

# KEKERASAN FILAMENT HASIL EKSTRUSI BERBAHAN DASAR LIMBAH PLASTIK LOW DENSITY POLYTHYLENE DENGAN METODE EKSTRUSI

Muhammad Ali Chandra<sup>1\*</sup>, Muhammad Farid Hidayat<sup>2</sup>

Politeknik Bosowa, Makassar<sup>1</sup>

AKA Manufaktur Bantaeng, Makassar<sup>2</sup>

Program Studi Perawatan Perbaikan Mesin Politeknik Bosowa, Makassar<sup>1\*</sup>

Program Studi Perawatan Mesin, Bantaeng<sup>2</sup>

\*Coressponding Author Email: muhammadalichandra@gmail.com

Kontak Person: Muh.Ali Chandra

085235809787

Jalan kapasa Raya No.23 Kapasa Kecamatan Tamalanrea, Daya,  
Kec Biringkanaya, kota Makassar, Sulawesi selatan 90245

## Abstrak

*Plastik Low Density Polythylene (LDPE) merupakan salah satu material yang banyak digunakan oleh industri sebagai kemasan. Lebih buruknya pelaku industri manufaktur tidak menempatkan isu lingkungan sebagai focus utama dalam penyediaan barang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik limbah plastic LDPE yang dibentuk menjadi filamen untuk aplikasi filamen 3D printing. Variabel penelitian yang di analisis ialah temperature sampel uji 170°C, 180°C, 190°C, 200°C, 210°C, dan 220°C. Proses analisis filamen ialah dengan memebentuk limbah plastic LDPE menjadi filamen 3D printing menggunakan mesin ekstrusi sampah plastic. Selanjutnya dilakukan uji kekerasan dengan menggunakan alat digital Shore A Durometer Hardness. Hasil uji kekerasan yang diperoleh ialah spesimen suhu 210°C memiliki nilai kekerasan tertinggi yakni berkisar pada 83 – 89,5 HA. Sedangkan spesimen suhu 180°C memiliki nilai kekerasan terendah yakni berkisar antara 59,5 – 71,5 HA.*

*Kata Kunci: Mesin roll pada hollow; besi pipa; besi hollow; speed reducer; diameter lingkaran*

## 1. Pendahuluan

Banyak plastik yang diproduksi akan berakhir di alam yang salah satunya dampaknya menimbulkan kerusakan pada makhluk hidup dan lingkungan. Jumlah plastik yang didaur ulang dari plastik yang diproduksi jauh lebih sedikit dan kebutuhan daur ulang plastik dan daur ulang sekarang merupakan tugas penting (Purwaningrum, 2016)[1]. Dampak yang bisa ditimbulkan oleh keberadaan sampah plastik ialah pencemaran lingkungan karena polusi plastik bisa bertahan hingga bertahun-tahun lamanya [2]. Hingga saat ini penanganan sampah plastik belum terlalu diperhatikan oleh beberapa industri manufaktur dalam memproduksi barang. Karena para pelaku industri manufaktur tidak menempatkan fokus utama pada isu lingkungan. Selain itu, beberapa industri hanya menggunakan plastik sebagai bahan dalam produksi tanpa memikirkan untuk mendaur ulang (recycling) menjadi produk baru. Hal tersebut mengakibatkan tidak adanya penanganan sampah plastik dari industri itu sendiri, padahal tingkat produksi sampah plastik di dunia terus meningkat hingga sekitar 381 juta ton di tahun 2015 [3].

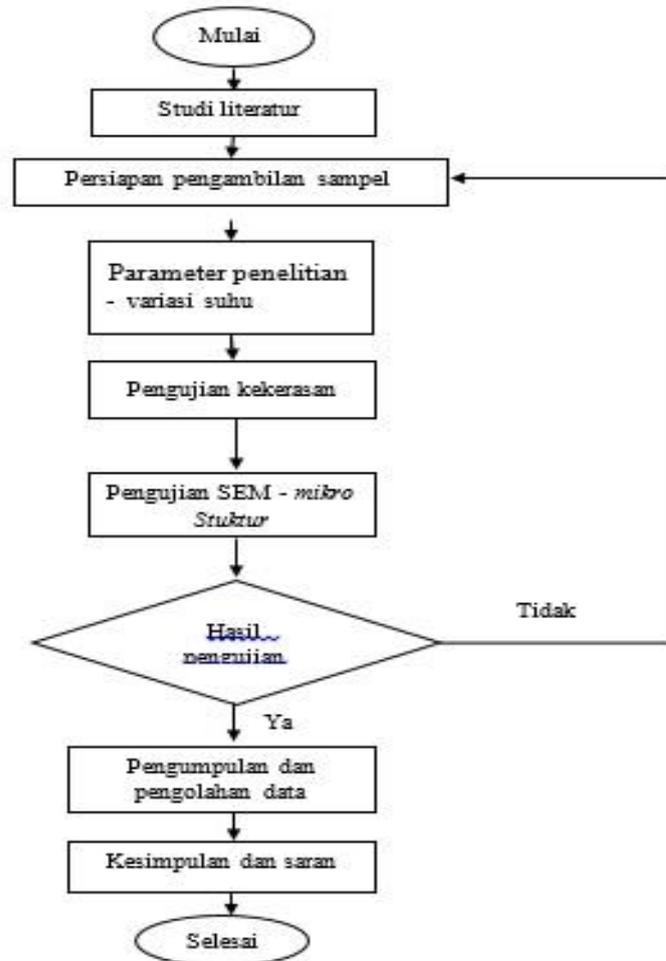
Proses ekstrusi plastik adalah teknik terkenal yang banyak digunakan dalam industri polimerisasi. Untuk menghasilkan produk plastik berkualitas baik, suhu di setiap zona harus diatur dan dikontrol dengan tepat.

Proses ekstrusi plastik adalah proses pembuatan di mana plastik mentah dilebur dan dibentuk menjadi barang yang menghasilkan profil yang terus menerus seperti pipa / tabung, pagar, dek, pagar, bingkai jendela, film plastik, dan isolasi kawat. Proses umum dimulai dengan memasukkan bahan plastik, seperti pelet, butiran, serpih, atau bubuk dari hopper ke dalam tong ekstruder. Bahan tersebut secara bertahap dicairkan oleh energi mekanik yang dihasilkan oleh memutar sekrup, dan oleh pemanas yang diatur sepanjang laras. Polimer cair kemudian dipaksa ke dalam bentuk yang mengeras selama pendinginan. Salah satu pemanfaatan mesin ekstrusi ialah hasil ekstrusi tersebut menghasilkan filamen 3D printing. Filamen 3D printing yang berbahan dasar sampah plastik merupakan salah satu solusi untuk industri manufaktur dalam mengurangi keberadaan sampah plastik saat ini. Keunggulan ekstrusi 3D printing ialah proses manufaktur lebih ramah lingkungan serta menghemat biaya dan dapat membuat sesuai kustomisasi. Sedangkan parameter proses yang mempengaruhi pada pencetakan mesin, (proses ekstruksi) yakni Suhu nozzle, suhu meja kerja, serta jalur dan kecepatan nozzle adalah variabel pemrosesan penting yang mempengaruhi kinerja bagian cetakan akhir (Dries Vaes,et, all. 2020)[4]. Pengolahan filamen 3D printing dari sampah plastik juga akan memberikan efek positif untuk industri manufaktur plastik dan tenaga kerjanya. Hal ini dikarenakan jumlah produksi plastik tidak perlu ditekan (reduced) karena plastik yang tidak digunakan akan diolah kembali oleh mesin 3D printing yang menggunakan filamen berbahan dasar sampah plastik.

Untuk mendapatkan level performansi dari proses mesin ekstrusi sesuai yang diharapkan, maka dianggap perlu untuk melakukan analisa limbah plastik kategori low density polythylene pada mesin extruder dengan menghasilkan filament 3D printing, sehingga dapat diketahui parameter pengontrolan yang tepat dari hasil lelehan mesin ekstrusi dan diharapkan dapat membuat kinerja mesin extruder menjadi lebih efisien untuk menghasilkan filamen 3D printin

## 2. Metode Penelitian

. Pada penelitian ini akan melakukan metode eksperimental Proses uji SEM- mikro struktur dan hardness durometer. Adapun flowchart tahapan penelitian ialah sebagai berikut:.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Kegiatan penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan diantaranya ialah;

### 1) Persiapan penelitian

Persiapan penelitian dilaksanakan diantaranya ialah menyiapkan sampah plastik jenis low density polyethylene yaitu limbah sampah plastik. Plastik tersebut terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran dan debu. Siapkan mesin ekstruder dan pastikan tidak ada lelehan plastik didalam barrel mesin. Periksa kelengkapan dan kesiapan mesin ekstruder sebelum digunakan.

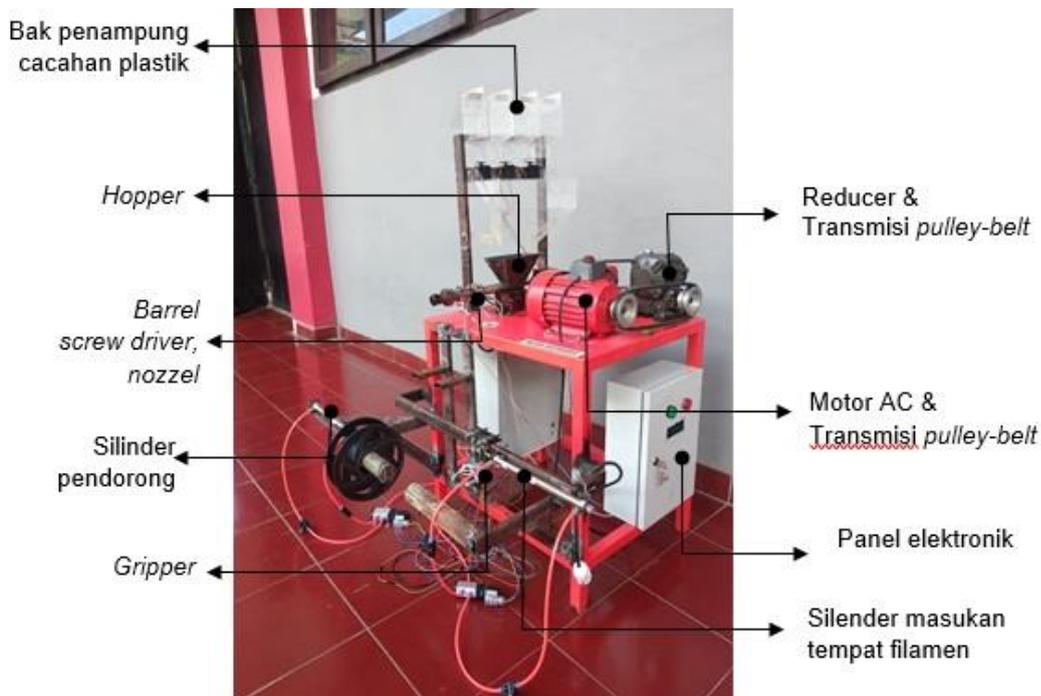
### 2) Pengambilan sampel di mesin ekstruder

Setelah persiapan telah dilaksanakan, tahapan pengambilan sampel uji dilakukan. Pada tahapan ini, akan dilakukan pengambilan sampel uji kekerasan dengan masing-masing 3 sampel setiap jenis suhu dan jenis putaran motor. Adapun suhu yang akan diuji dalam melelehkan plastik ialah 170°, 180°, 190°, 200°, 210° dan 220°. Dalam proses pengambilan sampel, akan

digunakan dua jenis kecepatan putar motor yaitu 72 rpm dan kecepatan pengerolan 54 rpm Kecepatan Sampel yang akan diuji ialah sampel yang berbentuk solid. Ketika pada saat proses ekstrusi terdapat sampel yang tidak berbentuk solid maka dikategorikan sampel pada suhu atau putaran motor tersebut tidak bisa dijadikan rekomendasi untuk digunakan.

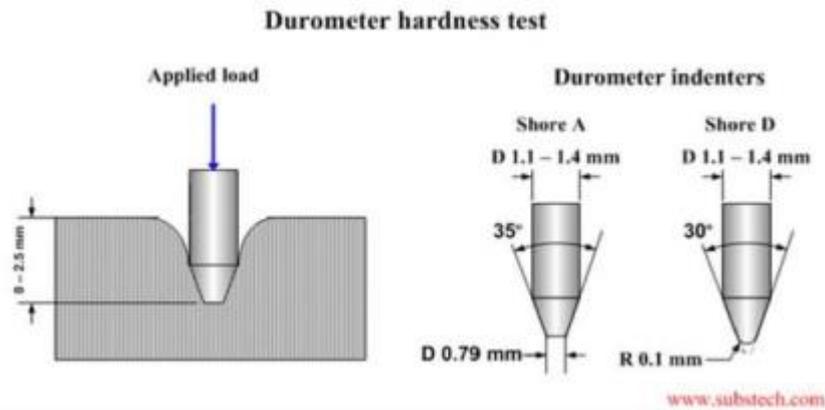
Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah sebagai berikut :

- a. Bahan ; Bahan yang digunakan pada penelitian limbah sampah plastic LDPE. Limbah plastik digunakan sebagai dasar pengolahan menjadi filamen dengan menggunakan mesin ekstruder.
- b. Mesin ekstruder



Gambar 2 Mesin Ekstruder  
Sumber: (subtech, 2021)

3) Pengujian yang digunakan ialah Pengujian Kekerasan Shore A durometer



Gambar 3 Skema pengujian Shore A (subtech, 2021)

**3. Hasil dan pembahasan**

Hasil atau data dari pengujian alat Proses Permesinan Pada Mesin Ekstruder menghasilkan Sampel produk Plastik LDPE mengalami perubahan diameter setelah mengalami Proses Permesinan Pada Mesin Ekstruder, hal ini dapat kita amati Pada Tabel 1 dibawah ini.

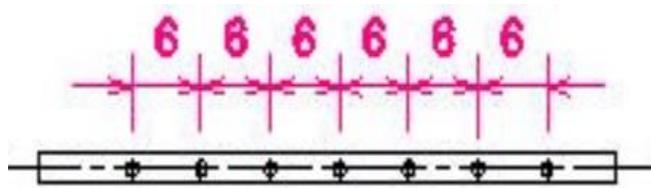
**Tabel 1.** Data Proses Permesinan Pada Mesin Ekstruder

No	Suhu (°C)	Waktu (Menit)	Diameter Nozzle (mm)	Diameter Rata - Rata Sampel (mm)	Standar Deviasi (%)
1	170	29.06	1.75	1.672	0.51
2	180	29.04	1.75	1.428	0.43
3	190	29.02	1.75	1.398	0.42
4	200	28.57	1.75	1.226	0.37
5	210	28.49	1.75	1.128	0.34
6	220	28.01	1.75	0.906	0.29

Dari Tabel 1, dapat diketahui bertambahnya temperatur (170 °C, 180 °C ,190 °C,200 °C, 210 °C dan 220 °C) akan semakin berkurangnya waktu proses permesinan dan juga semakin berkurangnya diameter sampel. Nilai diameter rata – rata terbesar ada pada suhu 170 °C yakni 1.672 mm dengan waktu 29.06 menit dan nilai diameter rata – rata terkecil ada pada suhu 220 °C) yakni 0.906 mm dengan waktu 28.01 menit. pada suhu 220 °C Diameter nya bertambah kecil

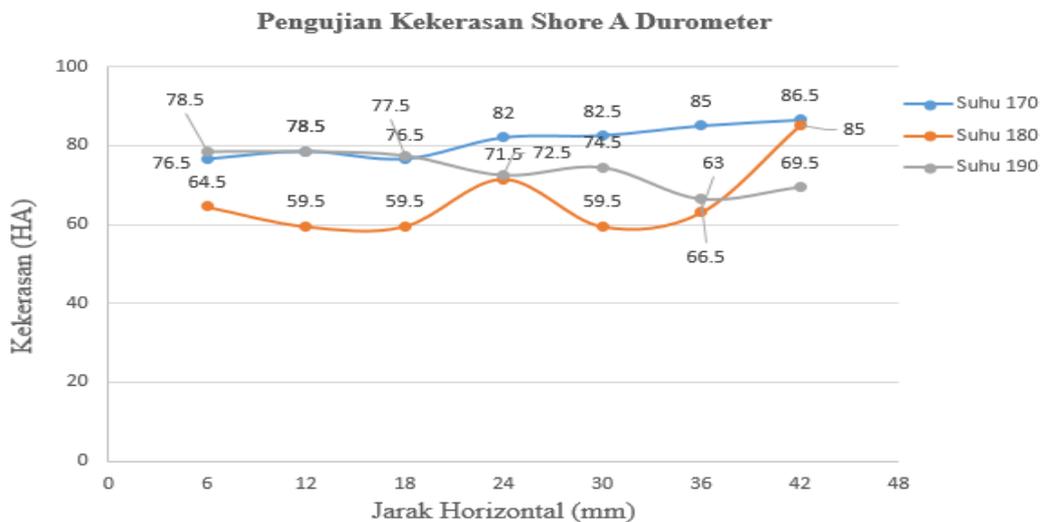
secara signifikan hal ini disebabkan karena heat input bertambah besar akibatnya terjadi pelunakan termal yang mana plastik kondisi lebih cepat mencair.

Selanjutnya hasil pengujian kekerasan dilakukan pada sampel (sampah) plastik LDPE. Spesimen dengan kekerasan tertinggi yaitu pada suhu 210°C Spesimen dengan kekerasan terendah yaitu pada suhu 180 °C, Hasil pengujian pada variasi temperatur dengan menggunakan *Hardness of Shore A* atau nilai kekerasan menggunakan *Shore A* dan untuk masing -masing spesimen dilakukan pengujian kekerasan pada bidang horozintal dengan 7 titik seperti pada gambar 3 dibawah ini

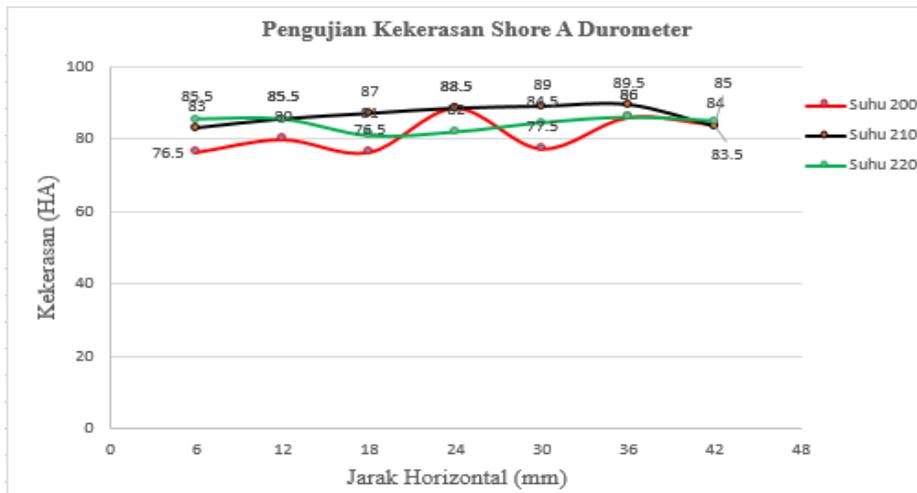


Gambar 4. Pengujian Kekerasan Shore A Durometer Hardness Plastik LDPE (ASTM D2240)

Distribusi nilai kekerasan dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6,



Gambar 5 . Grafik Distribusi Kekerasan Plastik LDPE Pada Suhu 170°C, 180 °C dan 190 °C



Gambar 6. Grafik Distribusi Kekerasan Plastik LDPE Pada Suhu 200 °C, 210 °C dan 220 °C

Pada Gambar 6 terlihat bahwa kekerasan pada spesimen suhu 210°C mempunyai kisaran nilai kekerasan yang paling tinggi dibandingkan dengan spesimen suhu 200°C dan 220°C, kekerasan spesimen pada suhu 210°C yaitu berkisar 83 – 89.5 HA. Sedangkan pada spesimen suhu 200°C kekerasan tertingginya yaitu berkisar 76,5 – 86 HA, begitupula pada spesimen suhu 220°C kekerasan tertinggi yakni berkisar 81 – 85.5 HA. Kekerasan suhu spesimen pada suhu 210°C ini sangat tinggi disebabkan adanya penurunan suhu kadar *amorf* dalam material semakin banyak, kandungan *amorf* ini sifatnya getas dan keras (Asror, M.F, 2003). Pada Gambar 5 terlihat bahwa kekerasan pada spesimen suhu 180°C mempunyai nilai kekerasan yang paling rendah dibandingkan dengan spesimen suhu 170°C dan 190°C, Nilai kekerasan terendah pada spesimen suhu 180 °C yakni berkisar 59,5 – 71,5 HA, Spesimen suhu 170°C memiliki nilai kekerasan tertinggi yakni 76,5 – 8,5 HA sedangkan pada spesimen suhu 190°C kekerasannya dengan nilai 66,5 – 78,5 HA.

Dari grafik distribusi kekerasan *Shore A Durometer*, tingginya temperatur pada proses Pembuatan (ekstrusi) Sampah Plastik LDPE, Sangat mempengaruhi nilai kekerasannya, namun jika semakin tinggi temperatur juga memungkinkan penurunan nilai kekerasan, hal ini terjadi perbedaan nilai kekerasan pada setiap pengujian karena efek dari kecepatan yang terlalu lambat yang mengakibatkan material terlebih dahulu membeku dan diakibatkan oleh penyebaran temperatur yang tidak merata [5]. Selain itu ada banyaknya parameter proses yang mempengaruhi pada pencetakan mesin, (proses ekstruksi sampah) yakni Suhu nozzle, pendingin, suhu meja kerja, serta jalur dan kecepatan nozzle adalah variabel pemrosesan penting yang mempengaruhi kinerja bagian cetakan akhir [4].

#### **4. Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan ini dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Semakin tinggi temperatur akan meningkatkan nilai kekerasan pada proses pembuatan (ekstrusi). Pada penelitian ini spesimen suhu 210°C memiliki nilai kekerasan tertinggi yakni berkisar pada 83-89.5 HA. Sedangkan spesimen suhu 180°C) memiliki nilai kekerasan terendah yakni berkisar antara 59,5-71,5 HA.
2. Tingginya temperatur pada proses Pembuatan (ekstrusi) Sampah Plastik LDPE, Sangat mempengaruhi nilai kekerasannya, namun jika semakin tinggi temperatur juga memungkinkan penurunan nilai kekerasan, hal ini disebabkan banyaknya parameter proses yang mempengaruhi pada pencetakan mesin, (proses ekstruksi sampah) yakni suhu nozel, kecepatan pendinginan pengerolan, serta jalur dan kecepatan nozel, ekstrusi adalah variabel pemrosesan penting yang mempengaruhi kinerja bagian cetakan akhir

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. P. Purwaningrum, “Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan,” Indones. J. Urban Environ. Technol., vol. 8, no. 2, p. 141, 2016, doi:10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421.
- [2]. Karuniastuti, Nurhenu. 2013. “Bahaya Plastik Terhadap Kesehatan dan Lingkungan.” Forum Teknologi 03 (1).
- [3]. Geyer, Roland, Jenna R Jambeck, dan Kara Lavender Law. 2017. “Production , use , and fate of all plastics ever made,” no. July: 25–29.
- [4]. Vaes, D., & Van Puyvelde, P. (2021). Semi-crystalline feedstock for filament-based 3D printing of polymers. Progress in Polymer Science, 118, 101411. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2021.101411>.
- [5]. Suawandi, Agri dkk. 2018. "Analisa Pengaruh Temperatur Injection Moulding Terhadap Kekerasan Matrial Komposit Polyurethane Berpenguat 15% fv Carbon Black" . Jakarta. Univeritas Pancasi

