

# PEMANFAATAN LIMBAH SAMPAH PLASTIK SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF PADA SEPEDA MOTOR YANG RAMAH LINGKUNGAN

Jusnita, Rahmadini Syafri

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau.  
Email korespondensi: [jusnita@umri.ac.id](mailto:jusnita@umri.ac.id)

**Abstrak**-Tujuan jangka panjang penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah BBM limbah sampah plastik hasil pirolisis ini dapat diaplikasikan pada sepeda motor. Metode penelitian yang digunakan meliputi uji karakteristik sifat fisik BBM limbah plastik (nilai viskositas, Bomb Kalorimetri, dan densitas), sifat kimia meliputi gugus fungsi (FT-IR) dan berat molekul (GC-MS) BBM limbah plastik LDPE, HDPE dan campuran LDPE 50% + HDPE 50%. Hasil pengukuran massa jenis pirolisis plastik LDPE menggunakan piknometer adalah 0,7928 g/cm<sup>3</sup> dan minyak pirolisis plastic HDPE adalah 0,8077 g/cm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai viskositas kinetiknya adalah 1,4495 cst dan dinamisnya 1,149 cst dengan waktu alirnya 5 menit 7 detik untuk bahan bakar plastik LDPE dan minyak pirolisis plastik HDPE viskositas kinetiknya adalah 0,9538 cst dan dinamisnya 0,7705 cst dengan waktu alir 3 menit 22 detik. Dari hasil FT-IR tidak didapatkan gugus fungsi =C-H stretching, dimana pada senyawaalka gugus =C-H stretching terletak antara 3100-3000 cm<sup>-1</sup>. Gugus fungsi ini didukung juga oleh tidak munculnya gugus fungsi C=C stretching yang terletak antara 1680-1600 cm<sup>-1</sup>. Selanjutnya adanya gugus fungsi C-H stretching dari CH<sub>3</sub>, C-H stretching dari CH<sub>2</sub>, dan gugus fungsi non-konjugasi dari senyawahidrokarbon. Selain itu, didapatkan pula gugus CH<sub>2</sub> scissoring, C-H bending dari CH<sub>3</sub> dan gugus sidari =C-H bending dari alkena terletak antara 1000-600 cm<sup>-1</sup>.

**Kata kunci:** Polyethylene, LDPE, HDPE, pirolisis, performa mesin, emisi gas buang,

## I. PENDAHULUAN

Peningkatan penggunaan plastik untuk keperluan rumah tangga berdampak pada peningkatan timbunan sampah plastik. Berdasarkan data Dirjen Pengelolaan Sampah, Limbah, dan B3 KLHK bahwa total jumlah sampah Indonesia di tahun 2019 akan mencapai 68 juta ton, dan sampah plastik diperkirakan akan mencapai 9,52 juta ton atau 14 persen dari total sampah yang ada. Plastik yang telah digunakan akan menjadi limbah dan menumpuk di tempat pembuangan akhir sampah atau landfill karena sifatnya yang *non-biodegradable* dan butuh waktu yang lama untuk dapat diuraikan secara alamiah di dalam tanah. Disamping itu, pemusnahan sampah plastik dengan cara pembakaran (*incineration*), kurang efektif dan beresiko sebab dengan pembakaran akan menimbulkan polutan dari emisi gas buang (CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, dan SO<sub>x</sub>) dan beberapa partikulat pencemar lainnya untuk itu perlu adanya alternatif proses daur ulang yang lebih menjanjikan dan berprospek ke depan. Salah satunya adalah mengkonversikan sampah plastik menjadi minyak. Hal ini bisa dilakukan karena pada dasarnya plastik berasal dari minyak bumi, sehingga tinggal dikembalikan ke bentuk semula. Selain itu plastik juga mempunyai nilai kalor cukup tinggi, setara dengan bahan bakar fosil seperti bensin dan solar (Ramadhan P. dan Ali, M., 2011).

Jenis plastik yang sering digunakan oleh masyarakat Indonesia pada umumnya berasal dari bahan *polyethylene* (PE). PE merupakan plastik atau polimer yang tersusun atas monomer etena (CH<sub>2</sub> = CH<sub>2</sub>). Sifat utama PE adalah tidak tahan panas, fleksibel, permukaannya licin, tidak tembus cahaya (buram) maupun ada juga yang tembus cahaya, dan titik lelehnya 115°C. Umumnya plastik PE bersifat resisten terhadap zat kimia. Pada suhu kamar polietilena tidak larut dalam pelarut organik dan anorganik. Polietilena dapat teroksidasi di udara pada suhu tinggi dengan sinar ultraviolet. Contoh plastik PE yaitu botol plastik, mainan, bahan cetakan, ember, drum, pipa saluran, isolasi kawat dan kabel, kantong plastik, dan jas hujan (Rafli, 2008). *Polyethylene* sendiri dibagi menjadi dua produk, yaitu *High Density Polyetilene* (HDPE) dan *Low Density Polyetilene* (LDPE). HDPE banyak digunakan sebagai botol minuman, sedangkan LDPE banyak digunakan sebagai kantong plastik. Plastik jenis ini telah banyak dikonversi oleh peneliti

sebelumnya secara pirolisis untuk menghasilkan bahan bakar sebagai alternatif pengganti bahan bakar konvensional.

Sistem bahan bakar Injeksi adalah sebuah metode pencampuran udara dengan bahan bakar dalam kendaraan bermotor supaya menghasilkan pembakaran sempurna. Sistem injeksi memerlukan perangkat yang bernama injektor. Dimana fungsi injektor untuk mensuplai campuran udara dengan bahan bakar. Lama dan banyaknya penyemprotan diatur oleh ECM (*Electronic/Engine Control Module*) atau ECU (*Electronic Control Unit*). Terjadinya penyemprotan pada injektor adalah pada saat *electronic control unit* (ECU) memberikan tegangan listrik ke *solenoid coil* injektor. Cara kerja sistem ECU adalah dengan pemberian tegangan listrik ke *solenoid coil* akan menjadi magnet sehingga mampu menarik *plunger* dan mengangkat *needle valve* (katup jarum) dari dudukannya, sehingga saluran bahan bakar yang sudah bertekanan akan memancar keluar dari injektor menuju keruang pembakaran. Keuntungan dari sistem bahan bakar injeksi ini adalah; 1) Pembakaran lebih sempurna, 2) Mengurangi sekecil mungkin pembuangan gas-gas beracun dari hasil pembakaran, 3) Hemat pemakaian bahan bakar, dan 4) Tenaga mesin yang dihasilkan lebih bertenaga (Jurnal Ilmiah Populer Dan Teknologi Terapan, 2007)

Tujuan dari penelitian ini mengetahui karakteristik sifat fisik (nilai viskositas, Bomb Kalorimetri, densitas) pada BBM limbah plastik LDPE, HDPE dan campuran LDPE 50% + HDPE 50% , mengetahui karakteristik sifat kimia (gugus fungsi dan berat molekul) BBM limbah plastik LDPE, HDPE dan campuran LDPE 50% + HDPE 50%, mengetahui pengaruh penggunaan BBM limbah plastik LDPE, HDPE dan campuran LDPE 50% + HDPE 50% terhadap performa mesin (daya, torsi dan kompresi mesin) pada sepeda motor dan mengetahui pengaruh penggunaan BBM limbah plastik (LDPE, HDPE dan campuran LDPE 50% + HDPE 50%) hasil proses pirolisis terhadap emisi gas buang pada sepeda motor.

## II. METODE PENELITIAN

Tempat penelitian diadakan di laboratorium Program Studi Mesin Otomotif Fakultas Teknik dan laboratorium Kimia Terpadu Fakultas MIPA dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau dilaksanakan selama 6 bulan. Kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan informasi yang berhubungan dengan jenis limbah plastik, BBM minyak plastik, bahan bakar, metode pirolisis, uji karakterisasi sifat fisik dan kimia BBM limbah plastik, uji performa mesin dan emisi gas buang proses pembakaran, juga penelitian-penelitian sejenis dari berbagai sumber seperti buku, jurnal dan lain sebagainya yang digunakan sebagai landasan serta penguatan teori.

Data uji sifat karakteristik kimia BBM limbah plastik hasil pirolisis yang meliputi nilai viskositas, Bomb Kalorimetri, dan densitas akan diuji dua kali pengujian (duplo) untuk tiga sampel BBM limbah plastik (LDPE, HDPE, campuran LDPE 50% + HDPE 50%). Data uji karakteristik sifat kimia BBM limbah plastik hasil pirolisis tersebut meliputi uji GC-MS, dan FT-IR akan dilakukan dua kali pengujian (duplo). Sementara uji performa mesin meliputi daya, torsi dan kompresi, serta uji emisi gas buang dilakukan dua kali pengujian (duplo)

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengujian Viskositas dan Massa Jenis Minyak Plastik LDPE

Limbah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) yang dikonversikan menjadi bahan bakar alternatif metode pirolisis diukur massa jenisnya menggunakan piknometer dan viskositas nya dengan *Viscometer Ostwald*, data hasil pengukuran yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Viskositas Plastik LDPE

Viskositas Kinetik (cst)	Viskositas Dinamis (cst)	Massa Jenis (Densitas) ( $\text{g/cm}^3$ )	Volume (ml)	Waktu (s)
1,4495	1,149	0,7928	5	0:05:07.43

### B. Pengujian Viskositas dan Massa Jenis Minyak Plastik HDPE

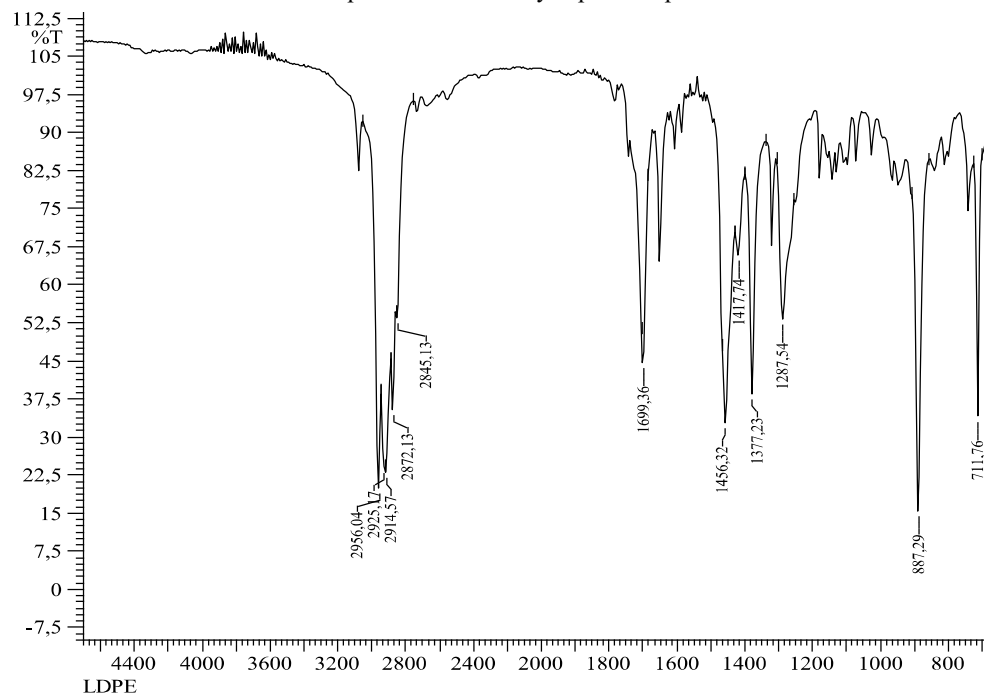
Limbah plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) yang dikonversikan menjadi bahan bakar alternatif metode pirolisis diukur massa jenisnya menggunakan piknometer dan viskositas nya dengan *Viscometer Ostwald*, data hasil pengukuran yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Viskositas Plastik HDPE

Viskositas Kinetik (cst)	Viskositas Dinamis (cst)	Massa Jenis (Densitas) (g/cm <sup>3</sup> )	Volume (ml)	Waktu (s)
0,95398	0,7705	0,8077	5	0:03:22.33

### C. Pengujian Gugus Fungsi FTIR

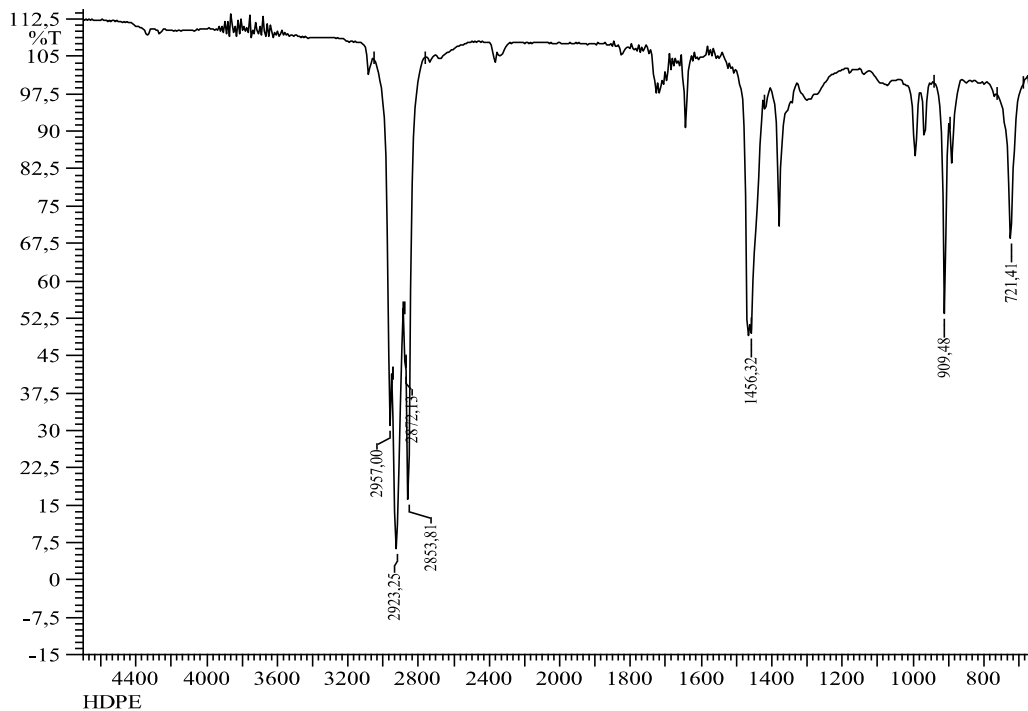
Gambar 1. Spektrum FTIR minyak pirolisis plastik LDPE



Pada gambar 1. spectrum FTIR minyak pirolisis plastik LDPE dapat ditabel seperti tabel dibawah ini :

Tabel 3. Hasil analisis FTIR pirolisis plastic LDPE

=C-H stretching	C-H stretching dari CH <sub>3</sub>	C-H stretching dari CH <sub>2</sub>	Non konjugasi	CH <sub>2</sub> scissoring	C-H bending dari CH <sub>2</sub>	=C-H bending
	2956,04	2914,57	1699,36	1456,32	1377,23	887,29
<b>Standar Referensi (Pavia et al., 2009)</b>						
3100-3000	3000-2900	2970-2850	1700-1500	1470-1340	1470-1340	1000-600



Gambar 2. Spektrum FTIR minyak pirolisis plastik HDPE

Dari gambar 2. spectrum FTIR minyak pirolisis plastik HDPE maka dapat ditabel seperti tabel 4 dibawah ini :

Tabel 4. Hasil analisis FTIR pirolisis plastik HDPE

=C-H stretching	C-H stretching dari CH <sub>3</sub>	C-H stretching dari CH <sub>2</sub>	Non konjugasi	CH <sub>2</sub> scissoring	C-H bending dari CH <sub>2</sub>	=C-H bending
	2957,00	2923,25		1456,32		909,48
<b>Standar Referensi (Pavia et al., 2009)</b>						
3100-3000	3000-2900	2970-2850	1700-1500	1470-1340	1470-1340	1000-600

Dari pengukuran massa jenis minyak pirolisis plastik LDPE menggunakan piknometer didapati nilai densitas/massa jenisnya adalah 0,7928 g/cm<sup>3</sup> dan minyak pirolisis plastik HDPE menggunakan piknometer didapati nilai densitas/massa jenisnya adalah 0,8077 g/cm<sup>3</sup>. Nilai yang didapatkan lebih rendah dari standar referensi dan faktor yang mungkin mempengaruhi hasil pengukuran adalah tidak sempurnanya proses semasa konversi plastik menjadi bahan bakar (pirolisis) meliputi suhu lebur yang optimal dan proses kondensasi. Menurut Aprian et al., (2011), Polietilena (PE) *polietilena* berdensitas menengah dan tinggi, titik lelehnya berkisar 120°C hingga 135°C. Titik leleh *polietilena* berdensitas rendah berkisar 105°C hingga 115°C. (HDPE) dicirikan dengan densitas yang melebihi atau sama dengan 0,941 g/cm<sup>3</sup>. HDPE memiliki derajat rendah dalam percabangannya dan memiliki kekuatan antar molekul dan kekuatan regang sangat tinggi. Kegunaannya adalah sebagai bahan pembuat botol susu, botol/kemasan deterjen, kemasan margarin, pipa air dan tempat sampah. LDPE dicirikan dengan densitas 0,910-0,940 g/cm<sup>3</sup>. LDPE memiliki derajat

tinggi terhadap percabangan rantai panjang dan pendek, yang berarti tidak akan berubah menjadi struktur kristal. Ini juga mengindikasikan bahwa LDPE memiliki kekuatan regangan yang rendah. Kegunaannya adalah sebagai *container* yang agak kuat dan dalam aplikasi film plastik seperti sebagai kantong plastik dan plastik pembungkus.

Aprian dkk (2011) juga meneliti minyak yang diperoleh dari proses pirolisis pengolahan sampah plastik. Penelitian ini menggunakan dua jenis plastik sebagai variabel tetap yaitu *High Density Polyethylene* (HDPE) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan menggunakan reaktor dengan diameter 20 cm dan tinggi 40 cm. Pirolisis dilangsungkan pada temperatur 250-420°C dan waktu reaksi selama 0-60 menit. Minyak yang dihasilkan pada proses pirolisis dapat dibandingkan dengan minyak tanah dan minyak ini merupakan sumber dari bahan kimia yang berharga misalnya alkohol, asam organik, eter, keton, alipatik dan hidrokarbon aromatik. Dan gas yang dihasilkan berupa CO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub> dan Alkana (Damanhuri, 2009).

Hasil pengukuran viskositas minyak pirolisis plastik LDPE menggunakan *viscometer Ostwald* dengan volume sampel 5 ml didapati nilai viskositas kinetiknya adalah 1,4495 cst dan viskositas dinamisnya adalah 1,149 cst dengan waktu alir 5 menit 7 detik, sedangkan minyak pirolisis plastik HDPE menggunakan *viscometer Ostwald* didapati nilai viskositas kinetiknya adalah 0,95398 cst dan viskositas dinamisnya adalah 0,7705 cst dengan waktu alir 3 menit 22 detik.

Hasil analisis FTIR dari pirolisis LDPE dan HDPE ditunjukkan pada Tabel 4.3. dan 4.4. Dari hasil FT-IR tidak didapatkan gugus fungsi =C–H *stretching*, dimana pada senyawa alkena gugus =C–H *stretching* terletak antara 3100-3000 cm<sup>-1</sup>. Gugus fungsi ini didukung juga oleh tidak munculnya gugus fungsi C=C *stretching* yang terletak antara 1680-1600 cm<sup>-1</sup>. Selanjutnya adanya gugus fungsi C–H *stretching* dari CH<sub>3</sub>, C–H *stretching* dari CH<sub>2</sub>, dan gugus fungsi non-konjugasi dari senyawa hidrokarbon. Selain itu, didapatkan pula gugus CH<sub>2</sub> *scissoring*, C–H bending dari CH<sub>3</sub> dan gugus fungsi dari =C–H bending dari alkena terletak antara 1000-600 cm<sup>-1</sup>.

#### IV. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data keseluruhan hasil pengukuran minyak konversi limbah plastik LDPE dan HDPE secara pirolisis menunjukkan 1). Proses pengolahan sampah plastik LDPE secara pirolisis menghasilkan bahan bakar cair dengan massa jenis 0,7928 g/cm<sup>3</sup> dan sampah plastik HDPE menghasilkan massa jenis sebesar 0,8077 g/cm<sup>3</sup>.

2) Proses pengolahan sampah plastik LDPE secara pirolisis menghasilkan bahan bakar cair dengan nilai viskositas kinetik 1,4495 cst dan viskositas dinamis 1,149 cst, sedangkan konversi sampah plastik HDPE menghasilkan bahan bakar cair dengan nilai viskositas kinetik 0,95398 cst dan viskositas dinamis 0,7705 cst. 3) Pengujian gugus fungsi (FTIR) dari bahan bakar limbah plastik LDPE dan HDPE yang dihasilkan menunjukkan bahwa tidak didapatkan gugus fungsi =C–H *stretching* pada senyawa alkena.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Riau yang telah memfasilitasi penelitian ini, Ketua LPPM UMRI yang telah mengagendakan penelitian internal di lingkungan dosen UMRI, Dekan Fakultas Teknik UMRI yang telah memberi dukungan atas pelaksanaan penelitian dan Ketua Program Studi Mesin Otomotif yang telah memotivasi penelitian ini serta semua dosen dan mahasiswa Program Studi Mesin Otomotif yang terlibat dalam agenda penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aprian, Ramadhan P., dan Ali Munawar. 2012. Pengolahan Sampah Plastik menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4(1). Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. UPN Jatim.
- [2] Ermawati, Rahyani. 2011. Konversi Limbah Plastik sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Riset Industri*, Vol. V No. 3. Balai Besar Kimia dan Kemasan. Kementerian Perindustrian.
- [3] Herry, P., Setiawan, I. dan Gunawan, I. 2015. Pengaruh Kecepatan Pengadukan Dan Rasio Minyak/Metanol Pada Pemurnian Minyak Pirolisis Dari Limbah Plastik Polyethylene. Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT). Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [4] Kabib, Masruki. 2009. Pengaruh Pemakaian Campuran Premium Dengan Champhor Terhadap Performansi Dan Emisi Gas Buang Mesin Bensin Toyota Kijang Seri 4K. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 2/2 1-17.
- [5] Kurniawan. 2012. Mengenal Kode Plastik yang Aman dan Tidak. <https://ngeblogging.wordpress.com>. Minggu 24 Mei 2015, diakses pukul 08.44 WIB.

- [6] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006. *Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*.
- [7] Rafli, Rusdi. 2008. Karakteristik Matriks Termoplastik Polietilena Terplastisasi Poligliserol Asetat. *Ilmu Kimia*. Universitas Sumatera Barat.
- [8] Ramadhan, Rahmad. 2013. Pembuatan BBM dari Limbah Plastik dengan Metode Pirolisis. [http://rahmad1989.blogspot.com/p/blog-page\\_1793.html](http://rahmad1989.blogspot.com/p/blog-page_1793.html) diakses tanggal 20 Maret 2014,
- [9] Sudirman, Urip. 2011. *Jurus – jurus Menghemat BBM*. Bandung : Tri Niti Masa.
- [10] Sukseswati, Dini D., 2010, Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Minyak Hasil Pirolisis Lambat Campuran Sampah Kertas dan Daun, *Jurnal Penelitian Jurusan Teknik Mesin*, Fakultas Teknik, UNS.
- [11] Surono, Untoro Budi. 2013. Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi,
- [12] Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik*. 3/1 : 32-46.