
Uji Karakteristik Laju Pembakaran Dan Angka Oktan Bahan Bakar *Polypropylene* Cair Hasil Pemurnian Proses Distilasi Absorsi Dengan Variasi Campuran Oktan Booster

Aditya Wahyu Pratama¹, Sakroni Rizky²

^{1,2}Program Studi Mesin Otomotif, Jurusan Teknik , Politeknik Negeri Jember
Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember 101

Abstrak

Sampah plastik merupakan salah satu bahan yang tidak mudah terurai. Dan tidak berdampak buruk bagi manusia, serta mempunyai nilai guna yang tinggi untuk dijadikan sebagai alternatif bahan bakar minyak.. Salah satunya mengkonversi 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. Pemurnian yang di hasilkan dari *Polypropylene* dapat digunakan sebagai bahan bakar. Pada mulannya untuk mendapatkan hasil bahan bakar plastik terlebih harus dilakukan pengujian dengan menggunakan metode distilasi yang kemudian dari hasil tersebut akan dilakukan pengujian kembali dalam beberapa sampel sebagai perbandingan. Bahan bakar jenis (PP) *Polypropylene* yang di *distilasi* di Lab. Mesin otomotif politeknik negeri jember pada suhu 80⁰C dan suhu 100⁰C dan 120⁰C. Pada BBPP suhu 80⁰C dalam jangka waktu 30 menit dalam hal ini heater sebagai pemanas air pada kondensor yang menyelimuti pipa aliran bahan bakar. Suhu 100⁰C dalam jangka waktu 45 menit, jangka ini relatif lebih lama karena semakin tinggi suhu yang dihasilkan jangka waktu yang dibutuhkan juga akan bertambah. Suhu 120⁰C dalam jangka waktu 60 menit. Pengujian bahan bakar ini untuk menganalisis terhadap Angka Oktan dan Laju Pembakaran. Hasil Pengujian dilakukan di Universitas Brawijaya Malang dan Institute Teknologi Surabaya. Pada penelitian pemurnian bahan bakar *polypropylene* cair hasil *distilasi* ini dapat disimpulkan bahwa dalam pengujian Laju pembakaran yang paling rendah yang merupakan pembakaran paling cepat adalah BB Peralite 60% + BBPP 40% nilai kalor 7183,78 kalori per gram dengan laju pembakaran 4:56 detik dan BBPP hasil pemurnian 100⁰C Volume 90%+10% oktan booster nilai kalor 10877,80 kalori per gram dengan laju pembakaran 04:56 detik.

Abstract

Plastic waste is one material that is not easily decomposed and not have a bad impact on humans and has a high use value to be used as an alternative fuel oil. This can be done because basically the plastic comes from petroleum, so all that remains is returned to its original shape. In addition, plastic also has a high heating value, equivalent to fossil fuels such as gasoline and diesel. Purification derived from Polypropylene can be used as fuel. In the beginning, to get the results of plastic fuel, a test must be carried out using the distillation method. Method Distillation Absorpsi is a method of separating chemicals based on differences in speed or volatility of the material from which the results will be re-tested in several samples for comparison. Polypropylene (PP) fuel type distilled in the Lab. Jember polytechnic automotive machinery at temperatures of 80°C and temperatures of 100°C and 120°C. on Fuel Polypropylene (PP) temperature of 80°C within 30 minutes in this case the heater as a water heater on the condenser that surrounds the fuel flow pipe. Temperature of 100°C in a period of 45 minutes, this period is relatively longer because the higher the temperature produced the time period needed will also increase. Temperature of 120°C in 60 minutes. This fuel testing is to analyze the Octane Number and Burn Rate and then mixing with Octane Booster variation to get more optimal results. Octane Booster is a type of additive that can be added to gas tanks whose function is to increase the octane number in gasoline. With the addition of octane booster, the octane number can increase according to the ability of each octane booster. The test results were carried out at Brawijaya University Malang and Surabaya Institute of Technology. From this research, liquid polypropylene fuel from distillation results can be concluded that the need for fuel that can be used as an alternative fuel in motor vehicles today

Keywords: *PP (Polypropylene), Distillation, Octane Booster, Burning Rate*

PENDAHULUAN

Karakteristik sampah yang memiliki dampak buruk bagi manusia ternyata mempunyai guna yang tinggi untuk dijadikan sebagai alternatif bahan bakar minyak. Salah satunya mengkonversi 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. Pemurnian yang di hasilkan dari *Polypropylene* dapat digunakan sebagai bahan bakar. (Isma dan suwandi, dkk 2016).

Untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Dalam hal ini Para pengguna kendaraan bermotor dapat melakukan tindakan perawatan preventive terhadap saluran bahan bakarnya sendiri yaitu dengan menjaga kualitas dari bahan bakar yang dipakai salah satunya dengan penambahan zat aditif pada bahan bakar. Ada beberapa zat aditif yang bisa ditambahkan ke dalam bahan bakar, dimana mempunyai fungsi sama yaitu meningkatkan kinerja dari mesin kendaraan. Zat aditif merupakan bahan yang ditambahkan pada bahan bakar kendaraan bermotor, baik mesin bensin maupun mesin disel. Selain itu zat aditif juga digunakan untuk memberikan peningkatan sifat dasar tertentu yang telah dimilikinya seperti aditif anti knocking dan peningkatan angka oktan untuk bahan bakar mesin bensin. (Azama taufiq dan Aditya wahyu pratama, 2016)

Pada penelitian ini zat yang digunakan merupakan bahan bakar cair *Polypropylene*, jenis sampah yang akan dipakai pada penelitian ini adalah plastik jenis *Polypropylene* yang sering dipakai sebagai bahan baku botol plastik (contohnya cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak dan margarine). Distilasi atau penyulingan adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (*volatilitas*) bahan. dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu. Kemudian perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut dengan memanfaatkan residu- residu sampah plastik yang tidak memiliki nilai tersebut sehingga dapat bernilai lebih bahkan dapat menimbulkan manfaat yang banyak bagi kehidupan masyarakat yaitu salah satunya dengan teknologi distilasi dan untuk mendapatkan bahan bakar yang lebih maksimal perlu penambahan seperti zat aditif untuk memberi efek yang lebih bagus lagi terhadap laju pembakaran kendaraan.

Distilasi absorpsi atau penyerapan dalam kimianya adalah suatu fenomena fisik atau kimiawi atau suatu proses sewaktu atom, molekul atau ion memasuki limbah (*bulk*) lain yang bias berupa gas, cairan ataupun padatan. Untuk yang mesin (*engine*) adalah mengatur proses untuk mengubah energi yang terkandung dalam bahan bakar menjadi tenaga, semua engine menggunakan sistem pembakaran didalam silinder, maka dari itu mesin tersebut bisa dikatakan mesin pembakaran didalam ataupun bisa juga disebut *internal combustion energy*.

Dari setiap satuan berat plastik dari hasil pemurnian proses distilasi absorpsi dengan variasi campuran zat aditif Oktan Booster (OB) berbentuk cair yang memiliki fungsi menghilangkan *knocking*, mencegah terhentak hentak, mengembalikan tenaga yang hilang, memulihkan kinerja mesin, menaikkan angka oktan, membersihkan ruang bakar, larut dengan sempurna dan tidak membuat kerak (Firdaus dan Ma'arif, 2016).

METODE PLAKSANAAN

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Motor Bakar, Universitas Brawijaya Malang dan Laboratorium Institute Teknologi Surabaya.

Instumen Penelitian

Instrumen (alat dan bahan) yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Alat : *Octane Meter/* portable oktan analyzer

Octane Meter/ I portable oktan analyzer digunakan untuk instan octane motor bensin, sesuai dengan motor dan metode penelitian (RON dan MON) dan untuk cetane number jumlah bahan bakar solar. Suhu nilai dianalisis cair dan solar pemadatan. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD. Operasional prinsip Oktan Meter terletak pada bensin oktan dan bahan bakar diesel cetane rating berdasarkan analisis perubahan sifat yang dielektrik permeabilitas dan induksi elektromagnetik.

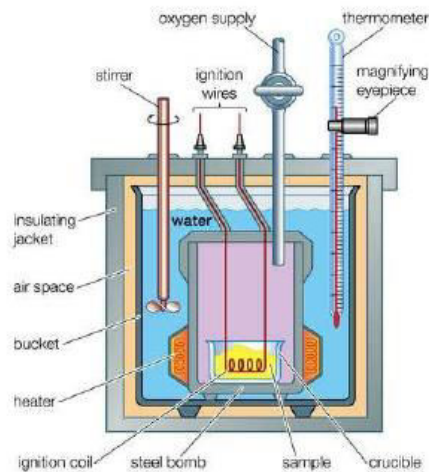
Oktan Analyzer memiliki desain kompak dan digunakan untuk online pemeriksaan motor kualitas bahan bakar dilapangan dan kondisi laboratorium. Kondisi operasi oktan analyzer penggunaan, ambient suhu dari -10C untuk +30C, kelembabab relative 80% di 25 C, tekanan atmosfer 84-106kPa. Perangkat akan kekuatan dari DC elemen tipe AA (tegangan 6 V).



Gambar 1. Oktan Number/ Oktan meter

2. Bomb Calori

Bomb kalorimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalori) yang dibebaskan pada pembakaran sempurna (dalam O₂ berlebih) suatu senyawa, bahan makanan, bahan bakar. Sejumlah sampel ditempatkan pada tabung beroksigen yang tercelup dalam medium penyerap kalor (kalorimeter), dan sampel akan terbakar oleh api listrik dari kawat logam terpasang dalam tabung.



Gambar 2. *Bomb Calorimeter*
Sumber Dennis Letlora 2009

3. Flash Point Tester

Flash Point Tester adalah Titik nyala dari suatu bahan yang mudah menguap adalah suhu terendah di mana ia dapat menguap membentuk campuran yang dapat terbakar di udara. Mengukur titik nyala membutuhkan sumber pengapian, dengan hal tersebut untuk mengetahui atau mengukur titik nyala atau *flash point* pada suatu bahan bakar atau bahan yang mudah menguap seperti bensin, solar, oli dan bahan yang mudah menguap lainnya diperlukannya *Flash Point Tester*.



Gambar 3. *Flash Point Tester*
Sumber Multimeterdigital, 2019

4. Stopwatch

Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang diperlukan dalam kegiatan. Pada umumnya stopwatch ini digunakan sebagai penghitung kecepatan atau laju suatu benda seperti kendaraan atau kecepatan berlari seseorang.



Gambar 4. stopwatch
Sumber Wasis dan Retno Hasanah, dkk

5. Kompor Listrik

Kompor Listrik adalah Kompor yang menggunakan energi listrik. Kompor listrik ini tidak menggunakan api dalam pemanasannya yang bekerja dengan prinsip induksi sehingga kompor tidak akan mengeluarkan panas.



Gambar 5. Kompor Listrik
Sumber Fadhilah Rizky silaen, 2017

6. Tabung gas LPG

LPG (*liquified Petroleum gas*, harafiah: gas minyak bumi yang dicairkan. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya, gas berubah menjadi cair. Komponennya didominasi propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}). Elpiji juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana (C_2H_6) dan pentana (C_5H_{12}).



Gambar 6. tabung gas

7. Timbangan Digital

Timbangan Digital adalah perangkat pengukuran yang digunakan untuk mengukur berat atau massa suatu benda atau zat. Digital sisik sering lebih kompak, tahan lama, dan tepat daripada jenis lain dari skala, seperti timbangan pegas atau saldo, yang sering aus dan memberikan pembacaan yang berbeda dari waktu ke waktu.



Gambar 7. timbangan digital
Sumber Timbangan Indonesia, 2017

8. Gelas Ukur

Gelas ukur adalah peralatan laboratorium umum yang digunakan untuk mengukur volume cairan. Alat ini memiliki bentuk silinder dan setiap garis penanda pada gelas ukur mewakili jumlah cairan yang telah terukur.



Gambar 8. gelas ukur
Sumber Sentral alkes, 2019

9. Distilasi Absorpsi

Distilasi Absorpsi adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (*volatilitas*) bahan. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Distilasi bertujuan untuk memisahkan suatu campuran liquid yang miscible dan volatile menjadi komponen masing-masing.



Gambar 9. Distilasi Absorpsi Apparatus

Bahan-bahan yang diperlukan, yakni :

- a) Bahan bakar *polypropylene* cair hasil distilasi absorpsi.
- b) Zat adiktif oktan booster

Teknik Keabsahan Data

Kebenaran data dalam penelitian ini, dapat dipertanggung jawabkan. Setiap data didapatkan dari penelitian secara langsung tanpa adanya suatu rekayasa guna mendapatkan data serta hasil yang valid.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Metode eksperimental adalah metode yang digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan atau desain baru dengan membandingkan desain tersebut dengan desain tanpa perlakuan sebagai kontrol atau pembanding. Metode ekseperimental dapat juga berarti membandingkan pengujian beberapa variasi sebagai pembanding.

Langkah-langkah percobaan

Dalam langkah-langkah percobaan ini terdapat keberadaan kolom distilasi yang ada pada tahap pemisahan, dan selalu ada dalam rancangan proses lengkap. Pemisahan campuran liquid dengan distilasi bergantung pada perbedaan volatilitas antar komponen. Komponen yang memiliki *relative volatility* yang lebih besar akan lebih mudah pemisahannya. Uap akan mengalir menuju puncak kolom sedangkan liquid menuju ke bawah kolom secara *counter-current* (berlawanan arah). Uap dan liquid akan terpisah pada *plate* atau *packing*. Sebagian kondensat dari *condensor* dikembalikan ke puncak kolom sebagai liquid untuk dipisahkan lagi, dan sebagian liquid dari dasar kolom diuapkan pada Reboiler dan dikembalikan sebagai uap (Komariah, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapatkan bahan bakar *Polypropylene* cair pada proses pemurnian sampah plastik menjadi minyak cair yakni dilakukan menggunakan prinsip pirolisis dan di murnikan dengan alat distilasi yang di lakukan di Laboratorium Mesin Otomotif, Politeknik Negeri Jember yang menghasilkan suhu 80°C dan 100°C dan 120°C , untuk tempat penelitian adalah di Laboratorium Motor Bakar, Universitas Brawijaya Malang dalam hal ini menguji tentang Laju Pembakaran dan Institute Teknologi Surabaya (ITS) untuk menganalisis terhadap Nilai Oktan.



Gambar 10. Hasil Campuran Bahan Bakar

Pada pengujian bahan bakar cair yang pertama yaitu pada suhu 80°C , sebelum nya bahan bakar hasil pirolisis yang di murnikan dengan alat distilasi bertingkat yaitu pada suhu 80°C dengan 30 menit, pada penelitian ini menggunakan *heater* untuk memanaskan air di dalam kondensor yang menyelimuti pipa aliran bahan bakar, di setiap menitnya air yang memanaskan pipa bahan bakar semakin lama akan semakin mengurangi di karenakan penguapan. Jadi, perlu adanya penambahan air agar bahan bakar bisa di didihkan dan bahan bakar bisa menguap (*volatil*) di tabung *absorber*, di tabung tersebut bahan bakar yang di panaskan akan menguap dan di saring oleh garam halus dan garam kasar kemudian di jatuhkan menjadi butir-butir bahan bakar yang sudah murni, sedangkan bahan bakar yang belum murni uap bahan bakar naik keatas untuk di murnikan ulang oleh garam halus dan garam kasar.



Gambar 11. Bahan Bakar *Polypropylene* Suhu 80°C dan oktan meter.

Data Tabel Pengujian Karakteristik Bahan Bakar *Polypropylene* Hasil Pemurnian dengan Distilasi Bertingkat

Pengujian kedua bahan bakar plastik cair jenis *polypropylene* (PP) di Laboratorium Institute Teknologi Surabaya (ITS) dilakukan pengujian sebanyak 32x pengujian dan di Lab Bahan Bakar Universits Brawijaya dilakukan pengujian 90x pada setiap masing –masing sampel, antara lain :

1. *Polypropylene* suhu 80 °C
2. *Polypropylene* suhu 100°C
3. *Polypropylene* suhu 120 °C

Tabel 1. Pengujian Bahan Bakar Cair *Polypropylene*.

No.	Bahan Bakar	Angka Oktan/RON	Nilai Kalor	Laju Pembakaran (detik)
1	BBPP Hasil Pemurnian dengan suhu 80°C	93,5	16919,49	07:14
2	BBPP Hasil Pemurnian dengan suhu 100°C	93,3	10249,52	05:08
3	BBPP Hasil Pemurnian dengan suhu 120°C	92,8	10229,91	05:33

Hasil Pengujian karakteristik BBPP dengan Bahan Bakar dan campuran Oktan Booster terhadap uji Nilai Oktan/ RON

Tabel 2. Pengujian Angka Oktan

No.	Bahan Bakar	Angka Oktan/RON
1	PREMIUM 60% + 40% BBPP	90,4
2	PERTALITE 60% + 40% BBPP	91,3
3	PERTAMAX 60% + 40% BBPP	92,2
7	BBPP Hasil Pemurnian 100°C Volume 90% + 10% Oktan Booster	93,3
8	BBPP Hasil Pemurnian 100°C Volume 85% + 15% Oktan Booster	93,1
9	BBPP Hasil Pemurnian 100°C Volume 80% + 20% Oktan Booster	93,3
10	Bahan Bakar <i>Polypropylene</i> 100%	92,5

Tabel 3. Pengujian bahan bakar *Polypropylene* dan percampuran Oktan Booster untuk menentukan Laju Pembakaran.

No.	Bahan Bakar	Nilai kalor bahan uji (cal/gram)	Laju Pembakaan (detik)
1.	BBPP Hasil pemurnian 100C Volume 80% + 20% Oktan Booster	11106,38	05:45
2	BBPP Hasil Pemurnian 100°C Volume 85% + 15 % Oktan Booster	10319,27	06:25
3	BBPP Hasil Pemurnian 100 °C Volume 90% +10% Oktan Booster	10877,80	04:56
4	BB Pertamina 60% campur BBPP 40%	7956,18	06:20
5	BB Peralite 60% campur BBPP 40%	7183,78	04:56
6	BB Premium 60% campur BBPP 40%	6898,67	06:00

KESIMPULAN

- a. Proses Pemurnian Bahan Bakar *Polypropylene* cair dengan Alat *Distilasi* untuk kebutuhan performa dari bahan bakar untuk mendapat spesifikasi yang lebih baik dan optimal pada *engine* kendaraan.
Dari hasil proses yang dilakukan pemurnian yang di uji adalah suhu 80⁰C, 100⁰C, dan 120⁰C. Pada Pengujian suhu 80⁰C dibutuhkan waktu 30 menit sampai suhu optimal. Sedangkan suhu 100⁰C membutuhkan waktu yang cukup lama 40 menit hal ini karena semakin tinggi suhu yang dihasilkan maka jangka waktu yang dibutuhkan juga akan bertambah dan suhu 120⁰C dengan jannka waktu 60 menit, waktu yang digunakan relatif lama karna butuh pemanasan yang lebih lanjut agar bahan bakar cair bisa murni atau jernih dengan alat *distilasi* dengan ini absorber bisa menguap dan memurnikan secara optimal.
- b. Karakteristik laju pembakaran bahan bakar *Polypropylene* cair hasil pemurnian proses distilasi absorpsi dengan variasi campuran oktan booster.
Pada penelitian pemurnian bahan bakar *polypropylene* cair hasil *distilasi* ini dapat disimpulkan bahwa bahan bakar *Polypropylene* optimal pada suhu 80⁰C dan mendapatkan nilai oktan 93,5. dalam pengujian Laju pembakaran yang paling rendah yang merupakan pembakaran paling cepat adalah BB Peralite 60% + BBPP 40% nilai kalor 7183,78 kalori per gram dengan laju pembakaran 4:56 dan BBPP hasil pemurnian 100°C Volume 90%+10% oktan booster nilai kalor 10877,80kalori per gram dengan laju pembakaran 04:56 detik

DAFTAR PUSTAKA

- Azamataufiq, pratama wahyu, aditya. 2016. *Nilai kalor bahan baku bakar plastik polypropylene (BBPP) hasil pyrolisis dengan campuran premium dan octane booster*. Jurnal Ilmiah INOVASI, Vol. 1 No. 2 Edisi Mei-Agustus 2016, ISSN 1411-5549
- Asep Suhendi. Isma Rekathakusuma. Suwandi. *Karakterisasi Bahan Cair Produk Distilasi Sampah Plastik Dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan Bakar*. Jurnal Ilmiah e-Proceeding of Engineering : Vol.3, No.3 December 2016 | Page 4853, ISSN : 2355-9365
- Arwizet, *Mesin Destilasi Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Menggunakan Kondensor Bertingkat Dan Pendingin Kompresi Uap*. Jurnal Ilmiah INVOTEK Vol. 17, No. 2, Oktober 2017 p-ISSN: 1411 – 3411, e-ISSN: 2549 – 9815
- Costaqliola, M. A., dkk. (2016). Performances and Emissions of a 4-Stroke Motorcycle Fuelled with Ethanol/Gasoline Blends. *Fuel* 183(2016), 470 – 477
- Daryanto. (2010). *Teknik Konversi Energi*. Bandung: Satu Nusa.
- Keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi.Nomor : 3674K/24/DJM/2006. tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin yang Dipasarkan di dalam Negeri*
- Mulyadi, E. 2004. *Termal Dekomposisi Sampah Plastik*. Vol-1, Jurnal Rekayasa Perencanaan, ISSN 1829-913x.
- Prasetyo, Bambang. 2005. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: PT Grafindo Persada.
- Rodiansono, Trisunaryanti, W dan Triyono. 2007. *Pembuatan dan Uji Aktivitas Katalis NiMo/Z pada Reaksi Hidrorengkah Fraksi Sampah Plastik menjadi Fraksi Bensin*. Berkala MIPA,17,2.
- Saputra Edy, Wahyudi Ekky, Zultiniar. *Pengolahan Sampah Plastik Polipropilena (PP) Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Metode Perengkahan Katalitik Menggunakan Katalis Sinteti*. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. *Jurnal Rekayasa Vol. 11, No.1, Hlm. 17 - 23, Juni 2016, ISSN 1412-5064, e-ISSN 2356-1661, DOI: <https://doi.org/10.23955/rkl.v11i1.2958>*
- Sari, Inggit, Kurniawan, Eddy,Nasrun. 2015. *Pengolahan Limbah Kantong Plastik Jenis Kresek Menjadi Bahan Bakar Menggunakan Proses Pirolisis*, Jurnal Energi Elektrik Volume IV Nomor 1 Tahun 2015
- Syamsiro, M., Hadiyanto, A.N., Mufrodi, Z. (2016) *Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Sebagai Bahan Baku Mesin PirolisisSkala Komunal*, J. Mek. Sist. Termal, Vol. 1 (2), pp. 43-48.
- Isma rathakusuma, suwandi, asep suhandi. 2016 *Karakterisi bahan cair peoduksi destilasi sampah plastik dan pemanfaatannya sebagai bahan bakar*.
- Dennis Letlora. 2009. *Kalori Metr Bom*.
<http://delet-ander.blogspot.com/2009/11/kalorimeter-bom.html> di akses pada tanggal 30 Oktober 2018. Pkl 21.51 WIB
- Dwi Wahyu R, 2017. *Apa itu Research Oktane Number*.
<https://www.gridoto.com/read/221005699/apa-itu-research-octane-number-atau-ron-ini-penjelasanannya#!%2F> di akses pada 21 Oktober 2019
<http://infoperkakas.com/fungsi-dan-prinsip-kerja-stopwatch/> di akses pada tanggal 30 Oktober 2018. Pkl 21. 51 WIB.
- Mutqin Muiz. 2013. *Bahan Bakar Masa Depan*.
<alternatif/https://www.kompasiana.com/mutqin/55286a8c6ea83467238b458c/10-bahan-bakar-alternatif-masa-depan.>