BAB I
PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Perkembangan industri merupakan bagian penting dari pembangunan ekonomi jangka panjang yang diarahkan untuk membentuk struktur ekonomi yang kuat, berdaya saing, dan berkelanjutan. Transformasi industri modern menuntut efisiensi, efektivitas, inovasi teknologi, serta kepedulian terhadap aspek lingkungan. Globalisasi perdagangan semakin mempertegas kebutuhan negara berkembang untuk meningkatkan kapasitas industrinya agar mampu bersaing di pasar internasional. Sejalan dengan meningkatnya aktivitas industri, kebutuhan terhadap bahan baku dan bahan penunjang industri kimia juga terus mengalami peningkatan dari waktu ke waktu (Wachsman & Savinell, 2011). Hal ini menuntut pengembangan industri kimia nasional agar tidak hanya menjadi konsumen, tetapi juga produsen bagi kebutuhan industrinya sendiri.

Sebagai negara yang sedang berkembang, Indonesia diharapkan mampu memperkuat sistem ekonominya melalui industrialisasi yang terarah. Salah satu langkah strategisnya adalah peningkatan kapasitas produksi bahan baku kimia dalam negeri untuk mengurangi ketergantungan impor. Industri polimer merupakan salah satu sektor penting yang terus berkembang dan memiliki kontribusi besar terhadap berbagai sektor seperti kemasan, otomotif, tekstil, dan konstruksi (Seymour & Carraher, 1981). Dalam industri polimer, plasticizer memegang peranan penting sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan fleksibilitas, plastisitas, dan kemudahan proses pembentukan material. Plasticizer banyak digunakan terutama pada polivinil klorida (PVC) serta beberapa material lain seperti karet sintetis, cat, perekat, dan bahan berbasis selulosa. Di antara berbagai jenis plasticizer, dimethyl phthalate (DMP) merupakan salah satu plasticizer yang banyak digunakan karena sifatnya yang efektif dan stabil (Rahman & Brazel, 2004).

Dimethyl phthalate (DMP) merupakan senyawa ester ftalat yang berfungsi sebagai plasticizer untuk meningkatkan fleksibilitas plastik, resin, dan bahan pelapis. Seiring meningkatnya kebutuhan akan produk plastik fleksibel, pelapis industri, serta beberapa produk komersial lainnya, kebutuhan terhadap DMP juga semakin meningkat di pasar global maupun domestik. DMP umumnya diproduksi melalui reaksi esterifikasi antara phthalic anhydride dan metanol dengan katalis asam kuat seperti asam sulfat. Proses ini dikenal cukup efisien, ekonomis, serta mampu menghasilkan kemurnian produk yang tinggi apabila dilakukan pada kondisi operasi yang tepat (Rabelo et al., 2016). Selain itu, ketersediaan bahan baku seperti metanol dan phthalic anhydride yang telah diproduksi di dalam negeri semakin mendukung peluang pendirian industri DMP nasional.

Berdasarkan kondisi tersebut, pendirian pabrik dimethyl phthalate di Indonesia merupakan langkah strategis untuk memperkuat struktur industri kimia nasional. Saat ini sebagian besar kebutuhan DMP di Indonesia masih dipenuhi melalui impor, sehingga pengembangan pabrik dalam negeri dapat menjadi solusi substitusi impor sekaligus meningkatkan kemandirian industri. Selain itu, pengembangan industri ini sejalan dengan program hilirisasi petrokimia nasional yang bertujuan meningkatkan nilai tambah, memperluas kesempatan kerja, serta menguatkan daya saing industri nasional (Heinze & Liebert, 2012). Dengan dukungan teknologi yang telah teruji, ketersediaan bahan baku, serta kebutuhan pasar yang terus meningkat, pendirian pabrik DMP di Indonesia dinilai memiliki kelayakan teknis maupun ekonomi.

Selain pertimbangan di atas, pendirian pabrik dimethyl phthalate di Indonesia didasarkan pada beberapa alasan berikut:

1. Menciptakan lapangan pekerjaan sehingga mampu mengurangi tingkat pengangguran dalam negeri.
2. Mendorong tumbuhnya industri-industri hilir yang memanfaatkan dimethyl phthalate sebagai bahan baku.

3. Meningkatkan pendapatan negara melalui penguatan sektor industri serta mengurangi beban devisa akibat impor bahan kimia.
4. Meningkatkan kualitas sumber daya manusia Indonesia melalui proses alih teknologi dan penguasaan rekayasa proses industri kimia.

I.2. Kegunaan Produk

Dimethyl phthalate (DMP) merupakan senyawa ester dari *phthalic anhydride* dan metanol yang banyak digunakan di berbagai sektor industri karena stabilitas kimianya serta kemampuannya sebagai plasticizer dan pelarut organik. Berikut adalah beberapa kegunaan utama DMP dalam dunia industri.

1. Plasticizer dalam PVC dan Resin Sintetis

   DMP berfungsi sebagai plasticizer yang mampu meningkatkan fleksibilitas, daya lentur, dan kemudahan proses pembentukan pada material polimer terutama PVC dan resin berbasis selulosa. Penambahan DMP menurunkan glass transition temperature sehingga material menjadi lebih lunak tanpa mengurangi kekuatan mekanik, sehingga banyak diaplikasikan pada kabel, pipa fleksibel, film plastik, dan kemasan industri (Rahman & Brazel, 2004; Wypych, 2013).
2. Pelarut dalam Industri Kosmetik

   DMP digunakan dalam industri kosmetik, khususnya pada parfum dan produk perawatan tubuh, sebagai solvent sekaligus fixative agent untuk menstabilkan aroma dan memperpanjang daya tahan wangi. Sifat volatilitas yang relatif rendah dan stabilitas kimia yang baik menjadikannya sesuai untuk formulasi kosmetik tertentu (Belsito et al., 2007; Rastogi, 1998).
3. Komponen dalam Formulasi Pestisida

   Dalam sektor agroindustri, DMP digunakan sebagai pelarut dan media pembawa (carrier) dalam formulasi insektisida dan pestisida lainnya. Keberadaan DMP membantu melarutkan bahan aktif, meningkatkan

kemampuan penyebaran, serta meningkatkan daya lekat pestisida pada permukaan tanaman sehingga efektivitas aplikasi meningkat (WHO/IPCS, 1997; Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2012).

4. Bahan Aditif pada Tinta dan Pelapis

   DMP juga dimanfaatkan dalam industri tinta cetak, cat, dan pelapis sebagai pelarut sekaligus plasticizer. Penggunaannya dapat meningkatkan sifat alir (rheology), mempercepat pembentukan film pelapis yang halus dan homogen, serta meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan lapisan pada berbagai jenis substrat seperti kertas, plastik, dan logam (Wypych, 2013; O'Neil, 2006).

5. Bahan Tambahan pada Polimer Teknik

   Pada aplikasi polimer teknik, DMP digunakan untuk meningkatkan kelenturan, mengurangi risiko retak pada suhu rendah, serta memperbaiki stabilitas dimensi material. DMP juga membantu meningkatkan ketahanan deformasi termal pada beberapa jenis polimer teknik tertentu (Rahman & Brazel, 2004; Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2012).

I.3. Analisis Ekonomi

Kapasitas produksi merupakan salah satu parameter penting yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan suatu pabrik karena berkaitan langsung dengan jumlah impor, kapasitas produksi dalam negeri, nilai ekspor, serta tingkat konsumsi domestik untuk memenuhi kebutuhan nasional. Dalam perencanaan produksi dimethyl phthalate, selain memperhatikan proyeksi konsumsi dan kapasitas industri yang telah beroperasi secara komersial, diperlukan pula data pendukung berupa harga bahan baku dan harga produk di pasar global. Informasi harga ini digunakan sebagai dasar dalam analisis ekonomi untuk memperkirakan biaya produksi, pendapatan penjualan, serta kelayakan investasi pabrik yang akan dirancang.

Table I. 1 Harga bahan baku dan produk

Material	BM (kg/mol)	Harga (USD /kg)	Sumber
$C_8H_4O_3$	148	1,2	PT. Petriwidada Gresik
CH_3OH	32	0.48	PT. Kaltim Methanol In dustri, Bontang
Amberlyst-15	-	3.1	Tersents Enterprise LLP, Delhi India
$C_{10}H_{10}O_4$	194	2,34	Getchem.Co., Ltd., China

Kapasitas pabrik yang akan dibangun harus dirancang agar melebihi atau setidaknya setara dengan kapasitas minimal pabrik yang saat ini beroperasi. Hal ini penting untuk memastikan pabrik baru dapat memenuhi permintaan dengan efisien dan bersaing secara optimal di pasar. Adapun beberapa negara yang memiliki pabrik yang memproduksi Dimethyl Phthalate dan kapasitasnya antara lain:

Table I. 2 Daftar Kapasitas Produksi Perusahaan yang Memproduksi Dimethyl Phthalate

Nama Perusahaan	Negara	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
Sisas - Chemical	Itali	20.000
Eastman Chemical Company	USA	25.000
KLJ Group	India	25.000
Xiangshui Chemical Plant	Cina	50.000
Eurofta	Belgia	70.000
Panthochim	Belgia	100.000

(Dikutip dari : Situs Resmi Perusahaan)

I.4. Penentuan Kapasitas Pabrik dengan Metode Discounted

Daftar kebutuhan impor dimethyl phthalate yang bersumber dari Badan Pusat Statistik adalah sebagai berikut:

Table I. 3 Data impor dimethyl phthalate di Indonesia

Tahun	Impor (Ton/Tahun)	Pertumbuhan (%)
2020	2.041	-
2021	3.318	62,5673
2022	2.318	-28,8125
2023	3.546	50,1270
2024	5.690	60,4624
Total	16.957	144,3443
Rata-rata	3.391	28,8688

(BPS,2025)

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 1.1 data impor Indonesia terhadap dimethyl phthalate di Indonesia selama 5 tahun dari 2021-2025. Dari data diatas menunjukkan bahwa terdapat permintaan dari tahun ketahun. Jumlah impor ini diharapkan terpenuhi dengan adanya potensi dan Pembangunan pabrik dimetyl phthalate di Indonesia.

Berdasarkan data impor tersebut maka dapat diperkirakan nilai impor dimetyl phthalate pada 2030 yang didapatkan dari perhitungan discounted method dengan rumus (Ulrich, 1984):

$$m = P(1+i)^n \quad \text{.....(1)}$$

Keterangan:

m = Perkiraan kebutuhan pada tahun pendirian pabrik

P = Kebutuhan dimethyl phthalate pada tahun 2025 (Ton)

i = Rata-rata pertumbuhan

n = Selisih waktu data tahun terakhir dengan waktu pendirian pabrik (tahun)

Pabrik dimethyl phthalate ini direncanakan akan beroperasi pada tahun 2030, sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2030 digunakan nilai n sebesar 5. Maka perkiraan kebutuhan impor (m_1) dimethyl phthalate pada tahun 2030 menggunakan persamaan 1 ditunjukkan sebagai berikut :

$$(m_1) = 5.690\,(1+0{,}2886)^5$$

$$= 20.223{,}31 \text{ Ton}$$

Data konsumsi dimetil phthalate (DMP) di Indonesia dapat diperkirakan berdasarkan kebutuhan industri plasticizer. DMP digunakan sebagai salah satu bahan dalam proses produksi plasticizer, dengan kebutuhan DMP yang diperkirakan sebesar 20–40% dari kapasitas produksi plasticizer. Berdasarkan persentase kebutuhan tersebut, konsumsi DMP di Indonesia dapat dihitung dari data produksi industri plasticizer. Data konsumsi dimetil ftalat berdasarkan produksi industri plasticizer di Indonesia ditunjukkan pada Tabel I.4.

Table I. 4 Data Kebutuhan dimethyl phthalate di PT Eterindo Nusa Graha

Tahun	Impor (Ton/Tahun)	Pertumbuhan (%)
2021	2.832	-
2022	1.307	-53,8488
2023	1.530	17,0619
2024	1.590	3,9215
2025	1.610	1,2578
Total	8.869,00	31,6074
Rata-rata	1.773,8	7,9018

Sehingga untuk menghitung prediksi konsumsi dimethyl phthalate pada tahun 2030 tidak daoat diprediksi menggunakan metode regresi linier sehingga digunakan persamaan (1) sebagai berikut:

m_5 = P(1+i)^n

m_5 = *1.773,8* (1+0,7901)^5

m_5 = 4.876,64 Ton/Tahun

Hasil perhitungan data prediksi kebutuhan di Indonesia pada tahun 2030 digunakan untuk menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan menggunakan persamaan sebagai berikut:

m1 + m2 + m3 = m4 + m5 ……..(3)

Keterangan:

m1 = Jumlah impor (Ton)

m2 = Kapasitas produksi pabrik yang sudah berdiri (Ton)

m3 = Kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan (ton/tahun)

m4 = Jumlah ekspor (Ton)

m5 = Jumlah Konsumsi dalam negeri (Ton)

Hingga saat ini, di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi Benzil Alkohol, maka data untuk kapasitas pabrik dimethyl phthalate yang sudah berdiri atau kapasitas pabrik lama dianggap nol. Dengan menggunakan data prediksi kebutuhan di Indonesia pada tahun 2030, maka kapasitas pabrik yang akan didirikan (m3) dapat dihitung sebagai berikut :

m3 = (m4 + m5) - (m1 + m2)

m3 = (0 + 4.876,64) – (20.233 + 0)

m3 = 24.876,64 Ton/Tahun

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan kapasitas pabrik untuk memproduksi dimetyl phthalate pada tahun 2030 adalah sebesar 25.000 Ton/Tahun

I.5. Sifat Fisika dan Kimia

I.5.1. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku

I.5.1.1. Metanol

a. Sifat Fisika

Table I. 5 Sifat Fisik Metanol

Nama senyawa kimia	Metanol
Rumus molekul	CH_3OH
Berat molekul	32 gr/mol
Warna	Tidak berwarna
Bentuk	Cair
Berat jenis	0.7918 g/cm³
Kapasitas panas	34.857 kkal / kgmol.K (at 300 K)
Titik didih	64.7°C
Kelarutan	Larut sempurna dalam air

(PT. Kaltim Methanol Industri (KMI) Bontang).

b. Sifat Kimia

Metanol adalah alkohol primer paling sederhana, terdiri dari satu gugus metil ($-CH_3$) dan satu gugus hidroksil (-OH). Ia bersifat sangat reaktif terhadap berbagai reaksi kimia khas alkohol. Metanol bereaksi dengan asam karboksilat atau anhidrida asam (seperti phthalic anhydride) untuk membentuk ester dalam reaksi esterifikasi, biasanya dengan bantuan katalis asam (misalnya H_2SO_4). Reaksi ini banyak digunakan dalam produksi senyawa ester seperti dimethyl phthalate (Perry, 2019).

Table I. 6 Komposisi Methanol

Komponen	%Berat
CH_3OH	99,5%
H_2O	0,5%
Total	100%

PT. Kaltim Methanol Industri (KMI) Bontang)

I.5.1.2. Phthalic Anhydride (C8H4O3)

Phtalate Anhidirida atau Phthalic anhydride adalah senyawa organik dengan rumus kimia C6H4(CO)2O. Senyawa ini terbentuk dari anhidrida dan asam phtalate.

a. Sifat Fisika

Table I. 7 Sifat Fisik Phtalic Anhydrate

Nama senyawa kimia	Phtalic Anhydride
Rumus molekul	$C_8H_4O_3$
Berat molekul	148 gr/mol
Warna	Kristal Putih
Bentuk	Padatan
Berat jenis	1,53 g / ml
Kapasitas panas	131 C
Titik didih	295 C (1 Atm)
Kelarutan	0,0062 gr/100 gr 25°C dalam air, dalam alcohol 2,31 g/ml pada 25°C

(PT. Petriwidada Gresik)

b. Sifat Kimia

1. Polikondensasi

   Phthalic Anhydride bereaksi dengan anhidrida maleat atau asam fumarate menghasilkan resin jenuh.

2. Phthalic Anhydride bereaksi dengan alcohol atau diol akan menghasilkan ester atau polyester.

Table I. 8 Komposisi Phtalic Anhydrate

Komponen	% Berat
$C_8H_4O_3$	99.65%
$C_4H_2O_3$	0.35%
Total	100.00%

(PT. Petriwidada Gresik)

I.5.2. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Pembantu

I.5.2.1. Amberlyts 15

a. Sifat Fisika

Table I. 9 Sifat Fisik Amberlyst 15

Bentuk	Beads
Ukuran partikel	500–850 µm
Bulk density	0,98 g/cm³
Luas permukaan	40–53 m²/g
Porositas	30–35%
Temperatur operasi maksimum	120 °C

(Alibaba)

b. Sifat Kimia

Table I. 10 Sifat Kimia Amberlyst-15

Jenis katalis	Asam heterogen
Gugus aktif	$–SO_3H$
Kapasitas asam	4,9 meq/g
Sifat keasaman	Asam Bronsted kuat
Matriks	Styrene-divinylbenzene

I.5.3. Sifat Fisika dan Kimia Produk

I.5.3.1. Monomethyl Phtalate (Intermediate)

a. Sifat Fisik

Table I. 11 Sifat Fisik Monomethyl Phtalate

Nama senyawa kimia	Monomethyl Phtalate
Rumus molekul	$C_9H_8O_4$
Berat molekul	180,16 gr/mol
Warna	Putih pucat
Bentuk	Padatan
Titik didih	$320^{\circ}C$
Titik leleh	81-86$^{\circ}C$ / 177,8 – 186,8 $^{\circ}F$
Kelarutan	Tidak larut dalam air (20$^{\circ}C$)

(Pubchem.com,*2024)*

I.5.3.2. Dimetyl Phthalate (Produk Utama)

a. Sifat fisik

Table I. 12 Sifat Fisik Dimetyl Phthalate

Nama senyawa kimia	Dimetyl Phthalate
Rumus molekul	$C_{10}H_{10}O_4$
Berat molekul	194 gr/mol
Warna	Tidak berwarna
Bentuk	cair
Berat jenis	1,191
Kapasitas panas	18.42 kkal / kgmol.K (at 300 K)
Titik didih	282 C (1 Atm)

Kelarutan	Larut dalam alcohol, eter, klorofom, dan sangat sedikit larut dalam air

(Perry,2019)

b. Sifat kimia

Dimethyl phthalate (DMP) adalah senyawa ester aromatik yang terbentuk dari reaksi esterifikasi antara phthalic anhydride dan metanol, dengan rumus molekul $C_{10}H_{10}O_4$. DMP tidak mudah terdekomposisi dalam kondisi netral, namun dapat terhidrolisis jika dipanaskan dalam suasana asam atau basa kuat, menghasilkan kembali asam ftalat dan metanol. Reaksi ini penting dalam konteks daur ulang atau degradasi lingkungan (Perry, 2019).