

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan industri kimia di Indonesia mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kebutuhan hidup manusia. Industri kimia merupakan salah satu sektor penting, sehingga bahan baku dan bahan penunjang untuk industri kimia banyak dibutuhkan. Salah satu bahan yang banyak digunakan dalam industri kimia yaitu *Phthalic Anhydride*, senyawa organik hasil dari proses oksidasi *orthoxylene*.

Phthalic Anhydride adalah senyawa organik sintetis, yang merupakan produk *intermediate* sebagai bahan baku pembuatan DPO (*Diocetyl Phthalate*) yang lazim digunakan sebagai zat pelunak / *Plasticizer* yang dipakai pada proses pembuatan PVC, kulit sintetis dan lain sebagainya. Selain itu *Phthalic Anhydride* juga digunakan dalam pembuatan UPR (*Unsaturated Polyester Resin*), *Alkyd Resin*, bahan pewarna tertentu serta digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan Herbisida, *Polyester Polyol*, *Diallyl Phthalates* dan *Isotonic Anhydride*. Selain itu di industri *Phthalic Plasticizer* dipakai untuk mengubah sifat-sifat fisika polivinil klorida.

Indonesia memiliki satu pabrik produsen *Phthalic Anhydride*, yaitu PT. Petrowidada Gresik dengan kapasitas produksi 70.000 ton/tahun dan menjadi pabrik terbesar di ASEAN. Kapasitas pabrik tersebut belum dapat memenuhi permintaan *Phthalic Anhydride* dalam negeri. Hal ini ditunjukkan dengan besarnya jumlah impor *Phthalic Anhydride* pada tahun 2018 sebesar 73.539 ton.

Berdasarkan pertimbangan hal-hal diatas, pendirian pabrik *Phthalic Anhydride* sangat diperlukan untuk pengurangan impor. Selain itu, pendirian pabrik *Phthalic Anhydride* juga akan memacu tumbuhnya pabrik baru yang menggunakan *Phthalic Anhydride* sebagai bahan bakunya.

Di luar negeri pabrik yang sudah memproduksi *Phthalic Anhydride* antara lain dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Produksi Phthalic Anhydride di Luar Negeri

No	Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	Petkim, Turki	34.000
2.	Thirumalai Chemicals Limitede (TCL), India	140.000
3.	Shijiangzhuang Bailong Chemical, China	60.000
4.	Petromdi Sao Paulo, Brazil	80.000
Total		314.000

(Sumber : *Compeni Profil of Chemical Industries*, 1993)

Di Indonesia ada beberapa perusahaan yang membutuhkan *Phthalic Anhydride*, yang dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1.2 Perusahaan yang Membutuhkan Phthalic Anhydride di Indonesia

No	Perusahaan	Kebutuhan (Ton/Tahun)
1.	PT. Eternal Buana Chemical Industries, Tangerang	3.410
2.	PT. Justus Sakti Raya Corp di Cilincing, Jakarta Utara	1.500
3.	PT. Monocem Surya di Karawang Jawa Barat	890
4.	PT. Pardic Jaya Chemical di Tangerang, Banten	1.462
5.	PT. Ruang Nusa Chemical di Surabaya, Jawa Timur	1.250
6.	PT. Petronika di Gresik, Jawa Timur	10.486
Total		18.998

(Sumber : *Compeni Profil of Chemical Industries*, 1993)

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah prarancangan pabrik *Phthalic Anhydride* dengan proses *o-xylene* adalah:

1. Apakah prarancangan pabrik *Phthalic Anhydride* dengan proses oksidasi *o-xylene* dapat memenuhi kapasitas 80.000 ton/tahun?
2. Bagaimana kelayakan pendirian pabrik *Phthalic Anhydride* dengan proses oksidasi *o-xylene*?

Tujuan

Tujuan dari prarancangan pabrik *Phthalic Anhydride* ini adalah:

1. Menganalisa apakah prarancangan pabrik *Phthalic Anhydride* dengan prosesoksidasi *o-xylene* dapat memenuhi kapasitas 80.000 ton/tahun.
2. Menganalisa kelayakan pendirian pabrik *Phthalic Anhydride* dengan prosesoksidasi *o-xylene*.

Manfaat Perancangan

Manfaat dari perancangan ini agar mahasiswa lebih memahami dan mampu merealisasikan ilmu yang didapat selama perkuliahan dalam bentuk prarancangan pabrik *Phthalic Anhydride* dengan kapasitas dan hasil produksi yang lebih baik. Selain alasan tersebut pendirian pabrik *Phthalic Anhydride* juga memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Dapat memenuhi kebutuhan permintaan *Phthalic Anhydride* di dalam negeri, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap negara lain, dan dapat menghemat devisa negara.
2. Dapat meningkatkan devisa negara dari hasil produk yang diekspor.
3. Dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat dan dapat menunjang pemerataan pembangunan serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.
4. Merangsang pertumbuhan industri-industri baru di Indonesia.

Batasan Masalah

Di dalam penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik *Phthalic Anhydride* ini, penyusun membatasi hanya pada *flowsheet (steady state)* pabrik *Phthalic Anhydride*, *dynamic mode*, neraca massa, neraca energi, spesifikasi peralatan, analisa ekonomi, unit utilitas, P&ID, Aspen Hysys, Autodesk Plant 3D dan tugas khusus.

Kapasitas Prarancangan Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan produksi dan ekonomis. Semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin

besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lain, yaitu:

1. Prospek Pasar dan Kebutuhan dalam Negeri

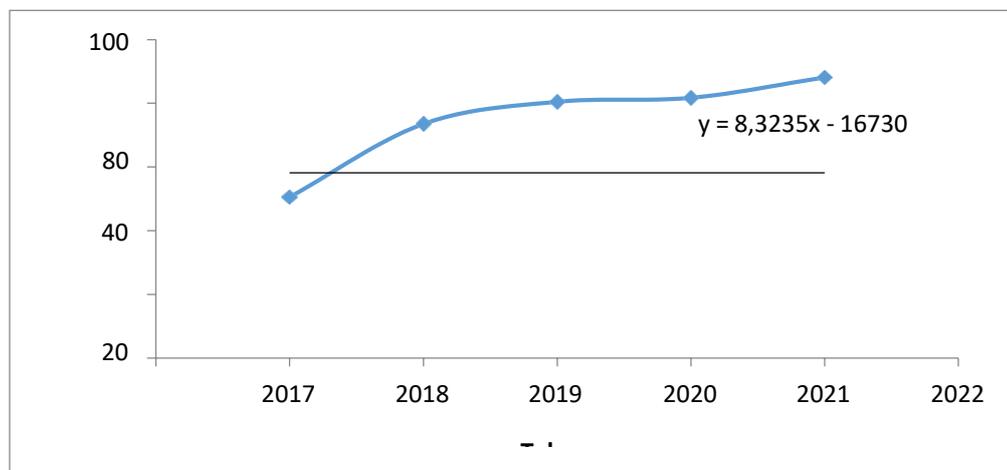
Permintaan terhadap *Phthalic Anhydride* diperkirakan akan terus meningkat sehubungan dengan perkembangan sektor industri-industri konsumennya seperti DPO, *alkyd resin*, *polyester resin*, dan lain-lain. Industri DPO sebagai konsumen *Phthalic Anhydride* terbesar dibandingkan industri lainnya, saat ini telah berkembang dengan terbukanya pasar DPO baru hasil produksi Indonesia sehingga selain untuk konsumsi sendiri juga untuk ekspor.

Perkembangan konsumsi *Phthalic Anhydride* di Indonesia dapat dilihat pada tabel 1.3. Untuk memudahkan analisa, maka dari data-data tersebut dapat dibuat grafik seperti pada gambar 1.1

Tabel 1.3 Data Impor *Phthalic Anhydride* 2017-2021 (Tahun/Ton)

No.	Tahun	Impor (Ton/Tahun)
1.	2017	50.593
2.	2018	73.539
3.	2019	80.474
4.	2020	81.726
5.	2021	88.117

(Sumber : Badan Perdagangan Statistik, 2022).



:Gambar 1.1 Impor *Phthalic Anhydride* di Indonesia

Untuk menghitung kebutuhan *Phthalic Anhydride* pada tahun berikutnya, maka dapat menggunakan metode ekstrapolasi. Kebutuhan akan *Phthalic Anhydride* dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$y = 8.3235x - 16730$$

Keterangan:

y = kebutuhan *Phthalic Anhydride* (ton/tahun)

x = tahun ke-

Maka untuk tahun 2025 :

$$y = 8.3235(2026) - 16730$$

$$y = 133,411 \text{ Ton/tahun}$$

Dengan melihat gambar 1.1 diatas jika pabrik didirikan pada tahun 2026 maka perkiraan kapasitas dapat dihitung dengan rumus ekstrapolasi $y = 8.3235x - 16730$ sehingga didapat hasil interpolasi dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4. Data Perkiraan Tingkat Pertumbuhan *Phthalic Anhydride*

No	Tahun	Impor (Ton/Tahun)
1.	2022	100.117
2.	2023	108.440
3.	2024	116.764
4.	2025	125.087
5.	2026	133.441

Dari tabel di atas dapat diprediksi bahwa kebutuhan impor *Phthalic anhydride* di Indonesia mengalami peningkatan. Jadi kebutuhan pada tahun 2026 adalah: 133.441 ton/tahun. Dari hasil penjelasan diatas memperhatikan bahwa kebutuhan permintaan *Phthalic anhydride* di Indonesia akan mengalami peningkatan. Oleh karena itu, dengan beberapa pertimbangan maka prarancangan pabrik *Phthalic anhydride* akan memproduksi dengan kapasitas 80.000 ton/tahun dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan *Phthalic anhydride* dalam negeri sehingga dapat mengurangi ketergantungan ekspor dari negara lain.

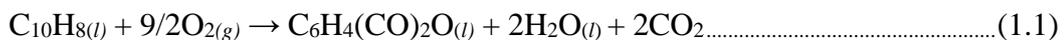
Pemilihan Proses dalam Pembuatan *Phthalic Anhydride*

Pembuatan *Phthalic Anhydride* mempunyai beberapa metode diantaranya Pembuatan *Phthalic Anhydride* dengan oksidasi dari *Naphthalene* dan Pembuatan *Phthalic Anhydride* dengan oksidasi dari *O-xylene*.

1.7.1 Pembuatan *Phthalic Anhydride* dengan Oksidasi dari *Naphthalene*

Pada proses ini, umpan berupa *Naphthalene* cair dipompa dan diinjeksikan ke *furnace* untuk menguapkan dan menaikkan suhu sampai pada kondisi operasi. Proses ini menggunakan reaktor *fluidized bed*, dengan kondisi operasi reaktor yang diinginkan yaitu pada kisaran suhu 340°C sampai 380°C dengan tekanan 2 atm. Sedangkan, katalis yang digunakan adalah *Vanadium Pentaoksida* (V_2O_5). Rasio massa udara dengan oksidasi *naphthalene* yang digunakan antara 10:1 sampai 12:1.

Adapun reaksi yang terjadi adalah :



Naphthalene yang terkonversi mencapai 100% sehingga setiap kilogram *naphthalene* menghasilkan yield 0,97 kg *Phthalic anhydride*. Selain itu, oksidasi *naphthalene* yang kurang sempurna akan menghasilkan *naphthoquinone*. *Naphthoquinone* berakibat fatal jika terhirup dan sangat beracun untuk organisme akuatik.

I. Uji Ekonomi Awal

Adapun uji ekonomi awal proses oksidasi *Nepthalene* dilihat pada tabel 1.5.

Tabel 1.5 Analisa Ekonomi Awal Proses Oksidasi Napthalene

Bahan	BM (gr/mol)	Harga (Rp/gr)
<i>Napthalene</i> $C_{10}H_8(l)$	128,1705	49.000
Oksigen	32	35.000
<i>Phthalic anhydride</i> $C_6H_4(CO)_2O(l)$	148,11	58.120
<i>Vanadium pentoxide</i> (V_2O_5)	181,88	195

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2021)

$$PE = \{ \text{Harga } Phthalic \text{ Anhydride} \times BM \} - [\{ \text{Harga } Naphthalene \times BM \} + \{ \text{Harga Oksigen} \times BM \}] - \{ \text{Harga } Vanadium \text{ Pentaoxide} \times BM \}$$

$$PE = \{ 58.120 \times 148,11 \} - [\{ 49.000 \times 128,1705 \} + \{ 0 \}] - \{ 195 \times 181,88 \}$$

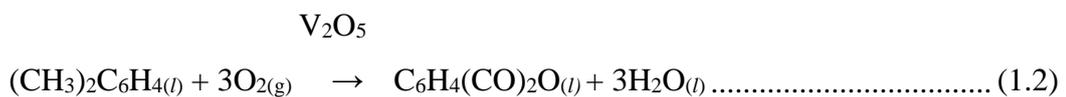
$$PE = 2292357 /gr$$

$$PE = 2292,357 /kg$$

1.7.2 Pembuatan *Phthalic Anhydride* dengan Oksidasi dari *O-xylene*

Bahan baku *o-xylene* (P= 30°C, T= 1Atm) disimpan pada tangki bahan baku kemudian dipompa menuju *vaporizer* untuk menaikkan suhu dan mengubah fasa. Udara bertekanan 1 atm digunakan untuk proses oksidasi dialirkan dengan kompresor agar tekanannya menjadi 2 Atm kemudian menuju *heater* untuk menaikkan suhu. Selanjutnya *o-xylene* dan udara diumpankan menuju pipa penghubung untuk menghubungkan kedua bahan baku setelah itu masuk ke *heater* untuk dinaikkan temperatur sesuai suhu operasi sebelum masuk reaktor. Perbandingan udara terhadap *o-xylene* pada umpan reaktor ialah 25:1.

Reaksi oksidasi *O-xylene*:



Katalis *vanadium pentoxide* digunakan agar reaksi berlangsung cepat, menghasilkan konversi produk sebesar 99,7 % dan selektivitas dari produk yang diinginkan yaitu 70% dari reaktan bereaksi. Produk reaktor berupa campuran antara *phthalic anhydride*, oksigen sisa, air dan *o-xylene* pada temperatur 350°C dan tekanan 2 Atm. Kemudian di, reaksi berlangsung eksotermis sehingga diperlukan pendingin supaya suhu reaksi relatif konstan.

I. Uji Ekonomi Awal

Adapun uji ekonomi awal pada proses oksidasi *O-Xylene* adalah:

Tabel 1.6 Analisa Ekonomi Awal Proses Oksidasi *O-Xylene*

Bahan	BM (gr/mol)	Harga (Rp/gr)
-------	-------------	---------------

<i>O-xylene</i> (CH ₃) ₂ C ₆ H _{4(l)}	106,16	31.287,6
Oksigen	32	35.000
<i>Phthalic anhydride</i> C ₆ H ₄ (CO) ₂ O _(l)	148,11	58.120,94
<i>Vanadium pentoxide</i> (V ₂ O ₅)	181,8800	195.000

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2021)

$$PE = \{ \text{Harga } Phthalic \text{ Anhydride} \times BM \} - [\{ \text{Harga } O\text{-xylene} \times BM \} + \{ \text{Harga Oksigen} \times BM \}] - \{ \text{Harga } Vanadium \text{ Pentaoxide} \times BM \}$$

$$PE = \{ 58.120 \times 148,11 \} - [\{ 31.287,6 \times 106,16 \} + \{ 0 \}] - \{ 195 \times 181,88 \}$$

$$PE = 5253072,24 \text{ gr}$$

$$PE = 5253,072 \text{ kg}$$

Perbandingan Proses Oksidasi *Napthalene* dan Oksidasi *O-xylene*

Berdasarkan kedua metode pembuatan *Phthalic Anhydride* diatas, maka dipilih pembuatan *Phthalic Anhydride* dengan proses oksidasi dari *O-xylene*. Pemilihan ini didasarkan berbagai variabel seperti diperlihatkan pada tabel 1.7.

Tabel 1.7 Perbandingan Proses Pembuatan *Phthalic Anhydride*

Kriteria	Proses Oksidasi <i>Napthalene</i>	Proses Oksidasi <i>O-xylene</i>
Bahan Baku	Setiap kg <i>Napthalene</i> menghasilkan yield 0,97 kg	Setiap kilogram 95% <i>O-xylene</i> menghasilkan yield <i>Phthalic Anhydride</i> 1,03 kg (yield teoritis 1,03 kg, 100% <i>O-xylene</i>)
Rasio Umpan Reaktor	Rasio umpan Udara: <i>Napthalene</i> = (10-12):1	Udara : <i>O-xylene</i> = 25:1
Suhu	340-380 °C	340-350 °C
Finishing produk	Pemisahan produk dari <i>Maleic Anhydride</i> dilanjutkan pemisahan <i>Napthoquinone</i>	Pemisahan produk dari air
Emisi	Karbon dioksida	Tidak ada karbon diokasida
Produk akhir	Kemurnian produk: 85 %	Kemurnian produk: 99,9 %

Ekonomi awal	Rp. 2.292,35 kg	Rp. 5.253,13 kg
--------------	-----------------	-----------------

Dari perbandingan proses pembuatan *Phthalic Anhydride* maka pendirian pabrik ini yang dipilih proses oksidasi dari *o-xylene* dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Suhu yang digunakan lebih rendah.
2. *Yield* yang didapatkan tinggi.
3. Kemurniaan produk yang didapat yaitu 99,9 %.
4. Keuntungan yang didapat lebih besar.

Pemilihan Lokasi Pabrik

Salah satu faktor utama yang harus diperhatikan dalam perencanaan suatu pabrik adalah pemilihan lokasi pabrik. Lokasi suatu pabrik akan mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan dan penentuan kelangsungan produksinya. Penentuan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi beberapa faktor, yaitu faktor utama dan faktor khusus. Faktor utama akan menentukan daerah operasi, faktor khusus akan mempengaruhi pemilihan letak pabrik. Setelah mempertimbangkan faktor-faktor yang ada maka direncanakan pabrik ini didirikan di kawasan industri Pulo Merak, Cilegon, Banten.

1.9.1 Faktor Utama

1. Sumber bahan baku

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi *Phthalic anhydride* adalah *O-xylene* dan udara. *O-xylene* yang digunakan sebagai bahan baku akan di suplai oleh PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama dengan kapasitas 80.000 ton/tahun dan juga impor dari Singapura, sedangkan untuk kebutuhan oksigen akan diambil langsung dari udara sekitar.

2. Sarana transportasi

Serang merupakan daerah yang sangat strategis dalam hal transportasi, karena dekat dengan Jakarta yang merupakan kota terbesar dan juga dekat dengan pelabuhan laut (pelabuhan Merak dan pelabuhan Tanjung Priok) dan bandar udara. Transportasi jalan raya juga terhubung baik dengan berbagai daerah.

3. Utilitas

Fasilitas utilitas yang meliputi penyediaan air dan tenaga listrik, kebutuhan sebagian listrik pabrik dapat dipenuhi dari PLTU Suralaya berada di Pulo Merak dan juga pabrik memiliki generator pembangkit listrik sendiri sehingga bahan bakar seperti solar untuk menjalankan generator bisa didapat dari PT. Pertamina Cilegon. Mengingat Tangerang merupakan kawasan industri terpadu, maka dimungkinkan kebutuhan utilitas seperti steam dan air disediakan oleh pabrik tertentu yang dapat dibeli secara berlangganan.

4. Tenaga kerja

Tingkat pengangguran di Banten mencapai 9,55% (2015), sehingga dengan didirikannya pabrik *Phthalic anhydride* ini dapat menjadi lapangan kerja baru dan mengurangi angka pengangguran.

1.9.2 Faktor pendukung

Faktor pendukung juga perlu diperhatikan selama pemilihan lokasi pabrik karena faktor-faktor di dalamnya selalau mejadi pertimbangan agar pemilihan pabrik dan proses produksi berjalan dengan lancar.

1. Harga tanah dan bangunan dikaitkan dengan rencana dimasa yang akan datang.
2. Kemungkinan perluasan pabrik.
3. Tersedianya air yang cukup.
4. Peraturan daerah.
5. Keadaan masyarakat daerah sekitar (sikap keamanan dan sebagainya).
6. Iklim.
7. Keadaan tanah untuk rencana pembangunan dan pondasi.
8. Perumahan penduduk atau bangunan lain.

Berdasarkan faktor-faktor di atas, daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian pabrik *Phthalic Anhydride* terletak di Kota Cilegon, Provinsi Banten. Peta lokasi pabrik *Phthalic Anhydride* dapat dilihat pada Gambar 1.2.



INDONESIA



BANTEN

CILEGON



Gambar 1.2 Lokasi Pabrik Cilegon, Banten