

## **PENGARUH BAHAN BAKAR LIMBAH MINYAK PLASTIK TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENSIN**

**Samuel Parlindungan Siregar**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Cenderawasih  
Alamat Jl. Kamp Wolker Kampus Baru Uncen – Waena Jayapura  
Email: samuel\_srg@yahoo.com

### **ABSTRAK**

Penggunaan minyak limbah sampah plastik sebagai bahan bakar alternatif motor bensin didasari pada dugaan awal bahwa bahan dasar minyak limbah sampah plastik dapat digunakan sebagai campuran dengan premium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan minyak limbah sampah plastik sebagai sumber bahan bakar alternatif pengganti premium pada motor bensin. Pengujian dilakukan dengan variasi persentase minyak limbah sampah plastik sebesar 10%, 15% dan 20% terhadap premium sebagai bahan bakar standar. Selanjutnya dianalisis perbedaan unjuk kerja motor bensin saat menggunakan bahan bakar minyak limbah sampah plastik dan saat menggunakan premium. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini diawali dengan menghasilkan minyak limbah sampah plastik dari alat pirolisis. Hasil pirolisis minyak limbah sampah plastik tersebut digunakan sebagai campuran bersama premium pada motor bensin. Unjuk kerja motor bensin meliputi torsi, daya efektif, tekanan efektif rata-rata, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi termal. Pengujian perbandingan unjuk kerja motor bensin menggunakan minyak limbah sampah plastik terhadap premium dilaksanakan di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Cenderawasih. Dari hasil penelitian dan analisis data didapat bahwa pengujian mesin bensin dengan variasi minyak plastik 10%, 15%, dan 20% terhadap bahan bakar premium. Pengujian dengan presentase minyak plastic 10% memiliki unjuk kerja terbaik dibanding premium 100%, dimana daya efektif mengalami kenaikan 2,38%, BMEP mengalami kenaikan 2,9%, SFC mengalami penurunan 4,83%, dan efisiensi termal mengalami kenaikan sebesar 2,67% terhadap uji bahan bakar standar.

Kata kunci : Minyak Limbah Plastik, Motor Bensin, Unjuk Kerja

### **PENDAHULUAN**

Energi merupakan salah satu kebutuhan dalam kehidupan sehari-hari dimana kebutuhan utama energi masih tergantung pada bahan bakar fosil minyak bumi dan gas. Bahan bakar merupakan salah satu kebutuhan kedua yang terpenting setelah kebutuhan manusia akan pangan, sandang dan papan. Kenaikan BBM saat ini memberikan efek yang signifikan bagi masyarakat khususnya dampak kenaikan harga kebutuhan. Berlakunya batasan kuota pasokan bahan bakar bensin saat ini mengakibatkan seringnya terjadi

kelangkaan bahan bakar tersebut. Saat ini pengembangan bahan bakar alternatif khususnya pengganti premium bertumpu pada biofuel yang merupakan sumber minyak nabati. Sementara penggunaan bahan baku ini untuk industri akan makin besar, sehingga terjadi rebutan kebutuhan beberapa bahan baku industri yang pada akhirnya memicu kenaikan harga komoditas tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan upaya terpadu dalam mencari dan mengembangkan bahan baku limbah minyak plastik sebagai bahan bakar alternatif. Beberapa sumber penghasil minyak yang dapat digunakan sebagai bahan bakar sangat beragam, namun

dalam perkembangannya kebutuhan tersebut berbenturan dengan kebutuhan produksi. Oleh karenanya pemilihan bahan baku minyak plastik sangat penting untuk mereduksi produksi limbah plastik. Ketersediaan limbah plastik yang melimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal memiliki potensi sebagai bahan bakar alternatif. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa limbah minyak plastik dapat digunakan sebagai campuran terhadap bahan bakar premium. Hal inilah yang mendasari dilakukannya penelitian tentang pengaruh bahan bakar limbah minyak plastik terhadap unjuk kerja motor bensin.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Karakteristik Plastik

Plastik adalah polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau "monomer". Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik atau semisintetik, namun ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan performa atau ekonomi (Wikipedia, 2014).

Plastik merupakan bahan kemasan utama saat ini. Salah satu jenis plastik adalah Polyethylene (PE). Polietilen dapat dibagi menurut massa jenisnya menjadi dua jenis, yaitu: Low Density Polyethylene (LDPE) dan High Density Polyethylene (HDPE). LDPE mempunyai massa jenis antara  $0,91-0,94 \text{ g mL}^{-1}$ , separuhnya berupa kristalin (50-60%) dan memiliki titik leleh  $115^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan HDPE bermassa jenis lebih besar yaitu  $0,95-0,97 \text{ g mL}^{-1}$ , dan berbentuk kristalin (kristalinitasnya 90%) serta memiliki titik leleh di atas  $127^{\circ}\text{C}$  (beberapa macam sekitar  $135^{\circ}\text{C}$ ) (Billmeyer, 1971).

Secara kimia, LDPE mirip dengan HDPE. Tetapi secara fisik LDPE lebih

fleksibel dan kerapatannya lebih kecil dibandingkan HDPE. Perkembangan selanjutnya, telah diproduksi LDPE yang memiliki bentuk linier dan dinamakan Low Linear Density Polyethylene (LLDPE). Keunggulan lain jenis plastik berkerangka dasar polietilen dibandingkan dengan jenis plastik lainnya ialah jenis plastik ini mempunyai nilai konstanta dielektrik yang kecil, sehingga sifat kelistrikannya lebih baik (Billmeyer, 1971). Sifat tersebut semakin baik dengan tingginya jumlah hidrogen atau klorida dan fluorida yang terikat pada tulang punggung Polietilen (exceedmpe.com).

LDPE diklasifikasikan sebagai materi semi permeabel karena permeabilitasnya terhadap bahan kimia yang volatil. LDPE diproduksi dari gas etilen pada tekanan dan suhu tinggi dalam reaktor yang berisi pelarut hidrokarbon dan katalis logam yaitu Ziegler Catalysts. Polimer yang dihasilkan berupa bubur yang kemudian difiltrasi dari pelarutnya.

Plastik adalah senyawa polimer alkena dengan bentuk molekul sangat besar, istilah plastik menurut pengertian kimia, mencakup produk polimerisasi sintetik atau semi-sintetik, molekul plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan performa atau nilai ekonominya. Secara fisik, plastik bisa dibentuk atau dicetak menjadi lembar film atau serat sintetik, yang disebabkan karena plastik juga bersifat "malleable" alias memiliki sifat bisa dibentuk atau ditempa. Dalam proses industri dan pabrikasi, plastik dibuat dalam jenis yang sangat banyak. Sifat-sifat bisa menerima tekanan, panas, keras juga lentur, dan bisa digabung dengan partikel lain semisal karet, metal, dan keramik, sehingga plastik bisa dipergunakan secara masal untuk banyak keperluan.

Penggunaan plastik yang sangat tinggi memunculkan akibat terjadinya penumpukan sampah plastik, dan sampah

plastik merupakan sampah yang tidak mudah diuraikan secara cepat oleh mikroorganisme. Dibalik segala kelebihannya, limbah plastik menimbulkan masalah bagi lingkungan. Penyebabnya tak lain sifat plastik yang tidak dapat diuraikan dalam tanah. Untuk mengatasinya, para pakar lingkungan dan ilmuwan dari berbagai disiplin ilmu telah melakukan berbagai penelitian dan tindakan. Salah satunya dengan cara mendaur ulang limbah plastik. Namun, cara ini tidak terlalu efektif. Hanya sekitar 4% yang dapat didaur ulang, sisanya menggenung di tempat penampungan sampah. Pirolisis merupakan proses peruraian suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas. Untuk mengetahui kualitas minyak pirolisis, maka diperlukan berbagai macam pengujian diantaranya uji nilai kalor, uji komposisi kimia, uji viskositas, dan uji massa jenis. Minyak plastik yang digunakan dari proses pirolisis dan digunakan sebagai bahan bakar memiliki spesifikasi seperti pada tabel 1.

Dalam mengolah limbah plastik menjadi BBM tidak diperlukan perlakuan pre-sortir dan tidak pula diperlukan kondisi yang harus bersih dari kotoran seperti: pasir, abu, kaca, logam, tekstil, air, minyak bekas dll. Setiap satuan berat

plastik, dapat menghasilkan: 70% minyak, 16% gas, . 6% carbon solid, dan 8% air.

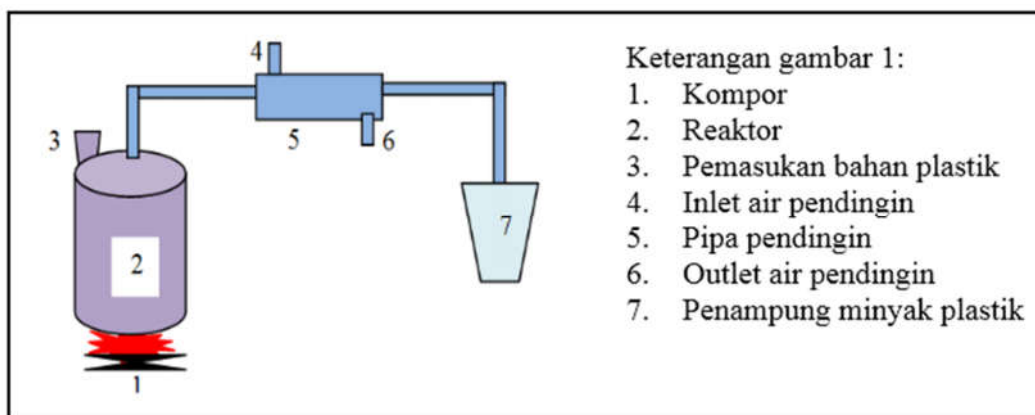
Tabel 1. Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Plastik

Sifat	Bahan Bakar Bio Plastik
Densitas	738 kg/m <sup>3</sup>
Nilai Kalor	43,33 MJ/kg
Viskositas	2,149
Centane Number	51
Flash Point °C	40
Fire Point °C	45
Kandungan	< 0,002

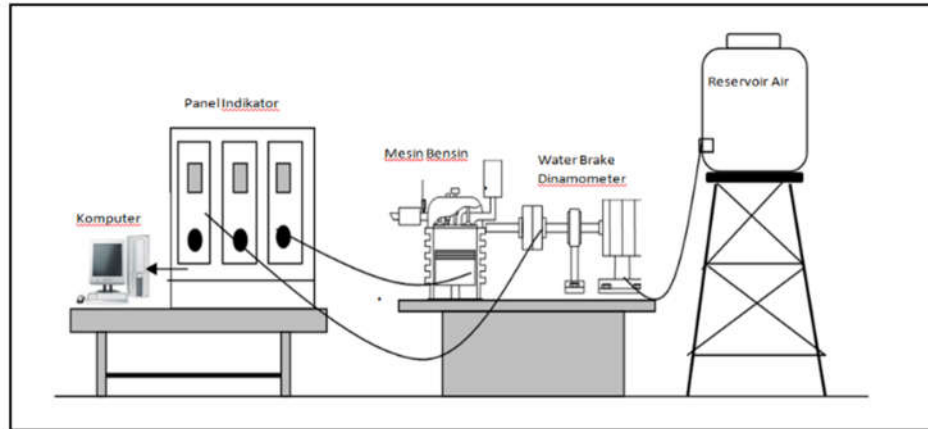
Sumber: Untoro, 2013

## METODE PENELITIAN

Sampah plastik yang digunakan adalah jenis plastik PET (Polyethylene Terephthalate) berupa kemasan plastik air mineral. Pertama bahan plastik dibersihkan lalu dipotong-potong kemudian selanjutnya dimasukan kedalam tabung reaktor. Hasil minyak dari proses pirolisis tersebut digunakan sebagai campuran bahan bakar bensin dengan variasi 10%, 15%, dan 20% untuk pengujian unjuk kerja mesin bensin.



Gambar 1. Skema Proses Pengolahan Minyak Plastik

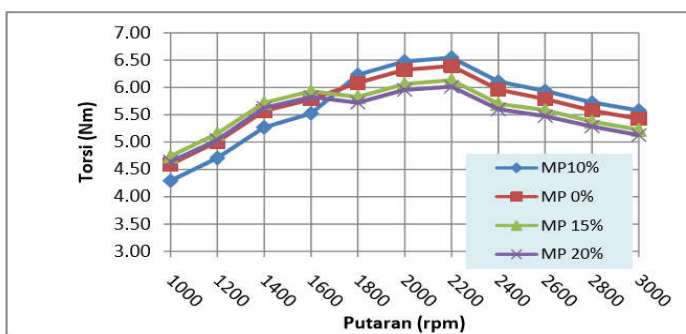


Gambar 2. Skema pengujian mesin bensin

## HASIL YANG DICAPAI

### 4.1. Torsi Mesin

Besarnya torsi yang dihasilkan tidak secara penuh tergantung pada kecepatan mesin, tetapi tergantung pada efisiensi volumetris kerugian-kerugian karena gesekan, ukuran mesin dan kualitas bahan bakar. Kurva torsi mencapai puncaknya kira-kira pada setengah dari daya yang dihasilkan oleh mesin.



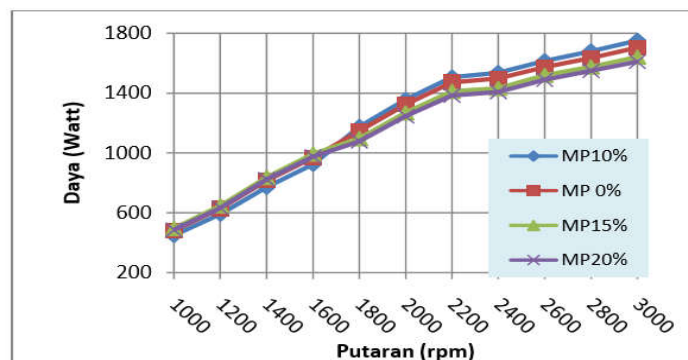
Gambar 3. Grafik torsi terhadap putaran mesin

Torsi dengan pengujian minyak plastik 10% terbaik pada putaran 1800 rpm sampai 3000 rpm. Secara umum, torsi mengalami kenaikan seiring dengan penambahan beban. Torsi semakin turun setelah mencapai putaran tertentu (putaran pada torsi maksimum). Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya kerugian-kerugian (losses) pada putaran tinggi

terutama kerugian akibat gesekan (friction losses) dan juga karena semakin menurunnya efisiensi volumetris. Jadi selain efisiensi volumetris, faktor yang dominan mempengaruhi torsi adalah friction losses. Semakin tinggi putaran mesin maka kerugian gesekan akan semakin tinggi yang akan menyebabkan torsi menurun.

### 4.2. Daya Efektif

Daya merupakan laju dalam menghasilkan kerja atau sama dengan gaya yang dihasilkan terhadap kecepatan linier atau torsi yang dihasilkan terhadap kecepatan sudut. Oleh karena itu pengukuran daya meliputi pengukuran gaya (torsi) dan kecepatan putaran mesin. Dari data nilai daya terbaik dengan pengujian minyak plastik 10% pada putaran 3000 rpm sebesar 1751 Watt. Pada putaran yang sama terhadap premium daya efektif mengalami kenaikan 2,38%.

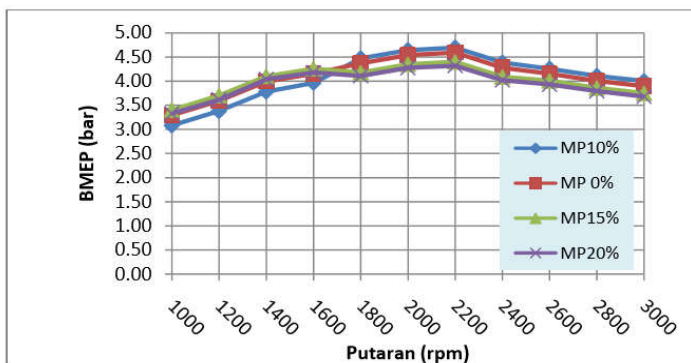


Gambar 4. Grafik Daya terhadap Putaran mesin

Dari grafik gambar 4 diatas, terlihat bahwa daya efektif mengalami kenaikan seiring dengan penambahan beban. Pada prinsipnya, penambahan beban menyebabkan putaran mesin menjadi turun. Namun karena pada mesin terdapat mekanisme governor yang secara otomatis memperbesar intake bahan bakar maka bahan bakar yang masuk menjadi lebih banyak. Kenaikan pemasukan bahan bakar menyebabkan putaran mesin naik kembali. Kenaikan pemasukan bahan bakar juga menyebabkan kenaikan daya efektif, karena energi panas yang diberikan oleh bahan bakar juga bertambah.

#### 4.3. Tekanan efektif rata-rata (Bmep)

Bmep didefinisikan sebagai tekanan konstan teoritis yang digunakan selama langkah kerja mesin untuk menghasilkan kerja (bhp). Dari tabel (pada lampiran A) nilai BMEP terbaik pada minyak plastic 10% sebesar 4,00 bar pada putaran 3000 rpm. Terhadap bahan bakar premium Bmep mengalami kenaikan 2,9%. Untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



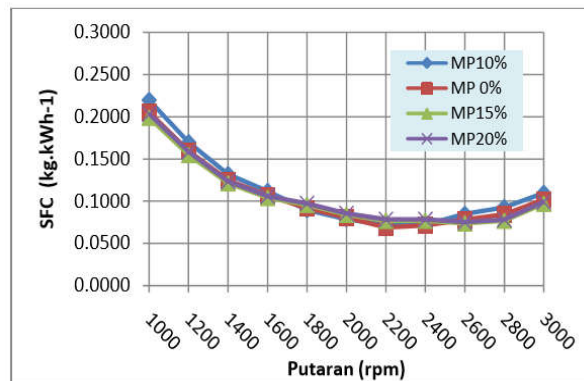
Gambar 5. Grafik BMEP terhadap putaran mesin

Bmep mempunyai hubungan yang linear terhadap daya. Untuk daya yang tetap Bmep akan turun dengan putaran yang semakin besar. Bmep akan cenderung konstan bila kenaikan daya diikuti oleh kenaikan putaran mesin. BMEP besar mengindikasikan bahwa tenaga yang dihasilkan mesin pada langkahnya lebih besar. Torsi dari suatu

mesin sangat dipengaruhi oleh BMEP yang bisa dihasilkan oleh mesin tersebut dan sebaliknya.

#### 4.4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC)

Konsumsi bahan bakar spesifik (specific fuel consumption/SFC) adalah jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu satuan daya dalam waktu satu jam. Dari data pada tabel didapat bahwa nilai SFC terendah pada minyak plastic 20% sebesar 0,0687 kg/kWh pada putaran 2200 rpm. Terhadap bahan bakar bensin mengalami penurunan 4,83% pada putaran yang sama.



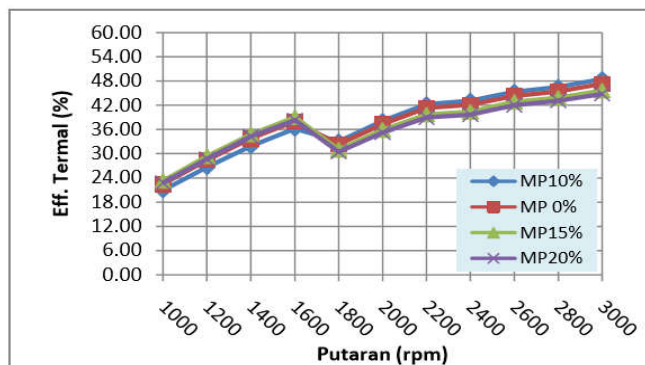
Gambar 6. Grafik SFC terhadap putaran mesin

Dari grafik diatas, terlihat SFC semakin turun seiring bertambahnya beban. Pada beban rendah hingga menengah, penurunan terjadi dengan signifikan. Hal ini disebabkan pada beban rendah hingga menengah, temperatur pembakaran dan AFR mulai mencapai optimum. Besar kecilnya SFC ditentukan oleh sempurna atau tidaknya campuran bahan bakar dan udara yang terbakar di dalam ruang bakar, karena semakin sempurna pembakaran yang terjadi di ruang bakar akan menghasilkan daya yang semakin besar pula. Banyak faktor yang menentukan kesempurnaan pembakaran, antara lain homogenitas campuran bahan bakar dan udara, kaya/miskinnya campuran yang masuk

ruang bakar (mencakup tersedianya O<sub>2</sub> untuk membakar/bereaksi dengan bahan bakar), waktu yang tersedia untuk melakukan pembakaran (tergantung putaran mesin), sampai dengan desain ruang bakar itu sendiri.

#### 4.5. Efisiensi termal ( $\eta_{th}$ )

Efisiensi termal dari suatu mesin adalah ratio output (daya poros / bhp) terhadap energi kimia input dalam bentuk suplai bahan bakar. Dari tabel hasil pengujian didapat bahwa nilai efisiensi termal terbaik pada minyak plastik 10% sebesar 48,4% pada putaran 3000 rpm. Untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 7 Grafik efisiensi termal terhadap putaran mesin

Dari grafik diatas terlihat efisiensi thermal naik seiring penambahan beban, namun pada beban tinggi kenaikan tidak signifikan lagi, atau bahkan ada yang turun. Efisiensi thermal makin naik karena naiknya kualitas pembakaran pada beban yang lebih tinggi. Karena dengan kenaikan beban, temperatur ruang bakar mendekati kondisi optimal untuk pembakaran, friksi mekanis juga tidak terlalu besar pada beban menengah. Dalam kenyataannya, energi kimia bahan bakar tidak semuanya dikonversi menjadi energi berguna, banyak sekali kerugian-kerugian yang terjadi pada siklus pembakaran sebenarnya. Kerugian-kerugian itu dapat berupa : pengereman, pendinginan, panas yang keluar bersama

gas buang, radiasi dan kerugian-kerugian lainnya.

Pada putaran rendah terlihat bahwa efisiensi yang dihasilkan dengan minyak plastik 20% lebih rendah dari pada efisiensi yang dihasilkan dengan premium 100%. Hal ini disebabkan karena tidak sempurnanya pembakaran yang dilakukan. Ketidak sempurnaan pembakaran tersebut menyebabkan sebagian besar bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar menjadi tidak terbakar yang akibatnya adalah fraksi bahan bakar yang berubah menjadi daya menjadi kecil dan lossesnya meningkat. Sehingga efisiensi yang dihasilkan menjadi lebih rendah.

## KESIMPULAN

1. Minyak plastik sebagai bahan bakar alternatif yang digunakan dengan variasi premium pada mesin bensin memiliki karakteristik yang sama bahkan pada hasil perhitungan nilai kalor (heating value) memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan premium. Uji karakteristik mesin bensin dengan bahan bakar minyak plastik dipengaruhi oleh persentase minyak plastik terhadap premium.
2. Hasil uji unjuk kerja mesin bensin didapat bahwa pada torsi rendah daya efektif tidak berpengaruh terhadap jenis bahan bakar premium dan minyak plastik. Pengujian dengan persentase minyak plastik 10% memiliki unjuk kerja terbaik dimana daya efektif mengalami kenaikan 2,76%, BMEP mengalami kenaikan 2,8%, SFC mengalami penurunan 4,67%, dan efisiensi termal mengalami kenaikan sebesar 2,67% terhadap uji bahan bakar standar.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ermawati, Rahyani, 2015, *Konversi Limbah Plastik Sebagai Sumber Energi Alternatif*. Jurnal Riset Industri.5/3: 257-263
- Guntur, R., Kumar, D. dan Reddy, V.K., 2014, *Experimental Evaluation of A Diesel Engine with Blends of Diesel Plastic Pyrolysis Oil*, *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)* Vol. 3 No. 6.
- Heywood Jhon B, 1988 “*Internal Combustion Engine*”, McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- Kadir, 2012, *Kajian Pemanfaatan Sampah Plastik Sebagai Sumber Bahan Bakar Cair*, Jurnal Dinamika, Vol. 3, No. 2, ISSN : 2085-8817.
- Osueke dan Ofundu, 2013, Conversion of Waste Plastics (Polyethylene) to Fuel by Means of Pyrolysis, (IJAEEST) *International Journal of Advanced Engineering Sciences and Technologies*, Vol. No. 4, Issue No. 1, 021 – 024.
- Purwanti Ani dan Sumarni, 2011, *Kinetika Reaksi Pirolisis Plastik Low Density Polyethylene (LDPE)*, AKPRIND. Yogyakarta
- Surono, Untoro Budi, 2013. *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak*. Jurnal Teknik, Vol 3, ISSN 2088 – 3676.