

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi B3 dan Limbah B3

B3 adalah bahan yang karena sifat dan atau konsentrasinya dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan dan atau merusak lingkungan hidup, dan atau dapat membahayakan lingkungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya.

Definisi limbah B3 berdasarkan pasal 1 Ayat (2) Peraturan Pemerintah no. 18/1999 adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan atau beracun yang karena sifat dan atau konsentrasinya dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan dan atau merusak lingkungan hidup, dan atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain.

2.1.1 Jenis dan Sumber Limbah B3

Jenis limbah B3 menurut sumbernya meliputi :

- a) Limbah B3 dari sumber yang tidak spesifik, yaitu limbah B3 yang bukan berasal dari proses utamanya, tetapi berasal dari kegiatan pemeliharaan alat, pencucian, pencegahan korosi (*inhibitor korosi*), pelarutan kerak, pengemasan, dan lain-lain.
- b) Limbah B3 dari sumber spesifik, yaitu sisa proses industri atau kegiatan yang secara spesifik dapat ditentukan berdasarkan kajian ilmiah.
- c) Limbah B3 dari bahan kimia kadaluarsa, tumpahan, bekas kemasan, buangan produk yang tidak memenuhi spesifikasi.

2.2 Pelumas

Pelumas (*lubricant*) atau yang sering disebut oli adalah suatu bahan (biasanya berbentuk cairan) yang berfungsi untuk mereduksi keausan antara dua

permukaan benda bergerak yang saling bergesekan. Suatu bahan cairan dikategorikan sebagai pelumas jika mengandung bahan dasar (biasa berupa *oil based* atau *water/glycol based*) dan paket aditif (Anonim, 2007).

2.2.1 Sifat Umum Pelumas

Sifat umum pelumas yang dimaksud disini adalah pada pelumas yang sudah menjadi produk jadi (seperti Fastron, Prima XP). Namun demikian sifat pelumas jadi ini akan sangat dipengaruhi dari sifat lube base oil (bahan baku pelumas) tersebut. Parameter utama karakteristik lube base oil sebagai berikut:

- a) Viscositas.
- b) Viscositas Index (VI).
- c) Oxidation stability.
- d) Low temperature behaviour.
- e) Solvency.

Parameter utama tersebut telah diwakili secara langsung dengan spesifikasi lube base oil RU IV Cilacap untuk keempat grade kecuali parameter solvency dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 2.2.1 Spesifikasi Pelumas

Parameter	HVI-60	HVI-95	HVI-160 S/B	HVI-650
Appearance	C&B	C&B	C&B	C&B
Ash Content Max., %-wt	0.01	0.01	0.01	0.01
Cloud Test Min. (No Cloud at 0 °C), hrs	7	7	7	3
Colour ASTM Max.	1.5	2	3	4
Max Colour Stability Increase 48 hrs at 100 °C	1	1	1	1
Flash Point Min., PMCC, °C	204	210	228	267
Total Acidity Max., mg KOH/g	0.05	0.05	0.05	0.05
Pour Point Min., °C	-15	-9	-9	-9
Kin. Visc. at 100 °C, cSt	4.4-4.9	6.7-7.4	10.7-11.8	30.5-33.5
VI Min.	95	95	95	95

- a) Parameter viscosity diwakili dengan spesifikasi rentang kinematic viscosity.
- b) Parameter VI diwakili dengan spesifikasi VI minimum.
- c) Parameter oxidation stability diwakili dengan spesifikasi max. colour stability increase.
- d) Parameter low temperature behaviour diwakili dengan spesifikasi min. pour point.

Sedangkan spesifikasi yang lain seperti appearance, ash content, cloud test, colour, flash point, dan total acidity sekalipun bukan parameter utama, namun tetap merupakan parameter yang diperlukan dalam menunjukkan kualitas dari lube base oil. Adapun penjelasan singkat masing-masing parameter terkait dengan kualitas lube base oil dari berbagai literatur sebagai berikut:

- a. Appearance. Parameter ini menunjukkan bahwa dalam suatu lube base oil tidak terdapat komponen impurities air atau wax.
- b. Max. Ash Content. Parameter ini menunjukkan bahwa suatu lube base oil tidak terdapat komponen impurities terutama metal dan asphaltene.
- c. Min. Cloud Test. Parameter ini menunjukkan bahwa suatu lube base oil tidak terdapat komponen impurities wax yang dapat mempengaruhi sifat viscometry lube base oil pada temperatur rendah dan filter blocking pada mesin kendaraan. Komponen wax disini terutama yang bersifat microcrystalline yang terdapat pada komponen DAO, yang tidak terdeteksi pada parameter appearance.
- d. Max Colour ASTM. Parameter ini sekalipun tidak terlalu berpengaruh pada kinerja lube base oil namun umumnya digunakan untuk kepentingan pemasaran, dimana trend saat ini adalah mengarah pada lube base dengan warna yang cerah (*light colour*).
- e. Max. Colour Stability Increase. Parameter ini menunjukkan bahwa suatu lube base oil tidak terdapat komponen impurities aromatic dan nitrogen yang mengakibatkan suatu lube base oil mudah mengalami oksidasi. Proses oksidasi selain dapat mengakibatkan perubahan

warna (semakin gelap), juga menimbulkan timbulnya sludge dan komponen yang bersifat asam pada temperatur tinggi.

- f. Min. Flash Point. Parameter ini menunjukkan bahwa suatu lube base oil tidak terdapat komponen fraksi ringan yang dapat mengakibatkan banyaknya penguapan base oil pada temperatur tinggi. Fraksi ringan ini dapat berasal dari feed distillate atau solvent yang digunakan untuk pemisahan lube base oil.
- g. Max. Total Acidity. Parameter ini menunjukkan bahwa suatu lube base oil tidak terdapat komponen impurities yang mengakibatkan korosi seperti komponen sulphur tertentu (mercaptan).
- h. Max. Pour Point. Parameter ini menunjukkan bahwa suatu lube base oil tidak terdapat komponen impurities wax yang dapat mempengaruhi sifat viscometry lube base oil pada temperatur rendah dan filter blocking pada mesin kendaraan. Parameter ini berhubungan dengan parameter cloud test namun dengan grade wax lebih luas meliputi macro dan microcrystalline wax.
- i. Range Viscosity. Parameter ini menunjukkan aplikasi lube base oil yang sesuai dengan kebutuhan tertentu seperti karakteristik mesin. Terdapat dua jenis pengukuran viskositas yaitu absolute (dynamic) viscosity dimana pengukuran tidak bergantung pada parameter specific gravity (SG) dengan satuan yang umum adalah *poise*. Jenis lainnya adalah kinematic viscosity dimana hasil pengukuran bergantung pada perubahan SG dengan satuan yang umum adalah *stoke*. Hubungan antara kedua parameter ini adalah sebagai berikut :

$$\text{Centi Poise (cP)} = \text{Centi Stoke (cSt)} \times \text{Specific Gravity (SG)}$$

Untuk istilah penamaan jenis lube base oil umumnya berdasarkan parameter kinematic viscosity (Vk) yaitu Redwood. Sebagai contoh pengertian HVI-160 dikaitkan dengan kinematic viscosity adalah hasil pengukuran viskositas Redwood I pada temperatur 60 °C adalah 160

seconds. Umumnya cara yang dilakukan untuk mendapatkan V_k Redwood I adalah konversi dari hasil pengukuran dalam cSt. Sedangkan konversi dari hasil analisa Redwood menjadi cSt tidak diperbolehkan mengingat hasil pengukuran yang relatif kurang akurat dengan metode Redwood.

- j. Min. Viscosity Index (VI). Parameter ini menunjukkan perubahan viscosity lube base oil sebagai fungsi dari temperature. Semakin kecil perubahan viscosity suatu lube base akibat perubahan temperatur, maka harga VI dari komponen lube base tersebut akan semakin tinggi. Dengan demikian pelumas tersebut dapat digunakan dalam rentang temperatur yang semakin lebar. Dalam penentuan viskositas index suatu lube base oil dengan cara membandingkan dengan viskositas dari suatu standar pada temperatur yang sama. Standar yang digunakan adalah base oil dari Pennsylvania yang dianggap memiliki viscosity index 100 disebabkan mengalami sedikit perubahan viskositas dengan berubahnya temperatur, serta base oil dari Timur Tengah yang dianggap memiliki viscosity index 0 disebabkan mengalami banyak perubahan viskositas dengan perubahan temperatur yang sama.

2.2.2 Kontaminan Pelumas

Minyak pelumas bekas memiliki tinggi abu, residu karbon, bahan *asphaltenic*, logam, air dan bahan kotor lainnya yang dihasilkan selama jalannya pelumasan dalam mesin (Nabil, 2010).

2.3 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses dimana molekul-molekul fluida menyentuh dan melekat pada permukaan padatan (Nasruddin, 2005). Adsorpsi adalah fenomena fisik yang terjadi saat molekul-molekul gas atau cair dikontakkan dengan suatu permukaan padatan dan sebagian dari molekul-molekul tadi mengembun pada permukaan padatan tersebut (Suryawan, Bambang 2004). Walaupun adsorpsi

baisanya dikaitkan dengan perpindahan dari suatu gas atau cairan kesuatu permukaan padatan, perpindahan dari suatu gas kesuatu permukaan cairan juga terjadi. Substansi yang terkonsentrasi pada permukaan didefinisikan sebagai adsorben (Hines, A.L dan Robert N. Maddox, 1985). Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu *film* (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut. Berbeda dengan adsorpsi, dimana fluida terserap oleh fluida lainnya dengan membentuk suatu larutan.

Proses adsorpsi dapat berlangsung jika suatu permukaan padatan dan molekul-molekul gas atau cair, dikontakkan dengan molekul-molekul tersebut, maka didalamnya terdapat gaya kohesif termasuk gaya hidrostatis dan gaya ikatan hidrogen yang bekerja diantara molekul seluruh material. Gaya-gaya yang tidak seimbang pada batas fasa tersebut menyebabkan perubahan-perubahan konsentrasi molekul pada interface solid atau fluida.

Padatan berpori yang menghisap (*adsorption*) dan melepaskan (*desorption*) suatu fluida disebut adsorben. Molekul fluida yang dihisap tetapi tidak terakumulasi atau melekat kepermukaan adsorben disebut *adsorptive*, sedangkan yang terakumulasi atau melekat disebut *adsorbat*.

Jika fenomena adsorpsi disebabkan terutama oleh gaya Van der Waals dan gaya hidrostatis antara molekul adsorbat, maka atom yang membentuk permukaan adsorben tanpa adanya ikatan kimia disebut adsorpsi fisika. Dan jika terjadi interaksi secara kimia antara adsorbat dan adsorben, maka fenomenanya disebut adsorpsi kimia. Pada dasarnya adsorben dibagi menjadi tiga yaitu:

1. Adsorben yang mengadsorpsi secara fisik (karbon aktif, silika gel, dan zeolit)
2. Adsorben yang mengadsorpsi secara kimia (*calcium chloride*, *metal hydride*, dan *complex salts*)
3. *Composite adsorbent* adsorben yang mengadsorpsi secara kimia dan fisik.

2.3.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Adsorpsi

Daya adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor (Bahl et al, 1997 dan Suryawan, Bambang 2004), yaitu:

1. Tekanan (P), Tekanan yang dimaksud adalah tekanan adsorbat, kenaikan adsorbat dapat menaikkan jumlah yang diadsorpsi.
2. Temperatur absolut (T), Temperatur yang dimaksud adalah temperatur adsorbat, pada saat molekul-molekul gas atau adsorbat melekat pada permukaan adsorben akan terjadi pembebasan sejumlah energi yang dinamakan peristiwa eksotermis. Berkurangnya temperatur akan menambah jumlah adsorbat yang teradsorpsi demikian juga untuk peristiwa sebaliknya.
3. Interaksi Potensial (E), Interaksi potensial antara adsorbat dengan dinding adsorben sangat bervariasi, tergantung dari sifat adsorbat-adsorben.
4. Jenis Adsorbat
 - a. Ukuran molekul adsorbat, ukuran molekul yang sesuai merupakan hal penting agar proses dapat terjadi, karena molekul-molekul yang dapat diadsorpsi adalah molekul-molekul yang diameternya lebih kecil atau sama dengan diameter pori adsorben.
 - b. Kepolaran Zat, apabila berdiameter sama, maka molekul-molekul polar lebih kuat diadsorpsi daripada molekul-molekul yang diameternya lebih kecil atau sama dengan diameter pori adsorben yang lebih polar dapat menggantikan molekul-molekul yang kurang polar yang terlebih dahulu teradsorpsi.
5. Karakteristik Adsorben
 - a. Kemurnian adsorben, sebagai zat untuk mengadsorpsi, maka adsorben yang lebih murni lebih diinginkan karena kemampuan adsorpsi lebih baik.

- b. Luas permukaan dan volume pori adsorben, jumlah molekul yang teradsorp meningkat dengan bertambahnya luas permukaan dan volume pori adsorben.

2.3.2 Macam – Macam Adsorben

Untuk proses adsorpsi ada beberapa jenis adsorben yang biasa dipakai yaitu:

1. Karbon Aktif

Karbon aktif dapat dibuat dari batu bara, kayu, dan tempurung kelapa melalui proses pyrolizing dan carburizing pada temperatur 700 sampai 800 °C. Hampir semua adsorbat dapat diserap oleh karbon aktif kecuali air. Karbon aktif dapat ditemukan dalam bentuk bubuk dan granular.

2. Silika Gel

Silika gel cenderung mengikat adsorbat dengan energi yang relatif lebih kecil dan membutuhkan temperatur yang rendah untuk proses adsorpsi, dibandingkan jika menggunakan adsorben lain seperti karbon aktif dan zeolit. Kemampuan adsorpsi silika gel meningkat dengan meningkatnya temperatur. Silika gel terbuat dari silika dengan ikatan kimia mengandung air kurang lebih 5%. Pada umumnya temperatur kerja silika gel sampai dengan 200 °C, jika dioperasikan lebih dari batas temperatur kerjanya maka kandungan air dalam silika gel akan hilang dan menyebabkan kemampuan adsorpsinya hilang.

3. Zeolit

Zeolit mengandung kristal zeolit yaitu mineral aluminosilicate yang disebut sebagai penyaring molekul. Mineral aluminosilicate ini terbentuk secara alami. Zeolit buatan dibuat dan dikembangkan untuk tujuan khusus, diantaranya 4A, 5A, 10X, dan 13X yang memiliki volume rongga antara 0,05 sampai 0,30 cm³/gram dan dapat dipanaskan samapi 500 °C tanpa harus kehilangan mampu adsorpsi dan regenerasinya.

2.4 Penelitian Yang Sudah Dilakukan

Penelitian yang telah dilakukan oleh Yuzana Pratiwi pada tahun 2013, penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menentukan kondisi terbaik dalam penurunan logam berat pada pengolahan minyak pelumas bekas dengan metode *Acid Clay Treatment* dan untuk mengkaji penurunan logam yang terkandung pada minyak pelumas bekas. Adsorben yang digunakan adalah kaolin yang telah diaktivasi dengan asam sulfat. Pengolahan minyak pelumas bekas ini menggunakan tiga variasi, yaitu variasi konsentrasi adsorben, variasi waktu kontak, dan variasi tingkat keasaman (pH). Hasil pengujian pengolahan minyak pelumas bekas menunjukkan bahwa kondisi terbaik penurunan kadar logam pada 150 ml minyak pelumas bekas terdapat pada konsentrasi adsorben 10 gram, waktu kontak 60 menit, dan pH 4,4. Efisiensi penurunan kadar Pb yang didapat dengan menggunakan metode *Acid Clay Treatment* dari kondisi terbaik adalah sebesar 56,71 %.

Penelitian yang telah dilakukan oleh M.Hatta Dahlan, Agung Setiawan, Amrina Rosyada pada tahun 2014, penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menentukan kondisi terbaik dalam penurunan kadar logam (Al), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), dan seng (Zn). Penurunan kadar logam ini dilakukan dengan menggunakan kolom filtrasi yang mengandung zeolit dengan tinggi kolom filtrasi 1,2,3,4 dan 5 cm. Selain penyaringan juga digunakan pemisahan dengan menggunakan membran keramik yang terbuat dari zeolit 20%, 30%, dan 40%. Pada penggunaan kolom filtrasi dilakukan dengan penyaringan minyak mesin dengan variasi tinggi kolom zeolit. Pada penggunaan membran oil mesin dipanaskan pada suhu 40°C kemudian disaring dengan pasir silika dan media filter bentonit. Dalam penelitian ini diperoleh penurunan kadar logam (Al), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), dan seng (Zn). Penurunan penggunaan membran zeolit lebih tinggi daripada menggunakan kolom filtrasi zeolit.