

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Plastik

Plastik adalah polimer rantai panjang atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau "monomer" (Wikipedia, 2009). Bahan pembuat plastik pada mulanya adalah minyak dan gas sebagai sumber alami, tetapi di dalam perkembangannya bahan-bahan ini digantikan dengan bahan sintesis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan dengan cara kopolimerisasi, laminasi dan ekstruksi (Syarief, 1989).

Plastik merupakan senyawa sintesis dari minyak bumi (terutama hidrokarbon rantai pendek) yang dibuat dengan reaksi polimerisasi molekul-molekul kecil (monomer) yang sama, sehingga membentuk rantai panjang dan kaku dan akan menjadi padat setelah temperatur pembentukannya. Plastik memiliki titik didih dan titik beku yang beragam, tergantung dari monomer pembentuknya. Plastik merupakan senyawa polimer yang penamaannya sesuai dengan nama monomernya dan diberi awalan poli-. Contohnya adalah plastik yang terbentuk dari monomer-monomer propena, namanya adalah polipropilena. (Miskah, dkk., 2016). Secara umum, kelebihan plastik dibanding dengan material lain diantaranya adalah kuat, ringan, fleksibel, tahan karat, tidak mudah pecah, mudah diberi warna, mudah dibentuk, serta isolator panas dan listrik yang baik (Surono, 2013).

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu thermoplastik dan termosetting. Thermoplastik adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan termosetting adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan (UNEP, 2009). Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, thermoplastik adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya. Jenis-jenis plastik yang dapat didaur ulang dan penggunaannya dapat dilihat pada table 2.1.

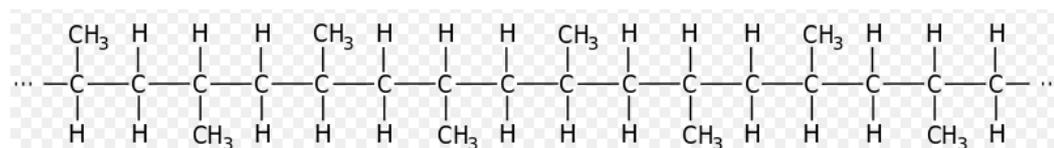
Tabel 2.1. Jenis Plastik dan Penggunaannya

No. Kode	Jenis Plastik	Penggunaan
1	PET (Polythylene Terephthalate)	Botol minuman, botol minyak goreng
2	HDPE (High-density Polyethylene)	Botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas
3	PVC (Polyvinyl Chloride)	Pipa selang air, pipa bangunan, taplak meja
4	LDPE (Low-density Polyethylene)	Kantong kresek, tutup plastik
5	PP (Polypropylene)	Cup plastic, tutup plastik, mainan
6	PS (Polystyrene)	Gelas, piring
7	Other (O), jenis plastik lainnya selain no.1 hingga 6	Galon air minum, alat-alat rumah tangga, sikat gigi

(Sumber :Taufan Landi, 2017)

2.2. Polipropilena (PP)

Polipropilena atau polipropena (PP) merupakan polimer hidrokarbon yang termasuk ke dalam polimer termoplastik yang dapat diolah pada suhu tinggi. Polipropilena berasal dari monomer propilena yang diperoleh dari pemurnian minyak bumi. Struktur molekul propilena $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$. Secara industri, polimerisasi polipropilena dilakukan dengan menggunakan katalis koordinasi. Struktur kimia polipropilen dapat dilihat pada Gambar 2.1..

**Gambar 2.1. Struktur Kimia Polipropilen**

Sumber : Sriyanto, 2016

Karakteristik dari polipropilen yaitu :

- Ringan (densitas 0.9 g/cm³)
- Mudah dibentuk

- c. Tembus pandang dan jernih dalam bentuk film, tapi tidak transparan dalam bentuk kemasan kaku
- d. Lebih kuat dari PE. Pada suhu rendah akan rapuh, dalam bentuk murninya mudah pecah pada suhu -30°C sehingga perlu ditambahkan PE atau bahan lain untuk memperbaiki ketahanan terhadap benturan. Tidak dapat digunakan untuk kemasan beku.
- e. Melalui penggabungan partikel karet, PP bisa dibuat menjadi liat serta fleksibel, bahkan di suhu yang rendah. Hal ini membolehkan polipropilena digunakan sebagai pengganti berbagai plastik teknik, seperti ABS.
- f. Polipropilena memiliki titik leleh $130-171^{\circ}\text{C}$ (Sriyanto, 2016), sebagaimana yang ditentukan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) sehingga sulit untuk dibentuk menjadi kantung dengan sifat kelim panas yang baik.
- g. Polipropilena memiliki resistensi yang sangat bagus terhadap kelelahan (bahan).
- h. Polipropilena memiliki permukaan yang tak rata, seringkali lebih kaku daripada beberapa plastik yang lain, lumayan ekonomis, dan bisa dibuat translusen (bening) saat tak berwarna tapi tidak setransparan polistirena, akrilik maupun plastik tertentu lainnya. Bisa pula dibuat buram dan/atau berwarna-warni melalui penggunaan pigmen.
- i. Lebih kaku dari PE dan tidak mudah sobek sehingga mudah dalam penanganan dan distribusi.
- j. Daya tembus (permeabilitasnya) terhadap uap air rendah, permeabilitas terhadap gas sedang, dan tidak baik untuk bahan pangan yang mudah rusak oleh oksigen.
- k. Tahan terhadap suhu tinggi sampai dengan 120°C , sehingga dapat dipakai untuk mensterilkan bahan pangan.
- l. Polipropilen juga tahan lemak, asam kuat dan basa, sehingga baik untuk kemasan minyak dan sari buah. Pada suhu kamar tidak terpengaruh oleh pelarut kecuali oleh HCl.

- m. Pada suhu tinggi PP akan bereaksi dengan benzen, siklen, toluen dan asam nitrat kuat.

2.3. Pirolisis

Pirolisis adalah proses degradasi atau penguraian bahan baku yang padat menjadi gas dengan bantuan panas tanpa adanya oksigen. Pirolisis disebut juga dengan destilasi kering karena proses penguraian disebabkan oleh pemanasan dan tanpa adanya kehadiran udara. Pirolisis banyak digunakan dalam bidang industri seperti pembuatan syngas, pembuatan arang, pembuatan metanol, pembuatan kokas dari batubara, mengubah hidrokarbon berat dan menengah menjadi hidrokarbon lebih ringan pada minyak bumi seperti pembuatan bensin, dan lain-lain (Widjaya, 1982).

Menurut Pranata (2008), pada proses pirolisis dihasilkan tiga macam penggolongan produk yaitu :

- a. Gas-gas yang dikeluarkan pada proses karbonisasi sebagian besar berupa gas CO₂ dan sebagian lagi berupa gas-gas yang mudah terbakar seperti CO, CH₄, H₂ dan hidrokarbon tingkat rendah lain.
- b. Destilat berupa asap cair dan tar. Komposisi utama dari asap cair adalah senyawa-senyawa hidrokarbon cair mulai dari C₁ hingga C₄ dan senyawa rantai panjang seperti paraffin dan olefin. Bagian lainnya merupakan komponen minor yaitu fenol, metal asetat, asam format, asam butirat, dll. Produk cair yang menguap mengandung tar dan poliaromatik hidrokarbon.
- c. Residu (karbon) dalam bahan berbeda-beda tergantung jenis bahan yang digunakan.

Proses pirolisis dikategorikan menjadi 3 tipe yaitu :

- a. Pirolisis lambat (*Slow Pyrolysis*)

Pirolisis yang dilakukan pada pemanasan rata-rata lambat. Pirolisis ini menghasilkan cairan yang sedikit sedangkan gas dan arang lebih banyak dihasilkan.

- b. Pirolisis cepat (*Fast Pyrolysis*)

Pirolisis ini dilakukan pada lama pemanasan 0,5-2 detik, suhu 400-600°C dan proses pemadaman yang cepat pada akhir proses. Pemadaman yang cepat sangat penting untuk memperoleh produk dengan berat molekul tinggi sebelum akhirnya terkonversi menjadi senyawa gas yang memiliki berat molekul rendah. Dengan cara ini dapat dihasilkan produk minyak pirolisis yang 75% lebih tinggi dibandingkan dengan pirolisis konvensional.

c. Pirolisis kilat (*Flash Pyrolysis*)

Pada pirolisis ini berlangsung hanya beberapa detik saja dengan pemanasan yang sangat tinggi.

2.3.1. Faktor yang Mempengaruhi Pirolisis

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas minyak yang dihasilkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi pirolisis adalah sebagai berikut:

a. Temperatur

Temperatur memiliki pengaruh yang besar dalam proses pirolisis. Semakin tinggi temperatur maka semakin banyak gas yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan bahan baku padatan akan menguap dan berubah menjadi gas sehingga berat dari padatan bahan baku akan berkurang. Namun, semakin tinggi temperatur akan membuat produk oil yang dihasilkan semakin berkurang. Hal ini dikarenakan temperatur yang tinggi dapat merubah hidrokarbon rantai yang panjang dan sedang menjadi hidrokarbon dengan rantai yang pendek. Jika rantai hidrokarbon sangat pendek, maka diperoleh hasil gas yang tidak dapat dikondensasi.

b. Waktu Reaksi

Waktu memiliki pengaruh pada proses pirolisis. Dalam kondisi vakum, waktu reaksi yang lama akan menyebabkan produk pirolisis menjadi gas. Karena semakin lama waktunya maka akan membuat hidrokarbon rantai panjang menjadi hidrokarbon rantai pendek. Produk padatan juga akan semakin berkurang karena menguap jika waktu reaksinya semakin lama.

c. Ukuran Bahan Baku

Ukuran bahan baku yang besar akan membuat perambatan panas antar bahan baku akan berlangsung lama. Hal ini akan menyebabkan proses penguapan bahan baku menjadi lebih lama.

d. Laju Pemanasan

Laju pemanasan sangat mempengaruhi hasil dari produk pirolisis yang didapatkan. Pada kondisi kerja bertekanan lingkungan, semakin tinggi laju reaksi pada pirolisis maka akan mendapatkan jumlah oil yang banyak. Namun, hal ini tidak efisien dikarenakan jika memperbesar laju reaksi maka akan membuat pemakaian energi untuk proses pirolisis menjadi lebih besar.

e. Katalis

Keberadaan katalis dengan jumlah yang banyak akan membuat proses dekomposisi semakin cepat. Namun jika terlalu banyak katalis yang dimasukkan maka akan membuat produk pirolisis akan menjadi gas. Ukuran pori dari katalis mempengaruhi hasil produk pirolisis. Karena di dalam pori permukaan katalis terdapat sisi aktif yang mengandung asam guna membantu proses perekahan. Semakin kecil ukuran katalis maka akan semakin besar luas permukaan katalis dan semakin memperbanyak jumlah pori pada katalis.

f. Kondisi Kerja

Kondisi kerja dalam pirolisis dapat dibagi menjadi 2, yaitu secara vakum dan secara atmosfer. Pada kondisi atmosfer, ketika bahan baku sudah menguap, maka akan langsung keluar dan dikondensasi. Sementara pada kondisi vakum maka hasil dari uap ditahan dan terjadi reaksi yang berkelanjutan.

g. Perlakuan Panas

Dalam proses pirolisis terdapat dua cara untuk memanaskan bahan baku, yaitu secara isothermal dan secara transien. Secara transien, bahan baku dipanaskan dari temperatur ruangan menuju temperatur kerja. Sementara jika secara isothermal maka reaktor dipanaskan terlebih dahulu hingga temperatur kerja dan bahan baku diumpankan ke dalam reaktor setelah temperatur kerja didapatkan.

2.4. Pemanas Induksi

Pemanas induksi adalah timbulnya panas pada logam yang terkena induksi medan magnet, hal ini disebabkan karena pada logam timbul *eddy current* atau arus pusar yang arahnya melingkar melingkupi medan magnet terjadinya arus pusar akibat dari induksi magnet yang menimbulkan fluks magnetik yang menembus logam, sehingga menyebabkan panas pada logam.

Induksi magnet adalah kuat medan magnet akibat adanya arus listrik yang mengalir dalam konduktor. Pemanasan induksi juga disebut sebagai proses pemanasan non-kontak yang menggunakan listrik frekuensi tinggi untuk menghasilkan panas yang konduktif secara elektrik. Karena non-kontak, proses pemanasan tidak mencemari bahan yang sedang dipanaskan. Hal ini juga sangat efisien karena panas yang sebenarnya dihasilkan di dalam benda kerja, ini dapat dibandingkan dengan metode pemanasan lain dimana panas yang dihasilkan dalam elemen api atau pemanas, yang kemudian diterapkan pada benda kerja. Untuk alasan ini, pemanas induksi cocok untuk beberapa aplikasi yang unik dalam industri (Noviansyah Ryan).

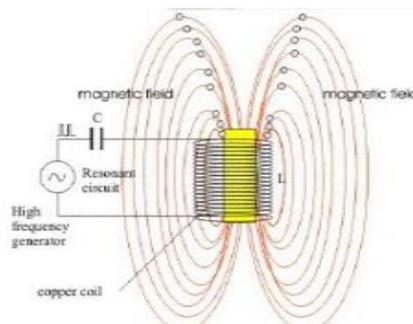
Sebuah pemanas sangat dipengaruhi oleh temperatur ruangan, waktu dan bahan yang digunakan pada saat alat pemanas tersebut digunakan. Berikut ini merupakan karakteristik dari pemanasan induksi antara lain: (Ambar Rencono, 2000)

- a. Pemanas harus dikonsentrasikan pada permukaan bahan yang akan dikerjakan.
- b. Rata-rata pemanas harus ditentukan sesuai bahan yang dikerjakan.
- c. Bagian dari permukaan yang dipanaskan dapat dikontrol, tetapi ada sedikit pemborosan panas.
- d. Total pemanas perbagian dari pekerjaan dapat dikontrol dengan *electric timer*.
- e. Pada sebuah pemanas efisiensinya lebih dari 50% dari harga peralatan pemanas pada umumnya.

2.4.1. Mekanisme Pemanas Induksi

Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi tinggi yang dibangkitkan dari power modul. Frekuensi ini akan memicu sebuah komponen elektronika untuk

membangkitkan daya AC yang memiliki frekuensi tinggi. Daya AC frekuensi tinggi ini yang dikirimkan ke kumparan untuk menimbulkan fluks, besar kecilnya fluks yang di bangkitkan bergantung pada luas bidang kumparan induksi yang digunakan. Hal ini dikarenakan *induction heater* memanfaatkan rugi-rugi yang terjadi pada kumparan penginduksi. Arus *Eddy* berperan dominan dalam proses *induction heating*, Panas yang dihasilkan pada material sangat bergantung kepada besarnya arus *eddy* yang diinduksikan oleh lilitan penginduksi. Ketika lilitan dialiri oleh arus bolak-balik, maka akan timbul medan magnet di sekitar kawat penghantar. Medan magnet tersebut besarnya berubah-ubah sesuai dengan arus yang mengalir pada lilitan tersebut. Cara Kerja Pemanas Induksi dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Cara Kerja Pemanas Induksi

Sumber : (Rizky Noviansyah, 2011)

Menurut Lozinski (1969), hal yang dapat menentukan banyaknya arus *Eddy* pada logam adalah :

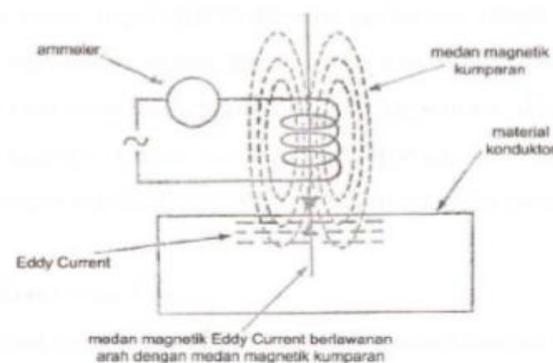
1. Besar medan magnet yang menginduksi Logam
2. Bahan logam yang digunakan untuk menghasilkan panas. Semakin kecil hambatan jenis logam, semakin baik untuk dijadikan objek panas logam.
3. Luas permukaan logam, makin luas permukaan logam maka makin banyak arus *Eddy* pada permukaan logam tersebut
4. Besar frekuensi, makin besar frekuensi maka makin banyak medan magnet yang dihasilkan.

2.4.2. Arus *Eddy*

Arus *eddy* memiliki peranan yang paling dominan dalam proses pemanasan induksi. Panas yang dihasilkan pada material sangat bergantung kepada besarnya

arus eddy yang diinduksikan oleh lilitan penginduksi. Ketika lilitan dialiri oleh arus bolak-balik, maka akan timbul medan magnet di sekitar kawat penghantar. Medan magnet tersebut besarnya berubah-ubah sesuai dengan arus yang mengalir pada lilitan tersebut. Jika terdapat bahan konduktif disekitar medan magnet yang berubah-ubah tersebut, maka pada bahan konduktif tersebut akan mengalir arus yang disebut arus eddy. (Rezon Arif, 2013) *Eddy Current* adalah induksi arus listrik bolak-balik didalam material konduktif oleh medan magnetik bolak-balik (yang dihasilkan oleh arus listrik bolak-balik tersebut). Arus induksi didalam material yang termodifikasi akan menimbulkan perubahan nilai arus induksi yang melalui material tersebut. Perubahan arus induksi dapat dianalisis dan dapat menunjukkan kemungkinan modifikasi dari material. Prinsip Eddy Current didasarkan pada hukum Faraday yang menyatakan bahwa pada saat sebuah konduktor dipotong garis-garis gaya dari medan magnetik atau dengan kata lain, gaya elektromotif (EMF) akan terinduksi kedalam konduktor. Besarnya EMF bergantung pada : (Rezon Arif, 2013) 1). Ukuran, kekuatan, dan kerapatan medan magnet. 2). Kecepatan pada saat garis-garis gaya magnet dipotong. 3). Kualitas konduktor.

Karena *Eddy Current* adalah perjalanan arus listrik didalam konduktor, maka akan menghasilkan medan magnetik juga. Hukum Lenz menyatakan bahwa medan magnetik dari arus terinduksi memiliki arah yang berlawanan dengan penyebab arus terinduksi. Medan magnetik Eddy Current berlawanan arah terhadap hasil medan magnetik kumparan ditunjukkan oleh Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Arah Medan Magnet Eddy Current Berlawanan dengan Arah Medan Magnet Kumparan

Sumber : (Rizky Noviansyah, 2011)

2.5. Bahan Bakar Cair (BBM)

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. Dengan kemudahan penggunaan, ditambah dengan efisiensi thermis yang lebih tinggi, serta penanganan dan pengangkutan yang lebih mudah, menyebabkan penggunaan minyak bumi sebagai sumber utama penyedia energi semakin meningkat. Secara teknis, bahan bakar cair merupakan sumber energi yang terbaik, mudah ditangani, mudah dalam penyimpanan dan nilai kalor pembakarannya cenderung konstan. Beberapa kelebihan bahan bakar cair dibandingkan dengan bahan bakar padat antara lain kebersihan dari hasil pembakaran, menggunakan alat bakar yang lebih kompak, dan penanganannya lebih mudah. Salah satu kekurangan bahan bakar cair ini adalah harus menggunakan proses pemurnian yang cukup kompleks.

Spesifikasi kerosin, bensin, dan solar dapat dilihat pada tabel 2.2, 2.3, 2.4.

Tabel 2.2 Spesifikasi Kerosin (Minyak Tanah)

No.	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji
			Min.	Maks.	
1	Densitas pada 15°C	kg/m ³	-	835	ASTM D 1298
2	Titik Asap	mm	15	-	ASTM D 1322
3	Nilai Jelaga	mg/kg	-	40	IP 10
4	Distilasi : Perolehan pada 200°C	% vol	18	-	ASTM D 86
	Titik Akhir	C	-	310	
5	Titik Nyala	C	38	-	IP 170
	Kandungan	%			
6	Belerang	massa	-	0,2	
7	Korosi Bilah Tembaga		-	no.1	
8	Bau dan Warna		Dapat dipasarkan		

(sumber : www.pertamina.com)

Tabel 2.3. Spesifikasi Bensin (Premium)

No.	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji (ASTM)
			Min	Maks	
	Bilangan Oktana				
1	Angka Oktana Riset (RON)	RON	88	-	D 2699
2	Stabilitas Oksidasi	menit	360	-	D 525 D 2622/ D 4294 / D
3	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05	7039
4	Kandungan Timbal (Pb)	gr/l	-	0,013	D 3237
			injeksi imbal tidak diizinkan		
5	Kandungan Logam (Mn,Fe)	mg/l	tidak terlacak		D 3831/D 5185 D 4815 / D 6839 /
6	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7	D 5599 D 1319/ D 6839/ D
7	Kandungan Olefin	% v/v	Dilaporkan		6730 D 1319/ D 6839/ D
8	Kandungan Aromatik	% v/v	Dilaporkan		6730 D 5580/D 6839 /D
9	Kandungan Benzene	% v/v	Dilaporkan		6730/D 3606
10	Distilasi:				D 86
	10% vol.Penguapan	°C	-	74	
	50% vol.Penguapan	°C	75	125	
	90% vol.Penguapan	°C	-	180	
	Titik didih akhir	°C	-	215	
	Residu	% vol		2	
11	Sedimen	mg/l	-	1	D 5452
		mg/100			
12	Unwashed Gum	ml	-	70	D 381
		mg/100			
13	Washed Gum	ml	-	5	D 381
14	Tekanan Uap Berat Jenis (pada suhu	kPa	45	69	D 5191/ D 323
15	15°C)	kg/m3	715	770	D 4052/D 1298
16	Korosi bilah tembaga	merit	Kelas 1tif		D 130
		%			
17	Sulfur Merkaptan	massa	-	0,002	D 3227
18	Penampilan Visual	Jernih dan terang			
19	Bau	Dapat dipasarkan			
20	Warna	Kuning			
		gr/100			
21	Kandungan pewarna	l	-	0,13	

(sumber : www.pertamina.com)

Tabel 2.4. Spesifikasi Solar

Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji (ASTM)
		Min.	Maks.	
Angka Setana	-	48	-	D 613
Indeks Setana	-	45	-	D 4737
Berat Jenis, 15°C	kg/m ³	815	860	D 4052
Viskositas, 40°C	mm ² /sec	2	4,5	D 445
		-	0,35	
		-	0,3	
Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,25	D2622/D 5453
		-	0,05	
		-	0,005	
Distilasi 90 % vol.penguapan	°C	-	370	D 86
Titik Nyala	°C	52	-	D 93
Titik Tuang	°C	-	18	D 97
Residu Karbon	% m/m	-	0,1	D 4530/ D 189
Kandungan Air	mg/kg	-	500	D 6304
Biological Growth	-	Nihil		
Kandungan FAME	% v/v	-	-	D 4815
		Tak Terdeteksi Kelas		
Kandungan metanol	% v/v	-	1	D 130
Korosi Bilah Tembaga	merit	-	0,01	D 482
Kandungan Abu	% v/v	-	0,01	D 473
Kandungan Sedimen	% m/m	-	0	D 664
Bilangan Asam Kuat	mgKOH/gr	-	0,6	D 664
Bilangan Asam Total	mgKOH/gr	-	-	D 2276
Partikulat	mg/l	Jernih & Terang		
Penampilan Visual	-	-	3	D 1500
Warna	No.ASTM	-	460	D 6079
Lubicity	micron	-	-	

(sumber : www.pertamina.com)

2.6. Pengujian Karakteristik Bahan Bakar Cair

2.6.1 Berat Jenis (*Specific Gravity*) dan *API Gravity*

Specific gravity (Berat Jenis) adalah perbandingan berat dari bahan bakar minyak pada temperatur tertentu terhadap air pada volume dan temperatur yang sama. Umumnya, bahan bakar minyak memiliki *specific gravity* 0,74 – 0,96, dengan kata lain bahan bakar minyak lebih ringan daripada air. Pada beberapa

literatur digunakan *American Petroleum Institute (API) gravity*. *Specific gravity* dan *API gravity* adalah suatu pernyataan yang menyatakan density (kerapatan) atau berat per satuan volume dari suatu bahan. (Wiratmaja, 2010)

Berat jenis dan *API Gravity* menyatakan densitas atau berat persatuan volume suatu zat. *API Gravity* dapat diukur dengan hidrometer (ASTM 287), sedangkan berat jenis dapat ditentukan dengan piknometer (ASTM D 941 dan D 1217). Pengukuran *API Gravity* dengan hidrometer dinyatakan dengan angka 0-100, sedangkan *specific gravity* merupakan harga relatif dari densitas suatu bahan terhadap air. Hubungan *API Gravity* dengan berat jenis adalah sebagai berikut:

$$\text{spgr} = \frac{\text{Densitas minyak}}{\text{Densitas air}} \quad (\text{Wiratmaja, 2010})$$

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141,5}{\text{sg}} - 131,5 \quad (\text{Wiratmaja, 2010})$$

Satuan berat jenis dapat dinyatakan dengan lb/gal atau lb/barel atau m³/ton. Tujuan dilaksanakan pemeriksaan terhadap *API Gravity* dan berat jenis adalah untuk indikasi mutu minyak dimana semakin tinggi *API Gravity* atau makin rendah berat jenis maka minyak tersebut makin berharga karena banyak mengandung bensin. Sebaliknya semakin rendah *API Gravity* maka semakin banyak lilin. Minyak yang mempunyai berat jenis tinggi berarti minyak tersebut mempunyai kandungan panas (*heating value*) yang rendah.

2.6.2. Viskositas

Viskositas ialah penilaian dari kekebalan fluida yang disalin baik dengan tuntutan maupun tegangan. Lebih jelasnya, definisi viskositas ialah sebuah tingkatan kepekatan fluida yang bisa menjelaskan besar kecilnya suatu sentuhan dalam fluida. Kemudian, jika semakin besar viskositas dalam fluida maka akan bertambah sulit untuk bergerak dan juga akan bertambah sulit benda dapat bergerak di dalam fluida.

Faktor- faktor yang mempengaruhi viskositas adalah sebagai berikut : tekanan, temperature, kehadiran zat lain, ukuran dan berat molekul, kekuatan antar molekul, konsentrasi larutan. Rumus Viskositas:

$$\eta \text{ dinamis} = k (\rho \text{ bola} - \rho \text{ minyak}) t$$

$$\eta \text{ kinematik} = \frac{\eta \text{ dinamis}}{\rho \text{ minyak}}$$

2.6.3. Titik Nyala (*Flash Point*)

Titik nyala (*flash point*) adalah titik temperatur terendah dimana bahan bakar dapat menyala pada kondisi tertentu pada tekanan satu atmosfer. Titik nyala (*flash point*) merupakan faktor penting untuk keamanan terhadap kebakaran. Penentuan nilai titik nyala ini juga berkaitan dengan keamanan dalam penyimpanan penanganan bahan bakar dan diuji dengan menggunakan alat *Pensky Marten Closed Tester* (ASTM, 1990) (Nasrun dkk., 2016).

2.6.4. Nilai Kalor (*Calorific Value*)

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas / kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/ oksigen. Nilai kalor atas untuk bahan bakar cair ditentukan dengan pembakaran dengan oksigen bertekanan *pada bomb calorimeter*. Nilai kalori diperlukan karena dapat digunakan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan untuk suatu mesin dalam suatu periode. Nilai kalori umumnya dinyatakan dalam satuan Kcal/kg atau Btu/lb (satuan *british*).

Nilai kalor bahan bakar padat terdiri dari GHV (*gross heating value/* nilai kalor atas) dan NHV (*net heating value/* nilai kalor bawah). Nilai bakar atas atau “*gross heating value*” atau “*higher heating value*” (HHV). Nilai bakar bawah atau “*net heating value*” atau “*lower heating value*” (LHV). Perbedaan dari kedua nilai tersebut ditentukan dari panas laten kondensasi dari uap air yang dihasilkan selama proses pembakaran berlangsung

Berdasarkan buku *Stoichiometry and Thermodynamics of Metallurgical Processes* yang ditulis oleh Y.K Rao (1985), nilai kalor bahan bakar cair hidrokarbon dapat dihitung dari rumus-rumus empiris. Rumus-rumus ini didasarkan atas fakta bahwa semakin ringan bahan bakar cair, karena mengandung persentase hidrogen yang lebih tinggi, memiliki nilai kalor yang lebih besar.

Persamaan berikut berdasarkan hubungan antara *API Gravity* dan nilai kalor bahan bakar cair :

$$\text{GHV} = 43350 + 93(\text{API gr.} - 10) \text{ kJ/kg} \quad (\text{Y.K. Rao, 1985})$$

Dimana *API gr.* Merupakan *API Gravity* bahan bakar cair pada 60/60°F. Nilai kalor bersih atau *NHV* (dalam kJ/kg) dapat dihitung dengan mengurangkan faktor $24,44(9H+M)$ dari nilai *GHV*, dimana *H* dan *M* merupakan persentase berat dari hidrogen dan *moisture* dalam bahan bakar.