

# Rancang Bangun Mesin “Tipipiel One” Pengolah Sampah Plastik Menjadi Biji Plastik Dengan Metode *Pelletizing*

## *Design and Building "Tipipiel One" For Processing Plastic Waste Become Plastic Pellets Using Pelletizing Method*

Sumayya Syarafina<sup>1</sup>, Saipul Bahri\*<sup>2</sup>, Rosita Dwityaningsih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap  
Email: <sup>1</sup>sumayyasyarafina@gmail.com, <sup>2</sup>saipulbahri@pnc.ac.id, <sup>3</sup>rosita.dwityaningsih@pnc.ac.id

\*Penulis korespondensi: saipulbahri@pnc.ac.id

### ABSTRAK

Kehidupan manusia modern saat ini masih sulit dilepaskan dari penggunaan plastik. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang setiap harinya dengan total 189 ribu ton sampah per hari sedangkan sebesar 15% dari hasil tersebut merupakan sampah plastik dengan total 28,4 ribu ton sampah plastik per hari. Sampah plastik tersebut akan semakin menumpuk jika dibiarkan terus menerus tanpa adanya pengolahan, sehingga dapat menimbulkan permasalahan lingkungan dan dapat menimbulkan masalah kesehatan. Oleh karena itu dibuatnya Mesin “Tipipiel One” sebagai alternatif untuk mengolah sampah plastik khususnya jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) menjadi biji plastik menggunakan metode *pelletizing* yang terdiri dari empat proses yaitu pelelehan, pencetakan, pendinginan dan pemotongan sampai dihasilkan biji plastik. Keberhasilan pembuatan mesin “Tipipiel One” dapat dilihat dari kualitas biji plastik yang dihasilkan oleh mesin. Suhu optimal untuk melelehkan sampah plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) menggunakan Mesin “Tipipiel One” yaitu sebesar 200 °C. Kapasitas mesin sebesar 0,08 kg/jam dikarenakan ukuran barel yang kecil. Sedangkan energi listrik yang dibutuhkan untuk mesin “Tipipiel One” selama 8 jam beroperasi yaitu 9,372 kWh. Dengan adanya mesin “Tipipiel One” diharapkan dapat mengurangi tumpukan sampah yang ada di lingkungan serta mencegah adanya pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh sampah plastic

**Kata kunci:** plastik, bijih, pelletizing, sampah, lingkungan

### ABSTRACT

A modern human life is difficult to be separated from plastic. According to data from the Ministry of Environment (KLH), the population of Indonesia produces 0.8 kg of waste per person every day with a total of 189 thousand tons of waste per day, while 15% of this result is plastic waste with a total of 28.4 thousand tons of plastic waste. per day. The plastic waste will accumulate if left continuously without any processing, so that it can cause environmental problems and can cause health problems. Therefore, the "Tipipiel One" machine was made as an alternative to process plastic waste, especially the type of Polyethylene Terephthalate (PET) into plastic pellets using the pelletizing method which consists of four processes, that is melting, printing, cooling and cutting until plastic pellets are produced. The success of making the "Tipipiel One" machine can be seen from the quality of the plastic pellets produced by the machine. The optimal temperature for melting Polyethylene Terephthalate (PET) plastic waste using the "Tipipiel One" machine is 200 °C. The capacity of this machine only reaches 0.08 kg/hour due to the very small barrel size. Meanwhile, the electrical energy required for the "Tipipiel One" engine for 8 hours of operation is 9.372 kWh. With the "Tipipiel One" machine, it is hoped that it can reduce the pile of garbage in the environment and prevent environmental pollution caused by plastic waste.

**Keywords:** plastic, pellets, pelletizing, waste, environment.

## 1. PENDAHULUAN

Kehidupan manusia modern saat ini sulit dipisahkan dari plastik. Salah satunya karena kemasan plastik telah banyak menggantikan kemasan kaca dan kaleng. Industri makanan di Indonesia dominan

menggunakan kemasan plastik yang jumlahnya mencapai 80%. Kemasan plastik yang fleksibel banyak digunakan untuk membungkus, menyimpan dan mengemas mencapai 53% dan kemasan plastik kaku sudah banyak digunakan sebagai kemasan minuman [1]. Berdasarkan data yang bersumber dari Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang/ hari dan apabila dijumlah menghasilkan 189 ribu ton sampah per hari. Dimana 15% merupakan sampah plastik dengan total 28,4 ribu ton per hari [2]. Setelah Cina, Indonesia masuk peringkat dunia pada urutan kedua yang menghasilkan sampah plastik pada perairan sampai 187,2 juta ton [3]. Jumlah sampah plastik yang dihasilkan setiap harinya akan terus menumpuk apabila tidak ada pengolahan yang tepat untuk meminimalisir timbunan sampah plastik tersebut.

Sampah merupakan benda atau bahan padat yang tidak terpakai kembali dalam aktivitas manusia dan pada akhirnya tidak dimanfaatkan [4] [4]. Berdasarkan Undang-Undang yang berlaku di Indonesia telah dijelaskan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Pengelolaan sampah perlu dilakukan untuk kesehatan lingkungan dan keberlanjutan lingkungan. Asas tanggung jawab, asas berkelanjutan, asas manfaat, asas keadilan, asas kesadaran, asas kebersamaan, asas keselamatan, asas keamanan, dan asas nilai ekonomi merupakan asas dasar dalam pengelolaan lingkungan [5]. Sampah merupakan permasalahan nasional yang perlu dilakukan pengelolaan secara komprehensif dan terpadu dari hulu ke hilir. Akan tetapi pada saat ini masih sering ditemukan permasalahan yang terjadi baik pada bagian hulu maupun hilir. Permasalahan di sektor hilir seperti kesadaran masyarakat akan pengelolaan sampah masih sangat kurang karena tingkat pengetahuan yang rendah, sedangkan permasalahan hulu seperti keterbatasan fasilitas dan kurang optimalnya sistem yang diterapkan oleh Tempat Pembuangan Akhir (TPA) [6].

Apabila tidak dikelola dengan baik, sampah plastik sangat berpotensi mengakibatkan pencemaran lingkungan karena sampah plastik sulit untuk terdegradasi. Apabila sampah plastik ditimbun pada penimbunan akhir akan menimbulkan banyak permasalahan seperti: sampah plastik akan menempati lahan yang harusnya dapat digunakan untuk menempatkan sampah lainnya, kemudian karena sampah plastik ringan dan tanah penutup akhir yang tidak baik, plastik akan terangkat ke permukaan dan mengotori lingkungan sekitar, kemudian apabila terjadi kebakaran, plastik akan menimbulkan zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan. Selain itu penumpukan sampah akan menjadi sarang bagi jentik nyamuk yang akan menimbulkan masalah kesehatan, seperti penyakit kulit dan diare pada musim hujan [7]. Dampak lain seperti pemandangan yang tidak enak atau menurunnya nilai estetika lingkungan, serta mencemari dan mengganggu kondisi perairan [8].

Plastik adalah material makromolekul yang terbentuk melalui proses polimerisasi dengan penggabungan molekul utama berupa karbon dan hidrogen menjadi molekul yang berukuran besar (makromolekul atau polimer) melalui proses kimia. Naphta merupakan salah satu bahan baku yang sering digunakan dalam proses pembuatan plastic [9].

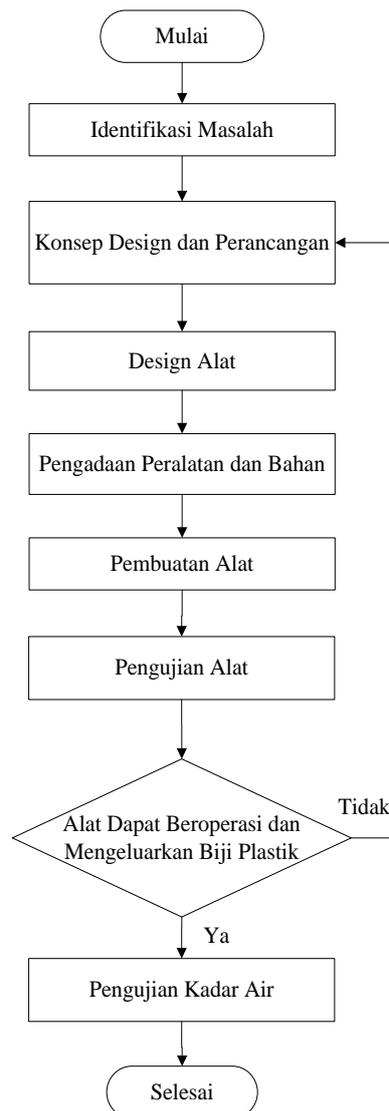
Ketahanan plastik terhadap perubahan suhu, plastik terbagi menjadi dua jenis yaitu *thermosetting* dan *thermoplastic*. Ketahanan plastik *thermosetting* adalah plastik yang telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali jika dipanaskan walaupun menggunakan suhu tinggi melainkan akan berubah menjadi arang dan terurai. Sedangkan ketahanan plastik *thermoplastic* merupakan bahan plastik yang apabila dipanaskan dengan temperatur tertentu, dapat mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan [10] [10]. Adapun contoh *thermoplastic* yang dapat di daur ulang yaitu *Acrylic (Perspex)*, *Polyethylene (Polythene)*, *Polypropylene*, *Poly Vinyl Acetate (PVA)*, *Poly Vinyl Chloride (PVC)*, *Polystyrene* dan ABS serta PTFE (Teflon) [11].

Berdasarkan permasalahan di atas, penulis merancang dan membuat mesin pengolah sampah plastik menjadi biji plastik sederhana yang diberi nama "Tipipiel One". Mesin ini terdiri dari 4 proses yaitu pelelehan, pencetakan, pendinginan dan pemotongan. Mesin pembuatan biji plastik sendiri sebenarnya sudah ada skala industrinya. Namun belum ada yang membuat mesin pembuat biji plastik dengan skala kecil yang lengkap sampai terbentuk biji plastik. Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya [12] alat yang dibuat hanya berupa proses pelelehan, pencetakan dan pemotongan tanpa adanya pendinginan. Proses yang dilakukan kurang tepat karena biji plastik yang dihasilkan memiliki kualitas yang kurang baik jika dilihat dari warna dan permukaan yang tidak licin serta tidak dilakukan pengujian kadar air untuk membuktikan bahwa kualitas biji plastik yang dihasilkan sudah baik. Sehingga dibuatnya mesin "Tipipiel One" dengan kebaruan yang dimunculkan berupa mesin pembuat biji plastik dengan skala kecil yang telah mencakup proses pelelehan sampai terbentuknya biji plastik dengan sistem terbuka. Dengan dibuatnya mesin pengolahan sampah plastik menjadi biji plastik sederhana "Tipipiel One" diharapkan dapat

mengurangi volume sampah plastik yang ada dilingkungan sehingga dapat meminimalisir dampak negatif yang akan ditimbulkan, serta meningkatkan nilai estetika lingkungan. Selain itu dapat meningkatkan nilai ekonomis sampah plastik melalui proses *recycle* menjadi biji plastik.

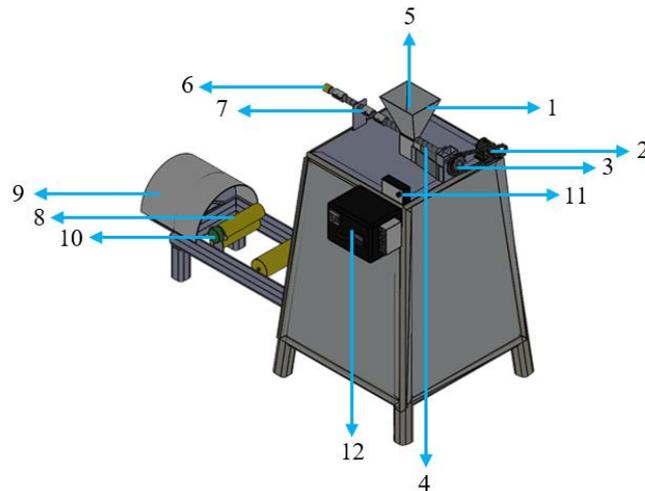
## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah studi pustaka. Metode ini digunakan untuk melakukan analisis terhadap pokok permasalahan yang ingin dilakukan oleh peneliti. Proses perancangan mesin dapat dilihat pada *flowchart* sistem. Adapun *flowchart* sistem berfungsi untuk menggambarkan lebih detail mengenai proses perancangan mesin Tipipel One. Gambar 1 merupakan *flowchart* keseluruhan sistem yang dilakukan dalam penelitian.



**Gambar-1.** *Flowchart* Perancangan Mesin “Tipipel One”

Pembuatan desain Mesin “Tipipel One” menggunakan *software Solidwork 2017*. Desain dalam perancangan ini dibuat berdasarkan kebutuhan yang telah ditentukan. Berikut ini merupakan desain perancangan.



**Gambar-2.** Desain Mesin "Tipipiel One"

Keterangan:

- |                                    |                        |
|------------------------------------|------------------------|
| 1. Hopper                          | 7. Band Heater         |
| 2. Dinamo Stater Motor Honda Grand | 8. Roller              |
| 3. Spocket dan Rantai Keteng       | 9. Mata Pisau          |
| 4. Barrel                          | 10. Motor Sinkronisasi |
| 5. Screw                           | 11. Speed Controller   |
| 6. Nozzle                          | 12. Panel Listrik      |

Sebagian besar bagian alat terbuat dari 5 bahan yaitu: besi, baja, seng galvanis, *stainless steel* dan kuningan. Bahan besi digunakan pada pembuatan rangka utama dan rangka dudukan pemotong, untuk bahan baja digunakan pada mata pisau dan screw. Kemudian bahan seng galvanis digunakan sebagai penutup rangka utama dan penutup mata pisau, bahan *stainless steel* digunakan pada pipa pelelehan dan *band heater*. Sedangkan bahan kuningan digunakan pada pembuatan *nozzle*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Assembly

Persiapan yang dilakukan sebelum proses *assembly* yaitu pengadaan alat dan bahan. Jika alat dan bahan yang dibutuhkan sudah ada dapat di buat dan disusun sesuai desain awal. Kemudian dilakukan proses penggabungan (*assembly*) untuk seluruh komponen yang telah dibuat, diperlihatkan pada Gambar 3. Proses ini dilakukan menggunakan mur baut dan *rivet*. Setelah semua komponen tersusun dengan baik selanjutnya dilakukan penyambungan kabel agar mesin dapat dioperasikan.



**Gambar-3.** Hasil *Essembly* Mesin "Tipipiel One"

### 3.2 Uji Fungsi Alat

Uji fungsi merupakan proses pengujian pada setiap fungsi komponen yang ada di mesin Tipipiel One yang bertujuan untuk mengetahui fungsi setiap komponen pada mesin. Adapun komponen yang dilakukan pengujian, seperti pada Tabel 1.

**Tabel-1.** Hasil Uji Fungsi Alat

No	Komponen	Berfungsi		Cara Pengujian	Keterangan
		Ya	Tidak		
1.	<i>Band heater</i>	✓	-	<i>Band heater</i> dinyalakan dan diatur pada suhu yang sudah ditentukan kemudian diamati perubahan suhunya dalam waktu tertentu.	<i>Band heater</i> berfungsi sebagai pemanas untuk memanaskan <i>barrel</i> sampai suhu yang diinginkan. Setelah dilakukan uji fungsi <i>band heater</i> dapat menaikkan suhu yang diinginkan.
2.	<i>Termostat</i> dan <i>Thermocouple</i>	✓	-	Membandingkan hasil suhu yang tertera di termostat dengan alat test pengukur suhu.	<i>Termostat</i> dan <i>Thermocouple</i> saling berhubungan untuk membaca suhu yang ada pada <i>barrel</i> . Setelah dilakukan pengujian kedua komponen tersebut berfungsi dengan baik untuk membaca suhu <i>barrel</i> .
3.	Dinamo Penggerak <i>Screw</i>	✓	-	Dinamo yang terhubung <i>screw</i> dinyalakan, sambil memasukan cacahan plastik ke dalam <i>hopper</i> untuk mengetahui dinamo kuat untuk menggerakkan <i>screw</i> saat diisi dengan cacahan plastik.	Dinamo dapat berfungsi dengan baik untuk menggerakkan <i>screw</i> untuk mentransfer cacahan plastik dari <i>hopper</i> ke <i>nozzle</i> .
4.	Dinamo Penggerak Mata Pisau	✓	-	Dinamo Penggerak yang sudah terhubung dengan mata pisau dinyalakan dan diujikan untuk memotong silinder plastik hasil lelehan plastik.	Dinamo penggerak mata pisau berfungsi dengan baik untuk memotong.

### 3.3 Hasil Biji Plastik

Parameter-parameter untuk mengetahui kualitas biji plastik PET daur ulang yaitu viskositas intrinsik, kerapatan curah dan kadar air. Namun karena viskositas intrinsik dan kerapatan curah belum bisa diujikan karena keterbatasan laboratorium dan jasa pengujian yang belum ada maka hanya kadar air yang dapat dilakukan pengujian. Untuk mendapatkan data kadar air biji plastik, dilakukan pengujian kadar air skala laboratorium dengan metode gravimetri sesuai dengan SNI 8424:2017



**Gambar-4.** Hasil Biji Plastik

Setelah dilakukan pengujian kadar air pada biji plastik yang dihasilkan oleh mesin *Tipipiel One* didapatkan hasil 0,16%. Nilai kadar air sudah memenuhi baku mutu yang ditentukan karena tidak melebihi 1%.

### 3.4 Energi Listrik yang digunakan

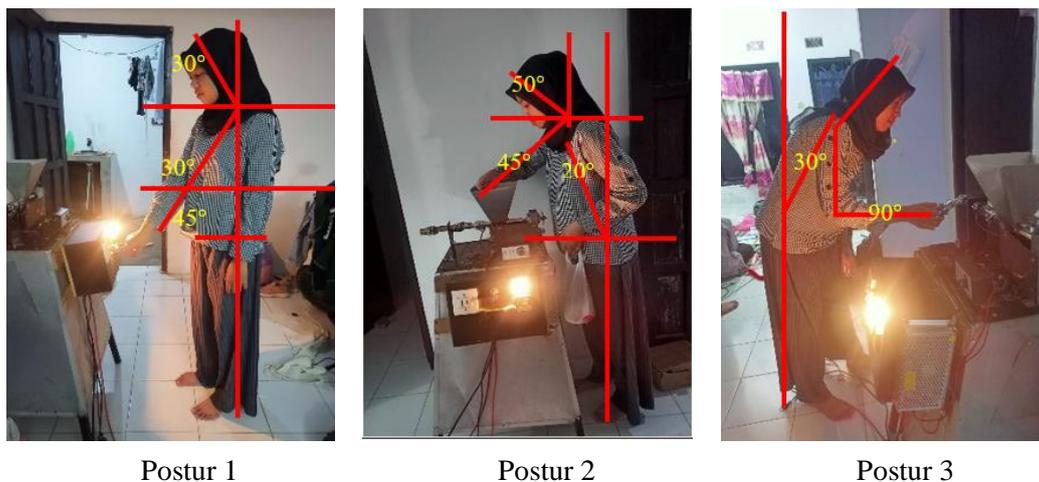
Daya listrik total yang dibutuhkan untuk mengoperasikan mesin *Tipipiel One* yaitu sebesar 1.097,5 Watt atau 1,0795 Kw. Setelah didapatkan daya listrik total dilakukan perhitungan energi listrik yang digunakan selama 8 jam pengoperasian mesin. Prayogo [13] menjelaskan energi listrik selama 8 jam dapat diperoleh dari persamaan (1).

$$\text{Energi 8 jam} = \text{daya (kW)} \times 8 \text{ jam} \quad (1)$$

Setelah dilakukan perhitungan didapatkan hasil sebesar 8,636 Kwh. Jika listrik dirumah termasuk golongan R-1/TR dengan batas daya 901 - 1300 VA, maka akan dikenakan tarif Rp 1.444,70/kWh, sehingga biaya yang dibutuhkan untuk pengoperasian mesin apabila beroperasi 8 hari dalam sebulan yaitu sebesar Rp 99.811.

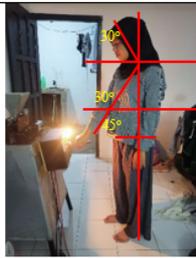
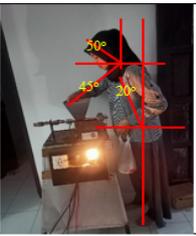
### 3.5 Uji Ergonomi

Uji ergonomi dilakukan dengan menggunakan metode *Rapid Entire Body Assesment* (REBA). REBA adalah sebuah metode hasil pengembangan dalam bidang ergonomi yang digunakan secara cepat untuk menilai posisi kerja pada postur leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki [14], diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar-5. Postur Penilaian REBA

Metode ini juga dipengaruhi faktor *coupling*, beban eksternal yang dialami oleh tubuh serta aktivitas pekerja [15]. Setelah dilakukan penilaian postur tubuh dengan menggunakan metode REBA didapatkan kesimpulan bahwa ketiga postur tubuh dari kegiatan menyalakan mesin (postur 1), memasukan cacahan plastik kedalam *hopper* (postur) dan penarikan lelehan plastik awal (postur 3) secara berurutan mendapatkan nilai 2, 3, 2 sehingga masuk pada *action level*/tingkat tindakan 1 yang berarti memiliki level resiko rendah dengan status mungkin perlu tindakan perbaikan.

Kegiatan	Leher	Punggung	Kaki	Lengan Atas	Lengan Bawah	Pergelangan Tangan	Beban	Genggaman (Coupling)	Nilai REBA	Level Resiko
Menyalakan Mesin										
	Fleksi 30° (skor 2)	Tegak (skor 1)	Tertopang Seimbang (skor 1)	Fleksi 30° (skor 2)	Fleksi 45° (skor 2)	Fleksi 0° (skor 1)	>5 kg (skor 0)	Baik (skor 0)	2	rendah
Memasukan Cacahan Plastik ke dalam Hopper										
	Fleksi 50° (skor 2)	Fleksi 20° (skor 2)	Tertopang Seimbang (skor 1)	Fleksi 45° (skor 2)	Fleksi 60° (skor 1)	Fleksi 0° (skor 1)	>5 kg (skor 0)	Baik (skor 0)	3	rendah
Penarikan lelehan plastik awal										
	Fleksi 10° (skor 1)	Fleksi 30° (skor 3)	Tertopang Seimbang (skor 1)	Fleksi 90° (skor 1)	90° (skor 1)	Fleksi 0° (skor 1)	>5 kg (skor 0)	Baik (skor 0)	2	rendah

Gambar-6. Penilaian Posisi Kerja

### 3.6 Kapasitas Mesin

Tabel-2. Kapasitas Mesin "Tipipiel One"

Jenis Cacahan Plastik yang di Input	Output (kg)	Waktu (s)	Kapasitas/jam (kg)
PET	0,05	2.100	0,08 kg/jam

Prayogo [12] menjelaskan perhitungan kapasitas kerja mesin diperhitungkan melalui jumlah biji plastik yang keluar dari Mesin dalam satu jam menggunakan persamaan (2).

$$ka = \frac{Bo}{t} \times 3600 \quad (2)$$

dengan  $Ka$  adalah kapasitas alat, dengan  $Bo$  adalah massa cacahan botol plastik yang keluar dari mesin dan  $T$  adalah waktu. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan kapasitas mesin hanya 0,08 kg/jam, hasil kapasitas mesin masih sangat sedikit sehingga belum bisa mengelola cacahan plastik dalam jumlah besar dikarenakan ukuran barrel yang sangat kecil.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembuatan Mesin "Tipipiel One" yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa : Mesin *Tipipiel One* berhasil melakukan pengolahan sampah plastik menjadi biji plastik menggunakan metode *pelletizing*, dapat dibuktikan dengan dihasilkannya biji plastik pada suhu 200 °C yang memiliki

kadar air 0,16 %. Hasil tersebut sudah sesuai dengan SNI 8424:2017 yaitu <1%. Energi listrik yang dibutuhkan Mesin *Tipipiel One* selama 8 jam beroperasi yaitu sebesar 8,636 kWh. *Score* uji ergonomi Mesin *Tipipiel One* pada tiga postur sikap kerja didapatkan hasil bahwa semua postur sikap kerja masuk pada *action level*/tingkat tindakan 1 yang berarti memiliki level resiko rendah. Mesin "*Tipipiel One*" hanya memiliki kapasitas sebesar 0,08 kg/jam karena ukuran barel yang sangat kecil. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan modifikasi atau pembaharuan jenis pemanas yang digunakan karena pada penelitian ini masih memanfaatkan daya listrik yang tinggi serta dilakukan *redesign* terhadap posisi pemotong karena pada operasional alat belum berfungsi maksimal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. S. Nasution, "Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik," *Elkawnie J. Islam. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 97–104, Jun. 2015, doi: 10.22373/EKW.V1I1.522.
- [2] Z. Arico and S. Jayanthi, "Pengolahan Limbah Plastik Menjadi Produk Kreatif Sebagai Peningkatan Ekonomi Masyarakat Pesisir," *Martabe J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, p. 1, Jun. 2018, doi: 10.31604/jpm.v1i1.1-6.
- [3] P. Purwaningrum, "Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan," *Indones. J. URBAN Environ. Technol.*, vol. 8, no. 2, pp. 141–147, Dec. 2016, doi: 10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421.
- [4] S. A. Mulasari, "Hubungan Tingkat Pengetahuan Dan Sikap Terhadap Perilaku Masyarakat Dalam Mengolah Sampah Di Dusun Padukuhan Desa Sidokarto Kecamatan Godean Kabupaten Sleman Yogyakarta," *J. Kesehat. Masy. (Journal Public Heal.*, vol. 6, no. 3, Apr. 2013, doi: 10.12928/kesmas.v6i3.1055.
- [5] Undang-Undang Republik Indonesia, *Tentang Pengelolaan Sampah*. 2008.
- [6] S. A. Mulasari, A. H. Husodo, and N. Muhadjir, "Analisis Situasi Permasalahan Sampah Kota Yogyakarta Dan Kebijakan Penanggulangannya," *J. Kesehat. Masy.*, vol. 11, no. 2, p. 259, Feb. 2016, doi: 10.15294/kemas.v11i2.3989.
- [7] M. Z. Elamin *et al.*, "Analysis of Waste Management in The Village of Disanah, District of Sreseh Sampang, Madura," *J. Kesehat. Lingkung.*, vol. 10, no. 4, p. 368, Dec. 2018, doi: 10.20473/jkl.v10i4.2018.368-375.
- [8] J. Kesehatan Masyarakat, S. Asti Mulasari, S. Fakultas Kesehatan Masyarakat, and U. Ahmad Dahlan, "Keberadaan TPS LEGAL DAN TPS Ilegal Di Kecamatan Godean Kabupaten Sleman," *KEMAS J. Kesehat. Masy.*, vol. 9, no. 2, pp. 122–130, Jan. 2014, doi: 10.15294/kemas.v9i2.2839.
- [9] U. B. Surono, "Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak," *J. Tek.*, vol. 3, no. 1, pp. 32–40, 2013.
- [10] I. Okatama, "Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terphthalate (Pet) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik," *J. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 3, p. 20, Mar. 2017, doi: 10.22441/jtm.v5i3.1213.
- [11] D. Andrijono and S. Sufiyanto, "Penyuluhan bagi Masyarakat Peduli Sampah Polimer Termoplastik Kelurahan Rampal Celaket Kecamatan Klojen Kota Malang," *Abdimas J. Pengabd. Masy. Univ. Merdeka Malang*, vol. 6, no. 2, May 2021, doi: 10.26905/abdimas.v6i2.5136.
- [12] T. D. Prayogo, "Rancang Bangun Mesin Pembuat Biji Plastik dengan Kapasitas 1.5 Kg/Jam," Universitas Islam Indonesia, 2020.
- [13] H. Hendro, I. A. Imdam, and K. R. Ivo, "Usulan Perancangan Fasilitas Kerja Dengan Pendekatan Ergonomi Menggunakan Metode Rapid Entire Body Assessment (REBA) di PT Z," *J. Ind. Res. (Jurnal Ris. Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–11, 2016.
- [14] F. Sulaiman and Y. P. Sari, "Analisis Postur Kerja Pekerja Proses Pengeasahan Batu Akik Dengan Menggunakan Metode Reba," *J. Optim.*, vol. 1, no. 1, Sep. 2018, doi: 10.35308/jopt.v1i1.167.