

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ban Dalam Pada Motor

Industri ban merupakan industri hilir karet alam yang tumbuh sejalan dengan kemajuan teknologi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Sebagai pengguna karet alam, industri ban dunia menyerap sekitar 70% - 80% dari produksi karet alam dunia, sisanya digunakan oleh industri lain seperti industri sepatu, perlengkapan rumah tangga dan keperluan barang industri lainnya (Handono, 2017). Kebutuhan akan ban terus meningkat seiring dengan perkembangan otomotif. Beberapa produsen ban membuat beragam jenis ban dengan berbagai tipe dan fungsi.

Ban dalam motor merupakan salah satu produk turunan dari karet alam. Bahan baku utama ban motor yaitu polimer, sedangkan bahan pendukung antara lain aktivator, antioksidan, *softeners*, dan *carbon black*. Karet yang digunakan pada manufaktur ban adalah polimer *thermal set*. Polimer tersebut memiliki bahan tambahan beraneka ragam yang memiliki fungsi berbeda.

Aktivator yang biasa digunakan dalam proses produksi ban dalam antara lain *zinc oxide*, asam stearat, magnesium oksida, *litharge*, *amines*, dan *amine soaps*. Fungsi dari aktivator untuk mengaktifkan sulfur dalam pembentukan ikatan sulfur yang dibutuhkan pada vulkanisasi karet. Antioksidan berfungsi untuk mencegah perusakan ikatan pada karet, dengan cara melindungi ban dari oksigen dan ozon yang nantinya akan berikatan dengan radikal bebas. *Softeners* seperti *peptizers*, *catalytic plasticizers*, umumnya *thiophenols*, dan disulfida ditambahkan dengan tujuan meningkatkan kinerja karet selama proses awal sebelum vulkanisasi. *Carbon black* dapat disebut sebagai bahan pengisi ideal bagi ban karena memberikan warna hitam yang menarik dan memiliki daya tahan terhadap bahan tambahan lainnya seperti antioksidan (University of California Riverside, 2006).

Tabel 2.1 Kandungan Kimia Karet Ban Dalam Kendaraan Bermotor

No.	Kandungan	Hasil
1.	Kadar Karet Alam	25%
2.	Kadar Karet <i>Styren Butadien</i>	15%
3.	Kadar Butil Karet	5%
4.	Kadar Karbon Hitam	35%
5.	Kadar ZnO	4%
6.	Kadar Oil/Naften/Aromatik	4%
7.	Kadar Kotoran/Debu/Kaolin/Kalsium	12%

Sumber : Arita dkk, 2015

Dengan kandungan kimia seperti yang tertera pada Tabel 2.1, maka ban kendaraan bermotor dapat dikonversi melalui proses perengkahan. Proses produksi hidrokarbon cair dari limbah ban dalam motor ini dilakukan dengan proses pirolisis katalitik yang berlangsung pada suhu tinggi.

2.2 Bahan-bahan Utama Polimer Ban Dalam

Ban dalam motor terdiri dari bahan karet atau polimer yang sangat kuat diperkuat dengan serat-serat sintetik yang sangat kuat yang dapat menghasilkan suatu bahan yang mempunyai sifat-sifat unik seperti kekuatan tarik yang sangat kuat, fleksibel, ketahanan pergeseran yang tinggi. Bahan-bahan utama pada polimer yang digunakan pada produksi ban antara lain karet alam (polimer isoprena), karet sintetik yang mengandung polibutadiena, dan styrene butadiena (Widhiarti, 2014:3).

2.2.1. Karet Alam

Karet alam merupakan senyawa hidrokarbon yang mengandung atom Carbon (C) dan Hidrogen (H) dan merupakan senyawa polimer dengan isoprena (C_5H_8) sebagai monomernya (Alam, 2007:1). Karet alam (*Natural Rubber*) berasal dari getah berbagai macam jenis pohon, tumbuhan, perdu, dan tanaman merambat. Namun, sumber utama karet alam yang paling banyak berasal dari pohon karet *Hevea brasiliensis* (*Euphorbiaceae*).

Menurut Sppilance (dalam Pasaribu, 2008) karet alam mempunyai daya lentur yang tinggi, kekuatan tensil, dan dapat dibentuk dengan panas yang rendah. Daya tahan karet terhadap benturan, goresan, dan koyakan sangat baik, namun karet alam tidak begitu tahan terhadap faktor-faktor lingkungan, seperti oksidasi dan ozon. Sifat fisik dan daya tahan karet menyebabkan karet alam dipakai untuk

produksi-produksi pabrik yang membutuhkan kekuatan yang tinggi dan panas yang rendah (misalnya ban pesawat terbang, ban truk raksasa, dan ban-ban kendaraan) dan produksi-produksi teknik lain yang memerlukan daya tahan sangat tinggi.

2.2.2 Karet Sintetis

Karet sintesis adalah karet yang berasal dari hasil samping pengolahan minyak bumi yang kemudian melalui reaksi polimerisasi menjadi suatu material baru yang sifatnya mendekati sifat karet alam. Karet alam umumnya mempunyai sifat-sifat mekanik yang lebih baik yaitu memiliki ketahanan kikis yang tinggi dibandingkan dengan karet sintetis tetapi karet alam tidak tahan terhadap ozon dan panas. Sedangkan karet sintetis mempunyai sifat yang baik terhadap kondisi lingkungan seperti panas dan cuaca sehingga lebih tahan terhadap panas dan ozon (Nuyah, 2012; Susilawati, 2019)

Karet sintesis (*Sintetic Rubber*) yang merupakan polimerisasi stirena (C_8H_8) jika dikombinasikan dengan butadiena (C_4H_6) akan menghasilkan *Styrine Butadiena Rubber* (SBR), yang mempunyai sifat menyerupai karet alam dan mempunyai kelebihan untuk memperbaiki sifat yang kurang dari karet alam. Susilawati (2019:109) juga mengemukakan :

“SBR atau *Styrene Butadiene Rubber* adalah karet sintetis yang tersusun atas monomer stirena dan butadiena. SBR banyak digunakan dalam pembuatan ban kendaraan bermotor. SBR mempunyai ketahanan kikis yang baik dan juga panas atau kalor yang ditimbulkan olehnya tergolong rendah. Tetapi *styrene butadiene rubber* yang tidak diberikan tambahan bahan penguat mempunyai kekuatan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan vulkanisir karet alam.”

Stirena memiliki struktur aromatik di dalam molekul monomer sehingga baik untuk meningkatkan sifat mekanik dan termal dari karet (Dung et al. 2017). Keuntungan utama dari polistirena adalah transparansi nya yang baik, kekentalan yang tinggi, kemampuan proses yang sangat baik, dan sifat *dielectric* yang baik (Zhang et al. 2012).

2.3 Pirolisis

Pirolisis yaitu perengkahan (*cracking*) yang berlangsung bantuan panas dalam kondisi bebas atau sedikit oksigen untuk menguraikan senyawa organik dari suatu bahan menjadi produk cair dan gas dengan melepaskan ikatan bahan-bahan anorganik yang terikat. Proses pirolisis dapat disebut juga dengan proses perengkahan atau *cracking*. Perengkahan bertujuan untuk memecahkan rantai polimer panjang menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih rendah.

Ada tiga macam proses Perengkahan yaitu perengkahan termal, perengkahan hidro, dan perengkahan katalitik. Konversi limbah ban bekas menjadi bahan bakar memiliki beberapa keuntungan dan merupakan salah satu alternatif utama untuk pengolahan limbah ban bekas. Dalam proses pirolisis, bahan polimer dipanaskan sampai suhu tinggi, sehingga struktur makro molekul dipecah menjadi molekul yang lebih kecil. Produk pirolisis dapat berupa gas, cair dan padat (*char*). Keuntungan dari proses pirolisis adalah :

1. Volume sampah berkurang secara signifikan (<50-90%).
2. Produk padat, cair, dan bahan bakar gas dapat diproduksi dari limbah.
3. Bahan bakar atau bahan kimia yang diperoleh dapat disimpan / diangkut.
4. Masalah lingkungan berkurang.
5. Energi bersumber dari sumber-sumber terbarukan seperti sampah kota.
6. Biaya modal rendah.

2.3.1 Perengkahan Termal (*Thermal Cracking*)

Pirolisis disebut juga *thermolisis* (Yunani: *pur* = api, *termos* = hangat; *luo* = melonggarkan), adalah proses dekomposisi kimia dan termal, umumnya mengarah ke molekul yang lebih kecil. Thermolisis adalah istilah yang lebih tepat daripada pirolisis karena api menunjukkan adanya oksigen. Di sebagian besar proses pirolisis, udara dihilangkan untuk alasan keamanan, kualitas produk, dan *yield*. Pirolisis dapat dilakukan pada berbagai suhu, waktu reaksi, tekanan, dan dengan adanya atau tidak adanya gas atau cairan, dan katalis reaktif. Proses pirolisis termal menurut Aguado (dalam Syamsiro, 2015:49) berlangsung pada temperatur antara 500-800°C dan umumnya dilakukan pada tekanan atmosfer (1 atm).

Dari proses perengkahan termal akan dihasilkan arang, minyak dari kondensasi gas seperti parafin, isoparafin, olefin, naphthene dan aromatik, serta

gas yang memang tidak bisa terkondensasi. Sebagai aturan umum semakin tinggi suhu pirolisis, semakin tinggi hasil produk gas yang tidak dapat terkondensasi dan menurunkan yield bahan bakar cair.

2.3.2 Perengkahan Hidro (*Hydro cracking*)

Perengkahan hidro adalah proses perengkahan dengan mereaksikan bahan dengan hidrogen di dalam wadah tertutup yang dilengkapi dengan pengaduk pada tekanan hidrogen 3-10 MPa. Dalam proses perengkahan hidro ini dibantu dengan katalis. Perengkahan hidro sampah polimer biasanya melibatkan reaksi dengan hidrogen katalis yang berlebih dalam autoclave batch yang diaduk pada suhu tinggi dan bertekanan. Pekejaan tersebut, terutama berfokus untuk memperoleh kualitas bensin tinggi mulai dari berbagai feed. Feed khas termasuk polietilena, polietilena tereftalat, polistirena, polivinil klorida dan polimer campuran, polimer limbah dari sampah kota dan sumber- sumber lain telah dievaluasi dan termasuk logam transisi (misalnya, Pt, Ni, Mo, Fe) didukung oleh padatan asam (seperti alumina, amorf silika-alumina, zeolit dan zirkonia sulfat). Katalis ini meogabungkan kedua kegiatan hidrogenasi dan cracking.

2.3.3 Perengkahan Katalitik (*Catalytic Cracking*)

Perengkahan katalitik merupakan proses perengkahan yang menggunakan katalis untuk melakukan reaksi perengkahan, dimana dengan adanya katalis dapat mengurangi temperatur dan waktu reaksi. Biaya harus dikurangi untuk membuat proses lebih menarik dari segi perspektif ekonomi. Penggunaan kembali katalis dan penggunaan katalis yang efektif dalam jumlah yang lebih kecil dapat mengoptimalkan pilihan ini. Proses ini dapat dikembangkan dengan biaya yang efisien dengan menggunakan proses daur ulang polimer komersial untuk memecahkan masalah lingkungan dari pembuangan limbah ban bekas. Daur ulang katalitik telah terbukti secara signifikan lebih efisien daripada perengkahan termal.

Keberadaan katalis dapat memperbesar puncak selektivitas dan menggesernya ke atom karbon yang lebih kecil. Hal ini berarti bahwa penggunaan katalis dapat meningkatkan fraksi bensin (C_5-C_{12}) dan menurunkan fraksi solar ($C_{13}-C_{20}$) dan minyak berat ($> C_{20}$). Katalis juga dapat digunakan untuk memecah rantai wax yang biasanya muncul pada proses degradasi termal. Keberadaan wax di dalam

minyak plastik akan sangat mengganggu karena akan membeku pada suhu yang rendah (Syamsiro, 2015)

Efek utama penambahan katalis dalam pirolisis ban bekas adalah sebagai berikut:

- a. Suhu pirolisis untuk mencapai konversi tertentu berkurang drastis dan jika rasio katalis / ban meningkat, suhu pirolisis dapat lebih diturunkan.
- b. Lebih banyak iso-alkana dan aromatik di kisaran C_5-C_8 dapat diproduksi.
- c. Laju reaksi meningkat secara signifikan, 2-4 kali lebih cepat daripada *noncatalytic thermal cracking*.

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Proses Pirolisis

Berikuti ini beberapa faktor atau kondisi yang mempengaruhi proses pirolisis (Ramdhan, dkk, tanpa tahun:45-47) :

1. Waktu

Waktu berpengaruh pada produk yang akan dihasilkan karena, semakin lama waktu proses pirolisis terjadi produk yang dihasilkan (residu, tar, dan gas) akan naik. Kenaikan itu sampai dengan waktu tak hingga (τ), yaitu waktu yang diperlukan sampai hasil produk (residu, tar, dan gas) mencapai konstan. Nilai τ dihitung sejak proses isothermal berlangsung. Tetapi jika melebihi waktu optimal maka karbon akan teroksidasi oleh oksigen (terbakar), menjadi karbondioksida dan abu. Untuk itu pada proses pirolisis penentuan waktu optimal sangatlah penting.

2. Suhu

Suhu sangat mempengaruhi produk yang dihasilkan, jika suhu makin tinggi maka dekomposisi termal bahan baku makin besar akibatnya laju pirolisis bertambah dan konversi naik.

3. Ukuran Partikel

Ukuran partikel berpengaruh terhadap hasil, semakin besar ukuran partikel. Luas permukaan per satuan berat semakin kecil, sehingga proses akan menjadi lambat.

4. Berat Partikel

Semakin banyak bahan yang dimasukkan, menyebabkan hasil bahan bakar cair (tar) dan arang meningkat.

2.5 Katalis

Definisi katalis pertama kali dikemukakan oleh Ostwald sebagai suatu substansi yang mampu mengubah laju reaksi kimia tanpa mengubah besarnya energi yang menyertai reaksi tersebut. Lebih lanjut Ostwald juga mendefinisikan katalis sebagai substansi yang mengubah laju suatu reaksi kimia tanpa didapati sebagai produk akhir reaksi (Utomo, 2007).

Katalis adalah suatu zat yang dapat mempercepat atau memperlambat reaksi. Katalis meningkatkan laju reaksi dengan cara mempengaruhi energi pengaktifan suatu reaksi kimia. Pada reaksi akhir, zat katalis diperoleh kembali dalam bentuk zat semula dan tidak mengalami perubahan kimia (tidak ikut bereaksi). Katalis juga tidak dapat memicu reaksi, tetapi hanya membantu reaksi yang berlangsung lambat menjadi cepat. Katalis bekerja dengan cara turut terlibat dalam setiap tahap reaksi dengan cara mengubah mekanisme reaksi, tetapi pada akhir tahap, katalis terbentuk kembali. Katalis yang memperlambat reaksi disebut inhibitor.

Katalis yang digunakan untuk mengkatalisis suatu reaksi, pada waktu tertentu, akan mengalami penurunan aktivitas. Hal ini berhubungan dengan umur (*lifetime*) katalis katalis tersebut. Menurut Huges (dalam Utomo 2007:110) Umur katalis didefinisikan sebagai suatu periode selama katalis mampu menghasilkan produk reaksi yang diinginkan lebih besar dari pada produk reaksi tanpa katalis. Secara umum dapat dikatakan bahwa aktivitas katalis akan menurun seiring dengan pemakaiannya dalam reaksi kimia. Semakin besar umur suatu katalis, semakin kecil aktivitas katalis yang bersangkutan.

2.6 Zeolit

Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Secara umum, zeolit memiliki molekular struktur yang unik, dimana atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Di beberapa tempat di jaringan ini, atom Silikon digantikan dengan atom Aluminium, yang hanya terkoordinasi dengan 3 atom Oksigen. Atom Aluminium ini hanya memiliki muatan 3^+ , sedangkan Silikon sendiri memiliki muatan 4^+ . Keberadaan atom Aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan zeolit memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation.

Zeolit juga sering disebut sebagai '*molecular sieve*' atau '*molecular mesh*' (saringan molekuler) karena zeolit memiliki pori-pori berukuran molekuler sehingga mampu memisahkan/menyaring molekul dengan ukuran tertentu. Zeolit mempunyai beberapa sifat antara lain : mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lembab. Oleh sebab sifatnya tersebut maka zeolit banyak digunakan sebagai bahan pengering. Disamping itu zeolit juga mudah melepas kation dan diganti dengan kation lainnya, misal zeolit melepas natrium dan digantikan dengan mengikat kalsium atau magnesium. Sifat ini pula menyebabkan zeolit dimanfaatkan untuk melunakkan air.

Bila zeolit digunakan pada proses penyerapan atau katalis maka akan terjadi difusi molekul ke dalam ruang bebas diantara kristal. Zeolit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori-pori yang besar dengan permukaan yang maksimum (Said, 2008). Salah satu kelebihan dari zeolit adalah memiliki luas permukaan dan keasaman yang mudah dimodifikasi (Yuanita, 2010). Sifat lain dari zeolit yang juga berpengaruh terhadap peranannya dalam katalisis adalah :

1. Komposisi kerangka dan struktur pori zeolit; komposisi kerangka zeolit mengatur muatan kerangka dan mempengaruhi stabilitas termal dan asam dari zeolit;
2. Kenaikan rasio Si/Al akan berpengaruh pada stabilitas zeolit terhadap temperatur tinggi dan lingkungan yang reaktif seperti naiknya keasaman;
3. Medan elektrostatis zeolit; keadaan ini menyebabkan interaksi adsorbsinya dengan molekul lain berubah-ubah;
4. Kekuatan asam dari situs asam *Bronsted*; akan bertambah dengan naiknya rasio Si/ Al penurunan konsentrasi kation dalam zeolit;
5. Perubahan struktur unit bangun sekunder dari zeolit; peran struktur pori zeolit sangat penting dalam proses katalisis karena pori inilah yang berperan sebagai mikroreaktor dan darinya dimungkinkan untuk mendapatkan reaksi katalitik yang diinginkan menurut aturan selektivitas bentuk.

Semakin banyak jumlah katalis zeolit dalam reaktor maka semakin banyak pula jumlah cairan hasil pirolisis. Hal ini disebabkan karena zeolit meningkatkan reaksi dekomposisi yang mengakibatkan semakin banyaknya hidrokarbon rantai

panjang yang terpecah menjadi hidrokarbon rantai pendek sehingga semakin banyak gas yang terbentuk yang kemudian terkondensasi menjadi cairan hasil pirolisis (Danarto, et. Al. 2010).

2.6.1 Zeolit Alam

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan zeolit alam dengan sifat-sifat yang memungkinkan untuk dimodifikasi menjadi katalis maupun sebagai padatan pengemban logam aktif. Zeolit telah diketahui memainkan peranan penting sebagai katalis asam pada industri pengolahan minyak bumi dan petrokimia, termasuk dalam reaksi perengkahan dan isomerisasi hidrokarbon. Mengingat zeolit alam sangat melimpah dan murah, maka penggunaannya sebagai katalis dapat menurunkan biaya produksi (Trisunaryanti *et al.*, 1996).

Zeolit alam terbentuk karena adanya proses kimia dan fisika yang kompleks dari batu-batuan yang mengalami berbagai macam perubahan di alam. Para ahli geokimia dan mineralogi memperkirakan bahwa zeolit merupakan produk gunung berapi yang membeku menjadi batuan vulkanik, batuan sedimen dan batuan metamorfosa yang selanjutnya mengalami proses pelapukan karena pengaruh panas dan dingin sehingga akhirnya terbentuk mineral-mineral zeolit. Anggapan lain menyatakan proses terjadinya zeolit berawal dari debu-debu gunung berapi yang beterbangan kemudian mengendap di dasar danau dan dasar lautan. Debu-debu vulkanik tersebut selanjutnya mengalami berbagai macam perubahan oleh air danau atau air laut sehingga terbentuk sedimen-sedimen yang mengandung zeolit di dasar danau atau laut tersebut (Setyawan, 2002).

Zeolit alam adalah zeolit yang ditambang langsung dari alam. Dengan demikian harganya jauh lebih murah daripada zeolit sintetis. Zeolite alam merupakan mineral yang jumlahnya banyak tetapi distribusinya tidak merata, seperti klinoptilolit, mordenit, phillipsit, chabazit dan laumontit. Namun zeolit alam memiliki beberapa kelemahan, di antaranya mengandung banyak pengotor seperti Na, K, Ca, Mg dan Fe serta kristalinitasnya kurang baik. Keberadaan pengotor-pengotor tersebut dapat mengurangi aktivitas dari zeolit.

Untuk memperbaiki karakter zeolit alam sehingga dapat digunakan sebagai katalis, absorben, atau aplikasi lainnya, biasanya dilakukan aktivasi dan modifikasi terlebih dahulu. Selain untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang

terdapat pada zeolit alam, proses aktivasi zeolit juga ditujukan untuk memodifikasi sifat-sifat dari zeolit, seperti luas permukaan, keasaman, dan merubah rasio Si/Al. Luas permukaan dan keasaman yang meningkat akan menyebabkan aktivitas katalitik dari zeolit meningkat.

Ambarwati (dalam Muttaqii, dkk. 2019:267) menyatakan bahwa aktivasi katalis zeolit dapat dilakukan secara fisika yaitu dengan kalsinasi zeolit alam pada temperatur 500-600°C yang bertujuan untuk mengilangkan pengotor-pengotor organik, memperbesar ukuran pori, dan memperluas permukaan dan secara kimia dengan menggunakan larutan asam klorida (HCL) atau asam sulfat (H₂SO₄), maupun larutan natrium hidroksida (NaOH) yang bertujuan untuk membersihkan permukaan pori, menghilangkan senyawa pengotor

2.7 Bahan Bakar Minyak

Bahan bakar minyak merupakan bahan bakar yang berasal dari fraksi minyak bumi yang banyak dipakai dalam industri, transportasi, dan rumah tangga. Bahan bakar minyak adalah jenis bahan bakar cair yang struktur nya tidak rapat. Minyak bumi merupakan campuran alami hidrokarbon cair dengan sedikit belerang, nitrogen, oksigen, sedikit sekali metal, dan mineral. Beberapa jenis bahan bakar minyak adalah sebagai berikut :

- a. Bahan Bakar Bensin
- b. Bahan Bakar Solar
- c. Minyak Diesel

2.7.1 Bahan Bakar Bensin

Bensin atau gasolin merupakan bahan bakar cair yang dihasilkan dari fraksi minyak bumi yang mengandung hidrokarbon yang tersusun dari hidrokarbon rantai lurus, mulai dari C₅ sampai dengan C₁₂. Mutu bensin dipergunakan dengan istilah bilangan oktan (*Octane Number*). Nama oktan berasal dari oktana (C₈), karena dari seluruh molekul penyusun bensin, oktana yang memiliki sifat kompresi paling bagus. Bilangan Oktan adalah angka yang menunjukkan seberapa besar tekanan yang bisa diberikan sebelum bensin terbakar secara spontan. Gasolin yang dipasarkan dengan nama dagang Premium adalah bahan bakar mesin bensin yang memiliki angka oktan (RON) minimal

88,0. Berikut ini merupakan spesifikasi dari Bahan Bakar Bensin Jenis 88, Ditjen Migas (dalam Pertamina IFM, 2020) :

Tabel 2.2 Spesifikasi Bahan Bakar Bensin RON 88 (Premium)

Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji (ASTM)
		Min	Max	
Angka Oktana Riset	RON	88	-	D 269
Stabilitas Oksidasi	menit	360	-	D 525
Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05	D 2622/D 4294/D 7039
Kandungan Timbal (Pb)	gr/l	-	0,013	D 3237
		Injeksi imbal tidak diizinkan		
Kandungan Logam (Mn,Fe)	mg/l	tidak terlacak		D 3831/D 5185
Kandungan Oksigen	%m/m	-	2,7	D 4815/D 6839/D 5599
Kandungan Olefin	%v/v	Dilaporkan		D 1319/D 6839/D 6730
Kandungan Aromatik	%v/v	Dilaporkan		D 1319/ D 6839/ D 6730
Kandungan Benzene	%v/v	Dilaporkan		D 5580 / D 6839 / D 6730 / D 3606
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	
Sedimen	mg/l	-	1	D 5452
Unwashed Gum	mg/100 ml	-	70	D 381
Washed Gum	mg/100 ml	-	5	D 381
Tekanan Uap	kPa	45	69	D 5191/ D 323
Berat Jenis (pada suhu 15°C)	kg/m ³	715	770	D 4052/D 1298
Korosi bilah tembaga	Merit	Kelas 1tif		D 130
Sulfur Merkaptan	% massa	-	0,002	D 3227
Penampilan Visual		Jernih dan terang		
Bau		Dapat dipasarkan		
Warna		Kuning		
Kandungan pewarna	gr/100 l	-	0,13	

(Sumber : Keputusan Direktora Jendral Minyak dan Gas Bumi No: 933.K/10/DJM.S/2013)

2.7.2 Bahan Bakar Solar

Minyak solar (*high speed diesel*) adalah suatu produk destilasi minyak bumi disebut juga *middle* destilat. Minyak solar digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel dengan sistem pembakaran "*compression ignition*", pada umumnya digunakan untuk bahan bakar mesin diesel dengan putaran tinggi (> 1000 rpm). Tolak ukur kemudahan menyala atau terbakarnya suatu bahan bakar di dalam mesin diesel disebut angka setana. Angka setana produk solar yang ada di pasaran adalah 48. Spesifikasi bahan bakar solar dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut, Ditjen Migas (dalam Pertamina IFM, 2020) :

Tabel 2.3 Spesifikasi Bahan Bakar Solar

Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji (ASTM)
		Min.	Maks.	
Bilangan Cetana	-	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
Kandungan Sulfur	%m/m	-	0,35	D2622/D 5453
		-	0,3	
		-	0,25	
		-	0,05	
Distilasi 90 % vol.penguapan	°C	-	370	D 86
		52	-	D 93
Titik Nyala	°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	-	-	
Kandungan metanol	% v/v	Tak Terdeteksi		D 4815
Korosi Bilah Tembaga	Merit	-	Kelas 1	D 130
Kandungan Abu	% v/v	-	0,01	D 482
Kandungan Sedimen	% m/m	-	0,01	D 473
Bilangan Asam Kuat	mgKOH/gr	-	0	D 664
Partikulat	mg/l	-	-	D 2276
Penampilan Visual	-	Jernih & Terang		
Warna	No.ASTM	-	3	D 1500
Lubcity	Micron	-	460	D 6079

2.7.3. Bahan Bakar Minyak Diesel

Minyak Diesel adalah bahan bakar jenis distilat yang mengandung fraksi-fraksi berat atau *merupakan* campuran dari distilat fraksi ringan dan fraksi berat (residual fuel oil) dan berwarna hitam gelap, tetapi tetap cair pada suhu rendah. Penggunaan minyak diesel ini pada umumnya untuk bahan bakar mesin diesel dengan putaran sedang atau lambat (300-1000 rpm) atau dapat juga dipergunakan sebagai bahan bakar pembakaran langsung dalam dapur-dapur industri. Minyak diesel ini biasanya disebut juga *Industrial Diesel Oil* (IDO) atau *Marine Diesel Fuel* (MDF). Spesifikasi minyak diesel dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut, Ditjen Migas (dalam Pertamina IFM, 2020) :

Tabel 2.4 Spesifikasi Minyak Diesel

No	Karakteristik	Satuan	Batasan				Metode Uji ASTM
			Diesel 1		Diesel 2		
			Min	Max	Min	Max	
1	Densitas pada 15°C	kg/m ³	-	900	-	920	D1298/ D4052
2	Viskositas Kinematik pada 40°C	mm ² /dt	2,5	11,0	0	24,0	D445
3	Titik Nyala	°C	60	-	60	-	D93
4	Titik Tuang	°C	-	18	-	21	D97
5	Micro Carbon Residue	% m/m	-	0,50	-	3,00	D4530
6	Kandungan Abu	% m/m	-	0,02	-	0,05	D482
7	Sedimen dengan Ekstraksi	% m/m	-	0,02	-	-	D473
8	Kandungan Air	% v/v	-	0,25	-	0,30	D95
9	Angka Setana	-	35	-	-	-	D613
10	Kandungan Sulfur	% m/m	-	1,5	-	2,0	D 1552/ D 2622
11	Vanadium	mg/kg	-	100	-	100	AAS
12	Aluminium + Silikon	mg/kg	-	25	-	25	D 5184/ D AAS
13	Warna	No.AS TM	6	-	6	-	D1500