

STUDI BERBAGAI METODE PEMBUATAN BBM DARI SAMPAH PLASTIK JENIS LDPE DAN PVC DENGAN METODE THERMAL & CATALYTIC CRACKING (Ni-Cr/ZEOLIT)

Velma Nindita

Arsitektur Universitas PGRI Semarang

Jl. Sidodadi Timur No. 24 Semarang

email : velma_nindita@yahoo.com , nindita.velma@gmail.com

Abstract

Plastic is materials for packaging that is widely used today, because it has many advantages such as tough, light, and stable enough. However, the plastic used mostly in market are synthetic polymers which is made from crude oil and is difficult to decompose in nature, therefore, it can be increased environmental pollution, especially makes several waste in soil. One of many alternatives for recycling process is to convert waste plastics into fuel oil as for alternative energy source. This recycling process is referred to as tertiary recycling. Several studies aim to determine the characteristic of fuel oil from LDPE and PVC plastics that are applied to engine, so that can substitute a premium or diesel fuel used previously. Research methodology generally include two phases, namely the process of thermal (thermal cracking) and the addition of catalysts (catalytic cracking). The primary outcome of the studies are the optimal methods in fuel manufacture with raw materials LDPE and PVC plastic types with homogeneous catalysts based on modified natural zeolites with Ni and Cr for cracking waste plastics.

Keywords: LDPE, PVC, Thermal, Catalytic, Cracking.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sampah plastik sudah menjadi permasalahan lingkungan berskala global karena mempunyai keunggulan seperti kuat, ringan dan stabil, maka dari itu plastik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari yang pada akhirnya menyebabkan permasalahan lingkungan berupa sampah. Kebutuhan plastik di Indonesia terus meningkat hingga rata-rata 200 ton per tahun. Pada tahun 2002 tercatat 1,9 juta ton, ditahun 2003 naik menjadi 2,1 juta ton, 2004 naik lagi 2,3 juta ton, dan pada tahun 2011 telah naik menjadi 2,6 juta ton. Tahun 2013 terjadi peningkatan kembali sebanyak 22,58% dari 1,55 juta ton menjadi 1,9 ton (semester I-2013), (Kemenperin, 2013). Akibat dari peningkatan penggunaan plastik ini adalah bertambah pula sampah plastik. Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup, setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 Kg sampah per orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Dari jumlah tersebut, 15% berupa sampah plastik atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik / hari (Pahlevi, 2012).

Plastik merupakan bahan kemasan yang banyak dipakai. Beberapa jenis plastik yang banyak beredar di pasaran dengan label, antara lain PET (*Polyethylene terephthalate*) dengan label 1, HDPE (*High Density Polyethylene*) dengan label 2, PVC (*Polyvinyl Chloride*) dengan label 3, LDPE (*Low Density Polyethylene*) dengan label 4, PP (*Polypropylene*) dengan label 5, PS (*Polystyrene*) dengan label 6, dan lainnya (O) merupakan jenis plastik selain disebutkan di atas dan berlabel 7.

Sampah plastik akan berdampak negatif terhadap lingkungan karena tidak dapat terurai dengan cepat dan dapat menyebabkan pencemaran tanah. Semakin meningkatnya sampah plastik ini akan menjadi masalah serius jika tidak dicari penyelesaiannya. Penanganan sampah yang populer selama ini adalah 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*), dan masing-masing penanganan sampah tersebut di atas mempunyai kelemahan. Kelemahan dari *reuse* adalah bahwa barang-barang tertentu yang terbuat dari plastik seperti kantong plastik jika akan dipakai kembali berkali-kali maka tidak akan layak pakai. Pemanfaatan sampah plastik merupakan upaya menekan pembuangan sampah plastik seminimal mungkin

dan dalam batas tertentu menghemat sumber daya dan mengurangi ketergantungan bahan baku impor. Penanganan sampah plastik tidak dapat dilakukan dengan metode *landfill* maupun *open dumping* karena akan sulit terurai. Pemusnahan limbah plastik dengan cara pembakaran (*incineration*) juga kurang efektif dan beresiko menyebabkan munculnya polutan dari emisi gas buang (CO_2 , CO , NO_x dan SO_x) dan partikulat pencemar lainnya.

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 *cracking* (perekahan) dan thermal. *Cracking* adalah proses memecah rantai polimer menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih rendah. Hasil dari proses *cracking* plastik ini dapat digunakan sebagai bahan kimia atau bahan bakar (Panda, 2011).

Zeolit merupakan katalis rengkah yang banyak digunakan terkait sifat asam permukaan padatnya. Selain berfungsi sebagai katalis, zeolite dapat berperan sebagai pengemban katalis karena struktur tiga dimensinya yang berongga. Zeolit alam pada dasarnya mengandung banyak pengotor yang menyebabkan pori-pori atau situs aktif dari zeolite tertutup sehingga dapat menurunkan kapasitas adsorpsi maupun sifat katalisis dari Zeolit.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik sifat bahan bakar yang dihasilkan dari sampah plastik jenis LDPE dan PVC?
2. Seberapa efektifkah pembuatan bahan bakar minyak dari bahan plastik jenis LDPE dan PVC

Tujuan Penelitian

Berbagai penelitian telah dilakukan bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat bahan bakar yang dihasilkan dengan membandingkan antara keberadaan solar maupun bahan bakar lain (Premium).

Urgensi Penelitian

Banyaknya sampah plastik yang tidak dimanfaatkan pada akhirnya menyebabkan pencemaran lingkungan sehingga membutuhkan kreativitas manusia diantaranya dengan memanfaatkan sampah plastik tersebut untuk menanggulangi krisis energi yang semakin lama semakin meningkat dan harga bahan bakar yang cenderung naik..

LANDASAN TEORI

Ada beberapa jenis plastik yang merupakan bahan kemasan utama saat ini, yaitu *polyethylene* (PE). Berdasarkan massa jenisnya *polyethylene* dibagi menjadi menjadi dua jenis, yaitu *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan *High Density Polyethylene* (HDPE). Secara kimia LDPE mirip dengan HDPE tetapi secara fisik LDPE lebih fleksibel dan kerapatannya lebih kecil dibandingkan HDPE. Kebanyakan LDPE dipakai sebagai pelapis komersial, plastik, lapisan pelindung sabun dan beberapa botol yang fleksibel. Kelebihan LDPE sebagai material pembungkus adalah harganya yang murah, proses pembuatan yang mudah, sifat fleksibel dan mudah didaur ulang serta mempunyai daya proteksi yang baik terhadap uap air, namun kurang baik terhadap gas lainnya seperti oksigen. LDPE juga memiliki ketahanan kimia yang sangat tinggi, namun melarut dalam benzena dan *tetrachlorocarbon* (CCL) (Billmeyer, 1971).

PVC (*polyvinyl chloride*) merupakan salah satu jenis plastik yang paling luas penggunaannya, baik di dunia maupun di Indonesia. PVC (*polyvinyl chloride*) sering digunakan pada mainan anak, bahan bangunan dan kemasan atau produk bukan makanan. PVC dianggap sebagai jenis plastik yang paling berbahaya, bahkan di negara Eropa sudah melarang penggunaannya untuk bahan mainan anak di bawah tiga tahun. *Polyvinyl Chloride* tertera logo daur ulang (terkadang berwarna merah) dengan angka 3

ditengahnya serta tulisan V yang berarti PVC (*polyvinyl chloride*), yaitu jenis plastik yang paling sulit didaur ulang. PVC mengandung DEHA yang dapat bereaksi dengan makanan yang dikemas saat bersentuhan langsung dengan makanan tersebut, karena DEHA bisa lumer pada suhu 150°C. Reaksi yang terjadi antara PVC dengan makanan yang dikemas berpotensi berbahaya untuk hati, ginjal, dan berat badan (Sopyanhadi, 2008).

Proses pengolahan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak menurut Ermawati, 2011, meliputi beberapa tahapan/proses, yaitu :

1. Proses Pirolisis

Pirolisis adalah teknik pembakaran sampah (limbah plastik) tanpa O₂ dan dilakukan pada suhu tinggi, yaitu antara 800°C sampai dengan 1000°C. Teknik ini mampu menghasilkan gas pembakaran yang berguna dan aman bagi lingkungan. Teknologi pirolisis ini dapat dikatakan sebagai metode yang ramah lingkungan sebab produk akhirnya menghasilkan CO₂ dan H₂O yang merupakan gas non toksik. Proses pirolisis menghasilkan senyawa-senyawa hidrokarbon cair mulai dari C₁ sampai dengan C₄ dan senyawa rantai panjang seperti parafin dan olefin.

2. Proses Hydrotreating/Hydrocracking

Hydrotreating/Hydrocracking adalah proses penyulingan untuk memisahkan unsur-unsur yang dihasilkan pada proses pirolisis. Proses ini bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan senyawa aromatik dan senyawa polar.

3. Proses Hydro-Isomerasi

Pada proses ini digunakan katalis khusus yang berfungsi menjadikan molekul-molekul isomer mempunyai viskositas yang tinggi.

Banyaknya plastik yang dapat terurai dalam proses mengubah limbah plastik adalah sekitar 60%. Laju degradasi konversi *polyethylene* menjadi hidrokarbon cair telah diteliti oleh Lee *et. Al.* (2003). Struktur kimia yang dimiliki hidrokarbon cair tersebut memungkinkannya untuk diolah menjadi bahan bakar minyak berkualitas tinggi. Hal ini disebabkan karena sifat kimia senyawa hidrokarbon cair dari hasil pemanasan limbah plastik mirip dengan senyawa

hidrokarbon yang terkandung dalam minyak mentah sehingga dapat diolah menjadi bahan bakar minyak.

Thermal Cracking merupakan proses pirolisis dengan cara memanaskan polimer plastik tanpa oksigen. Dari proses ini akan dihasilkan arang, minyak sebagai hasil dari kondensasi gas seperti parafin, isoparafin, olefin, naphthene dan aromatik serta gas yang tidak bisa terkondensasi. Proses ini biasanya dilakukan pada suhu 350⁰ – 900⁰ C (Surono, 2013). Pirolisis adalah proses pemanasan pada kondisi bebas oksigen. Dalam pirolisis komponen organik dalam bahan dapat menghasilkan produk cair dan gas, yang dapat berguna sebagai bahan bakar atau sumber bahan kimia (Nugraha dkk, 2013).

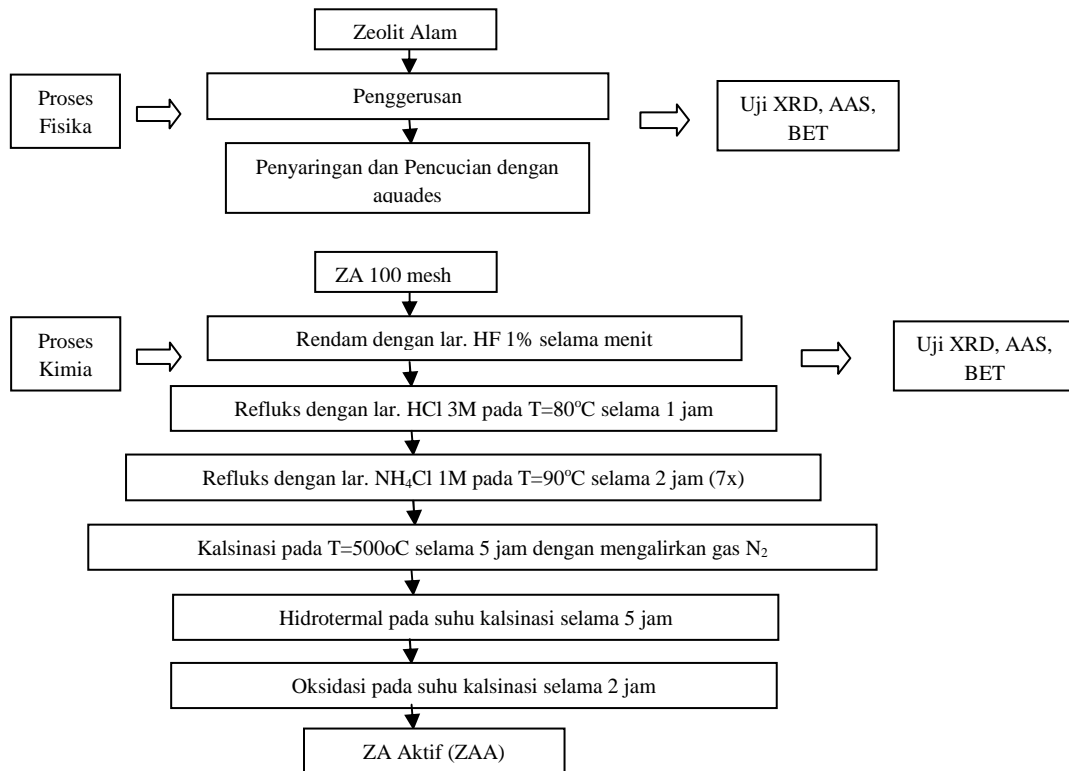
Catalytic Cracking dengan cara ini menggunakan katalis untuk melakukan reaksi peretakan. Peran katalis sangat besar dalam pembuatan biodiesel, karena reaksi cenderung berjalan lambat. Katalis berfungsi menurunkan energi aktivasi reaksi sehingga reaksi dapat berlangsung lebih cepat. Katalis yang digunakan dalam pembuatan biodiesel dapat berupa katalis basa maupun katalis asam. Dengan katalis basa reaksi berlangsung pada suhu kamar sedangkan dengan katalis asam reaksi baru berjalan baik pada suhu sekitar 100°C (Santoso et al 2013).

Katalis adalah suatu zat yang dapat meningkatkan laju reaksi dan setelah reaksi selesai, terbentuk kembali dalam kondisi tetap. Katalis ikut terlibat dalam reaksi memberikan mekanisme baru dengan energi pengaktifan yang lebih rendah dibanding reaksi tanpa katalis. (Etna, 2011).

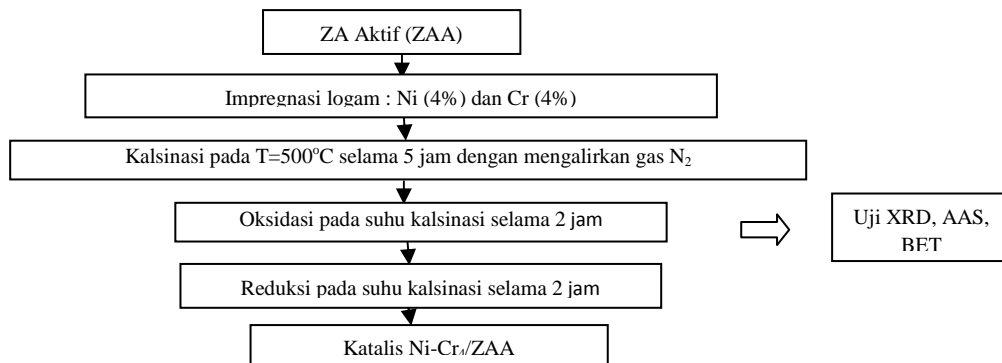
Zeolit merupakan mineral alumina silikat terhidrat yang tersusun atas tetrahedral-tetrahedral alumina (AlO₄⁵⁻) dan silica (SiO₄⁴⁻) yang membentuk struktur bermuatan negative dan berongga terbuka/berpori. Muatan negative pada kerangka zeolite dinetralkan oleh kation yang terikat lemah sehingga dapat ditukar dengan kation lain. Rumus umum zeolite : Mx/n[(AlO₂)x(SiO₂)y].mH₂O, dimana M adalah kation bervalensi n, (AlO₂)x(SiO₂)y adalah kerangka zeolite yang bermuatan negative, dan H₂O adalah molekul air yang terhidrat dalam kerangka zeolite.

METODOLOGI

1. Proses Aktivasi Zeolit



2. Preparasi Katalis Ni-Cr/Zeolit



HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Reaksi Perekahan

Pada dasarnya reaksi perekahan bukan hanya pemecahan rantai hidrokarbon panjang menjadi pendek, namun juga dapat terjadi reaksi isomerisasi, seklisasi, dan polimerisasi kembali, terutama pada perekahan termal. Oleh sebab itu, peningkatan hasil perekahan katalitik ini akan dibandingkan dengan perekahan proses termal. Hasil perekahan keduanya diharapkan menghasilkan senyawa hidrokarbon yang beada pada fraksi BBM premium atau solar.

Pertimbangan penggunaan hidrokarbon yang sesuai dengan bahan bakar bensin terkait volatilitas dan angka oktannya. Bahan bakar bensin pada umumnya memiliki jumlah dominan pada komponen C5-C8, namun beberapa ada yang sampai C9 atau lebih (Buekens, 1998). Pada rentang C5-C8 terkandung senyawa isomer dengan rantai bercabang, aromatik, maupun siklik yang baik dalam penggunaan bensin. Hal ini sesuai analisis bensin premium komersial dimana emiliki jumlah yang cukup tinggi pada komponen C5-C9.

Tabel 1. Kandungan Hidrokarbon BBM (Premium)

Komponen	Konsentrasi (% berat)
C3	0.11
C4	1.06
C5	21.44
C6	20.85
C7	18.29
C8	15.81
C9	10.23
C10	5.51
C11	2.85
C12	2.48
C13	1.07
C14	0.3
Total	100

2. Perekahan Termal

Pada proses termal ini aliran gas nitrogen dipastikan mengalir konstan dengan kecepatan aliran berkisar 10 ml/ menit, lalu suhu evaporator dan unit perekahan diatur hingga mencapai 450oC dengan waktu 30 menit yang ditujukan untuk mengetahui distribusi hidrokarbon hasil perekahan.

3. Perekahan Katalitik

Reaksi perekahan dengan katalis Ni-Cr/Zeolit dilakukan pada suhu 400-450°C. Suhu ini ada pada unit perekahan, sedangkan suhu pada unit evaporator dibuat tetap, yaitu 450°C. Suhu pada unit evaporator diperkirakan telah optimum untuk mengubah umpan padatan sampah plastik menjadi fasa uap. Laju alir nitrogen sebagai gas pembawa dibuat dengan laju yang tidak terlampau cepat ataupun lambat (sekitar 10 ml/menit) agar interaksi antara reaktan dan katalis bisa berlangsung dengan baik dan mengurangi tekanan yang timbul akibat meningkatnya fasa uap seiring bertambahnya waktu reaksi.

4. Beberapa Hasil Penelitian Uji Coba Bahan Bakar Minyak dari Sampah Plastik

Bajus dan Hajekova, 2010, melakukan penelitian tentang pengolahan campuran 7 jenis plastic menjadi minyak dengan metode thermal cracking. Tujuh jenis plastic yang digunakan dalam penelitian ini dan komposisinya dalam persen berat adalah HDPE (34,6%), LDPE (17,3%), LLPE (17,3%), PP (9,6%), PS (9,6%), PET (10,6%), dan PVC (1,1%). Penelitian ini menggunakan *batch reactor* dengan temperatur dari 350 sampai 500°C. Dari penelitian ini diketahui bahwa *thermal cracking* pada campuran

7 jenis plastic akan menghasilkan produk yang berupa gas, minyak dan sisa yang berupa padatan. Adanya plastic jenis PS, PVC dan PET dalam campuran plastic yang diproses akan meningkatkan terbentuknya karbon monoksida dan karbondioksida di dalam produk gasnya dan menambah kadar benzene, toluene, xylenes, styrene di dalam produk minyaknya.

Penelitian dengan jenis plastic yang lain dilakukan oleh Tubnonghee dkk. Pada tahun 2010. Plastik yang diteliti untuk dijadikan bahan bakar minyak adalah jenis polyethylene (PE) dan polypropelene (PP). Pembuatan bahan bakar minyak dari plastic menggunakan proses thermo cracking (pyrolysis). Pyrolysis dilakukan pada temperatur 450°C selama 2 jam. Gas yang terbentuk selanjutnya dikondensasikan menjadi minyak di dalam condenser yang bertemperatur 21 °C. Minyak yang dihasilkan selanjutnya dianalisa dengan gas chromatography/mass spectrometry untuk mengetahui distribusi jumlah atom karbonnya. Dari hasil analisa tersebut diketahui bahwa komposisi minyak dari campuran plastic PE dan PP tersebut mempunyai jumlah atom Carbon yang setara dengan solar, yaitu C12 – C 17.

Nurchahyo (2005), dengan katalis NiPd/Zeolite. Uji aktivitas katalis NiPd/Zeolit untuk reaksi hydro cracking sampah plastik menjadi fraksi bensin telah dilakukan dengan variasi temperatur 300, 350, 400, 450 dan 500 °C dan variasi rasio berat katalis : umpan 1/2, 1/4, dan 1/6 dengan sistem semi alir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas katalis optimum dicapai pada temperatur 450°C dan rasio berat katalis : umpan = 1/2.

Daryoso dkk (2012) melakukan penelitian tentang pengolahan sampah plastic jenis polietilen dengan metode hydro cracking menggunakan katalis Ni- Mo/zeolite. Hydro cracking dilakukan dengan variasi perbandingan katalis/bahan plastic 1:4,2:4, 3:4, dan temperatur prosesnya diatur 350°C, 400 °C, 450 °C, 500 °C, 550 °C selama 2 jam. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa Katalis Ni Mo/Zeolit Alam yang telah dipreparasi berperan dalam proses hidorengkah sampah polietilen menghasilkan produk hidro rengkah dengan rantai hidrokarbon yang pendek. Rasio

massa katalis Ni-Mo/Zeolit alam dengan umpan optimum yang menghasilkan konversi sampah polietilen paling besar didapat pada perbandingan 3:4 yaitu sebesar 8,032 %. Temperatur optimum yang menghasilkan konversi sampah polietilen paling besar diperoleh pada temperatur 500°C yaitu sebesar 1,334 %.

Penelitian yang lain dilakukan oleh Sarker dkk (2012). Pada penelitian ini, sampah plastik LDPE diolah menjadi kerosin dengan metode thermal cracking pada tekanan atmosfer dan dengan temperatur antara 150°C dan 420°C. Proses depolimerisasi dilakukan tanpa penambahan katalis. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa kerosin yang didapat sekitar 30 %. Bahan bakar yang diperoleh dari proses ini mempunyai kandungan sulfur yang rendah dan nilai kalor yang baik.

Osueke dan Ofundu (2011) melakukan penelitian konversi plastik low density polyethylene (LDPE) menjadi minyak. Proses konversi dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan *thermal cracking* dan *catalyst cracking*. Pyrolysis dilakukan di dalam tabung stainless steel yang dipanaskan dengan elemen pemanas listrik dengan temperatur bervariasi antara 475 – 600 °C. Kondenser dengan temperature 30–35°C, digunakan untuk mengembunkan gas yang terbentuk setelah plastic dipanaskan menjadi minyak. Katalis yang digunakan pada penelitian ini adalah silica alumina. Dari penelitian ini diketahui bahwa dengan temperature pyrolysis 550°C dan perbandingan katalis/sampah plastik 1:4 dihasilkan minyak dengan jumlah paling banyak.

Tamilkolundu dan Murugesan (2012), melakukan penelitian dengan mengubah sampah plastik jenis

PVC menjadi bahan bakar minyak. Bahan bakar minyak dari plastik PVC ini mempunyai densitas 7% lebih tinggi dari solar. Demikian juga dengan viskositasnya, lebih tinggi 300% dibanding solar. Selanjutnya bahan bakar minyak yang berasal dari sampah plastik tersebut dicampur dengan solar. Campuran bahan bakar ini diuji coba pada mesin diesel satu silinder. Unjuk kerja yang diamati antara lain konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar spesifik dan efisiensi termal. Hasil dari uji coba tersebut seperti tabel berikut:

Tabel 2. Perbandingan unjuk kerja campuran minyak dari plastik dan solar

Unjuk kerja	Minyak dari plastik dan solar	Solar
Konsumsi bahan bakar (kg/jam)	0,61	0,69
Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kWjam)	0,32	0,37
Efisiensi termal (%)	27,4	22,5

Sumber : Tamilkolundu dan Murugesan (2012)

Tabel 3. Perbandingan sifat minyak dari sampah plastik dan solar

Sifat	Minyak dari sampah plastik	Solar
Densitas pada 30°C, g/cc	0,793	0,83 s/d 0,88
Nilai kalor, kJ/kg	41858	46500
Viskositas kinematis, cst	2,149	5
Cetane number	51	55
Flash point, °C	40	50
Fire point, °C	45	56
Kandungan sulfur, %	< 0,002	< 0,035

Sumber : Tamilkolundu dan Murugesan (2012)

Perbandingan sifat minyak dari sampah plastik dan solar dapat dilihat pada tabel 4.3. Sedangkan unjuk kerja yang diamati antara lain konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar spesifik dan efisiensi termal. Dari uji coba diperoleh hasil seperti terlihat pada tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Unjuk Kerja Campuran Minyak Sampah dari Plastik dan Solar

Unjuk kerja	Solar murni				Campuran solar dan 20% minyak dari sampah plastik				Campuran solar dan 40% minyak dari sampah			
	Beban (kg)				Beban (kg)				Beban (kg)			
	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15
Daya (kW)	0	1,317	2,63	3,95	0	1,3175	2,63	3,952	0	1,3175	2,63	3,995
Konsumsi bahan bakar (kg/jam)	0,45	0,497	0,529	0,604	0,395	0,4129	0,4288	0,4380	0,342	0,349	0,355	0,376
Sfc (kg/kWjam)	0	0,377	0,2	0,152	0	0,3131	0,1627	0,1108	0	0,266	0,135	0,095
Efisiensi volumetris (%)	91,1	88,8	88,8	87,6	68,8	69,49	70,13	70,13	68,88	70,13	70,74	71,04
Efisiensi thermal (%)	0	20,52	38,43	47,78	0	24,7	47,57	69,81	0	29,15	57,35	81,33
Efisiensi mekanis (%)	0	46	63,68	72,42	0	46,69	63,68	72,49	0	46,69	63,68	72,47

Sumber : Tamilkolundu dan Murugesan (2012)

Dari penelitian tentang pengolahan sampah plastik menjadi minyak di atas dapat diketahui bahwa minyak yang dihasilkan dari pengolahan sampah plastic tergantung dari beberapa parameter Antara lain jenis plastic yang diolah, temperature proses, penggunaan katalis dan jenis katalis yang digunakan. Sebagian besar penelitian dilakukan dengan reaktor tabung atau *batch reactor*. Proses pengolahan dalam reaktor tabung ini memang bisa diterapkan dalam skala eksperimen di laboratorium, tetapi apabila akan dikembangkan dalam skala produksi maka perlu diteliti lagi menggunakan reaktor jenis kontinyu, sehingga proses pengolahan bisa berlangsung terus menerus. Apabila proses pengolahan plastik menjadi minyak ini akan diterapkan maka perlu dilakukan penelitian mengenai sumber energi untuk proses pemanasannya, karena beberapa penelitian di atas masih memakai sumber energi listrik sebagai sumber energy dalam proses pemanasan. Apabila dalam tahap penerapan teknologi, penggunaan energi listrik sebagai sumber energi panas ini tentu tidak efisien. Minyak dari pengolahan sampah plastik mempunyai prospek yang baik sebagai bahan bakar substitusi untuk solar maupun bensin. Dari hasil penelitian di dalam motor diesel, campuran minyak dari sampah plastik menjadikan daya dan efisiensi termal dan efisiensi mekanisnya meningkat. Penelitian pada mesin-mesin yang lain masih perlu dilakukan untuk mengetahui unjuk kerjanya.

KESIMPULAN

1. Pengembangan logam Ni dengan konsentrasi tetap (4%) dan logam Cr dengan konsentrasi tetap (4%) pada zeolite alam memberikan pengaruh pada hasil konversi katalitik zeolite alam. Penggunaan katalis Ni-Cr/zeolite sudah berfungsi dengan baik dalam proses perekahan sampah plastik karena meningkatnya hasil konversi fraksi premium dibandingkan perekahan termal.
2. Perekahan katalitik dengan katalis Ni-Cr/zeolite dipengaruhi oleh temperature, semakin tinggi suhu maka hasil perekahan fraksi bbm (premium) menjadi semakin besar.
3. Pada proses konversi sampah plastik jenis LDPE dengan *thermal cracking* tanpa katalis akan menghasilkan minyak yang setara dengan kerosin.
4. Pada proses konversi sampah plastik jenis LDPE dengan *thermal cracking* dan *catalytic cracking* akan menghasilkan jumlah minyak yang optimal pada temperatur pyrolisis 550 °C dan perbandingan katalis/sampah plastik 1 : 4.
5. Uji unjuk kerja mesin dari bahan bakar campuran solar dengan minyak dari sampah plastik PVC pada mesin diesel, menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah, SFC yang lebih rendah dan efisiensi termal yang lebih tinggi dibanding bahan bakar solar murni.

DAFTAR PUSTAKA

- Andarini, N dan Purwo H.D. S. 2009. *Konversi Plastik menjadi Senyawa Faksi Bahan Bakar Cair melalui Reaksi Perengkahan Katalitik dengan Katalis Ni(II)/H₂NZA*. Jurnal Saintifika Vol. 11, No. 2. Fakultas Farmasi, Universitas Jember.
- Billmeyer, B. 1971. *Textbook Of Polymer Science*.
- Budiyantoro, C. 2010. *Thermoplastik dalam Industri*. Teknik Media. Surakarta.
- Ermawati, R. 2011. *Konversi Limbah Plastik sebagai Sumber Energi Alternatif*. Jurnal Riset Industri Vol. V no. 3. Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian.
- Farshi R., Belthur C., Athreyas R. and Ramesh G. 2013. *Catalytic Degradation of Municipal Waste Plastics to Produce Fuel Range Hydrocarbons using Bentonite*. International Journal of Current Engineering and Technology. Department of Chemical Engineering, DSCE, Bangalore-560078.
- Hasanudin, M. I. 2008. *Kajian Dampak Penggunaan Plastik PVC terhadap Lingkungan dan Alternatifnya di Indonesia*. Tesis. Perpustakaan Universitas Indonesia.
<http://lontar.ui.ac.id/opac/themes/libri2/detail.jsp?id=117090&lokasi=lokal>
- Kadir. 2012. *Kajian Pemanfaatan Sampah Plastik sebagai Sumber Bahan Bakar Cair*. Dinamika Ilmiah Jurnal Teknik Mesin ISSN : 2085-8817 ; vol 3 no. 2 Mei 2012, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Haluoleo, Kendari.

- Mohadi R., Lesbani A. dan Susie Y. 2013. *Preparasi dan Karakterisasi Kalsium Oksida (CaO) dari Tulang Sapi*. Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya. Malang.
- Nugraha M.F., Wahyudi A. dan Gunardi I. 2013. *Pembuatan Fuel dari Liquid Hasil Pirolisis Plastik Polipropilene melalui Proses Reforming dengan Katalis NiO/T-Al₂O₃*. Jurnal Teknik Pomits vol. 2 no. 2; ISSN ; 2337-3539. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Osueke dan Ofundu. 2011. *Conversion of Waste Plastics (Polyethylene) to Fuel by Means of Pyrolysis*. (UAEST) International Journal of Advanced Engineering Sciences and Technologies, Vol. No. 4, Issue No. 1, 021 – 024.
- Pahlevi, M.R., 2012. Sampah Plastik (<file:///I:/Artikel%20%plastic%20to%20oi/twit-sampah-plastik.html>)
- Panda, A.K. 2011. Studies on Process Optimization for Production of Liquid Fuels from Waste Plastics. Thesis Chemical Engineering Department National Institute of Technology Rourkela.
- Ramadhan A dan Ali M. 2011. *Pengolahan Sampah Plastik menjadi Minyak menggunakan Proses Pirolisis*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol. 4 No. 1. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
- Santoso, H, Ivan Kristianto, Aris Setyadi, 2013, *Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis Basa Heterogen Berbahan Dasar Kulit Telur*, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Prahayangan.
- Sibarani, Kezia, L, 2012. *Preparasi, Karakterisasi, dan Uji Aktifitas Katalis Ni-Cr/Zeolit Alam Pada Proses Perengkahan Limbah Plastik Menjadi Fraksi Bensin*. Skripsi. Universitas Indonesia. Depok.
- Sopyanhadi. 2008. *Kenali Logo Kemasan Plastik*. <http://www.suarakarya-online.com>
- Suroho, U. 2013. *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik menjadi Bahan Bakar Minyak*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Janabadra, Yogyakarta ; Jurnal Teknik vol. 3 no. 1/April 2013.
- UNEP, 2009. *Converting Waste Plastic Into a Resource*, Division of Technology, Industry and Economics International Environmental Technology Centre, Osaka/Shiga.
- Varischa V., Damayanti, Arnesa W., Mustofa A., dan Leksono P. 2011. *Studi Pengaruh Katalis (Zeolit MCM 41) pada Proses Catalytic Cracking untuk Mengolah Plastik Jenis PET menjadi Bahan Bakar Alternatif*. Usulan Program Kraetivitas Mahasiswa, Universitas Lampung.