

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

^[28]Rachmadena, D., Faizal, M. dan Said, M. (2018) melakukan penelitian dengan bahan baku berupa jenis limbah plastik yaitu *Polypropilene* (PP). Variasi berupa waktu perengkahan selama 20 menit, 40 menit, 60 menit, serta berat katalis sebesar 4%, 6% dan 8%. Didapatkan hasil dekomposisi dengan kondisi terbaik dalam menguraikan sampah plastik terjadi pada suhu 350⁰C dengan waktu operasi 60 menit dengan penambahan 4% berat katalis menghasilkan 17,5% *liquid* produk.

^[29]Wahyudi, E., Zultiniar dan Saputra, E. (2015) melakukan penelitian dengan bahan baku yang digunakan limbah plastik *Polypropilene* (PP). Sebagai katalis yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit X dari *Coal Fly Ash*. Pada Penelitian ini, 100 gram plastik Polypropilene direngkahkan dalam reaktor batch pada suhu 350⁰C, 400⁰C, dan 450⁰C dengan waktu 60 menit dengan variasi rasio katalis 0,5;1,0;1,5 (% wt). Hasil penelitian yang didapatkan dengan yield tertinggi yaitu sebesar 76,09 % yaitu pada temperatur 450⁰C dan rasio katalis 1,5%.

^[30]Nugraha, M.F., Wahyudi, A. dan Gunardi, I. (2013) melakukan penelitian dengan bahan baku berupa jenis limbah plastik Polypropilene dimana pada penelitian ini digunakan logam NiO dengan penyangga γ -Al₂O₃ (NiO/ γ -Al₂O₃) sebagai katalis untuk proses reforming minyak hasil pirolisis plastik polipropilen. Variabel penelitian meliputi Loading Ni (% massa) : 6; 10; 14, Laju alir (ml/jam) : 217; 500; 690, Suhu reaksi (⁰C) : 400; 450; 500. Berdasarkan hasil penelitian dan analisa diketahui bahwa % yield aromatis terbesar pada proses reforming minyak hasil pirolisis plastik polipropilen dihasilkan dengan kondisi operasi 14 % loading Ni pada katalis, temperature reforming 500⁰C serta laju reaktan sebesar 217 mL/jam. Dengan kata lain dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini, hasil terbaik didapat pada variabel flowrate terendah dan variabel suhu tertinggi.

Kondisi operasi efektif dalam pembuatan fuel pada proses reforming diperoleh saat loading Ni pada katalis NiO/ γ -Al₂O₃ 14 %, temperatur reforming 400°C serta rate reaktan 500 mL/jam.

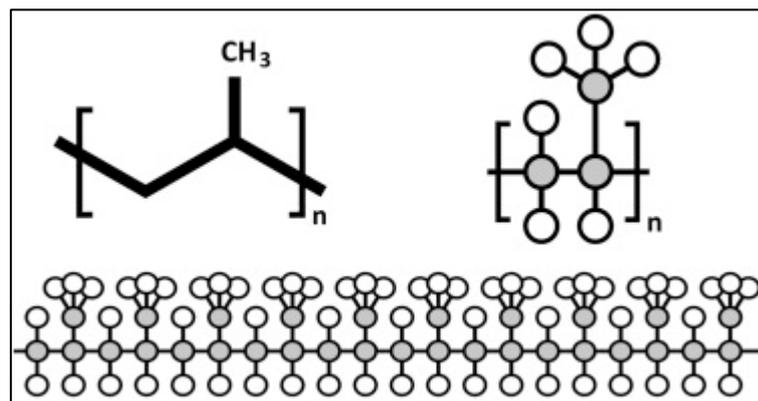
^[31]Nazif, R., Wicaksana, E. dan Halimatuddahlia (2016) melakukan penelitian dengan bahan baku berupa jenis limbah plastik Polypropilene dimana tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati pengaruh variabel proses (suhu proses dan jumlah katalis karbon aktif) terhadap yield dan kualitas bahan bakar cair yang dihasilkan dari plastik bekas kemasan gelas (PBKG) jenis polipropilena meliputi densitas/ specific gravity/ API gravity, viskositas kinematis, heating value, karakteristik Fourier Transform Infra -Red (FTIR), dan karakteristik Gas Chromatography -Mass Spektrofotometer (GC-MS). Proses pirolisis dilakukan menggunakan reaktor semi batch stainless steel unstirred. Sampel yang digunakan sebanyak 500 gram plastik bekas kemasan gelas (PBKG) jenis polipropilena (PP). Kemudian ditambahkan katalis, dengan rasio Karbon aktif: Polipropilena (b : b) yaitu 1 : 10 ; 1,5 : 10 ; 2 : 10 ; 2,5 : 10 ; dan 3 : 10. Variabel suhu yang digunakan adalah 200°C, 250 °C, 300 °C dan 350 °C dan dipertahankan selama 2 jam. Langkah terakhir adalah kondensasi, kemudian produk liquid dianalisis densitas, viskositas, specific gravity, API gravity, analisis FTIR dan analisis chromatography–mass spectrometry (GC-MS). Dari analisis GC-MS, produk liquid hasil pirolisis banyak mengandung hidrokarbon fraksi diesel yaitu C₈ sampai C₂₁. Suhu pirolisis dimana menghasilkan senyawa hidrokarbon mendekati mutu diesel yang terbaik adalah pada 300 °C dengan rasio Karbon Aktif : PP yaitu 10: 2, serta analisis terhadap produk bahan bakar cair yang dihasilkan, menyatakan bahan bakar cair mendekati mutu diesel, dimana memenuhi standar dari diesel.

2.2 Definisi Plastik

Plastik adalah salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi ^[26](Kumar dkk., 2011).

2.3 Polymer

Polymer terbentuk dari molekul identik yang mengikat disebut *monomer*. Molekul tersebut merupakan senyawa organik (mempunyai rantai karbon), dan *polymer* anorganik. beberapa contoh dari *polymer* adalah plastik dan DNA makhluk hidup . Pada Gambar 2.1 diperlihatkan ilustrasi dari rantai *polymer*



Gambar 2.1 Ilustrasi Rantai Polymer

(Sumber: Lit.2)

2.3.1 Polymer Termoplastik

Polymer termoplastik adalah salah satu jenis *polymer* yang sifatnya tidak tahan terhadap panas. Sangat mudah mencair dan berubah fasa serta terurai unsur kimianya jika jenis *polymer* ini di panaskan .

Berikut ini adalah Beberapa contoh bahan yang termasuk pada kategori Polymer Termoplastik :

1. *Polyethylene* : Botol plastik, mainan anak-anak, ember, isolator kawat.
2. *Polypropylene*: Kantong plastik, bungkus makanan cepat saji, kotak kaset, paralon,
3. *Polystyrene*: Styroform .



Gambar 2.2 Contoh Dari Benda Berbahan Dasar *Polymer*
(Sumber: Lit.3)

2.3.2 Sifat Thermal data plastik

Pengetahuan sifat thermal dari berbagai jenis plastik sangat penting dalam proses pembuatan dan daur ulang plastik. Sifat-sifat thermal yang penting adalah titik lebur (T_m), temperatur transisi (T_g) dan temperatur dekomposisi. Temperatur transisi adalah temperatur di mana plastik mengalami perengganan struktur sehingga terjadi perubahan dari kondisi kaku menjadi lebih fleksibel.

Di atas titik lebur, plastik mengalami pembesaran volume sehingga molekul bergerak lebih bebas yang ditandai dengan peningkatan kelenturannya. Temperatur lebur adalah temperatur di mana plastik mulai melunak dan berubah menjadi cair.

Temperatur dekomposisi merupakan batasan dari proses pencairan. Jika suhu dinaikkan di atas temperatur lebur, plastik akan mudah mengalir dan struktur akan mengalami dekomposisi. Dekomposisi terjadi karena energi thermal melampaui energi yang mengikat rantai molekul. Secara umum polimer akan mengalami dekomposisi pada suhu di atas 1,5 kali dari temperatur transisinya^[32](Budiyantoro, 2010)

Data sifat termal yang penting pada proses daur ulang plastik bisa dilihat pada tabel berikut:

Jenis Bahan	T _m (°C)	T _g (°C)	Temperatur Kerja Maksimal (°C)
PP	168	5	80
HDPE	134	-110	82
LDPE	330	-115	260
PA	260	50	100
PET	250	70	100
ABS		110	85
PS		90	70
PMMA		100	85
PC		150	246
PVC		90	71

Tabel 2.1 Data temperatur transisi dan temperatur lebur plastik

(Sumber:Lit 32)

2.4 Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah merupakan salah satu proses yang sangat di perlukan oleh masyarakat bertujuan untuk:

1. Mengubah sampah menjadi produk yang lebih bermanfaat dan mempunyai harga jual
2. Mengolah sampah agar menjadi material yang tidak berbahaya bagi masyarakat maupun lingkungan hidup.

2.4.1 Metode Pirolisis

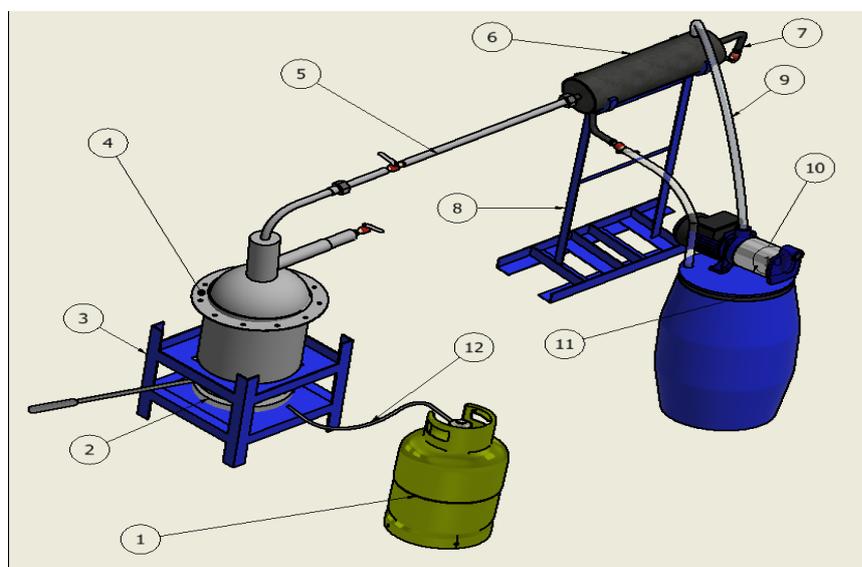
Pyrolysis merupakan suatu metode komposisi bahan kimia organik maupun non-organik melalui proses pemanasan tanpa sedikit oksigen atau zat reagen lainnya, dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas.

Pyrolysis dilakukan dengan hanya menyisakan senyawa karbon sebagai residu disebut Karbonisasi.

Metode *pyrolysis* sendiri dapat diterapkan dalam penggunaan untuk menghasilkan suatu senyawa yang dapat dijadikan sebagai sumber bahan bakar berupa cairan.

2.5 Gambaran Mesin Yang Dirancang

Berikut ini **Gambar 2.3** menunjukkan skema perancangan alat pirolisis untuk mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak.



Gambar 2.3 : Sket Mesin Alat Pirolis Menjadi bahan bakar minyak
(dokumen pribadi)

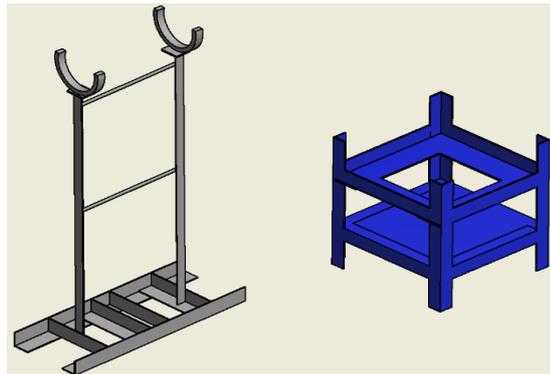
Keterangan gambar:

- | | |
|-----------------------------------|------------------------|
| 1. LPG | 8. Kerangka Kondensor |
| 2. Kompor | 9. Selang |
| 3. Kerangka Reaktor | 10. Pompa Air Otomatis |
| 4. Reaktor | 11. Drum |
| 5. Pipa Penyalur | 12. Selang Regulator |
| 6. Kondensor | |
| 7. Pipa keluarnya Hasil Destilasi | |

2.6 Bahan dan komponen Alat Priolisis

2.6.1 Kerangka

Kerangka merupakan komponen yang berfungsi sebagai dasar/alas bagi kedudukan komponen-komponen agar tetap berada pada posisinya ketika rangkaian alat beroperasi.



Gambar 2.4 Sket Kerangka Kondensor dan Reaktor
(Sumber Dokumentasi Pribadi)

Rumus mencari beban yang diterima oleh kerangka kondensor

$$W_t = W_{\text{pipa kondensor}} + W_{\text{air}} \quad (2.1, \text{Lit. 17, Hal. 14})$$

keterangan :

W_t = berat beban total yang di topang kerangka (kg)

$W_{\text{pipa kondensor}}$ = berat pipa kondensor (kg)

W_{air} = berat air (kg)

Rumus mencari beban yang diterima oleh kerangka reaktor

$$W_t = W_{\text{pipa reaktor}} + W_{\text{plastik}} \quad (2.2, \text{Lit. 17, Hal. 14})$$

Keterangan :

W_t = berat beban total yang di topang kerangka (kg)

$W_{\text{pipa reaktor}}$ = berat pipa reaktor (kg)

W_{plastik} = berat plastik (kg)

2.6.2. Besi Profil L / Siku

Penggunaan besi siku dalam suatu rancangan sudah sangat menjadi kebutuhan. Beberapa kegunaan besi siku adalah sebagai struktur penyangga, atau struktur penopang, atau penguat atau penstabil untuk berbagai macam konstruksi.



Gambar 2.5 Besi siku

(Sumber: Lit.23)

2.6.3 Reaktor

Reaktor merupakan salah satu komponen yang fungsinya sebagai tempat mereaksikannya bahan baku (plastik) dengan cara di panaskan tanpa ada campuran unsur kimia lainnya. Proses pembakaran ini mengubah fisik plastik yang awalnya padat, sampai menjadi uap atau gas. Didalam komponen ini juga terjadi reaksi dekomposisi unsur kimiawi yang terdapat pada plastik (*polymer*).



Gambar 2.6 Reaktor

(Sumber Dokumentasi Pribadi)

Rumus Menemukan volume reaktor :

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t \quad (2.3, \text{Lit. } 16)$$

$$r = d/2$$

Keterangan :

V = Volume d= diameter

r = Jari-Jari t= Tinggi

Menemukan ukuran ketebalan pipa (berdasarkan BKI 2006 sec.11 C2.1)

$$S = S_0 + c + b \quad (2.4, \text{Lit. } 17, \text{Hal. } 28-29)$$

Keterangan :

$$S_0 = \frac{d_a \cdot p_c}{(20 \cdot \sigma_{permukaan} \cdot v) + p_c}$$

Da = Diameter Luar Pipa

Pc = Ketentuan Tekanan

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max (BKI 2006 sec.11 tabel 11.1)

$$= 80 \text{ N/mm}^2$$

V = Faktor Efisiensi

$$= 1,00$$

C = tingkat korosi (BKI 2006 sec.11 tabel 11.2)

$$= 3,0 \text{ (karena faktor korosi tinggi)}$$

b = beban yang diterima pipa

$$= 0$$

S = tebal pipa

Rumus Menemukan Energi dalam (dU)

$$dU = Q_{in} - (Q_{out1} + Q_{out2}) \quad (2.5, \text{Lit. } 19, \text{Hal. } 33-34)$$

Keterangan :

dU = Perubahan energi dalam

Q_{out1} = Panas keluar pada pipa gas menuju pipa penyalur

Q_{out2} = Panas keluar pada isolasi

Q_{in} = Panas masuk

2.6.4 Pipa penghubung

Setelah bahan baku (plastik) dibakar menjadi fase uap atau gas di dalam tabung reaktor, maka tugasnya pipa penyalur untuk menyalurkan gas yang keluar dari dalam tabung reaktor menuju kondensor. Selain itu, pipa penyalur dibuat agar terjadi pelepasan panas dari gas ke udara lingkungan yang besar, hal ini Bermaksud agar kerja fluida pendingin pada kondensor untuk mendinginkan gas tidak terlalu besar.

Rumus Menemukan volume pipa penghubung :

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t \quad (2.6, \text{Lit. } 16)$$

$$r = d/2$$

Keterangan :

V = Volume d= diameter

r = Jari-Jari t= Tinggi

Menemukan ukuran ketebalan pipa (berdasarkan BKI 2006 sec.11 C2.1)

$$S = S_0 + c + b \quad (2.7, \text{Lit. } 17, \text{Hal. } 28-29)$$

Keterangan :

$$S_0 = \frac{d_a \cdot p_c}{(20 \cdot \sigma_{permukaan} \cdot v) + p_c}$$

Da = Diameter Luar Pipa

Pc = Ketentuan Tekanan

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max (BKI 2006 sec.11 tabel 11.1)

$$= 80 \text{ N/mm}^2$$

V = Faktor Efisiensi

$$= 1,00$$

C = tingkat korosi (BKI 2006 sec.11 tabel 11.2)

$$= 2(\text{faktor korosinya rendah})$$

b = beban yang diterima pipa

$$= 0$$

S =tebal pipa

2.6.5 Kondensor

Kondensor merupakan salah satu komponen penting dalam proses pirolisis ini. Di kondensor inilah, tetesan cairan kondensat yang akan menjadi bahan bakar dihasilkan. mengkondensasi gas dari hasil pemanasan dalam reaktor adalah cara mendapatkan tetesan cairan tersebut . Semakin baik proses pendinginan dalam kondensor, akan semakin banyak pula cairan kondensat yang dihasilkan.

Rumus Menemukan volume kondensor :

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t \quad (2.8, \text{Lit. } 16)$$

$$r = d/2$$

Keterangan :

V = Volume d= diameter

r = Jari-Jari t= Tinggi

Rumus Menemukan ukuran ketebalan pipa (berdasarkan BKI 2006 sec.11 C2.1)

$$S = S_0 + c + b \quad (2.9, \text{Lit. } 17, \text{Hal. } 28-29)$$

Keterangan :

$$S_0 = \frac{d_a \cdot p_c}{(20 \cdot \sigma_{permukaan} \cdot v) + p_c}$$

Da = Diameter Luar Pipa

Pc = Ketentuan Tekanan

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max (BKI 2006 sec.11 tabel 11.1)

$$= 80 \text{ N/mm}^2$$

V = Faktor Efisiensi

$$= 1,00$$

C = tingkat korosi (BKI 2006 sec.11 tabel 11.2)

$$= 2(\text{faktor korosinya rendah})$$

b = beban yang diterima pipa

$$= 0$$

S =tebal pipa

2.6.6 Tungku

Tungku adalah salah satu komponen pada konstruksi alat yang fungsinya, untuk membakar dan juga menghasilkan kalor yang dibutuhkan oleh reaktor untuk mereaksikan bahan baku (plastik). LPG (*liquid petroleum gases*) dapat digunakan sebagai bahan bakar utama pada tungku tersebut.

2.6.7 Tabung Gas LPG 12 Kg

LPG tersusun atas campuran Propane & Butane

Spesifikasi LPG:

-Tinggi : 74 cm
Kg -Berat Tabung : 15,1

-Tebal Plat (T) : 2,3 mm -Berat Isi O₂ : 12 Kg

-Diameter (D) : Ø 28 cm -Jari-Jari (r) : 14 cm

-Volume : 6,7 L (Ruang Gas) -Berat Total : 27,1
Kg

-Water Content : 26,2 L (bila Tabung diisi air muat 26.2 L)

-Tekanan Max Tabung : 31 kg/cm²

-Jila Tabung diisi Propane murni bermuat : 11 Kg

-Jika Tabung diisi Butane murni bermuat : 13 Kg

(Sumber Lit.12)

2.6.8 Pompa Air



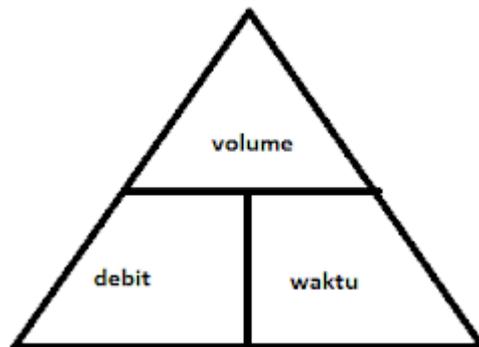
Gambar 2.7 Pompa Air

(Sumber: Lit.20)

Pompa air ini memiliki spesifikasi

1. Jenis mesin :Shimizu-PS-135-BIT
2. Daya Listrik : 125 watt
3. Daya Hisap : 9 meter
4. Daya Dorong : 24 meter
5. Kapasitas : 33 lt/menit
6. Dimensi (PxLxT) : 320 x 240 x 307
7. Voltage/Hz : 220v/50hz

Rumus mencari waktu air penuh di dalam kondensor



(2.10, Lit. 22)

$$volume = debit \times waktu$$

$$debit = \frac{volume}{waktu}$$

$$waktu = \frac{volume}{debit}$$

Keterangan :

debit (m^3/s)

volume (m^3)

waktu (s)

2.7 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah salah satu ilmu teknik yang mempelajari bagaimana cara menghasilkan, menggunakan, mengubah, dan menukarkan panas di antara sistem fisik. Energi panas berpindah dari temperatur tinggi ke temperatur rendah.

2.7.1 Konduksi

perpindahan energi panas melalui suatu zat penghantar dimana tidak terjadi perpindahan zat perantaranya di sebut konduksi.

Contoh :

1. sendok besi digunakan mengaduk segelas susu panas, lama kelamaan sendok besi akan menjadi panas. Akan Tetapi bentuk fisik sendok besi tidak berubah.
2. Setrika yang panas diletakkan diatas pakaian, maka pakaian akan ikut menjadi panas.

*Konduksi bisa disebut juga dengan hantaran.

Rumus perpindahan panas dengan konduksi

$$\frac{q}{A} = -kA \frac{dt}{dx} \quad \text{atau} \quad q = \frac{T1-T2}{Rk} \quad (2.11, \text{Lit. 21})$$

Keterangan :

q = Energi panas (kW)

A = Luas penampang permukaan benda (m^2)

k = Konduktifitas termal (W/m.K)

dt = Beda temperatur (K)

dx = Tebal benda (m)

2.7.2 Konveksi

Perpindahan energi panas melalui zat perantara dengan disertai perpindahan zat perantaranya disebut konveksi.

Biasanya konveksi terjadi ketika energi panas mengalir pada zat gas dan zat cair.

Contoh :

1. Terjadinya angin laut
2. Terjadinya angin darat

*Konveksi bisa disebut juga aliran. Karena saat energi mengalir di suatu air, maka akan terjadinya air yang mengalir dari air yang mempunyai suhu panas ke air yang mempunyai suhu lebih rendah.

Rumus perpindahan panas secara konveksi

$$H = \frac{Q}{t} = h \cdot A \cdot \Delta T$$

(2.12, Lit. 21)

Keterangan :

H = laju kalor (kal/s atau J/s)

Q = kalor (j) atau (kal)

t = waktu (sekon)

A = luas penampang (m²)

ΔT = perubahan suhu (K)

h = Koefisien konveksi yang nilai nya bergantung

2.7.3 Radiasi

perpindahan energi panas tanpa adanya campur tangan dari zat perantara disebut radiasi

Contoh:

1. Sinar matahari sampai ke permukaan bumi.
2. Api unggun akan menghangatkan udara di sekitar api.

*Radiasi disebut juga pancaran.

$$q_r = \varepsilon \sigma A T^4 \quad (2.13, \text{ Lit. 21})$$

Keterangan :

q_r	= Perpindahan panas radiasi (W/m.K)
ε	= Emisivitas benda hitam (W/m.K)
σ	= Konstanta stefan-boltzman
A	= Luas penampang (m^2)
T	= Suhu mutlak permukaan benda (K)

2.8 Bahan Bakar Cair

Bahan bakar cair merupakan suatu gabungan senyawa hidrokarbon yang didapat dari alam maupun secara buatan (sintesis) dengan fase cair. Bahan bakar cair pada umumnya diolah dari minyak bumi. Seiring perkembangan zaman, bahan bakar cair yang dapat berasal dari *oil shale*, batubara dan biomassa diprediksi meningkat. Minyak bumi merupakan suatu campuran alami dari hidrokarbon cair dengan sedikit kandungan belerang, nitrogen, oksigen, dan mineral (Sumber: L.9).

Spesifikasi dari bahan bakar cair yang telah diatur oleh Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi No. 933.K/10/DJM.S/2013 tentang Spesifikasi dan mutu pada Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin 88 yang Dipasarkan Dalam Negeri dan No. 28.K/10/DJM.T/2016 tentang Spesifikasi dan mutu pada Bahan Bakar

Minyak Jenis Solar Yang Dipasarkan Di Dalam Negeri. Standar ini dijadikan oleh PT. Pertamina untuk dikomersilkan kepada pelanggan.

No.	Parameter	Bensin	Solar
1.	Densitas	715 – 770 kg/m ³	815 - 870 kg/m ³
2.	Viskositas	-	2.0 – 4.5 mm ³ /s
3.	Destilasi		
	10% vol. penguapan	Maks. 74 °C	-
	50% vol. penguapan	75 – 125 °C	-
	90% vol. penguapan	Maks. 180 °C	Maks 370 °C
	Titik didih akhir	Maks 215°C	-
4.	Titik Nyala	-	Min. 52°C
5.	Angka Setana	-	Min. 48
6.	Angka Oktan	Min. 88	-
7.	Kandungan Sulfur	Maks. 0,05	Maks. 0,05%
8.	Kadar Air	%m/m	m/m
		-	Maks. 500 mg/kg

Tabel 2.2 Standar dan Mutu Bahan Bakar Jenis Bensin 88 dan Solar 48

(Sumber: Lit. 5)

2.8.1 Viskositas

Viskositas adalah ketahanan dimiliki oleh fluida yang dialirkan pada pipa kapiler terhadap gaya gravitasi, diaplikasikan dalam waktu yang diperlukan untuk mengalir pada jarak tertentu. Nilai viskositas yang semakin

tinggi, maka tahanan untuk mengalir juga akan semakin tinggi. Karakteristik ini mempengaruhi kinerja injektor pada mesin diesel. Secara umum bahan bakar harus mempunyai viskositas yang relatif rendah dapat mengalir dan teratomisasi. Hal ini terjadi karena putaran mesin yang cepat membutuhkan injeksi bahan bakar yang juga cepat. Cara pengukuran viskositas adalah bergantung pada alat viskometer yang digunakan dikarenakan terdapat faktor koreksi pada setiap alat (Sumber: Lit. 10)

Pengujian viskositas dilakukan dikarenakan produk hasil pirolisis ini berupa campuran dari beberapa fraksi bahan bakar, salah satunya bahan bakar solar. Produk solar memiliki viskositas antara 2-4,5 cSt (Sumber: Lit. 7).

2.8.2 Flash Point (Titik Nyala)

Flash point atau titik nyala adalah sesuatu nilai yang menyatakan temperatur terendah dari bahan bakar minyak yang akan timbul pernyalaan api sesaat, apabila pada permukaan bahan bakar tersebut dikontakkan pada nyala api. Titik nyala ini tidak mempunyai pengaruh yang terlalu besar dalam kualitas pemakaian bahan bakar minyak untuk mesin diesel. Titik nyala bahan bakar menandakan batas aman terhadap bahaya kebakaran selama masa penyimpanan, penanganan, dan transportasinya.

2.8.3 Berat jenis

Berat jenis adalah perbandingan berat dari volume sampel minyak dengan berat air yang volumenya sama pada suhu tertentu (25°C). *specific gravity* digunakan untuk mengukur massa minyak jika volumenya sudah diketahui. Bahan bakar yang memiliki densitas melebihi batas ketentuan, maka akan meningkatkan keausan pada mesin dan dapat menyebabkan kerusakan mesin. Bahan bakar pada umumnya harus memiliki nilai densitas yang relatif rendah agar mudah untuk dialirkan dan diatomisasi. Putaran mesin yang cepat mengakibatkan proses injeksi bahan bakar yang cepat pula.

Densitas produk akan disesuaikan dengan spesifikasi yang sudah ditentukan oleh PT. Pertamina. Nilai densitas yang diukur berada pada temperatur 15°C yang telah diatur oleh metode uji ASTM D-1298. Produk bensin memiliki densitas

sekitar 715-770 kg/m³ (Pertamina, 2013) dan produk solar memiliki densitas sekitar 815-860 kg/m³ (Sumber: Lit. 7).

2.8.4 Cetane Number (Angka Setana)

Cetane number atau angka setana menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk dapat menyala sendiri. Angka normal setana mempunyai nilai 100, angka setana *alpha methyl naphthalene* mempunyai nilai 0, dan angka setana *heptamethylnonane* mempunyai nilai 15. Nilai setana pada suatu produk bahan bakar didefinisikan sebagai persentase jumlah volume dari normal setana dengan campurannya. Nilai setana yang tinggi menunjukkan bahwa bahan bakar dapat menyala pada temperatur yang relatif rendah, dan sebaliknya jika nilai setana rendah menunjukkan bahan bakar baru dapat menyala pada temperatur yang relatif tinggi. Mempunyai nilai setana yang tinggi pada penggunaan bahan bakar diesel dapat mencegah terjadinya *knocking* karena begitu bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder pembakaran maka bahan bakar akan langsung terbakar dan tidak terakumulasi (Sumber: Lit. 11).

Angka setana yang dihitung akan dicocokkan dengan spesifikasi standar angka setana pada bahan bakar solar yaitu minimal 45 (Sumber: Lit. 7).

2.8.5 Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan kalor yang dihasilkan dari pembakaran sempurna untuk satuan volume bahan bakar gas atau satu satuan berat bahan bakar padat atau cair pada keadaan baku.

Pengujian nilai kalor adalah melepaskan jumlah energi kalor pada bahan bakar saat terjadinya proses oksidasi unsur-unsur kimia yang ada pada bahan bakar tersebut. Semua sampel dihitung nilai kalor dan dicocokkan dengan standar nilai kalor untuk bahan bakar solar yaitu 42000 KJ/Kg (10038,241 Kcal/Kg) (Sumber: Lit. 1).