

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pada era ini, Indonesia perlu melakukan pembenahan dan peningkatan perekonomian negara untuk menghadapi persaingan pasar global yang semakin meluas. Sektor industri adalah salah satu faktor penunjang berkembangnya perekonomian negara. Perkembangan sektor industri selalu didampingi oleh peningkatan jumlah kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu dalam proses produksi. Salah satu pemegang peran penting dalam kemajuan industri di Indonesia adalah industri kimia. Kontribusi industri kimia terhadap perekonomian sangat signifikan. Selain itu, industri kimia diharapkan dapat menjadi pendorong pembangunan industri di Indonesia dan mendukung pembangunan berkelanjutan (Bapenas, 2022). Salah satu produk yang dihasilkan oleh industri kimia adalah polimer.

Secara kuantitatif, polimer merupakan produk industri kimia yang paling banyak digunakan dan diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Pola konsumsi masyarakat terhadap polimer semakin meningkat dikarenakan kegunaan polimer yang semakin meluas. Salah satu jenis polimer yang banyak digunakan adalah polietilen tereftalat (PET). Dalam proses pembuatan PET, diperlukan asam tereftalat sebagai bahan baku utama. Asam tereftalat merupakan senyawa organik berupa kristal berwarna putih yang banyak digunakan dalam proses pembuatan plastik dan serta *polyester*.

Seiring dengan meningkatnya konsumsi polimer di Indonesia, maka juga akan meningkatkan konsumsi asam tereftalat. Pengembangan industri dan pembuatan pabrik asam tereftalat dinilai sangat potensial. Oleh sebab itu, tujuan utama prarencana pabrik ini adalah untuk meminimalkan tingkat impor asam tereftalat dalam memenuhi kebutuhan pasar yang semakin meningkat di Indonesia.

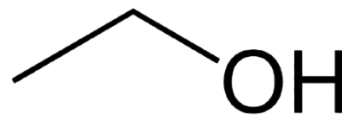
BAB I. PENDAHULUAN

I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku, Katalis dan Produk

1.2.1. Bahan Baku

1.2.1.1. Metanol

Metanol merupakan senyawa organik sederhana dalam kelompok alkohol dengan rumus molekul CH_3OH . Senyawa tersebut berupa cairan tidak berwarna yang banyak diaplikasikan untuk beberapa industri, antara lain: cat, kosmetik, plastik, dan bahan bakar. Pada industri kimia, metanol juga dapat diaplikasikan untuk proses produksi senyawa kimia lain, yaitu: asam asetat, metil dan vinil asetat. Metanol dapat larut dalam air dan mudah terurai, namun beracun. Gugus penyusun senyawa metanol adalah gugus metil (CH_3) dan gugus hidroksil (OH). Senyawa metanol dapat diperoleh melalui proses kombinasi secara langsung antara gas karbon monoksida (CO) dengan nitrogen dengan bantuan katalis (Petruzzello, 2021). Selain itu, metanol juga dapat diperoleh dengan mereaksikan senyawa yang mengandung karbon, antara lain: gas alam, batu bara, CO_2 , dan biomassa (Danela, dkk., 2018). Struktur kimia metanol dapat dilihat pada Gambar I.1. Selanjutnya, spesifikasi dan karakteristik metanol ditunjukkan pada Tabel I.1.



Gambar I.1. Struktur Kimia Metanol

Tabel I.1. Spesifikasi Metanol

Sifat Fisika dan Kimia	Keterangan
Struktur kimia	CH_3OH
Nama	Metanol
Nama lain	Metil alkohol
Berat molekul	32,04 g/mol
Massa jenis	0,792 g/cm ³ (20°C)
Titik lebur	-97,8°C
Titik didih	64,5°C (1013 hPa)
Fisik	Cairan tidak berwarna dan bebas materi tersuspensi
Bau	Ciri
Suhu kritis	239°C

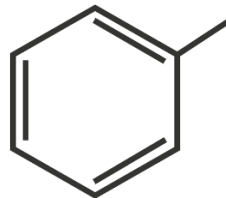
BAB I. PENDAHULUAN

Tekanan kritis	78,5 atm
<i>Specific gravity</i>	0,792-0,793 g/cm ³ (20°C)
Tekanan uap	169,27 hPa (20°C)
Viskositas	0,8 cP (20°C)
Kemurnian	99,85%
Kelarutan	Mudah larut dalam air
Bahaya	Cairan mudah menyala, beracun

(MSDS metanol)

I.2.1.2. Toluena

Toluena merupakan senyawa hidrokarbon aromatik dengan rumus molekul C₇H₈. Senyawa ini, biasa digunakan dalam industri sebagai pelarut. Toluena juga dikenal sebagai metilbenzena ataupun fenilmetana. Senyawa toluena memiliki sifat fisik berupa cairan bening tidak berwarna, tidak larut dalam air, dan beraroma seperti benzena. Selain digunakan sebagai pelarut, toluena juga dapat digunakan sebagai obat inhalan dan memberikan efek memabukkan (PT. TPPI, 2020). Struktur kimia toluena dapat dilihat pada Gambar I.2. Selanjutnya, spesifikasi dan karakteristik toluena ditunjukkan pada Tabel I.2.



Gambar I.2. Struktur Kimia Toluena

Tabel I.2. Spesifikasi Toluena

Sifat Fisika dan Kimia	Keterangan
Struktur kimia	C ₇ H ₈ (C ₆ H ₅ CH ₃)
Nama	Toluena
Nama lain	Metil benzena
Berat molekul	92,14 g/mol
Massa jenis	0,87 g/cm ³ (20°C)
Titik lebur	-94°C
Titik didih	110,6°C (1013 hPa)
Fisik	Cairan tidak berwarna

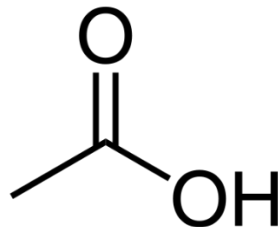
BAB I. PENDAHULUAN

Bau	Seperti benzena
Suhu kritis	318,65°C
Tekanan kritis	40,54 atm
<i>Specific gravity</i>	0,87 g/cm ³ (20°C)
Tekanan uap	30,88 hPa (21,1°C)
Viskositas	0,56 cP (25°C)
Kelarutan	Larut sebagian dalam air (0,58 g/L - 25°C)
Bahaya	Mudah menyala, beracun, menyebabkan iritasi kulit

(MSDS toluene)

I.2.1.3. Asam Asetat

Asam asetat merupakan salah satu senyawa organik golongan asam alkanoat dengan rumus molekul CH₃COOH. Asam asetat biasa digunakan sebagai bahan baku dalam industri, seperti: produksi polimer, produksi serat dan kain, serta makanan. Larutan asam asetat digolongkan sebagai asam lemah, namun asam asetat pekat dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan bersifat korosif. Struktur kimia dan spesifikasi asam asetat dapat dilihat pada Gambar I.3 dan Tabel I.3.



Gambar I.3. Struktur Kimia Asam Asetat

Tabel I.3. Spesifikasi Asam Asetat

Sifat Fisika dan Kimia	Keterangan
Struktur kimia	C ₇ H ₈ (C ₆ H ₅ CH ₃)
Nama	Asam asetat
Nama lain	Asam cuka
Berat molekul	60,05 g/mol
Massa jenis	1,049 g/cm ³ (25°C)
Titik lebur	16,64°C
Titik didih	117,9°C (1013 hPa)

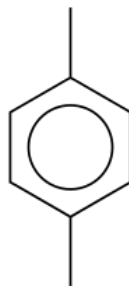
BAB I. PENDAHULUAN

Fisik	Cairan tidak berwarna
Bau	Seperti cuka
<i>Specific gravity</i>	1,051 g/cm ³ (20°C)
Tekanan uap	20,79 hPa (25°C)
Viskositas	0,56 cP (25°C)
Kelarutan	Larut sepenuhnya dalam air (602,9 g/L – 25°C)
Bahaya	Mudah menyala, korosif

(MSDS asam asetat)

I.2.1.4. *p*-Xylene

p-Xylene merupakan salah satu jenis isomer dari senyawa xilena dengan rumus molekul C₈H₁₀. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghasilkan *p*-Xylene adalah melalui proses metilasi toluena dan metanol. Dalam lingkup industri, senyawa *p*-Xylene banyak digunakan sebagai bahan baku utama pada proses pembuatan asam tereftalat. Struktur kimia dan spesifikasi *p*-Xylene disajikan pada Gambar I.4 dan Tabel I.4.



Gambar I.4. Struktur Kimia *p*-Xylene

Tabel I.4. Spesifikasi *p*-Xylene

Sifat Fisika dan Kimia	Keterangan
Struktur kimia	C ₈ H ₁₀
Nama	<i>p</i> -Xylene
Nama lain	1,4-dimetilbenzena
Berat molekul	106,16 g/mol
Massa jenis	0,86 g/cm ³ (20°C)
Titik lebur	13°C
Titik didih	138°C
Fisik	Cairan tidak berwarna

BAB I. PENDAHULUAN

Bau	Seperti benzena
<i>Specific gravity</i>	0,866 g/cm ³ (20°C)
Tekanan uap	8 mbar (20°C)
Viskositas	0,34 cP (30°C)
Kelarutan	Larut dalam pelarut non-polar
Bahaya	Mudah menyala, menyebabkan iritasi

(MSDS *p-xylene*)

I.2.2. Katalis dan Promotor

I.2.2.1. Zeolit Socony Mobil-5 Termodifikasi Boron (BZSM-5)

BZSM-5 merupakan katalis zeolit yang telah dimodifikasi dengan boron. Salah satu contoh reaksi yang menggunakan katalis BZSM-5 adalah reaksi metilasi toluena dan metanol untuk menghasilkan *p-xylene*.

I.2.2.2. Cobalt Acetate (CoAc)

Kobalt asetat merupakan jenis garam kobalt dari asetat dengan rumus kimia $\text{Co}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$. Senyawa ini memiliki banyak digunakan sebagai katalis dalam proses reaksi kimia. Salah satu reaksi yang menggunakan katalis CoAc adalah reaksi oksidasi *p-xylene* menjadi asam tereftalat. Spesifikasi katalis CoAc disajikan pada Tabel I.5.

Tabel I.5. Spesifikasi *Cobalt Acetate* (CoAc)

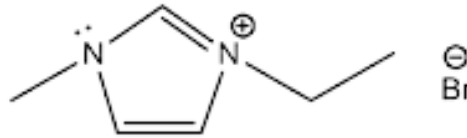
Sifat Fisika dan Kimia	Keterangan
Struktur kimia	$\text{Co}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$
Nama	Kobalt(II)asetat
Berat molekul	177,021 g/mol
Titik lebur	298°C
Fisik	Kristal merah pekat
Bau	Tidak berbau

(Alibaba.com)

I.2.2.3. 1-ethyl-3-methylimidazolium bromide (EMIM Br)

EMIM Br merupakan salah satu jenis *ionic liquid* yang dapat berperan sebagai promotor dalam proses SABIC. Struktur kimia dan spesifikasi EMIM Br dapat dilihat pada Gambar I.5 dan Tabel I.6.

BAB I. PENDAHULUAN



Gambar I.5. Struktur Kimia EMIM Br

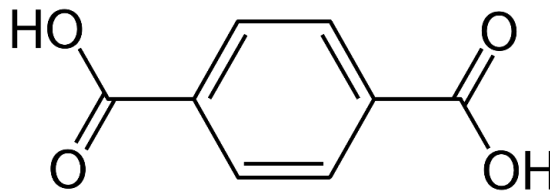
Tabel I.6. Spesifikasi EMIM Br

Sifat Fisika dan Kimia	Keterangan
Struktur kimia	$C_6H_{11}N_2.Br$
Nama	<i>1-ethyl-3-methylimidazolium bromide</i>
Berat molekul	191,07
Titik lebur	70-73°C
Fisik	Serbuk kristal putih

(Alibaba.com)

I.2.3. Produk Asam Tereftalat

Asam tereftalat adalah senyawa kimia organik yang memiliki rumus kimia $C_6H_4(COOH)_2$ dan dikenal dengan nama *benzene para-dicarboxylic acid*. Asam tereftalat memiliki bentuk padatan berwarna putih yang berguna sebagai prekursor pembuatan polimer, seperti: plastik dan *polyester*. Selain itu, asam tereftalat juga dapat di aplikasikan dalam industri farmasi sebagai obat anti nyeri. Struktur kimia asam tereftalat dapat dilihat pada Gambar I.6. Selanjutnya, spesifikasi dan karakteristik asam tereftalat ditunjukkan pada Tabel I.7.



Gambar I.6. Struktur Kimia Asam Tereftalat

Tabel I.7. Spesifikasi Asam Tereftalat

Sifat Fisika dan Kimia	Keterangan
Struktur kimia	$C_8H_6O_4$
Nama	Asam tereftalat
IUPAC	Asam benzene-1,4-dikarboksilat
Berat molekul	166,13 g/mol
Massa jenis	1,58 g/cm ³ (25°C)

BAB I. PENDAHULUAN

Titik lebur	300°C
Titik didih	-
Fisik	Kristal putih
pK _a	pK _{a1} = 3,51 pK _{a2} = 4,82
Kelarutan dalam air	0,017 g/L (25°C)
Kelarutan dalam metanol	1 g/L (25°C)
Kelarutan dalam asam asetat	0,35 g/L (25°C)
Kelarutan dalam asam sulfat	20 g/L (25°C)
Kelarutan dalam dimetil formamida	0,1 g/L (25°C)
Bahaya	Beracun, menyebabkan iritasi kulit, mata, dan pernafasan

(MSDS asam tereftalat)

I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk Asam Tereftalat

I.3.1. Kegunaan Produk Asam Tereftalat

Produk asam tereftalat dapat diaplikasikan sebagai bahan baku dalam proses produksi senyawa kimia lain, sebagai berikut:

1. Bahan baku pembuatan polietilena tereftalat (PET) yang dapat digunakan pada pembuatan kemasan berbahan plastik, seperti botol minuman dan kemasan makanan. Selain itu, juga digunakan sebagai bahan baku industri tekstil.
2. Bahan baku pembuatan zat aditif yang digunakan pada proses pembuatan plastik, seperti dioktil tereftalat dan dibutyl tereftalat,
3. Bahan baku obat anti nyeri.
4. Bahan perekat berbasis poliester dan poliamida asam tereftalat.
5. Bahan baku pembuatan minyak pelumas.

I.3.2. Keunggulan Produk

Keunggulan yang ditawarkan dari produk asam tereftalat pada prarencana pabrik ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan bahan baku dari dalam negeri, sehingga dapat mereduksi nilai impor bahan baku.
2. Sistem produksi asam terftalat yang lebih efisien dan efektif dengan *yield* produksi yang tinggi.

BAB I. PENDAHULUAN

3. Pemenuhan kebutuhan pasar asam tereftalat skala nasional dan reduksi nilai impor asam tereftalat.

I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar

I.4.1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan asam tereftalat adalah metanol dan toluena. Kedua bahan tersebut dapat disuplai dari dalam negeri dikarenakan kapasitas produksi metanol dan toluena dalam negeri dapat memenuhi kebutuhan bahan baku untuk prarencana pabrik asam tereftalat. Di Indonesia terdapat satu perusahaan produsen metanol, yaitu PT. Kaltim Metanol Indonesia dengan kapasitas produksi 660.000 ton/tahun. Sedangkan toluena dapat disuplai dari beberapa perusahaan yang berdiri di Indonesia. Data industri pemasok bahan baku toluena tersaji pada Tabel I.8.

Tabel I.8. Data Produsen Toluena di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Provinsi	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama (<i>TPPI, 2016</i>)	Tuban	Jawa Timur	100.000
PT. Makassar Petrosel (<i>Makassar, 2016</i>)	Makassar	Sulawesi Selatan	150.000
PT. Humpuss Aromatik (<i>Humpuss Aromatik, 2015</i>)	Lhokseumawe	Aceh	260.000
PT. Styrimo Mono Indonesia (<i>Styrimo Mono Indonesia, 2016</i>)	Serang	Banten	620.000
Total			1.130.000

I.4.2. Analisa Pasar

Dalam penentuan kapasitas produksi asam tereftalat, analisa pasar perlu dilakukan terlebih dahulu. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Republik Indonesia, kapasitas impor asam tereftalat di Indonesia terjadi peningkatan pada tahun 2016 sebagaimana dapat dilihat pada Tabel I.9. Berdasarkan data impor tersebut, dilakukan estimasi pada tahun 2027 menggunakan metode *forecast* linier pada excel. Metode tersebut dilakukan dengan memasukkan data impor yang kemudian dibuat

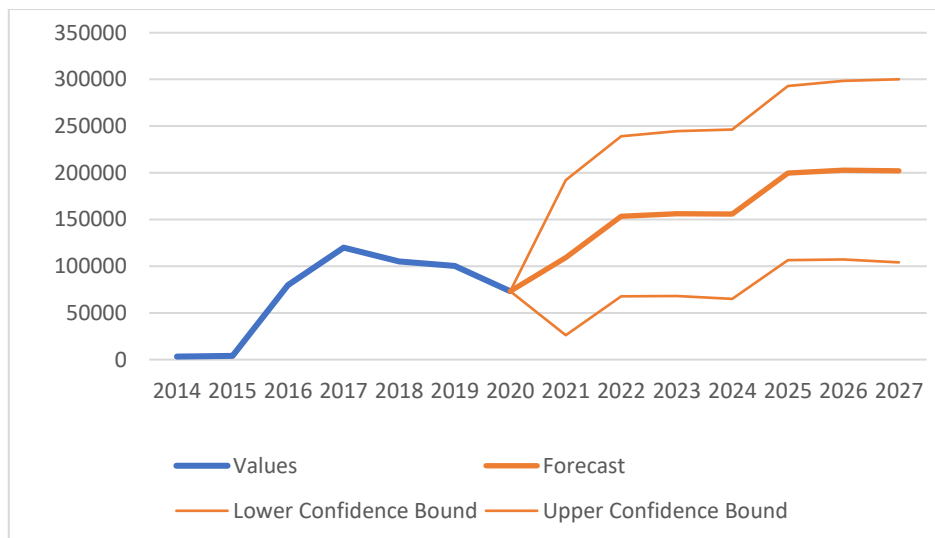
BAB I. PENDAHULUAN

grafik dan memasukkan data persen *confidence interval* sebesar 98% untuk memprediksi kapasitas impor pada tahun 2027. Hasil *forecast* untuk kapasitas impor dapat dilihat pada Gambar I.7. Grafik tersebut menghasilkan data *forecast*, *lower confidence* dan *upper confidence*. Berdasarkan grafik, diperoleh nilai prediksi kapasitas impor pada tahun 2027, sebagai berikut: *forecast* sebesar 202.175,1 ton pertahun; *lower confidence* sebesar 104.207,11 ton pertahun; dan *upper confidence* sebesar 300.143,1 ton pertahun.

Tabel I.9. Data Impor Asam Tereftalat

Tahun	Kapasitas Impor (ton/tahun)
2014	3.220,588
2015	4.060,681
2016	79.851,35
2017	119.875,044
2018	105.059,111
2019	100.308,161
2020	73.149,715

(BPS, 2022)



Gambar I.7. Grafik Impor Asam Tereftalat di Indonesia

Selain data impor, diketahui juga data ekspor asam tereftalat yang dapat dilihat pada Tabel I.10. Berdasarkan data ekspor tersebut, dilakukan estimasi kapasitas ekspor pada tahun 2027 menggunakan metode *forecast* linier pada excel. Hasil *forecast* untuk kapasitas ekspor dapat dilihat pada Gambar I.8. Berdasarkan grafik, diperoleh

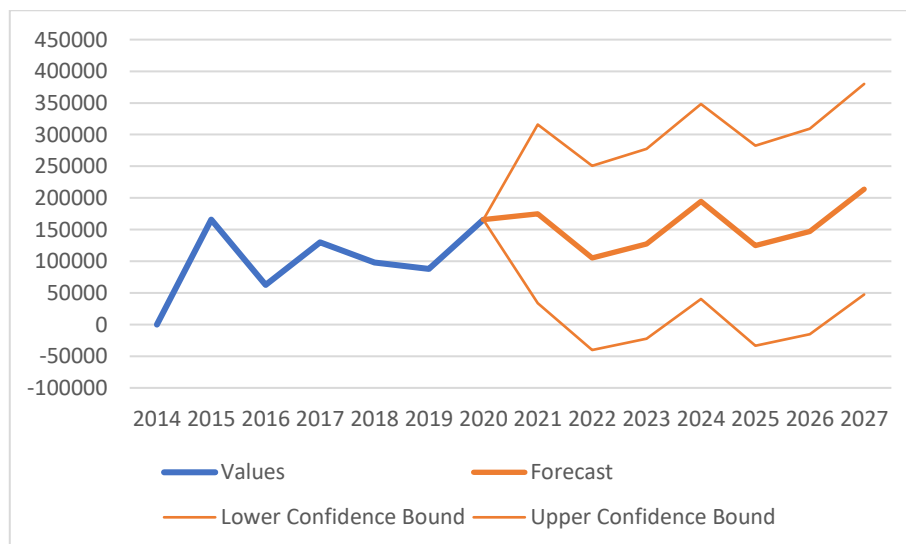
BAB I. PENDAHULUAN

nilai prediksi kapasitas ekspor pada tahun 2027, sebagai berikut: *forecast* sebesar 213.820,47 ton pertahun; *lower confidence* sebesar 47.596,39 ton pertahun; dan *upper confidence* sebesar 380.044,55 ton pertahun.

Tabel I.10. Data Ekspor Asam Tereftalat

Tahun	Kapasitas Ekspor (ton/tahun)
2014	-
2015	165.549,13
2016	62.869,155
2017	129.731,582
2018	97.843,685
2019	88.003,833
2020	165.633,786

(BPS, 2022)



Gambar I.8. Grafik Ekspor Asam Tereftalat di Indonesia

Di Indonesia telah terdapat beberapa produsen asam tereftalat, antara lain PT. Mitsubishi Chemical Indonesia, PT. Indorama Petrochemical Indonesia, dan PT. Ineos Aromatics Indonesia. Kapasitas produksi asam tereftalat dari ketiga produsen tersebut tersaji pada Tabel I.11.

BAB I. PENDAHULUAN

Tabel I.11. Data Kapasitas Produksi Asam Tereftalat di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Propinsi	Kapasitas
			(ton/tahun)
PT Mitsubishi Chemical Indonesia	Cilegon	Banten	660.000
PT Indorama Petrochemical Indonesia	Cilegon	Banten	500.000
PT Ineos Aromatics Indonesia	Cilegon	Banten	500.000
Total			1.660.000

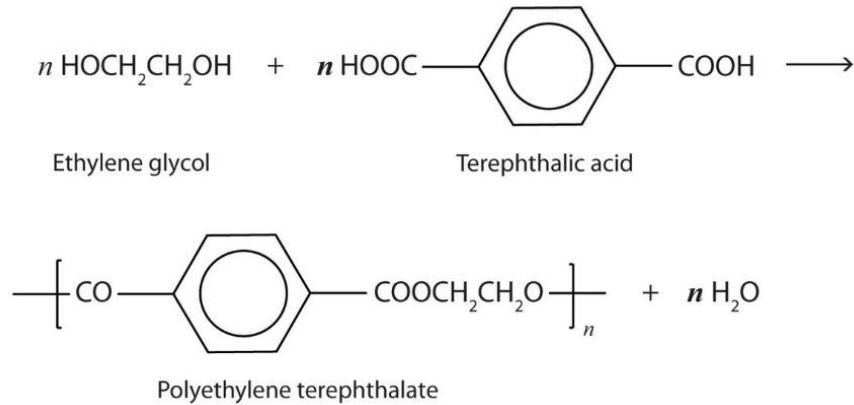
Konsumsi asam tereftalat dapat ditinjau dari produksi polimer polietilen tereftalat (PET) dan poliester. Di Indonesia, telah terdapat beberapa produsen PET dan poliester dengan kapasitas produksi sebagaimana tersaji pada Tabel I.12.

Tabel I.12. Data Kapasitas Produksi PET dan Poliester di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Propinsi	Kapasitas (ton/tahun)	
			PET	Poliester
PT Indorama Synthetic	Purwakarta	Jawa Barat	98.000	233.000
PT Polypet Karya Persada	Cilegon	Banten	147.000	-
PT Petnesia Resindo	Tangerang	Banten	85.000	-
PT Mitsubishi Chemical Indonesia	Cilegon	Banten	58.000	-
PT Indorama Ventures Indonesia	Tangerang	Banten	98.000	82.000
PT Indorama Polypet Indonesia	Cilegon	Banten	102.000	-
PT. Indorama Polyester Industries Indonesia	Karawang	Jawa Barat	-	38.000
PT. Tifico Fiber Indonesia	Tangerang	Banten	-	200.000
PT. Indonesia Toray Synthetics	Tangerang	Banten	-	109.000
PT. Polychem Indonesia	Karawang	Jawa Barat	-	129.600
PT. Polyfin Canggih	Sumedang	Jawa Barat	-	92.600
Total			588.000	884.200

BAB I. PENDAHULUAN

PET dapat dibentuk melalui reaksi asam tereftalat dan etilen glikol. Pembentukan PET dan poliester memiliki reaksi yang sama, sehingga reaksi dapat ditinjau pada Gambar I.9. Dalam proses polimerisasi, konversi reaksi dari asam tereftalat sekitar $\pm 90\%$ [12]. Berdasarkan Tabel I.12 maka dapat diketahui bahwa jumlah konsumsi asam tereftalat melalui perhitungan sebagai berikut:



Gambar I.9. Reaksi Pembentukan PET

(i) Menentukan berat molekul (BM) PET [13] :

$$\text{Derajat polimerisasi (n)} = 100$$

$$\text{Rumus molekul PET} = (\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4)_n$$

$$\text{BM}_{\text{PET}} = \text{DP} \times (\text{BM}_{\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4})$$

$$\text{BM}_{\text{PET}} = 100 \times ((12 \times 10) + (1 \times 8) + (16 \times 4))$$

$$\text{BM}_{\text{PET}} = 100 \times 192$$

$$\text{BM}_{\text{PET}} = 19.200 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$$

(ii) Menentukan jumlah konsumsi asam tereftalat:

$$\text{BM}_{\text{asam tereftalat}} = 166,13 \text{ kg/mol}$$

$$\text{Konversi reaksi} = 90\% \text{ mol}$$

$$\text{Total produk PET dan poliester} = (588.000 + 884.200) \text{ ton/tahun}$$

$$= 1.472.200 \text{ ton/tahun}$$

$$= 1.472.200 \times 10^3 \text{ kg/tahun}$$

$$= 76.677,08 \text{ kmol/tahun}$$

Berdasarkan Gambar I.9, untuk menghasilkan 1 mol PET diperlukan n mol asam tereftalat. Diketahui nilai n pada reaksi adalah sebesar 100, sehingga, untuk

BAB I. PENDAHULUAN

menghasilkan 1 mol PET diperlukan 100 mol asam tereftalat. Dalam proses polimerisasi, konversi asam tereftalat sekitar $\pm 90\%$, sehingga kebutuhan asam tereftalat dapat dihitung melalui langkah sebagai berikut:

$$\text{Asam tereftalat yang bereaksi} = 100 \times 76.677,08 = 7.667.708 \frac{\text{kmol}}{\text{tahun}}$$

$$\text{Konsumsi asam tereftalat} = \frac{100}{90} \times 7.667.708 \frac{\text{kmol}}{\text{tahun}}$$

$$\text{Konsumsi asam tereftalat} = 8.519.675,93 \frac{\text{kmol}}{\text{tahun}}$$

$$\text{Konsumsi asam tereftalat} = 1.415.373.761,57 \frac{\text{kg}}{\text{tahun}} = 1.415.373,76 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}$$

Prediksi data asam tereftalat untuk tahun 2027 dapat dihitung dengan persamaan dan data sebagai berikut:

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

Keterangan:

m_1	= impor	= 202.175,1 ton
m_2	= produksi dalam negeri	= 1.660.000 ton
m_3	= kekosongan pasar	
m_4	= ekspor	= 213.820,47 ton
m_5	= konsumsi	= 1.415.373,76 ton

Berdasarkan keempat data tersebut, dapat diketahui nilai kekosongan pasar (m_3) produk asam tereftalat pada tahun 2027 adalah sebagai berikut:

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

$$m_3 = (213.820,47 + 1.415.373,76) - (202.175,1 + 1.660.000)$$

$$m_3 = -232.980,87$$

Ditinjau dari hasil perhitungan, diperoleh kekosongan pasar produk asam tereftalat Indonesia bernilai negatif, hal tersebut dikarenakan jumlah produksi asam tereftalat Indonesia melebihi nilai konsumsinya. Oleh sebab itu, dalam penentuan kapasitas produksi pabrik asam tereftalat yang akan didirikan mengacu pada prediksi nilai impor asam tereftalat pada tahun 2027. Pabrik akan didirikan dengan tujuan untuk mengurangi $\pm 50\%$ dari nilai impor Indonesia terhadap asam tereftalat, yaitu sebesar

BAB I. PENDAHULUAN

100.000 ton/tahun. Dalam penentuan kapasitas produksi diperlukan peninjauan data dari produsen asam tereftalat di luar negeri. Data kapasitas produksi asam tereftalat di luar negeri beserta kapasitas produksi setiap tahun disajikan pada Tabel I.13. Berdasarkan tabel tersebut, kapasitas pabrik asam tereftalat yang akan didirikan berada pada rentang kapasitas produksi dari produsen luar negeri.

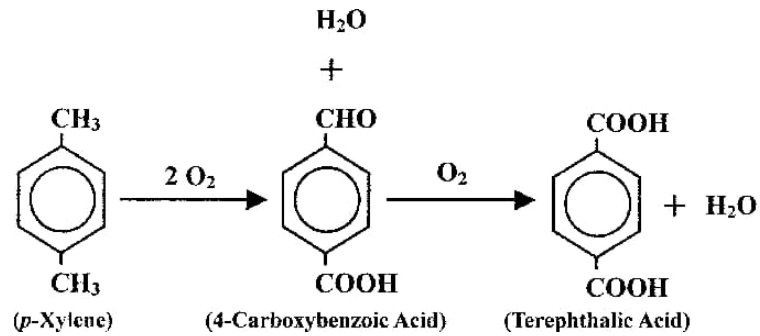
Tabel I.13. Data Produsen Asam Tereftalat Luar Negeri

Nama Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
British Petroleum	1.300.000
Reliance Industries	3.000.000
Sinopec	1.000.000
Indorama Ventures Public Company	792.000
SABIC	700.000
Eastman Chemical	600.000
Indian Oil	553.000
Lotte Chemical	500.000
Mitsubishi Chemical Company	470.000
Petkim Petrochemical Technology	70.000
JBF Petrochemicals	1.250.000
Jiaxing Petrochemical	800.000
China Prosperity (Jiangyin) Petrochemical	1.100.000
Hanwha General Chemical	2.000.000
Hengli Petrochemical	5.000.000

(iii) Menentukan kebutuhan bahan baku:

Proses penentuan bahan baku diperlukan data-data yang berdasar pada reaksi pembentukan asam tereftalat, reaksi dapat ditinjau pada Gambar I.10. Berdasarkan reaksi tersebut, rasio koefisien reaksi *p-Xylene* dan asam tereftalat adalah 1:1. Jumlah kebutuhan *p-Xylene* dapat dihitung dengan langkah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN



Gambar I.10. Reaksi Pembentukan Asam Tereftalat

Data:

$$BM_{\text{asam tereftalat}} = 166,13 \text{ kg/kmol}$$

$$BM_{p\text{-Xylene}} = 106,16 \text{ kg/kmol}$$

$$\text{Asumsi kapasitas produksi} = 100.000 \text{ ton/tahun} = 100.000 \times 10^3 \text{ kg/tahun}$$

Reaksi pembentukan asam tereftalat dapat ditinjau pada Gambar I.10. Berdasarkan reaksi tersebut, rasio koefisien reaksi *p-Xylene* dan asam tereftalat adalah 1:1 dengan konversi *p-Xylene* sebesar 100% dan selektivitas asam tereftalat sebesar 97,06%. Jumlah mol asam tereftalat dan *p-Xylene* dapat dihitung dengan langkah sebagai berikut:

$$Mol_{\text{asam tereftalat}} = \frac{100.000.000}{166,13} = 601.938,24 \frac{\text{kmol}}{\text{tahun}}$$

$$Mol_{\text{asam tereftalat}} = 601.938,24 \div 330 \div 24 = 76,0023 \frac{\text{kmol}}{\text{jam}}$$

Reaksi 3 (Pembentukan TPA)

	4-CBA ^e	+ 0,5 O ₂ ^b	→	TPA ^c
M	$\frac{(1 - 0,0012)}{0,9950} \times 76,0023$	38,0012		
	= 76,2938			
B	76,0023	38,0012		76,0023
S	0,2915			76,0023

Reaksi 2 (Pembentukan 4-CBA)

	p-toluic acid ^d	+ O ₂ ^b	→	4-CBA ^e	+ Air
M	$\frac{1}{(1 - 0,0012)} \times 76,2938$	76,2938			
	= 76,3865				
B	76,2938	76,2938		76,2938	76,2938

BAB I. PENDAHULUAN

S	0,0927		76,2938	76,2938			
Reaksi 1 (Pembentukan p-toluic acid)							
	pX^a	+	1,5 O₂^b	→	p-toluic acid^c	+	Air
M	76,3865		114,5797				
B	76,3865		114,5797		76,3865		76,3865
S	0				76,3865		76,3865

Keterangan:

- ^a pX = *p-Xylene*
^b O₂ = Oksigen
^c TPA = Asam tereftalat
^d p-toluic acid = Asam p-toluat
^e 4-CBA = 4-karboksibenzaldehida

Pembentukan *p-Xylene* dengan bantuan katalis B/ZSM-5 mengonversi metanol sebesar 100% dan toluena sebesar 12,5% serta selektivitas *p-Xylene* (pX) mencapai 99,89%. Pada proses pembentukan *p-Xylene* juga terbentuk produk samping berupa *m-Xylene* (mX) dengan selektivitas 0,08% dan *o-Xylene* (oX) dengan selektivitas 0,03% [14]. Reaksi pembentukan *p-Xylene*:

	Toluena	+	Metanol	→	pX^a	+	Air
B	76,4018		76,4018		76,4018		76,4018
	Toluena	+	Metanol	→	mX^b	+	Air
B	0,0614		0,0614		$\frac{0,08}{99,89} \times 76,4855 = 0,0614$		0,0614
	Toluena	+	Metanol	→	oX^c	+	Air
B	0,0223		0,0223		$\frac{0,03}{99,89} \times 76,4855 = 0,0223$		0,0223

TOTAL REAKSI

	Toluena	+	Metanol	→	pX^a	+	mX^b	+	oX^c	+	Air
B	76,4855		76,4855		76,4018		0,0614		0,0223		76,4855
S	0		0		76,4018		0,0614		0,0223		76,4855

Keterangan:

- ^a pX = *p-Xylene*

BAB I. PENDAHULUAN

^b mX = *m-Xylene*

^c oX = *o-Xylene*

Diketahui konversi toluena sebesar 12,5% dan metanol 100%, serta selektivitas *p-xylene* sebesar 99,89%, maka massa bahan baku yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned}\text{Toluena} &= \frac{100}{12,5} \times 76,4018 \text{ kmol} = 611,2144 \text{ kmol} \\ &= 611,2144 \frac{\text{kmol}}{\text{jam}} \times 92,14 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \\ &= 56.317,2948 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} = 446.032,9748 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \text{ (belum adanya recycle)}\end{aligned}$$

Dengan mempertimbangkan adanya proses *recycle* toluena, maka:

$$\begin{aligned}\text{Toluena} &= 76,4855 \frac{\text{kmol}}{\text{jam}} \times 92,14 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \\ &= 7060,5190 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} = 55.919,3106 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \\ \text{Metanol} &= 76,4855 \frac{\text{kmol}}{\text{jam}} \times 32,04 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \\ &= 2.511,3849 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} = 19.408,71557 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, untuk menghasilkan kapasitas produksi asam tereftalat sebanyak 100.000 ton/tahun, dibutuhkan bahan baku toluena sebesar 446.032,9748 ton/tahun dan metanol sebanyak 19.890,1684 ton/tahun. Namun, jumlah kebutuhan baku tersebut sebelum adanya proses *recycle*. Dengan mempertimbangkan adanya proses *recycle* toluena, maka kebutuhan toluena menjadi 55.919,3106 ton/tahun. Oleh sebab itu, sesuai dengan data-data yang telah dijabarkan, permintaan bahan baku untuk proses produksi asam tereftalat sebanyak 100.000 ton/tahun dapat terpenuhi oleh bahan baku yang tersedia di Indonesia.