

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Oli (Minyak Pelumas)**

Pelumas adalah zat kimia yang umumnya cairan dan diberikan di antara dua benda bergerak untuk mengurangi gaya gesek. Zat ini merupakan fraksi hasil destilasi minyak bumi yang memiliki suhu 105-135 derajat celcius. Umumnya pelumas terdiri dari 90% minyak dasar dan 10% zat tambahan. Salah satu penggunaan pelumas paling utama adalah oli mesin yang dipakai pada mesin pembakaran dalam (Wikipedia).

Sistem pelumasan ini memiliki beberapa fungsi dan tujuan,

- Mengurangi gesekan serta mencegah keausan dan panas, dengan cara oli dapat membentuk suatu lapisan tipis (*oil film*) untuk mencegah kontak langsung permukaan logam dengan logam.
- Sebagai media pendingin, yaitu dengan menyerap panas dari bagian-bagian yang mendapat pelumasan dan kemudian membawa serta memindahkannya pada sistem pendingin.
- Sebagai bahan pembersih, yaitu dengan mengeluarkan kotoran pada bagian-bagian mesin.
- Mencegah karat pada bagian-bagian mesin.
- Mencegah terjadinya kebocoran gas hasil pembakaran..

#### **2.2 Klasifikasi Oli (Minyak Pelumas)**

##### **2.2.1 Berdasarkan wujud**

Berdasarkan wujudnya minyak pelumas dapat digolongkan menjadi dua bentuk, yaitu cair (liquid) atau biasa disebut oli, dan setengah padat (semi solid) atau biasa disebut gemuk.

- Pelumas mineral (pelikan) yang berasal dari minyak bumi. Mineral yang terbaik digunakan untuk pelumas mesin-mesin diesel otomotif, kapal, dan industri.
- Pelumas nabati, yaitu yang terbuat dari bahan lemak binatang atau tumbuh-tumbuhan. Sifat penting yang dipunyai pelumas nabati ini ialah bebas sulfur atau belerang, tetapi tidak tahan suhu tinggi, sehingga untuk mendapatkan sifat gabungan yang baik biasanya sering dicampur dengan bahan pelumas yang berasal dari bahan minyak mineral, biasa disebut juga *compound oil*.
- Pelumas sintetik, yaitu pelumas yang bukan berasal dari nabati ataupun mineral. Minyak pelumas ini berasal dari suatu bahan yang dihasilkan dari pengolahan tersendiri. Pada umumnya pelumas sintetik mempunyai sifat-sifat khusus, seperti daya tahan terhadap suhu tinggi yang lebih baik daripada pelumas mineral atau nabati, daya tahan terhadap asam, dll

### **2.2.2 Berdasarkan Viskositas atau Kekentalan**

Berdasarkan Viskositas atau kekentalan yang dinyatakan dalam nomor-nomor SAE (*Society of Automotive Engineer*). Angka SAE yang lebih besar menunjukkan minyak pelumas yang lebih kental.

- Oli monograde, yaitu oli yang indeks kekentalannya dinyatakan hanya satu angka.
- Oli multigrade, yaitu oli yang indeks kekentalannya dinyatakan dalam lebih dari satu angka.

### **2.2.3 Berdasarkan Penggunaan**

Berdasarkan penggunaan minyak pelumas (diatur oleh *The American Petroleum Institutes Engine Service Classification*)

- Penggunaan minyak pelumas untuk mesin bensin.
- Penggunaan minyak pelumas untuk mesin diesel.

### **2.2.4 Berdasarkan Bahan Dasar**

Berdasarkan bahan dasarnya, oli atau minyak pelumas dibagi menjadi :

- Pelumas dari bahan nabati atau hewani
- Pelumas dari bahan minyak mineral atau minyak bumi
- Pelumas sintetis

#### **2.2.4.1 Berdasarkan Pengawasan Mutu**

##### **a. Pelumas kendaraan bermotor :**

- Minyak pelumas motor kendaraan baik motor bensin /diesel
- Minyak pelumas untuk transmisi
- Cairan pelumas transmisi otomatis dan sistim hidrolis (Automatic transmission fluid & hydraulic fluid)

##### **b. Pelumas motor diesel untuk industri :**

- Motor diesel putaran cepat
- Motor diesel putaran sedang
- Motor diesel putaran lambat

##### **c. Pelumas untuk motor mesin 2 langkah :**

- Untuk kendaraan bermotor
- Untuk perahu motor
- Lain lain ( gergaji mesin, mesin pemotong rumput )

##### **d. Pelumas khusus**

Jenis pelumas ini banyak ragamnya yang penggunaannya sangat spesifik untuk setiap jenis, diantaranya adalah untuk senjata api, mesin mobil balap, peredam kejut, pelumas rem, pelumas anti karat, dll.

Tabel 1. Data Standar Nasional Indonesia ( SNI ) tentang Pelumas Motor Putaran Tinggi SAE J300, Des. 1999

Tingkat Viskositas SAE	Viskositas Suhu Rendah		Viskositas Suhu Tinggi		
	Viskositas ( CP ) maks. CCS pada suhu oC	Pemompaan (CP ) maks berupa tegangan pada suhu oC	Viskositas Kinematik (cSt ) pada 100 oC		Viskositas ( CP ) min HTHS pada 150 oC
			Min	max	
0W	6200 pada -35	60000 pada -45	3,8	--	--
5W	6600 pada -30	60000 pada -35	3,8	--	--
10W	7000 pada -25	60000 pada -30	4,1	--	--
15W	7000 pada -20	60000 pada -25	5,6	--	--
20W	9500 pada -15	60000 pada -20	5,6	--	--
25W	13000 pada -10	60000 pada -15	9,3	--	--
20	--	--	5,6	< 9,3	2,6
30	--	--	9,3	< 12,5	2,9
40	--	--	12,5	< 16,3	2,9 ( untuk : 0W-40, 5W-40, 10W-40)
40	--	--	12,5	< 16,3	3,7 ( untuk : 15W-40, 20W-40, 25W-40)
50	--	--	16,3	< 21,9	3,7
60	--	--	21,9	< 26,1	3,7

Sumber : SNI 06-70695-205

Tabel 2. Hasil Analisa Minyak Pelumas Baru Merek Prime Xp

Spesifikasi Minyak Pelumas	Nilai Pengukuran
1. Densitas	0.8867
2. Viscositas Kinematis 40°C	176.8
3. Viscositas Kinematis 100°C	19.10 – 20.50
4. Indek Viscositas Min	125
5. Flash Point	240
6. Fire Point	250

Sumber : (Sani, 2010)

### 2.3 Karakteristik Oli (Minyak Pelumas)

Oli atau Minyak pelumas memiliki ciri-ciri fisik yang penting, antara lain:

- *Viscosity*

*Viscosity* atau kekentalan suatu minyak pelumas adalah pengukuran dari mengalirnya bahan cair dari minyak pelumas, dihitung dalam ukuran standard. Makin besar perlawanannya untuk mengalir, berarti makin tinggi *viscosity*-nya, begitu juga sebaliknya.

- *Viscosity Index*

Tinggi rendahnya indeks ini menunjukkan ketahanan kekentalan minyak pelumas terhadap perubahan suhu. Makin tinggi angka indeks minyak pelumas, makin kecil perubahan *viscosity*-nya pada penurunan atau kenaikan suhu. Nilai *viscosity index* ini dibagi dalam 3 golongan, yaitu:

1. HVI (*High Viscosity Index*) di atas 80.
2. MVI (*Medium Viscosity Index*) 40 – 80.
3. LVI (*Low Viscosity Index*) di bawah 40.

- *Flash Point*

*Flash point* atau titik nyala merupakan suhu terendah pada waktu minyak pelumas menyala seketika. Pengukuran titik nyala ini menggunakan alat-alat yang standar, tetapi metodenya berlainan tergantung dari produk yang diukur titik nyalanya.

- *Pour Point*

Merupakan suhu terendah dimana suatu cairan mulai tidak bisa mengalir dan kemudian menjadi beku. *Pour point* perlu diketahui untuk minyak pelumas yang dalam pemakaiannya mencapai suhu yang dingin atau bekerja pada lingkungan udara yang dingin.

- *Total Base Number* (TBN)

Menunjukkan tinggi rendahnya ketahanan minyak pelumas terhadap pengaruh pengasaman, biasanya pada minyak pelumas baru (*fresh oil*). Setelah minyak pelumas

tersebut dipakai dalam jangka waktu tertentu, maka nilai TBN ini akan menurun. Untuk mesin bensin atau diesel, penurunan TBN ini tidak boleh sedemikian rupa hingga kurang dari 1, lebih baik diganti dengan minyak pelumas baru, karena ketahanan dari minyak pelumas tersebut sudah tidak ada.

- *Carbon Residue*

Merupakan jenis persentasi karbon yang mengendap apabila oli diuapkan pada suatu tes khusus.

- *Density*

Menyatakan berat jenis oli pelumas pada kondisi dan temperatur tertentu.

- *Emulsification* dan *Demulsibility*

- Sifat pemisahan oli dengan air. Sifat ini perlu diperhatikan terhadap oli yang kemungkinan bersentuhan dengan air.

Selain ciri-ciri fisik yang penting seperti telah dijelaskan sebelumnya, minyak pelumas juga memiliki sifat-sifat penting, yaitu:

- Sifat kebasaaan (*alkalinity*)

Untuk menetralsir asam-asam yang terbentuk karena pengaruh dari luar (gas buang) dan asam-asam yang terbentuk karena terjadinya oksidasi.

- Sifat *detergency* dan *dispersancy*

- ❖ Sifat *detergency* : Untuk membersihkan saluran-saluran maupun bagian-bagian dari mesin yang dilalui minyak pelumas, sehingga tidak terjadi penyumbatan.
- ❖ Sifat *dispersancy* : Untuk menjadikan kotoran-kotoran yang dibawa oleh minyak pelumas tidak menjadi mengendap, yang lama-kelamaan dapat menjadi semacam lumpur (*sludge*). Dengan sifat *dispersancy* ini, kotoran-kotoran tadi dipecah menjadi partikel-partikel yang cukup halus serta diikat sedemikian rupa sehingga partikel-partikel tadi tetap mengembang di dalam minyak pelumas dan dapat dibawa di dalam peredarannya melalui sistem

penyaringan. Partikel yang bisa tersaring oleh filter, akan tertahan dan dapat dibuang sewaktu diadakan pembersihan atau penggantian filter elemennya.

- Sifat tahan terhadap oksidasi

Untuk mencegah minyak pelumas cepat beroksidasi dengan uap air yang pasti ada di dalam karter, yang pada waktu suhu mesin menjadi dingin akan berubah menjadi embun dan bercampur dengan minyak pelumas. Oksidasi ini akan mengakibatkan minyak pelumas menjadi lebih kental dari yang diharapkan, serta dengan adanya air dan belerang sisa pembakaran maka akan bereaksi menjadi  $H_2SO_4$  yang sifatnya sangat korosif.

#### **2.4 Zat Aditif**

Aditif adalah senyawa kimia yang apabila ditambahkan ke dalam pelumas akan menaikkan unjuk kerja pelumas seperti yang diharapkan. Aditif ini dapat menentukan mutu pelumas yang akan digunakan karena dapat merubah sifat kimia maupun sifat fisik dari oli. Tujuan dari aditif untuk campuran pelumas yaitu untuk melindungi dan memperbaiki mutu pelumas terhadap perubahan sifat kimia atau penurunan mutu pelumas, melindungi kerusakan mesin terhadap produk-produk hasil pembakaran dan untuk memperbaiki sifat suatu pelumas atau memberikan sifat baru terhadap sifat pelumas yang sesuai dengan penggunaannya. Aditif dapat terdiri dari unsur – unsur kimia seperti barium, calsium, fosporus, sulfur, chlorine, zinc, lead, polymer dan sebagainya. Komposisi antara satu aditif dengan yang lainnya harus dapat digabungkan sebaik mungkin dalam suatu formasi tertentu. Hal ini berkaitan dengan pesatnya perubahan pada rancang bangun mesin serta tuntutan kerja mesin yang meningkat.

Untuk memilih aditif yang tepat diperlukan analisis yang kompleks serta cukup memakan waktu. Hal ini disebabkan penambahan aditif dalam pelumas dapat menimbulkan reaksi katagonis baik dengan base oil sendiri atau dengan aditif-aditif lainnya. Pada dasarnya suatu penelitian pengembangan produk pelumas adalah untuk memilih komposisi yang tepat antara base oil dan aditif. Seleksi aditif yang dimaksudkan di sini adalah seleksi awal dari banyaknya aditif yang ditawarkan oleh

pabrik pembuat aditif. Pada tahap ini factor harga dan kontinuitas suplai dari pembuat aditif merupakan hal yang paling utama diperhatikan. Disamping itu ada beberapa sifat yang menjadi kriteria untuk dipilih tidaknya suatu aditif diantaranya :

- Kelarutannya dalam *base oil*  
Kelarutan dalam *base oil* adalah sifat yang utama yang harus dimiliki oleh aditif agar dihasilkan pelumas yang homogeny
- Tidak larut dalam air  
Aditif harus tidak larut dalam air, karena antara base oil dan air adalah dua larutan yang saling melarutkan (immiscible). Dengan tidak larutnya aditif dalam air, maka apabila pelumas tercampur dengan air maka komponen-komponen pelumas masih dapat dipertahankan.
- Volatilitas  
Kondisi operasi mesin yang akan dilumasi menuntut agar setiap komponen dalam pelumas tidak mudah menguap, baik karena panas maupun karena waktu.
- Stabilitas  
Aditif harus tetap stabil selama penyimpanan, selama blending maupun selama pelayanan di dalam mesin.
- Compatibility  
Aditif yang digunakan dalam satu jenis pelumas harus saling tidak bereaksi, karena hal ini akan mempengaruhi bahkan merusak unjuk kerja yang diharapkan.
- Warna  
Warna adalah indikator pertama yang dipakai pada pengujian *appearance*, sehingga warna aditif harus jernih dan stabil.



- **Fleksibilitas**  
Aditif yang multifungsi lebih diutamakan karena akan memiliki daya aplikasi sangat luas. Saat ini, aditif jenis inilah yang terus dikembangkan oleh pabrik pembuat aditif.
- **Bau**  
Aditif diharapkan tidak menimbulkan bau yang merangsang. Apabila terpaksa digunakan juga, maka bau aditif ini harus dihilangkan dengan menambahkan bahan penghilang bau tersebut.

#### **2.4.1 Pembagian Aditif Minyak Pelumas**

Pembagian Aditif Pelumas Berdasarkan Fungsi dan Kinerja di bagi menjadi tiga jenis diantaranya :

##### **1. Aditif Utama**

###### **a. Anti foam**

Berfungsi untuk meminimalkan busa (gelembung udara) oli diakibatkan kinerja mesin terutama di poros engkol dan efek pemberian aditif detergent. Sehingga menghambat kinerja pelumasan mesin.

###### **b. Anti Oxidant**

Berfungsi menghentikan atau memperlambat reaksi kimia antara molekul hidrocarbon dalam pelumas dan oksigen dari udara. Oksidasi merupakan mekanisme utama yang bertanggung jawab pada kerusakan pelumas, berupa pembentukan endapan, *sludge*, and *corrosive wear* dan lain sebagainya mengakibatkan mengentalnya oli secara berlebihan yang dapat mengakibatkan tertimbunnya oli yang mengental (*sludge*).

###### **c. Anti Wear**

Berfungsi mencegah panas yang berlebihan pada oli yang ditimbulkan dari gesekan antar metal pada mesin, sehingga oli tetap berfungsi sebagai pembawa dan penyebar panas mesin.

d. *Anti Corrosion*

Mencegah korosi dan karat akibat reaksi asam dan oksidasi udara dengan cara melapisi metal meskipun mesin dalam keadaan tidak bekerja.

e. *Detergent*

Sebagai pembersih dan penetralisir zat-zat yang berbahaya, membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam, mencegah endapan, mengurangi timbulnya deposit, mengendalikan korosi serta membersihkan karbon sisa pembakaran agar karbon tidak menempel di komponen mesin.

f. *Dispersant*

Mengendalikan timbulnya lumpur yang terbentuk dari suhu rendah pada mesin bensin. Lumpur tersebut terbentuk dari campuran karbon, kumpulan hasil pembakaran, bahan bakar yang tidak terbakar dan air. Dispersant juga berfungsi sebagai pelindung agar jelaga (*sludge*) tidak menggumpal, dan mengendalikan peningkatan viskositas, menetralkan sisa pembakaran yang dapat mengakibatkan mengentalnya plumas secara berlebihan.

g. *Friction Modifier*

Berfungsi meningkatkan kinerja pelumasan pada metal yang bergesekan agar tidak cepat aus.

h. *Pour Point Depressant*

Berfungsi mencegah oli membeku atau mengental pada saat suhu dingin. Pour Point Depressants (PPD) dapat mencegah pembentukan kristal pada suhu rendah. Contoh PPD adalah poly-metacrilates, etylen vinyl-acetate copolimers, poly-fumarates. Penekanan pour point tergantung terutama pada karakteristik base oil dan konsentrasi polimer. PPD lebih efektif jika dipergunakan dalam minyak dasar viskositas rendah.

## **2. *Viscosity Index Improver***

Aditif ini berfungsi menstabilkan kekentalan pelumas pada saat suhu mesin mulai tinggi, sehingga pelumas tidak gampang encer pada suhu tinggi. Pelumas yang memakai aditif ini sering disebut oli multigrade.

## **3. *Oil Flow Improver***

Aditif ini berfungsi memperlancar aliran pelumas, terutama pada saat mesin start pagi hari. Sehingga mesin tidak mengalami kesulitan pada saat start

### **2.4.2 Jenis-jenis Aditif**

Aditif Pelumas digunakan secara luas untuk berbagai tujuan, namun secara umum aditif ini bisa digolongkan menjadi empat kelompok besar, yaitu :

1. *Engine Performance*
2. *Fuel Handling*
3. *Fuel Stability*
4. *Contaminant Control*

#### **1. *Aditif Engine Performance***

Kelas aditif ini dapat meningkatkan kemampuan mesin. Efek dari masing – masing anggota kelas aditif ini dilihat dari perbedaan jangka waktu. Keuntungan yang dihasilkan oleh cetane number improver langsung bisa didapatkan, namun keuntungan dari aditif detergent dan aditif lubricity dilihat dalam jangka waktu yang lama, sering kali baru terlihat hasilnya dalam puluhan ribu mil.

##### **a. *Cetane Number Improver (Diesel Ignition Improvers)***

Cetane number improver dapat mengurangi kebisingan pembakaran dan asap yang dihasilkan. Tingkat keuntungannya bervariasi dalam berbagai desain mesin dan model operasi, mulai dari tidak ada efek sama sekali hingga peningkatan yang sangat baik. 2-Ethylhexyl nitrate (EHN) merupakan cetane number improver yang paling banyak digunakan. EHN kadang kala juga disebut octyl nitrate. EHN secara termal tidak stabil dan terdekomposisi sangat cepat pada suhu tinggi dalam ruang bakar. Produk – produk hasil dekomposisi membantu memulai pembakaran bahan bakar dan, karenanya, memperpendek periode penundaan pengapian (ignition delay) dari

bahan bakar yang tanpa aditif. Peningkatan cetane number dari jumlah tertentu EHN bervariasi dari satu jenis bahan bakar dan lainnya. Peningkatan akan makin besar untuk bahan bakar yang cetane number-nya secara alami sudah relatif tinggi. Peningkatan inkremental akan semakin mengecil dengan semakin banyak EHN yang ditambahkan, jadi tidak akan menjadi keuntungan dengan menambahkan konsentrasi EHN yang telah optimal. EHN biasanya digunakan dalam jangkauan konsentrasi 0,05% hingga 0,4% massa dan dapat meningkatkan 3 hingga 8 cetane number. *Alkyl nitrate* yang lain, seperti halnya ether nitrate dan beberapa senyawa nitroso, telah diketahui juga efektif menjadi cetane number improver, namun mereka belum digunakan secara komersial. Di-tertiary butyl peroxide diperkenalkan baru – baru ini sebagai cetane number improver secara komersial. Kekurangan dari EHN adalah EHN mengurangi stabilitas termal dari beberapa bahan bakar. Efek dari cetane number improver lain pada stabilitas termal belum diketahui, namun nampaknya akan sama seperti kekurangan EHN. Sekarang beberapa laboratorium sedang meneliti hal ini.

#### *b. Injector Cleanliness Additives*

Bahan bakar dan “*crankcase*” pelumas dapat membentuk endapan (deposit) dalam area saluran injektor – area yang berhubungan dengan suhu injektor yang tinggi. Tingkat pembentukan deposit bervariasi dengan jenis mesin, komposisi bahan bakar, komposisi pelumas, dan kondisi operasi. Deposit yang berlebihan bisa merusak aliran spray injektor yang pada gilirannya dapat menghambat proses pencampuran udara dengan bahan bakar. Pada beberapa mesin, hal ini bisa menyebabkan penurunan efisiensi bahan bakar dan meningkatkan emisi gas buang.

Aditif detergen ashless polimer dapat membersihkan deposit saluran injektor dan memelihara injektor tetap bersih. Jenis aditif ini tersusun dari molekul polar yang terikat pada deposit dan deposit “*precursors*”, dan molekul non polar yang terlarut dalam bahan bakar. Dengan demikian, aditif ini dapat melarutkan deposit yang telah terbentuk dan mengurangi kemungkinan untuk deposit “*precursors*” menjadi deposit. Aditif detergen biasanya digunakan dalam range konsentrasi 50 hingga 300 ppm.

### *c. Lubricity Additives*

Aditif pelumasan digunakan untuk menanggulangi pelumasan yang kurang baik dari beberapa hydrotreated minyak solar. Aditif ini mengandung molekul polar yang ditarik ke lapisan permukaan logam, menyebabkan aditif membentuk lapisan film tipis. Lapisan film ini bertindak sebagai lapisan (boundary) pelumas ketika dua permukaan logam bertemu. Dua aditif kimia, fatty acids dan eter, secara umum banyak digunakan. Fatty acids digunakan dalam range konsentrasi 10 hingga 50 ppm. Sedangkan eter yang kurang polar, penggunaannya dalam range konsentrasi 50 hingga 250 ppm.

### *d. Smoke Suppressant*

Beberapa senyawa organometallic berperan sebagai katalis pembakaran. Menambahkan kenis senyawa ini pada bahan bakar dapat menurunkan emisi asap hitam yang dihasilkan dari pembakaran minyak solar yang tidak sempurna. Pada tahun 1960-an, sebelum “*the Clean Air Act*” dan kebijakan dari EPA, organometallic barium tertentu digunakan sebagai smoke suppressant. EPA kemudian melarang penggunaan senyawa ini karena terdapat potensi yang membahayakan kesehatan dari barium pada emisi gas keluarannya. Smoke suppressant yang dibentuk dari unsur logam lainnya, seperti besi, serium, atau platinum, digunakan di sebagian besar Negara di dunia; namun penggunaannya belum disahkan oleh EPA untuk digunakan di Amerika Serikat. Aditif jenis ini sering sekali digunakan pada kendaraan yang dilengkapi dengan perangkat partikel kecil (particulate) untuk menurunkan kadar emisinya.

## **2. Fuel Handling Additives**

### *a. Antifoam Additives*

Beberapa Pelumas cenderung untuk membentuk buih (foam). Pembentukan buih bisa mencampuri pengisian tangki bahan bakar dan menyebabkan kebocoran. Sebagian besar aditif antifoam merupakan senyawa organosilikon dan umumnya digunakan dengan konsentrasi 10 ppm atau lebih rendah lagi.

### *b. De-Icing Additives*

Air bebas yang terdapat dalam bahan bakar dapat membeku pada suhu yang rendah. Kristal es yang dihasilkan bisa menyumbat aliran bahan bakar atau filter. Alkohol atau glikol dengan berat molekul rendah dapat ditambahkan pada minyak solar untuk mencegah pembentukan es. Alkohol atau glikol terlarut sempurna dalam air, menghasilkan campuran yang mempunyai titik beku lebih rendah daripada air murni.

### *c. Low Temperature Operability Additives*

Ada beberapa aditif yang dapat menurunkan pour point (gel point) atau cloud point minyak solar, atau memperbaiki sifat – sifat pada aliran suhu dingin. Sebagian besar dari aditif ini adalah polimer yang tertarik pada kristal lilin yang terbentuk dalam minyak solar pada saat didinginkan dibawah cloud point. Polimer ini mengubah efek dari kristal lilin pada aliran bahan bakar dengan memodifikasi ukurannya, bentuknya, dan derajat agglomeration-nya. Interaksi polimer dengan lilin umumnya spesifik, jadi aditif tertentu umumnya tidak akan berfungsi dengan baik pada semua bahan bakar. Untuk mengefektifkannya, aditif harus dicampur ke dalam bahan bakar sebelum lilin terbentuk, sebagai contoh ketika bahan bakar di atas cloud point-nya. Aditif terbaik dan konsentrasi aditif untuk bahan bakar tertentu tidak bisa diprediksi; hal ini harus ditentukan dengan eksperimen. Keuntungan yang dapat didapatkan untuk tipe yang bermacam – macam dari aditif low temperature operability bisa dilihat dari table dibawah ini.

### *d. Drag Reducing Additives*

Perusahaan “pipeline” kadang kala menggunakan aditif drag reducing untuk meningkatkan volume produk mereka yang dapat dikirimkan pada aliran pipa. Polimer dengan berat molekul tinggi dapat menurunkan turbulensi pada aliran fluida dalam pipa, yang dapat meningkatkan laju alir maksimum 20% hingga 40%. Aditif drag reducing umumnya digunakan dengan konsentrasi dibawah 15 ppm. Ketika produk yang bercampur dengan aditif mengalir melalui pompa, aditif terpecah –

pecah (sheared) menjadi molekul yang lebih kecil yang tidak mempunyai efek pada performa produk dalam mesin.

### ***3. Fuel Stability Additives***

Instabilitas bahan bakar hasil dari pembentukan “gums” yang dapat mengarah pada pembentukan deposit pada injektor atau partikel kecil (particulates) yang dapat menyumbat filter bahan bakar atau sistem injeksi bahan bakar. Kebutuhan akan aditif fuel stability bervariasi secara luas dari berbagai bahan bakar. Itu tergantung pada bagaimana bahan bakar itu dibuat – sumber minyak bumi dan proses pengilangannya dan pencampurannya. Aditif *fuel stability* secara umum bekerja dengan menghalangi satu langkah reaksi dalam sebuah jalur reaksi berantai (multi langkah). Dikarenakan banyak reaksi kimia yang kompleks terlibat, aditif yang efektif pada satu bahan bakar bisa jadi tidak dapat bekerja dengan baik pada bahan bakar jenis lain. Jika sebuah bahan bakar perlu distabilkan, maka bahan bakar tersebut harus diuji terlebih dahulu untuk menentukan aditif mana yang efektif. Hasil yang baik akan didapat ketika aditif ditambahkan secepatnya setelah bahan bakar dihasilkan.

#### ***a. Antioxidants***

Salah satu model dari instabilitas pelumas adalah oksidasi, yang mana oksigen dalam jumlah kecil dalam udara terlarut menyerang komponen reaktif dalam bahan bakar. Serangan pertama ini memicu reaksi berantai yang kompleks. Antioksidan bekerja dengan menghentikan reaksi rantainya. Senyawa fenol dan amina tertentu, seperti phenylenediamine, paling sering digunakan sebagai antioksidan. Aditif ini umumnya digunakan dengan range konsentrasi 10 hingga 80 ppm.

#### ***b. Stabilizer***

Reaksi dengan basis asam adalah salah satu bentuk instabilitas bahan bakar. Stabilizer yang digunakan untuk menghindari reaksi seperti itu umumnya dibentuk dari basis amina keras dan digunakan dalam range konsentrasi 50 hingga 150 ppm. Stabilizer bereaksi dengan senyawa asam lemah untuk membentuk produk yang tetap terlarut dalam bahan bakar, namun tidak bereaksi lebih lanjut.

### *c. Metal Deactivator*

Ketika sejumlah kecil logam tertentu, terutama tembaga (copper) dan besi (iron), dilarutkan dalam minyak solar, mereka memacu reaksi yang terlibat dalam instabilitas bahan bakar. Metal deactivators mengikat logam – logam ini, menetralkan efek katalisis dari logam – logam tersebut. Metal deactivators digunakan umumnya pada range konsentrasi 1 hingga 1 ppm.

### *d. Dispersants*

Multi komponen stabilizer bahan bakar bisa mengandung dispersan. Dispersan ini tidak mencegah reaksi instabilitas bahan bakar, namun mendispersikan partikel – partikel pengotor yang terbentuk, mencegah mereka membentuk gumpalan – gumpalan yang besarnya cukup untuk menyumbat filter bahan bakar atau injektor. Dispersan biasanya digunakan dalam range konsentrasi 15 hingga 100 ppm.

## **4. Contaminant Control**

Aditif kelas ini umumnya digunakan untuk mengatasi permasalahan kebersihan (*housekeeping*).

### *a. Biocides*

Suhu tinggi yang terlibat dalam proses pengilangan secara efektif mensterilkan minyak solar. Namun bahan bakar dengan cepat terkontaminasi dengan mikroorganisme yang terdapat di air dalam bahan bakar. Mikroorganisme ini termasuk bakteri dan jamur (yeasts dan molds). Sebagian besar mikroorganisme membutuhkan air bebas untuk tumbuh, pertumbuhan biologis biasanya terkonsentrasi pada lapisan air dan bahan bakar. Dalam penambahan pada bahan bakar dan air, mereka juga membutuhkan beberapa nutrisi penting lainnya untuk pertumbuhan. Dari semua nutrisi, belerang (phosphorus) merupakan satu – satunya yang konsentrasinya mungkin sangat rendah dalam bahan bakar yang dapat membatasi pertumbuhan biologis. Suhu ambient yang lebih tinggi juga membantu pertumbuhan. Beberapa organisme membutuhkan udara untuk tumbuh (aerobik), sedangkan yang lain dapat tumbuh tanpa kehadiran udara (anaerobik). Waktu yang tersedia untuk pertumbuhan juga sangat penting. Beberapa, atau bahkan beberapa ribu, organisme



tidak menyebabkan masalah. Hanya ketika koloni organisme mempunyai cukup waktu untuk tumbuh lebih besar lagi sehingga cukup untuk memproduksi produk samping untuk mempercepat korosi tangki bahan bakar atau memproduksi cukup biomassa untuk menyumbat saluran bahan bakar. Walaupun pertumbuhan bisa terjadi dalam tangki bahan bakar yang bekerja, tangki yang diam (static tank) – dimana bahan bakar disimpan untuk rentang waktu yang lama – merupakan tempat pertumbuhan yang lebih baik jika terdapat air. Biocides dapat digunakan ketika mikroorganisme mencapai taraf menimbulkan masalah. Pilihan terbaik adalah aditif yang dapat larut dalam bahan bakar dan dalam air sehingga aditif dapat menyerang mikroba dalam kedua media tersebut. Biocides umumnya digunakan dalam range konsentrasi 200 hingga 600 ppm. Sebuah biocides bisa jadi tidak bekerja jika biofilm tebal telah terakumulasi pada permukaan tangki atau pada permukaan peralatan lainnya, karena aditif tidak dapat menembus untuk membunuh mikroba yang tinggal jauh didalam lapisan biofilm. Pada kasus seperti ini, tidak ada cara lain selain mengeringkan tangki kemudian membersihkan secara manual. Walaupun biocides efektif untuk menghentikan pertumbuhan mikroba, namun masih diperlukan untuk menyingkirkan biomassa yang terakumulasi untuk menghindari terjadinya penyumbatan filter. Dikarenakan biocides merupakan senyawa beracun, keluaran air atau cairan yang mengandung biocides harus dibuang dengan semestinya. Pendekatan yang paling baik untuk mengatasi kontaminasi mikroba adalah tindakan pencegahan. Dan langkah preventif yang paling penting adalah menjaga kandungan air dalam tangki seminimal mungkin, lebih disukai tidak ada air sama sekali.

*b. Demulsifiers*

Normalnya, hidrokarbon dan air terpisah dengan cepat dan benar – benar terpisah. Namun jika bahan bakar mengandung komponen polar yang berperilaku seperti surfaktan dan jika terdapat air bebas, maka bahan bakar dan air dapat membentuk emulsi. Operasi dan perlakuan apapun yang melibatkan “shear force” yang tinggi, seperti memompa bahan bakar, dapat menstabilkan emulsi. Demulsifier

adalah surfaktan yang menghancurkan emulsi dan membuat fasa bahan bakar dan air terpisah secara sempurna.

Demulsifier umumnya digunakan dalam range konsentrasi 5 hingga 30 ppm.

### c. *Corrosion Inhibitors*

Karena sebagian besar pipa – pipa minyak dan tangki – tangki minyak terbuat dari logam (steel), korosi yang paling umum terjadi adalah pembentukan karat dengan keberadaan air. Semakin lama, karat yang parah dapat menyebabkan lubang pada dinding logam, menyebabkan kebocoran. Selain dari kebocoran, bahan bakar yang terkontaminasi oleh partikel karat dapat menyebabkan penyumbatan filter bahan bakar dan meningkatkan keausan pompa dan injektor bahan bakar. Inhibitor korosi adalah komponen – komponen yang menempel pada permukaan logam dan membentuk lapisan yang mencegah serangan dari biang korosi. Pemakaian inhibitor korosi biasanya digunakan dalam range konsentrasi 5 hingga 15 ppm.

### 2.4.3. Daun Kapuk Randu

Tabel 3. Komposisi Kimia Daun Kapuk Randu

No	Nama	Kegunaan
1	Flavonoida	memiliki aktivitas antibakteri, antimelanogenesis, antioksidan dan antimutagen
2	Saponin	mempunyai sifat anti inflamatori, dan mempunyai aplikasi yang baik dalam preparasi film fotografi
3	Tanin	Pada buah yang belum matang ,tanin digunakan sebagai energi dalam proses metabolisme dalam bentuk oksidasi tanin

(Anazia Fitriani, 2012)

## 1.Flavonoida

Flavonoida adalah suatu kelompok senyawa fenol yang terbesar yang ditemukan di alam. Senyawa-senyawa ini merupakan zat warna merah, ungu, biru dan sebagai zat warna kuning yang ditemukan dalam tumbuh tumbuhan.

### a.Struktur Flavonoida

Flavonoid mempunyai kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon, dimana dua cincin benzen ( $C_6$ ) terikat pada suatu rantai propana ( $C_3$ ) sehingga bentuk susunan  $C_6-C_3-C_6$ . susunan ini dapat menghasilkan tiga jenis struktur senyawa Flavonoid yaitu :

- Flavonoida atau 1,3-diarilpropana
- Isoflavonoid atau 1,2- diarilpropana
- Neoflavonoida atau 1,1-diarilpropana

Istilah flavonoida diberikan untuk senyawa-senyawa fenol yang berasal dari kata flavon, yaitu nama dari salah satu flavonoid yang terbesar jumlahnya dalam tumbuhan. Senyawa-senyawa flavon ini mempunyai kerangka 2-fenilkroman, dimana posisi orto dari cincin A dan atom karbon yang terikat pada cincin B dari 1,3-diarilpropana dihubungkan oleh jembatan oksigen sehingga membentuk cincin heterosiklik yang baru (cincin C). Senyawa-senyawa flavonoid terdiri dari beberapa jenis tergantung pada tingkat oksidasi dari rantai propana dari sistem 1,3-diarilpropana. Flavon, flavonol dan antosianidin adalah jenis yang banyak ditemukan dialam sering sekali disebut sebagai flavonoida utama. Banyaknya senyawa flavonoida ini disebabkan oleh berbagai tingkat alkoksilasi atau glikosilasi dari struktur tersebut. Senyawa-senyawa isoflavonoid dan neoflavonoida hanya ditemukan dalam beberapa jenis tumbuhan, terutama suku Leguminosae. Masing-masing jenis senyawa flavonoida mempunyai struktur dasar tertentu. Flavonoida mempunyai pola oksigenasi yang berselang-seling yaitu posisi 2,4,6. cincin B flavonoid mempunyai satu gugus fungsi oksigen pada posisi para atau dua pada posisi para dan meta atau tiga pada posisi satu di para dan dua di meta. Cincin A selalu mempunyai gugus

hidroksil yang letaknya sedemikian rupa sehingga memberikan kemungkinan untuk terbentuk cincin heterosikllis dalam senyawa trisiklis.

Beberapa senyawa flavonoida adalah sebagai berikut :

Cincin A – COCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub> – Cincin B ————— Hidrokalkon

Cincin A – COCH<sub>2</sub>CHOH – Cincin B ————— Flavanon, kalkon Cincin

A – COCH<sub>2</sub>CO – Cincin B ————— Flavon

Cincin A – CH<sub>2</sub>COCO – Cincin B ————— Antosianin

Cincin A – COCOCH<sub>2</sub> – Cincin B ————— Auron

#### c. Biosintesa Flavonoida

Pola biosintesis pertama kali disarankan oleh Birch, yaitu : pada tahap pertama biosintesa flavonoida suatu unit C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub> berkombinasi dengan tiga unit C<sub>2</sub> menghasilkan unit C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-(C<sub>2</sub>+C<sub>2</sub>+C<sub>2</sub>). Kerangka C<sub>15</sub> yang dihasilkan dari kombinasi ini telah mengandung gugus-gugus fungsi oksigen pada posisi-posisi yang diperlukan. Cincin A dari struktur flavonoida berasal dari jalur poliketida, yaitu kondensasi dari tiga unit asetat atau malonat, sedangkan cincin B dan tiga atom karbon dari rantai propana berasal dari jalur fenilpropanoida (jalur shikimat). Sehingga kerangka dasar karbon dari flavonoida dihasilkan dari kombinasi antara dua jenis biosintesis utamadari cincin aromatik yaitu jalur shikimat dan jalur asetat-malonat. Sebagai akibat dari berbagai perubahan yang disebabkan oleh enzim, ketiga atom karbon dari rantai propana dapat menghasilkan berbagai gugus fungsi seperti pada ikatan rangkap, gugus hidroksi, gugus karbonil, dan sebagainya.

#### d. Identifikasi Flavonoida

Sebagian besar senyawa flavonoida alam ditemukan dalam bentuk glikosida, dimana unit flavonoid terikat pada suatu gula. Glikosida adalah kombinasi antara suatu gula dan suatu alkohol yang saling berikatan melalui ikatan glikosida. Pada prinsipnya, ikatan glikosida terbentuk apabila gugus hidroksil dari alkohol beradisi kepada gugus karbonil dari gula sama seperti adisi alkohol kepada aldehida yang dikatalisa oleh asam menghasilkan suatu asetal. Pada hidrolisa oleh asam, suatu

glikosida terurai kembali atas komponen-komponennya menghasilkan gula dan alkohol yang sebanding dan alkohol yang dihasilkan ini disebut aglokin. Residu gula dari glikosida flavonoida alam adalah glukosa, ramnosa, galaktosa dan gentiobiosa sehingga glikosida tersebut masing-masing disebut glukosida, ramnosida, galaktosida dan gentiobiosida. Flavonoida dapat ditemukan sebagai mono-, di- atau triglikosida dimana satu, dua atau tiga gugus hidroksil dalam molekul flavonoid terikat oleh gula. Poliglikosida larut dalam air dan sedikit larut dalam pelarut organik seperti eter, benzen, kloroform dan aseton.

#### e. Kegunaan Flavanoida

Antioksidan alami terdapat dalam bagian daun, buah, akar, batang dan biji dari tumbuh-tumbuhan obat. Bagian tersebut umumnya mengandung senyawa fenol dan polifenol. Polifenol dan turunannya telah lama dikenal memiliki aktivitas antibakteri, antimelanogenesis, antioksidan dan antimutagen. Sebagai antioksidan polifenol berperan sebagai penangkap radikal bebas penyebab peroksidasi lipid yang dapat menimbulkan kerusakan pada bahan makanan, selain itu senyawa antioksidan berfungsi mencegah kerusakan sel dan DNA akibat adanya senyawa radikal bebas. Senyawa flavonoid yang merupakan salah satu golongan dari polifenol sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal dan masih digunakan secara terbatas. Hal ini dikarenakan senyawa flavonoid tidak stabil terhadap perubahan pengaruh oksidasi, cahaya, dan perubahan kimia, sehingga apabila teroksidasi strukturnya akan berubah dan fungsinya sebagai bahan aktif akan menurun bahkan hilang dan kelarutannya rendah. Kestabilan dan kelarutan dapat ditingkatkan dengan cara mengubah senyawa flavonoid menjadi bentuk glikosida melalui reaksi kimia maupun enzimatik dengan bantuan enzim transferase.

Senyawa-senyawa flavanoid yang umumnya bersifat antioksidan dan banyak yang telah digunakan sebagai salah satu komponen bahan baku obat-obatan. Bahkan, berdasarkan penelitian di Jepang, ditemukan molekul isoflavon di dalam tempe. Oleh karena molekul isoflavon bersifat antioksidan maka tempe merupakan sumber pangan yang baik untuk menjaga kesehatan, selain kandungan gizinya tinggi. Senyawa-

senyawa flavonoid dan turunannya dari tanaman nangka-nangkaan memiliki fungsi fisiologi tertentu. Ada dua kategori fungsi fisiologi senyawa flavonoid tanaman nangka-nangkaan berdasarkan sebarannya di Indonesia. Tanaman nangka-nangkaan yang tumbuh di Indonesia bagian barat, produksi senyawa flavonoid diduga berfungsi sebagai bahan kimia untuk mengatasi serangan penyakit (sebagai antimikroba atau antibakteri) bagi tanaman. Sedangkan yang tumbuh di Indonesia bagian timur, produksi senyawa flavonoid berfungsi sebagai alat pertahanan (antivirus). Dengan menggunakan pendekatan fungsi fisiologi ini, uji biologi artoinnesianin dan kerabatnya dilakukan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan S. Scheller, dkk yang menguji efektifitas antikanker dari ekstrak etanol propolis (EEP) pada mencit yang diinduksi dengan ehrlich carcinoma cells menunjukkan, mencit yang bisa bertahan hidup lebih banyak setelah diberi EEP. Efek antikanker EEP terhadap Ehrlich Carcinoma cells ini berkaitan dengan kandungan flavonoid.

Flavonoid mempengaruhi tahapan metabolisme sel kanker misalnya dengan cara menghambat penggabungan timidin, uridin, dan leucin dengan sel kanker tersebut sehingga dapat menghambat sintesis DNA sel kanker. Peranan flavonoid sebagai antikanker juga diperkuat oleh eksperimen lain yang menggunakan hidrokarbon aromatic polisiklik sebagai penginduksi kanker. Mekanisme penghambatan terhadap hidrokarbon aromatic polisiklik berkaitan dengan penghambatan stimulasi metabolik yang diinduksi oleh hidrokarbon aromatic polisiklik dan memengaruhi aktivitas beberapa sel promoter. Flavonoid ini merupakan suatu zat yang banyak terdapat pada tumbuhan, tetapi dalam propolis berada dalam bentuk terkonsentrasi.

Dengan sistem metabolismenya, lebah membuat flavonoid dari tumbuhan itu lebih efektif. Jadi lebah seolah-olah menjadi perantara flavonoid dengan manusia dan hewan. Senyawa flavonoid yang ditemukan pada EEP antara lain betulinol, quersetin, isovanilin, galangin, isalpinin, kaemferol, rhamnetin, isohmnetin, pinocembrin, pinostrobin dan pinobaksin.

## 2.Saponin

Saponin adalah jenis glikosida yang banyak ditemukan dalam tumbuhan. Saponin memiliki karakteristik berupa buih. Sehingga ketika direaksikan dengan air dan dikocok maka akan terbentuk buih yang dapat bertahan lama. Saponin mudah larut dalam air dan tidak larut dalam eter. Saponin memiliki rasa pahit menusuk dan menyebabkan bersin serta iritasi pada selaput lendir. Saponin merupakan racun yang dapat menghancurkan butir darah atau hemolisis pada darah. Saponin bersifat racun bagi hewan berdarah dingin dan banyak diantaranya digunakan sebagai racun ikan. Saponin yang bersifat keras atau racun biasa disebut sebagai Sapotoksin. Saponin diklasifikasikan menjadi 2 yaitu : saponin steroid dan saponin triterpenoid. Saponin steroid tersusun atas inti steroid ( $C_{27}$ ) dengan molekul karbohidrat

Steroid saponin dihidrolisis menghasilkan suatu aglikon yang dikenal sebagai saraponin. Tipe saponin ini memiliki efek anti jamur. Pada binatang menunjukkan penghambatan aktifitas otot polos. Saponin steroid diekskresikan setelah konjugasi dengan asamglukoronida dan digunakan sebagai bahan baku pada proses biosintesis dari obat kortikosteroid.

Steroid saponin tersusun atas inti steroid ( $C_{27}$ ) dengan molekul karbohidrat. Hidrolisis steroid saponin akan memberikan aglikon yang dikenal sebagai sarsaponin. Beberapa contoh steroid saponin adalah asparagosida, avenokosida, disogenin ( $C_{23}H_{22}O_6$ ), ekdisteron ( $C_{27}H_{44}O_7$ ), tigogenin ( $C_{27}H_{44}O_3$ ). Saponin triterpenoid tersusun atas suatu triterpen ( $C_{30}$ ) dengan molekul karbohidrat. Hidrolisis saponin triterpenoid akan memberikan aglikon yang dikenal sebagai sapogenin. Tipe saponin ini merupakan derivat dari  $\beta$ -amirin. Beberapa contoh saponin triterpenoid adalah asiatikosida ( $C_{48}H_{78}O_{18}$ ), bakosida siklamin ( $C_{58}H_{94}O_{27}$ ), glisirizin ( $C_{42}H_{62}O_{16}$ ), panaksadiol dan panaksatriol (Suparjo 2008).

Saponin terdapat pada hampir semua tanaman, tetapi dalam tiap tanaman terdapat beberapa jenis saponin yang sifatnya berbeda satu sama lain. Oleh karena itu, saponin dapat dikatakan sebagai nama umum yang diberikan pada suatu kelompok senyawa, sehingga saponin dari satu tanaman akan berbeda dari saponin dari tanaman

lain baik dalam struktur kimianya, maupun dalam sifat fisika-kimia serta fisiologisnya.

Sifat-sifat dari senyawa saponin, yaitu berasa pahit, berbusa dalam air, mempunyai sifat detergen yang baik, beracun bagi binatang berdarah dingin dan mempunyai aktivitas hemolisis. Senyawa ini tidak beracun bagi binatang berdarah panas, mempunyai sifat anti eksudatif, mempunyai sifat anti inflamatori, dan mempunyai aplikasi yang baik dalam preparasi film fotografi.

### 3. Tanin

Tanin merupakan substansi yang tersebar luas dalam tanaman , seperti daun, buah yang belum matang , batang dan kulit kayu. Pada buah yang belum matang ,tanin digunakan sebagai energi dalam proses metabolisme dalam bentuk oksidasi tanin. Tanin yang dikatakan sebagai sumber asam pada buah.

Sifat-sifat Tanin :

1. Dalam air membentuk larutan koloidal yang bereaksi asam dan sepat .
2. Mengendapkan larutan gelatin dan larutan alkaloid.
3. Tidak dapat mengkristal.
4. Larutan alkali mampu mengoksidasi oksigen.
5. Mengendapkan protein dari larutannya dan bersenyawa dengan protein tersebut sehingga tidak dipengaruhi oleh enzim protiolitik.