

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pembangunan sektor industri di Indonesia tiap tahun mengalami perkembangan yang semakin pesat, khususnya pembangunan di subsektor industri kimia. Salah satu industri yang mempunyai prospek cukup menjanjikan dan mengalami peningkatan setiap tahunnya adalah industri karet sintetis. Penggunaan karet sintesis mulai menggeser karet alam karena karet sintesis lebih baik sifat fisisnya seperti lebih tahan cuaca, tahan asam, dan lebih kuat. Bahan baku karet sintesis adalah senyawa butadiena.

Senyawa 1,3-Butadiena dengan rumus molekul  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ , senyawa ini mempunyai nama lain *buta-1,3-diene*, *biethylene*, *erythrene*, *divynil*, *vinilethylene*, sedangkan nama IUPAC dari senyawa ini adalah *1,3- Butadiene*. Pada kondisi lingkungan  $P = 1 \text{ atm}$ ,  $T = 30^\circ\text{C}$  senyawa 1,3- Butadiena adalah zat kimia berbentuk gas dengan sifat tidak berwarna, nonkorosif, mudah terbakar, dan reaktif.

Penggunaan terbesar butadiena adalah pada industri sintetik elastomer, *chloroprene*, polimer dan resin, serta industri adiponitril. Penggunaan karet sintesis yang paling banyak pada industri *styrene-butadiene rubber* (SBR) untuk industri ban mobil. Selain itu pada industri *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS) untuk industri plastik.

Perencanaan pabrik kimia *1,3-butadiene* diharapkan dapat dilaksanakan di Indonesia dengan sumber daya alam yang tak terbatas dan bahan baku yang tersedia

dan diharapkan dengan kehadiran pabrik *1,3-butadiene* ini akan dapat memacu perekonomian, memperkecil ketergantungan terhadap impor *1,3-butadiene*, membuka lapangan kerja baru, dan memberikan devisa bagi negara.

## 1. 1 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik

Pabrik *1,3 Butadiene* dari dehidrogenasi *n-Butane* akan dibangun dengan kapasitas 125.000 ton/tahun untuk pembangunan pabrik di tahun 2025. Penentuan kapasitas ini dapat ditinjau dari beberapa pertimbangan, antara lain :

### 1.2. 1 Kebutuhan Produk di Indonesia

#### a. Supply

- Impor

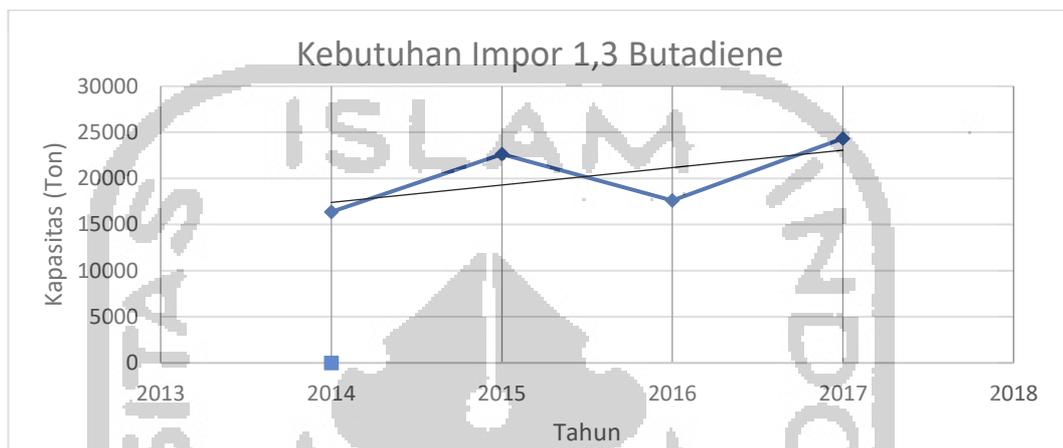
Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) dan trademap.org tentang kebutuhan impor *1,3 butadiene* di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Perkembangan data impor akan *1,3 butadiene* di Indonesia pada tahun 2014 sampai tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1 .1 Perkembangan Impor *1,3 Butadiene* di Indonesia

Tahun	Ton/Tahun
2014	16374
2015	22612
2016	17608
2017	24337

Sumber: (Badan Pusat Statistik & trademap.org, November 2018)

Dari data impor diatas dapat dibuat grafik Linear antara data tahun pada sumbu x dan data impor data impor dari sumbu y, Grafik dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1Grafik Impor 1,3 Butadiene

Perkiraan impor 1,3 butadiene di Indonesia pada tahun yang akan datang saat pembangunan pabrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan  $y = 1.888,5x - 3.786.039$  dimana nilai x sebagai tahun dan y sebagai jumlah impor 1,3 butadiene.

Dengan persamaan di atas diperkirakan untuk tahun 2025 kebutuhan impor 1,3 butadiene di Indonesia sebesar :

$$y = 1.888,5x - 3.786.039$$

$$y = 38.174 \text{ ton/tahun}$$

- Produksi

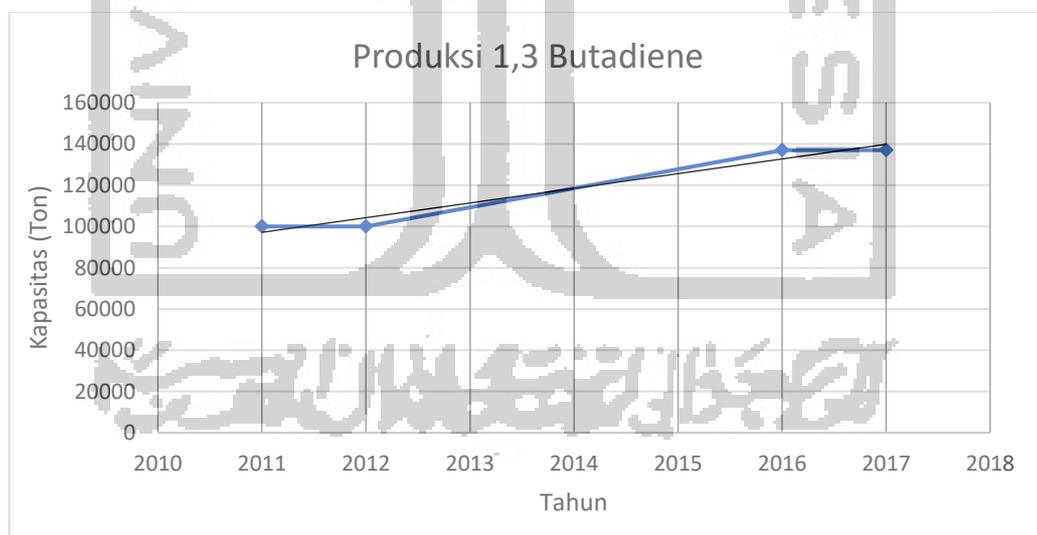
Produksi 1,3 butadiene dalam negeri menurut data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung stabil. Perkembangan data produksi 1,3 butadiene di Indonesia pada tahun 2011, 2012, 2016, dan 2017 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Data Perkembangan Produksi 1,3 Butadiene di Indonesia

Tahun	Ton/Tahun
2011	100000
2012	100000
2016	137000
2017	137000

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2018)

Dari data produksi 1,3 butadiene diatas dapat dibuat grafik Linear antara data tahun pada sumbu x dan data konsumsi dari sumbu y, Grafik dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Grafik Produksi 1,3 butadiene

Perkiraan produksi 1,3 butadiene di Indonesia pada tahun yang akan datang dihitung dengan menggunakan persamaan  $y = 7115,4x - 14.211.885$  dimana x

sebagai tahun dan  $y$  sebagai jumlah konsumsi *butadiene*. Dengan persamaan di atas diperkirakan untuk tahun 2025 kebutuhan produksi *butadiene* di Indonesia sebesar :

$$y = 7115,4x - 14.211.885$$

$$y = 196.769 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan data impor dan produksi *butadiene* di Indonesia pada tahun 2025 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai *supply butadiene* di Indonesia, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Supply} &= \text{Impor} + \text{Produksi} \\ &= (38.174 + 196.769) \text{ ton/tahun} \\ &= 234.943 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

**b. Demand**

- Ekspor

Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) tentang ekspor *butadiene* di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Perkembangan data produksi akan *1,3 butadiene* di Indonesia pada tahun 2014 sampai tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 1.3.

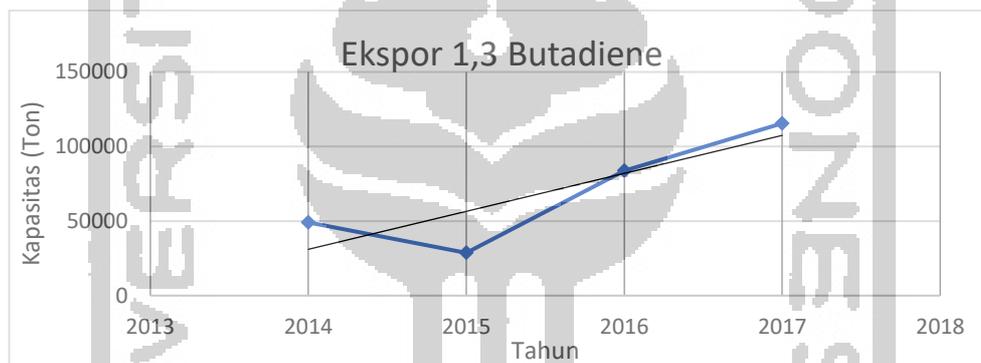
Tabel 1. 3 Data Perkembangan Ekspor *Butadiene* di Indonesia

Tahun	Ton/Tahun
-------	-----------

2014	48992
2015	28677
2016	83810
2017	115539

Sumber: (Badan Pusat Statistik & trademap.org, 26 November 2018)

Dari data ekspor *butadiene* diatas dapat dibuat grafik Linear antara data tahun pada sumbu x dan data konsumsi dari sumbu y, Grafik dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1. 3 Grafik Ekspor 1,3 Butadiene

Perkiraan ekspor *butadiene* di Indonesia pada tahun yang akan datang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan  $y = 25.477x - 51.280.445$  dimana x sebagai tahun dan y sebagai jumlah konsumsi *butadiene*. Dengan persamaan di atas diperkirakan untuk tahun 2025 kebutuhan ekspor *butadiene* di Indonesia sebesar:

$$y = 25.477x - 51.280.445$$

$$y = 311.890 \text{ ton/tahun}$$

- Konsumsi Dalam Negeri

Konsumsi *butadiene* dalam negeri menurut Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat.

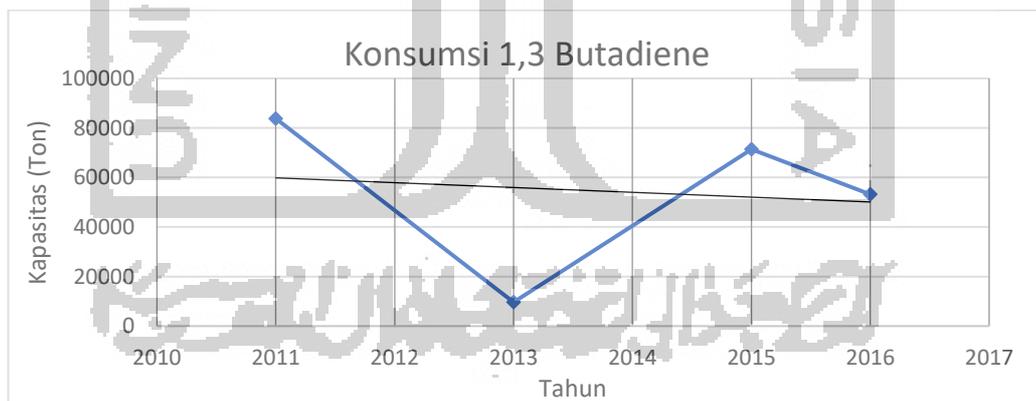
Data konsumsi atau pemakaian akan *butadiene* di Indonesia pada tahun 2011, 2013, 2015, dan 2016 dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1. 4 Data Pemakaian atau Konsumsi *Butadiene* di Indonesia

Tahun	Ton/Tahun
2011	83761
2013	9641
2015	71323
2016	53190

Sumber: (BPS, Desember 2017)

Dari data konsumsi *butadiene* diatas dapat dibuat grafik Linear antara data tahun pada sumbu x dan data konsumsi dari sumbu y, Grafik dapat dilihat pada gambar 1.4.



Gambar 1. 4 Grafik Konsumsi *1,3 Butadiene*

Perkiraan konsumsi *butadiene* di Indonesia pada tahun yang akan datang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan  $y = 3.978.527x - 1949$  dimana x sebagai tahun dan y sebagai jumlah konsumsi *butadiene*. Dengan persamaan di atas

diperkirakan untuk tahun 2025 kebutuhan konsumsi *butadiene* di Indonesia sebesar

:

$$y = 3.978.527x - 1949$$

$$y = 26.710 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan data ekspor dan konsumsi *butadiene* di Indonesia pada tahun 2025 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai *demand* (Permintaan) dari *butadiene* di Indonesia, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Demand} &= \text{Ekspor} + \text{Konsumsi} \\ &= (387.722 + 26.711) \text{ ton/tahun} \\ &= 414.433 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan proyeksi impor, ekspor, konsumsi, dan produksi pada tahun 2025. Maka, peluang pasar untuk *butadiene* dapat ditentukan kapasitas perancangan pabrik sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Peluang} &= \text{Demand} - \text{Supply} \\ &= (\text{Konsumsi} + \text{Ekspor}) - (\text{Produksi} + \text{Impor}) \\ &= (26.711 + 387.722) - (196.769 + 38.174) \\ &= 179.490 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Kapasitas pabrik *butadiene* yang akan didirikan diambil 70 % dari peluang sebesar :  $70 \% \times 179.490 = 125.643 \text{ ton/tahun}$

Dari data dan hasil perhitungan perancangan pabrik *butadiene* ini akan dibangun dengan kapasitas sebesar 125.000 ton/tahun, sesuai data pada Tabel 1.5 kapasitas tersebut telah memenuhi kapasitas ekonomis.

### 1.2. 2 Kapasitas Komersial

Untuk menentukan kapasitas perancangan juga diperlukan data berupa kapasitas pabrik yang telah didirikan, data yang diperoleh pada tahun 2008 dari CMAI terdiri dari kapasitas pabrik yang telah dibangun di dunia. Data disajikan pada Tabel 1.5.

Tabel 1. 5Pabrik *butadiene* di dunia

Nama produsen	Negara	Kapasitas(ton/tahun)
<i>Shell Chemical LP</i>	Amerika	145.000
<i>Shell Nederland Chemie BV</i>	Belanda	115.000
<i>Amoco Chemicals Company</i>	Amerika	91.000
<i>Occidental Petrochemicals</i>	Amerika	50.000
<i>Exxon Chemicals Company</i>	Amerika	156.700
<i>Plaimex Chemicals Company</i>	Plox, Polandia	60.000
<i>ANIC</i>	Revana, Italia	50.000
<i>Palysar Chemicals Company</i>	Canada	100.000

Dari tabel, maka diperoleh kapasitas pabrik *1-3 butadiene* terkecil yang pernah dibangun adalah *Occidental Petrochemicals* yang berlokasi di Amerika dan *ANIC* yang berlokasi di Revan, Italia dengan kapasitas 50.000 ton/tahun, sedangkan pabrik terbesar yang pernah dibangun adalah *Exxon Chemicals Company* yang berlokasi di Amerika dengan kapasitas 156.700 ton/tahun.

### 1.2. 3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama pembuatan butadiena adalah butana. Butana dapat dipasok dari PT Badak NGL Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi yang mampu menghasilkan 22,5 Mtpa (juta metrik ton per tahun). Dari

kedua hal tersebut di atas, maka dalam perencanaan pabrik butadiena ini dipilih kapasitas 125.000 ton/tahun dengan pertimbangan:

1. Dapat me negeri dan mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri.
2. Dapat memacu perkembangan industri dengan bahan baku butadiena di Indonesia.

#### 1.2. 4 Jenis Proses Produksi 1-3 Butadiene

Dalam pembuatan 1,3-butadiena ada beberapa macam proses diantaranya:

1. Proses Houdry

Pembuatan butadiena dengan proses Houdry merupakan proses dehidrogenasi butana yang dijalankan pada reaktor *fixed bed single bed* dengan tekanan 15 atm dan suhu 500-600 °C. Katalisator yang digunakan adalah katalis alumina chromia. Bahan baku n-butana dari umpan segar dan arus *recycle* dipanaskan dengan *preheater* sampai suhu 600°C, kemudian direaksikan pada reaktor berkatalis. Dari reaktor ini menghasilkan butadiena, butena, dan hidrogen. Hasil reaksi dehidrogenasi didinginkan dalam *heat exchanger* kemudian dimurnikan di unit pemurnian berupa menara destilasi. Konversi yang dicapai dengan proses ini adalah 90-95 %, dengan yield 60-65 wt%. (Othmer,1964)

Reaksi utama :



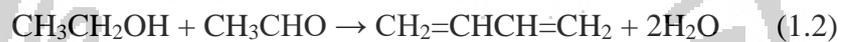
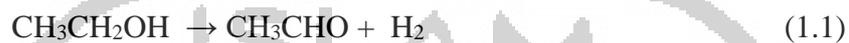
(Faith, 1950)

2. Dari etanol

Pembuatan butadiena dari etanol melalui 2 tahap proses, yaitu :

- a) Dehidrogenasi etanol menjadi asetaldehid
- b) Reaksi antara etanol yang tidak bereaksi dengan asetaldehid.

Reaksi yang terjadi berturut-turut adalah sebagai berikut:



Umpan etanol dengan konsentrasi 92-95 % berat masuk vaporizer untuk mendapatkan uap etanol, kemudian masuk reaktor 1 dengan katalis copper dimana terjadi reaksi dehidrogenasi etanol menjadi asetaldehid. Yield reaksi dehidrogenasi sebesar 92 %. Asetaldehid yang dihasilkan direaksikan dengan etanol *excess* dari reaksi 1. Rasio etanol dan asetaldehid masuk reaktor 2 adalah 3 : 1. Reaktor 2 menggunakan tantala-silika sebagai katalis dengan 2 % tantalum pentoxide dalam silica gel.

Reaktor beroperasi pada tekanan atmosferis dan temperatur 325-350°C. total yield adalah 28-30 %. Pemurnian produk butadiena dengan distilasi.

Tabel 1. 6 Perbandingan Proses Dari Etanol dan *Houndry Process*

Parameter	Produksi dari etanol	Houndry Process
Suhu reaksi	325-450°C	500-600°C
Tekanan	1,3-4,5 atm	15 atm
Hasil konversi	80-90%	90-95%

Katalis yang digunakan	SiO <sub>2</sub> dan Ta <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Chromia Alumina
Kebutuhan bahan pembantu	Katalis	Katalis
Keuntungan	Suhu reaksi lebih rendah	Hasil konversi lebih tinggi, tekanan lebih rendah, menggunakan 1 katalis
Kekurangan	Tekanan pada proses lebih tinggi, hasil konversi lebih rendah, membutuhkan 2 bahan katalis	Suhu raksi lebih tinggi

### 1.2. 5 Tujuan Proses Houndry Secara Umum

Dehidrogenasi adalah salah satu reaksi yang penting dalam industri kimia meskipun penggunaannya relatif sedikit bila dibandingkan dengan proses hidrogenasi. Reaksi dehidrogenasi adalah reaksi yang menghasilkan komponen yang berkurang kejenuhannya dengan cara mengeliminasi atom hidrogen dari suatu

senyawa menghasilkan suatu senyawa yang lebih reaktif. Pada prinsipnya semua senyawa yang mengandung atom hidrogen dapat dihidrogenasi, tetapi umumnya yang dibicarakan adalah senyawa yang mengandung carbon seperti hidrokarbon dan alkohol.

Proses dehidrogenasi kebanyakan berlangsung secara endotermis yaitu membutuhkan panas. Dehidrogenasi adalah reaksi yang bersifat endotermis yaitu membutuhkan panas untuk terjadinya reaksi dan suhu yang tinggi diperlukan untuk mencapai konversi yang tinggi pula.

Proses pembuatan 1,3-butadiena dengan proses Houdry merupakan reaksi dehidrogenasi katalitik butana.

Reaksi yang terjadi berturut-turut adalah sebagai berikut:



Reaksi dijalankan pada reaktor *fixed bed single bed* dengan menggunakan katalis Chromina Alumina. Kondisi operasi pada suhu 500-600°C dan tekanan 15 atm. Konversi yang dapat dicapai pada reaksi 1 adalah 90 %, sedangkan konversi reaksi 2 adalah 95 %.

### 1.2. 5 Kegunaan *Butadiena*

Butadiena digunakan sebagai bahan *intermediet* atau setengah jadi dari industri karet sintesis seperti *styrene butadiene rubber* (SBR), *polybutadiene*, *polychloroprene* (neoprene), dan *nitrile rubber*. Selain itu digunakan juga pada

industri polimer dan resin seperti *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS), *styrene butadiene copolymer* (latex). Serta digunakan pada industri adiponitril.

(Othmer, 1964)

Selain itu kegunaan pada industri plastik adalah sebagai berikut:

- untuk menambah fleksibilitas dari plastic
- sebagai bahan sintesis sulfolanil eter yang digunakan sebagai aditif cairan hidrolisis pada industry plastik dimana butadienasulfone atau 3- sulfolen.
- Sebagai bahan baku untuk membuat bahan kimia lain yang digunakan dalam memproduksi industri 4-vinylcyclohexene melalui reaksi dimerisasi dan cyclododecatriene melalui reaksi trimerization.
- untuk sintesis Sikloalkana dan cycloalkenes.
- sebagai monomer dalam pembuatan karet sintesis, terutama Akrlonitril butadiene stirena dan polybutadiene.

Pada obat-obatan :

- Turunannya juga digunakan untuk pembuatan kosmetik (Kirk and Othmer, 1978).

### 1.2. 6 Sifat Fisis dan Kimia Senyawa yang Terlibat

Tabel 1. 7Tabel Sifat Fisis dan Kimia Senyawa yang Terlibat

Karakteristik	Bahan baku	Produk	Produk Samping

	<i>n-Butane</i>	<i>Butene</i>	<i>1,3-Butadiene</i>	<i>Hydrogen</i>
Wujud	Gas	Gas	Gas	Gas
Bau	Khas aromatis	Khas aromatis	Khas aromatis	Khas aromatis
Berat molekul	58 gram / mol	56 gram / mol	54 gram / mol	2 gram / mol
Densitas pada 25°C	0.573 gram / mL	0,589 gram / mL	0,616 gram / mL	0,0899 gram / mL
Titik beku	-38,4	-185,35	-108,902	-259,14
Titik didih pada 1 atm	-0,5	-6,25	-4,411	-252,87
Kelarutan dalam air pada 25°C	61.2 mg/L	221 mg/L	0.735 mg/mL	1.62 mg/L
<i>Flash point</i> (°C)	-60	-79	-76	