



BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Seiring bertambahnya jumlah penduduk di negara Indonesia, maka jumlah energi yang diperlukan pun mengalami peningkatan. Salah satu sektor kebutuhan energi yang selalu mengalami peningkatan tiap tahunnya adalah Bahan Bakar Minyak (BBM). Di Indonesia, sumber energi yang satu ini merupakan salah satu entitas utama yang biasa digunakan untuk pemenuhan kebutuhan energi sehari-hari. Pada sektor transportasi, pertumbuhan jumlah kendaraan menjadi faktor utama peningkatan kebutuhan manusia akan BBM. Pada tahun 2020, konsumsi BBM nonsubsidi sebesar 65,7 juta kl, tahun 2021 sebesar 70,2 juta kl, tahun 2022 sebesar 77,9 juta kl. Tercatat bahwa konsumsi BBM sepanjang tahun 2023 masih mengalami peningkatan yaitu sebesar 80,4 juta kl (Dirjen Migas, 2024).

Konsumsi bahan bakar mempengaruhi emisi gas buang yang dihasilkan dari hasil pembakaran pada bahan bakar tersebut. Salah satu akibat dari emisi gas buang tersebut adalah efek rumah kaca. Efek rumah kaca ini menimbulkan pemanasan global pada bumi yang mengakibatkan iklim yang tidak stabil sehingga pada akhirnya akan menyebabkan bencana alam di berbagai wilayah dunia. Gas karbon dioksida (CO_2) di bumi semakin bertambah setiap tahunnya. Hal ini sangat menyumbang faktor terjadinya pemanasan global (Pramono dkk, 2024).

Seiring dengan meningkatnya emisi di atmosfer bumi, langkah-langkah untuk mengurangi emisi tersebut menjadi sangat penting. Salah satu upaya untuk mengurangi emisi yang ada yaitu dengan cara penambahan zat aditif pada BBM. Penambahan zat aditif yang tepat serta pengaturan komposisi campuran aditif dan bahan bakar yang tepat dapat mengurangi laju peningkatan emisi atau zat-zat berbahaya di atmosfer (Falah dkk, 2023).

Zat aditif yang pernah digunakan yaitu *tetraethyl lead* (TEL) dan *tetramethyl lead* (TML). Kedua zat aditif ini digunakan untuk meningkatkan nilai oktan bahan bakar bensin. Namun, karena kandungan logam timbal (Pb) yang menimbulkan emisi berbahaya dan beracun, maka penggunaan zat aditif yang



Pra Rancangan Pabrik
Dietil Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan
Proses Sintesis Satu Tahap

mengandung logam Pb telah diberlakukan peraturan penghapusan penambahan Pb pada bensin (Ardillah, 2016).

Oleh karena itu, dengan tidak diperbolehkannya penggunaan zat aditif yang mengandung Pb, maka aditif yang lazim digunakan merupakan senyawa oksigenasi. Senyawa oksigenasi merupakan suatu senyawa organik cair yang dapat meningkatkan kandungan oksigen apabila dicampurkan dengan bahan bakar. Penambahan senyawa oksigenasi dapat meningkatkan nilai oktan dan mengurangi polusi akibat dari proses pembakaran bahan bakar karena dapat menyebabkan pembakaran lebih sempurna dengan hadirnya oksigen. Senyawa oksigenasi yang banyak digunakan sebagai aditif ialah *tertiary alkil ether*, seperti *methyl-tertiary-butyl ether* (MTBE), dan juga senyawa alkohol seperti, metanol, isopropanol, dan etanol (Fernandez dkk, 2022).

Aditif yang lainnya ialah dietil karbonat (DEC). DEC adalah senyawa oksigenasi yang bersifat *non-toxic*. Penggunaan DEC sebanyak 5% berat akan mengurangi emisi partikulat sebanyak 50%. Senyawa DEC juga ramah lingkungan dimana DEC dapat terdegradasi menjadi etanol dan CO₂ apabila terbuang ke tanah. DEC juga lebih baik dari senyawa oksigenasi lain seperti dimetil karbonat (DMC) dan etanol yaitu memiliki koefisien distribusi yang lebih baik (Wibawa dkk, 2018).

Dibandingkan dengan MTBE, DEC lebih baik digunakan sebagai senyawa penambah oksigen pada bensin. DEC merupakan salah satu senyawa yang paling berpotensi digunakan sebagai substitusi MTBE. Penggunaan MTBE juga dilarang penggunaannya karena dapat mencemari air tanah dan pada konsentrasi tinggi bersifat karsinogenik (Rachmawati dkk, 2017).

Menimbang kebutuhan dan produksi BBM yang selalu meningkat serta demi menjaga lingkungan dari pengaruh gas kaca, maka perlu didirikan pabrik DEC di Indonesia. Didirikannya pabrik DEC ini diharapkan mampu meningkatkan daya saing perekonomian Indonesia di dalam negeri dan di kawasan Asia Tenggara, serta memberikan dampak positif dalam segala bidang salah satunya adalah dibukanya lapangan kerja baru.



I.2 Manfaat

Manfaat dari pendirian pabrik dietil karbonat (DEC) yaitu:

- a. Dapat memenuhi sebagian kebutuhan DEC di dalam negeri sehingga dapat menghemat devisa negara.
- b. Dapat mendorong perkembangan industri baru yang menggunakan bahan baku DEC.
- c. Dapat membuat lapangan pekerjaan baru sehingga dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia.

I.3 Kegunaan Produk

Pemanfaatan dietil karbonat (DEC) pada bidang komersil sangatlah menguntungkan. DEC dapat dimanfaatkan sebagai bahan aditif untuk bensin. Keunggulan DEC adalah memiliki kadar oksigen yang tinggi dimana mencapai 40,6% berat. Sebagai perbandingan, *methyl-tertiary-butyl ether* (MTBE) memiliki kadar oksigen yaitu 18,2% berat (Wang *et al.*, 2016). DEC juga lebih mudah untuk diaplikasikan sebagai aditif karena DEC bersifat larut pada bahan bakar, sehingga tidak membutuhkan pemisahan fasa. Selain itu koefisien distribusi dari bensin/air lebih disukai untuk DEC daripada dimetil karbonat (DMC) maupun etanol sendiri. Menurut Wibawa dkk (2018), penambahan 5% DEC sebagai aditif dalam bahan bakar diesel dapat menurunkan emisi partikulat sebesar 50%. Selain sebagai aditif untuk bensin, DEC juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembentukan senyawa polikarbonat, *solvent* yang baik dalam industri farmasi, industri percetakan tekstil dan pengecatan (*cellulose ether*, resin alami dan sintesis) industri serat sintesis (untuk senyawa *polyamide*, *polyacrylonitrile* dan diphenol resin), elektrolit dalam baterai, dan penghilang cat (*paint remover*) (Annas dkk, 2020).

I.4 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi dari suatu pabrik akan mempengaruhi perhitungan teknis ataupun ekonomis dalam pra rancangan pabrik. Penentuan kapasitas pabrik dietil karbonat (DEC) ini berdasarkan potensi Bahan Bakar Minyak (BBM) di Indonesia yaitu ditinjau konsumsi, produksi, ekspor, serta impor BBM (tabel I.1).



Hal ini dikarenakan target pasar dari pabrik DEC ini untuk meningkatkan nilai oktan dari BBM. Analisa potensi pasar ditinjau dari data *supply-demand* BBM RON 88, RON 90, RON 92, RON 95, dan RON 98 di Indonesia dari tahun 2018 hingga tahun 2023 yang disediakan oleh Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM).

Tabel I.1 Data *Supply Demand* BBM

Tahun	Produksi (kl)	Konsumsi (kl)	Ekspor (kl)	Impor (kl)
2018	14.939.948,66	34.490.283	0	18.801.959
2019	15.080.452,09	35.677.024	0	19.188.440
2020	14.586.769,51	31.193.949	0	15.995.006
2021	14.826.654,31	32.953.196	0	18.086.288
2022	13.836.130,08	35.796.051	0	21.612.052
2023	14.242.018,28	36.023.536	0	21.054.428

(Dirjen Migas, 2024)

Tabel I.2 Data Pertumbuhan *Supply Demand* BBM

Tahun	Produksi (%)	Konsumsi (%)	Ekspor (%)	Impor (%)
2018-2019	0,94	3,44	0	2,06
2019-2020	-3,27	-12,57	0	-16,64
2020-2021	1,64	5,64	0	13,07
2021-2022	-6,68	8,63	0	19,49
2022-2023	2,93	0,64	0	-2,58
Rata- Rata	-0,89	1,16	0	3,08

Dari data pada tabel I.1 dan I.2, serta digunakan rumus untuk menghitung kapasitas produksi:

$$m = P(1 + i)^n \dots \dots \dots (1)$$

Diperoleh untuk nilai kapasitas produksi pada tahun 2027 pada sektor produksi sebesar 13.743.302,99 kl/tahun, sektor konsumsi sebesar 37.717.546,39 kl/tahun, sektor ekspor 0 kl/tahun dan sektor impor sebesar 23.770.949,46 kl/tahun. Kemudian dilanjutkan untuk menghitung kapasitas produksi nasional DEC dengan basis penggunaan 34%vol yang dibutuhkan sebagai zat oksigenasi pada BBM adalah:



$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- m_1 : Jumlah impor
- m_2 : Jumlah produksi
- m_3 : Kapasitas pabrik
- m_4 : Jumlah ekspor
- m_5 : Jumlah konsumsi dalam negeri

Kapasitas pabrik DEC yang akan dibangun di Gresik akan memenuhi 10% dari kapasitas produksi nasional dengan mempertimbangkan aspek pasar yang ada yaitu PT Kilang Pertamina Internasional (KPI) *Refinery Unit* (RU) IV Cilacap, RU V Balikpapan, dan RU VI Balongan dengan kapasitas kilang Pertamina masing-masing sebesar 348 MBSD, 260 MBSD, dan 125 MBSD. Sehingga kapasitas produksi pabrik DEC di Gresik adalah:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (0 + 37.717.546,39) - (23.770.949,46 + 13.743.302,99)$$

$$m_3 = 203.293,94 \text{ kl/tahun}$$

$$m_3 = 34\% \times 203.293,94 \text{ kl/tahun}$$

$$m_3 = 69.930,07 \text{ kl/tahun}$$

$$m_3 = 50.000 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga kapasitas pabrik yang dirancang dan direncanakan akan berdiri pada tahun 2027 yaitu sebesar 50.000 ton/tahun produk DEC.

I.5 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

I.5.1 Bahan Baku

A. Propilen Oksida

- Rumus molekul : C_3H_6O
- Fase : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- Berat molekul : 58,08 g/mol
- Titik didih : $35^\circ C$



Pra Rancangan Pabrik
Dietil Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan
Proses Sintesis Satu Tahap

Titik leleh	: -112°C
Titik nyala	: -37°C
Densitas	: 0,83 g/cm ³ pada 20°C
Tekanan uap	: 59,8 kPa pada 20°C
Kemurnian	: >99,9%

(Shell Chemicals, 2022)

B. Karbon Dioksida

Rumus molekul	: CO ₂
Fase	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 44,01 g/l
Suhu kritis	: 31,01°C
Tekanan kritis	: 73,825 bar
<i>Specific gravity</i>	: 1,53 (21,11°C; 1 atm)
Kemurnian	: 99,9%

(Samator, 2023)

C. Etanol

Rumus molekul	: C ₂ H ₅ OH
Fase	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 46,07 g/mol
Titik didih	: 78,3°C
Titik beku	: -114°C
Titik nyala	: 12°C
Tekanan uap	: 75 mmHg pada 30°C
<i>Specific gravity</i>	: 0,783 pada 20°C
Kemurnian	: 99,5%

(PT Energi Agro Nusantara, 2019)



I.5.2 Bahan Pendukung

A. Kalsium Silikat

Rumus molekul	: CaSiO_3
Fase	: Padat
Warna	: Putih
Bau	: Tidak berbau
Berat molekul	: 116.16 g/mol
Titik leleh	: 1.540°C
<i>Specific gravity</i>	: 2,9 g/cm ³
Kemurnian	: 100%

(Thermo Fischer Scientific, 2024)

I.5.3 Produk

A. Dietil Karbonat

Rumus molekul	: $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_3$
Fase	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Bau	: Seperti eter
Berat molekul	: 118,1 g/mol
Titik didih	: 126°C pada 1,013 hPa
Titik leleh	: -43°C
Titik nyala	: 25°C
Densitas	: 0,98 g/cm ³ pada 20°C
Tekanan uap	: 14 hPa pada 25°C

(ROTH, 2024)

B. Propilen Glikol

Rumus molekul	: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$
Fase	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 76,09 g/mol
Titik didih	: 187°C
Titik leleh	: -60°C



Pra Rancangan Pabrik
Dietil Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan
Proses Sintesis Satu Tahap

Densitas	: 1,036 g/cm ³
Tekanan uap	: 0,08 mmHg pada 20°C
Viskositas	: 0,581 cps pada 20°C

(Shandong Shida Shenghua Chemical, 2013)