

**Analisis Base Oil Hasil Proses Adsorpsi dan Pirolisis pada
Oli Mesin Bekas**

Base Oil Analysis Result of Adsorption and Pyrolysis Process on
Waste Engine Oil

**Mamiék Mardyaningsih^{*}, Aloysius Leki
Teknik Mesin Politeknik Negeri Kupang**

Jl. Adisucipto PO. Box 139 Penfui Kupang NTT

***Penulis, Surel: mmardyaningsih@yahoo.com**

Abstrak

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor menyebabkan pemakaian oli mesin meningkat, akibatnya jumlah oli mesin bekas semakin meningkat. Olie bekas yang jumlahnya cukup fantastis potensial untuk diolah kembali menjadi base oil dengan menghilangkan kontaminan yang terdapat dalam olie bekas. Penelitian ini bertujuan untuk mendaur ulang olie mesin bekas dengan metode adsorpsi dan pirolisis serta untuk mengetahui beberapa sifat fisik produk *base oil*. Penelitian ini dilakukan dalam empat tahap, 1) analisis awal oli mesin bekas, 2) membuat alat pirolisis sederhana dan kolom filtrasi, 3) pemurnian oli mesin bekas dengan kolom filter, 4) hasil adsorpsi dipirolisis. Hasil dari penelitian ini adalah adsorpsi dan pirolisis dari oli mesin bekas menghasilkan *base oil* dengan sifat fisik sebagai berikut: berwarna kuning jernih, berbau menyengat, mudah terbakar, berat jenisnya 0,8 ml/g, viskositas 5,14 g/cm detik sampai 5,39 g/cm detik, nilai kalor 16.800 J/g, dan titik nyala 80-98 °C.

Kata kunci: oli mesin bekas, pirolisis, adsorpsi, *base oil*

Abstract

Increasing the number of motor vehicles causes the use of engine oil increased, resulting the amount oil waste of engine is increased. This waste of engine oil is potential to be processed to base oil by remove it's contaminants. The aims of the study are to recycle waste oil of engine using pyrolysis and adsorption methode, and find some mechanical properties of waste oil as well. The study was conducted in four stages, 1) analysis of metal contens, 2) making simple pyrolysis units and filtration colom, 3) purification of waste engine oil with filtration colom, 4) adsoption result with pyrolysis.

This research produce base oil with mechanical properties as follows: clear yellow, smelly, flammable, density 0,8 ml/g, viscosity 5,14 g/cm sec to 5,39 g/cm sec, heating value 16.800 J/g and flash point 80 – 98 °C.

Keywords: waste engine oil, pyrolysis, adsorption, base oil.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya pertumbuhan kendaraan bermotor, sejalan dengan besarnya permintaan pelumas mesin agar kendaraan dapat digunakan dengan baik. Semua kendaraan ini menggunakan oli untuk pelumas kendaraannya. Setiap mesin sepeda motor ada yang memakai 800 ml dan 1000 ml serta mesin mobil memakai 4 liter oli. Setelah oli dipakai untuk melumasi mesin akan diadakan penggantian secara rutin dan berkala. Penggantian ini bertujuan supaya komponen yang bergesekan dalam mesin berkurang kerusakannya, karena oli yang sudah terpakai mengandung logam halus dari serpihan komponen mesin. Oli ini akan menjadi limbah atau barang yang dibuang.

Berdasarkan kriteria limbah, oli mesin bekas termasuk kategori limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun). Limbah B3 adalah limbah yang sangat berbahaya, karena bersifat korosif, mudah terbakar, mudah meledak, reaktif, beracun, menyebabkan infeksi, iritan, mutagenik, dan radioaktif. Sampai saat ini oli mesin bekas (*used oil*) menjadi suatu masalah tersendiri untuk lingkungan sekitarnya, banyak oli mesin bekas dibuang sembarangan di sungai atau di selokan. Oleh karena itu diperlukan solusi untuk mendaur ulang minyak oli mesin bekas agar tidak mencemari lingkungan sekitar. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah daur ulang oli mesin bekas menggunakan metode pirolisis dan

adsorpsi kolom filtrasi. Saat ini, peneliti dari Universitas Cambridge telah mengembangkan metode daur ulang oli mesin bekas dengan metode pirolisis, proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen. Pada penelitian ini dimodifikasi pirolisis dan kolom filtrasi untuk menghilangkan kontaminan yang terdapat pada base oil hasil pirolisis.

Penelitian daur ulang dengan teknologi pirolisis dan adsorpsi kolomfiltrasi diharapkan dapat membantu mengurangi tingkat pencemaran lingkungan dan selain itu dapat menambah nilai ekonomis bagi pihak yang memanfaatkan oli mesin bekas yang sudah termurnikan tersebut.

2. TEORI DASAR

2.1. Oli atau Pelumas

Pelumas adalah zat kimia berupa cairan, yang diberikan di antara dua benda bergerak untuk mengurangi gaya gesek. Zat ini merupakan fraksi hasil distilasi minyak bumi yang memiliki suhu 105-135 derajat celsius. Pelumas berfungsi sebagai lapisan pelindung yang memisahkan dua permukaan yang berhubungan. Umumnya pelumas terdiri dari 90% minyak dasar dan 10% zat tambahan. Salah satu penggunaan pelumas paling utama adalah oli mesin yang dipakai pada mesin (Anonim, 2014).

Pada berbagai jenis mesin dan peralatan yang sedang bergerak, akan terjadi peristiwa pergesekan antara logam.

Oleh karena itu akan terjadi peristiwa pelepasan partikel-partikel dari gesekan tersebut. Keadaan dimana logam melepaskan partikel disebut aus atau keausan. Untuk mencegah atau mengurangi keausan yang lebih parah yaitu memperlancar kerja mesin dan memperpanjang usia dari mesin dan peralatan itu sendiri, maka bagian-bagian logam dan peralatan yang mengalami gesekan tersebut diberi perlindungan ekstra (Anonim, 2014).

Pada dasarnya yang menjadi tugas pokok pelumas adalah mencegah atau mengurangi keausan sebagai akibat dari kontak langsung antara permukaan logam yang satu dengan permukaan logam lain terus menerus bergerak. Selain keausan dapat dikurangi, permukaan logam yang terlumasi akan mengurangi besar tenaga yang diperlukan akibat terserap gesekan, dan panas yang ditimbulkan oleh gesekan akan berkurang (Anonim, 2014). Oli atau pelumas terdiri dari 2 macam yaitu:

a. Oli mineral

Oli mineral terbuat dari oli dasar (*base oil*) yang diambil dari minyak bumi yang telah diolah dan disempurnakan dan ditambah dengan zat - zat aditif untuk meningkatkan kemampuan dan fungsinya. Beberapa pakar mesin memberikan saran agar jika telah biasa menggunakan oli mineral selama bertahun-tahun maka jangan langsung menggantinya dengan oli sintetis dikarenakan oli sintetis umumnya mengikis deposit (sis) yang ditinggalkan oli mineral sehingga deposit tadi terangkat dari tempatnya dan mengalir ke celah-celah mesin sehingga mengganggu pemakaian mesin.

b. Oli Sintetis

Oli Sintetis biasanya terdiri atas Polyalphaolifins yang datang dari bagian terbersih dari pemilahan dari oli mineral, yakni gas. Senyawa ini kemudian dicampur dengan oli mineral. Inilah mengapa oli sintetis bisa dicampur dengan oli mineral dan sebaliknya. Oli sintetis cenderung tidak mengandung bahan karbon reaktif, senyawa yang sangat tidak bagus untuk oli karena cenderung bergabung dengan oksigen sehingga menghasilkan asam. Pada dasarnya, oli sintetis didesain untuk menghasilkan kinerja yang lebih efektif dibandingkan dengan oli mineral.

2.2. Viskositas

Viskositas merupakan salah satu unsur kandungan oli paling rawan karena berkaitan dengan ketebalan oli atau seberapa besar resistensinya untuk mengalir. Kekentalan oli langsung berkaitan dengan sejauh mana oli berfungsi sebagai pelumas sekaligus pelindung benturan antar permukaan logam. Oli harus mengalir ketika suhu mesin atau temperatur ambient. Mengalir secara cukup agar terjamin pasokannya ke komponen-komponen yang bergerak. Viskositas merupakan salah satu unsur kandungan oli paling rawan karena berkaitan dengan ketebalan oli atau seberapa besar resistensinya untuk mengalir. Kekentalan oli langsung berkaitan dengan sejauh mana oli berfungsi sebagai pelumas sekaligus pelindung benturan antar permukaan logam. Oli harus mengalir ketika suhu mesin atau temperatur ambient. Mengalir secara cukup agar terjamin pasokannya ke komponen-komponen yang bergerak.

Semakin kental oli, maka lapisan yang ditimbulkan menjadi lebih kental.

Lapisan halus pada oli kental memberi kemampuan ekstra menyapu atau membersihkan permukaan logam yang terlumasi. Sebaliknya oli yang terlalu tebal akan memberi resistensi berlebih mengalirkan oli pada temperatur rendah sehingga mengganggu jalannya pelumasan ke komponen yang dibutuhkan. Untuk itu, oli harus memiliki kekentalan lebih tepat pada temperatur tertinggi atau temperatur terendah ketika mesin dioperasikan.

Dengan demikian, oli memiliki grade (derajat) tersendiri yang diatur oleh Society of Automotive Engineers (SAE). Bila pada kemasan oli tersebut tertera angka SAE 5W-30 berarti 5W (Winter) menunjukkan pada suhu dingin oli bekerja pada kekentalan 5 dan pada suhu terpanas akan bekerja pada kekentalan 30. Tetapi yang terbaik adalah mengikuti viskositas sesuai permintaan mesin. Umumnya, mobil sekarang punya kekentalan lebih rendah dari 5W-30. Karena mesin belakangan lebih *sophisticated* sehingga kerapatan antar komponen makin tipis dan juga banyak celah-celah kecil yang hanya bisa dilalui oleh oli encer. Tidak tepat menggunakan oli kental (20W-50) pada mesin seperti ini karena akan mengganggu debit aliran oli pada mesin dan butuh semprotan lebih tinggi (Anonim, 2014).

Untuk mesin lebih tua, *clearance bearing* lebih besar sehingga mengizinkan pemakaian oli kental untuk menjaga tekanan oli normal dan menyediakan lapisan film cukup untuk bearing. Sebagai contoh di bawah ini adalah tipe Viskositas dan ambien temperatur dalam derajat Celcius yang biasa digunakan sebagai standar oli di berbagai negara/kawasan (Anonim, 2014). Untuk cuaca panas

seperti di kawasan Indonesia harus menggunakan standar oli 15W-30.

2.3. Limbah Oli Mesin Bekas

Senyawa hidrokarbon minyak oli mesin bekas kendaraan bermotor merupakan suatu limbah buangan berbahaya yang dikategorikan limbah B3 yang merupakan dampak dari penggunaan kendaraan bermotor. Oli mesin bekas seringkali diabaikan penanganannya setelah tidak bisa digunakan kembali. Padahal, jika asal dibuang dapat menambah pencemaran di bumi kita yang sudah banyak tercemar. Jumlah oli mesin bekas yang dihasilkan pastinya sangat besar. Bahaya oli mesin bekas sembarangan memiliki efek yang lebih buruk daripada efek tumpahan minyak mentah biasa. Oli mesin bekas lebih dari itu, dalam oli mesin bekas terkandung sejumlah sisa hasil pembakaran yang bersifat asam dan korosif, deposit, dan logam berat yang bersifat karsinogenik. Meski oli mesin bekas masih bisa dimanfaatkan, bila tidak dikelola dengan baik, ia bisa membahayakan lingkungan. Sejalan dengan perkembangan kota dan daerah volume oli mesin bekas terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah kendaraan bermotor dan mesin-mesin bermotor. Di daerah pedesaan sekalipun, sudah bisa ditemukan bengkel-bengkel kecil, yang salah satu limbahnya adalah oli mesin bekas. Dengan kata lain, penyebaran oli mesin bekas sudah sangat luas dari kota besar sampai ke wilayah pedesaan diseluruh Indonesia.

2.4. Dampak Oli Mesin Bekas

Oli mesin bekas bila dibuang sembarangan akan menimbulkan masalah

lingkungan. Oli mesin bekas mengandung sejumlah zat yang bisa mengotori udara, tanah dan air. Oli mesin bekas itu mungkin saja mengandung logam, larutan klorin, dan zat-zat pencemar lainnya. Satu liter oli mesin bekas bisa merusak jutaan liter air segar dari sumber air dalam tanah. Limbah berupa oli mesin bekas jika tidak dikelola dengan baik dan dibuang secara sembarangan sangat berbahaya bagi lingkungan. Oli mesin bekas juga dapat menyebabkan tanah kurus dan kehilangan unsur hara. Sedangkan sifatnya yang tidak dapat larut dalam air juga dapat membahayakan habitat air, selain itu sifatnya mudah terbakar yang merupakan karakteristik dari Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).

Sejalan dengan perkembangan jaman, volume oli mesin bekas terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah kendaraan bermotor dan mesin-mesin bermotor. Di daerah desa sekalipun, sudah bisa kita temukan bengkel-bengkel kecil, yang salah satu limbahnya adalah oli mesin bekas dan bengkel tersebut biasanya juga membuang oli mesin bekas di lingkungan sekitar (sembarangan). Dengan kata lain, penyebaran oli mesin bekas sudah sangat luas dari kota besar sampai ke wilayah pedesaan di seluruh Indonesia. Seharusnya kegiatan yang menghasilkan banyak oli mesin bekas harus banyak dikurangi.

Oli mesin bekas memiliki pasar yang bagus. Pengolahan oli mesin bekas secara benar akan memulihkan kembali sifat pelumasannya. Energi yang diperlukan untuk pengolahan oli mesin bekas hanyalah sepertiga dari yang dibutuhkan untuk mengolah minyak

mentah menjadi pelumas yang baik. Oli daur ulang juga bisa digunakan dalam campuran aspal yang akan dipakai untuk membangun jalan raya.

2.5. Metode Pirolisis

Pirolisis adalah dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan dengan sedikit oksigen atau reagen lainnya dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Pirolisis adalah kasus khusus termolisis. Pirolisis ekstrim yang hanya meninggalkan karbon sebagai residu disebut karbonisasi.

Pada proses pirolisis minyak yang dipanaskan pada suhu tinggi dalam ketidakadaan oksigen menyebabkan oli terpecah menjadi beberapa campuran gas, cairan, dan material padat. Gas-gas dan cairan dapat diubah menjadi bahan bakar. Pirolisis diawali dengan pemanasan tanpa atau sedikit oksigen, sehingga zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap. Uap tersebut bergerak menuju kondensor yaitu pendingin, proses pendinginan terjadi karena kita mengalirkan air ke dalam dinding (bagian luar kondensor), sehingga uap yang dihasilkan akan kembali cair. Proses ini berjalan terus menerus dan akhirnya kita dapat memisahkan seluruh senyawa-senyawa yang ada dalam campuran homogen tersebut.

2.6. Metode Adsorpsi Kolom Filtrasi

Adsorpsi merupakan metode pembersihan partikel suatu fluida dengan melewatkannya pada media filtrasi, di mana padatan akan terendapkan. Fluida yang difiltrasi dapat berupa cairan atau gas aliran yang lolos dari saringan bisa berupa cairan dan juga padatan. Filtrasi merupakan alternatif yang digunakan

untuk menghilangkan kandungan logam pada oli mesin bekas. Pada penelitian ini digunakan multi media filter antara lain arang, zeolite, pasir silika dan bentonit (Anggraini dan Abrina, 2010).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Material Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Kupang. Sampel limbah oli mesin bekas dari bengkel resmi HONDA FIF Kuanino, Kupang. Analisa dilakukan di Laboratorium Otomotif Politeknik Negeri Kupang.

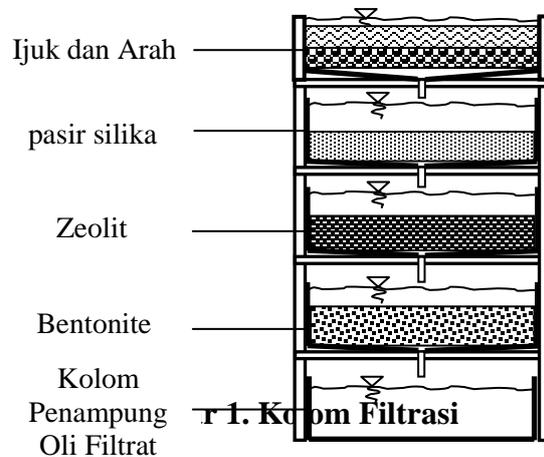
Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan melakukan percobaan pirolisis sederhana dan adsorpsi kolom filtrasi, kemudian melakukan pengukuran sifat fisik oli mesin bekas dan hasil pirolisis sederhana dan adsorpsi kolom filtrasi. Pengukuran sifat fisik oli mesin bekas dan minyak hasil pirolisis sederhana dan adsorpsi kolom filtrasi yang dilakukan di antaranya adalah warna, berat jenis, kekentalan, mudah atau terbakar, nilai kandungan kalor dan titik nyala/flash point minyak yang dihasilkan dari pirolisis sederhana dan adsorpsi kolom filtrasi.

Cara Penelitian.

A Metode Adsorpsi Kolom Filtrasi

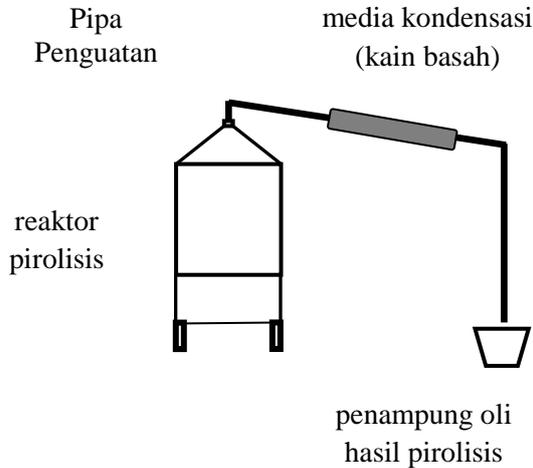
Pada penggunaan kolom filtrasi dengan tinggi media filtrasi divariasikan (10, 20, 30, 40, dan 50 mm). Dari bak penampung oli mesin bekas dimasukkan ke dalam kolom filtrasi dari atas kemudian dengan gaya gravitasi, oli mesin bekas akan mengalir ke bawah kolom filtrasi dan masuk ke kolom filtrasi berikutnya. Oli

mesin bekas akan melewati media filter masing-masing yang ada di dalam kolom filtrasi. Pada saat oli mesin bekas telah mencapai bagian terakhir kolom filtrasi, permeal ditampung dalam beker glass sebagai produk akhir. Kolom filtrasi dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini :



B. Metode Pirolisis

Pada proses pirolisis oli mesin bekas yang dipanaskan pada suhu tinggi dalam ketidakadaan oksigen menyebabkan oli terpecah menjadi beberapa campuran gas, cairan, dan meterial padat. Gas-gas dan cairan dapat diubah menjadi bahan bakar. Pirolisis diawali dengan pemanasan tanpa atau sedikit oksigen, sehingga zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap. Uap tersebut bergerak menuju pipa yang dililit dengan kain basah yang berfungsi sebagai kondensor, sehingga uap yang dihasilkan akan kembali cair. Proses ini berjalan terus menerus dan akhirnya kita dapat memisahkan seluruh senyawa-senyawa yang ada dalam campuran homogen tersebut. Unit pirolisis dapat dilihat pada gambar 2. di bawah ini :



Gambar 2. Pirolisator

Analisis Data

- a. Analisis secara fisik yaitu: warna, berat jenis, viskositas dan mudah tidaknya terbakar pada oli mesin bekas dan oli hasil filtrasi.
- b. Analisis kadar logam yaitu: Al, Fe, Cu, Mn dan Zn pada oli mesin bekas dan oli hasil filtrasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian setelah dilakukan pirolisis dan dua kali adsorpsi kolom filtrasi adalah hasil filtrasi ke 1 dan hasil filtrasi ke 2. Hasil filtrat kedua didapat dari hasil filtrat pertama diadsorpsikan kembali. Hasil adsorpsi berupa oli adsorpsi dapat dilihat pada table 1 di bawah ini :

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Loga

No	Sampel	Al	Fe	Mn	Zn	Cu
1	Oli Baru	0,581	1,726	0,301	0,291	1,396
2	Oli Bekas	0,82	3,35	0,81	3,12	5,49
3	Oli Adsorpsi	0,797	3,231	0,795	3,097	5,296

Hasil analisis logam pada table di atas menunjukkan penurunan kadar logam pada oli adsorpsi kolom filtrasi

Tabel 2. Hasil Analisis Sifat Fisik Minyak Pirolisis

Sifat Fisik	Oli Adsorpsi	Minyak Hasil Pirolisis 1	Minyak Hasil Pirolisis 2
Warna	Hitam Pekat	Kuning Jernih	Kuning Jernih
Berat Jenis	0,8 mL/g	0,8 mL/g	0,8 mL/g
Viskositas	120,45 g/cm detik	5,45 g/cm detik	5,15 g/cm detik
Mudah atau sukar terbakar	sukar terbakar	mudah terbakar	mudah terbakar
Heating Value	tidak terhitung karena sukar terbakar	16.800 J/g	16.800 J/g
Flash Point	-	80°C	98°C

Dari pengukuran oli mesin bekas mempunyai sifat fisik sebagai berikut: warna hitam, berat jenis 0,8 ml/g, kekentalan 120,45 g/cm detik, sukar terbakar, heating value tidak diukur karena sukar terbakar. Karena oli mesin bekas masih kental sehingga sukar masuk ke dalam pori-pori sumbu dan sumbu sukar terbakar. Karena kekentalan oli mesin bekas yang masih tinggi sehingga sukar merembet ke pori-pori sumbu secara kapiler. Oli mesin bekas yang dipirolisis mulai keluar minyaknya pada suhu 180°C. Dari table 2 menunjukkan bahwa oli mesin bekas setelah melalui metode adsorpsi dan pirolisis dua tingkat menghasilkan minyak yang mempunyai

sifat fisik lebih baik. Secara sederhana diuji dengan memasukkan busa stereofom ke minyak hasil adsorpsi dan pirolisis ini, stereofom tidak larut atau hancur. Jadi minyak ini bukan termasuk bensin atau premium. Minyak hasil pirolisis mempunyai bau menyengat. Kedua minyak hasil pirolisis tingkat dua mempunyai sifat tidak berbeda jauh. Keduanya berwarna kuning jernih, kekentalan atau viskositasnya 5,14 g/cm dan 5,45 g/cm detik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut,

1. Pengelolaan oli mesin bekas menggunakan metode adsorpsi kolom filtrasi tidak mengubah sifat fisik, tetapi ada perubahan kadar logam pada oli hasil adsorpsi.
2. Oli mesin bekas hasil adsorpsi di pirolisis akan menghasilkan minyak dengan sifat fisik sebagai berikut, warna kuning jernih, berbau menyengat, berat jenis 0,8 mL/g, viskositas 5,14 g/cm sampai 5,45 g/cm, heating value 16,8 MJ/Kg, flash point 80 – 98 oC.
3. Minyak hasil pirolisis oli mesin bekas bisa digunakan sebagai base oil pelumas atau bahan bakar minyak terbarukan.
4. Dengan mendaur ulang oli bekas berarti menyelamatkan lingkungan

hidup dari pencemaran air dan pencemaran tanah yang diakibatkan pembuangan oli bekas sembarangan.

REFERENSI

- Dahlan, Hatta. 2011. Pengaruh Penggunaan Membran KERamik Berbasis Zeolit, Silika, dan KARbon Aktif Terhadap Gas CO dan CO₂ pada Gas Buang Kendaraan Bermotor, Vol.8, No.1, 2011: 38-43, Palembang : Fakultas Teknik UNSRI.
- Dahlan, Hatta. 2011. Upaya Mengurangi Dampak Limbah Cair Pada Pabrik Pulp Menggunakan Membran Sintetis. Jurnal Sintesa Kemika, Vol.8, No.1, 2011: 53-60, Palembang : Fakultas Teknik UNSRI.
- Dahlan, Hatta. 2014, Pemisahan Oli Bekas dengan Menggunakan Kolom Filtrasi dan Membran Keramik Berbahan Zeolit dan Lempung, Jurnal Teknik Kimia No. 1 Vol. 20, 2014Palembang, Fakultas Teknik UNSRI.