

# ANALISA BAHAN BAKAR MINYAK HASIL PIROLISIS SAMPAH PLASTIK JENIS PP DAN PET TERHADAP KINERJA GENERATOR SET PADA PLTSA PLASTIK KAPASITAS 1000 WATT

## ANALYSIS OF OIL FUEL PRODUCT FROM PYROLYSIS OF PLASTIC WASTE TYPE PP AND PET ON GENERATOR SET PERFORMANCE AT PLTSA PLASTIC 1000 WATT CAPACITY

Zurohaina<sup>\*1</sup>, Tahdid<sup>1</sup>, Ahmad Zikri<sup>1</sup>, Yohandri Bow<sup>1</sup>, Zulkarnain<sup>1</sup>, Desi Nurmala sari<sup>1</sup>, Nila Wulandari<sup>1</sup>,  
M. Rizky Adhitya Putra<sup>1</sup>, Agung Rafilanda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program studi Teknik Energi, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139, Telp +620711353414 / fax +62711355918  
e-mail : [\\*zurohaina@polsri.ac.id](mailto:*zurohaina@polsri.ac.id) / [\\*rizkyadhitya.123@gmail.com](mailto:*rizkyadhitya.123@gmail.com)

### ABSTRACT

*Plastic waste and energy is a big problem nowadays especially for big cities. Along with the growing population every year with a diverse community life activities always generate waste every day and energy consumption is increasing high. The limited of energy dependent on fossil energy forces the search for new alternative energy to replace fossil energy. One of the answers to the limitation of fossil energy is the conversion of plastic waste into liquid fuels by pyrolysis technology using plastic raw materials of Polyethylene Terephthalate (PET) and Polypropylene (PP). Which can be used as fuel in motor fuel or generator set to generate electricity in prototype unit of plastic waste generator by using dry coconut shell as Furnace fuel. The purpose of this research is to test the performance of generator sets using light Oil fuels (FRA) and Heavy Oil Fuel (FRB). Liquid fuels pyrolysis products are used as fuel generators to be converted into electrical energy with loads varying to a maximum load at 1000 watts for 10 hours per day. The results of this research obtained the value at the optimal load of 800 watts of electrical current that occurred at 4.37 amperes with 183 volt voltage, 2650 rpm rotation shaft genset, and fuel consumption / hour at 0.803 L / hour.*

*Keywords: Pyrolysis, Polypropylene, Polyethylene Teraphtaete, Generator Set, Electrical load*

### 1. PENDAHULUAN

Peningkatan konsumsi energi dan peningkatan tumpukan sampah merupakan dua permasalahan besar yang muncul seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Di Indonesia, konsumsi energi di berbagai sektor seperti transportasi, industri dan energi listrik untuk rumah tangga tercatat terus meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata pertahun sebesar 5,2%, sebaliknya cadangan energi nasional Sampah plastik yang terus meningkat jumlahnya menimbulkan masalah bagi lingkungan. Penyebabnya tak lain sifat plastik yang tidak dapat diuraikan dalam tanah. Hal ini dikarenakan plastik yang beredar merupakan polimer sintetik yang terbuat dari minyak bumi, sehingga perlu waktu berpuluh-puluh tahun dalam tanah untuk menguraikan limbah-limbah dari bahan plastik tersebut Banyak metode yang telah dilakukan untuk menanggulangi limbah/sampah plastik. Mulai dari pembakaran/insinerasi di udara terbuka, dimana metode ini sangat berbahaya karena menimbulkan pencemaran udara. Selanjutnya metode reuse dan recycle yang saat ini masih menjadi alternatif penanggulangan limbah plastik masih kurang efektif

menyelesaikan masalah limbah plastik ini (Tharir dkk., 2013).

Alternatif lain penanganan sampah plastik yaitu proses daur ulang yang lebih menguntungkan salah satunya adalah dengan mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak sebagai sumber energi alternatif karena pada dasarnya plastik berasal dari minyak bumi sehingga dikembalikan kebentuk semula. Plastik juga mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi setara dengan bensin dan solar. Cara ini sebenarnya termasuk dalam recycle, akan tetapi daur ulang yang dilakukan adalah tidak hanya mengubah sampah plastik langsung menjadi plastik lagi. Dengan demikian, teknologi untuk mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak yaitu dengan proses pirolisis. Pirolisis merupakan proses pembakaran tanpa melibatkan sedikit oksigen. Dengan memanfaatkan panas dari pembakaran, plastik yang terbuat dari polimer rantai panjang akan terurai menjadi senyawa rantai pendek dimana produk cair yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar. Hal ini, selain mampu menanggulangi polemik pencemaran lingkungan akibat sampah plastik, juga dapat menjadi salah satu bahan bakar alternatif karena

masalah persediaan sumber daya minyak bumi yang semakin menipis dan harga yang semakin mahal (Nindita, 2015).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Plastik adalah salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen. Untuk membuat plastik, salah satu bahan baku yang sering digunakan adalah Naphta, yaitu bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam. Sebagai gambaran, untuk membuat 1 kg plastik memerlukan 1,75 kg minyak bumi, untuk memenuhi kebutuhan bahan bakunya maupun kebutuhan energi prosesnya (Kumar dkk., 2010). Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastic* adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan *thermosetting* adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan.

Secara garis besar, plastik dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu: plastik thermoplast dan plastik thermoset. Plastik thermoplast adalah plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya panas. Yang termasuk plastik thermoplast antara lain : *Polyethylene* (PE), *Polypropylene* (PP), *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS), *Polystyrene* (PS), *nylon*, *Polyethylene tereftalat* (PET), *Polyacetal* (POM), *Poly Carbonate* (PC) dan lain-lain. Sedangkan plastik thermoset adalah plastik yang apabila telah mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali karena bangun polimernya berbentuk jaringan tiga dimensi yang termasuk plastik thermoset adalah: *Poly Urethane*(PU), *Urea Formaldehyde* (UF), *Melamine Formaldehyde* (MF), *polyester*, epoksi dan lain-lain. *Polypropylene* adalah polimer dengan penggunaan terbesar ketiga di dunia setelah PE dan PVC (Thahir dkk., 2013).

Pengetahuan sifat thermal dari berbagai jenis plastik sangat penting dalam proses pembuatan dan daur ulang plastik. Sifat-sifat thermal yang penting adalah titik lebur ( $T_m$ ), temperatur transisi ( $T_g$ ) dan temperatur dekomposisi. Temperatur transisi adalah temperatur di mana plastik mengalami perengangan struktur sehingga terjadi perubahan dari kondisi kaku menjadi lebih fleksibel. Di atas titik lebur, plastik mengalami pembesaran volume sehingga molekul bergerak lebih bebas yang ditandai dengan peningkatan kelenturannya. Temperatur lebur adalah temperatur di mana plastik mulai melunak dan berubah menjadi cair. Temperatur dekomposisi merupakan batasan dari proses pencairan. Jika suhu dinaikkan di atas temperatur lebur, plastik akan mudah mengalir dan

struktur akan mengalami dekomposisi. Dekomposisi terjadi karena energi thermal melampaui energi yang mengikat rantai molekul. Secara umum polimer akan mengalami dekomposisi pada suhu di atas 1,5 kali dari temperatur transisinya (Budiyantoro, 2010).

Pirolisis adalah proses degradasi termal bahan-bahan polimer seperti plastik maupun material organik seperti biomassa dengan pemanasan tanpa melibatkan oksigen di dalamnya. Proses ini umumnya berlangsung pada temperatur antara 500-800°C. Produk dari pirolisis ini terdiri dari fraksi gas, cair dan residu. Pada suhu tersebut, plastik akan meleleh dan kemudian berubah menjadi gas. Pada saat proses tersebut, rantai panjang hidrokarbon akan terpotong menjadi rantai pendek. Selanjutnya proses pendinginan dilakukan pada gas tersebut sehingga akan mengalami kondensasi dan membentuk cairan. Cairan inilah yang nantinya menjadi bahan bakar, baik berupa bensin maupun bahan bakar diesel (Aguado dkk., 2007).

Pirolisis plastik melibatkan tiga mekanisme dekomposisi yaitu : 1) pemotongan secara random rantai polimer yang menyebabkan terbentuknya rantai polimer yang lebih pendek, 2) pemotongan pada ujung rantai dimana molekul kecil dan rantai panjang polimer akan terbentuk, 3) pemisahan rantai polimer membentuk molekul-molekul kecil. Mekanisme tersebut akan sangat berhubungan dengan energi disosiasi ikatannya, derajat aromatisasi maupun keberadaan halogen dan heteroatom lainnya di dalam rantai. Dalam banyak kasus, proses ini umumnya berlangsung secara simultan. PE dan PP akan terdekomposisi secara termal dengan cara pemotongan rantai karbon secara random dan pemotongan pada ujung rantai karbon polimer (Xingzhong, 2006).

Dekomposisi termal dari bahan plastik merupakan proses endotermik sehingga dibutuhkan energi minimal sebesar energi disosiasi ikatan rantai C-C di dalam rantai plastik. Energi disosiasi adalah energi yang diperlukan untuk memutuskan satu buah ikatan pada suatu molekul. Contohnya energi disosiasi untuk melepas ikatan  $H_2$  menjadi  $2H^+$  adalah sebesar 436 KJ/mol.

PP memiliki Rumus molekul  $(C_3H_6)_n$  dan PET rumus molekulnya yaitu  $(C_{10}H_8O_4)$ . PP memiliki titik leleh berkisar antara 200 - 300°C dan PET memiliki titik leleh pada temperature 250°C (Sari, 2017). Di atas temperatur tersebut, PP dan PET akan mengalami pembesaran volume sehingga molekul bergerak lebih bebas yang ditandai dengan peningkatan kelenturannya. Pada kondisi tersebut PP dan PET akan mengalami dekomposisi dan mengalami perubahan fase menjadi cair.

Bahan bakar merupakan gabungan senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari alam maupun secara buatan. Bahan bakar cair umumnya berasal dari minyak bumi. Dimasa yang akan datang, kemungkinan bahan bakar cair yang berasal dari *oil shale*, batubara dan biomassa akan meningkat. Minyak bumi merupakan campuran alami hidrokarbon cair dengan sedikit belerang, nitrogen, oksigen, sedikit sekali *metal*, dan mineral (Budiyantoro, 2010).

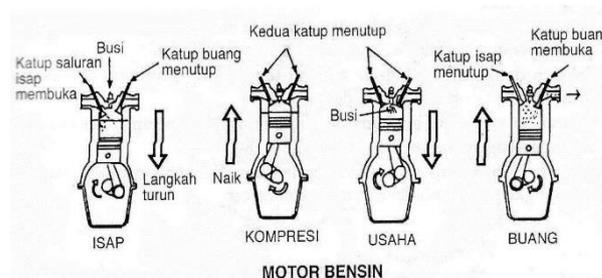
Generator set adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik disebut sebagai generator set dengan pengertian satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda yaitu *engine* dan generator atau alternator. *Engine* dapat berupa perangkat mesin berbahan bakar solar atau mesin berbahan bakar bensin, sedangkan generator atau alternator merupakan kumparan atau gulungan tembaga yang terdiri dari stator (kumparan statis) dan rotor (kumparan berputar) yang dapat membangkitkan listrik (Yulianto dkk., 2016).

Cara kerja generator set adalah dengan menyalakan diesel *engine* dari generator set. Penggerak mula (*Prime mover*) merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator. Pada mesin diesel terjadi penyalaan sendiri, karena proses kerjanya berdasarkan udara murni yang dimampatkan di dalam silinder pada tekanan yang tinggi. Ketika bahan bakar disemprotkan dalam silinder yang bertemperatur dan bertekanan tinggi melebihi titik nyala bahan bakar maka bahan bakar (dalam penelitian ini adalah bahan bakar cair, bensin atau premium) akan menyala secara otomatis.

Ada dua langkah kerja pendek dari disesel masing – masing mempunyai dua proses kerja. Yang pertama adalah.

1. Langkah pertama adalah langkah pemasukan dan penghisapan. Disini udara dan bahan bakar masuk sedangkan poros engkol berputar ke bawah.
2. Langkah kedua merupakan langkah kompresi, poros engkol terus berputar menyebabkan piston naik dan menekan bahan bakar sehingga terjadi pembakaran. Proses 1 dan 2 termasuk proses pembakaran.
3. Langkah ketiga merupakan langkah ekspansi, disini katup isap dan buang tertutup sedangkan proses engkol terus berputar dan menarik kembali piston ke bawah.
4. Langkah keempat merupakan langkah pembuangan, disini katub buang terbuka menyebabkan gas sisa pembakaran terbuang keluar. Gas keluar karena pada langkah keempat ini piston kembali bergerak naik dan membuka katub pembuangan yang berada di atas tabung silinder piston. Setelah proses tersebut, maka proses berikutnya akan mengulang kembali proses pertama yaitu proses pembakaran, dilanjutkan dengan proses pembuangan.

Setelah engine menyala, poros dari *engine* terhubung langsung dengan poros rotor pada generator set sehingga poros *engine* dan poros rotor berputar secara bersamaan. Ketika terjadi putaran di poros rotor, maka akan terjadi induksi medan magnet dan akan membangkitkan gaya gerak listrik (GGL).



Gambar 1. Langkah Kerja Motor Bakar 4 Langkah

**Parameter Unjuk Kerja**

Parameter unjuk kerja pada motor pembakaran dalam dapat ditunjukkan sebagai berikut :

**a. Daya Mesin**

Daya adalah usaha yang dilakukan suatu benda setiap detik. Dengan kata lain daya merupakan gaya yang diberikan suatu benda untuk memindahkan benda lain terhadap waktu yang diperlukan. (Abdullah dkk., 2004).

Pada sebuah mesin, daya merupakan tujuan utama, begitu juga halnya dengan mesin yang dihubungkan ke generator. Daya pada mesin yang dihubungkan dengan generator terutama generator AC berfasa tunggal akan berpengaruh terhadap tegangan dan arus listrik. Daya dari mesin yang disambungkan ke generator a-c fasa tunggal dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$N = \frac{V \times I \times Pf}{746 Cg} \dots\dots\dots (Maleev, 1995)$$

- Dimana:  
 N = Daya Mesin (HP)  
 V = Voltmeter (Volt)  
 I = Amperemeter (Amp)  
 Pf = Faktor daya untuk fasa tunggal=1  
 Cg= Efisiensi generator listrik di bawah 50 kva=0,87% - 0,89%

**b. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik**

Konsumsi bahan bakar spesifik atau *specific fuel consumption (SFC)* merupakan jumlah massa bahan bakar (kg) per waktu yang dipakai selama proses pembakaran untuk menghasilkan daya sebesar 1 Hp. Dengan kata lain konsumsi bahan bakar spesifik (*SFC*) dapat diartikan sebagai ukuran ekonomi pemakaian bahan bakar. Konsumsi bahan bakar spesifik (*SFC*) dapat diketahui dengan persamaan berikut :

$$Sfc = \frac{G_f}{N} \dots\dots\dots (Mathur, 1980)$$

Dimana  $G_f$  adalah jumlah bahan bakar yang digunakan dengan satuan kg/jam dan N adalah daya efektif atau daya poros dengan satuannya Hp. (Basyirun dkk., 2008).

### 3. METODE

Penelitian ini menggunakan generator set untuk sebagai media analisa dari bahan bakar hasil pirolisis sampah plastik. Adapun bahan baku plastik yang digunakan adalah jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan *Polypropylene* (PP).

Penelitian ini diawali dengan menyiapkan berbagai macam keperluan untuk pengoperasian alat seperti menyiapkan bahan baku berupa plastik jenis PET dan PP yang telah di cacah atau yang telah diremukkan, menyiapkan tempurung kelapa yang kering sebagai bahan bakar reaktor, memastikan valve yang harus dibuka dan ditutup, menyiapkan air untuk cooler dan kondenser, menghidupkan pompa dan kompresor sebagai salah satu alat pendukung pada unit Prototipe.

Dari proses pirolisis plastik pada reaktor di dapat hasil bahan bakar cair berupa minyak bakar, kemudian bahan bakar cair tersebut akan di jadikan bahan bakar pada Generator Set (genset). Parameter yang diamati pada uji kinerja genset adalah beban listrik yang diberikan selama genset dinyalakan, lama waktu penyalaan dari genset tersebut, arus listrik yang dihasilkan selama genset di hidupkan, Perputaran poros genset dalam satuan RPM, konsumsi bahan bakar per jam dari genset, serta jumlah bahan bakar yang digunakan untuk menyalakan genset. Hasil pengamatan dan pengukuran selama proses di tabulasikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk dilakukan evaluasi guna melihat berbagai fenomena ilmiah yang terjadi sesuai dengan tujuan penelitian.

Generator set yang dipakai dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Generator Set

Generator Set yang dipakai tipe motor bakar 4 langkah siklus otto yang merupakan motor bakar bensin 4 langkah dengan kapasitas maksimal 1200 Watt.

#### Perlakuan dan Analisis Statik Sederhana

Dalam penelitian ini terdapat dua jenis empat jenis bahan bakar cair hasil pirolisis sampah plastik jenis yaitu FRB dari sampah plastik PET dan PP, FRA dari sampah plastik PET dan PP yang akan dibandingkan dengan bahan bakar bensin. Variabel yang akan digunakan yaitu variabel tetap dan variabel tak tetap. Variabel tetap sebagai objek penelitian berupa lama

waktu penyalaan dari genset tersebut, arus listrik yang dihasilkan selama genset di hidupkan, Perputaran poros genset dalam satuan RPM, konsumsi bahan bakar per jam dari genset, serta jumlah bahan bakar yang digunakan untuk menyalakan genset (SFC). Sedangkan variabel tak tetap berupa beban listrik yang di berikan kepada generator set yang ditetapkan diantaranya, 0, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 Watt. Dari data yang akan didapatkan akan di analisa apakah bahan bakar hasil pirolisis berupa FRA dan FRB tersebut termasuk dalam bahan bakar jenis bensin.

#### Prosedur Pengujian dan Pengambilan Data Uji Kinerja Pada Generator Set

Prosedur pengujian dan pengambilan data yang harus dilakukan pada penelitian ini meliputi langkah sebagai berikut:

1. Bahan bakar cair dimasukkan kedalam tabung silinder generator set sebanyak 200 ml.
2. Mesin dinyalakan bersamaan dengan menyalakan stopwatch.
3. Mesin dilakukan pemanasan tanpa beban selama 2 menit.
4. Mesin diberi pembebanan dengan cara menghidupkan saklar yang ada pada generator set dan memasang bola lampu sampai pada posisi beban pengujian yang diinginkan hingga bahan bakar cair habis dan genset berhenti beroperasi Melakukan pengambilan data berupa pengecekan arus, tegangan, Rpm, nyala lampu dan lama waktu bahan bakar cair habis terbakar.
5. Mengulangi pengambilan data dari prosedur (1). Pengoperasian dilakukan dengan menggunakan metode yang sama pada bahan bakar dengan variasi beban yang berbeda-beda (masing-masing pengujian beban yaitu 600 watt, 700 watt, 800 watt, 900 watt, 1000 watt dan 1100 watt).
6. Mesin dimatikan dengan terlebih dahulu menghilangkan beban pada mesin dengan menurunkan saklar pada mesin.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil

Penelitian ini menggunakan Prototipe Peralatan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Plastik Kapasitas 1000 Watt sebagai tempat pengkonversi bahan baku plastik jenis *Polypropylene* (PP) menjadi bahan bakar cair yang akan digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada generator set untuk menghasilkan listrik. Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh beban listrik yang diberikan selama genset dinyalakan, lama waktu penyalaan dari genset tersebut, arus listrik yang dihasilkan selama genset di hidupkan, perputaran poros genset dalam satuan RPM, konsumsi bahan bakar per jam dari genset, serta jumlah bahan bakar yang digunakan untuk menyalakan genset.

Tabel 1. Data Analisa Produk Bahan Bakar Cair Hasil Pirolysis Sampah Plastik PP dan PET

No	Uraian	FRA	FRB	FRA	FRB	Bensin
		PP SP-02	PP SP-01	PET SP-02	PET SP-01	
1	Densitas (Kg/m <sup>3</sup> )	751,8	866,5	817,3	816,8	715-770
2	Viskositas (cps)	33,47	33,47	5,68	6,17	
3	Titik Nyala (°C)	28	64	34	39	
5	GHV (BTU/lb)	20165	19130	19769	19756	
6	NHV (Btu/lb)	18893	17923	18522	18509	18300-19800

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dimana densitas dari bahan bakar fraksi berat (FRB) dan ringan (FRA) SP-1 dan SP-2 untuk bahan baku plastik PP yaitu sebesar 866,5 Kg/m<sup>3</sup> dan 751,8 Kg/m<sup>3</sup> sedangkan untuk FRA dan FRB bahan baku PET yaitu 816,8 Kg/m<sup>3</sup> dan 817,3 Kg/m<sup>3</sup> sedangkan bensin 715-770 Kg/m<sup>3</sup>. Densitas merupakan salah satu parameter untuk mengidentifikasi mutu atau kualitas dari suatu bahan bakar cair, dimana minyak yang mempunyai berat jenis atau densitas tinggi berarti minyak tersebut mempunyai kandungan panas (heating value) yang rendah karena banyak mengandung lilin sedangkan jika berat jenis dari suatu bahan bakar rendah maka bahan bakar tersebut banyak mengandung bensin. Jadi dari data yang didapat bahan bakar cair yang lebih baik atau kualitas mendekati bensin yang dihasilkan oleh kedua bahan baku PP dan PET adalah bahan bakar cair dari jenis PP.

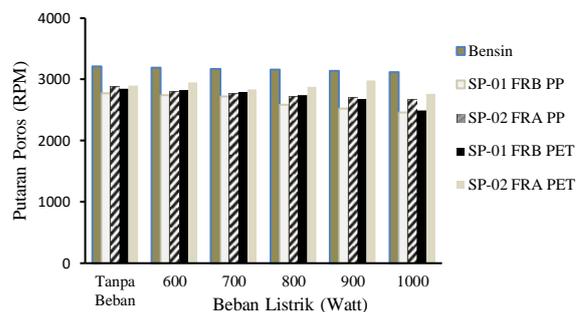
Nilai kalor berbanding terbalik dengan berat jenis (densitas). Nilai kalori diperlukan karena dapat digunakan untuk menghitung jumlah bahan bakar minyak yang dibutuhkan untuk suatu mesin dalam suatu periode. Dimana nilai kalor dari bahan bakar fraksi ringan (FRA) bahan baku PP yaitu sebesar 18893 btu/lb dan nilai kalor dari fraksi ringan (FRA) bahan baku PET yaitu 18522 btu/lb sedangkan bensin sebesar 18300-19800 btu/lb. Dimana semakin besar nilai kalor maka akan semakin bagus kualitas bahan bakar tersebut.

### Pembahasan

Hasil pengujian Bahan Bakar Cair Fraksi Berat (FRB) dan Bahan Bakar Cair Fraksi Ringan (FRA) dari Bahan Baku Jenis PP dan PET sebagai bahan bakar genset dibandingkan dengan bensin dapat dilihat dari perputaran poros dan *Specific Fuel Consumption* (SFC) terhadap perubahan beban listrik yang digunakan. Pada penelitian ini dilakukan perubahan beban listrik pada 600 W, 700 W, 800 W, 900 W, dan 1000 W.

### Analisa Uji Kinerja Genset Dilihat dari Pengaruh Beban Listrik (watt) Terhadap Perputaran Poros Genset (RPM)

Hasil laju perputaran poros terhadap perubahan beban listrik tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



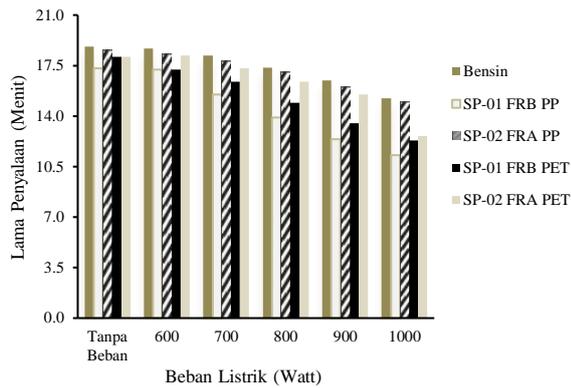
Gambar 3 Grafik Hubungan Beban Listrik (watt) vs Putaran Poros (rpm)

Pada Gambar 3 hubungan beban listrik (W) dan putaran poros (rpm) dimana pada data tersebut dapat dilihat bahwa beban listrik yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kecepatan putaran RPM pada mesin genset, hal ini ditunjukkan pada beban listrik sebesar 1000 W yang memiliki kecepatan RPM sebesar 2464, sedangkan pada beban listrik 600 W kecepatan RPM yaitu sebesar 2748.

Menurut hasil pengujian Sukmana (2018) pada putaran mesin rendah variasi bahan bakar pertalite 100% menghasilkan daya tertinggi sebesar 6,8 Hp. Nilai daya yang kecil pada putaran mesin rendah diakibatkan gaya gesek yang tinggi pada mesin, seiring bertambahnya kecepatan putaran mesin maka gaya gesek yang dihasilkan semakin kecil sehingga menghasilkan nilai daya maksimum, dan nilai daya akan turun pada putaran mesin tinggi karena pengaruh getaran yang tinggi pula. Semakin tinggi putaran mesin maka semakin tinggi pula daya yang dihasilkan. Hal ini dipengaruhi oleh kenaikan energi yang dilepas oleh bahan bakar, maka jumlah bahan bakar yang masuk keruang bakar semakin tinggi.

### Analisa Uji Kinerja Genset Dilihat dari Pengaruh Beban Listrik (watt) Terhadap Lama Penyalaan (menit)

Hasil lama penyalaan terhadap perubahan beban listrik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



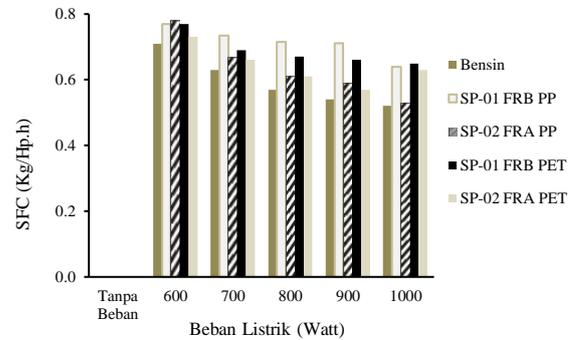
Gambar 4. Grafik Hubungan Beban Listrik (watt) vs Lama Penyalan (menit)

Pada Gambar 4. Percobaan lama penyalan ini bertujuan untuk membandingkan lama penyalan genset antara bahan bakar hasil pirolisis dengan bahan bakar bensin dengan jumlah bahan bakar yang sama. Pada percobaan digunakan jumlah bahan bakar yang sama yaitu sebanyak 800 ml. lama penyalan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya beban listrik. pada penelitian didapatkan beban listrik optimal yaitu pada beban listrik 900 W yang akan menjadi dasar analisis penggunaan bahan bakar cair fraksi ringan sebagai bahan bakar genset untuk penyalan lampu (penerangan) karena merupakan beban listrik minimal yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan listrik minimal. Pada beban 900 watt suara genset masih dalam keadaan stabil dan nyala lampu masih stabil, ketika beban di tambah makan suara genset menjadi kasar dan tidak stabil dan nyala lampu yang di uji menjadi redup dan tidak stabil, Nilai kalor menjadi salah satu faktor yang membuat nyala genset lebih lama, ketika nilai kalor yang di miliki oleh suatu bahan bakar tinggi maka konsumsi kalor dari bahan bakar tersebut akan semakin sedikit sehingga dengan jumlah bahan bakar yang sedikit dapat menghidupkan genset dengan waktu yang lama.

Hal ini dikarenakan semakin beratnya kemampuan genset dalam menghasilkan kerja. Pada grafik dapat dilihat penggunaan tertinggi beban listrik yaitu pada beban 1000 W yang hanya bertahan pada waktu penyalan selama 11,3 menit pada bahan bakar FRB SP-1 bahan baku PP dan yang paling lama yaitu FRA SP-2 bahan baku PET dengan lama waktu 12,6 menit sedangkan untuk bahan bakar bensin yaitu 15,2 menit, sedangkan pada beban terendah 600 W waktu penyalan paling lama mencapai 18,3 menit dengan bahan bakar FRA SP-1 bahan baku PP yang jika di bandingkan dengan bensin yaitu 18,7 menit dapat diidentifikasi bahwa produk bahan bakar cair hasil pirolisis plastik mendekati kualitas bensin.

### Analisa Uji Kinerja Genset Dilihat dari Pengaruh Beban Listrik (Watt) terhadap *Specific Fuel Consumption* (SFC)

Hasil konsumsi bahan bakar spesifik terhadap perubahan beban listrik tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Beban Listrik (watt) dengan SFC (Kg/Hp.jam)

*Specific Fuel Consumption* adalah jumlah bahan bakar per waktu yang dipakai selama proses pembakaran untuk menghasilkan daya sebesar satu hp. Pada grafik tersebut terlihat bahwa konsumsi bahan bakar terendah baik FRB maupun bensin akan semakin rendah seiring dengan penambahan beban. Bensin memiliki nilai SFC lebih rendah dibandingkan minyak FRB yang mengakibatkan penggunaan bahan bakar FRB ini lebih boros dibandingkan bensin. Hal ini ditunjukkan pada data perhitungan dimana pada beban 1000 watt konsumsi bahan bakar minyak FRA masih tinggi yaitu 0,64 Kg/Hp.jam untuk PP dan 0,63 Kg/Hp.jam untuk PET. Sedangkan bensin 0,52 Kg/Hp.jam yang mengindikasikan bahwa bahan bakar bensin konsumsi bahan bakar per jam nya sedikit dari pada FRA yang menandakan nilai kalor FRA masih di bawah bensin.

Berdasarkan hasil pengujian Wardoyo (2016) menggunakan bahan bakar premium dengan campuran 20% minyak plastik mendapatkan nilai SFC sebesar 0,100 Kg/Hp.jam, dan dengan campuran 40% minyak plastik mendapatkan nilai SFC sebesar 0,068 Kg/Hp.jam, sedangkan menggunakan bakar premium mendapatkan nilai SFC sebesar 0,103 Kg/Hp.jam. Menggunakan variasi campuran bahan bakar ternyata konsumsi bahan bakarnya lebih ekonomis dan daya yang dihasilkan besar. Pada bahan bakar premium pada putaran tinggi (5000 rpm ke atas) detonasi yang diakibatkan menyebabkan proses pembakaran tidak bagus. Detonasi atau sering juga disebut "knocking" adalah pembakaran explosive dalam silinder yang jauh lebih cepat daripada pembakaran normal. Detonasi dapat terjadi pada semua jenis motor bakar dan bersifat sangat merugikan karena mampu merusak komponen silinder atau ruang bakar serta menurunkan daya dari mesin

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan dan perhitungan terhadap Uji Kinerja Generator Set Menggunakan Bahan Bakar Cair Fraksi Ringan (FRA) dan Fraksi Berat (FRB) dengan Bahan Baku Jenis PP dan PET Pada Prototype Unit Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Plastik keluaran dari Separator 1 (SP 01) dan Separator 2 (SP-2) Kapasitas 1000 Watt, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada beban optimal 600 watt arus listrik yang terjadi untuk FRB sebesar 2,82 ampere dengan voltase 213 volt, dan putaran poros genset 2748 rpm.
2. Konsumsi bahan bakar spesifik pada beban akhir 1000 watt, minyak FRB masih lebih tinggi yaitu 0,52 Kg/Hp.jam dan FRA PP yaitu 0,42 Kg/Hp.jam dibandingkan dengan bensin yaitu 0,64 Kg/Hp.jam.

## DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, Mikrajuddin. 2007. *Fisika Dasar 1 Edisi Revisi*. Bandung: ITB.

Aguado, J, Serrano, D.P., San Miguel, G., Castro, M.C., Madrid, S., 2007. *Feedstock recycling of polyethylene in a two-step thermo-catalytic*.

Basyirun, Winarno dan Karwono. 2008 *Mesin Konversi Energi*. Semarang: PKUTP UNNES.

Budiyantoro, C., 2010. *Thermoplastik dalam Industri, Teknik Media*, Surakarta.

Didik, Fatmi, dan Erlina. 2017. *Pemanfaatan Sampah Plastik LDPE dan PET Menjadi Bahan Bakar Minyak Dengan Proses Pirolisis*. Banten: Universitas Pamulang.

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.

Maleev. 1995. *Operasi dan Pemeliharaan Motor Diesel*, Erlangga, Jakarta.

Mathur. 1980. *A Course in Internal Combustion Engine 3rd edition*, Dhanpat Rai & Sons, Nai Sarak, Delhi.

Murdiono, Agus. 2017. *Kinerja Mesin Diesel Dengan Bahan Bakar Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Nanda, Ayu. 2017. *Perengkahan Termal Campuran Sampah Plastik Jenis Polipropilena dan Kayu Bulian Menghasilkan Bahan Bakar Minyak*. Jambi: Universitas Jambi.

Nindita, Velma. 2015. *Studi Berbagai Metode Pembuatan BBM dari Sampah Plastik Jenis LDPE dan PVC dengan Metode Thermal dan Catalytic Cracking (Ni-Cr/Zeolite)*. Semarang: Universitas PGRI Semarang.

Sukmana. 2018. *Unjuk Kerja Motor Bensin Berbahan Bakar Peralite dan Pyrolytic Oil dari Plastik LDPE (Low Density Polyethylene)*.

Sari, Gina Lova. 2017. *Kajian Potensi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair*. Karawang: Universitas Singa Perbangsa.

Surono, Untoro Budi. *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak*, Yogyakarta: Universitas Janabadra Yogyakarta.

Syaputra, Hendri. 2014. *Pengaruh Variasi Temperatur Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Mesin Generator Set 4 Langkah*. Bengkulu: Universitas Bengkulu.

Thahir, Ramli. Alwathan. Mustafa. 2013. *Spesifikasi dan Analisa Kualitas Bahan Bakar Hasil Pirolisis Plastik Jenis Polypropylene*. Politeknik Negeri Samarinda.

UNEP (United Nations Environment Programme), 2009. *Converting Waste Plastics Into a Resource, Division of Technology, Industry and Economics International Environmental Technology Centre*, Osaka/Shiga.

Wardoyo, 2016. *Membandingkan Kinerja Mesin Bensin Dua Langkah Satu Silinder Pada Sepeda Motor Menggunakan Variasi Campuran Bahan Bakar Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik dan Premium dengan Premium Murni*. Angkasa, Volume 3, pp. 57-64

Xingzhong. 2006. *Converting waste plastics into liquid fuel by pyrolysis: Developments in China*. in: J. Scheirs, W. Kaminsky (Eds.), *Feedstock recycling and pyrolysis of waste plastics*. John Wiley & Sons, West Sussex, UK, pp. 729-755.

Yulianto, R. N., dan Murni, M. 2016. *Modifikasi Sistem Bahan Bakar Bensin Menjadi Bahan Bakar Lpg Pada Genset 1100 Watt (Modification Of The Fuel System From Gasoline Into LPG On A Captain 1100 Watt Generator)* (Doctoral dissertation, D3 Teknik Mesin Fakultas Teknik).