



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Sebagai komponen penting dalam industri kimia, phthalic anhydride berperan sentral dalam produksi plasticizer, resin alkid, dan poliester tak jenuh yang menjadi material inti untuk industri plastik, pelapis permukaan (cat), dan serat sintesis. Tingkat permintaan phthalic anhydride di dalam negeri mengalami peningkatan signifikan sejalan dengan ekspansi sektor industri hilir, namun terhambat oleh kapasitas produksi domestik yang masih minim, mengakibatkan ketergantungan tinggi pada pasokan impor. Situasi ini mempertegas urgensi pendirian fasilitas produksi baru untuk menjamin stabilitas pasokan nasional sekaligus menekan ketergantungan terhadap produk luar negeri.

Phthalic anhydride ($C_8H_4O_3$) adalah senyawa kimia berbentuk kristal putih dengan aroma khas. Senyawa ini berperan sebagai bahan antara (intermediate) yang menjadi bahan dasar bagi berbagai industri. Phthalic anhydride dapat bereaksi langsung dengan alkohol, glikol, dan gliserin untuk membentuk ester yang digunakan dalam produksi plasticizer, resin, poliester, serta berbagai produk seperti kendaraan bermotor, perahu, bak mandi, ruang shower, cat minyak (alkid resin), dan sebagai bahan antara dalam pembuatan pewarna.

Naphthalene dan o-xylene merupakan bahan baku yang dapat digunakan untuk menghasilkan phthalic anhydride. Pemilihan naphthalene dan udara sebagai bahan baku utama didasarkan pada ketersediaan naphthalene yang dapat diimpor dengan harga yang bersaing serta udara yang mudah diperoleh dari lingkungan sekitar pabrik. Proses oksidasi naphthalene menggunakan udara dan katalis vanadium pentoksida (V_2O_5) terbukti efektif dalam menghasilkan phthalic anhydride dengan tingkat kemurnian tinggi dan konversi yang maksimal. Teknologi ini juga mendukung pengelolaan limbah yang lebih ramah lingkungan serta menghasilkan produk sampingan yang memiliki nilai ekonomi.

Pendirian pabrik phthalic anhydride diharapkan membawa manfaat ekonomi dan sosial, seperti penghematan devisa negara, penciptaan lapangan kerja



baru, serta mendukung upaya pemerintah dalam memperkuat kemandirian industri kimia nasional. Selain itu, lokasi pabrik yang strategis di kawasan industri akan mempermudah distribusi bahan baku dan produk jadi, sehingga meningkatkan daya saing Indonesia di pasar regional maupun internasional.

I.1.1 Kegunaan Phthalic Anhydride

Tabel I. 1 Kegunaan Phthalic Anhydride di Beberapa Industri

No	Sektor	Penggunaan
1	Industri polimer	1. bahan baku utama untuk produksi plasticizer jenis phthalate (seperti DOP dan DEHP) yang digunakan untuk membuat PVC 2. Pembuatan resin poliester yang diperkuat serat kaca (fiberglass), yang banyak dipakai pada industri otomotif, kapal, bak mandi, tangki kimia, dan konstruksi. 3. Sebagai bahan utama dalam pembuatan alkyd resin untuk cat minyak, pelapis logam, dan vernis.
2	Industri tekstil dan kertas	1. Sebagai aktivator dalam sistem bleaching H_2O_2 untuk tekstil 2. Memodifikasi permukaan serat (wol, sutra) agar lebih mudah diwarnai dan memiliki sifat antibakteri.
3	Industri lainnya	1. Digunakan untuk pengolahan limbah, penghilangan logam berat, serta pembuangan kontaminan dari air limbah industri 2. Penggunaan dalam bahan pelapis dan coating untuk perlindungan struktur dan komponen industri dari korosi dan kerusakan



I.1.2 Ketersediaan Bahan Baku

Pembuatan phthalic anhydride diperlukan bahan baku berupa naphthalene yang diimpor dari beberapa negara di asia. Sedangkan udara dapat diperoleh dari lingkungan sekitar. Adapun data kapasitas produksi naphthalene yang dapat ditinjau dari volume ekspor di beberapa negara asia adalah sebagai berikut:

Tabel I. 2 Kapasitas Produksi Naphthalene di Negara Asia

Negara	Kapasitas produksi (ton)
Malaysia	332,985
Korea Selatan	101.896,239
China	136.973,514
Total	239.202,738

(Comtrade.un.org, 2026)

I.1.3 Aspek ekonomi

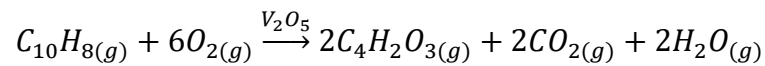
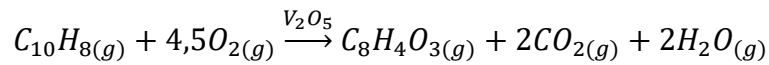
Phthalic anhydride yang telah diproduksi akan di distribusi ke industri-industri yang memerlukan phthalic anhydride sebagai keperluan keberlangsungan suatu pabrik seperti industri plasticizer dan industri resin. Adapun beberapa industri plasticizer di indonesia yang menggunakan phthalic anhydride sebagai bahan baku untuk memproduksi plastik yaitu PT Eternal Buana Chemical Industries di Tangerang dan PT Justus Sakti Raya Corp di Jakarta. Sedangkan industri resin di indonesia seperti PT Monokem Surya di Karawang dan PT Pardic Jaya Chemical di Banten menggunakan phthalic anhydride untuk memproduksi resin. Apabila dilihat dari segi ekonomi, pendirian pabrik phthalic anhydride cukup menguntungkan apabila dilihat dari harga bahan baku serta kebutuhan phthalic anhydride di berbagai industri.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydride dari Naphthalene dan Udara dengan Proses Oksidasi”

Reaksi yang terjadi pada produksi phthalic anhydride dari naphthalene dan udara dengan proses oksidasi :



Tabel I. 3 Harga Produk dan Bahan Baku Phthalic Anhydride dari Naphthalene

Komponen	Kebutuhan (kg)	Harga (Rp/kg)	Harga Total/Tahun (Rp)
C ₁₀ H ₈ kemurnian 99%	9394,2093	16.773	187.884.186
V ₂ O ₅	3948,1863	343.000	4.103.720
C ₈ H ₄ O ₃	6964,6252	45.820	319.119.126
CO ₂	4226,0867	39.000	164.817.381

(Alibaba, 2025)

Potensial ekonomi dapat dihitung dengan perbandingan antara harga bahan baku dengan produk.

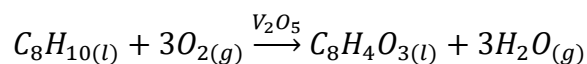
Harga total bahan baku = Rp. 191.987.906

Harga total produk = Rp. 483.936.507

Keuntungan = Rp.291.948.601

Perbandingan harga bahan baku dengan produk = 1 : 2,5

Reaksi yang terjadi pada produksi phthalic anhydride dari naphthalene dan udara dengan proses oksidasi :



Tabel I. 4 Harga Produk dan Bahan Baku Phthalic Anhydride dari Oxylene

Komponen	Kebutuhan (kg)	Harga (Rp/kg)	Harga Total (Rp)
C ₈ H ₁₀ kemurnian 98%	980	23.000	22.540.000
V ₂ O ₅	50	343.000	51.969
C ₈ H ₄ O ₃	956,6534	45.120	43.164.201

(Alibaba, 2025)



Potensial ekonomi dapat dihitung dengan perbandingan antara harga bahan baku dengan produk.

Harga total bahan baku = Rp.22.591.969

Harga total produk = Rp.43.164.201

Keuntungan = Rp.20.572.232

Perbandingan harga bahan baku dengan produk = 1 : 1,91

Berdasarkan perhitungan potensial ekonomi, proses dengan menggunakan bahan baku naphthalene memiliki perbandingan yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik phthalic anhydride menggunakan bahan baku naphthalene memiliki keuntungan yang lebih besar. Sehingga produksi phthalic anhydride yang menggunakan naphthalene dapat dipertimbangkan sebagai alternatif yang lebih menguntungkan dan efisien untuk jangka panjang.

Tabel I. 5 Volume Impor Phthalic Anhydride di Beberapa Negara Pada Tahun 2023

Negara	Volume Impor (kg)
Indonesia	58.978.000
India	84.825.100
Thailand	7.876.100
Filipina	5.948.940
Vietnam	34.723.400

([Comtrade.un.org](https://comtrade.un.org), 2025)

Pertumbuhan pesat di sektor industri plastik, cat, resin, dan produk kimia lainnya di Indonesia menyebabkan meningkatnya permintaan phthalic anhydride setiap tahunnya. Hal ini menyebabkan kebutuhan bahan kimia domestik yang terus bertambah, sehingga phthalic anhydride sangat penting agar industri-industri tersebut dapat terus berjalan, mengurangi ketergantungan impor, dan mendorong pertumbuhan ekonomi nasional melalui penciptaan lapangan kerja dan penghematan devisa negara.



I.1.4 Penentuan Kapasitas Produksi

Perhitungan kebutuhan phthalic anhydride di Indonesia pada tahun 2030 dilakukan dengan metode discounted menggunakan persamaan:

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

dimana,

m = jumlah produk pada tahun terakhir (ton/tahun)

P = jumlah produk pada tahun pertama (ton/tahun)

i = pertumbuhan rata-rata per tahun (%)

n = selisih tahun yang diperhitungkan

Tabel I. 6 Data Impor Phthalic Anhydride di Indonesia

No	Tahun	Impor	%P
		Ton	
1	2021	54098,963	0
2	2022	44231,248	-18,2401
3	2023	58977,959	33,34002
4	2024	44737,758	-24,1449
5	2025	38687,357	-13,5241
$\sum \%P$			-4,5138
i			-0,0451

(BPS, 2025)

Tabel I. 7 Data Ekspor Phthalic Anhydride di Indonesia

No	Tahun	Ekspor	%P
		Ton	
1	2021	16235	0
2	2022	823	-94,9307
3	2023	417,5	-49,2709
4	2024	12	-97,1257
5	2025	200,075	1567,2916
$\sum \%P$			1325,9641
i			2,6519

(BPS, 2025)



$$m1 = P \times (1 + i)^n$$

$$m1 = \times (38687,357 \times (1 + (-0,0451))^{2030-2025})$$

$$m1 = 30709,3934 \text{ ton}$$

$$m4 = P \times (1 + i)^n$$

$$m4 = \times (200,075 \times (1 + 2,6519)^{2030-2025})$$

$$m4 = 129958,34 \text{ ton}$$

Tabel I. 8 Data Konsumsi Phthalic Anhydride di Indonesia

No	Tahun	Konsumsi	%P
		Ton	
1	2021	107863,963	0
2	2022	43408,248	-59,756
3	2023	58560,459	34,9063
4	2024	44725,758	-23,625
5	2025	38487,282	-13,948
$\Sigma\%P$			-62,423
i			-0,1248

Adapun perhitungan kebutuhan phthalic anhydride pada tahun 2030 sebagai berikut:

$$m5 = P \times (1 + i)^n$$

$$m5 = 38487,282 \times (1 + (-0,1248))^{2030-2025}$$

$$m5 = 19757,82091 \text{ ton}$$

Di indonesia hanya ada satu pabrik yang memproduksi phthalic anhydride yaitu PT Petro Widada di Gresik dengan kapasitas produksi 70.000 ton/tahun ($m2$). Saat berdirinya pabrik phthalic anhydride, diharapkan pabrik ini dapat memenuhi kebutuhan domestik sehingga indonesia tidak melakukan impor lagi jadi nilai $m1=0$. Berdasarkan data-data tersebut dapat dihitung kapasitas produksi untuk pendirian pabrik phthalic anhydride pada tahun 2030 menggunakan persamaan berikut :

$$m1 + m2 + m3 = m4 + m5$$

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

Keterangan :

m1 = nilai impor pada tahun rencana pabrik akan didirikan (ton)

m2 = produksi pabrik dalam negeri pada tahun didirikan (ton/tahun)

m3 = kapasitas produksi yang akan didirikan (ton/tahun)

m4 = nilai ekspor pada tahun rencana pabrik didirikan (ton)

m5 = nilai konsumsi pada tahun rencana pabrik didirikan (ton)

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

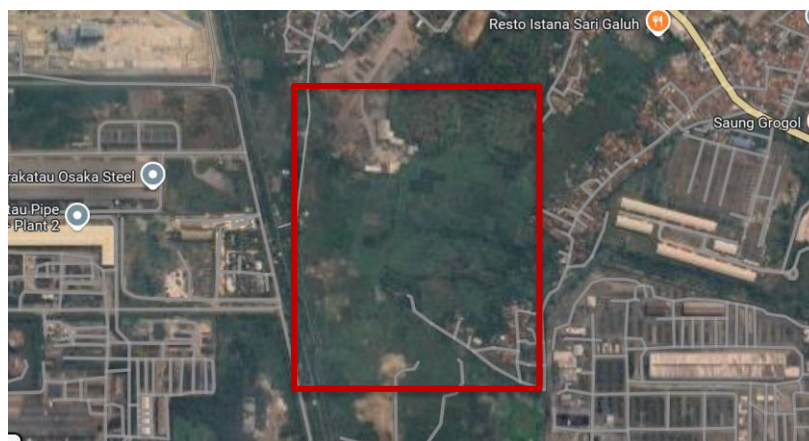
$$m3 = (129958,34 + 19757,82091) - (30709,3934 + 70.000)$$

$$m3 = 49006,77 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas, maka perkiraan kebutuhan phthalic anhydride di Indonesia pada tahun 2030 yaitu 49006,77 ton. Oleh karena itu, dengan meningkatnya volume impor phthalic anhydride di Indonesia menjadi latar belakang pendirian pabrik ini dengan kapasitas 55.000 ton/tahun agar dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mengurangi volume impor phthalic anhydride.

I.1.5 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pabrik phthalic anhydride direncanakan akan didirikan di daerah Cilegon, Banten. Pemilihan ini dimaksudkan untuk mendapatkan keuntungan secara teknis dan ekonomis, berdasarkan beberapa faktor.



Gambar I. 1 Perencanaan Pendirian Pabrik Phthalic Anhydride



I.1.5.1 Faktor Utama dan Pendukung

1. Ketersediaan Bahan Baku

Pembuatan phthalic anhydride diperlukan bahan baku berupa naphthalene yang diperoleh dari PT. Makro Chemindo, Jakarta Utara.

2. Pemasaran Pabrik

Pemasaran phthalic anhydride dalam negeri akan didistribusikan ke PT. Eternal Buana Chemical Industries dan PT. Arindo Pacific Chemicals yang membutuhkan phthalic anhydride sebagai bahan baku pembuatan Unsaturated polyester resins. Selain itu, Cilegon termasuk kawasan industri petrokimia yang ditetapkan oleh pemerintah, dimana tersedianya lahan dan infrastruktur yang memadai.

3. Jenis dan Sarana Transportasi

Cilegon merupakan daerah industri yang memudahkan pendistribusian produk melalui jalur darat, laut, maupun udara, karena daerah ini dekat dengan pelabuhan, dan bandara. Selain itu, Cilegon dekat dengan pelabuhan Merak, yang merupakan pintu utama yang menghubungkan Pulau Jawa dan Pulau Sumatra, sehingga mempermudah dalam pemasaran ke luar Pulau.

4. Kebutuhan Tenaga Kerja

Cilegon merupakan kawasan industri yang lokasinya dekat dengan kota Jakarta sebagai pusat pendidikan sehingga mudah untuk memperoleh tenaga ahli.

5. Kebutuhan Air dan Utilitas

Utilitas utama suatu pabrik yaitu listrik dan air. Tenaga listrik untuk pabrik ini sebagian dipenuhi dengan pasokan dari PLN, penyediaan air, utilitas serta iklim yang telah memenuhi persyaratan sebagai kawasan industri.



I.2 Sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1 Spesifikasi Bahan Baku

1. Naphthalene

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 1. Wujud | : Padat |
| 2. Rumus molekul | : $C_{10}H_8$ |
| 3. Berat molekul | : 128,2 g/mol |
| 4. Titik didih | : $218,1^{\circ}C$ |
| 5. Titik leleh | : $80,3^{\circ}C$ |
| 6. Densitas | : $1,069 \text{ g/cm}^3$ |
| 7. Temperatur kritis | : $475,2^{\circ}C$ |
| 8. Tekanan kritis | : 4051 Kpa |
| 9. Panas peleburan | : 36 kal/gr |
| 10. Panas penguapan | : 43,129 kJ/mol |

(PT. Makro Chemindo, 2026)

2. Udara

A. Oksigen

- | | |
|----------------------|-------------------|
| 1. Wujud | : Gas |
| 2. Rumus molekul | : O_2 |
| 3. Berat molekul | : 32 g/mol |
| 4. Titik didih | : $-183^{\circ}C$ |
| 5. Titik leleh | : $-219^{\circ}C$ |
| 6. Temperatur kritis | : $-118^{\circ}C$ |
| 7. Tekanan kritis | : 49,6 atm |

(MSDS Oksigen, 2022)

B. Nitrogen

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1. Wujud | : Gas |
| 2. Rumus molekul | : N_2 |
| 3. Berat molekul | : 28 g/mol |
| 4. Titik didih | : $-196^{\circ}C$ |
| 5. Titik leleh | : $-210^{\circ}C$ |



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydride dari Naphthalene dan Udara dengan Proses Oksidasi”

6. Temperatur kritis : -147°C
7. Tekanan kritis : 33,5 atm

(MSDS Nitrogen, 2024)

I.2.2 Spesifikasi Produk

1. Phthalic Anhydride

1. Wujud : Padat
2. Rumus molekul : $C_8H_4O_3$
3. Berat molekul : 148,1 g/mol
4. Titik didih : 284,5 °C
5. Titik leleh : 131,6°C
6. Temperatur kritis : 518°C
7. Densitas : 1,53 g/cm³
8. Specific gravity : 1,53

(MSDS Phthalic Anhydride, 2024)

I.2.3 Spesifikasi Bahan Pendukung

1. Vanadium Pentaoksida

1. Wujud : Padat
2. Rumus molekul : V_2O_5
3. Berat molekul : 181,88 g/mol
4. Titik didih : 1750°C
5. Titik lebur : 690°C
6. Densitas : 3,357 gr/cm³
7. Kelarutan dalam air : 515 g/l pada 20°C

(PT. Mufasa Specialties Indonesia, 2026)

I.2.4 Spesifikasi Produk Samping

1. Maleic Anhydride

1. Wujud : Padat
2. Rumus molekul : $C_4H_2O_3$
3. Berat molekul : 98,06 g/mol



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydride dari Naphthalene dan Udara dengan Proses Oksidasi”

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 4. Titik didih | : 202 °C |
| 5. Titik leleh | : 52,4°C |
| 6. Temperatur kritis | : 228°C |
| 7. Densitas | : 1,48 g/cm ³ |
| 8. Specific gravity | : 1,43 |

(MSDS Maleic Anhydride, 2024)