

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Minyak Pelumas (Oli)

Minyak pelumas atau oli merupakan sejenis cairan kental yang berfungsi sebagai pelicin, pelindung dan pembersih bagian dalam mesin. Kode pengenal oli adalah berupa huruf SAE yang merupakan singkatan dari *Society of Automotive Engineers*. Minyak pelumas yang dipergunakan mesin-mesin industri atau kendaraan berasal dari *lube oil stock*. Minyak pelumas adalah salah satu produk minyak bumi yang masih mengandung senyawa-senyawa aromatik dengan indeks viskositas yang rendah. Fungsi minyak pelumas adalah mencegah kontak langsung antara dua permukaan yang saling bergesekan mendinginkan komponen mesin, membantu merapatkan kompresi serta membersihkan komponen mesin. Minyak pelumas memiliki persyaratan antara lain: tahan suhu tinggi, tahan karat dan korosi, mampu mencegah terjadinya busa serta mampu mengalir pada suhu rendah (Arnoldi, 2009). Pemilihan kekentalan minyak pelumas yang kurang tepat dapat menghambat kerja mesin. Minyak pelumas yang terlalu encer tidak akan berfungsi dengan baik dan bila terlalu kental akan menghambat kerja mesin karena tahanan yang tinggi.

2.1.1 Standar Minyak Pelumas

Standarisasi minyak pelumas untuk mesin kendaraan bermotor pertama kali dilakukan oleh *Society of Automotive Engineers* (SAE) pada tahun 1911 dengan kode SAE J300. Minyak pelumas dikelompokkan berdasarkan tingkat kekentalannya. Dalam kemasan atau kaleng pelumas, biasanya dapat ditemukan kode angka yang menunjukkan tingkat kekentalannya, seperti: SAE 40, SAE 90, dan sebagainya. Semakin tinggi angkanya semakin kental minyak pelumas tersebut. Ada juga kode angka multi grade seperti SAE 10W-50, yang dapat diartikan bahwa pelumas memiliki tingkat kekentalan sama dengan SAE 10 pada suhu udara dingin (W=Winter) dan SAE 50 pada suhu udara panas (Wijaya, R. Indra, 2005). Berikut contoh spesifikasi minyak pelumas SAE 5W-10 pada mobil.

Tabel 2.1. Spesifikasi Pelumas Mobil SAE 5W-30

| No. | Karakteristik | Satuan | Nilai | Metode Uji |
|-----|--|--------|-------|-------------|
| 1 | Viskositas pada suhu 100° C | cSt | 11,0 | ASTM D 445 |
| 2 | Viscositas pada suhu 40° C | cSt | 61,7 | ASTM D 445 |
| 3 | Indeks Viskositas | - | 172 | ASTM D 2270 |
| 4 | Kandungan Abu Sulfat | % bbt | 0,8 | ASTM D 874 |
| 5 | Kandungan Fosfor | % bbt | 0,08 | ASTM D 4981 |
| 6 | Viskositas pada suhu tinggi 150 °C (HTHS) | mPa's | 3,1 | ASTM D 4683 |
| 7 | Titik Tuang | °C | -42 | ASTM D 97 |
| 8 | Titik Nyala | °C | 230 | ASTM D 92 |
| 10 | Densitas pada suhu 15,6° C | °C | 0,855 | ASTM D 4052 |

(Exxon Mobil Corporation, 2021)

2.1.2 Sifat-sifat Pelumas Mesin

- a. *Lubricant*, pelumas mesin bertugas melumasi permukaan logam yang saling bergesekan satu sama lain dalam blok silinder. Caranya dengan membentuk semacam lapisan film yang mencegah permukaan logam saling bergesekan atau kontak secara langsung.
- b. *Coolant*, pembakaran pada bagian kepala silinder dan blok mesin menimbulkan suhu tinggi dan menyebabkan komponen menjadi sangat panas. Jika dibiarkan terus maka komponen mesin akan lebih cepat mengalami keausan. Oli mesin yang bersirkulasi di sekitar komponen mesin akan menurunkan suhu logam dan menyerap panas serta memindahkannya ke tempat lain.
- c. *Sealant*, pelumas mesin akan membentuk sejenis lapisan film di antara piston dan dinding silinder, karena itu oli mesin berfungsi sebagai perapat untuk mencegah kemungkinan kehilangan tenaga. Sebab jika celah antara piston dan dinding silinder semakin membesar maka akan terjadi kebocoran kompresi.
- d. *Detergent*, kotoran atau lumpur hasil pembakaran akan tertinggal dalam komponen mesin. Dampak buruk hal ini adalah menambah hambatan gesekan pada logam sekaligus menyumbat saluran pelumas. Tugas pelumas

mesin adalah melakukan pencucian terhadap kotoran yang masih tertinggal dalam blok mesin.

- e. *Pressure absorbtion*, pelumas mesin meredam dan menahan tekanan mekanikal setempat yang terjadi dan bereaksi pada komponen mesin yang dilumasi.

Kekentalan oli mesin, viskositas atau tingkat kekentalan pelumas mesin menunjukkan ketebalan atau kemampuan untuk menahan aliran cairan. Sifat pelumas jika suhunya panas akan mudah mengalir dengan cepat alias encer. Sebaliknya jika suhu pelumas dingin maka akan sulit mengalir atau mudah mengental. Meski demikian setiap merek dan jenis pelumas mempunyai tingkat kekentalan yang telah disesuaikan dengan maksud dan tujuan penggunaannya. Karena itu ada oli yang sengaja dibuat kental atau encer sesuai kebutuhan pemakai.

- f. Tingkat viskositas pelumas dinyatakan dalam angka indeks kekentalan. Semakin besar angkanya maka berarti semakin kental pelumas, dan sebaliknya juga kalau angka indeksnya semakin mengecil tentu olinya bertambah encer.

2.1.3 Sifat dan Karakteristik Minyak Pelumas

Berdasarkan sifat hidrokarbonnya minyak pelumas termasuk golongan minyak berat yang mempunyai *Specific Gravity* (Sg) 60/60 °F 0,8654 atau API *gravity* < 32. Adapun sifat-sifat minyak pelumas tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Parafin, mempunyai viskositas paling rendah dari ketiganya untuk *boiling range* yang sama, tetapi viskositas indeksnya paling tinggi. Normal parafin dan parafin dengan sedikit cabang, mempunyai titik beku tinggi ditinjau dari kestabilannya terhadap panas dan oksidasi tinggi.
- b. Naften, mempunyai viskositas yang lebih tinggi dari parafin untuk *boiling range*, tetapi viskositas indeksnya lebih rendah dari parafin. Naften rantai panjang mempunyai viskositas medium sedangkan rantai pendek viskositas indeksnya rendah. Senyawa naften mempunyai titik beku rendah dan daya oksidasi baik.

- c. Aromatik, mempunyai viskositas paling tinggi, tetapi viskositas indeksinya rendah terutama senyawa aromatik dengan rantai alkali pendek, sehingga dalam pengolahannya harus dihilangkan. Senyawa aromatik umumnya mempunyai titik beku yang rendah tetapi daya tahan terhadap oksidasi kurang baik. Karakteristik minyak pelumas baru dan bekas dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Karakteristik minyak pelumas bekas dan baru

| Parameter Penelitian | Menurut | Densitas (gr/cm ³) ASTM D289 | Viscositas (cp) ASTM D2393 |
|----------------------|---------|---|-------------------------------|
| Prasaji, dkk | | Baru : 0,866 | Baru : 58,879 |
| | | Bekas : 0,868 | Bekas : 55,857 |
| Owallabi, dkk | | Baru : 0,90 | Baru : 92,80 |
| | | Bekas : 0,91 | Bekas : 21,10 |

(Owallabi, dkk, 2013 dan Prasaji, dkk, 2013)

2.1.4 Jenis Oli

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 (Mardyaningsih, Mamiek & Leki, Aloysius).

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. Basis yang paling stabil adalah polyester, yang paling sedikit bereaksi bila dicampur dengan bahan lain. Oli sintetis cenderung tidak mengandung bahan karbon reaktif, senyawa yang sangat tidak bagus untuk oli karena cenderung bergabung dengan oksigen sehingga menghasilkan *acid* (asam). Pada dasarnya, oli sintetis didesain untuk menghasilkan kinerja yang lebih efektif dibandingkan dengan oli mineral.

2.1.5 Kekentalan (Viskositas) Oli

Kekentalan 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, kendaraan sekarang punya kekentalan lebih rendah dari 5W-30, karena mesin – mesin terbaru memiliki kerapatan antar komponen makin tipis dan juga banyak celah-celah kecil yang hanya bisa dilalui oleh oli encer.

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 adalah tipe viskositas dan *ambient* temperatur dalam derajat celcius yang biasa digunakan sebagai standar oli di berbagai negara/kawasan.

1. 5W-30 untuk cuaca dingin seperti di Swedia
2. 10W-30 untuk iklim sedang seperti di kawasan Inggris
3. 15W-30 untuk cuaca panas seperti di kawasan Indonesia

2.1.6 Kontaminasi Oli

Kontaminasi terjadi dengan adanya benda-benda asing atau partikel pencemar di dalam oli. Terdapat beberapa macam benda pencemar yang biasa terdapat dalam oli yakni:

1. Keausan elemen. Ini menunjukkan beberapa elemen biasanya terdiri dari tembaga, besi, chrominium, aluminium, timah, molybdenum, silikon, nikel atau magnesium.
2. Kotoran atau jelaga. Kotoran dapat masuk kedalam oli melalui hembusan udara lewat sela-sela ring dan melalui sela lapisan oli tipis kemudian merambat menuruni dinding silinder. Jelaga timbul dari bahan bakar yang tidak habis. Kepulan asam hitam dan kotornya filter udara menandai terjadinya jelaga.
3. Bahan bakar, kontaminasi bahan bakar terjadi pada saat proses pembakaran dalam silinder mesin.
4. Air, merupakan produk sampingan pembakaran dan biasanya terjadi melalui timbunan gas buang. Air dapat memadat di *crankcase* ketika temperatur operasional mesin kurang memadai.
5. Produk-produk belerang/asam. Produk-produk oksidasi mengakibatkan oli bertambah kental. Daya oksidasi meningkat oleh tingginya temperatur udara masuk.

2.1.7 Karakteristik Oli Bekas

Penanganan pelumas bekas sering diabaikan padahal jika asal dibuang dapat menambah pencemaran lingkungan. Pelumas bekas mengandung sejumlah zat yang bisa mengotori udara, tanah dan air. Pelumas bekas mengandung logam, larutan klorin, dan zat-zat pencemar lainnya. Bahaya dari pembuangan pelumas bekas sembarangan memiliki efek yang lebih buruk daripada efek tumpahan minyak mentah biasa.

Ditinjau dari komposisi kimianya sendiri, oli adalah campuran dari hidrokarbon kental ditambah berbagai bahan kimia aditif. Oli bekas memiliki campuran komposisi lebih dari itu, dalam oli bekas terkandung sejumlah sisa hasil pembakaran yang bersifat asam korosif, deposit, dan logam berat yang bersifat karsinogenik. Sampai saat ini usaha yang di lakukan untuk

memanfaatkan oli bekas ini antara lain :

- a. Dimurnikan kembali (proses *refinery*) menjadi *refined lubricant*. Tidak banyak yang tertarik untuk berbisnis di bidang ini karena cost yang tinggi relatif terhadap *lube oil blending plant* (LOBP) dengan bahan baku *fresh*, sehingga harga jual ekonomis-nya tidak akan mampu bersaing di pasaran.
- b. Digunakan sebagai *fuel oil*/minyak bakar. Perlu dipertimbangkan beberapa hal mengenai pentingnya pemanfaatan kembali oli bekas antara lain :
- c. Dari tahun ke tahun, regulasi yang mendukung terhadap teknologi ramah lingkungan akan semakin meningkat. Dan ada kemungkinan nanti, produsen oli juga harus bertanggung jawab atas oli bekas yang dihasilkan, sehingga akan muncul berbagai teknologi pemanfaatan oli bekas.
- d. Kedepan, cadangan minyak mentah akan semakin terbatas, berarti harga minyak mentah akan semakin melambung. *Used-Oil refinery* akan semakin kompetitif dengan LOBP konvensional.

Berdasarkan kriteria limbah yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup, pelumas bekas termasuk kategori limbah B3. Meski oli bekas masih bisa dimanfaatkan, bila tidak dikelola dengan baik, ia bisa membahayakan lingkungan. (Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup).

Limbah khusus untuk pelumas bekas lebih lanjut diatur dengan Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) No. KEP-225/BAPEDAL/08/1996 tentang syarat-syarat penyimpanan dan pengumpulan limbah oli dan minyak pelumas, limbah berupa pelumas bekas jika tidak dikelola dengan baik dan dibuang secara sembarangan sangat berbahaya bagi lingkungan. Pelumas 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). Berikut ini tabel bahan pencemar yang termasuk ke dalam limbah B3.

Tabel 2.3 Bahan Pencemar yang termasuk limbah B3

| Kode limbah | Bahan Pencemar | Kode Limbah | Bahan Pencemar |
|--------------------|--|--------------------|-------------------------------|
| D1001a | Tetrakloroetilen | D1013b | Piridin |
| D1002a | Trikloroetilen | D1014b | Benzena |
| D1003a | Metilen Klorida | D1015b | 2-Etoksietanol |
| D1004a | 1,1,2 Trikloro,1,2,2,Trifluoroetana | D1016b | 2-Nitropropana |
| D1005a | Triklorofluorometana | D1017b | Asam Kresilat |
| D1006a | Orto-diklorobenzena | D1018b | Nitrobenzana |
| D1007a | Klorobenzena | D1001c | Amonium Hidroksida |
| D1008a | Trikloroetena | D1002c | Asam Hidrobromat |
| D1009a | Fluorokarbon Terklorinasi | D1003c | Asam Hidroklorat |
| D1010a | Karbon Tertraklorida | D1004c | Asam Hidrofluorat |
| D1001b | Dimetilbenzena | D1005c | Asam Nitrat |
| D1002b | Aseton | D1006c | Asam Fosfat |
| D1003b | Etil Asetat | D1007c | Kalium Hidroksida |
| D1004b | Etil Benzena | D1008c | Natrium Hidroksida |
| D1005b | Metil Isobutil Keton | D1009c | Asam Sulfat |
| D1006b | n-Butil Alkohol | D1010c | Asam Klorida |
| D1007b | Sikloheksanon | D1001d | Polychlorinat ed Biphenyls |
| D1008b | Metanol | D1002d | Lead scrap |
| D1009b | Totuen | D1003d | Limbah minyak diesel |
| D1010b | Metil Etil Keton | D1004d | Fiber Asbes |
| D1011b | Karbon Disulfida | D1005d | Pelumas bekas |
| D1012b | Isobutanol | | |

Sumber : Google

2.1.8 Tahapan Daur Ulang Pelumas Bekas Secara Umum

Secara umum proses tahapan pengolahan atau daur ulang limbah oli bekas bisa dilakukan dengan 3 proses yang berbeda antara lain :

1. Daur ulang pelumas bekas menggunakan asam kuat untuk memisahkan kotoran dan aditif dalam pelumas bekas. Kemudian dilakukan pemucatan dengan lempung.
2. Campuran pelarut alkohol dan keton digunakan untuk memisahkan kotoran dan aditif dalam oli bekas. Campuran pelarut dan pelumas bekas yang telah dipisahkan difraksionisasi untuk memisahkan kembali pelarut dari oli bekas. Kemudian dilakukan proses pemucatan dan proses

blending serta reformulasi untuk menghasilkan pelumas siap pakai.

3. Pada tahap awal digunakan senyawa fosfat dan selanjutnya dilakukan proses perkolasi dengan lempung serta diikuti proses hidrogenasi.

2.2 *Hydrocracking*

Hydrocracking adalah proses dua tahap yang menggabungkan proses *catalytic cracking* dan hidrogenasi. Bahan baku yang rantainya lebih panjang dapat direngkah dengan adanya hidrogen untuk menghasilkan produk yang lebih diinginkan. Proses ini menggunakan tekanan tinggi, suhu tinggi, katalis, dan hidrogen. Proses ini digunakan untuk bahan baku yang sulit untuk diproses oleh perengkahan katalitik atau reformasi biasa. Pada prosesnya bahan baku yang digunakan pada proses *hydrocracking* biasanya ditandai dengan kandungan aromatik polisiklik yang tinggi dan atau adanya racun katalis, belerang dan nitrogen konsentrasi tinggi.

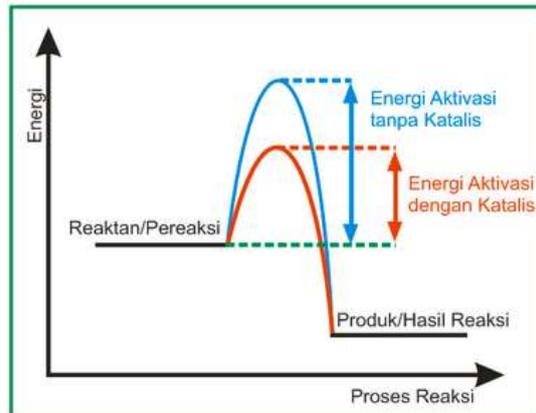
Proses *hydrocracking* tergantung pada sifat bahan baku dan laju relatif dari dua reaksi yang saling bersaing, hidrogenasi dan perengkahan. Bahan baku dengan tipe aromatik yang berat akan dirubah menjadi produk yang lebih ringan pada tekanan yang sangat tinggi (1000-2000 psi) dan temperatur tinggi antara 750-1500 °F dengan terlibatnya hidrogen dan katalis khusus. Ketika bahan baku memiliki konsentrasi parafin yang tinggi, fungsi utama hidrogen adalah untuk mencegah pembentukan senyawa aromatik *polycyclic* (PAH)

2.3 *Pirolisis*

Pelumas bekas dapat direkonstruksi secara kimiawi dengan cara dipanaskan pada kondisi lingkungan yang bebas oksigen, yaitu dengan proses pirolisis (Arpa, O.dkk, 2010). Pirolisis adalah dekomposisi kimiawi dari senyawa organik melalui pemanasan tanpa atau dengan oksigen rendah maka bahan baku akan berubah fasa menjadi gas. Proses ini terpengaruh oleh beberapa faktor, seperti suhu dan waktu proses pirolisis, jenis katalis, jenis reaktor, tekanan operasi, dan banyak lagi. Faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi produk pirolisis (Bow dkk, 2019).

2.4 Katalis

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.



Sumber : Google

Gambar 2.1 Diagram hubungan energy aktivasi dan reaksi menggunakan katalis

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa keberadaan katalis tidak merubah entalpi produk yang merupakan faktor termodinamika reaksi. Puncak pada diagram tersebut menunjukkan besarnya energy aktivasi (E_a) atau besarnya energy yang dibutuhkan untuk membentuk produk. Dengan adanya katalis, maka pembentukan produk dimungkinkan menggunakan temperatur yang lebih rendah,

2.4.1 Zeolit

Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal alumino silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah (terutama Na dan Ca) dalam kerangka tiga dimensi yang terbatas dengan rongga-rongga. Ion-ion logam tersebut dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur zeolite dan dapat menyerap air secara dapat balik (*reversible*). (Las, 1996). Zeolit juga ditemukan sebagai batuan endapan pada bagian tanah jenis basalt dan komposisi kimianya tergantung pada kondisi hidrotermal lingkungan lokal, seperti temperatur, tekanan uap air setempat dan komposisi air tanah lokasi kejadiannya. Zeolit biasanya ditulis dengan rumus kimia oksida atau berdasarkan satuan sel kristal $M_c/n\{(AlO_2)_c(SiO_2)_d\}b H_2O$.

Adapun sifat-sifat zeolit meliputi :

a. Dehidrasi.

Sifat dehidrasi dari zeolite akan berpengaruh terhadap sifat adsorbsinya, zeolit dapat melepaskan molekul air dari rongga permukaan dan menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan akan efektif terinteraksi dengan molekul yang akan diadsorbsi. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori-pori atau volume ruang hampa yang akan terbentuk bila kristal zeolite tersebut dipanaskan.

b. Adsorbsi.

Dalam keadaan normal ruang hampa kristal zeolite terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila kristal zeolite dipanaskan pada temperatur 300 - 400°C maka ion tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Beberapa jenis mineral zeolit mampu menyerap gas atau zat, zeolit juga mampu memisahkan molekul zat berdasarkan ukuran kepolarannya.

c. Penukar ion.

Ion-ion pada rongga atau kerangka elektrolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit, ion-ion dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion menjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolit-nya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain tergantung dari : sifat kation, temperatur, dan jenis anion. Penukar kation dapat menyebabkan perubahan beberapa sifat zeolit seperti terhadap panas, sifat adsorbsi dan sifat panas.

Untuk peningkatan zeolit sebagai penyerap (*adsorbsi*) perlu terlebih dahulu dilakukan proses aktivasi, yaitu untuk meningkatkan sifat-sifat khusus zeolit dengan cara menghilangkan unsur-unsur pengotor dan menguapkan air yang terperangkap dalam pori kristal zeolit. Ada dua cara yang umum digunakan dalam proses aktivasi zeolite, yaitu dengan cara fisis pemanasan pada temperatur 200 - 400°C selama 2 – 3 jam dan cara kimia dengan menggunakan pereaksi NaOH atau H₂SO₄.

2.4.2 Jenis – jenis Zeolit

Zeolit terbagi menjadi dua jenis, yaitu zeolite alam dan zeolite sintetis.

2.4.2.1 Zeolit alam

Zeolit alam terbentuk karena adanya proses kimia dan fisika yang kompleks dari batu-batuan yang mengalami perubahan di alam (Setyawan, 2002). Pada umumnya, zeolit dibentuk oleh reaksi dari air pori dengan berbagai material seperti gelas, poorly crystalline clay, plagioklas, ataupun silika. Bentuk zeolit mengandung perbandingan yang besar dari M^{2+} dan H^+ pada Na^+ , K^+ dan Ca^{2+} . Pembentukan zeolit alam ini tergantung pada komposisi dari batuan induk, temperatur, tekanan, tekanan parsial dari air, pH dan aktifitas dari ion-ion tertentu.

2.4.2.2 Zeolit sintetis

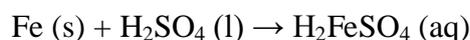
Zeolit sintetis adalah zeolit yang dibuat secara rekayasa yang sedemikian rupa sehingga didapatkan karakter yang lebih baik dari zeolit alam. Prinsip dasar produksi zeolit sintetis adalah komponennya yang terdiri dari silika dan alumina, sehingga dapat disintesis dari berbagai bahan baku yang mengandung kedua komponen di atas. Komponen minor dalam zeolit juga dapat ditambahkan dengan mudah menggunakan senyawa murni, sehingga zeolit sintetis memiliki komposisi yang tetap dengan tingkat kemurnian yang tinggi (Georgiev, 2009)

2.5 Asam Sulfat dalam Pemurnian Pelumas Bekas

Asam adalah zat yang melepaskan ion hidrogen atau proton ketika ditempatkan dalam larutan air. Kekuatan Asam ini ditentukan oleh berapa banyak akan meluruh, atau memisahkan, ketika ditempatkan dalam larutan. Asam yang memecah sepenuhnya dan mengeluarkan banyak ion, atau proton, dianggap asam kuat. Contoh asam kuat termasuk asam sulfat, asam klorida, asam perklorat, dan asam nitrat.

Sebagai asam, asam sulfat bereaksi dengan kebanyakan basa dan logam, menghasilkan garam sulfat. Asam sulfat dalam pemurnian minyak pelumas bekas dalam prosesnya dapat mengendapkan sejumlah kontaminan. Pengendapan dilakukan dengan cara menambahkan zat kimia berupa asam sulfat yang dapat menetralkan logam berat dijadikan ikatan garam yang

mudah mengendap sehingga mudah dipisahkan antara endapan logam berat dan larutan jernih yang bebas logam berat. Reaksi antara asam sulfat dengan logam biasanya akan menghasilkan hidrogen seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut.



2.6 Natrium Hidroksida dalam Pemurnian Pelumas Bekas

Dalam ilmu kimia, asam mempunyai nilai yang disebut sebagai 'nilai/angka asam' atau 'angka netralisasi' atau 'keasaman', yaitu sejumlah Natrium Hidroksida (NaOH) dalam mgr yang diperlukan untuk menetralisasi 1 gr suatu senyawa kimia. Dalam pelumas, asam merupakan pencemar karena bersifat korosif, yang dapat berasal dari hasil oksidasi minyak pelumas atau kontaminasi SO₂ dari hasil pembakaran minyak. Untuk itu diperlukan basa untuk menetralsir asam tersebut, basa yang biasa digunakan adalah Natrium Hidroksida (NaOH). Dengan demikian, maka dalam hal pelumas, *Neutralization Value* (NV) adalah jumlah mg NaOH yang diperlukan untuk menetralkan asam dalam 1 gram minyak pelumas. Sedangkan *saponification value* (angka penyabunan) adalah jumlah mg NaOH yang diperlukan untuk penyabunan asam lemak dalam 1 gram minyak pelumas.

2.7 Bahan Bakar Cair

Bahan bakar cair merupakan gabungan senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari alam maupun secara buatan. Bahan bakar cair umumnya berasal dari minyak bumi. Minyak bumi merupakan campuran alami hidrokarbon cair dengan sedikit belerang, nitrogen, oksigen, sedikit sekali metal, dan mineral (Wiratmaja, 2010).

Bahan bakar cair merupakan gabungan senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari alam maupun secara buatan. Bahan bakar cair umumnya berasal dari minyak bumi. Namum diharapkan dimasa depan bahan bakar cair sumbernya tidak hanya berasal dari minya bumi saja namun juga dari sumber yang dapat terbaharukan. Secara teknis bahan bakar cair merupakan sumber energi yang

terbaik, mudah ditangani, mudah dalam penyimpanan dan nilai kalornya cenderung konstan.

Sifat-sifat fisik dari bahan bakar cair merupakan bagian yang penting untuk diambil sebagai dasar perhitungan mengenai hal-hal yang berhubungan dengan bahan bakar. Beberapa sifat fisik bahan bakar cair antara lain :

1. *Flash Point*
Suhu terendah uap di atas permukaan bahan bakar yang akan terbakar pada waktu proses pemanasan.
2. *Fire point*
Temperatur saat api akan hidup secara terus-menerus dari bahan bakar yang telah dikenai sumber api.
3. Temperatur penyalaan sendiri (*Auto ignition Temperature*)
Merupakan temperatur terendah yang diperlukan untuk terbakar sendiri dalam kontainer standar pada udara atmosfer tanpa bantuan nyala seperti bunga api.
4. Viskositas
Menyatakan besarnya hambatan/ketahanan suatu bahan bakar cair untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari bahan bakar cair. Viskositas dapat diukur dengan alat viskosimeter saybolt, prinsip kerja dari alat ini adalah menentukan waktu yang diperlukan suatu fluida mengalir melalui lubang kapiler dan disebut dengan SUS (*Saybolt Universal Seconds*).