

STUDI LITERATUR: ANALISIS METODE PENGELOLAAN SAMPAH PLASTIK UNTUK MENGHASILKAN SUMBER ENERGI LISTRIK

Sheilla Fallerina Meydi^{1*}, Yushardi², Sudarti³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Indonesia

e-mail : sheillafallerinameydi@gmail.com

Abstrak

Sampah merupakan suatu benda yang diperoleh dari aktivitas makhluk hidup, setelah itu tidak dipergunakan kembali atau di buang. Permasalahan sampah merupakan sesuatu hal yang sangat serius apabila tidak detangani dengan baik. Sampah plastic adalah salah satu sampah yang banyak ditemui di sekitar lingkungan. Sampah plastik dikategorikan ke dalam sampah anorganik. Sampah anorganik merupakan sampah yang sulit terurai atau membutuhkan waktu cukup lama untuk terurai secara sempurna. Namun, sampah plastik dapat bermanfaat bagi kehidupan manusia, misalnya sampah plastik dapat diubah menjadi sumber energi listrik. Tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk mengetahui metode yang digunakan dalam mengolah sampah plastik menjadi energi listrik. Hasil dan pembahasan yang telah disampaikan yaitu terdapat beberapa metode yang digunakan dalam mengolah limbah plastik menjadi energi listrik. Pertama pembakaran langsung menggunakan stirling engine dimana merupakan metode yang prosesnya menggunakan sebuah mesin yang dikenal sebagai mesin stirling. Kedua, metode garsifikasi yang mana dibutuhkan beberapa tahapan yaitu tahapan pengeringan, tahap pirolisa, tahap oksidasi, dan tahap reduksi. Ketiga, metode pirolisa merupakan penguraian sampah yang dilakukan dengan pembakaran tanpa adanya oksigen. Keempat, metode degradasi katalitik merupakan metode dalam menguraikan hidrokarbon kompleks sehingga dapat diubah menjadi molekul yang lebih sederhana dengan bantuan sebuah katalis guna meningkatkan kuantitas dan kualitas produk serta dapat merendahkan nilai residu yang terkandung.

Kata Kunci: Energi Listrik, Metode Pengolahan Sampah Plastik, Sampah Plastik

LITERATURE STUDY: ANALYSIS OF PLASTIC WASTE MANAGEMENT METHODS TO PRODUCE ELECTRIC ENERGY SOURCES

Abstract

Waste is an object that is obtained from the activities of living things, after which it is not reused or discarded. The problem of waste is something that is very serious if not handled properly. Plastic waste is one of the waste that is commonly found around the environment. Plastic waste is categorized into inorganic waste. Inorganic waste is waste that is difficult to decompose or takes a long time to decompose completely. However, plastic waste can be useful for human life, for example plastic waste can be converted into a source of electrical energy. The purpose of writing this article is to find out the methods used in processing plastic waste into electrical energy. The results and discussion that have been presented are that there are several methods used in processing plastic waste into electrical energy. First, direct combustion using a stirling engine which is a method whose process uses an engine known as a stirling engine. Second, the garsification method which requires several stages, namely the drying stage, pyrolysis stage, oxidation stage, and reduction stage. Third, the pyrolysis method is a decomposition of waste carried out by combustion in the absence of oxygen. Fourth, the catalytic degradation method is a method of decomposing complex hydrocarbons so that they can be converted into simpler molecules with the help of a catalyst in order to increase the yield of the waste.

Keywords: Electric Energy, Plastic Waste Processing Method, Plastic Waste

PENDAHULUAN

Sampah ialah suatu material yang berasal dari aktivitas manusia, lalu tidak dipergunakan kembali sehingga dibuang oleh manusia. Permasalahan sampah di Indonesia sudah menjadi isu lingkungan secara global. Salah satu faktor bertambahnya volume sampah di Indonesia diakibatkan oleh meningkatnya jumlah penduduk saat ini. Pemukiman di Indonesia menjadi penghasil sampah terbanyak saat ini, sampah yang dihasilkan berupa sampah organik dan sampah anorganik. Pada tahun 2021 sampah plastik di Indonesia mencapai 66 juta ton /tahun, data tersebut berdasarkan Statistik Indonesia. Masalah sampah yang ada di setiap daerah berbeda-beda, baik permasalahan sampah organik maupun anorganik [1].

Sampah dapat dikategorikan berdasarkan sumbernya, sifatnya, dan bentuknya. Sampah berdasarkan sifatnya dibedakan menjadi sampah alam, sampah manusia, sampah konsumsi, sampah nuklir, dan sampah industri. Sampah berdasarkan bentuknya dipilah menjadi sampah padat, cair, alam, manusia, konsumsi, dan radioaktif. Kemudian, berdasarkan sifatnya sampah dibedakan menjadi tiga, yaitu sampah organik, sampah anorganik, dan sampah beracun. Sampah organik adalah sampah yang mudah membusuk misalnya sisa sayuran, makanan, daun kering, dan masih banyak lagi. Manfaat sampah anorganik yaitu dapat dijadikan kompos/ pupuk organik. Sampah anorganik merupakan sampah yang tidak mudah untuk diuraikan. Contoh sampah anorganik yaitu kaleng, wadah makanan, dan sampah plastic [2].

Sampah plastic sulit terurai oleh pengurai tanah dan membutuhkan waktu untuk terurai sempurna. Jika sampah plastic tidak di buang dengan benar, hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang serius. Masyarakat Indonesia cukup handal dalam menadur ulang limbah plastic menjadi sebuah kerajinan atau sebagainya, namun hal tersebut dapat memicu timbulnya sampah plastic baru. Sehingga dalam mengelola limbah plastic sebaiknya menggunakan metode tersier [3]. Dalam mengelola sampah plastic terdapat empat cara yang digunakan yaitu metode primer, metode sekunder, dan metode tersier. Apabila sampah plastic diubah menjadi sebuah bahan bakar, maka metode yang cocok

digunakan adalah metode tersier. Oleh karena itu, metode tersier merupakan metode yang dapat mengkonversi sampah plastic menjadi sumber energi listrik [4].

Penggunaan sumber energi listrik di Indonesia terbilang cukup besar, hal tersebut dikarenakan teknologi yang berkembang saat ini sudah semakin modern. Perkembangan teknologi ini memicu adanya peningkatan dalam konsumsi energi listrik. Namun, peningkatan energi ini tidak sesuai dengan jumlah pasokan listrik dari pusat pembangkit listrik. Sampah plastic dapat menjadi solusi dalam menghemat energi listrik. Pemanfaatan sampah plastic tidak hanya untuk menghemat energi, melainkan juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan sekitar.

Tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk mengetahui metode yang digunakan dalam mengolah sampah plastic menjadi energi listrik. Dengan menggunakan metode-metode yang tepat, maka sampah plastic tidak akan terbuang dengan sia-sia. Oleh karena itu, penulisan artikel ini berfokus pada metode-metode yang digunakan dalam proses.

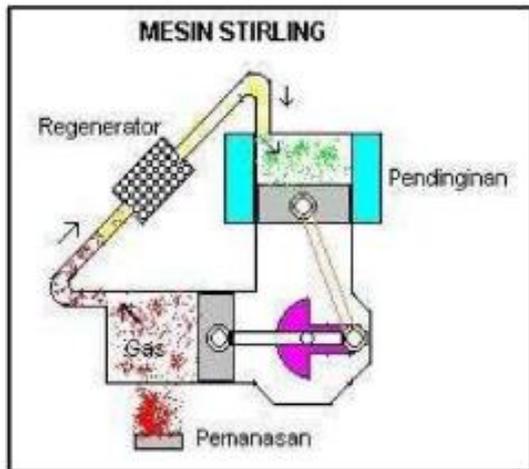
METODE PENELITIAN

Penulisan artikel ini menggunakan metode studi pustaka (*library research*), metode studi pustaka merupakan metode dengan mengumpulkan informasi melalui jurnal atau referensi lainnya yang disesuaikan dengan topik pembahasan. Dalam pengambilan informasi penulis harus dapat memahami dan mempelajari literatur-literatur yang telah dibaca. Literatur yang digunakan dapat berupa jurnal atau buku yang terbit pada 5 tahun terakhir. Terdapat empat tahap dalam studi pustaka yaitu mempersiapkan alat yang akan digunakan, mempersiapkan bibliografi kerja, dapat mengkondisikan waktu, dan tahap terakhir dengan membaca serta memahami referensi yang digunakan sebagai sumber. Bahan pustaka yang ditemukan dari berbagai sumber tersebut yang nantinya akan dianalisis secara mendalam oleh penulis sehingga dapat mendukung proposisi dan gagasan yang telah dibuat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. *Pembakaran langsung menggunakan stirling engine*

Pembakaran langsung menggunakan stirling engine merupakan metode yang prosesnya menggunakan sebuah mesin yang dikenal sebagai mesin stirling. Berikut adalah gambar dari mesin stirling



Gambar 1. Mesin stirling

Mesin stirling merupakan mesin kalor yang penggunaannya membutuhkan sumber kalor yang berasal dari luar silinder bolanya. Prinsip kerja mesin stirling engine menggunakan prinsip dasar termodinamika yang sederhana, yaitu dengan mengembangkan gas yang telah dipanaskan oleh sumber kalor eksternal serta pada pendinginan yang menyebabkan penyusutan gas kembali. Untuk

mendapatkan sebuah data [5] melakukan sebuah percoban menggunakan mesin stirling. Berikut cara [5] memperoleh data pada saat menggunakan mesin stirling, yaitu :

1. Mempersiapkan alat dan bahan penelitian
2. Menyiapkan inverter Joule Thief yang sesuai dengan karakteristik pembangkit listrik udara panas dan beradaptasi dengan perubahan beban listrik.
3. Kemudian, menuangkan bahan bakar methanol ke dalam tabung kaca.
4. Lalu, tabung kaca dibakar pada tabung kaca displacer di bagian bawah
5. Setelah kaca displacer panas, kemudian hidupkan stopwatch yang digunakan untuk menghitung seberapa lama pembangkit listrik hot air stirling engine bekerja.
6. Untuk membangkitkan listrik hot air stirling engine supaya bekerja sesuai keinginan, maka putar searah jarum jam *fly wheel* menggunakan jari tangan.
7. Apabila pembangkit listrik hot air stirling engine bekerja dengan baik. Selanjutnya mengukur suhu, kecepatan flywheel, waktu, serta arus dan tegangan yang dihasilkan. Hasil data penelitian yang dilakukan oleh [5] yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil percobaan [5] menggunakan mesin stirling engine

Waktu (s)	Temperatur dingin (°C)	Temperatur panas (°C)	Kecepatan putaran (rpm)	Tegangan (V)	Arus (I)
0	0	0	0	0	0
5	23	37	133	5,1	1,5
10	25	53	142	5,2	1,4
15	32	67	301	5,8	1,5
20	37	73	344	6,0	1,4

Pada percobaan yang telah dilakukan pada sebuah generator yang dilengkapi dengan mesin Stirling udara panas dibebani dengan beban sebesar 3 watt. Hasil percobaan telah dilakukan oleh [5] gambar tersebut menunjukkan bahwa tegangan 6,0 V dan arus 1,4 A timbul dalam waktu 20 detik pada suhu dingin 37 °, suhu panas 73°, dan kecepatan putaran 334 rpm.

2. Metode gasifikasi untuk memproduksi energi listrik

Metode gasifikasi terdiri dari gasifikasi konvensional dan gasifikasi Plasma Arc. Metode gasifikasi konvensional dilakukan dengan pembakaran sampah padat dengan menggunakan suhu tinggi serta sedikit oksigen yang menyebabkan keluarnya bahan bakar, seperti gas sintetik, cairan, dan arang. Pada metode gasifikasi konvensional merupakan gabungan dari limbah biomassa dan co-gasifikasi, serta agen gasifikasi [6]. Berdasarkan [7], dalam pengolahan sampah menggunakan metode gasifikasi diperlukan

beberapa tahapan-tahapan yang harus dilalui. Tahapan yang dimaksud yaitu tahap pengeringan, tahap pirolisa, tahap oksidasi, dan tahap reduksi.

1. Tahap pengeringan, Limbah yang tidak diolah mengalami tahap pengeringan yang disebabkan oleh reaksi termal pada tahap oksidasi.
2. Tahap pirolisa, Pada tahap ini sampah dipanaskan hingga suhunya lebih tinggi dari sebelumnya. Proses pemanasan memecah limbah menjadi minyak, arang, gas, dan zat lainnya.
3. Tahap oksidasi, Pada tahap ini limbah mengalami oksidasi oleh udara dan oksigen
4. Tahap reduksi, Tahap reduksi merupakan tahap akhir dari pengelolaan sampah dengan metode gasifikasi. Tempat di mana sampah mengalami pertukaran gas dan dihasilkan panas.

Apabila semua proses sudah dilakukan, selanjutnya material akan ditambahkan gas yang berasal dari metode gasifikasi dengan suhu panas tinggi. Kemudian bahan bakar minyak ditambahkan ke diesel untuk mengaktifkan turbin. Tenaga listrik akan dihasilkan dari pergerakan turbin yang kemudian dapat dimanfaatkan dengan semestinya.

3. Metode pirolisis dalam memproduksi energi listrik

Metode pirolisis merupakan penguraian sampah yang dilakukan dengan pembakaran tanpa adanya oksigen. Gas akan dihasilkan pada proses ini apabila sampah plastik sudah meleleh. Gas yang dihasilkan akan mengalami kondensasi dan berubah menjadi cairan. Berubahnya gas menjadi cairan diakibatkan oleh proses pendinginan. Cairan yang dihasilkan oleh gas tersebut akan menjadi bahan bakar dan disebut dengan minyak pirolisis.

Penelitian yang dilakukan oleh [8] menggunakan metode pirolisis untuk mengetahui potensi minyak pirolisis dari limbah medis berbahan *Polypropylne*. Adapun proses yang dilakukan oleh [8] dalam mengolah sampah plastic menjadi energi listrik, yaitu sebagai berikut.

1. Pengumpulan sampah berbahan *Polypropylne* sebanyak 22.374,27 Kg yang kemudian di input dan direaksikan dalam *vessel procedure*.

2. *vessel procedure* akan mengeluarkan gas akan masuk pada proses kondensasi serta merubah wujud gas menjadi cairan.
3. Selanjutnya, untuk memisahkan air yang terkandung di dalam minyak dilakukan proses penyulingan pada cairan hasil kondensasi. Penyulingan tersebut dilakukan oleh desilator.

Berikut adalah tabel hasil simulasi Superpro Designer yang dilakukan oleh [8].

Tabel 2. Hasil simulasi Superpro Designer yang dilakukan oleh [8].

No	Parameter	Nitrogen	Minyak Pirolisis
1	Flowrate (Kg)	3,09356	139,56015
2	Mass Comp (%)	2,1686	97,8314
3	Concentration (g/L)	0,877439	39.584042
4	Mass Flow (Kg)	142,6537	
5	Volumetric Flow (L)	3525,70	

Dari tabel tersebut menyatakan bahwa sampah plastic *Polypropylne* sebanyak 22.374,27 Kg dalam satu tahun, menghasilkan *Flowrate* pada nitrogen sebanyak 3,09356 kg dan minyak pirolisis sebanyak 139,56015 kg. Kemudian, *Masa Comp* pada nitrogen dan minyak pirolisis berturut – turut adalah 2,1686 % dan 97,8314 %. Untuk konsentrasi nitrogen sebesar 0,877439 g/L dan minyak pirolisis sebesar 39,584042 g/L. Pada *Mass Flow* menghasilkan sebesar 142,6537 Kg, serta *Volume Flow* sebesar 3525,70 L .

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh [8], apabila sudah mengetahui hasil simulasi superpro designer dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui potensi energi listrik yang dihasilkan oleh minyak pirolisis. Tabel di bawah merupakan tabel perhitungan yang dilakukan oleh [8].

Tabel 3. Hasil perhitungan oleh [8].

No	Parameter	Tahun	Hari
1	Volume Biomassa (Kg)	22347,27	61,22
2	Energi Listrik (kWh)	132575,02	362,21

Perhitungan tersebut membuktikan bahwa energi listrik yang dihasilkan oleh minyak hasil pirolisis sebesar 132.575,02 kWh dan energi listrik yang dihasilkan sebesar 15,13375 kW per jam.

4. Metode degradasi katalitik

Katalis adalah proses penguraian hidrokarbon kompleks dan mengubahnya menjadi molekul yang lebih sederhana dengan menggunakan katalis, meningkatkan kuantitas, dan kualitas produk serta mengurangi nilai residu yang dikandungnya [9]. Pada metode katalitik menggunakan reaksi retak untuk katalisnya. Metode katalitik sangat membutuhkan katalis guna mengatur waktu reaksi dan menurunkan suhu. Pada suhu rendah terjadi proses distribusi produk nomor dan puncak atom karbon yang mengalami penyempitan pada hidrokarbon yang lebih ringan. Penggunaan metode katalitik lebih banyak diminati karena tidak membutuhkan pengeluaran terlalu banyak dibandingkan dengan metode lain. Supaya dalam menggunakan metode ini tetap optimal, maka dianjurkan menggunakan ulang metode katalitik dan penggunaannya tidak boleh terlalu banyak. Proses katalitik bisa dikembangkan menjadi proses daur ulang polimer komersial. Proses katalitik dapat menjadi solusi dalam permasalahan sampah plastik disekitar. Pada proses katalitik memanfaatkan kemampuan retak dari plastik yang cukup tinggi dan konsentrasi residu yang lumayan rendah di dalam produk [10].

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan yang dikemukakan, maka dapat disimpulkan bahwa sampah plastik merupakan sampah yang dapat diolah menjadi sumber energi listrik yang menunjang kehidupan. Dalam pengolahan sampah plastik diperlukan cara untuk memastikan produk yang dihasilkan memenuhi syarat. Adapun metode yang digunakan dalam mengolah sampah plastik menjadi energi listrik yaitu Pembakaran langsung menggunakan stirling engine, metode gasifikasi untuk memproduksi energi listrik, metode pirolisis dalam memproduksi energi listrik, dan metode degradasi katalitik. Pada metode pembakaran langsung menggunakan stirling engine dapat menghasilkan arus sebesar 1,4 A dan tegangan 6.0 V. pada metode gasifikasi diperlukan

sebuah tahapan- tahapan yang harus dilakukan yaitu tahap pengeringan, tahap pirolisa, tahap oksidasi, dan tahap reduksi. Metode pirolisis dapat menghasilkan energi listrik oleh minyak pirolisis sebesar 132.575,02 kWh dan daya listrik sebesar 15,13375 kW per jam. Metode yang terakhir yaitu metode katalitik, di mana metode tersebut dimulai dengan menguraikan hidrokarbon kompleks sedingga menjadi molekul yang lebih sederhana dengan bantuan katalis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syaiful, F. L., dan I. Hayati. 2021. Inovasi Pengelolaan Sampah Plastik Menjadi Produk dan Jasa Keratif di Kenagarian Kinali Kabupaten Pasaman Barat. *Jurnal Hilirisasi IPTEK*. 4 (4) : 233-240.
- [2] Abidin, I. S., dan D. S. H. Marpaun. 2021. Observasi Penanganan dan Pengurangan Sampah di Universitas Singaperbangsa Karawang. *JUSTITIA : Jurnal Ilmu Hukum dan Humaniora*. 8(4) : 872-882.
- [3] Damayanti, Z., Sudarti, dan Yushardi. 2023. Analisis Karakteristik Fuel Pirolisis Sampah Plastik Berdasarkan Jenis Plastik yang Digunakan: Review. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*. 8(1) : 26-33.
- [4] Rizki, P. A., Yushardi, dan Sudartik. 2023. Daur Ulang Sampah Menjadi Barang Yang Bernilai Ekonomis di Kalangan Masyarakat. *Jurnal Sains Riset (JSR)*. 13 (1) : 83-87.
- [5] Evalina, N., B. Putro, dan Zulfikar. 2020. Analisis Karakteristik Pembangkit Listrik Hot Air Stirling Engine Dengan Bahan Bakar Metanol. (*Rekayasa Elektrikal dan Energi*): *Jurnal Teknik Elektro*. 2(2) : 89-94.
- [6] Kadang, J. M., dan N. Sinaga. 2021. Pengembangan Teknologi Konversi Sampah Untuk Efektifitas Pengolahan Sampah dan Energi Berkelanjutan. *Jurnal Teknika*. 15 (01): 33 – 44.
- [7] Herlia, N. F., Sudarti, dan Yushardi. 2022. Mekanisme Teknologi Pengelolaan Sampah Menjadi Sumber Energi Listrik Terbaru. *Jurnal Technopreneur (JTech)*. 10(2) : 10 – 16.
- [8] Farhan, M., dan M. Jelita. 2022. Potensi Minyak Pirolisis Dari Bahan Polypropylene Menjadi Energi Listrik.

- JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*. 8(2) : 285-291.
- [9] N. M. Yuhermita., N. Nazarudin, O. Alfernando, I. G. Prabasari, dan M. Haviz. 2021. Perengkahan Katalitik Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Co-Carbon yang Dihasilkan dengan Metode Ion Exchange. *Journal BiGME*. 1(1) : 1-22.
- [10] Helmy, B., J. Windarta, dan E. H. Giovanni. 2020. Konversi Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar. *JEET: Jurnal Energi Baru & Terbarukan*. 1(1) : 1 – 7.