

Turnitin Jurnal Dinamika-Selipi- LC

by Lia Cundari

Submission date: 15-Apr-2023 11:14AM (UTC+0700)

Submission ID: 2065058060

File name: Jurnal_Dinamika_Penelitian_industri-Selipi-LC.pdf (856.55K)

Word count: 2688

Character count: 16669

PENGARUH WAKTU DAN TEMPERATUR TERHADAP SIFAT FISIK CAIRAN HASIL PROSES PERENKAHAN LIMBAH PLASTIK JENIS EXPANDED POLYSTYRENE

THE EFFECT OF TIME AND TEMPERATURE TOWARDS THE PHYSICAL PROPERTIES OF LIQUID PRODUCES OF PLASTIC WASTE PROCESSING EXPANDED POLYSTYRENE TYPE

Selpiana*, Prahady Susmanto, Lia Cundari, Rizka Wulandari Putri,
Omar Ibrahim, Dedek Oktari

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jalan Palembang-Prabumulih KM. 32 Ogan Ilir Sumatera Selatan 30662
**main contributor and coresponding author : selpiana@ft.unsri.ac.id*

Abstract

Penggunaan plastik di masyarakat semakin meningkat karena plastik memiliki banyak manfaat, diantaranya dapat digunakan dalam waktu lama, tidak menyerap air, strukturnya ringan dan tidak mudah bocor. Hal tersebut disebabkan oleh plastik memiliki kerapatan molekul yang tinggi. Penggunaan plastik yang tinggi ini mengakibatkan dampak lingkungan dan kesehatan karena plastik membutuhkan waktu yang sangat lama untuk dapat terurai secara alami sehingga mengakibatkan penumpukan produksi sampah plastik. Perengkahan limbah plastik dengan bantuan katalis merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi dampak negatif limbah plastik. Pada penelitian ini digunakan Cu-Al₂O₃ sebagai katalis dengan variasi temperatur mulai dari 150 oC hingga 300 oC dengan rentang 50 oC dan variasi waktu perengkahan mulai dari 30 menit hingga 150 menit dengan rentang 50 menit. Produk cair dari proses perengkahan ini dilakukan analisa viskositas dan densitas untuk mengidentifikasi sifat fisiknya. Nilai viskositas terbaik yaitu 0,9971 mm²/s diperoleh pada temperatur 250 oC dan waktu perengkahan 150 menit. Sedangkan untuk nilai densitas terbaik yaitu 6,29 lb/gal diperoleh pada temperatur 250 oC dan waktu 120 menit.

Keywords : Limbah plastik, perengkahan katalitik, Cu-Al₂O₃, Bahan Bakar Cair

Abstrak

The use of plastics in the community is increasing because plastics have many benefits, including those that can be used for a long time, do not absorb water, are light in structure and do not leak easily. This is caused by plastic having high molecular density. This high use of plastic results in environmental and health impacts because plastic requires a very long time to decompose naturally resulting in a buildup of plastic waste production. Cracking of plastic waste with the help of a catalyst is one method that can be used to reduce the negative impact of plastic waste. In this study Cu-Al₂O₃ was used as a catalyst with temperature variations ranging from 150 oC to 300 oC with a range of 50 oC and cracking time variations ranging from 30 minutes to 150 minutes with a range of 50 minutes. The liquid product from the cracking process is analyzed by viscosity and density to identify its physical properties. The best viscosity value is 0.9971 mm²/s obtained at a temperature of 250 oC and cracking time of 150 minutes. Whereas the best density value of 6.29 lb/gal was obtained at 250 oC and 120 minutes.

Keywords : Plastic waste, catalytic cracking, Cu-Al₂O₃, Liquid fuel

PENDAHULUAN

Plastik merupakan salah satu jenis makro molekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah karbon dan hidrogen (Rachmawati dan Herumurti, 2015). Plastik mempunyai titik didih dan titik beku yang bervariasi, tergantung dari monomer pembentuknya. Monomer yang sering digunakan etena (C_2H_4), propena (C_3H_6), stirena (C_8H_8), vinil klorida, nilon, dan karbonat (CO_3). Produksi utama pembuatan plastik selama ini berbasis bahan baku turunan minyak bumi (Beyene, 2014).

Polistirena pertama diperkenalkan sebagai plastik komersial pada tahun 1930. Sejak itu, polistirena telah digunakan sebagai berbagai macam barang sehari-hari, mulai dari cangkir dan kemasan makanan sekali pakai, elektronik dan komponen automotif. Ketahanan dan rendahnya biaya produksi, menyebabkan polistirena menjadi pilihan dan alternatif yang baik. Dari 68 miliar lbs polistirena diproduksi di Amerika tiap tahunnya, sekitar 1 miliar lbs digunakan sebagai barang sekali pakai. Polistirena adalah polimer aromatik yang terbuat dari monomer stirena, hidrokarbon cair yang diproduksi secara komersial dari minyak bumi oleh industri kimia. Polistirena biasanya digunakan sebagai bahan pengemas dan berbagai kebutuhan alat rumah tangga. Polistirena bersifat sangat amorphous dan tembus cahaya, mempunyai indeks refraksi yang tinggi, sukar ditembus oleh gas kecuali uap air, dapat larut dalam alkohol rantai panjang. Polimer ini juga mudah rapuh sehingga banyak dikopolimerisasikan dengan butadiena atau akronitril (Parashar et al., 2013).

Plastik merupakan polimer jenis non biodegradable yang sangat sulit terurai secara alami. Alternatif penanganan sampah plastik adalah dengan mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar cair. Dengan cara ini dua

permasalahan penting bisa diatasi, yaitu bahaya menumpuknya sampah plastik dan diperolehnya bahan bakar cair yang merupakan salah satu bahan baku plastik. Teknologi untuk mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar cair yaitu dengan proses cracking (Sarker dan Rashid, 2013). Proses perengkahan termal (Thermal Cracking) adalah suatu proses pemecahan rantai hidrokarbon dari senyawa rantai panjang menjadi hidrokarbon dengan rantai yang lebih pendek melalui bantuan panas. Suatu proses perengkahan termal bertujuan untuk mendapatkan fraksi minyak bumi dengan boiling range yang lebih rendah dari feed (umpannya). Dalam proses ini dihasilkan gas, gasoline (naphtha), diesel, residu atau coke. Pada reaksi perengkahan akan terjadi pemutusan ikatan C-C (C-C bond scission), dehidrogenasi, isomerisasi dan polimerisasi (Kunwar et al., 2016).

Catalytic cracking yaitu perengkahan menggunakan katalis untuk melakukan reaksi pemutusan rantai hidrokarbon molekul besar menjadi molekul-molekul yang lebih kecil. Katalis, dapat mengurangi temperatur dan waktu reaksi (Surono, 2013). Konversi katalitik limbah plastik menunjukkan beberapa keunggulan dibandingkan metode pirolisis. Suhu perengkahan lebih rendah yaitu reaksi perengkahan menghasilkan konsumsi energi yang lebih rendah dan tingkat konversi yang lebih tinggi (Beyene, 2014). Penambahan katalis pada proses cracking juga dapat mempercepat proses reaksi pemutusan rantai hidrokarbon sehingga terbentuk fraksi-fraksi minyak bumi (Bahruddin et al., 2006).

Katalisis adalah fenomena pada reaksi kimia yang dipercepat oleh sejumlah kecil zat, yang disebut katalis. Sebuah katalis yang cocok dapat meningkatkan laju reaksi termodinamikanya menjadi mungkin tetapi tidak dapat mengubah posisi kesetimbangan termodinamika. Kebanyakan katalis merupakan padatan atau cairan, tetapi juga dapat berupa gas. Katalis turut berperan aktif dalam proses reaksi tetapi tidak berubah menjadi senyawa produk. Peran aktif katalis tersebut terlihat dari interaksi antara katalis dengan reaktan selama reaksi berlangsung

baik secara fisisorpsi maupun kemisorpsi (Rosiansono et al., 2007)

Penelitian ini merupakan lanjutan dari (Selpiana et al., 2019:a) yaitu perengkahan limbah plastic jenis expanded polystyrene (EPS) dengan variasi penambahan massa katalis Cu-Al₂O₃ dan temperatur. Penelitian ini menghasilkan bahwa katalis berpengaruh pada konversi limbah plastik menjadi liquid dan kualitas liquid yang dihasilkan terhadap sifat fisik yang meliputi angka oktan (RON, MON dan AKI).

Katalis Cu-Al₂O₃ merupakan katalis heterogen yang disintesis menggunakan metode impregnasi. Dalam proses cracking limbah polystyrene harus diketahui terlebih dahulu jenis reaksi yang akan dilakukan perengkahan. Tahap awal dalam perengkahan polystyrene dilakukan dengan proses protonasi. Proses protonasi ini dapat terjadi karena sifat keasaman dari katalis. Sifat keasaman dari suatu katalis sangat mempengaruhi aktivitas dan selektivitas dari kinerja katalis. Katalis Cu-Al₂O₃ merupakan katalis yang memiliki sifat asam Lewis dan asam Bronsted. Al³⁺ yang terimpregnasi ke pori penyangga (Al₂O₃) merupakan logam yang memiliki sifat asam lewis, karena logam ini memiliki tiga orbital kosong yang dapat bertindak sebagai akseptor elektron, sehingga menyebabkan adanya interaksi kimia secara koordinasi antara logam penyusun katalis dengan reaktan yang bersifat donor elektron dengan menyumbangkan sepasang elektron bebasnya. Dengan adanya donor elektron ini menyebabkan terjadinya kelebihan kation hidrogen (proton H⁺) pada ikatan karbon tersier yang disebut dengan karbokation. Karbokation ini lah yang disebut sebagai asam bronstad atau penyumbang resonansi yang dapat merubah arah reaksi sehingga terjadinya proses cracking polystyrene.

Penelitian ini difokuskan pada pengaruh waktu dan temperatur perengkahan dengan proses perengkahan katalitik. Hasil yang diharapkan adalah diperolehnya liquid hasil perengkahan dengan katakteristik sifat fisik berupa viskositas, densitas dan flash point

yang dapat digolongkan sebagai kategori sifat fisik dari bahan bakar cair.

MATERIAL AND METHOD

Bahan

Pada penelitian ini digunakan bahan baku berupa limbah plastik jenis *expanded polystyrene (EPS)*, Al₂O₃, CuSO₄·5H₂O dan aquadest.

Rancangan Percobaan

Persiapan Bahan Baku

Limbah plastik jenis *expanded polystyrene* dicuci dengan air hingga bersih, lalu dikeringkan di bawah sinar matahari. Kemudian, limbah plastik digerus dengan ukuran 1-3 mm. Kemudian ditimbang sebanyak 200 g untuk masing-masing sampel.

Persiapan Katalis

Berdasarkan (Husni dan Syamsudin, 2010) tahapan untuk impregnasi katalis adalah timbang sebanyak 2 g CuSO₄·5H₂O kemudian dilarutkan dengan aquadest, lalu diaduk menggunakan spatula. Tambahkan 25 g Al₂O₃ direndam ke dalam larutan CuSO₄·5H₂O selanjutnya campuran dipanaskan. Setelah diperoleh sampel Cu-Al₂O₃ disaring dan dicuci dengan aquadest. Keringkan sampel di dalam oven, lalu simpan ditempat yang kering dan tertutup.

Proses *Thermal Catalytic Cracking* limbah plastik dilakukan dengan tahapan sebagai berikut bahan baku sebanyak 200 g dimasukkan ke dalam reaktor *fixed bed*, masukan katalis Cu-Al₂O₃ ke dalam alat proses sebanyak 20% dari jumlah massa bahan baku. Proses perengkahan dilakukan dengan variasi temperatur 150°C, 200°C, 250°C dan 300 °C dan variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit.

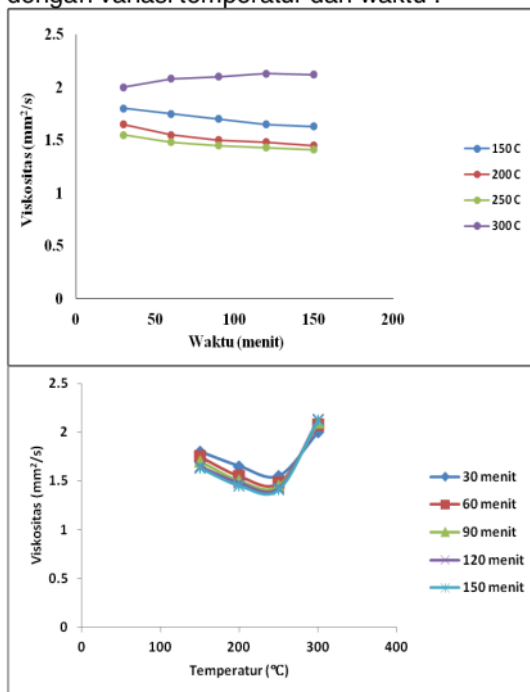
Pengujian

Hasil kondensasi (kondensat) dari masing-masing sampel berupa produk cair,

dianalisa sifat fisiknya yaitu viskositas, densitas dan *flash point*.

HASIL DAN PEMBAHASAN
Pengaruh Waktu dan Temperatur Terhadap Viskositas

Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan di dalam fluida. Makin besar nilai viskositas suatu fluida, maka makin sulit fluida tersebut mengalir dan makin sulit suatu benda bergerak di dalam fluida tersebut. Berikut adalah viskositas yang dihasilkan dengan variasi temperatur dan waktu :



Gambar 1. Pengaruh Waktu dan Temperatur Terhadap Viskositas

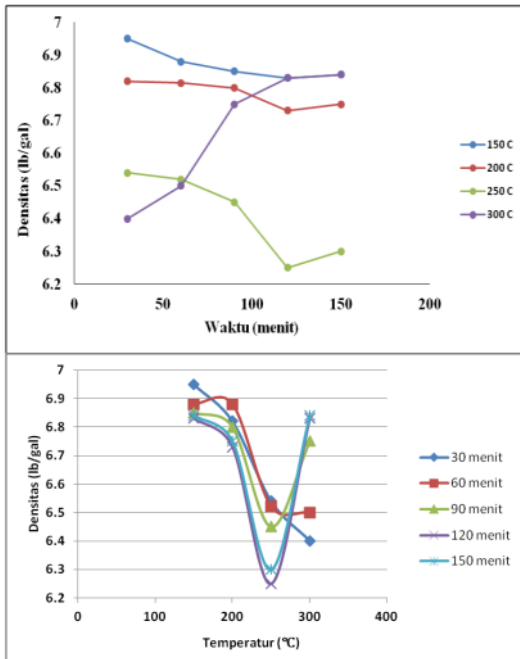
Gambar 1 menunjukkan bahwa variasi temperatur berpengaruh pada nilai viskositas kondensat cair yang dihasilkan. Mulai dari temperatur 150 °C hingga 250 °C viskositas yang dihasilkan memiliki kecenderungan yang sama, yaitu menghasilkan nilai viskositas yang semakin menurun pada masing-masing variasi waktu. Hal ini disebabkan karena pada variasi temperatur

tinggi menghasilkan senyawa dengan rantai karbon yang lebih pendek. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Houshmand et al., 2013), bahwa suhu tinggi mampu merengkah reaktan menjadi hidrokarbon yang lebih pendek. Tetapi pada temperatur yang lebih tinggi yaitu 300 °C pada berbagai variasi waktu (mulai dari 30 menit sampai 150 menit) menghasilkan nilai viskositas yang semakin tinggi karena pada keadaan tersebut senyawa yang dihasilkan merupakan senyawa hidrokarbon rantai panjang disebabkan karena bergabungnya senyawa monomer atau dimer menjadi senyawa rantai panjang pada temperatur yang lebih tinggi (Selpiana et al., 2019:b). Perengkahan limbah plastik jenis *Expanded Polystyrene* menghasilkan dominan senyawa toluene, ethylbenzene, p-xylene, styrene dan 2-phenyl propane. Untuk senyawa phenylpropane memiliki nilai viskositas yang tinggi yaitu 0,980 cSt (Selpiana. dkk, 2019:a), sehingga viskositas liquid hasil perengkahan yang dominan mengandung phenyl propane nilai viskositasnya meningkat pada masing-masing variasi waktu.

Dari penelitian ini diperoleh nilai viskositas terendah yaitu sebesar 1,3567 mm²/s berada pada variasi 250 °C dan waktu 120 menit tetapi cenderung mengalami kenaikan pada variasi 300 °C pada berbagai variasi waktu perengkahan. Berdasarkan data di atas hasil analisa viskositas bahan bakar cair yang dihasilkan belum memenuhi standar viskositas bensin sebesar 0,9971 mm²/s.

Pengaruh Waktu dan Temperatur Terhadap Densitas

Densitas merupakan rasio antara berat suatu sampel dengan volumenya. Dalam sifat fisik, berat jenis (densitas) menunjukkan banyaknya komponen di dalam liquid. Berikut adalah nilai densitas yang dihasilkan dengan variasi waktu dan temperatur perengkahan :



Gambar 2. Pengaruh Waktu dan Temperatur Terhadap Densitas

Berdasarkan gambar 2, dapat dilihat bahwa densitas akan cenderung mengalami penurunan pada variasi temperatur 150 °C sampai 250°C dan pada semua variasi waktu. Pada kondisi tersebut *expanded polystyrene* dominan terengkah menjadi senyawa hidrokarbon rantai pendek. Namun, ketika temperatur meningkat pada 300 °C nilai densitas mengalami peningkatan, hal tersebut berlaku juga untuk semua variasi waktu perengkahan. Sama halnya dengan viskositas, densitas dipengaruhi oleh rantai hidrokarbon yang terbentuk saat perengkahan, bila rantai yang terbentuk banyak mengandung senyawa hidrokarbon rantai pendek maka fraksi ringan banyak terbentuk sebaliknya bila banyak terbentuk senyawa hidrokarbon rantai panjang maka akan membentuk fraksi berat (Selpiana et al., 2019:b).

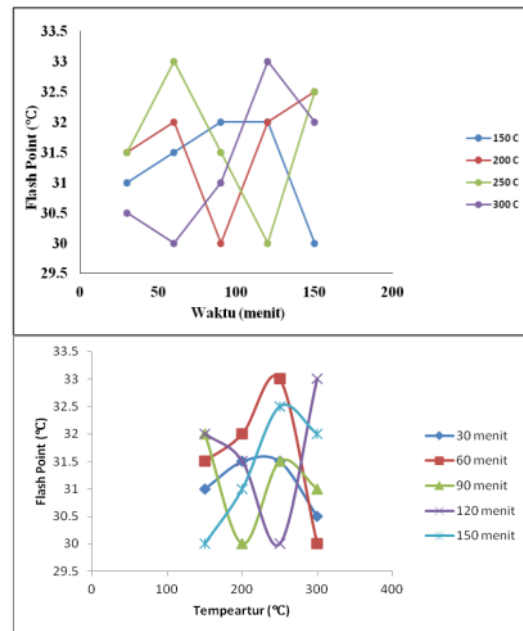
Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai densitas tertinggi diperoleh pada variasi temperatur 150 °C dan waktu 30 menit sebesar 6,97 (lb/gal), sedangkan nilai

densitas terendah diperoleh pada kondisi 250 °C dan waktu 120 menit sebesar (6,29 lb/gal).

Seiring dengan menurunnya densitas bahan bakar cair, maka akan semakin baik kualitas bahan bakar cair yang dihasilkan, karena akan semakin mendekati densitas fraksi minyak bensin. Semakin tinggi densitas bahan bakar cair maka mutu minyak semakin menurun karena banyak mengandung lilin dan memiliki nilai kalor yang rendah. Begitu pula sebaliknya, semakin rendah berat jenis maka kualitas bahan bakar cair itu akan semakin baik (Sarker et al., 2012).

Pengaruh Waktu dan Temperatur Terhadap Flash Point

Flash point adalah suhu terendah ketika bahan bakar timbul penyalaan api sesaat jika permukaan minyak tersebut didekatkan pada nyala api kecil. Berikut adalah *flash point* yang dihasilkan pada variasi waktu dan temperatur perengkahan :



Gambar 3. Pengaruh Waktu dan Temperatur Terhadap Flash point

Berdasarkan gambar diatas terlihat perbedaan nilai *flash point* yang tidak signifikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaruh komposisi katalis tidak mempengaruhi *flash point* karena nilai *flash point* yang dihasilkan cenderung stabil. Dari data diatas bahan bakar hasil analisa dianggap mudah terbakar karena berada pada kisaran suhu rendah.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa variasi waktu dan temperatur mempengaruhi hasil perengkahan limbah plastik jenis *expanded polystyrene* (EPS) berdasarkan sifat fisik liquid yang dihasilkan. Nilai viskositas terendah yaitu sebesar 1,3567 mm²/s berada pada variasi 250 °C dan waktu 120 menit. Nilai densitas tertinggi diperoleh pada variasi temperatur 150 °C dan waktu 30 menit sebesar 6,97 (lb/gal), sedangkan nilai densitas terendah diperoleh pada kondisi 250 °C dan waktu 120 menit sebesar (6,29 lb/gal). Nilai *flash point* yang dihasilkan cenderung stabil pada setiap variasi waktu dan temperatur.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, untuk memperbaiki hasil sifat fisik khususnya viskositas agar masuk pada fraksi bahan bakar cair jenis bensin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Sriwijaya yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahrudin, dkk. (2006), Penentuan *Cloud Point* dari Campuran Sampah Plastik Polipropilena dengan Bahan Bakar Diesel, *Seminar nasional Teknik Kimia Indonesia*.
- Beyene, H.D., (2014) Recycling of Plastic Waste into Fuels, A Review, *International Journal of Science, Technology and Society*, 2(6): 190-195.
- D. Houshmand., B. Roozbehani., A. Badakhshan., (2013), Thermal and Catalytic Degradation of Polystyrene with a Novel Catalyst, *Int. J Sci. Emerging Tech*, 5(1): 234-236.
- Husni. H dan Syamsudin Y, (2010), Pembuatan Katalis Cu/ZnO/Al₂O₃ untuk Proses Steam Reforming Metanol menjadi Hidrogen sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7(3), 98-104.
- B. Kunwar, et al., (2016), Plastics to fuel: a review, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 54, pp. 421-428.
- Parashar, et al., (2013), Recycling of Polystyrene using Hidrotalcite as Degradation Catalyst, *International Journal of Modern Engineering and Management Research*, 1(3): 53-56.
- Rachmawati. Q and Herumurti W, (2015), Pengolahan sampah secara pirolisis dengan variasi komposisi sampah dan jenis plastic, *Jurnal Teknik ITS*, 4(1): D27-D29.
- Rosiansono, dkk. 2007. "Pembuatan, Karakterisasi dan Uji Aktivitas Katalis NiMo/Z dan NiMo/Z-Nb₂O₅ pada Reaksi Hidrorengah Fraksi Sampah Plastik menjadi Fraksi Bensin". *Berkala Mipa* 17(2): 43-53.
- Sarker. M et al., (2012), Polystyrene (PS) waste Plastic Conversion into Aviation/Kerosene Category of Fuel by Using Fractional Column Distillation Process, *International Journal Energy and Environment*, 3(6): 871-880.
- Sarker, M and Rashid M.M, (2013), Production of Aromatic Hydrocarbons Related Kerosene Fuel from Polystyrene and Polypropylene Waste Plastics Mixture by Fractional Distillation, *International Journal of Applied Chemical Sciences Research*, 1(2): 10-23.
- Selpiana et al, (2019:a), The conversion of expanded polystyrene waste to liquid fuel using Cu-Al₂O₃ by the thermal catalytic cracking process, *J. Phys.: Conf. Ser*, 1282(012081): 1-6.
- Selpiana et al, (2019:b), Physical properties analysis of the liquid produced by polystyrene pyrolysis, *J. Phys.: Conf. Ser*, 1282(012072): 1-5.
- Surono dan Budi. U, (2013), Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik menjadi Bahan Bakar Minyak, *Jurnal Teknik*, 3(1): 32-39.

Turnitin Jurnal Dinamika-Selpi-LC

ORIGINALITY REPORT

21 %

SIMILARITY INDEX

20 %

INTERNET SOURCES

9 %

PUBLICATIONS

8 %

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

6%

★ ejournal.ft.unsri.ac.id

Internet Source

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On