Analisis Pengujian Kekerasan



Nilai kekerasan *shore D* *polypropylene* murni dan limbah *coating/polypropylene*

Gambar diatas menjelaskan bahwa hasil dari spesimen *polypropylene* murni dan limbah *coating/polypropylene* dengan variasi *as received*, 200 mesh, dan 400 mesh untuk nilai kekerasannya mengalami penurunan dan peningkatan dengan nilai tertinggi 65,93 shore D pada variasi 400 mesh, karena ukuran partikel limbah *coating* 400 mesh lebih kecil dan gumpalan-gumpalan filler yang dapat dilihat pada foto makro yang ada diatas sehingga membuat spesimen menjadi lebih padat. Sedangkan nilai terendahnya 59,36 shore D pada variasi *as received* karena ukuran partikel limbah *coating* yang lebih besar sehingga spesimen kurang padat.

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian sifat mekanis tentang pengaruh ukuran mikropartikel pada bahan *limbah coating/polypropylene*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil analisa pengujian kuat *bending* material *polypropylene* dengan filler limbah *coating* menunjukkan bahwa nilainya mengalami penurunan yang sejalan pada setiap variasi ukuran mikropartikel limbah *coating* dengan nilai tertinggi 45,98 MPa pada *polypropylene* murni dan terendah 43,14 MPa pada variasi 400 mesh karena banyaknya gumpalan-gumpalan besar filler limbah *coating*, sedangkan modulus elastisitas pada pengujian *bending* mengalami peningkatan pada setiap variasi ukuran mikropartikel limbah *coating* daripada *polypropylene* murni dengan nilai tertinggi 1,48 GPa dan yang terendah 1,26 GPa. Untuk regangannya mengalami penurunan dikarenakan adanya penambahan filler limbah *coating* sehingga membuatnya menjadi lebih kaku.

2. Hasil foto makro menunjukkan bahwa distribusi filler tidak merata dan banyaknya gumpalan pada variasi filler 200 mesh dan 400 mesh.
3. Hasil analisa pengujian kekerasan *polypropylene* dengan *filler* limbah *coating* mengalami penurunan dan peningkatan dengan nilai tertinggi yaitu 65,93 shore D pada variasi *filler* 400 *mesh* dan yang terendah yaitu 59,36 shore D pada limbah *coating/polypropylene* variasi 200 mesh.
4. Dari poin 1 dapat disimpulkan bahwa komposit limbah *coating/polypropylene* memiliki kekuatan mekanis yang lebih rendah dari perbandingan, sehingga ditinjau dari penelitian ini bahwa komposit limbah *coating/polypropylene* perlu dikembangkan agar bisa digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan komponen interior kendaraan pada dunia otomotif.

## 5. REFERENCES

### Journal:

- [1] Adeosun S.O., Usman M.A., Ayoola W.A., Bodude M.A., 2013. "Physico-Mechanical Responses of Polypropylene-CaCO<sub>3</sub> Composite". Department of Metallurgical and Materials Engineering, University of Lagos, Lagos, Nigeria.
- [2] Angel C.D., Morales A.B., Pardo F.N., Lozano T., Lafleur P.G., Valdes S.S., Colunga G.M., Vargas E.R., Alonso S., Zitzumbo R., 2015, "Mechanical and rheological properties of polypropylene/bentonite composites with stearic acid as an interface modifier", Jurnal of Applied Polymer Science, Mexico.
- [3] Bimantara, A. K., 2018, "Karakterisasi Sifat Mekanis Komposit CaCO<sub>3</sub>/ Polypropylene Dengan Variasi Ukuran Mikropartikel CaCO<sub>3</sub>", Department of Mechanical Engineering, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- [4] Buasri A., Chaiyut N., Borvornchettanuwat K., Chantanachai N., and Thonglor K., 2012. "Thermal and Mechanical Properties of Modified CaCO<sub>3</sub> /PP Nanocomposites", International Journal of Chemical, Molecular, Nuclear, Materials and Metallurgical Engineering Vol:6, No:8, hal (689-693).
- [5] Budiyanoro, C., Sosiati, H., Kamiel B.P., Fikri M.L.S., 2018 "The Effect Of CaCO<sub>3</sub> Filler Component On Mechanical Properties Of Polypropylene", Jurnal Materials Science and Engineering, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- [6] Fanani Z., Miksusanti, Desnelli, 2003, "Biodegradation Of Polyblend Polypropilene- Palm Oil-Amylum By Bacillus Subtilus And Clostridium Botulinum", Indonesian Jurnal of Chemistry, 160-165.
- [7] Fikri M.L.S., Budiyanoro C., Sosiati H., 2017. "Komparasi Sifat Mekanisme Polypropylene Dengan Variasi Presentase Kandungan Filler CaCO<sub>3</sub>". Jurnal Material dan Proses Manufaktur, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- [8] Firdaus, Tjitro S. 2002. "Studi Eksperimental Pengaruh Paramater Proses Pencetakan Bahan Plastik Terhadap Cacat Penyusutan (Shrinkage) Pada Benda Cetak Pneumatics Holder". Jurnal

- Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra, 4(2), 75-80.
- [9] Fu S.F., Feng X.Q., Lauke B., May Y.W., 2007. “*Effects of particle size, particle/matrix interface adhesion and particle loading on mechanical properties of particulate–polymer composites*”. Chinese Academy of Sciences, Department of Engineering Mechanics, pp. 933-961, China.
- [10] Liang J. Z., Tang C. Y., Li R. K. Y., and Wong T. T., 1998. “*Mechanical Properties of Polypropylene/CaCO<sub>3</sub> Composites*”. Department of Physics and Materials Science, Vol. 4, No. 4 China.
- [11] Perdana M., Yulsardi R.P., 2016. . “Pengaruh *Fraksi* Volume Penguat Terhadap Kekuatan Lentur *Green Composite* Untuk Aplikasi Pada Bodi Kendaraan”. Jurnal ipteks terapan Research of Applied Science and Education, vol: 9, pp (276-284).