

## ANALISIS ALIRAN FLUIDA *POLYPROPYLENA* (PP) DARI SAMPAH KHUSUS KEMASAN MIE INSTAN PADA MESIN PELEBUR PLASTIK

Umar Mahruf<sup>1</sup>, Deni Shidqi K<sup>2</sup>

Program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

Email: [umahruf@gmail.com](mailto:umahruf@gmail.com)

**Abstrak** ~ Aliran fluida pada mesin pelebur plastik dipengaruhi temperatur dan luas permukaan rambatan. Penelitian bertujuan untuk menganalisis perpindahan panas terhadap waktu dan kecepatan alir fluida *polypropylene* berdasarkan metode simulasi dan eksperimen. Hasil penelitian pada kondisi tertutup menurut simulasi *Solidworks* 2018 mengalami kenaikan *heating rate* 29 °C dengan asumsi ruang 27 °C didapatkan temperatur lebur PP pada menit keenam 203 °C. Berdasarkan eksperimen ukuran: 4, 16, 36, 64, 100 cm<sup>2</sup>, utuh dan remas didapatkan waktu tercepat pada luas area 4 cm<sup>2</sup> dengan waktu 9 detik. Hasil penelitian kecepatan alir pada *reactor chamber* posisi 55 cm berbasis simulasi *Solidworks* 2018 didapatkan kecepatan akhir sebesar 0,004 m/s dan eksperimen didapatkan kecepatan akhir sebesar 0,001 m/s. Simulasi dan eksperimen berbeda karena kondisi simulasi tidak dipengaruhi lingkungan sekitar seperti, tekanan, temperatur, gaya gesek dan titik awal fluida alir.

**Kata Kunci:** *Polypropylene*, *reactor chamber*, *Solidworks* 2018, mesin pelebur plastik, pengolah sampah plastik.

**Abstract** ~ Fluid flow in a plastic smelter is affected by the temperature and surface area of the propagation. The study aims to analyze the heat transfer to the time and velocity of the polypropylene fluid flow based on simulation and experimental methods. The results of the study in closed conditions according to the *Solidworks* 2018 simulation experienced an increase in heating rate of 29 °C assuming a space of 27 °C obtained PP melting temperature in the sixth minute 203 °C. Based on the experiment size: 4, 16, 36, 64, 100 cm<sup>2</sup>, intact and squeeze the fastest time is obtained in the area of 4 cm<sup>2</sup> with a time of 9 seconds. The results of the flow velocity at the 55 cm reactor chamber based on the *Solidworks* 2018 simulation obtained a final speed of 0.004 m / s and experiments obtained a final speed of 0.001 m / s. Simulation and experiments are different because the simulation conditions are not influenced by the surrounding environment such as pressure, temperature, friction and the starting point of the flow fluid.

**Keyword:** *Polypropylene*, *Reactor Chamber*, *Solidworks* 2018, *Plastic Melting Machine*, *Plastic Waste Processing*.

### 1. PENDAHULUAN

Sejak plastik ditemukan pada tahun 1907, penggunaan plastik dan barang-barang berbahan dasar plastik semakin meningkat. Di Indonesia, kebutuhan plastik terus meningkat hingga mengalami kenaikan rata-rata 200 ton per tahun. Akibat dari peningkatan penggunaan plastik ini adalah bertambah pula sampah plastik. Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Dari jumlah tersebut 15% berupa sampah plastik atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik/hari. (Surono, 2014)

Membuat mesin peleburan sampah plastik untuk dijadikan *paving block* sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Pada jalan yang menggunakan *paving block* air hujan masih dapat meresap ke dalam tanah sehingga penurunan permukaan dapat dikurangi.

Mesin pelebur plastik merupakan salah satu mesin yang berguna untuk meleburkan bahan baku plastik yang difokuskan pada penelitian ini yaitu plastik sampah khusus kemasan mie instan, karena dianggap merupakan sumber makanan ke dua setelah nasi di Indonesia.



**Gambar 1.** Mesin pelebur plastik

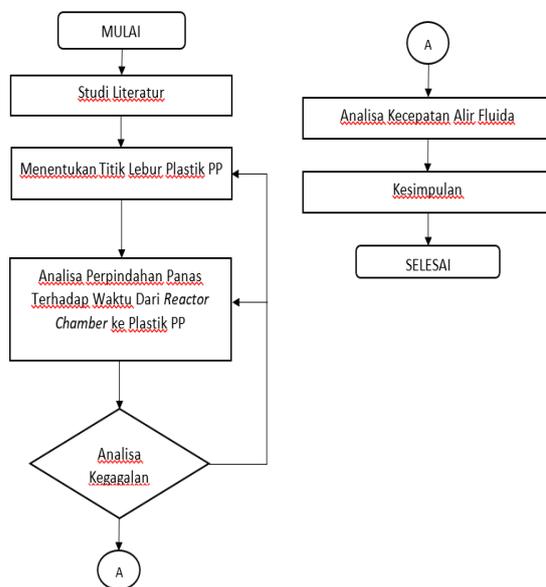
Adapun penelitian yang dilakukan menganalisis perpindahan panas pada PP berdasarkan waktu titik lebur, dan analisis alir kecepatan fluida yang terjadi pada *reactor chamber*.

**2. METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini menjelaskan mengenai analisis aliran fluida *polypropilena* (PP) dari sampah khusus kemasan mie instan pada mesin pelebur plastik.

**2.1 Diagram Alir**

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah metode numerik dan studi eksperimental untuk melengkapi dan memfokuskan data – data dalam penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Diagram alir

**2.1.1 Studi Literatur**

Studi literatur digunakan untuk memahami dasar – dasar teori yang berhubungan dengan proses pelebur plastik.

**2.1.2 Menentukan Temperatur Titik Lebur PP**

Dilakukan perhitungan temperatur agar didapatkan hasil yang maksimal terhadap proses

peleburan plastik kemasan mie instan (*polypropilena*), pada temperatur 200 °C objek plastik mengalami titik lebur.

**2.1.3 Analisa Perpindahan Panas Terhadap Waktu Dari Peleburan Reactor Chamber ke Plastik PP**

Menganalisa perpindahan panas terhadap waktu dari *reactor chamber* terhadap plastik PP sehingga plastik PP dapat melebur dengan efektif menggunakan *software Solidworks 2018*

**2.1.4 Analisis Kegagalan**

Tidak selamanya percobaan peleburan plastik dapat langsung mendapatkan hasil yang memuaskan. Oleh karena itu apabila ditemukan hasil yang tidak sesuai maka proses peleburan harus dilakukan berulang kali untuk hasil yang diinginkan.

**2.1.5 Analisis Kecepatan Alir Fluida**

Setelah melakukan analisa perpindahan panas dari *reactor chamber* terhadap plastik *polypropilena* (PP) dan penyesuaian temperatur terhadap proses peleburan sehingga didapatkan fluida plastik, langkah selanjutnya melakukan analisa kecepatan alir fluida dengan metode :

1. Menggunakan *softwear Solidworks 2018* dengan fitur *flow simulation*.
2. Observasi dengan cara pengamatan langsung dengan sampel obyek yang diteliti.

**2.1.6 Kesimpulan**

Didapatkan hasil dari beberapa analisa data yang telah dilakukan percobaan dan perhitungan dari mesin pelebur plastik.

**2.2 Peralatan Pengujian**

Dalam analisa ini alat dan bahan yang digunakan saat pengukuran dan percobaan adalah sebagai berikut:

Alat Kerja:

1. Mistar
2. Jangka sorong
3. *Stopwatch*
4. Kalkulator
5. Alat tulis
6. Perkakas Tangan
7. *Pyrometer*
8. *Hotplate max 550 °C*
9. Laptop ASUS A 456 UR

Bahan:

1. *Reactor Chamber*  
Material *reactor chamber* yang digunakan dalam penelitian ini adalah tembaga (*Copper*). Berikut ini adalah spesifikasi dari *reactor chamber* material tembaga.



Gambar 3. Reactor Chamber

Tabel 1. Spesifikasi material reactor chamber

Karakteristik Material	Nilai	Satuan
Modulus Elastisitas	110.000	N/mm <sup>2</sup>
Konstanta Elastisitas	0,37	N/A
Modulus Geser	40000	N/mm <sup>2</sup>
Massa Jenis	8900	kg/m <sup>3</sup>
Kekuatan Tarik	394,38	N/mm <sup>2</sup>
Kekuatan Bahan		N/mm <sup>2</sup>
Tegangan luluh	258,646	N/mm <sup>2</sup>
Koefisien Termal	240.000	K
Konduktivitas Termal	390	W/mK
Kalor Jenis	390	J/kgK
Rasio Redaman		N/A
Kekuatan Panas	425	W

2. Sampah bungkus plastik mie instan yang sudah tercacah 2 kg
3. *Thermoelectric*  
Konversi dari perbedaan temperatur menjadi energi, listrik atau sebaliknya
4. *Software Solidworks 2018*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Perhitungan Parameter Input Solidwork 2018

Pada pembahasan analisa aliran fluida PP dari sampah khusus kemasan mie instan pada mesin pelebur plastik didapatkan beberapa hasil antara lain.

##### 3.1.1 Kalor Pada Plastik PP

Pada perhitungan kalor untuk menentukan kalor PP bermassa 2 Kg didapatkan hasil sebagai berikut.

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$Q = 2 \text{ kg} \times 1670 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C} \times (200 ^\circ\text{C} - 27 ^\circ\text{C})$$

$$= 577820 \text{ J}$$

##### 3.1.2 Volume PP Dengan Massa 2 Kg

Untuk menentukan volume plastik PP dengan massa 2 Kg didapatkan hasil sebagai berikut.

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{2000 \text{ g}}{0,94 \text{ g/cm}^3}$$

$$= 2128 \text{ cm}^3$$

##### 3.1.3 Konveksi

Untuk menentukan koefisien perpindahan panas konveksi yang terjadi maka didapatkan hasil sebagai berikut.

$$h = \frac{Q}{\Delta T}$$

- Koefisien perpindahan panas konveksi pada plastik PP

$$h = \frac{577820 \text{ J}}{(473 \text{ K} - 200 \text{ K})} = 3340 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- Koefisien perpindahan panas konveksi pada reactor chamber

$$h = \frac{191614,8 \text{ J}}{(473 \text{ K} - 200 \text{ K})} = 1107 \text{ W/m}^2\text{K}$$

##### 3.1.4 Laju Aliran Massa

Untuk menentukan laju aliran massa pada aliran fluida PP maka didapatkan hasil sebagai berikut.

$$\dot{m} = \rho \times A \times v$$

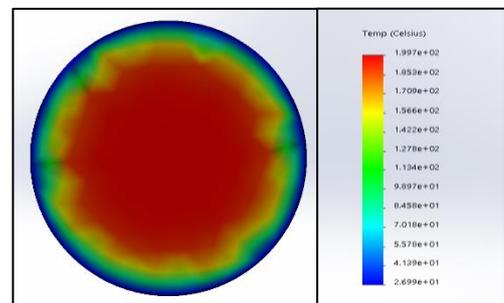
$$\dot{m} = 0,94 \text{ g/cm}^3 \times 18,08 \text{ cm}^2 \times 0,2 \text{ cm/s}$$

$$= 3,40 \text{ g/s} = 0,0034 \text{ kg/s}$$

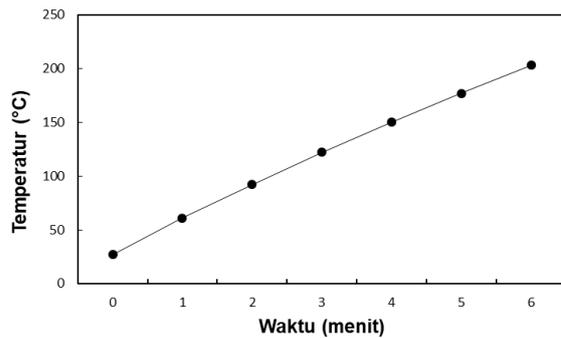
### 3.2 Perpindahan Panas Dan Waktu Peleburan Pada Plastik Pp

Pada proses perpindahan panas terhadap waktu peleburan pada plastik PP ini maka didapatkan beberapa hasil perbandingan simulasi berbasis *Solidworks 2018* dan eksperimen.

#### 3.2.1 Simulasi Perpindahan Panas Berbasis Solidworks 2018



Gambar 4. Simulasi perpindahan panas tampak atas pada plastik PP



**Gambar 5.** Hasil simulasi perpindahan panas kondisi tertutup pada plastik PP

Gambar 5. Hasil perpindahan panas menggunakan simulasi dengan asumsi temperatur ruang 27 °C mengalami kenaikan temperatur pada menit pertama sebesar 61 °C, menit kedua sebesar 92 °C, menit ketiga sebesar 122 °C, menit keempat sebesar 150 °C, menit kelima sebesar 177 °C dan diperoleh temperatur puncak pada menit keenam sebesar 203 °C dengan *heating rate* sekitar 29 °C maka PP sudah melebur pada menit keenam karena titik lebur PP pada temperatur 168 - 190 °C (Mujiarto, 2015).

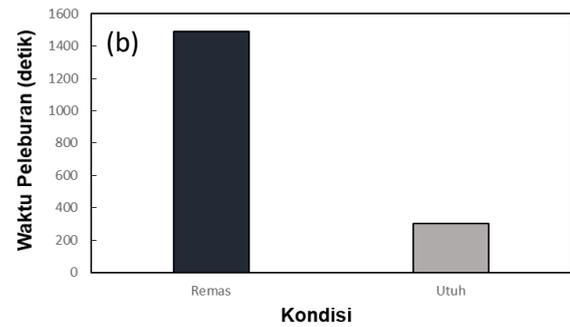
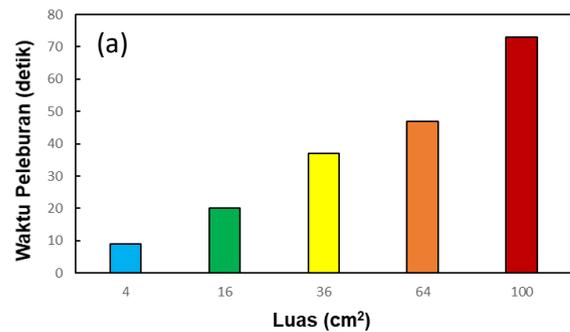
**3.2.2 Perhitungan Perpindahan Panas Secara Eksperimen**

Pada eksperimen ini dilakukan pengambilan beberapa variasi ukuran luas permukaan sampel (seperti ditunjukkan pada Tabel 2) untuk mengkonfirmasi proses perpindahan panas dan waktu peleburan pada plastik PP.

**Tabel 2** Sampel pengukuran perpindahan panas PP

No.	Ukuran (cm)	Waktu Peleburan (detik)
1	4	9
2	16	20
3	36	37
4	48	47
5	100	73

Hasil eksperimen perpindahan panas terhadap waktu peleburan plastik PP juga disajikan berupa grafik seperti dapat dilihat pada Gambar 5.



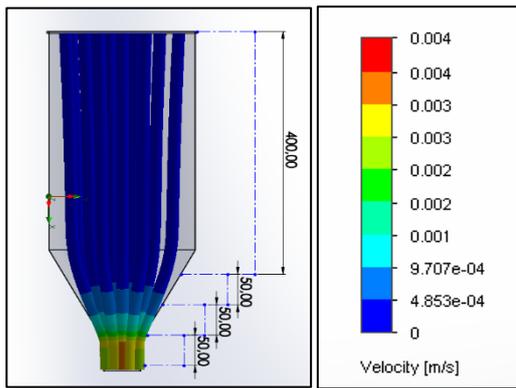
**Gambar 6.** Perbandingan perpindahan panas berdasarkan variasi (a) luas permukaan (b) bentuk sampel pada plastik PP secara eksperimen

Gambar 6(a) eksperimen perpindahan panas menggunakan sampel untuk mengubah *polypropilena* menjadi fluida pada luas area 4 cm<sup>2</sup> memerlukan waktu 9 detik, luas area 16 cm<sup>2</sup> memerlukan waktu 20 detik, luas area 36 cm<sup>2</sup> memerlukan waktu 37 detik, luas area 64 cm<sup>2</sup> memerlukan waktu 47 detik, dan luas area 100 cm<sup>2</sup> memerlukan waktu 73 detik. Pada Gambar 4.3(b) untuk mengubah PP menjadi fluida pada kondisi plastik PP remas memerlukan waktu 1488 detik, sedangkan pada kondisi plastik PP utuh memerlukan waktu 300 detik. Oleh karena itu, berdasarkan hasil eksperimen dua kondisi diatas, luas permukaan dan besar kontak area terhadap hantaran panas mempengaruhi lamanya waktu peleburan plastik PP menjadi fluida.

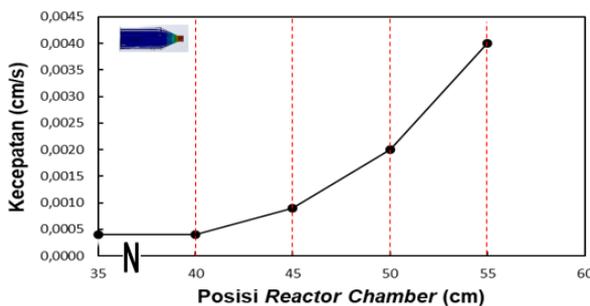
**3.3 Kecepatan Alir Plastik PP Pada Reactor Chamber**

Untuk kecepatan alir PP pada *reactor chamber* mesin pelebur plastik maka didapatkan beberapa hasil dari perbandingan simulasi berbasis *Solidworks 2018* dan eksperimen.

**3.3.1 Simulasi Kecepatan Alir Berbasis Solidworks 2018**



**Gambar 7.** Simulasi distribusi kecepatan alir PP pada *reactor chamber*

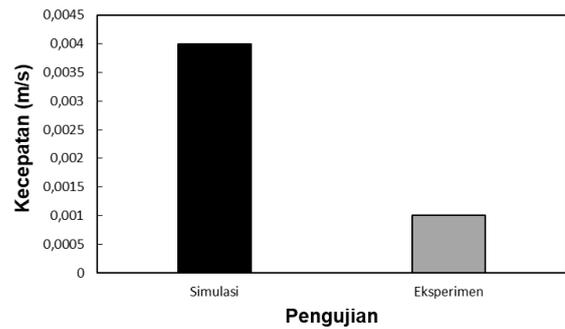


**Gambar 8.** Hasil simulasi kecepatan alir PP untuk setiap posisi (*stage*) pada *chamber reactor*

Gambar 8. kecepatan alir berbasis simulasi didapatkan kecepatan minimal pada posisi 0 – 40 cm sebesar 0,0004 m/s dengan input fluida berdiameter 20 cm pada *reactor chamber*. Pada posisi 45 cm sebesar 0,0009 m/s, posisi 50 cm sebesar 0,002 m/s dan posisi 55 cm didapatkan kecepatan maksimal sebesar 0,004 m/s dengan ukuran *output* fluida berdiameter 5 cm pada *reactor chamber*. Maka menurut hasil simulasi tersebut, tinggi dan tekanan pada *reactor chamber* mempengaruhi kecepatan alir.

### 3.3.2 Validasi Simulasi Berbasis *Solidworks* 2018 terhadap Eksperimen

Untuk validasi simulasi berbasis *Solidworks* 2018 dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan mesin pelebur plastik yang dibuat secara langsung untuk mengetahui perbedaan nilai kecepatan alir PP pada *reactor chamber*, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



**Gambar 9.** Perbandingan nilai kecepatan alir simulasi (berbasis *Solidworks* 2018) terhadap eksperimen untuk material PP pada *reactor chamber*

Gambar 9. menunjukkan perbandingan simulasi dan eksperimen kecepatan alir pada *reactor chamber* pada temperatur 200 °C. Hasil kecepatan alir berdasarkan simulasi didapatkan sebesar 0,004 m/s dan secara eksperimen didapatkan 0,001 m/s. Maka dapat disimpulkan kecepatan simulasi dan eksperimen berbeda karena pada kondisi simulasi tidak dipengaruhi lingkungan sekitar seperti, tekanan, temperatur, gaya gesek dan titik awal fluida alir.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi termal dan analisis yang telah dilakukan pada BAB 3, kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan, sebagai berikut:

- (a) Perpindahan panas pada kondisi tertutup yang disimulasikan diperoleh data bahwa waktu berpengaruh terhadap kenaikan temperatur dengan asumsi temperatur ruang 27 °C. Kenaikan temperatur pada menit pertama sebesar 61 °C, menit kedua sebesar 92 °C, menit ketiga sebesar 122 °C, menit keempat sebesar 150 °C, menit kelima sebesar 177 °C dan pada menit keenam sebesar 203 °C. Temperatur puncak diperoleh pada saat menit keenam dengan *heating rate* sekitar 29 °C, sehingga *polypropilena* sudah melebur pada menit keenam karena titik lebur *polypropilena* adalah 168 - 190 °C.
- (b) Secara eksperimen luas area berpengaruh terhadap besarnya kontak langsung dan nilai hantaran panas, sehingga mempengaruhi *interval* waktu peleburan plastik *polypropilena* menjadi fluida, antara lain: (i) luas area 4 cm<sup>2</sup> memerlukan waktu 9 detik, (ii) luas area 16 cm<sup>2</sup> memerlukan waktu 20 detik, (iii) luas area 36 cm<sup>2</sup> memerlukan waktu 37 detik, (iv) luas area 64 cm<sup>2</sup> memerlukan waktu 47 detik, (v) luas area 100 cm<sup>2</sup> memerlukan waktu 73 detik,

- (vi) percobaan remas memerlukan waktu 1488 detik, dan (vii) percobaan utuh memerlukan waktu 300 detik.
2. (a) Kecepatan alir berbasis simulasi didapatkan kecepatan minimal pada posisi 0 – 40 cm sebesar 0,0004 m/s dengan input fluida berdiameter 20 cm pada *reactor chamber*. Pada posisi 45 cm sebesar 0,0009 m/s, posisi 50 cm sebesar 0,002 m/s dan posisi 55 cm kecepatan maksimal sebesar 0,004 m/s dengan ukuran *output* fluida berdiameter 5 cm. Menurut hasil simulasi, tinggi dan tekanan mempengaruhi kecepatan alir.
- (b) Perbandingan simulasi dan eksperimen kecepatan alir pada *reactor chamber* pada temperatur 200 °C. Hasil kecepatan alir berdasarkan simulasi didapatkan sebesar 0,004 m/s dan secara eksperimen didapatkan 0,001 m/s. Maka kecepatan simulasi dan eksperimen berbeda, pada kondisi simulasi dikatakan ideal karena tidak dipengaruhi lingkungan sekitar seperti, tekanan, temperature, gaya gesek dan titik awal fluida alir.

#### Daftar Pustaka

- Arifin, A. S., Sahupala, P., & Parenden, D. (2014). Analisis Instalasi Pompa Pemadam Kebakaran Pada Kompleks Terminal Bahan Bakar Minyak Merauke . *Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha* , 267 - 284.
- Asmara, Y. P. (2008). Efek Kecepatan Aliran Minyak terhadap Kecepatan Korosi dalam Pipa di Lingkungan Minyak dan Gas Bumi. 61 - 68.
- Bahrudin, Sumarno, Wibawa, G., & Soewarno, N. (2007). Morfologi Dan Properti Campuran Karet Alam / Polypropilene Yang Divulkanisasi Dinamik Dalam Internal Mixer. *ITS Keputih*, 71 - 77.
- Bejan, A., & Kraus, A. D. (2003). *Heat Transfer*. Canada: JOHNWILEY & SONS, INC.
- Derby, N. L., & Philadelphia. (1940). Heater And Thermocontrol Therefor. *United States Patent Office*, 3 - 10.
- Etal, J. A. (1967). Electro Magnetic Contactor. 9 - 12.
- Handoyo, E. A. (2000). Pengaruh Kecepatan Aliran Terhadap Efektivitas Shell-and-Tube Heat Exchanger. *JURNAL TEKNIK MESIN* , 86 - 90.
- Hendrawan, M. A., Purboputro, P. I., Saputro, M. A., & Ssetiyadi, W. (2018). Perancangan Chassis Mobil Listrik Prototype Ababil dan Simulasi Pembebanan Statik Dengan Menggunakan Solidworks Premium 2016. *URECOL*, 96 - 104.
- Higgins, H. B. (1955). Heat Concentrator. 1 - 3.
- Kumar, S., Panda, A. K., & Singh, R. K. (2011). A Review On Tertiary Recycling Of High Density Polyethylene To Fuel. [www.elsevier.com/locate/resconrec](http://www.elsevier.com/locate/resconrec), 895 - 909.
- Mahmudi, A., & Londa, P. (2017). Optimasi Penerapan Teknologi Ekstrusi pada Prototipe Mesin Daur Ulang Limbah Styrofoam. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi> , 92 - 96.
- Mujiarto, I. (2005). Sifat Dan Karakteristik Material Plastik Dan Bahan Aditif. *AMNI Semarang*, 65.
- Nurminah, M. (2002). Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik Dan Kertas Serta Pengaruhnya Terhadap Bahan Yang Dikemas. *USU digital library* , 1 - 13.
- Prabowo, S. A. (2009). *Easy to Use Solidworks 2019*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- Rosadi, H. Y. (2000). Pemodelan Continuous Stirred Tank Reactor. *KOMMIT2000*, 108 - 115.
- Sahwan, F. L., Martono, D. H., Wahyono, S., & Wisoyodharmo, L. A. (2005). Sistem Pengolahan Limbah Plastik di Indonesia. *BPPT*, 311 - 318.
- Sari, D. M., Prasetyo, Y., & Kurniawan, A. (2017). Metode Konversi Sampah Plastik Berupa Botol Plastik Bekas Melalui Budidaya Toga Dengan Sistem Vertikultural Yang Ramah Lingkungan. *Gontor AGROTECH Science Journal* , 85 - 96.
- Seizaria, S. (2017). Eksplorai Limbah Gelas Plastik Untuk Diterapkan Pada Produk Fesyen. *GoogleScholar*, 941 - 943.
- SNI. (1996). *Bata Beton (Paving Block)*. Jakarta: BSN.
- Surono, U. B. (2013). Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik*, 32 - 39.
- Susilawati, Mustafa, I., & Maulina, D. (2011). Biodegradabel Plastic From A Mixture Of Low Density Polythelene (LDPE) And Cassava Starch With The Addition Of Acrylic Acid. *Jurnal Natural*, 69 - 73.
- Ukrainczyk, N., Kurajica, S., & Sipusie, J. (2010). Thermophysical Comparison of Five Commercial Paraffin Waxes as Latent Heat Storage Materials. *Chem. Biochem. Eng*, 129 - 137.
- Verma, R., Vinoda, K. S., & Papireddy, M. (2016). Toxic Pollutants from Plastic Waste. *ScienceDirect*, 701 - 708.

