



## Analysis Engineering Design of Fuel Reactor Pirolysis Incinerator (IPFR) Processing Plastic Waste into Alternative Fuel with Residual Oil Heating

Aditya Wahyu Pratama<sup>1</sup>, Ahmad Rofi'i<sup>2</sup>, Nuzula Afianah<sup>2</sup>, dan Salsabila Liandra Putri<sup>2</sup>

Sitasi: Pratama, A. W.; Rofi'i, A.; Afianah N.; Putri S. L. (2023). Analysis Engineering Design of Fuel Reactor Pirolysis Incinerator (IPFR) Processing Plastic Waste into Alternative Fuel with Residual Oil Heating. J-TETA: Jurnal Teknik Terapan, V2i1, hlm. 42-49 <https://doi.org/10.25047/jteta.v2i1.5>



Copyright: © 2023 oleh para penulis. Karya ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

<sup>1</sup>Program Studi Mesin Otomotif Politeknik Negeri Jember

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika Politeknik Negeri Jember ; [rofii@polije.ac.id](mailto:rofii@polije.ac.id)

\* Korespondensi: [rofii@polije.ac.id](mailto:rofii@polije.ac.id)

**Abstract:** In Indonesia, plastic waste has become an important problem at this time, because it causes environmental pollution problems. With this, further action is needed regarding the treatment of waste utilization, one of which is by converting waste into liquid fuel. Some types of rubbish that we often encounter are plastic bottles such as plastic cups, plastic bottle caps, children's toys and margarines and others, which is one of the types of PP (polypropylene) waste. The development of current plastic waste treatment technology is to convert plastic waste into fuel oil by utilizing plastic waste to be processed as plastic fuels such as premium fuel, diesel and kerosene. Polypropylene type plastic is the type of plastic that is most widely used in daily life because it has good mechanical properties with low density, heat and moisture resistance, and has good dimensional stability. Some of the technology used to convert plastic waste, among others, by using the method of high temperature (*Thermal Cracking*). In this study, researchers designed a Thermal cracking device, namely an Incinerator, a plastic waste smelter with high temperature, where the modification of this tool is to use used fuel oil or residual oil. In this study, the researcher analyzed the burning time, the amount of waste mass needed for the melting process in the Incinerator. In this research, a fuel equivalent of 1.5 liters of premium fuel was produced with 10 kg of plastic waste

burned in the incinerator with a burning time of 125 minutes of the pyrolysis process, with a combustion temperature of 180-250 degrees Celsius.

**Keywords:** *Polypropylene; Thermal Cracking; liquid fuel*

**Abstrak:** Di Indonesia, sampah plastik menjadi masalah penting saat ini, karena menimbulkan masalah pencemaran lingkungan. Dengan demikian diperlukan tindakan lebih lanjut terkait pengolahan pemanfaatan limbah, salah satunya dengan mengubah limbah menjadi bahan bakar cair. Beberapa jenis sampah yang sering kita jumpai adalah botol plastik seperti gelas plastik, tutup botol plastik, mainan anak dan margarin dan lain-lain yang merupakan salah satu jenis sampah PP (polypropylene). Perkembangan teknologi pengolahan sampah plastik saat ini adalah mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan memanfaatkan sampah plastik untuk diolah menjadi bahan bakar plastik seperti bahan bakar premium, solar dan minyak tanah. Plastik jenis polypropylene merupakan jenis plastik yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena memiliki sifat mekanik yang baik dengan densitas yang rendah, tahan panas dan lembab, serta memiliki stabilitas dimensi yang baik. Beberapa teknologi yang digunakan untuk mengkonversi sampah plastik antara lain dengan menggunakan metode suhu tinggi (Thermal Cracking). Pada penelitian ini peneliti merancang alat Thermal cracking yaitu Incinerator yaitu alat pelebur sampah plastik dengan suhu tinggi, dimana modifikasi alat ini menggunakan bahan bakar minyak bekas atau minyak sisa. Pada penelitian ini peneliti menganalisis waktu pembakaran, jumlah massa sampah yang dibutuhkan untuk proses peleburan di Insinerator. Pada penelitian ini dihasilkan bahan bakar setara 1,5 liter bahan bakar premium dengan pembakaran 10 kg sampah plastik di insinerator dengan waktu pembakaran 125 menit proses pirolisis, dengan suhu pembakaran 180-250 derajat Celcius.

**Kata kunci:** *Polypropylene; Thermal Cracking; liquid fuel*

## 1. Pendahuluan

Di Indonesia Sampah plastik sudah menjadi permasalahan penting pada saat ini, karena menimbulkan permasalahan lingkungan seperti kesehatan dan pencemaran tanah. Begitu banyak masyarakat yang tidak memanfaatkan limbah sampah plastik untuk diolah lagi, tetapi melainkan dimusnahkan dengan pembakaran yang menimbulkan polusi udara sehingga dapat membahayakan masyarakat.

Beberapa jenis sampah yang sering kita jumpai adalah jenis botol plastik contohnya cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak dan margarine dan lain-lain, yang merupakan salah satu sampah jenis PP ( *polypropylene* ) [1][4][7][8].

Plastik jenis *Polypropylene* adalah jenis plastik yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena memiliki sifat mekanis yang baik dengan massa jenis yang rendah, ketahanan panas dan kelembaban, serta memiliki kestabilan dimensi yang baik . [5][7][13].

Proses perengkahan Plastik Polipropilena PP merupakan salah satu cara untuk menangani limbah plastik. Proses perengkahan ada tiga macam yaitu proses perengkahan menggunakan hidrogen (*hydro cracking*), proses perengkahan menggunakan suhu tinggi (*thermal cracking*) dan proses perengkahan menggunakan katalis (*catalytic cracking*) .

Pada Peneitian ini, Peneliti merancang sebuah alat untuk melebur sampah plastik yaitu alat *Incinerator*. Proses yang digunakan tetap digunakan proses *Pirolisis*. Alat Incinerator ini menggunakan bahan bakar dari Residu oil atau oli bekas.

## 2. Bahan dan Metode

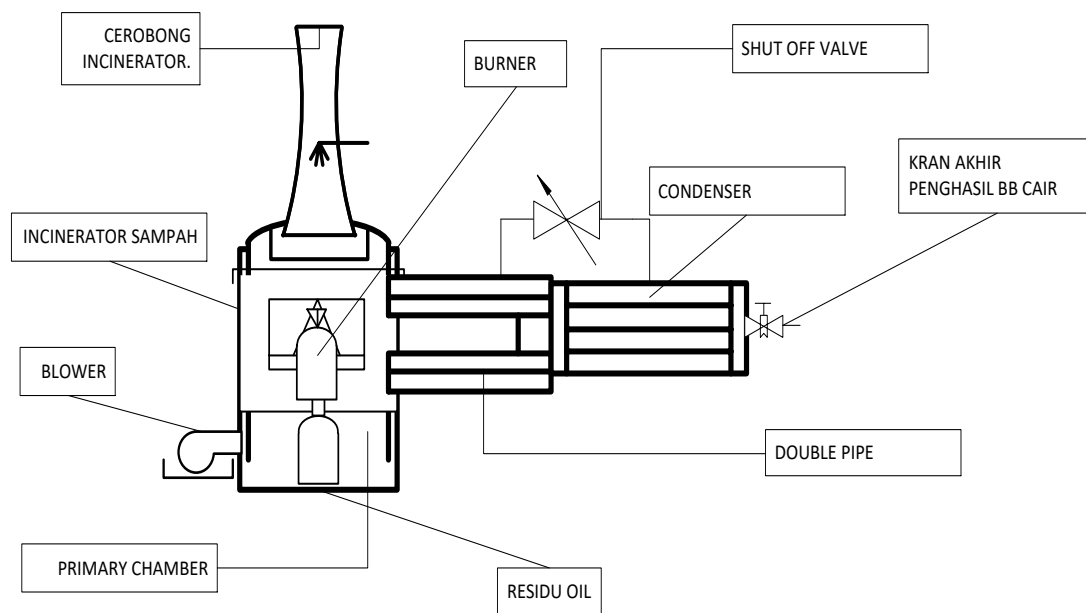
### 2.1. Research Methods

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimental. Metode eksperimental merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan yang dilakukan pada objek yang diteliti dengan membandingkannya dengan tanpa adanya perlakuan. Metode eksperimental ini juga dapat berarti membandingkan pengujian beberapa variasi perlakuan dengan pengujian tanpa variasi sebagai pembanding.

## 2.2. Incinerator Pirolisis

Incinerator adalah tungku pembakaran yang digunakan untuk mengolah limbah padat menjadi materi gas dan abu (bottom ash dan fly ash). Pengolahan sampah dengan insinerasi dapat mengurangi volume dan massa serta mengurangi sifat berbahaya dari sampah infeksius. Faktor yang memegang peranan penting dalam insinerasi adalah temperatur pembakaran dan waktu pembakaran sampah tersebut [14].

Pemanfaatan energi panas insinerasi identik dengan combustion, yaitu dapat menghasilkan energi yang dapat dimanfaatkan. Faktor penting yang harus diperhatikan adalah kuantitas dan kontinuitas limbah yang akan dipasok. Kuantitas harus cukup untuk menghasilkan energi secara continue agar suplai energi tidak terputus.[14].



**Figure 1 : Incinerator Pyrolysis Fuel Reactor**

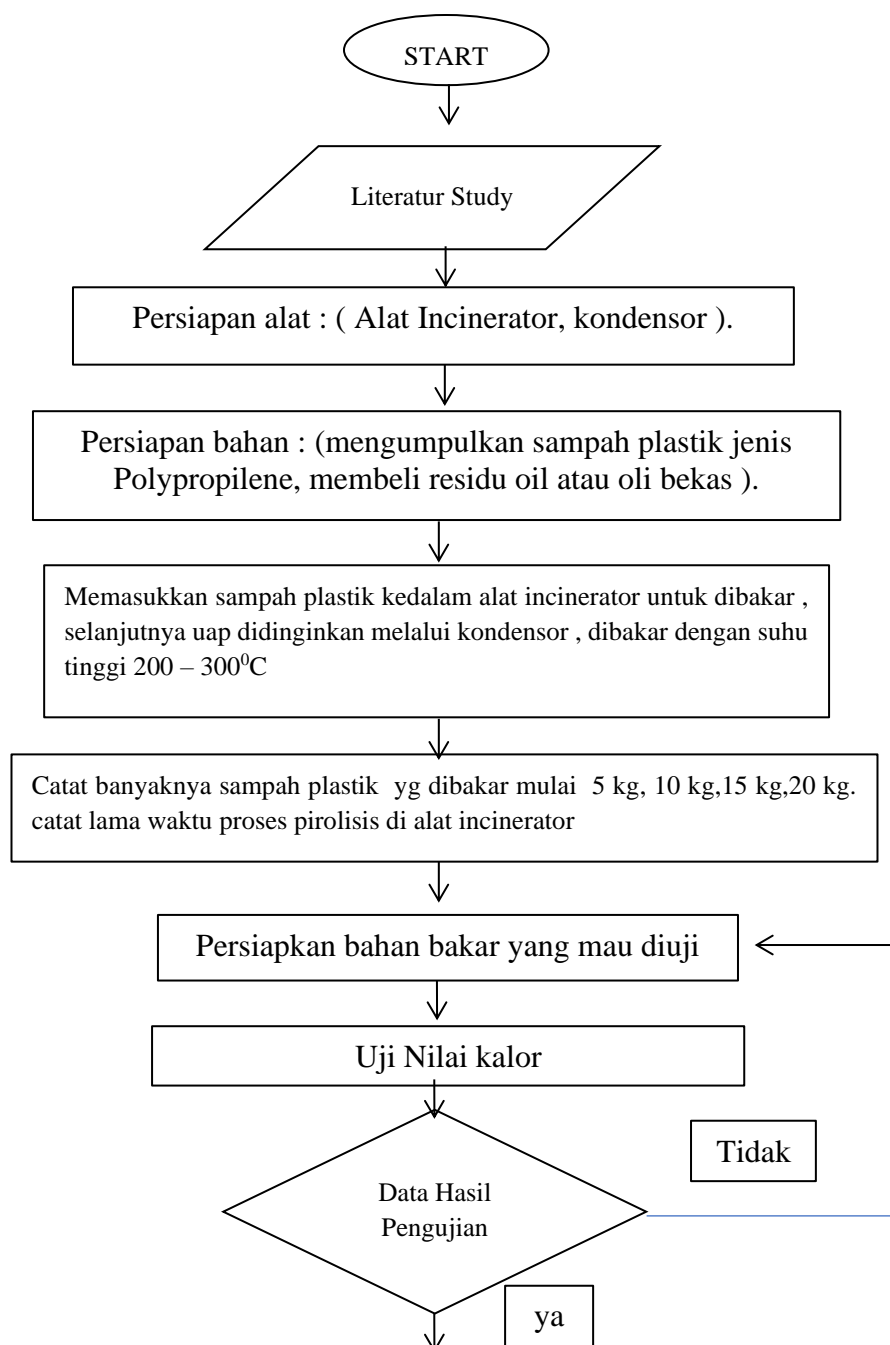
## 2.3. Residual Oil Heating

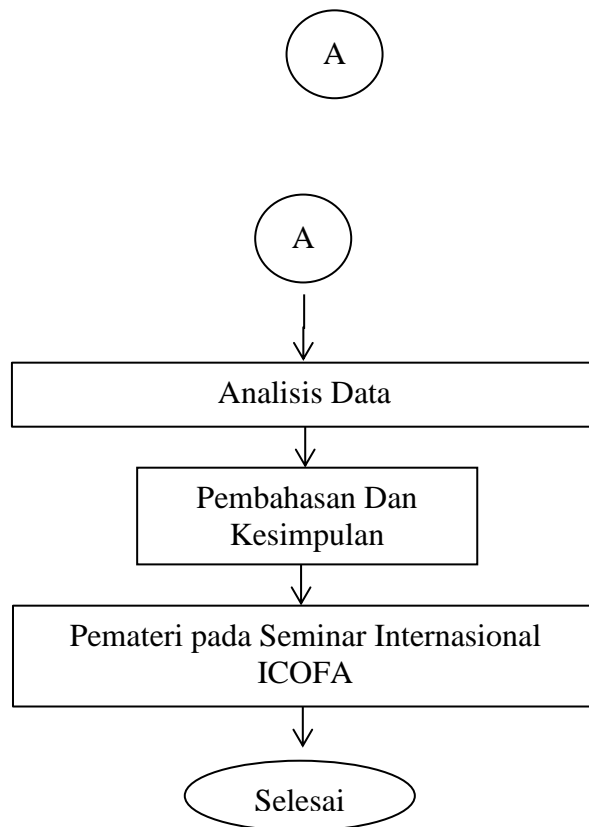
Minyak pelumas adalah suatu produk minyak bumi yang termasuk fraksi distilat berat dan mempunyai trayek titik didih 300 °C. Minyak pelumas merupakan salah satu produk minyak bumi. Fungsi minyak pelumas meliputi: mengurangi gesekan dan keausan, mendinginkan komponen mesin, membantu merapatkan kompresi serta membersihkan komponen mesin. Minyak pelumas yang digunakan untuk melumasi mesin mempunyai persyaratan antara lain: tahan suhu tinggi, tahan karat dan korosi, mampu mencegah terjadinya busa serta mampu mengalir pada suhu rendah. Pemilihan kekentalan minyak pelumas yang kurang tepat dapat menghambat kerja mesin. Minyak pelumas yang terlalu encer tidak akan berfungsi dengan baik dan bila terlalu kental akan menghambat kerja mesin karena tahanan yang tinggi.

Pembakaran minyak pelumas bekas secara langsung dikhawatirkan akan menimbulkan pencemaran udara yang tinggi. Proses untuk membakar oli bekas sangat sulit, hal ini karena ikatan karbon dalam oli bekas yang panjang sehingga sulit dalam pemecahannya (cracking). Selain itu dalam oli bekas terdapat kontaminan baik secara fisik (debris logam dan abu) maupun secara kimiawi (pelarut dan air). Salah satu proses treatment yang mudah adalah dengan mencampur oli bekas dengan minyak tanah .[15][16].

## 2.4 Research Flowchart

Pada persiapan penelitian ini dengan suatu langkah-langkah yang dibentuk dalam *flowchart* sebagai berikut :





**3. Hasil**

Hasil dari Fabrikasi Desain Incinerator Pirolisis adalah sebagai berikut :

Keterangan :

- 1.Reaktor Incinerator Pirolisis
- 2.Vacum Reaktor
- 3.Inlet Plastic Garbage
- 4.Residual Oil Heating
- 5.Pipe to Condenser tube
- 6.Burner with gas combustion



Table 1. Result Mass , Temperature, Time, Volume Of Polypropylene Fuel

NO	Mass Of Plastic Garbage	Time For Combustion	Temperature (Degree Of Celcius)	Volume Of Polypropylene Fuel
1	5 kg	100 minute	200	0,7 litre
2	10 kg	125 minute	210	1 litre
3	15 kg	200 minute	245	1,2 litre
4	20 kg	300 minute	270	1,7 litre

Table 2 . Octane and Calorific Value With Purification Tool

No.	Bahan Bakar	Angka Oktan/RON	Nilai Kalor (gram/kalori)	Laju Pembakaran (detik)
1	BBPP Hasil Pemurnian dengan suhu 80°C	93,5	16919,49	07:14
2	BBPP Hasil Pemurnian dengan suhu 100°C	93,3	10249,52	05:08
3	BBPP Hasil Pemurnian dengan suhu 120°C	92,8	10229,91	05:33

Note BBPP : Bahan Bakar Poly propylene

#### 4. Pembahasan



### Figure 3. Polypropylene Fuel

Dari tabel dapat diketahui bahwa untuk membakar 5 kg bahan plastic polypropylene dibutuhkan waktu 100 menit dengan temperature 200 derajat celcius dan menghasilkan 0,7 liter bahan bakar Polypropylene cair. dan untuk membakar 10 kg sampah plastik dibutuhkan waktu 125 menit dengan temperature 210 derajat celcius dan menghasilkan bahan bakar cair polypropylene sebesar 1 liter. Dan untuk menghasilkan 1,7 liter bahan bakar cair Polypropylene dibutuhkan 20 Kg sampah plastik , dan membutuhkan waktu selama 300 menit dengan temperature 270 derajat celcius.

Dari tabel 2, setelah bahan bakar dihasilkan oleh Incinerator Pirolisis tersebut , maka bahan bakar tersebut dimurnikan dengan alat pemurnian seperti gambar dibawah ini :



Figure 4. Purification Tool

Setelah dimasukkan ke alat pemurnian dan diuji, maka dihasilkan bahwa untuk pemanasan di alat Purification Tool pada temperature 80 derajat celcius dihasilkan nilai oktan sebesar 93,5, nilai kalor sebesar 16919,49 gr/kalori dengan laju pembakaran sebesar 07,14 detik.

### 5. Kesimpulan

Dengan membakar 5 kg bahan plastic polypropylene dibutuhkan waktu 100 menit dengan temperature 200 derajat celcius dan menghasilkan 0,7 liter bahan bakar Polypropylene cair. dan untuk membakar 10 kg sampah plastik dibutuhkan waktu 125 menit dengan temperature 210 derajat celcius dan menghasilkan bahan bakar cair polypropylene sebesar 1 liter. Dan untuk menghasilkan 1,7 liter bahan bakar cair Polypropylene dibutuhkan 20 Kg sampah plastik , dan membutuhkan waktu selama 300 menit dengan temperature 270 derajat celcius.

Setelah dimasukkan ke alat pemurnian dan diuji, maka dihasilkan bahwa untuk pemanasan di alat Purification Tool pada temperature 80 derajat celcius dihasilkan nilai oktan sebesar 93,5, nilai kalor sebesar 16919,49 gr/kalori dengan laju pembakaran sebesar 07,14 detik

### Referensi

- [1] Kadir. 2012. *Kajian Pemanfaatan Sampah Plastik Sebagai Sumber Bahan Bakar Cair*. Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik mesin. Vol. 3, No. 2. Kendari: Universitas Haluoleo.
- [2] Kumar S., Panda, A.K., dan Singh, R.K., 2011, *A Review on Tertiary Recycling of High-Density Polyethylene to Fuel, Resources, Conservation and Recycling* Vol. 55 893– 910.
- [3] A. Lopez, D. M. I, F. L. M, M. C. B and A. A, "Pyrolysis of Municipal Plastic Waste: Influence of Raw Material Composition," no. 30, pp. 620-627, 2010.
- [4] Q. Racmawati and W. Herumurti, "Pengolahan Sampah Secara Pirolisis dengan Variasi Rasio Komposisi Sampah dan Jenis Plastik," *Jurnal Teknik ITS*, vol. IV, no. 1, pp. D(27-29), 2015.
- [5] M. F. Nugraha, A. Wahyudi and I. Gunardi, "Pembuatan Fuel dari Liquid Hasil Pirolisis Plastik Polipropilen Melalui Proses Reforming Dengan Katalis NiO/Γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>," *Jurnal Teknik POMITS*, vol. II, no. 2, pp. F(299-302), 2013.
- [6] Kurniawan, A. 2012. *Mengenal Kode Kemasan Plastik yang Aman dan Tidak*<http://ngeblogging.wordpress.com>.
- [7] Melyna E, Irdoni, I. Zahrina. Tanpa Tahun. *Perengkahan Sampah Plastik (HDPE, PP, PS) Menjadi Precursor Bahan Bakar dengan Variasi Perbandingan Bahan Baku/Katalis H-Zeolit*. Riau: Universitas Riau.
- [8] Muryani. 2016. *Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) pengolahan Sampah kelurahan Wlingi*. Blitar: Wlingi.
- [9] Surono, Budi.U. 2013. *Berbagai Metode Konfersi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak*. Jurnal Teknik Vol. 3 No.1.Yogyakarta: Universitas Janabadra.
- [10] Wikipedia. 2016. *Macam-Macam Reaktor*. 9 April. 2000.
- [11] Ramadhan, Aprian (2011), *Pengolahan sampah plastik menjadi minyak menggunakan proses pirolisis*, *Jurnal Ilmiah teknik Lingkungan* Vol. 4 no. 1 Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
- [12] Azamataufiq BP, Aditya Wahyu P (2015), *Nilai Kalor Bahan bakar Plastik Polypropilene (BBPP) Hasil Pirolisis dengan campuran premium dan octane booster*, *Jurnal Ilmiah INOVASI*, Vol 1 .No.2 edisi Mei-agustus 2016, ISSN 1411-5549
- [13] Rahayu Dwi U, DG.Okayadnya, M.Mirwan (2013) , *Meningkatkan kinerja Incinerator pada Pemusnahan Limbah Medis di RSUD Dr, Sutomo , Surabaya.*, *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan UPN Veteran Surabaya*.
- [14] Fatkur Rhohman, Muslimin Ilham, (2019) , *analisis dan Evaluasi rancang bangun Incinerator Sederhana dalam mengelola sampah rumah tangga*, *Jurnal Mesin Nusantara*, Vol 2 No. 1, Juni 2019, hal 52 – 60, teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri, jawa timur.
- [15] Dewa Gede AP, Ainul Gurri, Wayan nata Septiadi, (2016), *Analisis Unjuk Kerja Bahan Bakar Hasil Pengolahan Oli Bekas Pada Motor Diesel*, *Jurnal METTEK* vol 2 no. 1, pp 43 – 50 , Teknik Mesin Universitas Udayana.
- [16] Muh. Hasbi1, Lilis Laome2, Prinob Aksar3, Ld. Asman Darsono, *Pemanfaatan Minyak Oli Bekas sebagai Bahan Bakar alternative*, SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI TERAPAN INOVASI DAN REKAYASA (SNT2IR) 2019 PROGRAM PENDIDIKAN VOKASI UNIVERSITAS HALU OLEO